

**VPLIV PRAŽENJA NA SESTAVO FENOLNIH SNOVI IN
ANTIOKSIDATIVNI POTENCIAL LEŠNIKOVH JEDRC (*Corylus avellana* L.)**

Valentina SCHMITZER, Franci STAMPAR, Anita SOLAR

POVZETEK

Ovrednotili smo učinek praženja na vsebnost posameznih fenolov in antioksidativni potencial plodov šestih sort leske. HPLC-MS identifikacija posameznih fenolov je potrdila prisotnost sedmih flavan-3-olov (katehina, epikatehina, 2 procianidin dimerov in 3 procianidin trimerov) treh flavonolov (kvercetin pentosida, kvercetin-3-O-ramnosida in miricetin-3-O-ramnosida), dveh hidrobenzojskih kislin (galne kisline, protokatehulne kisline) in enega dihidrohalkona (florethin-2'-O-glukozida). Flavonoli so bili prisotni le v nepraženih celih jedrcih. Vsebnost posameznih fenolov v lešnikih se je po praženju značilno zmanjšala, podobno je bilo dokazano tudi za antioksidativni potencial. Priporočamo uživanje celih, nepraženih lešnikov, saj ti vsebujejo večje količine zdravju koristnih snovi kot lešniki po praženju.

Ključne besede: Corylus avellana; jedrca; polifenoli; praženje

**PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDATIVE POTENTIAL OF
HAZELNUT KERNELS (*Corylus avellana* L.) AS AFFECTED BY ROASTING
ABSTRACT**

The potential effect of roasting on individual phenolic content and on antioxidative potential of six hazelnut cultivars were investigated. HPLC-MS identification of individual phenolics confirmed the presence of seven flavan-3-ols (catechin, epicatechin, two procyanidin dimers and three procyanidin trimers) three flavonols (quercetin pentoside, quercetin-3-O-rhamnoside and myricetin-3-O-rhamnoside), two hydrobenzoic acids (gallic acid, protocatechulic acid) and one dihydrochalcone (phloretin-2'-O-glucoside). Flavonols were only detected in unroasted hazelnut kernels. The content of individual phenolics was significantly reduced after roasting. Similarly, antioxidative potential decreased after roasting. From a health promoting phytochemical composition of hazelnuts' point of view, the consumption of unroasted kernels should be preferential to roasted ones.

Keywords: Corylus avellana L.; kernels; polyphenols; roasting

1. Uvod

Leska (*Corylus avellana* L.) sodi med najbolj priljubljeno lupinasto sadje na svetu in se po pridelavi oreškov uvršča na drugo mesto s skoraj milijon tonami letnega pridelka (Contini in sod., 2008). Le majhen del plodov (do 10 %) se uživa surovih, bolj pogosto so jedrca pražena in se uporabljajo kot sestavina različnih slaščic in pekovskih izdelkov (Shahidi in sod., 2007).

Biokemična sestava lešnikov je dobro raziskana. Jedrca vsebujejo mnogo zdravju koristnih snovi in jih zaradi njihovih lastnosti pogosto priporočajo v uravnoteženi prehrani. Natančneje, jedrca so bogata z olji, pomembnimi minerali, vitamini E in B kompleksa, steroli in različnimi fenolnimi spojinami, kar vse prispeva k priljubljenim organoleptičnim lastnostim lešnikov (Alasalvar in sod. 2003; Cristofori in sod., 2008 ; Yurttas in sod., 2000). Lešnikova jedrca predstavljajo odličen vir tokoferolov in drugih bioaktivnih polifenolov, ki zmanjšujejo oksidativni celični stres in verjetnost pojava raka, kapi in drugih nevrodegenerativnih bolezni (Kornsteiner in sod., 2006; Shahidi in sod., 2007; Yurttas in sod., 2000). Raziskave vsebnosti teh snovi v plodovih lešnikov so pokazale, da se večji del fenolnih snovi nahaja v kožici plodov (Arcan in Yemenicioğlu, 2009), vendar pa se študije niso osredotočile na vpliv praženja na vsebnost bioaktivnih snovi v lešnikih, kjub temu da je večina plodov predelanih na ta način. Proces praženja lešnikovih jedrc vodi do številnih fizičnih sprememb, kot so dehidracija (Amaral in sod., 2006), mikrostrukturne spremembe površine (Saklar in sod., 2001) in spremembe barve (Alamprese in sod., 2009). V opisani raziskavi smo želeli preveriti ali praženje vpliva na biokemijske spremembe in zmanjšanje ali povečanje vsebnosti sekundarnih metabolitov.

2. Materiali in metode

2.1. Rastlinski material

V študiji smo preučevali šest sort leske (*Corylus avellana* L.): 'Tonda gentile', 'Pauetet', 'Negret', 'Toda gentile delle Langhe', 'Barcelona' in domača sorta, 'Istrska dolgoplodna leska'. Vsi vzorci so bili pobrani v poskusnem nasadu lupinarjev Biotehniške fakultete v Mariboru v letu 2008. V nasadu so bili upoštevani enaki agrotehnični ukrepi in ni bilo razlik med sortami v talnih ali klimatoloških parametrih. Vzorčili smo plodove iz treh dreves (starost 13-19 let), ki so bila sajena na razdalji 5 m x 4 m in gojena kot grm s štirimi do šestimi ogrodnimi vejami. Na vsakem drevesu smo nabrali 45 tehnološko zrelih plodov in jih posušili do 12 % vlažnosti (24 ur v sušilnici). Določili smo dve obravnavanji: (1) nepražena cela jedrca (jedrca posušena na 12 % vlažnost), (2) pražena jedrca (15 min v električni pečici na 140 °C). Izvedene so bile tri ponovitve, v vsaki ponovitvi smo zajeli 15 jedrc.

2.2. Ekstrakcija in analiza fenolnih spojin

Vzorke smo zmleli s strojčkom za mletje in 5 g lešnikovih drobtin prelili s 15 ml metanola in jih 60 minut ekstrahirali v ohlajeni ultrazvočni kopeli (0 ° C). Ekstrakt smo centrifugirali (Eppendorf centrifuga 5810 R, Hamburg, Nemčija) 10 min pri 10.000 vrtljajih na minuto pri 4 ° C in supernatant filtrirali skozi Chromafil AO-45/25 poliamidni filter (Macherey-Nagel, Düren, Nemčija). Preostanek postopka je bila izveden v skladu z metodama Pirisi in sod. (2000) in Chan in Ismail (2009), z manjšimi spremembami. Supernatantu smo dodali 10 ml n-heksana in ga mešali 3 minute. Zmes

smo prenesli na ločitveni lij, kjer sta se ločili frakciji metanola in heksana. Postopek je bil dvakrat ponovljen s po 10 ml n-heksana. Metanolni ekstrakt je bila koncentriran v rotacijskem uparjalniku (Buchi Rotavapor R-114 in B-Buchi Vacobox 171; Flawil, Švica) pri znižanem tlaku 337 mbar. Ekstrakt smo nato raztopili v 1,5 ml metanola in ga analizirali na Thermo Finnigan Surveyor HPLC sistemu (Thermo Scientific, San Jose, CA) pri 280 nm (galna kislina, protokatehulna kislina, epikatehin, katehin, procianidin, floretin-2'-*O*-glukozid) in pri 350 nm (kvercetin-pentozid, kvercetin-3-*O*-ramnozide, miricetin-3-*O*-ramnozid). Uporabljena je bila Phenomenex Gemini C¹⁸ (150 x 4.60 mm, 3 μm) kolona (Torrance, CA) pri 25 °C in dve mobilini fazi: A (1% mravljična kislina v vodi) in B (100% acetonitril). Hitrost pretoka je bila 1 ml min⁻¹ in volumen vzorca 20 μl. Gradient je podrobneje opisan v metodi Marks in sod. (2007): 0-5 min, 3-9% B, 5-15 min, 9-16% B, 15-45 min 16-50% B, 45 - 50 min, 50% izenačeno. Identifikacijo snovi smo dosegli s primerjavo retenzijskih časov in njihovimi UV-VIS spektri med 200-400 nm, pa tudi z dodajanjem zunanjih standardov. Neznane spojine so bile nadalje potrjene s pomočjo masnega spektrometera (Thermo Scientific, LCQ Deca XP MAX). Vsebnosti so bile določene s pomočjo standardnih krivulj enakih spojin, procianidin B2 je bil uporabljen za količinsko ovrednotenje vseh procianidinov in kvercetin-3-*O*-ramnozid za kvercetin pentozid .

2.3 Določanje antioksidativne aktivnosti z DPPH metodo

Ekstrakcija vzorcev je bila izvedena v skladu z istim protokolom kot za posamezne fenole. Aktivnost prostih radikalov je bila izmerjena v skladu z DPPH (2,2-difenil-0,2-pikrilhidrazil) metodo po Brand-Williams in sod. (1995), z manjšimi spremembami. 50 μl ekstrakta smo vstavili v mikroploščo s 96 odprtini in jim dodali 200 μl 0,1 mM metanolne raztopine DPPH. Po reakciji v temi pri sobni temperaturi smo v 5 min intervalih s spektrofotometrom (Perkin Elmer, Waltham, MA) izmerili zmanjšanje absorbance DPPH pri 520 nm, do stabiliziranja absorbance (30 min). Vsak vzorec je bil pripravljen v treh ponovitvah. Antioksidativna aktivnosti vzorcev je bila izmerjena s pomočjo TROLOX standardne krivulje in izražena kot ekvivalent μM TROLOX na kg lešnikov v 30 min.

2.4 Statistična obdelava podatkov

Rezultate smo statistično obdelali s Statgraphics plus programom za Windows 5.0 (Herndon, VA) s pomočjo enosmerne analize variance (ANOVA). Razlike v vsebnosti fenolov/TPC/antioksidativne aktivnosti med obravnavanji smo ocenili z Duncanovim testom (*P*-vrednosti ≤ 0,05).

3. Rezultati in diskusija

3.1 Vsebnost posameznih fenolnih spojin

HPLC-MS identifikacija posameznih fenolov v nepražnih lešnikovih jedrcih je potrdila prisotnost sedmih flavan-3-olov (katehina, epikatehina, 2 procianidin dimerov in treh procianidin trimerov) treh flavonolov (kvercetin pentozida, kvercetin-3-*O*-ramnozida in miricetin-3-*O*-ramnozid), dveh hidrobenzojskih kislin (galne kisline, protokatehulne kisline) in dihidrohalkona (floretin-2'-*O*-glukozida) v vseh analiziranih sortah. Fenolna sestava lešnikovih jedrc je skladna s prej objavljenimi podatki (Shahidi in sod., 2007; Monagas in sod., 2009).

Prevladujoča fenolna spojina v nepražnih jedrcih je bil miricetin-3-*O*-ramnozid – jedrca so vsebovala od 11,6 mg kg⁻¹ ('Istrska dolgoplodna leska') te snovi do skoraj 4-

krat večje vsebnosti (42,5 mg kg⁻¹), izmerjene pri sorti 'Pauetet' (Preglednica 1). Visoka vsebnost tega flavonola je bila izmerjena tudi v listih leske, kjer predstavlja več kot 60 % vseh fenolnih spojin (Amaral in sod., 2005). V nepraženih jedrcih med kvercetini izstopa kvercetin-3-O-ramnozid, kvercetin pentozid pa predstavlja manj kot en odstotek vseh flavonolov (Tabela 3). V praženih lešnikovih jedrcih pa nismo identificirali nobene spojine iz skupine flavonolov.

Yurttas in sod. (2000) in Shahidi in sod. (2007) poročajo o visokih vsebnostih galne in protokatehulne kisline v lešnikih. Največje vsebnosti protokatehulne kisline smo pri vseh analiziranih sortah izmerili v nepraženih jedrcih (Preglednica 2). Zanimiva pa je bila večja vsebnost galne kisline, izmerjena v praženih jedrcih, kar bi lahko razložili z razpadom polimeriziranih polifenolov, predvsem hidrolirajočih taninov in hidrolizo nekaterih glikoziliranih flavonoidov (Monagas in sod., 2009). Podobno poročajo tudi Rakić in sod. (2006), ki so proučevali vsebnost fenolnih snovi v želodu in izmerili dvakrat večje vsebnosti galne kisline po praženju oz. toplotni obdelavi. Hkrati pa se je po praženju vsebnost večine analiziranih snovi v želodu značilno zmanjšala. Pri sorti 'Barcelona' je bila tako vsebnost floretin-2-O-glukozida najvišja v nepraženih jedrcih in se je po praženju znižala za šestkrat. Podoben upad smo izmerili tudi pri katehinu, epikatehinu ter procianidin dimerih in trimerih pri večini analiziranih sort leske (preglednica 2). Raziskava praženja pistacij prav tako poroča o značilnem zmanjšanju vsebnosti fenolnih snovi (Seeram in sod., 2006). Zdi se, da praženje zmanjšuje raven naravnih bioaktivnih snovi v lešnikih zaradi kemijske in termične nestabilnosti spojin.

3.2 *Antioksidativna aktivnost*

Lešniki vsebujejo značilno mešanico polifenolov, predvsem fenolne kisline, flavonoide in taninne, ki znatno vplivajo na antioksidativno aktivnost (Bolling in sod., 2009). Najmanjša antioksidativna aktivnost nepraženih jedrc je bila izmerjena v jedrcih sorte 'Pauetet', najvišja pa v jedrcih sorte 'Tonda gentile Romana'. Pri vseh analiziranih sortah je bil izmerjen značilen upad antioksidativne aktivnosti po praženju jedrc. (Slika 1). Podobno poročajo tudi Seeram in sod. (2006) pri praženju pistacij.

Fenolna sestava in antioksidativna aktivnost sta močno odvisna od genotipa, hkrati pa nanju vplivajo tudi številni okoljski dejavniki, kot so temperatura, osvetlitev in okuženost (Milbury in sod., 2006). Prav tako na antioksidativno aktivnost vpliva skladiščenje in predelava, med slednjimi tudi praženje. Rezultati raziskave kažejo, da praženi lešniki vsebujejo manjše količine posameznih analiziranih fenolnih spojin in imajo nižjo antioksidativno aktivnost v primerjavi z nepraženimi jedrci. Zato iz stališča varovanja zdravja in vnosa večje količine zdravju koristnih snovi v organizem, priporočamo uživanje celih nepraženih lešnikovih jedrc.

Zahvala

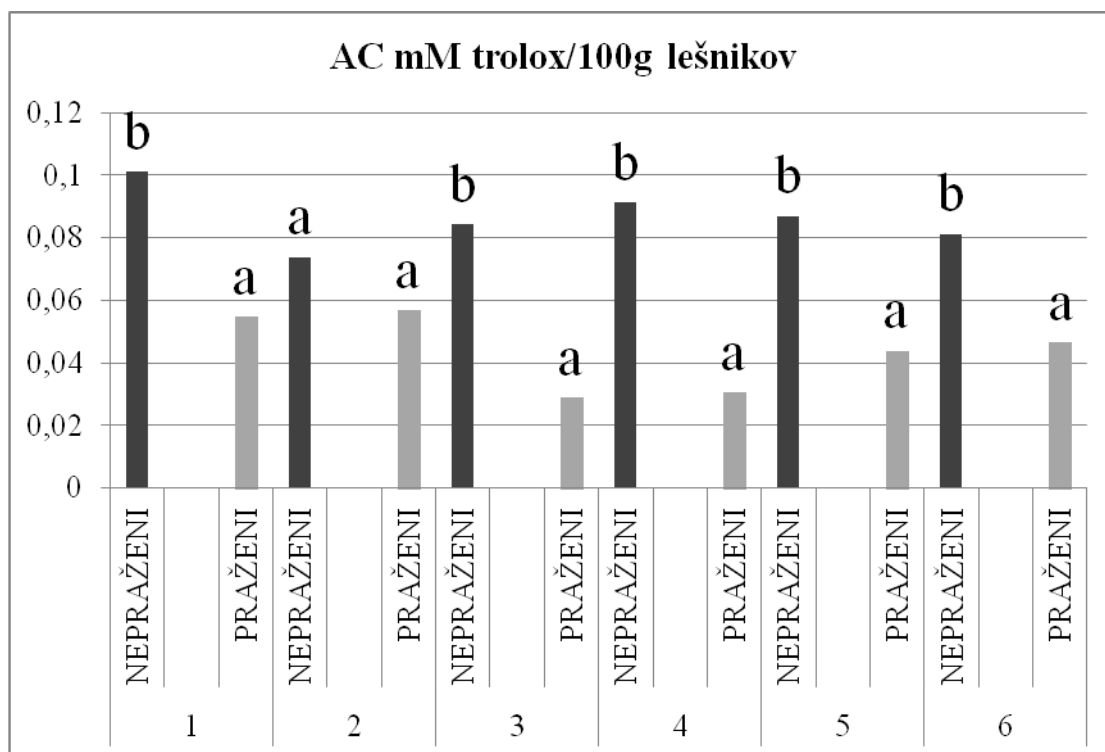
Raziskava je del programa Hortikultura P4-0013-0481, ki ga financira ARRS.

4. Literatura

- Alamprese, C., Ratti, S., & Rossi, M. 2009. Effects of roasting conditions on hazelnut characteristics in a two-step process. *Journal of Food Engineering*, 95: 272–279.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C. M., & Ohshima, T. 2003. Turkish tumbul hazelnut (*Corylus avellana* L.). 1. Compositional characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3790–3796.
- Amaral, J. S., Ferreres, F., Andrade, P. B., Valentão, P., Pinheiro, C., Santos, A., & Seabra, R. 2005. Phenolic profile of hazelnut (*Corylus avellana* L.) leaves cultivars grown in Portugal. *Natural Product Research*, 19: 157–163.
- Amaral, J. S., Casal, S., Seabra, R. M., & Oliveira, B. P. P. 2006. Effects of roasting on hazelnut lipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 1315–1321.
- Arcan, I., & Yemencioğlu, A. 2009. Antioxidant activity and phenolic content of fresh and dry nuts with or without the seed coat. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22: 184–188.
- Bolling, B. W., Dolnikowski, G., Blumberg, & J. B., Chen, C. Y. O. 2009. Quantification of almond skin polyphenols by liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Food Science*, 74: 326 – 332.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science Technology*, 28: 25–30.
- Chan, K. W., & Ismail, M. 2009. Supercritical carbon dioxide fluid extraction of *Hibiscus cannabinus* L. seed oil: A potential solvent-free and high antioxidative edible oil. *Food Chemistry*, 114: 970–975.
- Contini, M., Baccelloni, S., Massantini, R., & Anelli, G. 2008. Extraction of natural antioxidants from hazelnut (*Corylus avellana* L.) shell and skin wastes by long maceration at room temperature. *Food Chemistry*, 110: 659–669.
- Cristofori, V., Ferramondo, S., Bartazza, G., & Bigmani, C. 2008. Nut and kernel traits and chemical composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 1091–1098.
- Kornsteiner, M., Wagner, K. H., & Elmadfa, I. 2006. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food Chemistry*, 98: 381–387.
- Marks, S. C., Mullen, W., & Crozier, A. 2007. Flavonoid and chlorogenic acid profiles of English cider apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 791–728.
- Milbury, P. E., Chen, C.-Y., Dolnikowski, G. G., & Blumberg, J. B. 2006. Determination of flavonoids and phenolics and their distribution in almonds. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54: 5027–5033.
- Monagas, M., Garrido, I., Lebrón-Aguilar, R., Gómez-Cordovés, M. C., Rybarczyk, A., Amarowicz, R., & Bartolomé, B. 2009. Comparative flavan-3-ol profile and antioxidant capacity of roasted peanut, hazelnut, and almond skins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57: 10590–10599.
- Pirisi, F. M., Cabras, P., Cao, C. F., Migliorini, M., & Muggelli, M. 2000. Phenolic compounds in virgin olive oil. 2. Reappraisal of the extraction, HPLC separation, and quantification procedures. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48: 1191–1196.
- Rakić, S., Povrenović, D., Tešević, V., Simić, M., & Maletić, R. 2006. Oak acorn, polyphenols and antioxidant activity in functional food. *Journal of Food and Engineering*, 74: 416 – 423.

- Saklar, S., Katnas, S., & Ungan, S. 2001. Determination of optimum hazelnut roasting conditions. *International Journal of Food Science and Technology*, 36: 271–281.
- Seeram, N. P., Zhang, Y., Henning, S. M., Lee, R., Niu, Y., Lin, G., & Heber, D. 2006. Pistachio skin phenolics are destroyed by bleaching resulting in reduced antioxidative capacities. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54: 7036 – 7040.
- Shahidi, F., Alasalvar, C., & Liyanapathirana, C. M. 2007. Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut byproducts. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55: 1212–1220.
- Yurttas, H. C., Schafer, H. W., & Warthesen, J. J. 2000. Antioxidant activity of nontocopherol hazelnut (*Corylus avellana* L.) phenolics. *Journal of Food Science*, 65: 276–280.

Slika 1: Antioksidativna aktivnost [mM trolox/100g] nepraženih in praženih jedrc šestih sort leske (*Corylus avellana* L.). Med obravnavanji, označenimi z enako črko, ni bilo statistično značilnih razlik po Duncanovem testu mnogoterih primerjav pri $P < 0.05$.



Sorte: 1, 'Tonda gentile Romana'; 2, 'Pauetet'; 3, 'Negret'; 4, 'Tonda gentile gelle Langhe', 5, 'Barcelona'; 6, 'Istrska dolgoplodna leska'.

Tabela 1: Vsebnost flavonolov [mg kg^{-1}] v nepražanih jedrcih šestih sort leske (*Corylus avellana* L.).

<i>Corylus avellana</i> L. sorta	Fenolna spojina (povprečna vrednost \pm SE)		
	Kvercetin pentozid	Kvercetin-3- ramnozid	Miricetin-3-ramnozid
'Tonda gentile Romana'	0.08 ± 0.01 ab	2.01 ± 0.09 d	25.98 ± 0.92 b
'Pauetet'	0.11 ± 0.01 bc	1.05 ± 0.12 b	42.50 ± 1.33 c
'Negret'	0.10 ± 0.01 c	1.36 ± 0.06 c	14.11 ± 1.15 a
'Tonda gentile delle Langhe'	0.13 ± 0.01 c	1.15 ± 0.05 bc	23.18 ± 1.14 b
'Barcelona'	0.10 ± 0.01 bc	2.56 ± 0.07 e	25.09 ± 0.70 b
'Istrska dolgoplodna leska'	0.07 ± 0.01 a	0.55 ± 0.05 a	11.64 ± 1.34 a

Med obravnavanji, označenimi z enako črko, ni bilo statistično značilnih razlik po

Duncanovem testu mnogoterih primerjav pri $P < 0.05$.

Tabela 2: Vsebnost galne kisline, protokatehulne kisline in floretin-2-*O*-glukozida [mg kg⁻¹] v nepraženi in praženi jedrcih šestih sort leske (*Corylus avellana* L.).

<i>Corylus avellana</i> L. sorta	Obravnavanje	Fenolna spojina (povprečna vrednost ± SE)		
		Galna kislina	Protokatehulna kislina	Floretin-2- <i>O</i> -glukozid
'Tonda gentile Romana'	1	1.34 ± 0.08 a	1.14 ± 0.08 b	3.51 ± 0.21 b
	2	1.36 ± 0.11 a	0.56 ± 0.04 a	0.79 ± 0.10 a
'Pauetet'	1	2.09 ± 0.18 a	1.04 ± 0.12 b	2.33 ± 0.20 b
	2	3.38 ± 0.07 b	0.63 ± 0.12 a	0.84 ± 0.06 a
'Negret'	1	1.27 ± 0.19 a	2.23 ± 0.10 b	3.42 ± 0.26 b
	2	4.81 ± 0.07 b	0.45 ± 0.01 a	0.79 ± 0.04 a
'Tonda gentile delle Langhe'	1	1.17 ± 0.07a	0.65 ± 0.06 a	2.54 ± 0.07 b
	2	4.58 ± 0.16 b	0.72 ± 0.06 a	0.80 ± 0.06 a
'Barcelona'	1	0.70 ± 0.06 a	1.46 ± 0.22 b	4.59 ± 0.16 b
	2	3.89 ± 0.31 b	0.75 ± 0.04 a	0.75 ± 0.09 a
'Istrska dolgoplodna leska'	1	0.52 ± 0.01 a	0.48 ± 0.05 a	1.04 ± 0.01 b
	2	4.73 ± 0.24 b	0.41 ± 0.05 a	0.32 ± 0.04 a

Obravnavanje: 1, nepražena jedrca; 2, pražena jedrca.

Med obravnavji, označenimi z enako črko, ni bilo statistično značilnih razlik po Duncanovem testu mnogoterih primerjav pri $P < 0.05$.

Tabela 3: Vsebnost flavan-3-olov [mg kg^{-1}] v nepražanih in pražanih jedrcih šestih sort leske (*Corylus avellana* L.).

Fenolna spojina (povprečna vrednost \pm SE)

<i>Corylus avellana</i> L. sorta	Obravnavanje	Katehin	Epikatehin	Procianidin dimer 1	Procianidin dimer 2	Procianidin trimer 1	Procianidin trimer 2	Procianidin trimer 3
'Tonda gentile Romana'	1	7.26 \pm 0.30 b	0.58 \pm 0.04 b	2.71 \pm 0.09 b	2.83 \pm 0.19 b	0.81 \pm 0.03 b	0.79 \pm 0.04 b	1.88 \pm 0.06 b
	2	3.51 \pm 0.22 a	0.30 \pm 0.03 a	0.63 \pm 0.07 a	1.00 \pm 0.08 a	0.21 \pm 0.01 a	0.25 \pm 0.01 a	0.70 \pm 0.07 a
'Pauetet'	1	8.56 \pm 0.19 b	0.96 \pm 0.07 b	3.34 \pm 0.29 b	3.19 \pm 0.36 b	0.87 \pm 0.05 b	1.17 \pm 0.15 a	1.78 \pm 0.09 NS
	2	4.43 \pm 0.39 a	0.29 \pm 0.03 a	0.93 \pm 0.07 a	1.29 \pm 0.14 a	0.22 \pm 0.02 a	0.81 \pm 0.07 a	1.94 \pm 0.13 NS
'Negret'	1	7.21 \pm 0.85 b	1.11 \pm 0.14 b	3.09 \pm 0.12 b	8.14 \pm 0.59 b	0.87 \pm 0.08 b	1.82 \pm 0.06 b	5.40 \pm 0.94 a
	2	5.04 \pm 0.48 a	0.25 \pm 0.01 a	0.61 \pm 0.08 a	1.28 \pm 0.11 a	0.28 \pm 0.02 a	0.86 \pm 0.01 a	11.79 \pm 0.17 b
'Tonda gentile delle Langhe'	1	7.90 \pm 0.58 b	0.67 \pm 0.06 b	2.65 \pm 0.09 b	2.73 \pm 0.11 b	0.55 \pm 0.06 b	0.81 \pm 0.05 NS	1.46 \pm 0.15 NS
	2	3.42 \pm 0.42 a	0.26 \pm 0.02 a	1.07 \pm 0.12 a	0.95 \pm 0.22 a	0.13 \pm 0.01 a	0.79 \pm 0.05 NS	1.08 \pm 0.06 NS
'Barcelona'	1	5.48 \pm 0.39 b	0.42 \pm 0.02 b	1.93 \pm 0.21 b	8.70 \pm 0.33 b	0.65 \pm 0.05 b	1.13 \pm 0.08 b	2.23 \pm 0.24 b
	2	2.66 \pm 0.25 a	0.27 \pm 0.03 a	1.01 \pm 0.06 a	1.00 \pm 0.08 a	0.22 \pm 0.01 a	0.51 \pm 0.11 a	0.59 \pm 0.04 a
'Istrska dolgoplodna leska'	1	3.45 \pm 0.30 NS	0.17 \pm 0.02 b	0.97 \pm 0.01 a	1.25 \pm 0.21 a	0.24 \pm 0.01 a	0.56 \pm 0.02 NS	0.66 \pm 0.04 b
	2	2.88 \pm 0.17 NS	0.09 \pm 0.01 a	1.27 \pm 0.12 a	1.84 \pm 0.09 a	0.26 \pm 0.02 a	0.58 \pm 0.02 NS	0.41 \pm 0.01 a

Obravnavanje: 1, nepražena jedrca; 2, pražena jedrca.

Med obravnanji, označenimi z enako črko, ni bilo statistično značilnih razlik po Duncanovem testu mnogoterih primerjav pri $P < 0.05$.