

# GLASILO FUTURE

ISSN 2623-6575

UDK 630/610

UDK 502.1

UDK 008

PUBLIKACIJA FUTURE - STRUČNO-ZNANSTVENA UDRUGA ZA PROMICANJE ODRŽIVOG RAZVOJA, KULTURE I MEĐUNARODNE SURADNJE, ŠIBENIK

VOLUMEN 2 BROJ 1-2

LIPANJ 2019.

## Glasiilo Future

### Stručno-znanstveni časopis

**Nakladnik:**

FUTURA



Sjedište udruge: Šibenik

**Adresa uredništva:**

Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska / Croatia

☎ / 📠: +385 (0) 022 218 133

✉: urednistvo@gazette-future.eu / editors@gazette-future.eu

🌐: www.gazette-future.eu

**Uredivački odbor / Editorial Board:**
Doc. dr. sc. Boris Dorbić, v. pred. – glavni i odgovorni urednik / *Editor-in-Chief*Emilija Friganović, dipl. ing. preh. teh., v. pred. – zamjenica g. i o. urednika / *Deputy Editor-in-Chief*Ančica Sečan Matijaščić, mag. act. soc. – tehnička urednica / *Technical Editor*Antonia Dorbić, mag. art. – zamjenica tehničke urednice / *Deputy Technical Editor*

Prof. dr. sc. Željko Španjol

Mr. sc. Milivoj Blažević

Vesna Štibrić, dipl. ing. preh. teh.

**Međunarodno uredništvo / International Editorial Board:**

Prof. dr. sc. Kiril Bahcevandzjev – Portugal (Instituto Politécnico de Coimbra)

Prof. dr. sc. Martin Bobinac – Srbija (Šumarski fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Zvezda Bogevska – Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodopski nauki i hrana Skopje)

Dario Bognolo, mag. ing. – Hrvatska (Veleučilište u Rijeci)

Prof. dr. sc. Agata Cieszevska – Poljska (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)

Dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emeritus – Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Duška Čurić – Hrvatska (Prehrambeno-biotehnoški fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Margarita Davitkovska – Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodopski nauki i hrana Skopje)

Prof. dr. sc. Dubravka Dujmović Purgar – Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Josipa Giljanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Prof. dr. sc. Semina Hadžiabulić – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Prof. dr. sc. Péter Honfi – Mađarska (Faculty of Horticultural Science Budapest)

Prof. dr. sc. Valeria Ivanova – Bugarska (Fakultet za lozaro - gradinarstvo Plovdiv)

Prof. dr. sc. Mladen Ivić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Doc. dr. sc. Orhan Jašić – Bosna i Hercegovina (Filozofski fakultet Tuzla)

Prof. dr. sc. Tajana Krička – Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Dejan Kojić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Slobodan Kulić, mag. iur. – Srbija (Srpska ornitološka federacija i Confederation ornitologique mondiale)

Prof. dr. sc. Biljana Lazović – Crna Gora (Biotehnički fakultet Podgorica)

Doc. dr. sc. Zvonimir Marijanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Doc. dr. sc. Ana Matin – Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Bosiljka Mustać – Hrvatska (Sveučilište u Zadru)

Hrv. akademik prof. dr. sc. Stanislav Nakić – Bosna i Hercegovina (Sveučilište Hercegovina Mostar)

Sandra Popović, mag. ing. – Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Doc. dr. sc. Bojan Simovski – Sjeverna Makedonija (Šumarski fakultet Skopje)

Prof. dr. sc. Davor Skejić – Hrvatska (Građevinski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Milan Stanković – Srbija (Univerzitet u Kragujevcu)

Akademik prof. dr. sc. Refik Šećibović – Bosna i Hercegovina (Visoka škola za turizam i menadžment Konjic)

Prof. dr. sc. Andrej Šušek – Slovenija (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor)

Prof. dr. sc. Elma Temim – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Mr. sc. Merima Toromanović – Bosna i Hercegovina (Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću)

Doc. dr. sc. Ivana Vitasović Kosić – Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Ana Vujošević – Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Vesna Židovec – Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Lektura i grafička priprema: Ančica Sečan Matijaščić, mag. act. soc.

Objavljeno: 30. lipnja 2019. godine.

Časopis izlazi u elektroničkom izdanju dva puta godišnje, krajem lipnja i prosinca, a predviđena su i dva interdisciplinarna specijalna izdanja tijekom godine iz STEM i ostalih znanstvenih/umjetničkih područja.

Časopis je besplatan. Rukopisi i recenzije se ne vraćaju i ne honoriraju.

Umnožavanje (reproduciranje), stavljanje u promet (distribuiranje), priopćavanje javnosti, stavljanje na raspolaganje javnosti odnosno prerada u bilo kojem obliku nije dopuštena bez pismenog dopuštenja Nakladnika.

Sadržaj objavljen u Glasilu Future može se slobodno koristiti u osobne i obrazovne svrhe uz obvezno navođenje izvora.

**Glasilo Future****Stručno-znanstveni časopis**

FUTURA – stručno-znanstvena udruga za promicanje održivog razvoja, kulture i međunarodne suradnje, Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska

(2019) 2 (1-2) 01–76

**SADRŽAJ:**

	Str.
<b>Izvorni znanstveni rad (original scientific paper)</b>	
<i>Anarma Poprženović, Špela Pezdevšek Malovrh, B. Dorbić, E. Delić</i> Stavovi o društvenoj funkciji i općem stanju zelenila u Bihaću (Bosna i Hercegovina) Attitudes on social function and overall status of greenery in the city of Bihać (Bosnia and Herzegovina) .....	01–14
<i>Aida Šukalić, Alma Rahimić, Vedrana Komlen, Alma Mičjević, Lamija Aliman</i> Sadržaj arsena u plodovima nektarine ( <i>Prunus persica</i> var. <i>nucipersica</i> Schnied.) na području Hercegovine s procjenom rizika na zdravlje ljudi The content of arsenic in nectarine fruit ( <i>Prunus persica</i> var. <i>nucipersica</i> Schnied.) with risk assessment for human health on area of Herzegovina .....	15–22
<i>Emilija Friganović, Martina Runje, Sara Ujaković, B. Dorbić, Mladenka Šarolić, Duška Ćurić, Tajana Krička</i> Senzorska procjena tjestenine obogaćene proteinima konoplje i graška Sensory evaluation of hemp and pea proteins enriched pasta .....	23–43
<b>Prethodno priopćenje (preliminary communication)</b>	
<i>B. Dorbić, Emilija Friganović, Marija Slipčević, Margarita Davitkovska, Zvezda Bogevska, Ana Vujošević</i> Senzorska procjena različitih oparaka od aromatičnog bilja Sensory evaluation of different infusions from aromatic herbs .....	44–58
<b>Stručni rad (professional paper)</b>	
<i>Mladenka Šarolić, Josip Roguljić, Emilija Friganović, Žana Delić, Boris Dorbić, Marina Torić</i> Poljički soparnik "Poljički soparnik" .....	59–66
<b>Nekategorizirani rad (uncategorised paper)</b>	
<i>S. Kulić</i> Kanarinac pjesme slavujar (Song Canary "Slavujar") Popularan rad Popular paper .....	67–71
<i>Zdenka Bilušić</i> Prikaz konferencije Review of conference .....	72–72
<i>B. Dorbić</i> Društvene vijesti i obavijesti Social news and announcements .....	73–74
<i>Upute autorima (instructions to authors)</i> .....	75–76

**Sadržaj arsena u plodovima nektarine (*Prunus persica* var. *nucipersica* Schnied.) na području Hercegovine s procjenom rizika na zdravlje ljudi**

**The content of arsenic in nectarine fruit (*Prunus persica* var. *nucipersica* Schnied.) with risk assessment for human health on area of Herzegovina**

**Aida Šukalić<sup>1\*</sup>, Alma Rahimić<sup>1</sup>, Vedrana Komlen<sup>1</sup>, Alma Mičijević<sup>1</sup>, Lamija Aliman<sup>2</sup>**

*izvorni znanstveni rad (original scientific paper)*

doi: 10.32779/gf.2.1-2.2

**Sažetak**

U radu su prikazani rezultati utvrđivanja sadržaja arsena u plodovima dvije sorte nektarina na tri lokacije Hercegovine (Mostar, Čapljina i Stolac) tijekom 2015. i 2016. godine. Nakon utvrđivanja sadržaja arsena u plodovima nektarina, uradio se proračun procjene rizika proračunom nekancerogenog indeksa opasnosti (*Hazard Quotient Index, HQI*; Indeks koeficijenta opasnosti). Na istraživanim lokacijama uzgajane su dvije sorte nektarina (Big Top i Caldesi 2000). Sadržaj arsena u 2015. godini je utvrđen samo na lokaciji Stolac. U 2016. godini na svim lokacijama je bio ispod LQO (*Limit of Quantification*, Granica kvantifikacije). Procjenom dnevnog unosa (*Estimated daily intake, EDI*) i tjednog unosa (*Estimated weekly intake, EWI*) arsena navedenim sortama nektarina utvrđeno je da nema akutnog ni kroničnog rizika na zdravlje ljudi.

**Ključne riječi:** arsen, nektarine, procjena rizika, zdravlje ljudi.

**Abstract**

The paper presents the results of determining the content of arsenic in the fruits of two nectarine varieties at three locations of Herzegovina (Mostar, Čapljina and Stolac) during 2015 and 2016. After determining the content of arsenic in the fruits of nectarine, the Hazard Quotient Index (HQI) calculation was calculated. The research was carried out at three locations in Herzegovina (Mostar, Čapljina, and Stolac), where nectarine cultivars ("Big Top" and "Caldesi 2000") were cultivated. The content of arsenic on location Stolac was determined in 2015. In 2016 the content of arsenic were under LQO at all locations. Estimated daily intake (EDI) and estimated weekly intake (EWI) values of arsenic in the studied nectarine varieties showed no acute or chronic risk for human health.

**Keywords:** arsenic, nectarines, risk assessment, human health.

---

<sup>1</sup> Univerzitet "Džemal Bijedić", Univerzitetski Kampus, 88104 Mostar, Bosna i Hercegovina .

\*Email: aida.sukalic@unmo.ba.

<sup>2</sup> Univerzitet u Sarajevu, Farmaceutski fakultet, Zmaja od Bosne 8, Sarajevo 71000, Bosna i Hercegovina.

## **Uvod**

Teški metali koji se akumuliraju u ljudskom organizmu mogu izazvati trovanja, djelovati štetno na CŽS (centralni živčani sustav) i izazvati niz drugih teških poremećaja. Smatra se da teški metali predstavljaju kontinuiranu opasnost po zdravlje ljudi (Kokilavani, 2005).

Za pojedine elemente raspon između količine koja je optimalna za organizam i količine koja djeluje štetno vrlo je mali. Kod elemenata kao što su olovo, kadmij, živa, arsen i molibden dokazano je da u većim količinama izaziva toksično djelovanje i oni spadaju u klasične neorganske kontaminante (Mačkić i Ahmetović, 2012).

Arsen (As) je ksenobiotik koji se može naći u zemljinoj kori i široko je rasprostranjen u cijelom okolišu zraku, vodi i zemlji. Prema IARC (*International Agency for Research on Cancer*, Međunarodna agencija za istraživanje karcinoma) klasifikaciji arsen i njegovi spojevi spadaju u tvari kancerogene za ljude (IARC, 2012). Javlja se u četiri oksidacijska stanja kao As(0) (arsen), As(-III) (arsin), As(+III) (arsenit), As(V) (arsenat) (Mandal et al., 2002). Pri izgradnji kemijskih veza s kisikom, klorom i sumporom arsen stvara vrlo toksične anorganske spojeve (arsenate i arsenite). Taj oblik arsena pronalazimo u industriji i vodi za piće te kod biljaka kao posljedica navodnjavanja takvom vodom. Zbog visoke toksičnosti i sporijeg izlučivanja iz organizma od velikog je zdravstvenog značaja. Dugotrajno izlaganje anorganskom arsenu zbog kumulativnog efekta može dovesti do kroničnog trovanja (WHO, 2011). Smatra se da trovalentni oblici arsena reagiraju sa -SH skupinama u vitalnim staničnim enzimima pri čemu dolazi do kočenja reakcija u Krebsovom ciklusu i sprječavanja razgradnje ugljikohidrata, masti i bjelančevina. To ima utjecaja na oksidaciju stanica i paralitičko djelovanje arsena na glatku muskulaturu krvnih žila po čemu se arsen svrstava u vaskularne otrove.

Prekomjerna količina arsena u ljudskom organizmu može izazvati različita akutna i kronična oboljenja, često sa smrtnim ishodom. Najčešće bolesti prouzrokovane velikom količinom arsena su bolesti respiratornog trakta, probavnog trakta, jetre, krvotoka, kožnih bolesti, konjunktivitis itd.

Izloženost metalima može rezultirati negativnim zdravstvenim efektima, pa iz tih razloga europske i međunarodne agencije iz oblasti sigurnosti hrane definiraju set zdravstveno-baziranih graničnih vrijednosti i metodologiju procjene rizika s ciljem zaštite zdravlja ljudi. Osnovni elementi procjene rizika od kemijskog hazarda obuhvaća četiri koraka: identifikaciju opasnosti, karakterizaciju opasnosti, procjenu izloženosti i karakterizaciju rizika. Metodologiju procjene rizika za kemijske kontaminante definiraju WHO (*World Health Organisation*, Svjetska zdravstvena organizacija), US EPA (*Environmental Protection Agency*, Američka agencija za zaštitu životne sredine) i EFSA (*European Food Safety Authority*, Europska agencija za sigurnost hrane) (Dorne et al., 2011).

## Materijali i metode

Istraživanja su provedena na već uspostavljenim nasadima nektarine na području Čapljine, Stoca i Mostara, na tri mikrolokaliteta različita u pedološkom, klimatskom i drugom smislu. Analiza količine arsena u uzorcima plodova nektarine napravljene su u Zavodu za agropedologiju u Sarajevu. Za navedene analize koristila se standardna suvremena oprema ICP-MS, model Agilent 7700. Na lokalitetu Mostara i Stoca nasadi dvije sorte nektarina Caldesi 2000 i Big Top nalaze se na istoj parceli, a na lokaciji Čapljine nasadi su na različitim parcelama koje su međusobno udaljene oko 1000 m.

Procjena rizika obuhvatila je: procjenu dnevne i tjedne konzumacije nektarina, procjenu dnevnog unosa arsena konzumacijom nektarina, procjenu tjednog unosa arsena konzumacijom nektarina i proračun HQI (*Hazard Quotient Index*).

Analit arsen određen je prema metodi: određivanje elemenata u tragovima – olova, kadmija i arsena u voću i povrću, metodom ICP-MS (BAS EN 15763:2011) nakon mikrovalne razgradnje (BAS EN 13805:2005). Izvagan je 1 g uzorka i prelijevan sa 20 mL 60 % HNO<sub>3</sub>. Vršeno je blago zagrijavanje u trajanju od 2 sata. Poslije hlađenja dodano je 3 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a potom je vršeno zagrijavanje od 15 min. Postupak s peroksidom je ponovljen. Poslije hlađenja, dodano je 2 ml HClO<sub>4</sub> i vršeno blago uparavanje do pojave gustih bijelih para perkloratne kiseline. Poslije hlađenja dodano je 5 mL HCl, a potom su uzorci kvantitativno prenijeti u tikvice od 50 mL. Tikvice su dopunjene do konačne zapremine destiliranom vodom. Otopina je profiltrirana kroz kvantitativni filtar papir. Očitavanje je vršeno atomskom apsorpcionom spektrometrijom u plamenu acetilen/zrak. Sadržaj teških metala u plodu nektarine u odnosu na MDK definiran je prema Pravilniku o maksimalno dozvoljenim količinama za određene kontaminante u hrani (Službeni glasnik BiH, broj 68/14) prema kojem MDK vrijednost za arsen iznosi 0,3 mg/kg.

U procjeni dnevnog i tjednog unosa teških metala konzumacijom nektarina korištena je EFSA baza: *EFSA Comprehensive European Food Consumption Database* (EFSA, 2009). Kao vrijednost dnevne konzumacije nektarina uzeta je prosječna vrijednost konzumacije nektarina (Kategorija: Peaches – *Prunus persica*) odraslih potrošača: 166,48 g dnevno za akutni unos, odnosno 73,35 g dnevno (513,45 g tjedno) za kronični unos.

U proračunu prosječnog dnevnog i tjednog unosa korištene su sljedeće jednadžbe preporučene od strane US EPA: EDI ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tjelesne mase dnevno) =  $C \times U_d/\text{TM}$  i EWI ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tjelesne mase tjedno) =  $C \times U_w/\text{TM}$ , gdje je: C = srednja koncentracija arsena u ispitivanim uzorcima ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ),  $U_d$  = prosječan dnevni unos nektarina (g/dnevno),  $U_w$  = prosječan tjedni unos nektarina (g/tjedno), TM = prosječna tjelesna masa (kg). Proračun HQI i nivo rizika odrađen je komparacijom utvrđenih vrijednosti EDI i EWI sa zdravstveno-baziranim toksikološkim vrijednostima za arsen u hrani – TDI (*Tolerable daily intake*, Tolerantni dnevni unos) i TWI (*Tolerable weekly intake*, Tolerantni tjedni unos).

Korištene su EFSA preporučene vrijednosti za TWI: 15 µg/kg TM (EFSA, 2009). Vrijednosti za TDI uzete su kao ekvivalent TWI, i to: 2,14 µg/kg TM.

## Rezultati i diskusija

Sadržaj arsena u sortama Big Top i Caldesi 2000 u toku 2016. godine, na svim istraživanim lokalitetima, bio je niži od najmanje dopuštene granice kvantifikacije (Tablica 1).

**Tablica 1.** Sadržaj arsena u sorti Big Top i Caldesi 2000 u 2015.

*Table 1. Content of arsenic in Big Top and Caldesi 2000 in 2015.*

Lokalitet	Big Top mg/kg	Caldesi 2000 mg/kg
Stolac	0,009	<LOQ
	<LOQ	<LOQ
	<LOQ	<LOQ
Mostar	<LOQ	<LOQ
	<LOQ	<LOQ
	<LOQ	<LOQ
Čapljina	<LOQ	<LOQ
	<LOQ	<LOQ
	<LOQ	<LOQ
Referentne vrijednosti	0,30	0,30
Granica kvantifikacije (LOQ)	0,004	0,004

U Tablici 2. prikazan je proračun EDI i HQI za arsen u uzorcima plodova sorte Big Top u 2015. i 2016. godini. Prosječna vrijednost unosa arsena putem ove sorte nektarina kreće se između 0,005 – 0,007 µg/kg tjelesne mase dnevno. Vrijednosti HQI kreću se između 0,23 – 0,33, što znači da nema rizika po zdravlje odraslih osoba dnevnim unosom arsena ovom sortom nektarina.

**Tablica 2.** Proračun HQI (za dnevni unos) za As (Big Top) u 2015. i 2016.

*Table 2. HQI values (for daily intake) for As (Big Top) in 2015 and 2016.*

Godina	Lokacija	Srednja koncentracija As (µg / kg)	EDI (µg/kg TM dnevno)	HQI (%)
2015	Čapljina	0,002	0,005	0,23
	Mostar	0,002	0,005	0,23
	Stolac	0,004	0,007	0,33
2016	Čapljina	0,002	0,005	0,23
	Mostar	0,002	0,005	0,23
	Stolac	0,002	0,005	0,33

U Tablici 3. prikazan je proračun EWI i HQI za arsen u uzorcima plodova sorte Big Top u 2015. i 2016. godini. Prosječna vrijednost unosa arsena putem ove sorte nektarina kreće se između 0,015 – 0,15 µg/kg tjelesne mase tjedno. Vrijednosti HQI kreću se između 0,10 – 0,19, što znači da nema rizika po zdravlje odraslih osoba tjednim unosom arsena ovom sortom nektarina.

**Tablica 3.** Proračun HQI (za tjedni unos) za As (Big Top) u 2015. i 2016.

*Table 3. HQI values (for weekly intake) for As (Big Top) in 2015. and 2016.*

Godina	Lokacija	Srednja koncentracija As ( $\mu\text{g} / \text{kg}$ )	EWI ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM tjedno)	HQI (%)
2015	Čapljina	0,002	0,015	0,10
	Mostar	0,002	0,015	0,10
	Stolac	0,004	0,029	0,19
2016	Čapljina	0,002	0,015	0,10
	Mostar	0,002	0,015	0,10
	Stolac	0,002	0,015	0,10

U Tablici 4. prikazan je proračun EDI i HQI za arsen u uzorcima plodova sorte Caldesi 2000 u 2015. i 2016. godini. Prosječna vrijednost unosa arsena putem ove sorte nektarina iznosi 0,005  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tjelesne mase dnevno. Vrijednosti HQI su 0,23, što znači da nema rizika po zdravlje odraslih osoba dnevnim unosom arsena ovom sortom nektarina.

**Tablica 4.** Proračun HQI (za dnevni unos) za As (Caldesi 2000) u 2015. i 2016.

*Table 4. HQI values (for daily intake) for As (Caldesi 2000) in 2015 and 2016.*

Godina	Lokacija	Srednja koncentracija As ( $\mu\text{g} / \text{kg}$ )	EDI ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM dnevno)	HQI (%)
2015	Čapljina	0,002	0,005	0,23
	Mostar	0,002	0,005	0,23
	Stolac	0,002	0,005	0,23
2016	Čapljina	0,002	0,005	0,23
	Mostar	0,002	0,005	0,23
	Stolac	0,002	0,005	0,33

U Tablici 5. prikazan je proračun EDI i HQI za arsen u uzorcima plodova sorte Caldesi 2000 u 2015. i 2016. godini. Prosječna vrijednost unosa arsena putem ove sorte nektarina iznosi 0,015  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tjelesne mase tjedno. Vrijednosti HQI su 0,10 što znači da nema rizika po zdravlje odraslih osoba tjednim unosom arsena ovom sortom nektarina.

**Tablica 5.** Proračun HQI (za tjedni unos) za As (sorta Caldesi 2000) u 2015. i 2016.

*Table 5. HQI values (for weekly intake) for As (Caldesi 2000) in 2015. and 2016.*

Godina	Lokacija	Srednja koncentracija As ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	EWI ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM tjedno)	HQI (%)
2015	Čapljina	0,002	0,015	0,10
	Mostar	0,002	0,015	0,10
	Stolac	0,002	0,015	0,10
2016	Čapljina	0,002	0,015	0,10
	Mostar	0,002	0,015	0,10
	Stolac	0,002	0,015	0,10



Dimitrijević et al. (2016) navode koncentraciju arsena u plodu nektarine i breskve u vrijednosti 0,957 mg/kg što je veća vrijednost u odnosu na ovo istraživanje. U ovom istraživanju koncentracija arsena je u skladu sa maksimalno dopuštenim koncentracijama. Arsen je detektiran u jednom uzorku kod sorte Big Top na području Stoca u vrijednosti 0,009 mg/kg.

Istraživanjem sadržaja teških metala (arsen, kadmij, olovo, živa, krom) u uzorcima voća u Bangladešu utvrđeno je da konzumacija voća koje sadrži teške metale u utvrđenim koncentracijama ne predstavlja rizik po zdravlje ljudi, ali su važan izvor minerala (Sajib et al., 2014). U studiji u Indiji utvrđeno je da voće čini 17 % u ukupnom unosu olova putem hrane, odnosno 3 % za arsen (Chandorkar i Prachi, 2013).

U istraživanju sadržaja teških metala u hrani i procjeni rizika po zdravlje ljudi u Indiji Chandorkar i Prachi (2013) utvrdili su prosječan dnevni unos za kadmij 1 mg/kg, za olovo 0,69 mg/kg, za arsen 9,08 mg/kg. Istraživanje sadržaja metala kadmija, kroma, bakra, nikla, olova, cinka i arsena u poljoprivrednim proizvodima i riziku za zdravlje ljudi koje je provedeno u Koreji (Kim et al., 2013) utvrđeno je da je prosječan dnevni unos kadmija  $5,48 \cdot 10^{-2}$  µg/kg tjelesne mase, kroma  $4,80 \cdot 10^{-2}$  µg/kg tjelesne mase, bakra 3,08 µg/kg tjelesne mase, nikla  $5,10 \cdot 10^{-1}$  µg/kg tjelesne mase, olova  $3,60 \cdot 10^{-1}$  µg/kg tjelesne mase, cinka  $1,79 \cdot 10^{-1}$  µg/kg tjelesne mase i arsena  $1,75 \cdot 10^{-1}$  µg/kg tjelesne mase.

## **Zaključak**

Na osnovu provedenog istraživanja o sadržaju arsena u plodovima nektarine sorti Big Top i Caldesi 2000 na odabranim lokacijama Stoca, Mostara i Čapljine sa procjenom rizika za zdravlje ljudi mogu se donijeti zaključci kako slijedi.

Izmjerene vrijednosti sadržaja arsena kod sorte Big Top i Caldesi 2000 bio je niži od maksimalno dopuštenih koncentracija ili granice kvantifikacije u 2015. godini, a u 2016. godini ispod granice kvantifikacije. Procjenom prosječnog dnevnog unosa kao i tjednog unosa arsena, plodovima nektarine sorti Big Top i Caldesi 2000 utvrđeno je da ne prelaze preporučene dozvoljene vrijednosti dnevnog i tjednog unosa, što ukazuje da nema akutnog ni kroničnog rizika po zdravlje odraslih potrošača.

Rezultati istraživanja ukazuju na potrebu provođenja Totalne dijetarne studije<sup>3</sup> (*Total Diet Study – TDS*) na području Bosne i Hercegovine s ciljem utvrđivanja prehrambenih navika (vrsta i količina

---

<sup>3</sup> "Studija ukupne prehrane" prema terminologiji Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu. Posjećeno 05. 05. 2019. na mrežnim stranicama Hrvatske agencije za hranu: <https://hah.hr/pdf/Izvjestaj-o-radu-za-2015.pdf>.

hrane, učestalosti konzumiranja) stanovništva u BiH, kao i uvođenje metodologije procjene rizika po zdravlje ljudi.

## **Literatura**

Chandorkar, S., Prachi, D. (2013). Heavy Metal Content of Foods and Health Risk Assessment in the Study Population of Vadodara. *Current World Environment*, 8(2), 29–297.

Dimitrijević, M. D., Nujkić, M. M., Alagić, S. Č., Milić, S. M., Tošić S. B. (2016). Heavy metal contamination of topsoil and parts of peach-tree growing at different distances from a smelting complex. *International Journal of Science and Technology*, 13, 615–630.

European Food Safety Authority (EFSA) (2009). Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA Journal*, 7(10),1351.

IARC, International Agency for Research on Cancer: A review of humcarcinogens. Part C: Arsenic, metals, fibres and dust. WHO, Lyon, 2012.

Kim, W., Lee, J. H., Kunhikrishnan Anitha, Kim D. H. (2013). Dietary exposure estimates of trace elements in selected agricultural products grown in greenhouse and associated health risks in Korean population, *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 2(3), 35–41.

Kokilavani, V., Devi, M. A., Sivarajan, K., Panneerselvam, C. (2005). Combined efficacies of dl-lipoic acid and meso 2,3 dimercaptosuccinic acid against rsenic induced toxicity in antioxidant systems of rats. *Toxicology Letters*, 160(1), 1–7.

Mačkić, S., Ahmetović, N. (2012). *Osnovi regulatorne toksikologije hrane*. Tuzla: PrintCom.

Mandal BK, Suzuki KT. Arsenic round the world: a review. *Talanta* 2002; 58(1), 201–235.

Sajib, M. A. M., Hoque, M. M., Yeasmin, S., Khatun, M. H. A. (2014): Minerals and heavy metals concentration in selected tropical fruits of Bangladesh, *International Food Research Journal* 21(5), 1731–1736.

Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama za određene kontaminante u hrani. *Službeni glasnik BiH*, br. 68/14.

United States Environmental Protection Agency (1989). *Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part A)*. Dostupno na: <http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/ragsa>.

WHO (2011). *Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality. Arsenic in drinking water, WHO/SDE/WSH/03.04/75/Rev/1.* Dostupno na: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/arsenic.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/arsenic.pdf).

<https://hah.hr/pdf/Izvjestaj-o-rad-u-za-2015.pdf>. Posjećeno 05. 05. 2019.

**Primljeno:** 04. svibnja 2019. godine

**Received:** May 04, 2019

**Prihvaćeno:** 30. lipnja 2019. godine

**Accepted:** Jun 30, 2019