

Ispitivanje oksidativne stabilnosti i antioksidativne aktivnosti hladno presovanih ulja iz semena jabuke

Miloš Purić*, Aleksandra Stojićević, Aleksandar Ivković

Akademija strukovnih studija Politehnika, Katarine Ambrozić 3, 11000 Beograd, Republika Srbija

*E-mail: mpuric@politehnika.edu.rs

Primljeno: 05. marta 2025. godine; prihvaćeno: 14. marta 2025. godine

Rezime. Nakon industrijske prerade jabuka ostaje oko 25% jabučnog tropa, koji sadrži potencijalno vredne nusproizvode, kao što je seme jabuka. U ovom radu ispitivana je oksidativna stabilnost i antioksidativna aktivnost ulja izdvojenih postupkom hladnog presovanja iz semena tri sorte jabuka Ajdared, Zlatni delišes i Šumatovka. Kao pokazatelji sadržaja primarnih produkata oksidacije dobijenih ulja određivani su peroksidni broj i konjugovani dieni. Kao pokazatelji sadržaja sekundarnih produkata oksidacije ulja određivane su vrednosti anisidinskog broja i konjugovanih triena. Oksidativna stabilnost ulja ispitana je Rancimat testom, a rezultati testa prikazani su kao indukcioni period. Antioksidativna aktivnost ulja je određena primenom DPPH i ABTS metoda. Generalno posmatrano, dobijeni rezultati ukazuju na dobru oksidativnu stabilnost ispitivanih hladno presovanih ulja iz semena jabuka. Takođe, uočeno je da su se proučavani parametri ulja značajno razlikovali u zavisnosti od sorte jabuke. Ulje poreklom od semena sorte Ajdared je imalo najniži peroksidni broj ($2,8 \text{ mmol O}_2 \text{ kg}^{-1}$) i najmanje konjugovanih diena i triena (1,95 i 0,39, po redosledu). Ulje dobijeno iz semena sorte Zlatni delišes se odlikovalo najnižim anisidinskim brojem (0,61), najdužim indukcioni periodom (13,97 h) i najvećom antioksidativnom aktivnošću ($61,6 \text{ } \mu\text{mol TE kg}^{-1}$ i $68,2 \text{ } \mu\text{mol TE kg}^{-1}$). Među ispitivanim uzorcima ulja, najslabiji rezultati su zabeleženi kod ulja dobijenog iz semena sorte Šumatovka.

Ključne reči: seme jabuka, sorta, hladno presovano ulje, indukcioni period, DPPH, ABTS

Uvod

Jabuka (*Malus × domestica* Borkh.), sa ukupnom godišnjom proizvodnjom koja prelazi 97 miliona tona, predstavlja jednu od najviše gajenih vrsta voćaka u svetu (FAOSTAT, 2023). U Srbiji se jabuka gaji na oko 26000 ha, a ukupna godišnja proizvodnja poslednjih godina varira između 375.690 t (2023. godina) i 513.228 t (2021. godina) (Đurović et al., 2024).

Preradom jabuka dobija se oko 25% mase biootpada, jabučnog tropa. Jabučni trop se mora osušiti

kako bi se mogao skladištiti, transportovati i dalje prerađivati. Jedan od načina za iskorišćenje suvog jabučnog tropa je u izdvajanju semenki koje, u proseku, čine 4–7% mase suvog tropa, iz kojih se postupkom hladnog presovanja može dobiti ulje (Kolanowski, 2024). Sadržaj ulja u semenkama kreće se od 15% do čak 29,4% (Fromm et al., 2012). Sušenjem jabučnog tropa i semenki, koje se nalaze u tropu, olakšano je ceđenje ulja, a istovremeno se stabilizuju polifenolne komponente prisutne u semenkama (Ma et al., 2021). U semenkama jabuka prisutni su uglavnom polifenoli

niske molekulske mase (60–90%), a dominantni polifenol je floridzin, koji čini oko 75% svih polifenola (Xu *et al.*, 2016). Prisustvo polifenolnih komponenti utiče ne samo na ukus i aromu, nego i na antioksidativnu aktivnost i oksidativnu stabilnost ulja, jer one suzbijaju dejstvo slobodnih radikala (Gromadzka & Wardencki, 2011). Hladno ceđena ulja imaju veći sadržaj hranljivih materija u odnosu na rafinisana, ali su manje stabilna (Čirković *et al.*, 2023).

Cilj ovog istraživanja bio je da se ispita oksidativna stabilnost i utvrdi antioksidativni potencijal hladno presovanih ulja iz semena tri sorte jabuke, od kojih se dve sorte dominantno gaje u Srbiji (Ajared, Zlatni delišes), a jedna je autohtona sorta (Šumatovka).

Materijal i metode

Materijal. Kao polazna sirovina u istraživanju korišćeno je seme tri sorte jabuke: Ajared, Zlatni delišes i Šumatovka. Seme je vađeno ručno iz celih plodova i sušeno u konvektivnoj sušnici (DHG-9140A, EU instruments, Španija), 5 h na temperaturi $55 \pm 1^\circ\text{C}$, kako bi se pripremio za postupak ceđenja. Osušeno seme je čuvano u zatvorenim plastičnim kesama, na tamnom mestu, pri temperaturi od 4°C .

Metode. Za izdavanje ulja iz semena jabuka korišćen je postupak hladnog presovanja mehaničkim dejstvom kontinualne pužne prese kapaciteta 2 kg h^{-1} snage 650W (OP650W, Gorenje, Slovenija). Dobijeno hladno presovano ulje je nakon 24 h dekantovano, kako bi se odvojilo bistro ulje od taloga.

Peroksidni broj (Pbr) ulja je određivan primenom standardne metode jodometrijske titracije (SRPS EN ISO 3960:2017), kako bi se dobio podatak o sadržaju primarnih proizvoda oksidacije hidroperoksida i peroksida (Dimić & Turkulov, 2000). Uzorci ulja su rastvarani u 50 ml sveže pripremljene smeše glacijalne sirćetne kiseline i hloroforma (3:2), uz dodatak 0,5 ml zasićenog rastvora kalijum-jodida. Glavnom probom je određena količina slobodnog joda titracijom sa $0,01 \text{ mol l}^{-1}$ natrijum-tiosulfatom do nestanka poslednje nijanse plave boje rastvora, uz snažno mešanje pri kraju titracije, kako bi se i poslednji tragovi joda oslobodili iz hloroforma. Istovremeno je rađena i slepa proba. Dobijeni rezultati izraženi su u $\text{mmol kiseonika po kilogramu (mmol O}_2 \text{ kg}^{-1})$.

Anisidinski broj (Abr) kao pokazatelj prisustva neisparljivih karbonilnih jedinjenja, kao sekundarnih proizvoda oksidacije ulja (Dimić & Turkulov, 2000), određen je standardnom metodom (SRPS EN ISO 6885:2017). Metoda je bazirana na reakciji p-anisidina sa višim nezasićenim aldehidima. Količina prisutnih karbonilnih jedinjenja meri se kao apsorbanca rastvora ulja nakon reakcije sa p-anisidinom na talasnoj dužini od 350 nm. Vrednost apsorbance, pomnožena sa 100, daje anisidinski broj.

Konjugovani dieni (CD) i konjugovani trieni (CT), određivani su po standardnoj metodi IUPAC (1987). Uzorci ulja su rastvoreni u n-heksanu, sipani u kivete i stavljeni u UV/Vis spektrofotometar (UV-1650 PC, Shimadzu, Japan), radi merenja apsorbance, i to, na 232 nm za CD i na 270 nm za CT. Na taj način je omogućena detekcija i procenjivanje konjugovanih proizvoda oksidacije. Ulja u kojima nisu nastupile oksidativne promene ne pokazuju apsorpcione maksimume na 232, odnosno, 270 nm. Što su vrednosti apsorbance veće, posebno na 270 nm, to su ulja, u većoj meri, oksidovana (Dimić & Turkulov, 2000).

Rancimat testom, po metodi AOCS Standard Method Cd 12b (1992), vršeno je ispitivanje oksidativne stabilnosti uzoraka ulja putem određivanja inducionog perioda (IP) izraženog u časovima (h). U kivete za testiranje odmeravano je po 2,5 g ulja, koje je zatim zagrevano na 100°C , uz protok vazduha kroz uzorke $18\text{--}20 \text{ l h}^{-1}$ u Rancimat aparatu model 617 (Methrom, Herisau, Switzerland). Uzorci su temperirani 10 minuta.

DPPH metodom je određena antioksidativna aktivnost polarnih ekstrakata ulja, koji neutrališu slobodne DPPH radikale, po metodi koju su opisali Brand-Williams *et al.* (1995). Po 1,5 ml polarnog ekstrakta ulja ili standardnog rastvora je pomešano sa 1,5 ml rastvora DPPH koncentracije $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol l}^{-1}$. Rastvori su ostavljeni 30 minuta u mraku, nakon čega je vršeno merenje apsorbance na 516 nm na spektrofotometru (UV-1650 PC, Shimadzu, Japan). Kalibraciona kriva je dobijena korišćenjem standardnog rastvora Troloksa. Rezultati merenja su izraženi kao mikromol ekvivalenti Troloksa na 1 kg ulja ($\mu\text{mol kg}^{-1}$). Merenja su rađena u triplikatu. Bondet *et al.* (1997) su utvrdili da većina polifenola reaguje sporo sa DPPH radikalima. Iz tog razloga, reakcione smeše, u identičnim odnosima kao što je prethodno navedeno, korišćene su i

za ispitivanje kinetike reakcije ekstrakata ulja sa DPPH radikalima. Ove smeše su, 15 sekundi nakon mešanja, stavljene u UV-Vis spektrofotometar (UV-1650 PC, Shimadzu, Japan), u cilju kontinuiranog merenja apsorbanca na 516 nm u vremenu od 20 h.

Određivanje antioksidativne aktivnosti ABTS metodom je vršeno spektrofotometrijski iz polarnih ekstrakata ulja po metodi opisanoj u Marfil *et al.* (2011). Rastvor ABTS^{•+} pripremljen je mešanjem 7 mM rastvora ABTS i 2,45 mM kalijum persulfata u fosfatnom puferu (5 mM). Smeša je ostavljena da izreaguje u mraku, na sobnoj temperaturi, tokom 16 časova i potom je razblažena do postizanja vrednosti apsorbanca 1 na 730 nm. Rastvori za merenje su dobijeni mešanjem 1 ml ABTS^{•+} i 0,3 ml polarnog ekstrakta uzoraka ulja. Apsorbanca je očitavana na 730 nm korišćenjem spektrofotometra (UV-1650 PC, Shimadzu, Japan). Slepa proba pripremljena je tako što je, umesto uzorka, otpipetirana jednaka zapremina destilovane vode. Kalibraciona kriva je dobijena korišćenjem standardnog rastvora Troloksa. Rezultati su izraženi u mikromolovima ekvivalenta Troloksa po 1 kg ulja ($\mu\text{mol kg}^{-1}$). Merenja su rađena u triplicatu.

Statistička obrada podataka. Dobijeni rezultati statistički su obrađeni metodom jednofaktorijalne analize varijanse (ANOVA) pomoću statističkog programa STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, SAD). Značajnost razlika između srednjih vrednosti utvrđena je primenom Tukey-evog HSD testa na nivou značajnosti $P \leq 0,05$.

Rezultati i diskusija

Oksidacija ulja je jedan od najčešćih uzroka kvarenja ulja. U cilju što boljeg praćenja stepena oksidativnih promena, obavljeno je istovremeno određivanje primarnih i sekundarnih proizvoda oksidacije ispitivanih uzoraka ulja. Dobijeni rezultati pokazuju da se kvalitet ulja značajno razlikovao među proučavanim sortama jabuke (Tabela 1).

Najnižim peroksidnim brojem se odlikovalo hladno presovano ulje semena sorte Ajdared ($2,8 \text{ mmol O}_2 \text{ kg}^{-1}$), zatim sledi ulje semena sorte Šumatovka ($4,0 \text{ mmol O}_2 \text{ kg}^{-1}$), dok se najvišim peroksidnim brojem odlikovalo ulje sorte Zlatni delišes ($5,2 \text{ mmol O}_2 \text{ kg}^{-1}$) (Tabela 1). Dobijene vrednosti su u skladu sa Pra-

vilnikom (2013), prema kome je maksimalna dozvoljena vrednost peroksidnog broja za nerafinisana jestiva biljna ulja $7,5 \text{ mmol O}_2 \text{ kg}^{-1}$. Ovi rezultati, u poređenju sa vrednostima peroksidnog broja za druga hladno presovana i ekstra devičanska biljna ulja (Bialek *et al.*, 2017), ukazuju na to da tokom i nakon postupka hladnog presovanja semena jabuka nije došlo do značajnijih oksidativnih promena u dobijenim uljima.

Vrednosti anisidinskog broja proučavanih ulja su se kretale od 0,61 (Zlatni delišes) do 0,65 (Ajdared). U pogledu ovog parametra, ulje dobijeno iz semena sorte Šumatovka se nije statistički značajno razlikovalo u odnosu na dva druga proučavana ulja, dok su razlike među njima bile statistički značajne. Ispitivana ulja su se značajno razlikovala i u pogledu detektovanih konjugovanih proizvoda oksidacije. Najmanje konjugovanih diena detektivno je u ulju hladno presovanog semena jabuke sorte Ajdared (1,95), a najviše u ulju hladno presovanog semena jabuke sorte Šumatovka (3,67). Prema navedenim rezultatima, hladno presovano ulje semena jabuke sorte Ajdared je imalo najmanji sadržaj primarnih produkata oksidacije, prema vrednostima peroksidnog broja i konjugovanih diena (Tabela 1), a istovremeno, i najmanji sadržaj konjugovanih proizvoda oksidacije, u odnosu na druga dva ispitivana ulja, obzirom na to da je, pored najmanje konjugovanih diena, imalo i najmanje konjugovanih triena (0,39). Najveće prisustvo konjugovanih triena detektivno je u ulju sorte Zlatni delišes (0,75). Navedeni rezultati su u skladu sa rezultatima koje su dobili Hashemi *et al.* (2017), ispitujući ulja iz semena jabuka.

Rancimat testom određen je indukcioni period (IP) za uzorke ispitivanih ulja. Ovaj parametar ukazuje na otpornost ulja prema oksidaciji. Što je indukcioni period duži, to znači da ulje ima bolju održivost. Ulja dobijena iz semena sorti Ajdared i Zlatni delišes su se odlikovala sličnim indukcionim periodom (13,96 h i 13,97 h, po redosledu), dok je indukcioni period ulja dobijenog iz semena sorte Šumatovka bio značajno kraći (13,24 h) (Tabela 1). Rezultati ovog testa pokazali su dobru oksidativnu stabilnost ispitivanih ulja. Poređenjem rezultata dobijenih u ovom proučavanju sa rezultatima koje su saopštili Madawala *et al.* (2012), može se zaključiti da su ulja dobijena iz semena različitih sorti jabuke ispoljila veću oksidativnu stabilnost u odnosu na ulje dobijeno iz semena grožđa (IP

Tabela 1. Sadržaj primarnih i sekundarnih proizvoda oksidacije i indukcion period ispitivanih uzoraka ulja
 Table 1. Content of primary and secondary oxidation products and induction period of the tested oil samples

Parametar Parameter	Sorta/Cultivar		
	Ajdared 'Idared'	Zlatni delišes 'Golden Delicious'	Šumatovka 'Šumatovka'
Pbr* (mmol O ₂ kg ⁻¹)	2,80 ± 0,20 a**	5,20 ± 0,10 c	4,00 ± 0,20 b
Abr	0,65 ± 0,01 b	0,61 ± 0,02 a	0,63 ± 0,02 ab
CD (A ₂₃₂)	1,95 ± 0,03 a	3,09 ± 0,02 b	3,67 ± 0,05 c
CT (A ₂₇₀)	0,39 ± 0,01 a	0,75 ± 0,01 b	0,40 ± 0,01 a
IP (h)	13,96 ± 0,07 b	13,97 ± 0,05 b	13,24 ± 0,11 a

*Pbr – peroksidni broj; Abr – anisidinski broj; CD – konjugovani dieni; CT – konjugovani trieneni; IP – indukcion period; **Brojne vrednosti praćene različitim malim slovima u redovima oznaćavaju statistićki znaćajne razlike srednjih vrednosti na nivou $p < 0,05$, na osnovu Tukey-evog HSD testa / *Pbr – peroxide value; Abr – anisidine value; CD – conjugated dienes; CT – conjugated trienes; IP – induction period; **Values folowed by the different lowercase letters in rows indicate significant differences between means at the $p < 0.05$ level, based on Tukey's HSD test.*

- 8,9 h), kao i u odnosu na orahovo (IP - 4,2 h) i bade-movo (IP - 10,2 h) ulje, a manju oksidativnu stabilnost u odnosu na ulje lešnika (IP - 16 h), ulje avokada (IP - 16,9 h) i ulje makadamije (IP - 37 h).

Zbog kompleksnosti reakcionih mehanizama, smatra se da nijedan test ne kvantifikuje u potpunosti antioksidativne osobine (Marfil et al., 2011). Iz tog razloga, za procenu antioksidativne aktivnosti treba koristiti barem dve različite metode. Rezultati ispitivanja antioksidativne aktivnosti hladno presovanih ulja iz semena jabuke metodama DPPH i ABTS prikazani su u Tabeli 2. Bez obzir na primenjenu metodu, najniža antioksidativna aktivnost utvrđena je kod ulja dobijenog iz semena sorte Šumatovka (49,0 i 46,9, $\mu\text{mol TE kg}^{-1}$, po redosledu), a najveća kod ulja dobijenog iz semena sorte Zlatni delišes (61,6 i 68,2 $\mu\text{mol TE kg}^{-1}$, po redosledu). Primena navedenih metoda u ispitivanju antioksidativne aktivnosti ulja dobijenog iz semena sorte Ajdared dala je neusaglašene rezultate.

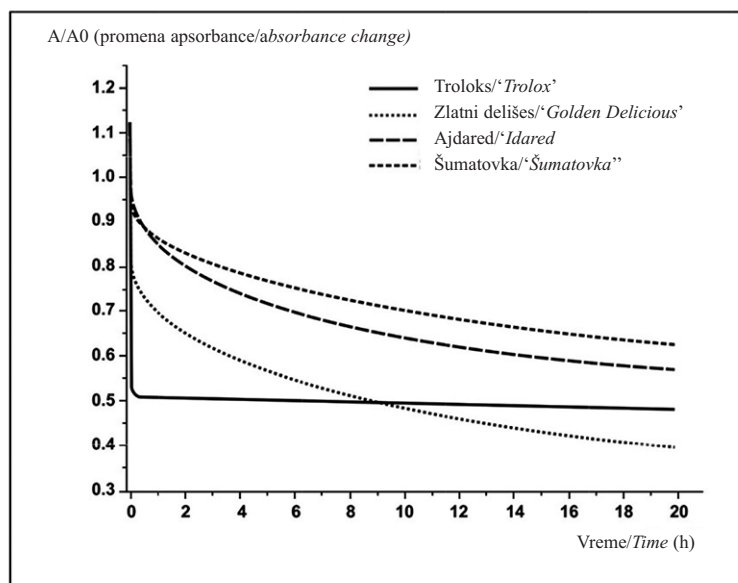
Iako se merenje apsorbance u DPPH testu standardno vrši posle 30 minuta reakcije, u zavisnosti od uzorka, za procenu antioksidativne aktivnosti, korišćenjem DPPH testa, nekada je potrebno više vremena (Shalaby & Shanab, 2013). Stoga je grafićki prikazana kinetika reakcije ekstrakata ulja semena razlićitih sorti jabuka sa DPPH radikalima, u vremenskom periodu od 20 h. Grafikon 1 pokazuje zavisnost promene apsorbance smeše ispitivanog ekstrakta odgovarajućeg uzorka ulja ili standardnog rastvora Troloksa sa rastvorom DPPH (A) prema apsorbanci čistog vodenog rastvora DPPH (A₀) (y-osa) u funkciji od vremena reakcije u satima (x-osa).

Sa grafika se uoćava da apsorbancia ekstrakata sva tri ispitivana ulja nastavlja eksponencijalno da opada i nakon uobićajenog vremena reakcije za DPPH test. Posebno je primetan pad apsorbance ekstrakta ulja iz semena jabuke sorte Zlatni delišes, što je u skladu sa najboljom antioksidativnom aktivnošću ekstrakta tog ulja, prema rezultatima DPPH testa nakon 30 minuta reakcije (Tabela 2).

Tabela 2. Antioksidativna aktivnost ispitivanih uzoraka ulja
 Table 2. Antioxidant activity of tested oil samples

Parametar Parameter	Sorta/Cultivar		
	Ajdared 'Idared'	Zlatni delišes 'Golden Delicious'	Šumatovka 'Šumatovka'
DPPH ($\mu\text{mol TE kg}^{-1}$)	49,3 ± 0,9 a*	61,6 ± 1,4 b	49,0 ± 0,7 a
ABTS ($\mu\text{mol TE kg}^{-1}$)	62,8 ± 0,5 b	68,2 ± 0,8 c	46,9 ± 0,8 a

**Brojne vrednosti praćene različitim malim slovima u redovima oznaćavaju statistićki znaćajne razlike srednjih vrednosti na nivou $p < 0,05$, na osnovu Tukey-evog HSD testa / *Values folowed by the different lowercase letters in rows indicate significant differences between means at the $p < 0.05$ level, based on Tukey's HSD test.*



Grafikon 1. Pad apsorbanse ekstrakata ulja semena jabuka u toku 20 h praćen primenom DPPH metode

Graph 1. The decrease in absorbance of apple seed oil extracts during 20 h followed by the application of the DPPH method

Zaključak

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su hladno pre-sovana ulja dobijena iz semena sorti jabuke Ajdared, Zlatni delišes i Šumatovka dobre oksidativne stabilnosti i da poseduju dobru antioksidativnu aktivnost. Rezultati za sadržaj primarnih i sekundarnih produkata oksidacije pokazuju da se radi o uljima u kojima nije došlo do oksidativnog kvarenja. Navedeno potvrđuje i indukcioni period ispitivanih uzoraka ulja, koji ukazuje na njihovu bolju oksidativnu stabilnost, u odnosu na stabilnost ulja koja potiču od nekih drugih vrsta voćaka. Od proučavanih ulja, po kvalitetu prednjači ulje dobijeno iz semena sorte Zlatni delišes, koje odlikovalo dobrom oksidativnom stabilnošću i najvišom antioksidativnom aktivnošću.

Literatura

- American Oil Chemists' Society (1992): Sampling and analysis of commercial fats and oils: Oil stability index.
- Bialek A., Bialek M., Jelinska M., Tokarz A. (2017): Fatty acid composition and oxidative characteristics of novel edible oils in Poland. *CyTA – Journal of Food*, 15(1): 1–8.
- Bondet V., Brand-Williams W., Berset C. (1997): Kinetics and mechanism of antioxidant activity using the DPPH. free radical method. *LWT – Food Science and Technology*, 30(6): 609–615.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. (1995): Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1): 25–30.
- Čirković A., Demin M., Fotirić-Akšić M., Rabrenović B. (2023): Processing waste: bioactive components and antioxidant capacity of cold-pressed oils from some fruit seeds. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 1(3): 13241.
- Dimić E., Turkulov J. (2000): Kontrola kvaliteta u tehnologiji jestivih ulja. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Đurović D., Milivojević J., Đorđević B., Milatović D., Radivojević D., Oparnica Č., Zec G., Nikolić D., Fotirić Akšić M., Keserović Z., Magazin N., Bijelić S., Ljubojević M., Pešaković M., Vujović T., Marić S., Glišić I., Radičević S. (2024): Situation and prospects for the development of fruit growing in the Republic of Serbia. Abstracts of the 17th Serbian Congress of Fruit and Grapevine Producers with International Participation, Vršac (Serbia), pp. 10–17.
- FAOSTAT (2023): Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Fromm M., Bayha S., Carle R., Kammerer D.R. (2012): Characterization and quantitation of low and high molecular weight phenolic compounds in apple seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 1232–1242.
- Gromadzka J., Wardencki W. (2011): Trends in edible vegetable oils analysis. Part A. Determination of different components of edible oils – a review. *Polish Journal of Food Nutrition Sciences*, 61(1): 33–43.
- Hashemi S.M.B., Khaneghah A.M., Koubaa M., Lopez-Cervantes J., Yousefabad S.H.A., Hosseini S.F., Karimi M., Motazedian A., Asadifard S. (2017): Novel edible oil sources: Microwave heating and chemical properties. *Food Research International*, 92: 147–153.

- IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) (1987): Method 2.505. Evidence of purity and deterioration from ultraviolet spectrophotometry. In: 'Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 7th ed.', Paquot C. and Hautfenne A. (eds). Blackwell Scientific, Palo Alto, California, pp. 212–213.
- Kolanowski W. (2024): Perspective of using apple processing waste for the production of edible oil with health-promoting properties. *Applied Sciences*, 14: 2932.
- Ma Q., Bi J., Yi J., Wu X., Li X., Zhao Y. (2021): Stability of phenolic compounds and drying characteristics of apple peel as affected by three drying treatments. *Food Science and Human Wellness*, 10: 174–182.
- Madawala S.R.P., Kochhar S.P., Dutta P.C. (2012): Lipid components and oxidative status of selected specialty oils. *Grasas y Aceites*, 63(2): 143–151.
- Marfil R., Giménez R., Martínez O., Bouzas P.R., Rufián-Henares J.A., Mesías M., Cabrera-Vique C. (2011): Determination of polyphenols, tocopherols, and antioxidant capacity in virgin argan oil (*Argania spinosa*, Skeels). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113: 886–893.
- Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode. "Službeni glasnik RS", br. 43/2013.
- Shalaby E.A., Shanab S.M.M. (2013): Comparison of DPPH and ABTS assays for determining antioxidant potential of water and methanol extracts of spirulina platensis. *Indian Journal Geo-Marine Sciences*, 42: 556–564.
- SRPS EN ISO 3960:2017. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Određivanje peroksidnog broja. Institut za standardizaciju Srbije.
- SRPS EN ISO 6885:2017. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Određivanje anisidinskog broja. Institut za standardizaciju Srbije.
- Xu Y., Fan M., Ran J., Zhang T., Sun H., Dong M., Zhang Z., Zheng H. (2016): Variation in phenolic compounds and antioxidant activity in apple seeds of seven cultivars. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23: 379–388.

EXAMINATION OF OXIDATIVE STABILITY AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COLD-PRESSED APPLE SEED OILS**Miloš Purić*, Aleksandra Stojićević, Aleksandar Ivković***The Academy of Applied Studies Polytechnic, Katarine Ambrozić 3, 11000 Belgrade, Republic of Serbia***E-mail: mpuric@politehnika.edu.rs***Abstract**

After industrial processing of apples, about 25% of the apple pulp remains, containing potentially valuable by-products, such as apple seeds. This study investigated the oxidative stability and antioxidant activity of oils cold-pressed from the seeds of three apple cultivars: 'Idared', 'Golden Delicious', and 'Šumatovka'. Peroxide number and conjugated dienes were determined as indicators of primary oxidation products in the obtained oils. Anisidine number and conjugated trienes were used as indicators of secondary oxidation products. The oxidative stability of the oil was assessed using the Rancimat method, with results presented as the induction period. Antioxidant activity was determined using the DPPH and ABTS methods. In general, the results indicate good oxidative stability in

the examined cold-pressed apple seed oils. Additionally, the oil parameters differed significantly depending on the apple cultivar. The oil from 'Idared' seeds had the lowest peroxide number (2.8) and the lowest levels of conjugated dienes and trienes (1.95 and 0.39, respectively). The oil from 'Golden Delicious' seeds had the lowest anisidine number (0.61), the longest induction period (13.97 h), and the highest antioxidant activity (61.6 $\mu\text{mol TE kg}^{-1}$ and 68.2 $\mu\text{mol TE kg}^{-1}$). Among the examined oil samples, the oil from 'Šumatovka' seeds showed the least favorable results.

Keywords: apple seeds, cultivar, cold-pressed oil, induction period, DPPH, ABTS