

*Topic: Production of safe food and food  
with added nutritional value*  
**Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne  
i nutritivno vrijedne hrane**



## **PROIZVODNJA I STABILIZACIJA HLADNO PREŠANOG ULJA KOŠTICE ŠLJIVE**

**Tihomir Moslavac\*, Stela Jokić, Drago Šubarić, Ana-Marija Cikoš,  
Melita Lončarić**

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje  
Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska, \*tihomir.moslavac@ptfos.hr*

*original scientific paper/izvorni znanstveni rad*

### **SAŽETAK**

Postupkom hladnog prešanja iz koštice šljive (*Prunus domestica* L.) dobije se kvalitetno jestivo ulje. Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj procesnih parametara prešanja koštice šljive na efikasnost proizvodnje hladno prešanog ulja te njegovu kvalitetu. Prilikom prešanja mijenjani su sljedeći procesni parametri: frekvencija elektromotora (brzina pužnice), temperatura zagrijavanja glave preše i nastavak za izlaz pogače. Prešanje je provedeno s kontinuiranom pužnom prešom. Primjenom standardnih metoda određeni su osnovni parametri kvalitete proizvedenog hladno prešanog ulja. Ispitan je i utjecaj dodatka antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost ulja primjenom Testa održivosti na 98 °C. Korišteni su sljedeći prirodni antioksidansi: ekstrakt zelenog čaja, ekstrakt ružmarina i eterično ulje primorskog vriska te sintetski antioksidans oktil galat. Rezultati ispitivanja pokazuju da procesni parametri hladnog prešanja značajno utječu na iskorištenje ulja koštice šljive. Veće iskorištenje sirovog ulja i hladno prešanog ulja postignuto je kod temperature zagrijavanja glave preše 100 °C, frekvencije elektromotora 35 Hz i nastavka za izlaz pogače 10 mm. Dodatkom prirodnih antioksidanasa postignuta je bolja zaštita ulja od oksidacijskog kvarenja nego dodatkom sintetskog antioksidansa. Eterično ulje primorskog vriska pokazalo je najbolji antioksidacijski utjecaj.

*Ključne riječi:* koštice šljive, hladno prešanje, procesni parametri, oksidacijska stabilnost, antioksidansi

### **UVOD**

Šljiva (*Prunus domestica* L.) je listopadno stablo iz porodice ruža (*Rosaceae*) kojem pripadaju i marelice, breskve, nektarine, višnje i trešnje. Suhe šljive su poznate po antioksidacijskim i antikancerogenim svojstvima, imaju umjereno prirodno laksativno djelovanje te se mogu koristiti u slučaju zatvora posebno kod male djece ili starijih osoba (Mahmood i sur., 2009). Provedena istraživanja Swain-a i Hillis-a (1959) pokazuju da su šljive bogate polifenolima, antocijanima i flavanolima za koje je poznato i utvrđeno da imaju antioksidacijska svojstva. Imaju i svojstva koja usporavaju starenje (tzv. anti-age svojstva) tako da je sve češća primjena komponenata iz šljiva u kozmetičke svrhe (Mahmood i sur., 2009; Özcan i sur., 2015). Izuzev samog ploda šljive, značajna je i koštica šljive koja se u zadnje vrijeme sve više istražuje š jer je

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

---

mnogim istraživanjima utvrđeno da sadrži 40-50 % ulja. Koštica šljive je nusproizvod prehrambene industrije iz koje se prešanjem može dobiti jestivo hladno prešano ulje, a njegova konzumacija može smanjiti rizik obolijevanja od kroničnih bolesti. Danas je poznato ulje koštice šljive koje se koristi u kozmetičke svrhe zbog svojih regenerirajućih i hidratizirajućih svojstava te povoljnog utjecaja na kožu. Istraživanjem koje su proveli Özcan i sur. (2015) utvrđeno je da bi koštice šljive mogle biti dobre sirovine za proizvodnju jestivog ulja jer imaju mali udio slobodnih masnih kiselina i nisku vrijednost peroksidnog broja. Također, koštice šljive bogate su nezasićenim masnim kiselinama od kojih je najzastupljenija oleinska kiselina (74,19 %) i linolna (19,14 %) tako da bi ulje koštice šljive bilo izuzetno stabilno pri obradi i proizvodnji proizvoda poput margarina, krema, majoneze ili salatnih preljeva. Poznato je kako koštica marelice ima značajna antioksidacijska svojstva te da se od nje proizvodi jestivo ulje koje se preporučuje konzumirati zbog povoljnog utjecaja na naše zdravlje. Međutim, koštica šljive ima visok udio kampesterola, čak i veći udio nego koštica marelice. Također, utvrđeno je da je bogata  $\gamma$ -tokoferolom (85,5 %), a u manjim udjelima tu su  $\alpha$ -tokoferol (11,0 %) i  $\delta$ -tokoferol (3,5 %). Navedene komponente imaju antioksidacijska svojstva i može se pretpostaviti kako bi ulje koštice šljive imalo čak i veće antioksidacijsko djelovanje u našem organizmu nego ulje koštice marelice (Hassanein, 1999). Utvrđeno je postojanje amigdalina u košticama šljive. Prema kemijskom sastavu je cijanogeni glikozid i poznat je po svom toksičnom djelovanju. Međutim, koncentracije koje se nalaze u samim košticama šljive su vrlo male i nemaju toksičan utjecaj na naše zdravlje (Ghiulai i sur., 2006). Iako prekomjerna konzumacija koštica koje sadrže veliku količinu amigdalina može uzrokovati akutno ili kronično trovanje ljudi i životinja (Silem i sur., 2006), dokazano je kako je u ulju dobivenom iz koštice šljive amigdalin prisutan u tragovima ili ga uopće nema tako da ne može imati štetan utjecaj na naš organizam (Ghiulai i sur., 2006). Danas se preferira hladno prešanje za izdvajanje ulja iz biljnog sjemena, umjesto konvencionalnog postupka u kojem se ekstrakcija ulja provodi organskim otapalom. Kod proizvodnje hladno prešanih i nerafiniranih ulja ne postoji faza koja bi omogućila uklanjanje nepoželjnih kontaminanata iz ulja i znatno su strožiji uvjeti kvalitete sirovine (Dimić, 2005). U proizvedenom hladno prešanom ulju zadržana je u potpunosti nutritivna vrijednost te se može koristiti izravno kao jestivo ulje (Belitz, Grosch i Schieberle, 2004). Također, postupkom hladnog prešanja osigurava se maksimalno zadržavanje bioaktivnih spojeva kao što su esencijalne masne kiseline, fenolne i flavonoidne tvari, tokoferoli i dr. (Teh i Birch, 2013; Krist i sur., 2005) i senzorska svojstva ulja jer ovdje nema termičke pripreme sirovine (kondicioniranje) prije provedbe prešanja. Tokoferoli i tokotrienoli su prirodna skupina spojeva u biljnim uljima koji imaju antioksidacijska svojstva. Postupkom hladnog prešanja koštica dobiva se sirovo ulje koje ide na pročišćavanje (sedimentacija, filtriranje, centrifugiranje) radi dobivanja hladno prešanog ulja (Dimić i Turkulov, 2000; Shahidi, 2005). Kao nusprodukt prešanja uljarica dobiva se uljna pogača u kojoj zaostane određena količina ulja, proteini, minerali, vlakna i drugi sastojci (Zubr, 1997; Quezada i Cherian, 2012). Razni istraživači ukazuju na to da procesni parametri mogu utjecati na iskorištenje ulja tijekom prešanja raznih uljarica. U prijašnjim istraživanjima (Jokić i sur., 2014) provedena je optimizacija postupka proizvodnje hladno prešanog orahovog ulja primjenom pužne preše te je utvrđeno da procesni parametri prešanja utječu na iskorištenje

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

---

ulja. Također je utvrđeno (Moslavac i sur., 2014) da parametri hladnog prešanja sjemenki podlanka *Camelina sativa* L. utječu na iskorištenje sirovog ulja i hladno prešanog ulja. Dodatkom prirodnih antioksidanasa utječe se na porast stabilnosti ulja prema oksidacijskom kvarenju.

Predmet istraživanja ovog rada bio je ispitati utjecaj procesnih parametara prešanja (frekvencija elektromotora, temperatura zagrijavanja glave preše, nastavak za izlaz pogače) koštice šljive na efikasnost proizvodnje sirovog ulja i hladno prešanog ulja. Na proizvedenom hladno prešanom ulju ispitani su osnovni parametri kvalitete: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio netopljivih nečistoća te udio vlage i hlapljivih tvari. Kako bi se odredila efikasnost proizvodnje sirovog ulja prešanjem, provedeno je određivanje količine ulja u košticama šljive i pogači metodom po Soxhlet-u. Primjenom Testa održivosti ulja na 98 °C ispitan je utjecaj dodatka antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost ulja koštice šljive tijekom 20 sati testa.

## MATERIJALI I METODE

### *Materijali*

Za ispitivanje utjecaja procesnih parametara hladnog prešanja na iskorištenje ulja korištene su koštice šljive prikupljene na području Slavonije i Baranje, očišćene od mezokarpa i osušene u prirodnim uvjetima. Čuvane su neoljuštene u vrećama na tamnom i suhom mjestu pri sobnoj temperaturi. Koštice su drobljene neposredno prije prešanja kako bi se koštica oslobodila i mogla koristiti za proizvodnju hladno prešanog ulja.

Antioksidansi:

*Ekstrakt ružmarina tip OxyLess®CS* prirodni je ekstrakt listova ružmarina (*Romarinus officinalis* L.) proizveden u praškastom obliku u Francuskoj (tvrtka Naturex). Udio karnosolne kiseline je od 18 % do 22 %, zaštitni faktor (PF) je veći od 12 %, suha tvar ekstrakta je 92 - 98 %. U ispitivanju je upotrijebljen u udjelu 0,2 % računato na masu ulja.

*Ekstrakt zelenog čaja* prirodni je ekstrakt dobiven iz listova zelenog čaja (*Camellia sintensis* L.), proizveden je u praškastom obliku u Francuskoj (tvrtka Naturex). Udio epigalokatehin galata (EGCG) veći je od 45 %, udio ukupnih polifenola veći od 98 %, udio kofeina manji je od 2 %, a udio katehina veći od 80 %. U ispitivanju je upotrijebljen u udjelu 0,2 % računato na masu ulja.

*Eterično ulje primorskog vriska* dobiveno je parnom destilacijom cvjetnih vrhova primorskog vriska (*Satureja montana* L.). Eterično ulje korišteno u ovom ispitivanju proizvedeno je na Institutu za ratarstvo i povrtlarstvo iz Novog Sada u Srbiji. U ispitivanju je upotrijebljeno u udjelu 0,1 % računato na masu ulja.

*Oktil galatje* sintetski antioksidans, a u istraživanju dodan je u ulje u udjelu 0,01 %.

### *Proizvodnja hladno prešanog ulja*

Hladno prešanje koštica šljive provedeno je primjenom kontinuirane pužne preše modela SPU 20 (Elektromotor-Šimon, Srbija), kapaciteta prerade uljarica 20 kg/h, snage elektromotora 1,5 kW. Za provedbu eksperimenta hladnog prešanja korišteno je 0,5 kg sirovine.

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

---

*Određivanje parametara kvalitete ulja*

*Određivanje udjela ulja* u košticama šljive i pogači kao nusproduktu prešanja provedeno je primjenom metode ISO 734-1:1998 (Određivanje masti po Soxhletu).

*Kiselost* jestivih biljnih ulja nastaje kao rezultat hidrolize triacilglicerola u prisustvu vode i lipolitičkih enzima, a izražena je kao udjel slobodnih masnih kiselina. Određivanje udjela slobodnih masnih kiselina u ispitivanom svježe proizvedenom hladno prešanom ulju koštice šljive provedeno je standardnom metodom HRN EN ISO 660:1996 koja se temelji na principu titracije s otopinom natrij-hidroksida. Rezultat se izražava kao udjel (%) slobodnih masnih kiselina (SMK) prema izrazu (1).

$$SMK (\% \text{ oleinske kiseline}) = \frac{V \cdot c \cdot M}{10 \cdot m} \quad (1)$$

Gdje je:

V = utrošak otopine natrij-hidroksida za titraciju uzorka (mL)

c = koncentracija otopine natrij-hidroksida za titraciju, c(NaOH) = 0,1 mol/L

M = molekulska masa oleinske kiseline, M = 282 g/mol

m = masa uzorka ulja za ispitivanje (g)

*Određivanje peroksidnog broja* ispitivanog hladno prešanog ulja provedeno je standardnom metodom HRN EN ISO 3960:2007. Rezultat je izražen kao mmol aktivnog kisika koji potječe iz nastalih peroksida prisutnih u 1 kg ulja (2).

$$Pbr = \frac{(V_1 - V_0) \cdot 5}{m} \text{ (mmol } O_2/\text{kg)} \quad (2)$$

Gdje je:

V<sub>1</sub> = volumen otopine natrij-tiosulfata, c (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = 0,01 mol/L utrošen za titraciju uzorka ulja (mL)

V<sub>0</sub> = volumen otopine natrij-tiosulfata utrošen za titraciju slijepe probe (mL)

m = masa uzorka ulja (g)

*Određivanje udjela vode i hlapljivih tvari* u ulju koštice šljive provedeno je prema metodi HRN EN ISO 662:1998 i izračunato iz izraza (3):

$$\% \text{ vode} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (3)$$

Gdje je:

m<sub>0</sub> = masa staklene posudice (g)

m<sub>1</sub> = masa staklene posudice i uzorka prije sušenja (g)

m<sub>2</sub> = masa staklene posudice i uzorka nakon sušenja (g)

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

---

Određivanje količine netopljivih nečistoća u ulju koštice šljive provedeno je prema metodi HRN EN ISO 663:1992 i izračunato prema izrazu (4):

$$\% \text{ netopljive nečistoće} = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100 \quad (4)$$

Gdje je:

$m_0$  = masa uzorka (g)

$m_1$  = masa osušenog filter lijevka (g)

$m_2$  = masa filter lijevka s nečistoćama nakon sušenja (g)

*Izračunavanje stupnja djelovanja prešanja*

Na temelju udjela ulja u sirovini i dobivenoj pogači, može se izračunati prinos prešanog ulja, odnosno stupanj djelovanja prešanja (Dimić i Turkulov, 2000).

Količina sirovog ulja dobivenog prešanjem izračunata je prema jednadžbi (5) (Dimić, 2005):

$$U = U_0 - U_p \times \left(\frac{a}{b}\right) (\%) \quad (5)$$

Gdje je:

U – količina prešanog ulja (%);

$U_0$  – udio ulja u sirovini (%);

$U_p$  – udio ulja u pogači (%);

a – suha tvar u sirovini (%);

b – suha tvar u pogači (%).

Za izračunavanje Stupnja djelovanja prešanja (P) korištena je jednadžba (6):

$$P = \left(\frac{U}{U_0}\right) \times 100 (\%) \quad (6)$$

Gdje je:

U - količina prešanog ulja (%)

$U_0$  - udio ulja u sirovini (%)

*Određivanje oksidacijske stabilnosti ulja*

*Priprema uzoraka ulja*

U staklene čaše ulilo se 30 g ulja te određeni udio ispitivanih antioksidanasa i promiješalo se staklenim štapićem. Zatim su se tako pripremljeni uzorci zagrijali na temperaturu od 70 °C i održavali uz miješanje 30 minuta kako bi se antioksidansi otopili i jednoliko rasporedili u ulju. Uzorci su se ohladili na sobnu temperaturu, prekrili satnim stakalcem i stavili u sušionik na

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

---

konstantnu temperaturu od 98 °C čime započinje ispitivanje oksidacijske stabilnosti ulja koštice šljive, sa i bez dodanih antioksidanasa.

*Test održivosti na 98 °C*

Oksidacijska stabilnost ulja određena je prema metodi ubrzane oksidacije ulja i to primjenom Testa održivosti na 98 °C. Tijekom ovog testa, svakih 60 min određena je vrijednost peroksidnog broja u prvih 6 sati testa. Nakon toga, vremenski intervali za određivanje stupnja oksidacije ulja produženi su i mjerena je vrijednost peroksidnog broja (Pbr) u osmom, desetom, petnaestom i dvadesetom satu. Uzorci ulja su držani ukupno 20 sati na konstantnoj temperaturi u sušionku.

## REZULTATI I RASPRAVA

Prije provedbe hladnog prešanja koštica šljive, određen je udio ulja u košticama te je srednja vrijednost iznosila 36,28 %. Standardnom metodom određen je i izračunat udio vlage u košticama pri čemu je dobivena vrijednost 5,42 %.

*Utjecaj procesnih parametara prešanja na iskorištenje ulja*

Rezultati ispitivanja utjecaja procesnih parametara prešanja koštica šljive (frekvencija elektromotora, temperatura zagrijavanja glave preše, veličina otvora za izlaz pogače) na iskorištenje sirovog ulja i hladno prešanog ulja prikazani su u Tablicama 1-3. Na proizvedenom hladno prešanom ulju ispitani su osnovni parametri kvalitete prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima NN 41/12 (Tablica 4).

Utjecaj frekvencije elektromotora, odnosno brzine pužnice, tijekom prešanja koštica šljive na efikasnost proizvodnje sirovog i hladno prešanog ulja prikazan je u Tablici 1. Ispitan je utjecaj tri frekvencije elektromotora: 25, 30 i 35 Hz, uz konstantnu temperaturu zagrijavanja glave preše (100 °C) i veličinu otvora za izlaz pogače (8 mm). Prešanjem koštice šljive kod frekvencije elektromotora 25 Hz dobiveno je 186 mL sirovog ulja temperature 44 °C, a nakon 28 dana sedimentacije (taloženja) i vakuum filtracije, volumen hladno prešanog ulja (finalnog ulja) iznosio je 140 mL. Udio zaostalog ulja u pogači iznosio je 19,96 %, a stupanj djelovanja preše 50,26 %. Povećanjem frekvencije elektromotora tijekom prešanja na 30 Hz, zapaženo je smanjenje proizvedenog sirovog i hladno prešanog ulja, stupanj djelovanja preše se smanjio što rezultira i nešto većim udjelom zaostalog ulja u pogači. Daljnjim porastom frekvencije elektromotora na 35 Hz došlo je do porasta proizvodnje sirovog ulja koštice šljive te nakon 28 dana taloženja i vakuum filtracije i najveća količina finalnog ulja (158 mL). Prikazani rezultati ukazuju na pojavu da se kod ovih uvjeta prešanja dobilo više ulja koštica šljive kod veće frekvencije elektromotora (35 Hz) u odnosu na 25 i 30 Hz. Ova pojava je u suprotnosti s istraživanjima drugih autora (Kartika i sur., 2010) koji ističu da frekvencija elektromotora također ima utjecaj na iskorištenje ulja, tj. da se pri manjoj vrijednosti ovog parametra dobiva više ulja jer se stvaraju veći tlakovi pa se više ulja iscijedi iz uljarice. Kod prešanja koštice šljive razloge treba tražiti u sastavu koštice šljive i utjecaju relativno visoke temperature grijača glave preše na iskorištenje ulja.



**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

**Tablica 1.** Utjecaj frekvencije elektromotora (brzine pužnice) tijekom prešanja koštice šljive kod temperature grijača glave preše od 100 °C i otvorom nastavka 8 mm na iskorištenje hladno prešanog ulja, s polaznom masom sirovine 0,5 kg

**Table 1.** Effect of frequency electric motor (speed screw) during pressing plum kernel at press head temperature 100 °C and nozzle size 8 mm on the yield of cold pressed oil, with initial raw-material mass of 0.5 kg

Parametri prešanja	V sirovog ulja (mL)	V ulja nakon 28 dana taloženja i vakuum filtriranja (mL)	T sirovog ulja (°C)	m pogače (g)	w ulja u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
F = 25 Hz	186	140	44	332,24	19,96	50,26
F = 30 Hz	172	132	46	330,88	20,31	49,39
F = 35 Hz	190	158	43	323,90	19,64	51,06

Udio ulja u košticama šljive je 36,28 %, a udio vode 5,42 %.

Utjecaj temperature zagrijavanja glave preše (80, 90, 100 °C) kod konstantnih parametara otvora za izlaz pogače (12 mm) i frekvencije elektromotora (25 Hz) na iskorištenje ulja prikazan je u Tablici 2. Rezultati dobiveni tijekom ovog ispitivanja pokazuju da se porastom temperature glave preše povećavaju volumen i temperatura sirovog ulja te količina proizvedenog hladno prešanog ulja šljive, uz postepeno smanjenje udjela zaostalog ulja u pogači. Tijekom zagrijavanja glave preše na 100 °C proizveden je veći volumen sirovog ulja i hladno prešanog ulja nakon 28 dana sedimentacije i vakuum filtracije uz najniži udio zaostalog ulja u pogači (14,67 %). Rezultat porasta količine proizvedenog ulja s porastom temperature zagrijavanja glave preše može se objasniti tako što se prešanjem povećava i procesni tlak, a to rezultira i većim cijedenjem ulja iz koštice. Martinez i sur. (2013) također ukazuju da temperatura prešanja značajno utječe na iskorištenje sirovog i hladno prešanog ulja. Također se porastom temperature snižava i viskoznost ulja što dovodi do većeg iskorištenja ulja tijekom prešanja.

**Tablica 2.** Utjecaj temperature zagrijavanja glave preše tijekom prešanja koštice šljive pri 25 Hz i s nastavkom otvora 12 mm na iskorištenje hladno prešanog ulja, s polaznom masom sirovina 0,3 kg

**Table 2.** Effect of temperature heating head presses during pressing plum kernel at 25 Hz and nozzle size 12 mm on yield of cold pressed oil, with initial raw-material mass of 0.3 kg

Parametri prešanja	V sirovog ulja (mL)	V ulja nakon 28 dana taloženja i vakuum filtriranja (mL)	T sirovog ulja (°C)	m dobivene pogače (g)	w ulja u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
T = 80 °C	70	44	37	224,72	18,51	48,98
T = 90 °C	80	49	37	215,50	15,53	57,19
T = 100 °C	90	71	44	206,99	14,67	59,56

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

---

Utjecaj nastavka na glavi preše, tj. veličini otvora za izlaz pogače (5, 8, 10 mm) tijekom prešanja koji utječe na vrijednost procesnog tlaka stvorenog u preši i djeluje na iskorištenje sirovog i finalnog hladno prešanog ulja prikazan je u Tablici 3. Korištenjem nastavka za izlaz pogače promjera 5 mm i prešanjem kod konstantnih uvjeta frekvencije elektromotora 25 Hz i temperature zagrijavanja glave preše na 100 °C, dobiveno je 224 mL sirovog ulja temperature 44 °C. Nakon 28 dana sedimentacije (taloženja) i završne vakuum filtracije volumen proizvedenog hladno prešanog ulja šljive iznosio je 178 mL, a udio zaostalog ulja u pogači 15,53 %, te stupanj djelovanja preše 61,30 %. Upotrebom nastavka većeg promjera otvora 8 mm te prešanjem uz navedene vrijednosti temperature glave preše i frekvencije, dobiven je manji volumen sirovog ulja (186 mL) i finalnog ulja (140 mL). Analizom zaostalog ulja u pogači utvrđena je vrijednost 19,96 % te izračunat manji stupanj djelovanja preše 50,26 %. Kod sljedećeg ispitivanja utjecaja veličine otvora glave preše korišten je nastavak promjera 10 mm, a dobiveni rezultati su: volumen sirovog ulja (232 mL), volumen finalnog ulja nakon taloženja i vakuum filtracije (200 mL), udio zaostalog ulja u pogači je najniži (14,97 %) i najviši stupanj djelovanja preše (62,70 %). Iz navedenih podataka se može zaključiti da se primjenom nastavka veličine otvora 10 mm dobiju veće vrijednosti volumena proizvedenog sirovog ulja i hladno prešanog ulja te manji udio zaostalog ulja u pogači u odnosu na primjenu nastavka veličine 5 i 8 mm. Razlog tome treba tražiti u sastavu koštice šljive i visokoj temperaturi zagrijavanja glave preše tijekom provedbe ovog prešanja.

**Tablica 3.** Utjecaj veličine otvora glave preše za izlaz pogače tijekom prešanja koštice šljive kod temperature grijača glave preše od 100 °C i 25 Hz na iskorištenje hladno prešanog ulja, s masom polazne sirovine 0,5 kg

**Table 3.** Effect of nozzle size head presses during pressing plum kernel at press head temperature 100 °C and 25 Hz on yield of cold pressed oil, with initial raw-material mass 0.5 kg

Parametri prešanja	V sirovog ulja (mL)	V ulja nakon 28 dana taloženja i vakuum filtriranja (mL)	T sirovog ulja (°C)	m dobivene pogače (g)	w ulja u pogači (%)	Stupanj djelovanja preše (%)
N = 5 mm	224	178	44	307,77	15,53	61,30
N = 8 mm	186	140	44	332,24	19,96	50,26
N = 10 mm	232	200	52	325,30	14,97	62,70

#### *Kvaliteta proizvedenog ulja*

Na svježe proizvedenom hladno prešanom ulju koštice šljive provedeno je određivanje osnovnih parametara kvalitete prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 41/12). Rezultati analiza prikazani su u Tablici 4 gdje se može uočiti da su svi ispitivani parametri zadovoljili navedeni Pravilnik, osim udjela netopljivih nečistoća koji je iznosio 0,455 %, a maksimalna dopuštena vrijednost prema Pravilniku je 0,1 %.

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

Udio netopljivih nečistoća može se smanjiti dodatnom filtracijom ili centrifugiranjem tako da se može reći da je proizvedeno ulje dobre kvalitete. Parametri kvalitete ulja Pbr i SMK pokazuju da u sirovini nije došlo do procesa kvarenja ulja.

**Tablica 4.** Početne kemijske karakteristike ispitivanog ulja koštice šljive  
**Table 4.** Initial chemical characteristics of the tested plum kernel oil

Parametar kvalitete	Ulje koštice šljive (hladno prešano)
Pbr (mmol O <sub>2</sub> /kg)	0,0
SMK (% oleinske kiseline)	0,315
Voda (%)	0,085
Netopljive nečistoće (%)	0,455

SMK – slobodne masne kiseline, izražene kao % oleinske kiseline;  
Pbr – peroksidni broj, mmol O<sub>2</sub>/kg.

Tablica 5 prikazuje oksidacijsku stabilnost ili održivost proizvedenog hladno prešanog ulja koštice šljive, sa i bez dodanih antioksidanasa, koja je određena Testom održivosti na 98 °C. Rezultati u Tablici 5 pokazuju da je tijekom 20 sati provođenja ovog testa održivosti došlo do porasta vrijednosti Pbr kod svih ispitivanih uzoraka ulja. Nakon 20 sati testa ulje koštice šljive bez dodanog antioksidansa (kontrolni uzorak) ima peroksidni broj (Pbr) 6,16 mmol O<sub>2</sub>/kg što je vrijednost unutar granica propisanih Pravilnikom o jestivim uljima i mastima, a to znači da je ulje izuzetno dobre kvalitete i otporno prema oksidacijskom kvarenju. Dodatkom eteričnog ulja primorskog vriska u udjelu 0,1% postignuta je najbolja zaštita ulja od oksidacijskog kvarenja, vrijednost Pbr nakon 20 sati testa je iznosio 1,26 mmol O<sub>2</sub>/kg. Također, jako dobru zaštitu ostvario je i ekstrakt ružmarina (tip Oxy Less CS) dodan u udjelu 0,2 %, gdje je vrijednost Pbr nakon 20 sati testa iznosila 1,97 mmol O<sub>2</sub>/kg. Ekstrakt zelenog čaja dodan u udjelu 0,2 % pružio je slabiju zaštitu ulja, ali i dalje se može smatrati dobrim antioksidansom za stabilizaciju ovog ulja. Vrijednost Pbr nakon 20 sati provođenja testa bila je 2,22 mmol O<sub>2</sub>/kg. Najslabiju zaštitu pružio je sintetski antioksidans oktil galat dodan u udjelu 0,01 %, gdje je vrijednost Pbr bila 2,46 mmol O<sub>2</sub>/kg na kraju testa. Na Slici 1 vidljiv je utjecaj dodatka navedenih antioksidanasa na oksidacijsku stabilnost ulja nakon 20 sati provedbe testa. Ulje koštice šljive, samo po sebi, ima znatnu oksidacijsku stabilnost, primjećuje se da su dodani prirodni antioksidansi imali bolju funkciju u zaštiti od oksidacijskog kvarenja nego sintetski antioksidans oktil galat. Dodatak antioksidanasa ne bi trebao utjecati na senzorska svojstva ulja (boja, miris, okus). Međutim, ekstrakt zelenog čaja promijenio je boju ulja u crvenkastosmeđu, a ekstrakt ružmarina u svjetlonarančastu boju. Eterično ulje primorskog vriska dalo je ulju blagi miris karakterističan za navedeno eterično ulje. Potrebno je naglasiti kako su se ove promjene dogodile tek nakon provođenja Testa održivosti na 98 °C u kojem je ulje tijekom 20 sati zagrijavano, ali ne i prilikom samog dodatka antioksidanasa u ulje.

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

**Tablica 5.** Oksidacijska stabilnost hladno prešanog ulja koštice šljive, sa i bez dodanog antioksidansa, određena testom održivosti na 98 °C

**Table 5.** The oxidative stability of cold pressed plum kernel oil, with or without added antioxidants, determined by the test of sustainability at 98 °C

Uzorak	Udio antioksidansa (%)	Pbr (mmol O <sub>2</sub> /kg)										
		0. sat	1.	2.	3.	4.	5.	6.	8.	10.	15.	20.
Ulje koštice šljive	-	0	0	0,52	1,31	1,95	2,35	2,44	2,93	3,05	3,75	6,16
Ekstrakt zelenog čaja	0,2			0,25	0,58	0,56	0,96	1,02	1,49	1,5	2,03	2,22
Ekstrakt ružmarina (Oxy Less CS)	0,2			0	0,24	0,49	0,54	0,47	0,76	1,01	1,02	1,97
Eterično ulje primorskog vriska	0,1			0	0,45	0,47	0,51	0,49	0,49	0,76	1,01	1,26
Oktil galat	0,01			0	0,56	0,77	0,74	1,14	1,19	1,38	1,59	2,46

## ZAKLJUČCI

Temeljem dobivenih rezultata ispitivanja procesnih parametara prešanja koštica šljive, može se zaključiti da frekvencija elektromotora, temperatura zagrijavanja glave preše i veličina otvora glave preše za izlaz pogače utječu na iskorištenje sirovog i hladno prešanog ulja. Frekvencija elektromotora regulira brzinu pužnice i time utječe na vrijeme trajanja prešanja koštice kod određenog tlaka. Prešanjem koštica kod frekvencije elektromotora 35 Hz proizvedena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog ulja nego kod 25 i 30 Hz. Korištenjem nastavka za izlaz pogače većeg promjera (10 mm) proizvedena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog ulja uz manji udio zaostalog ulja u pogači te veći stupanj djelovanja preše. Zagrijavanjem glave preše tijekom prešanja dolazi do kondicioniranja koštice i omekšavanja pogače što rezultira većim iskorištenjem ulja. Porastom temperature glave preše dobivena je veća količina sirovog ulja i hladno prešanog ulja uz manji udio zaostalog ulja u pogači. Proizvedeno hladno prešano ulje koštice šljive je odlične kvalitete, a osnovni parametri kvalitete su u skladu s Pravilnikom o jestivim uljima i mastima.

Dodatak ispitivanih antioksidanasa u ulje koštice šljive dodatno poboljšava stabilnost ulja budući da je vrijednost peroksidnog broja niža od vrijednosti peroksidnog broja uzorka ulja bez dodatka antioksidansa. Primjena prirodnih antioksidanasa (ekstrakt zelenog čaja, ekstrakt ružmarina, eterično ulje primorskog vriska) bolje je zaštitila ulje koštice šljive od oksidacijskog kvarenja za razliku od sintetskog antioksidansa oktil galata. Eterično ulje

primorskog vriska pokazalo je najbolju zaštitu ulja od oksidacijskog kvarenja, a zatim ekstrakt ružmarina i ekstrakt zelenog čaja.

## LITERATURA

- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. (2004): Food Chemistry: Translation from the Fifth German Edition by M.M., Burghagen, Springer, Germany.
- Dimić, E. (2005): Hladno ceđena ulja, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 102-105.
- Dimić, E., Turkulov, J. (2000): Kontrola kvalitete u tehnologiji jestivih ulja, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Ghiulai, V.M., Socaciu, C., Jianu, I., Ranga, F., Fetea, F. (2006): Identification and quantitative evaluation of amygdalin from apricot, plum and peach oils and kernels. *Buletin USAMV-CN* 62, 246- 253.
- Hassanein, M. (1999): Studies on non-traditional oil: Detailed studies on different lipid profiles of some Rosaceae kernel oils. *Grasas Aceites* 50, 379-384.
- HRN EN ISO 662: 1998. – Životinjske i biljne masti i ulja – Određivanje količine vode i hlapljivih tvari.
- HRN EN ISO 663: 1992. – Životinjske i biljne masti i ulja – Određivanje količine netopljivih nečistoća.
- HRN EN ISO 660: 1996. – Životinjske i biljne masti i ulja – Određivanje kiselinskog broja i kiselosti.
- HRN EN ISO 3960: 1998. – Životinjske i biljne masti i ulja – Određivanje peroksidnog broja, Jodometrijsko određivanje točke završetka.
- ISO 734-1: 1998. – Određivanje masti po Soxhletu.
- Jokić, S., Moslavac, T., Bošnjak, A., Aladić, K., Rajić, M., Bilić, M. (2014): Optimisation of walnut oil production, *Croat. J. Food Sci. Technol.* 6 (1), 27-35.
- Kartika, A., Pontalier, P.Y, Rigal, L. (2010): Twin-screw extruder for oil processing of sunflower seeds: Thermo-mechanical pressing and solvent extraction in a single step, *Ind. Crops Prod.* 72, 297-304.
- Krist, S., Stuebiger, G., Unterweger, H., Bandion, F., Buchbauer, G. (2005): Analysis of volatile compounds and triglycerides of seed oils extracted from different poppy varieties (*Papaver somniferum* L.), *J. Agric. Food. Chem.* 53, 8310 – 8316.
- Mahmood, A., Ahmed, R., Kosar, S. (2009): Phytochemical screening and biological activities of the oil components of *Prunus domestica* Linn. *J. Saudi Chem. Soc.* 13, 273-277.
- Martinez, M., Penci, C., Marin, A., Ribotta, P. (2013): Screw press extraction of almond: Oil recovery and oxidative stability, *J. Food Eng.*, 72: 40-45.
- Moslavac, T., Jokić, S., Šubarić, D., Aladić, K., Vukoja, J., Prcce, N. (2014): Pressing and supercritical CO<sub>2</sub> extraction of *Camelina sativa* oil, *Ind. Crops Prod.* 54, 122–129.
- Özcan, M.M., Unver, A., Arslan, D. (2015): A research on evaluation of some fruit kernels and/or seeds as raw material of vegetable oil industry. *Qual. Assur. Saf Crop.* 7 (2), 187-191.

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/  
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

---

- Quezada, N., Cherian, G. (2012): Lipid characterization and antioxidant status of the seeds and meals of *Camelina sativa* and flax, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 114, 974–982.
- Silem, A., Günter, H.O., Einfeldt, J., Boualia, A. (2006): The occurrence of mass transport processes during the leaching of amygdalin from bitter apricot kernels: detoxification and flavour improvement. *Int. J. Food Sci. Technol.* 41.
- Shahidi, F. (2005): Bailey's Industrial Oil & Fat Products (Sixth Edition), Volume 5, Edible Oil & Fat Products: Processing Technologies, Wiley-Interscience Publication: pp. 269-513.
- Swain, T., Hillis, W.E. (1959): The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *J. Sci. Food Agric.* 10, 63-68.
- Teh, S.S., Birch, J. (2013): Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils, *J. Food Compos. Anal.* 30, 26–31.
- Zubr, J. (1997): Oil-seed crop: *Camelina sativa*, *Ind. Crops Prod.* 6, 113–119.

## THE PRODUCTION AND STABILIZATION OF COLD-PRESSED PLUM KERNEL OIL

**Tihomir Moslavac\*, Stela Jokić, Drago Šubarić, Ana-Marija Cikoš, Melita Lončarić**

*Josip Juraj Strossmayera University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska, \*tihomir.moslavac@ptfos.hr*

The cold pressing of the plum kernel (*Prunus domestica* L.) is used to obtain high-quality edible oil. The aim of this study was to investigate the influence of process parameters of pressing plum kernel on the efficiency of production of cold-pressed oil and its quality.

Following process parameters were investigated: electromotor frequency, temperature of head presses, and nozzle size. Pressing was carried out with a continuous screw press. Using standard methods, the basic quality parameters of produced cold pressed oil were determined. Oxidative stability of oil with added antioxidants was determined by the test of sustainability at 98°C. Natural antioxidants such as green tea extract, rosemary extract, winter savory essential oil and synthetic antioxidant octyl gallate were used. The results showed that the process parameters of cold pressing had a significant impact on the yield of plum kernel oil. Higher yield of crude oil and cold-pressed oil was obtained at a temperature of heating head presses 100 °C, electromotor frequency of 35 Hz and using nozzle size of 10 mm. The results showed that natural antioxidants have greater protection of oil in comparison to synthetic antioxidants. Winter savory essential oil had the best antioxidant effect.

**Keywords:** plum kernel, cold pressing, process parameters, oxidative stability, antioxidants