

Sadržaj teških metala u plodovima jabuke sorte Idared u proizvodnim lokalitetima čačanskog kraja

Mira Milinković¹, Rade Miletić¹, Vera Raičević², Blažo Lalević²

¹*Institut za voćarstvo, Kralja Petra I/9, 32000 Čačak, Srbija*
E-mail: miramilinkovic@yahoo.com

²*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Srbija*

Primljeno: 26. jun; prihvaćeno: 5. septembar, 2012

Rezime. Ispitivan je sadržaj teških metala (As, Pb, Cd i Hg) i štetnih materija (nitrata i nitrita) u plodovima jabuke sorte Idared, na različitim lokalitetima čačanskog kraja. U zavisnosti od lokaliteta, sadržaj As u plodovima je bio od 0,0035 mg/kg do 0,0071 mg/kg, Pb od 0,0035 mg/kg do 0,0807 mg/kg, Cd od 0,0028 mg/kg do 0,0059 mg/kg i Hg od 0,0058 mg/kg do 0,0076 mg/kg. Sadržaj nitrata i nitrita u svim uzorcima je bio manji od 3 mg/kg sveže mase plodova jabuke. Utvrđeni sadržaj teških metala, kao i sadržaj nitrata i nitrita je znatno manji nego što je to definisano zakonskom regulativom. Prema dobijenim rezultatima, područje ispitivanja je veoma pogodno za komercijalnu proizvodnju jabuke u pogledu ispitivanih parametara.

Ključne reči: jabuka, sorta, lokaliteti, teški metali, nitrati i nitriti

Uvod

Jabuka se najviše koristi u ishrani u svežem ili u prerađenom stanju, jer ima znatnu hranljivu, higijensku, dijetetsku i lekovitu vrednost (Mišić, 1994). Hemijski sastav plodova jabuke zavisi od mnogih činilaca, kao što su sorta, podloga, agroekološki uslovi, primenjena agrotehnika, rodnost i stepen zrelosti. Intenzivna, komercijalna proizvodnja se odvija na otvorenom polju, pa su plodovi direktno ili indirektno izloženi mogućoj kontaminaciji otrovnim i štetnim materijama (teški metali, nitrati i nitriti).

Bezbednost hrane je od najveće važnosti, jer su toksične materije prisutne u našem okruženju. Industrijska upotreba metala i drugi tehnološki procesi doprinose povećanju sadržaja teških metala i drugih štet-

nih materija u atmosferi, vodi i zemljištu (O'Connell et al., 2008).

Među teškim metalima od interesa za Svetsku zdravstvenu organizaciju (WHO) i Evropski program za monitoring i evaluaciju (EMEP) su živa (Hg), kadmijum (Cd) i olovo (Pb), jer je njihova toksičnost visoka i mogu da izazovu ozbiljne posledice na zdravlje ljudi (Kochubovski, 2011). Na zdravstvenu bezbednost svežeg i prerađenog voća mogu manje ili više nepovoljno da deluju i relativno male količine teških metala koji mogu biti endogenog ili eksogenog porekla, odnosno prirodni, kao sastavni deo proizvoda ili kasnije dospeli iz spoljašnje sredine pod uticajem različitih tretiranja i unošenja đubriva ili kontaminacije plodova. Kadmijum i olovo su toksični za ljudski biosistem čak i u malim dozama i otkriveni su u biljkama, zajed-

no sa porastom industrijalizacije i zagađenja biosfere (Chen, 1992).

Ekološki značaj sadržaja teških metala je privukao veliku pažnju iz državnih i regulatornih tela, koji su zabrinuti za smanjivanje ljudskog zdravlja, a rizik je povezan sa zagađenjem životne sredine (Morton-Bermea *et al.*, 2008). Sadržaj teških metala u zemljištu i emisije iz motornih vozila mogu biti glavni izvor zagađenja teškim metalima (Hamurcu *et al.*, 2010).

Sprovedena istraživanja u Turskoj o sadržaju sedam teških metala u zemljištu (Co, Cd, Pb, Zn, Mn, Ni i Cu), koje navode Türkdöğan *et al.* (2002) ukazuju da su šest teških metala (Co, Cd, Pb, Mn, Ni i Cu), u plodovima voća i povrća, bili 3,5–340 puta veći u odnosu na propisane standarde. Ostaci štetnih i opasnih materija u plodovima jabuke mogu da imaju višestruk negativan genetički, ekološki i toksikološki značaj (Bendarek *et al.*, 2007).

Glavni selekcionni cilj u oplemenjivanju jabuke danas je objedinjavanje visokog kvaliteta ploda i otpornost na parazite i štetočine. Stoga je neophodna kontrola prisustva teških metala u plodovima kako bi se obezbedila zdravstvena bezbednost hrane. Ova problematika je definisana i zakonskom regulativom u skoro svim državama koje se bave proizvodnjom, preradom, plasmanom i potrošnjom plodova jabuke.

Iz ovih razloga, cilj istraživanja u ovom radu je utvrđivanje sadržaja teških metala (As, Pb, Cd i Hg) i štetnih materija (nitrata i nitrita) u plodovima jabuke sorte Idared, na različitim lokalitetima čačanskog kraja. Ova sorta dominira u proizvodnim zasadima, a u izvoznim aranžmanima i na domaćem tržištu zauzima vodeće mesto. Plodovi su visokog kvaliteta (Dorić *et al.*, 2011), a sorta je zahvalna za oplemenjivanje i stvaranje novih genotipova (Lukić *et al.*, 2008). Stoga je od prvorazrednog značaja kontrola sanitarne i zdravstvene bezbednosti proizvedenih plodova.

Materijal i metode

Uzorkovanje plodova jabuke sorte Idared, izvršeno je krajem septembra i početkom oktobra 2011. godine na 7 lokaliteta voćarskog područja čačanskog kraja (Miočkovci, Trnava, Pridvorica, Viljuša 1, Viljuša 2, Lipnica 1, Lipnica 2). U svakom zasadu po lokalitetima uzorkovano je 2 kg plodova u tri ponavljanja. U plodovima jabuke ispitivan je sadržaj teških metala (As, Pb, Cd, Hg), nitrata i nitrita.

Zemljišta na kojima je gajena jabuka su tipa gajnjače i smonice u ogajnjačavanju. U svim zasadima sprovedena je standardna tehnologija gajenja, koja podrazumeva obradu zemljišta, rezidbu, đubrenje i zaštitu od bolesti i štetočina.

Plodovi jabuke za uzorkovanje su oprani, a zatim je izvršeno odstranjivanje peteljke i semenki iz plodova. Iz pojedinačnog uzorka izdvojeno je 100 g uzorkovanog materijala koji je homogenizovan u homogenizatoru za usitnjavanje do postizanja ujednačene konzistencije. Za pripremu uzoraka i metode analiza korišćena je Demi voda ASMT tip 1.

Utvrđivanje sadržaja nitrata i nitrita izvršeno je izdvajanjem test porcija od 10 g uzorka za ekstrakciju iz predhodno homogenizovanog materijala. U 10 g uzorka dodato je 80 ml tople vode $t > 80$ °C, homogenizovano u blenderu 5 min, a zatim sadržaj prenet u sud od 100 ml, koji je dopunjen vodom do crte. Izvršeno je hlađenje do sobne temperature, a zatim filtracija ekstrakta kroz membran syringer filter u HPLC - Agilent Technologies Series 1200 (Campden & Chorleywood Food Research Association TES-AC-630, Determination of Nitrate and Nitrite in Fruit, Vegetable and Meat Products).

Sadržaj Hg utvrđen je odmeravanjem 0,1 g uzorka iz homogenizovane mase pripremljenog uzorka u metalne čamce, a zatim vršena direktna analiza termalnom dekompozicijom, amalgamiranjem i atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom (EPA 7473).

Za određivanje Cd i Pb, iz homogenizovane mase odmereno je 5 g uzorka, izvršeno spaljivanje, a ostatak pepela prenesen u normalni sud 10 ml, koji je dopunjen sa 10% HCl. Sadržaj Cd i Pb određen je AAS-plamena tehnika (Sample Preparation by Dry Ashing for the Determination of Various Elements by Flame Atomic Absorption Spectroscopy – Health Protection Branch Laboratories Bureau of Nutritional Sciences Ottawa).

Sadržaj As određen je metodom hidridnih para. Iz homogenizovane mase izdvojeno je 5 g uzorka koji je razoren metodom mokre digestije primenom HNO_3 , H_2O_2 i HCl (Determination of As, Sb and Se Indifficult Enviromental Samples by Hydride Generation Varia at Woen; AA Optical Spectroscopy Instruments) – BMK 016:2005.

Analiza eksperimentalnih podataka izvršena je u statističkom paketu STATISTICA 10.0 for Windows. Definisane sadržaja teških metala u plodu sorte Idared na sedam lokaliteta je utvrđeno pokazateljima deskrip-

tivne statistike. Od pokazatelja centralne tendencije izračunate su aritmetička sredina i medijana, a varijabilitet podataka je izmerena intervalom varijacije i koeficijentom varijacije. Ispitivanje razlika između lokaliteta sprovedeno je metodom analize varijanse (ANOVA) i LSD testom za nivo rizika 5% i 1% (Hadživuković, 1977). U cilju donošenja objektivnih zaključaka o uticaju lokaliteta na sadržaj teških metala u plodu jabuke i mogućnosti primene parametarskih testova (ANOVA i LSD-test), testirana je homogenost varijansi Levene's testom. Rezultati ovih testova ukazuju da su varijanse ispitivanih karakteristika homogene pa se testiranje može izvršiti pomenutim parametarskim testovima.

Uticaj posmatranih lokaliteta na visinu sadržaja teških metala, kao i njihova interakcija utvrđena je parcijalnim eta kvadrat koeficijentom koji je potom klasifikovan po Cohen-ovoj gradaciji (Cohen, 1988). Stepen zavisnosti između teških metala određen je Pe-

arson-ovim koeficijentom korelacije i testiran na nivou značajnosti 5% i 1%.

Rezultati i diskusija

Sa aspekta ocene zdravstvene bezbednosti voća, neophodno je da se vodi računa o sadržaju štetnih supstanci u njemu, a prvenstveno koje se nalaze u svežim plodovima. U zavisnosti od lokaliteta, sadržaj As u plodovima bio je od 0,0035 mg/kg do 0,0071 mg/kg sa koeficijentom varijacije od 4,51 do 36,82%. Sadržaj Pb se kretao od 0,0035 mg/kg do 0,0807 mg/kg, ali sa manjim koeficijentom varijacije (Cv 4,51–11,44%). Sadržaj Cd je detektovan u granicama do 0,0028 mg/kg do 0,0059 mg/kg sa koeficijentom varijacije u zavisnosti od lokaliteta od 6,11–37,10%, a Hg od 0,0058 mg/kg do 0,0076 mg/kg, gde je Cv od 6,03–23,67% (Tab. 1).

Tab. 1. Sadržaj teških metala u svežim plodovima jabuke sorte Idared na različitim lokalitetima (mg/kg)
Heavy metals content in fresh fruits of apple cv 'Idared' grown on different localities (mg/kg)

Lokalitet/Locality	Teški metali/Heavy metals		Medijana	Xmax–Xmin	Cv (%)
Miokovci	As	0,0055 ± 0,0004	0,0054	0,0062–0,0049	11,92
	Pb	0,0807 ± 0,0024	0,0820	0,0840–0,0760	5,16
	Cd	0,0040 ± 0,0007	0,0038	0,0054–0,0029	31,39
	Hg	0,0063 ± 0,0004	0,0064	0,0069–0,0056	10,41
Trnava	As	0,0071 ± 0,0002	0,0070	0,0075–0,0069	4,51
	Pb	0,0803 ± 0,0026	0,0800	0,0850–0,0760	5,61
	Cd	0,0028 ± 0,0006	0,0025	0,0039–0,0019	37,10
	Hg	0,0066 ± 0,0009	0,0058	0,0084–0,0056	23,67
Pridvorica	As	0,0043 ± 0,0005	0,0042	0,0052–0,0034	21,14
	Pb	0,0617 ± 0,0035	0,0630	0,0670–0,0550	9,91
	Cd	0,0052 ± 0,0007	0,0054	0,0063–0,0039	23,32
	Hg	0,0078 ± 0,0004	0,0080	0,0083–0,0071	8,01
Viljuša 1	As	0,0038 ± 0,0008	0,0034	0,0053–0,0026	36,82
	Pb	0,0573 ± 0,0030	0,0560	0,0530–0,0530	8,95
	Cd	0,0059 ± 0,0002	0,0060	0,0062–0,0055	6,11
	Hg	0,0058 ± 0,0002	0,0060	0,0061–0,0054	6,49
Viljuša 2	As	0,0035 ± 0,0002	0,0036	0,0039–0,0031	11,44
	Pb	0,0833 ± 0,0038	0,0850	0,0890–0,0760	7,99
	Cd	0,0039 ± 0,0005	0,0039	0,0047–0,0030	21,99
	Hg	0,0076 ± 0,0003	0,0075	0,0081–0,0072	6,03
Lipnica 1	As	0,0038 ± 0,0008	0,0034	0,0053–0,0026	36,82
	Pb	0,0573 ± 0,0030	0,0560	0,0630–0,0530	8,95
	Cd	0,0059 ± 0,0002	0,0060	0,0062–0,0060	6,11
	Hg	0,0058 ± 0,0002	0,0060	0,0061–0,0054	6,49
Lipnica 2	As	0,0041 ± 0,0002	0,0041	0,0044–0,0038	7,32
	Pb	0,0800 ± 0,0021	0,0790	0,0840–0,0770	4,51
	Cd	0,0039 ± 0,0003	0,0039	0,0045–0,0033	15,38
	Hg	0,0074 ± 0,0004	0,0072	0,0083–0,0068	10,45

Analizom varijanse utvrđene su statistički veoma značajne razlike u sadržaju As, Pb i Cd, a značajne u sadržaju Hg. LSD testom utvrđene su visoko značajne razlike u sadržaju ispitivanih teških metala između posmatranih lokaliteta. Izračunati eta kvadrat koeficijent je za As – 0,7358, Pb – 0,8761, Cd – 0,6971 i Hg – 0,5907. Prema Koenovoj gradaciji postoji visok uticaj lokaliteta na promenu sadržaja teških metala u plodovima (Tab. 2).

Analizom varijanse i Duncan's testom, a u zavisnosti od lokaliteta utvrđene su statistički veoma značajne razlike u sadržaju teških metala (Tab. 3).

Korelaciona matrica ispitivanih svojstava pokazuje da postoji visoka, direktna zavisnost između sadržaja As i Pb, koja statistički nije značajna. Nasuprot tome između As i Cd ne postoji direktna zavisnost, ali je statistički veoma značajna. Između As i Hg takođe ne postoji korelaciona zavisnost i statistički nije značajna. Između Pb i Cd ne postoji, kao i između Cd i Hg direktna korelaciona zavisnost, dok između Pb i Hg po-

stoji direktna korelaciona zavisnost. Utvrđeni korelacioni koeficijenti između teških metala ukazuje da njihov sadržaj u svežim plodovima jabuke nije međusobno uslovljen. Izvori teških metala na pojedinim lokalitetima i faktori koji utiču na sadržaj teških metala u svežim plodovima jabuke nisu istovetni i ukazuju na njihov različit sadržaj (Tab. 4).

Sadržaj nitrata i nitrita u svim uzorcima plodova po lokalitetima bio je manji od 3 mg/kg sveže mase plodova jabuke.

U uslovima jake konkurencije i visokih standarda kvaliteta na razvijenim tržištima, plasman plodova jabuke i povoljan finansijski rezultat moguće je ostvariti jedino ako su plodovi visokog kvaliteta. U spoljnotrgovinskoj razmeni, poljoprivredni i prehrambeni proizvođači moraju ispunjavati standarde o zdravstvenoj bezbednosti koji obezbeđuju nivo zaštite najmanje ekvivalentan onome na sopstvenom-unutrašnjem tržištu.

Prema Pravilniku o maksimalno dozvoljenim količinama ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i

Tab. 2. Rezultati Leven-ovog testa homogenosti varijanse, ANOVE i LSD testa za sadržaj teških metala u sorti jabuke Idared na različitim lokalitetima

Results of Levene's Test of homogeneity of Variance, ANOVA and LSD tests heavy metals content in fruits of 'Idared' grown on different localities

Ispitivane osobine <i>Observed traits</i>	Leven-ov test <i>Leven test</i>		ANOVA	LSD		Parcijalni eta kvadrat koeficijent <i>Partial eta-squared coefficient</i>
F	p-level	F	0,05	0,01		
As	2,299	0,093	6,499**	0,0014	0,0021	0,7358
Pb	0,354	0,896	16,505**	0,0073	0,0109	0,8761
Cd	1,227	0,350	5,370**	0,0014	0,0021	0,6971
Hg	2,419	0,099	3,367*	0,0014	0,0021	0,5907

$p < 0.05$ (*) razlika je značajna/*the difference is significant*

$p < 0.01$ (**) razlika je vrlo značajna/*difference is highly significant*

Tab. 3. Značajnost sadržaja teških metala u sorti Idared na osnovu LSD testa

Significance of heavy metals content in 'Idared' fruits based on LSD test

Lokalitet/ <i>Locality</i>	As	Pb	Cd	Hg
Miokovci	0,0055 b*	0,0807 a	0,0040 bc	0,0063 bc
Trnava	0,0071 a	0,0803 a	0,0028 c	0,0066 abc
Pridvorica	0,0043 bc	0,0617 b	0,0052 ab	0,0078 a
Viljuša 1	0,0038 c	0,0573 b	0,0059 a	0,0058 c
Viljuša 2	0,0035 c	0,0833 a	0,0039 b	0,0076 ab
Lipnica 1	0,0038 c	0,0573 b	0,0059 a	0,0058 c
Lipnica 2	0,0041 bc	0,0800 a	0,0039 b	0,0074 ab

* Vrednosti obeležene različitim slovima se značajno razlikuju ($p < 0,05$) / *Values followed by the different letter are significantly different ($p < 0.05$)*

Tab. 4. Korelaciona matrica ispitivanih svojstava sorte Idared na sedam lokaliteta
Examined properties of apple cv 'Idared' grown on seven localities presented as correlation matrix

Teški metali/ <i>Heavy metals</i>	As	Pb	Cd	Hg
As	–	0,423 NS	-0,584**	-0,028 NS
Pb		–	-0,742**	0,355 NS
Cd			–	-0,350 NS
Hg				–

NS = $p > 0,05$; ** = $p < 0,01$

hrani za životinje i o hrani i hrani za životinje za koju se utvrđuje maksimalno dozvoljene količine ostataka sredstava za zaštitu bilja (Sl. gl. RS 25/2010) i dopuni Pravilnika (Sl. gl. RS 28/2011) minimalno dozvoljene količine As u plodovima jabuke su 0,3 mg/kg, Pb 0,1 mg/kg, Cd 0,05 mg/kg i Hg 0,02 mg/kg. Prema rezoluciji Ruske Federacije No. 36 (2001) usvojene od resornog ministarstva (No. N 3326 iz 2002. godine), gde se plasiraju najveće količine konzumne jabuke sa ovog područja, dozvoljene količine As su do 0,2 mg/kg, Pb 0,4 mg/kg, Cd 0,03 mg/kg i Hg 0,02 mg/kg. Prema Uredbi saveta EEC br. 315/93 maksimalno dozvoljen sadržaj Pb je 0,10 mg/kg, Cd 0,050 mg/kg sveže mase. Prema Kennickell *et al.* (1997) propisuje se maksimalno dozvoljen unos od 3,65 mg/kg NO₃ po kilogramu telesne težine odraslog čoveka.

Evidentno je da sadržaj teških metala u plodovima jabuke sorte Idared sa područja čačanskog kraja, značajno niži od kriterijuma koji su definisani navedenim zakonskim propisima. To je potvrda da se na ovom području proizvodi kvalitetna zdravstveno bezbedna jabuka u pogledu ispitivanih parametara. Prema podacima zavoda za statistiku Republike Srbije za 2011. godinu, na širem području Čačka od ukupnog broja (42.255.000), skoncentrisana je 1/3 rodni stabla jabuke. Životna sredina, agroekološki uslovi i primenjene mere tehnologije gajenja, obezbeđuju visok kvalitet i zdravstveno bezbednu produkciju plodova jabuke.

Zaključak

Na osnovu ispitivanja sadržaja teških metala (As, Pb, Cd i Hg) i štetnih materija (nitrata i nitrita) u plodovima jabuke sorte Idared, sa sedam proizvodnih lokaliteta čačanskog proizvodnog područja, može se zaključiti:

– U zavisnosti od lokaliteta, sadržaj As u plodovima bio je od 0,0035 mg/kg do 0,0071 mg/kg sa koeficijentom varijacije od 4,51% do 36,82%. Sadržaj Pb je od 0,0035 mg/kg do 0,0807 mg/kg, ali sa manjim koeficijentom varijacije (Cv 4,51–11,44%). Sadržaj Cd je detektovan u granicama od 0,0028 mg/kg do 0,0059 mg/kg sa koeficijentom varijacije u zavisnosti od lokaliteta od 6,11% do 37,10%, a Hg od 0,0058 mg/kg do 0,0076 mg/kg, gde je Cv od 6,03% do 23,67%;

– Sadržaj nitrata i nitrita u svim uzorcima bio je manji od 3 mg/kg sveže mase plodova jabuke;

– Utvrđeni sadržaj teških metala, kao i sadržaj nitrata i nitrita je znatno manji nego što je to definisano zakonskom regulativom;

– Prema dobijenim rezultatima, područje ispitivanja je veoma pogodno za komercijalnu proizvodnju jabuke dobrog kvaliteta u pogledu ispitivanih parametara.

Zahvalnica/Acknowledgements

Istraživanja u ovom radu su deo Projekta TR–31080, koji je finansiran sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Bendarek W., Tkaczyk P., Dresler S. (2007): Contents of heavy metals as a criterion for apple quality assessment and soil properties. *Polish Journal of Soil Science*, 40, 1: 47–56.
- Cohen J.W. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edn.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chen Z.S. (1992): Metal contamination of flooded soils. In: 'Rice plants and surface water in Asia', Adriano D.C. (ed.), *Biogeochemistry of Trace Metals*. Lewis Publishers Inc, Florida, USA, pp. 85–107.
- Dorić M., Magazin N., Keserović Z., Milić B. (2011): Ocena kvaliteta plodova vodećih i pratećih sorti jabuke. *Voćarstvo*, 45, 175/176: 87–93.

- Hadživuković S. (1977): Planiranje eksperimenata, Privredni preglad, Beograd.
- Hamurcu M., Özcan M.M., Dursun N., Gezgin S. (2010): Mineral and heavy metal levels of some fruits grown at the roadsides. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 6: 1767–1770.
- Health Protection Branch Laboratories (1985): Sample preparation by dry ashing for the determination of various elements by flame atomic absorption spectroscopy. Laboratory Procedure LPFC-137 1985 Bureau of Nutritional Sciences, Health and Welfare Canada Ottawa, Canada.
- Kennickell A., Starr-McCluer M., Sunden A. (1997): Using income data to predict wealth. *Federal Reserve Bulletin*, 8: 1–24.
- Kochubovski M. (2011): Heavy metals as persistent problem for Balkan countries, environmental heavy metal pollution and effects on child mental development NATO science for peace and security series C: Environmental Security, Volume 1, pp. 227–243, DOI: 10.1007/978-94-007-0253-0_14.
- Lukić M., Nenadović-Mratinić E., Marić S., Mitrović M. (2008): Perspektivne selekcije jabuke nastale ukrštanjem 'Idared' x 'Čadel'. *Voćarstvo*, 42, 163/164: 67–73.
- Ministry of Health of the Russian Federation Chief State Sanitary Inspector of the Russian Federation, Resolution no. 36 (2001).
- Mišić P. (1994): Jabuka. Nolit, Beograd, Srbija.
- Morton-Bermea E., Hernández-Álvarez G., González-Hernández F., Romero R., Lozano L.E. (2008): Assessment of heavymetal pollution in urban topsoils from the metropolitan area of Mexico City. *Journal of Geochemical Exploration*, 96 (2): 223–230.
- O'Connell C., Birkinshaw T.F., O'Dwyer T.F. (2008): Heavy metal adsorbents prepared from the modification of cellulose: a review. *Bioresource Technology*, 99: 6709–6724.
- Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i hrani za životinje i o hrani i hrani za životinje za koju se utvrđuju maksimalno dozvoljene količine ostataka sredstava za zaštitu bilja „Službeni glasnik RS“, broj 25/10.
- Pravilnik o dopuni pravilnika o maksimalno dozvoljenim količinama ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i hrani za životinje i o hrani i hrani za životinje za koju se utvrđuju maksimalno dozvoljene količine ostataka sredstava za zaštitu bilja. „Službeni glasnik RS“, broj 28/11.
- STATISTICA v. 10.0 (2010): StatSoft. University Licence, University of Novi Sad, Serbia.
- Türkdoğan F., Kılıçel F., Kara I., Tuncer I., (2002): Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13: 175–9.

HEAVY METALS CONTENT IN APPLE CULTIVAR 'IDARED' GROWN IN COMMERCIAL PLANTINGS OF THE ČAČAK REGION**Mira Milinković¹, Rade Miletić¹, Vera Raičević², Blažo Lalević²**¹*Fruit Research Institute, Kralja Petra II 9, 32000 Čačak, Serbia**E-mail: miramilinkovic@yahoo.com*²*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia***Abstract**

In the present paper we investigated contents of heavy metals (As, Pb, Cd and Hg) and health damaging substances (nitrates and nitrites) in fruits of apple 'Idared' grown on different localities in the Čačak region. The cultivar dominates local commercial apple plantings and is the leading apple cultivar produced for both export and domestic markets. Therefore, control of sanitary and health status of produced apple fruits is of key importance.

Arsenic (As) content in apple fruits varies among localities, ranging from 0.0035 *mg/kg* to 0.0071 *mg/kg*, variation coefficient being from 4.51% to 36.82%. Lead (Pb) content ranged from 0.0035 *mg/kg* to 0.0807 *mg/kg*, its variation coefficient being

4.51–11.44%. Cadmium (Cd) and mercury (Hg) contents were within the range 0.0028–0.0059 *mg/kg* and 0.0058–0.0076 *mg/kg*, respectively, their variation coefficients varying by localities between 6.11% and 37.10% and 6.03% and 23.67%, respectively.

Nitrates and nitrites content in all samples was below 3 *mg/kg* of fresh fruit weight.

The established contents of heavy metals, nitrates and nitrites was considerably lower than prescribed by Regulation. The obtained results infer that the growing region above is very suitable for commercial apple production in the studied parameters.

Key words: apple, cultivar localities, heavy metals, nitrates and nitrites