

ISSN 2623-6575

UDK 63

GLASILO FUTURE

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

VOLUMEN 5 BROJ 3

RUJAN 2022.

Glasilo 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

Uređivački odbor / Editorial Board:
Doc. dr. sc. Boris Dorbić, prof. v. š. – 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, 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:

Dr. sc. Gean Pablo S. Aguiar – Savezna republika Brazil (Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. dr. sc. Kiril Bahcevandziev – Portugalska Republika (Instituto Politécnico de Coimbra)

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

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

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

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

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

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

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

Prof. dr. sc. Semina Hadžabić – Bosna i Hercegovina (Agromediterranski fakultet Mostar)

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

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

Doc. dr. sc. Anna Jakubczak – Republika Poljska (Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy)

Dr. sc. Željko Jurjević – Sjedinjene Američke Države (EMSL Analytical, Inc., North Cinnaminson, New Jersey)

Prof. dr. sc. Mariia Kalista – Ukrajina (National Museum of Natural History of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv)

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

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

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

Prof. dr. sc. Branka Ljevnaić-Mašić – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu)

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

Semir Maslo, prof. – Kraljevina Švedska (Primary School, Lundåkerskolan, Gislaved)

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

Prof. dr. sc. Elizabeta Miskoska-Milevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana)

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

Prof. dr. sc. Ayşe Nilgün Atay – Republika Turska (Mehmet Akif Ersoy University – Burdur, Food Agriculture and Livestock School)

Prof. dr. sc. Tatjana Prebeg – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Bojan Simovski – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za šumarski nauki, pejzažna arhitektura i ekoinženiring "Hans Em" Skopje)

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

Akademik prof. dr. sc. Mirko Smoljić, prof. v. š. – Republika Hrvatska (Sveučilište Sjever, Varaždin/Koprivnica, Odjel ekonomije)

Prof. dr. sc. Nina Šajna – Republika Slovenija (Fakulteta za naravoslovje in matematiko)

Doc. dr. sc. Mladenka Šarolić – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu)

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

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

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

Prof. dr. sc. Marko Turk – Ruska Federacija (University of Tyumen)

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

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

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

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

Grafika priprema: Ančica Sečan, mag. act. soc.

Objavljeno: 30. rujna 2022. godine.

Časopis izlazi u elektroničkom izdanju dva puta godišnje, krajem lipnja i prosinca, a predviđena su i dva specijalna izdanja tijekom godine iz biotehničkog područja.

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

Autori/ce su u potpunosti odgovorni/e za sadržaj, kontakt podatke i točnost engleskog jezika.

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.

Časopis je indeksiran u CAB Abstract (CAB International).

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

(2022) 5 (3) 01–64

SADRŽAJ:

	Str.
<i>Izvorni znanstveni rad (original scientific paper)</i>	
<i>Alma Leto, Dž. Vukotić, Elma Temim</i>	
Translokacija kadmija u sustavu tlo-duhan-dimni kondenzat kod duhana u Bosni i Hercegovini Cadmium translocation in the soil-tobacco-smoke condensate system in tobacco in Bosnia and Herzegovina	01–15
<i>Semina Hadžiabulić, Jasna Hasanbegović, Aleksandra Šupljeglav Jukić, Jasmina Aliman, Azra Skender, Enesa Hadžić</i>	
Evaluation of autochthonous apple varieties (<i>Malus domestica</i>) in the area of Tomislavgrad	16–30
<i>S. Maslo, Š. Šarić</i>	
Two new neophytes in the flora of Bosnia and Herzegovina: <i>Oenothera fruticosa</i> and <i>Phacelia campanularia</i>	31–38
<i>Prethodno priopćenje (preliminary communication)</i>	
<i>Ljiljana Nanjara, Paula Krnjača, Sanja Mikolčević, B. Dorbić, Anita Pamuković, Lidija Bujas, Nina Vuletin</i>	
Kvaliteta mladih maslinovih ulja sorte Oblica u okviru maslinarske manifestacije "Dani mladog maslinovog ulja u Dalmaciji" The quality of young olive oils of the Oblica variety with in the framework of the olive growing event "Days of young olive oil in Dalmatia"	39–53
<i>K. Bahčevandžiev</i>	
Teaching floriculture: An educational experience from research to action – Case study	54–62
<i>Upute autorima (instructions to authors)</i>	63–64

Translokacija kadmija u sustavu tlo-duhan-dimni kondenzat kod duhana u Bosni i Hercegovini

Cadmium translocation in the soil-tobacco-smoke condensate system in tobacco in Bosnia and Herzegovina

Alma Leto^{1*}, Dženan Vukotić², Elma Temim¹

izvorni znanstveni rad (original scientific paper)

doi: 10.32779/gf.5.3.1

Citiranje/Citation³

Sažetak

Duhan je biljna kultura koja se ističe brzinom i količinom apsorpcije teških metala iz tla, a naročito kadmija. Konzumiranjem duhana, teški metali se akumuliraju u organizmu ljudi, bez mogućnosti da se iz njega odstrane na bilo koji način, za razliku od nekih drugih biljnih kultura (npr. rajčica) kod kojih se ti metali mogu odstraniti iz organizma putem probavnog trakta. Autohtone hercegovačke sorte duhana (Ravnjak, VH i VH32) dugo su bile tretirane kao jedne od najkvalitetnijih, a za čiji rast i razvoj su potrebni specifični agroekološki uvjeti koji su karakteristični isključivo za Hercegovinu. U ovom istraživanju se prati translokacija Cd u sustavu tlo-duhan-dimni kondenzat kod duhana koji se danas uzgajaju na području BiH. Kako ovakvo ili slično istraživanje nije nikada prije rađeno na hercegovačkim duhanima, to su dobiveni rezultati uspoređivani s rezultatima dobivenim kod sorti Virdžinija i Berlej, koje su također bile predmetom istraživanja, a za koje postoje i literaturni podaci uzeti iz predhodnih svjetskih istraživanja. Uzorci tla i duhana uzeti su s 16 lokacija s područja cijele BiH, tj. sa svih lokaliteta na kojima se danas uzgaja duhan u BiH. Od najkvalitetnijih srednjih insercija, ručno su pravljene cigarete koje su kasnije popušene na pušačkom stroju. Na sadržaj Cd ispitivani su uzorci tla, duhana i dimnog kondenzata, a iz statističke analize dobivenih rezultata, može se zaključiti da postoji značajno kretanje kadmija iz tla preko biljke u dimni kondenzat.

Ključne riječi: duhan, sorta, kadmij, tlo, translokacija, dimni kondenzat.

¹ Agromediterranski fakultet Univerziteta "Džemal Bijedić" u Mostaru, Sjeverni logor bb, 88104 Mostar, Bosna i Hercegovina.

*E-mail: alma.let@unmo.ba (dopisna autorica).

² Federalni zavod za agropedologiju, Dolina 6, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina.

³ Leto, A., Vukotić, Dž., Temim, E. (2022). Translokacija kadmija u sustavu tlo-duhan-dimni kondenzat kod duhana u Bosni i Hercegovini. *Glasilo Future*, 5(3), 01–15. / Leto, A., Vukotić, Dž., Temim, E. (2022). Cadmium translocation in the soil-tobacco-smoke condensate system in tobacco in Bosnia and Herzegovina. *Glasilo Future*, 5(3), 01–15.

Abstract

Tobacco is a plant that stands out for the speed and amount of absorption of heavy metals from the soil, especially cadmium. By consuming tobacco, heavy metals accumulate in the human body without being able to be removed in any way, unlike some other crops (eg tomatoes) in which these metals can be removed from the body through the digestive tract. Indigenous Herzegovinian tobacco varieties (Ravnjak, VH and VH32) have long been treated as one of the highest quality, and whose growth and development requires specific agroecological conditions that are characteristic only of Herzegovina. This study monitors the translocation of Cd in the soil-tobacco-smoke condensate system in tobacco grown today in BiH. As this or similar research has never been done on Herzegovinian tobacco before, the results are comparable with the results obtained with the Virginia and Burley varieties, which were also the subject of research, and for which there are literature data taken from previous world research. Soil and tobacco samples were taken from 16 locations from all over BiH, ie. from all localities where tobacco is grown in BiH today. From the highest quality medium inserts, hand-made cigarettes were made and later smoked on a smoking machine. Soil, tobacco and smoke condensate samples were examined for Cd content, and from the statistical analysis of the obtained results, it can be concluded that there is a significant movement of cadmium from the soil through the plant in the smoke condensate.

Key words: tobacco, variety, cadmium, soil, translocation, smoke condensate.

Uvod

Kadmij je veliki zagađivač koji je toksičan za biljke, životinje i za ljude. Važni izvori kadmija su i prirodnog i antropogenog podrijetla.

U zemljinoj kori ima ga u prosjeku (svjetski prosjek) oko 0,1 ppm. Visoke koncentracije su mu u sulfidnim rudama gdje se obično nalazi uz cinkove spojeve kao i u stijinama. Prema „Pravilniku o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u tlu i metodama njihovog određivanja“, koji je na snazi u Federaciji BiH, granične vrijednosti sadržaja kadmija u ukupnom obliku u pjeskovitom tlu iznosi 0,5 ppm, praškasto-ilovastom 1 ppm, glinovitom 1,5 ppm. Srednje koncentracije kadmija na poljoprivrednim tlima su općenito manje od 0,4 ppm (Alloway, 1990), a kreću se do najviše 3 ppm. Prema Hornburugu i Brummeru (1993) koncentracije mogu ići i preko 10 ppm, što uveliko ovisi o matičnom supstratu. Tako na tlima razvijenim iz crnih škriljevaca sadržaj kadmija može ići i preko 20 ppm (Alloway, 1990). Prema Runnellsu et al. (1992) do koncentracija kadmija iznad dozvoljenih vrijednosti u tlima može doći i iz izvora koji su antropogenog podrijetla, a zadržavanje i njegova pokretljivost u tlu, prema Naidu et al. (1997), upravo ovise o vrsti tog antropogenog podrijetla (metalurška industrija, topionice, primjena kanalizacionog mulja i drugih otpada koji sadrže kadmij, te korištenje fosfatnih gnojiva na poljoprivrednim tlima).

Kemodinamika kadmija u tlu ovisi o interakciji čvrste i tekuće faze. Neka tla mogu imati inherentno nizak adsorpcijski kapacitet za kadmij zbog svog niskog površinskog naboja, gustoće ili pjeskovite teksture. Mobilnost kadmija u takvim tlima prilično je visoka (Boekhold i Van der Zee, 1991). Procesi koji utječu na njegovo zadržavanje u tlu su adsorpcija, ionska izmjena i reakcije otapanja koja je u direktnoj svezi s količinom padalina (Naidu et al., 1997). Prema ovom autoru čimbenici koji utječu na adsorpciju kadmija u tlu su i ionska razmjena s mineralima gline, organski koloidi, pH vrijednost, te koncentracija aniona i kationa, bilo da su organskog ili anorganskog podrijetla.

Što je tlo bogatije glinom i organskim tvarima ima manje kadmija u pristupačnom obliku. Kadmij se u tlu obično nalazi kao dvovalentan, te je glavni mehanizam njegovog vezivanja izmjena adsorpcije kationa. Pokretljivost mu ovisi o pH vrijednosti, najpokretljiviji je u intervalu pH od 4,5 do 5,5, a kod pH veće od 7,5 potpuno je imobiliziran (Leto, 2017).

Pripada grupi teških metala koje biljke relativno lako usvajaju te se njihovom konzumacijom uključuje u lanac ishrane. U tkivima živih organizama kadmij se veže na proteine relativno male molekulske mase (od 10 000 do 12 000) koji su bogate tio grupama (SH), tj. na metalotioneine. Vezivanje kadmija na tio grupe privremeno spriječava njegovo negativno djelovanje, što bi značilo da problem nastaje onda kada metalotioneimi imaju nedovoljan broj tio grupa koje bi mogle vezati sav kadmij koji se unese u živi organizam. Jedna od posljedica prekomjernog unosa ovog elementa je i vezivanje za tzv. zinc finger (cinkov prst) proteine čija je direktna posljedica promjena u transkripciji ribonukleinske kiseline tj. genetskog koda. Kadmij spriječava i stvaranje antitijela, te smanjuje izlučivanje inzulina u ljudskom organizmu.

U odnosu na druge biljke, duhan je najveći asimilator kadmija iz tla. Za razliku od većine biljaka kod kojih njegova koncentracija opada od korijena preko lista, ploda do sjemena (Chen et al., 2003; Dixit et al., 2001), kod duhana ga najviše ima u listu, tj. u onom dijelu biljke koji se koristi kao komercijalni proizvod tj. dio biljke koji se konzumira. Iako npr. rajčica i duhan iz tla akumuliraju gotovo istu količinu kadmija, u duhanskom listu ga ima i do sedam puta više nego u rajčici (Clark i Brennana, 1983). Uobičajene količine kadmija u listu duhana su od 0,5 do 0,7 mikrograma po gramu, a za cigarete od 1 do 4 mikrograma po gramu duhana. Sadržaj u dimnom kondenzatu cigareta bez filtera je veći od 0,1 mikrogram po cigareti, tj. prijelaz u dimni kondenzat je od 15 – 20 %. U dimnom kondenzatu cigareta s filterom sadržaj kadmija ne prelazi 0,1 mikrograma po cigareti sa stupnjom prijelaza od 2 – 12 % (Šorak - Pokrajac, 1991).

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi da li postoji signifikantna korelacija kretanja kadmija u sustavu tlo-biljka-dimni kondenzat kod duhana koji se danas uzgajaju na području Bosne i Hercegovine.

Materijali i metode

Danas se u Bosni i Hercegovini duhan proizvodi na području Hercegovine i Bosanske Posavine i to njenog središnjeg dijela, koji se kolokvijalno naziva Središnja Bosanska Posavina. Na području Hercegovine uzgajaju se hercegovačke sorte duhana Ravnjak, VH i VH32, a na području Bosanske Posavine Virdžinija i Berlej.

I. Odabir lokaliteta

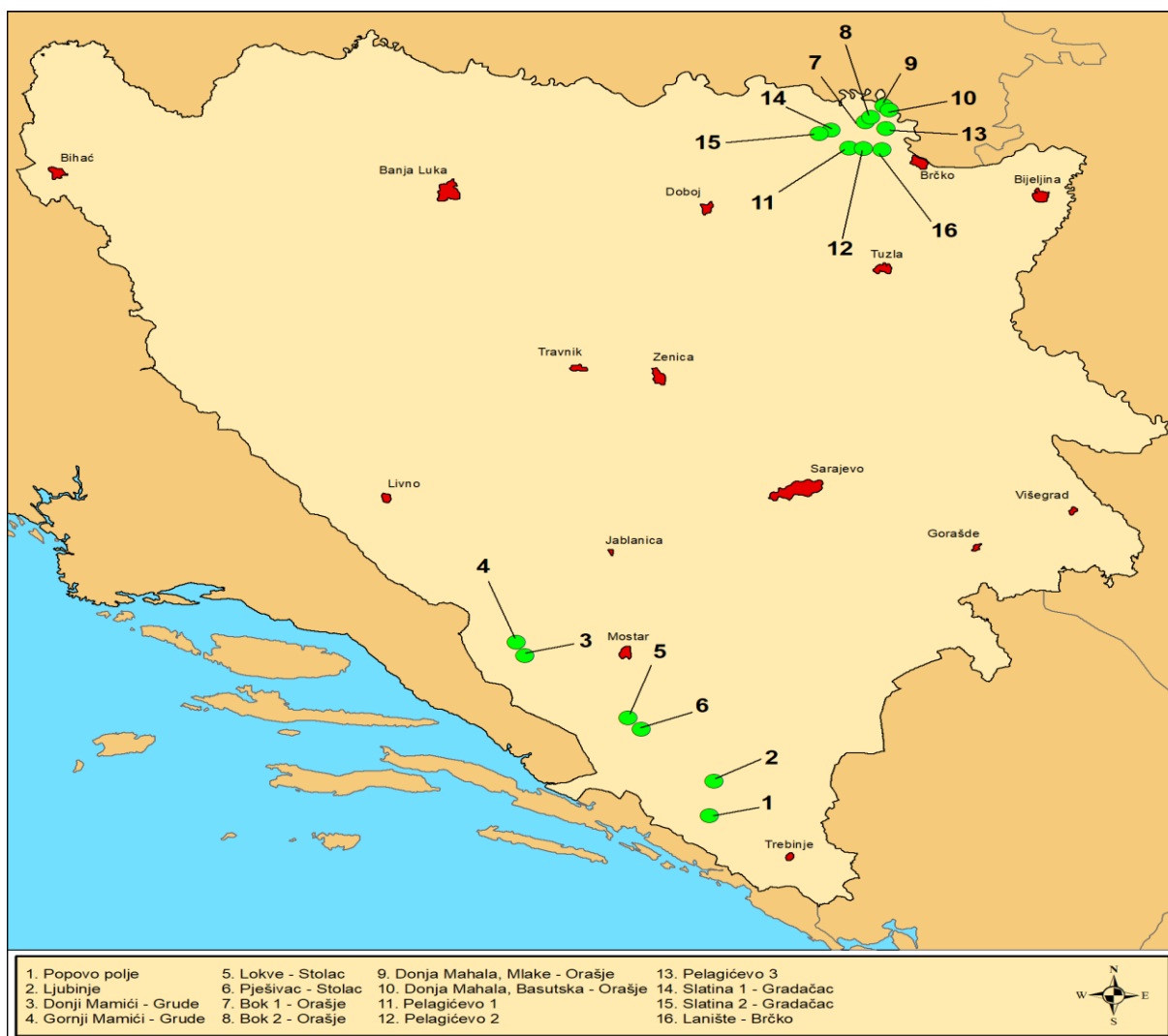
Lokaliteti, s kojih su uzimani uzorci tla i duhana su birani na način da se obuhvate različiti tipovi tala (Resulović et al., 2008), odnosno, svi tipovi tla na kojima se uzgaja duhan. U tu svrhu, odabrano je ukupno 16 lokaliteta (Slika 1.), šest s područja Hercegovine i deset sa područja Bosanske Posavine i to:

1. Popovo Polje - Aluvijalna karbonatna glinovita tla
2. Ljubinje - Smeđe tlo na koluviju, skeletoidna
3. Donji Mamići - Grude - Crvenice antropogenizirane srednje duboke na jedrim krečnjacima (u kompleksu s vrlo plitkim i plitkim crvenicama)
4. Gornji Mamići - Grude - Antropogenizirana crvenica srednje duboka
5. Lokve-Stolac - Crvenkasto smeđa antropogenizirana tla na flišu u kompleksu s posmeđenim crvenicama na krečnjaku
6. Pješivac - Stolac - Crvenkasto smeđa antropogenizirana tla na flišu u kompleksu sa smeđim antropogeniziranim tlima na flišu
7. Bok 1- Orašje - Smeđa degradirana tla na šljuncima i pijescima
8. Bok 2 - Orašje - Smeđa (livadna) beskarbonatna mjestimično oglejna tla
9. Donja Mahala -1, Mlake - Orašje - Sivosmeđa (livadna) karbonatna oglejna tla
10. Donja Mahala - 2, Basutska - Orašje Aluvijalna karbonatna tla
11. Pelagićevo 1- Podzolasto - pseudoglejna dolinska tla (dolinske prahulje)
12. Pelagićevo 2 - Podzolasto - pseudoglejna dolinska tla (dolinske prahulje)
13. Pelagićevo 3 - Orašje - Podzolasto - pseudoglejna dolinska tla (dolinske prahulje)
14. Slatina 1 - Gradačac - Podzolasto - pseudoglejno dolinsko tlo
15. Slatina 2 - Gradačac - Podzolasto - pseudoglejno dolinsko tlo
16. Lanište - Brčko - Podzolasto - pseudoglejna terasna tla (terasne prahulje).

II Odabir sorti duhana

Istraživanjem su obuhvaćene sve sorte, odnosno tipovi duhana koji se danas uzgajaju u Bosni i Hercegovini. Kao materijal za istraživanje poslužile su tri sorte hercegovačkog tipa, te po jedna sorta virdžinijskog tipa i berleja. Od hercegovačkih sorti u istraživanju su korištene Ravnjak 108, VH32 i Veliki hercegovac (VH), u virdžinijskom flue-cured duhanu ispitivanje je provedeno na sorti DH 17, a u duhanu tipa berlej na sorti Podravec:

- Ravnjak, linija 108 (lokaliteti Gornji Mamići i Donji Mamići – općina Grude)
- Veliki Hercegovac (lokalitet Ljubinja i Popovog Polja)
- Veliki Hercegovac 32 (lokalitet Lokve i Pješivac – općina Stolac)
- Virdžinija DH17 (lokaliteti: Bok 1, Donja Mahala 2 - Basutska, Pelagićevo 1, Pelagićevo 3 - Orašje, Slatina 1, Lanište-Brčko)
- Belrej-sorta Podravec (lokalitetai: Bok 2, Donja Mahala 1 - Mlake, Pelagićevo 2, Slatina 2)



Slika 1. Karta s označenim lokalitetima s kojih su uzimani uzorci tla i duhana

Figure 1. Map with marked localities from which soil and tobacco samples were taken

III Terenska istraživanja

Sa svakog odabranog lokaliteta s dubine od 20-25 cm uzeti su prosječni uzorci tla. Prosječan uzorak tla sadržavao je, u ovisnosti o veličini parcele, od 30 do 60 uboda sondom. Uzorci su spremljeni u plastične vrećice i preneseni u laboratorije.

Sa svakog lokaliteta uzeti su uzorci listova duhana dinamikom njihovog sazrijevanja po branjima ili insercijama (donje, srednje i gornje branje) i kada je bio u stanju potpune fiziološke zrelosti. Od ukupno ubranog prinosa duhana sa svake parcele napravljeni su prosječni uzorci za svako branje, a što ukupno iznosi 48 uzoraka. Nakon sušenja, svaki uzorak je prvo rezan, a zatim ovlažen do postignute vlage od 18-20 % jer je to optimalna vlaga za manipuliranje duhanom, te odloženi u plastične kutije i preneseni u laboratorije.

IV Laboratorijska istraživanja:

Uzorci tla nakon što su dopremljeni u laboratorije, sušeni su na zraku i ispitivani na sljedeće parametre:

- aktivna kiselost (pH u H₂O) i supstitucijska kiselost (pH u 1M KCl-u) (standardna metoda)
- sadržaj humusa (kolorimetrijska metoda)
- sadržaj ukupnog N (metoda po Kjeldahu)
- sadržaj P₂O₅ i K₂O (Al metodom)
- sadržaj Cd u ukupnom obliku (metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije, predhodnim razaranjem uzorka u zalatopci kako je propisano "Pravilnikom o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metodama njihovog određivanja", objavljenog u Službenim novinama Federacije BiH, broj, 72. od 18.11.2009. god., stranica 24),
- sadržaj Cd, u pristupačnom obliku (metodom DTPA (Dietilen-triamino-penta acetatna kiselina) u reakciji sa slobodnim jonima metala formira helatne, vodotopive komplekse. Korištena je ekstrakcijska otopina 0,005 mol/dm³ DTPA, 0,01 mol/dm³ kalcij hlorida i 0,1 mol/dm³ TEA (Trietanol-amin)).

Kemijska analiza uzoraka tla na naprijed navedene parametre, urađene su u laboratorijima Agromediterranskog fakulteta u Mostaru, Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu i Federalnog zavoda za agropedologiju u Sarajevu.

Uzorci duhana ispitivani su na sadržaj Cd i sadržaj Cd u dimnom kondenzatu (duhanskom dimu).

- Sadržaj kadmija (metodom Atomskom apsorpcijskom spektrofotometrijom i to: Thermo MS Series – Solar; Plamena tehnika – AA Solar tip MPAA; Besplamena tehnika – Furnace: Autosampler GF 95 Grafite furnace.)
- Za analizu duhanskog dima, uzeti su uzorci srednjih branja svih uzoraka duhana sa svih lokaliteta kao najkvalitetnijih i najreprezentativnijih. Od svakog uzorka, ručno je napravljeno po 40 cigareta, što znači ukupno 640 cigareta, od kojih je svaka imala propisanu težinu, a koja

se kretala od 0,75 do 0,80 grama. Od tih 40 cigareta svakog uzorka, izabrano je po 20 koje su najviše odgovarale propisanim standardima u smislu težine, izgleda i punjenja i popušene na pušačkom stroju (stroj za pušenje Borgwaldt prema ISO 3308:2000, rutinski analitički stroj za pušenje pod standardnim uvjetima) i ispitan na sadržaj Cd.

Kemijske analize uzoraka duhana i duhanskog dima na sadržaj Cd urađene su u laboratorijima Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Duhanskog instituta u Zagrebu.

V Statistička analiza

Dobiveni rezultati su statistički obrađeni u svrhu određivanja postojanja signifikatne korelacije između sadržaja Cd u duhanu u ovisnosti od tipa tla, sorte i visine branja, kao i signifikantne korelacije kretanja kadmija u sistemu tlo-biljka-dimni kondenzat. Za statističku analizu korišten je program XLSTAT2017.

Rezultati i diskusija

Radi bolje preglednosti dobiveni rezultati su prikazani kroz tri podpoglavlja i to: Osnovni parametri plodnosti tla, Sadržaj kadmija u duhanu i Sadržaj kadmija u tlu (ukupni i pristupačni oblik), u srednjim branjima duhana od kojeg su pravljene cigarete i dimnom kondenzatu i statistička analiza.

I Osnovni parametri plodnosti tla

Rezultati anliza osnovnih parametara plodnosti uzoraka tla sa svih šesnaest lokaliteta navedeni su u tablici 1.

Tablica 1. Rezultati osnovnih parametara plodnosti tla

Table 1. Results of basic soil fertility parameters

Uzorak	Dubina (cm)	pH u		Humus %	N %	mg/100g tla	
		H ₂ O	1M KCl			P ₂ O ₅	K ₂ O
Popovo polje	0-25	7,9	7,1	1,9	0,17	3,0	44
Ljubinje	0-25	6,7	6,0	2,9	0,18	20	92
Donji Mamići	0-25	6,4	5,9	1,8	0,23	19	120
Gornji Mamići	0-25	7,4	6,9	3,8	0,46	86	143
Lokve-Stolac	0-25	6,5	5,5	1,2	0,28	3	31
Pješivac-Stolac	0-25	6,1	5,3	1,1	0,13	6,5	24
Gornja Slatina 1	0-25	4,8	3,9	1,8	0,15	6,1	46
Gornja Slatina 2	0-25	4,6	3,7	1,3	0,19	7,8	36
Pelagićevo-1	0-25	4,7	3,9	1,7	0,46	6,7	44
Pelagićevo-2	0-25	5,4	4,5	1,5	0,45	19,9	55
Donja Mahala-1	0-25	7,52	7,12	1,6	0,32	4,7	30
Donja Mahala-2	0-25	7,7	7,1	1,4	0,06	7	28
Bok-1	0-25	5,9	5,2	1,5	0,07	2	25
Bok-2	0-25	5,6	5,1	1,3	0,03	32	31
Pelagićevo 3-Orašje	0-25	5,7	4,6	1,5	0,12	14,1	39
Brčko-Lanište	0-25	5,2	4,2	1,5	0,09	7	29

Iz tablice 1. može se zaključiti da je tlo na lokalitetima na području Bosanske Posavine (izuzev obadva lokaliteta s područja Donje Mahale), znatno kiselije od tla sa područja Hercegovine. Budući da je kadmij najpokretljiviji u intervalu pH vrijednosti od 4,5 do 5,5 te se može reći da je ova niska pH vrijednost na tim lokalitetima mogla dovesti do njegove veće pokretljivosti (Leto, 2017). Svi ispitivani lokaliteti, a prema sadržaju humusa, mogu se okarakterizirati kao slabo humozna tla, što je, eventualno, također moglo dovesti do povećane pokretljivosti kadmija, a do koje može doći i zbog nedovoljne količine organske tvari. Prema sadržaju ukupnog N, svi ispitivani uzorci mogu se okarakterizirati kao siromašna ili vrlo siromašna tla, osim uzoraka s lokaliteta Gornji Mamići, Pelagićevo 1 i 2 i Donja Mahala 1 koji se mogu okarakterizirati kao tla bogata dušikom. S aspekta sadržaja fosfora, većina ih spada u kategoriju vrlo niske ili niske osiguranosti. Pelagićevo 2, Pelagićevo 3, Ljubinje i Donji Mamići pripadaju kategoriji osrednje osiguranosti, lokalitet Bok-2 kategoriji vrlo dobre osiguranosti, a lokalitet Gornji Mamići pripada kategoriji vrlo visokog sadržaja fosfora. Prema sadržaju kalija, lokaliteti Pješivac-Stolac, Donja Mahala 1 i 2, Bok 1 i Lanište pripadaju kategoriji dobrog sadržaja, lokaliteti Ljubinje Gornji i Donji Mamići pripadaju kategoriji visokog sadržaja, dok ostali lokaliteti pripadaju kategoriji vrlo dobrog sadržaja kalija.

II Sadržaj kadmija u duhanu

U tablici 2 prikazane su srednje vrijednosti sadržaja kadmija za svaku sortu po branjima dobivenih sa svih ispitivanih lokaliteta.

Tablica 2. Srednje vrijednosti sadržaja Cd (ppm) po branjima za svaku sortu

Table 2. Mean values of Cd content (ppm) per harvest for each variety

	Virdžinija	Berlej	VH32	VH	Ravnjak
donje branje	0,71	0,844	4,053	2,051	4,66
srednje branje	0,705	0,839	3,812	1,563	3,198
gornje branje	0,831	3,257	4,025	1,206	4,532

Kod svih ispitivanih sorti nađeno je da je koncentracija kadmija najmanja kod srednjih branja, izuzev sorte VH kod koje je najmanji sadržaj kadmija u gornjim branjima. Za duhane tipa Virdžinija i Berlej može se reći da su dobiveni rezultati uglavnom u skladu s literaturnim podacima, a za hercegovačke sorte, budući da do sada nije bilo istraživanja ove vrste na njima, može se reći da sadržaj kadmija po branjima korespondira s druga dva tipa duhana koji su bili predmet ovog istraživanja, s tim da je sadržaj ovog metala generalno veći kod hercegovačkih duhana. Normalna koncentracija kadmija u duhanu, prema literaturnim podacima, kreće se od 0,5 do 7 ppm (Leto, 2011) što znači da je kod svih ispitivanih sorti i kod svih branja sadržaj kadmija u tim granicama. Prema navodima Wagner i Yeargon (1994) različiti dijelovi duhanske biljke sadrže različite koncentracije kadmija. Sadržaj kadmija povećava se sa starošću lista, a unutar biljke opada od baze prema vrhu. Sadržaj teških metala u biljkama, pa tako i u duhanu, prema literaturnim podacima korespondira s njihovim sadržajem u tlu.

Translokacija tj, prijelaz teških metala iz tla u biljku, osim od njihove koncentracije u tlu, ovisi u mnogome i od reakcije tla, njegove teksture te količine organske komponente, kao i od osobina i genetskih predispozicija same biljke, odnosno sorte. Prema navodima Lugon-Moulin (2006) duhanski listovi mogu akumulirati relativno visoke količine kadmija. Posebno fosfatna gnojiva mogu sadržavati visoke količine kadmija radi sadržaja kadmija u fosfatnim stijenama koje se koriste za njihovu proizvodnju. Nešto kadmija, koji se nalazi u ovim gnojivima, moguće je da je biološki dostupno, ali u kojim količinama još uvijek nije poznato. Za pretpostaviti je dakle, da će različite sorte s istog tipa tla, kao i iste sorte s različitog tipa tla, apsorbirati i različite količine istog metala. Za duhan je još i karakteristično to da koncentracija, ne samo metala, nego i drugih spojeva (dušikovih, organskih, mineralnih...), ovisi i o položaju lista na stabljici, tj insercija ili visine branja.

III Sadržaj kadmija u tlu (ukupni i pristupačni oblik), u srednjim branjima duhana od kojeg su pravljeni cigarete i dimnom kondenzatu i statistička analiza

U ovom podpoglavlju prikazani su rezultati sadržaja kadmija u tlu u ukupnom i pristupačnom obliku, njegov sadržaj u duhanu od kojih su se napravile cigarete (srednja branja), sadržaj kadmija u dimnom kondenzatu. Prikazani su i rezultati prijelaza kadmija iz duhana u cigaretama u dimni kondenzat i izraženi u postocima. Također su prezentirani i rezultati statističke analize naprijed navedenih vrijednosti na osnovu kojih se utvrdilo da li postoji signifikantan prijelaz kadmija u sustavu tlo-duhan-dimni kondenzat.

Tablica 3. Sadržaj Cd u tlu po ispitivanim lokalitetima (ukupni i pristupačni oblik), sadržaj Cd u srednjim branjima duhana i dimnom kondenzatu

Table 3. Cd content in soil by examined localities (total and accessible form), Cd content in middle tobacco insertions and smoke condensate

LOKALITETI PO BROJEVIMA I SORTA DUHANA	<i>Konc. Cd (ppm) u tlu ukupno</i>	<i>Konc. Cd (ppm) u tlu u pristupačnom oblik</i>	<i>Konc. Cd (ppm) u duhanu</i>	<i>Konc. Cd (g/1cigaretu) u dimu</i>	<i>Procentualni sadržaj Cd u dimu u odnosu na duhan</i>
1 -VH	3.07*	0.21*	1.56*	0.40*	25.53*
2-VH	2.37*	0.39*	3.02*	0.41*	13.43*
3-Ravnjak	6.06*	0.88*	3.19*	0.57*	17.81*
4-Ravnjak	3.01*	0.31*	1.18*	0.47*	39.44*
5-VH32	1.25*	0.18*	3.81*	0.39*	10.18*
6--VH32	1.22*	0.20*	2.98*	0.37*	12.47*
7-Virdžinija	0.86*	0.11*	1.51*	0.51*	34.15*
8-Berlej	1.33*	0.13*	0.84*	0.53*	63.17*
9-Berlej	1.09*	0.13*	0.84*	0.49*	58.68*
10.-Virdžinija	0.50*	0.14*	0.71*	0.44*	62.55*
11.-Berlej	0.74*	0.07*	4.05*	0.42*	10.40*
12.-Virdžinija	0.67*	0.09*	4.10*	0.37*	8.95*
13-Berlej	0.72*	0.09*	3.22*	0.46*	14.33*

LOKALITETI PO BROJEVIMA I SORTA DUHANA	Konc. Cd (ppm) u tlu ukupno	Konc. Cd (ppm) u tlu u pristupačnom oblik	Konc. Cd (ppm) u duhanu	Konc. Cd (g/cigaretu) u dimu	Procentualni sadržaj Cd u dimu u odnosu na duhan	
14-Virdžinija	0.68*	0.07 *	4.22*	0.52*	12.34*	
15-Berlej	0.60*	0.07 *	2.04*	0.56*	27.49*	
16-Virdžinija	0.72*	0.12 *	0.26 ^{ns}	0.05 ^{ns}	17.11*	
Tukey- Kramer test	Critical Range 0.45	Critical Range 0.04	Critical Range 0.66	Critical Range 0.07	Critical Range 0.76	
				<i>F</i>	<i>F crit</i>	Standardna devijacija
I. Konc. Cd (ppm) u tlu				17.83	1.99	1.458
II: Konc. Cd (ppm) pristupačni oblik u tlu				38.44		0.203
III. Konc. Cd (ppm) u duhanu				7.53		1.374
IV. Konc. Cd (g/l cigareti) u dimu				4.82		0.123
VI. Procentualni sadržaj Cd u dimu u odnosu na duhan				1124.19		19.358
<i>ns – nije signifikantno</i>						
<i>* statistički signifikantno</i>						

Najveći prijelaz kadmija iz duhana u duhanski dim zabilježen je kod tipa duhana Berlej, s lokaliteta Bok 1, smeđe beskarbonatno zemljište, od 63,17 %. Nešto malo niži prijelaz, ali ipak jako visok da bi ga trebalo istaknuti, je kod tipa duhana Virdžinija, s lokaliteta Donja Mahala 2, aluvijalno zemljište, i iznosi 62,55 %. Najniži prijelaz je kod sorte VH32, s lokaliteta Stolac-Lokve od 10,18 %. Prijelaz kadmija iz duhana u duhanski dim je u vrlo širokom rasponu i kreće se od 10,18 % do 63,17 %. Prema literaturnim podacima prijelaz kadmija iz duhana u duhanski dim kreće se u rasponu od 2-12 %. Prema tim podacima, od šesnaest uzoraka srednjih branja koja su bila predmetom ovog istraživanja, samo kod tri uzorka prijelazi kadmija iz duhana u duhanski dim se kreću u tom rasponu i to kod sorte VH32 s lokaliteta Stolac-Lokve (10,18 %), tipa duhana Berlej s lokaliteta Pelagićevo-1 (10,40 %) i tipa duhana Virdžinija s lokaliteta Pelagićevo-2 (11,40 %).

Rezultati statističke analize korelacijskih odnosa, koncentracija Cd u tlu u ukupnom i pristupačnom obliku, duhanu, dimnom kondenzatu prema Pearsonovoj korelaciji matrica, prikazane su u tablici 4.

Koncentracija kadmija u tlu u ukupnom obliku u odnosu na koncentraciju Cd pristupačnog za biljke pokazuje da se radi o pozitivnoj i visoko signifikantnoj korelaciji. Koncentracija ukupnog kadmija u tlu pokazuje slabu pozitivnu korelaciju s koncentracijom kadmija u duhanu, kao i da ne postoji korelacija s postotnim sadržajem kadmija u dimu u odnosu na duhan.

Između koncentracija pristupačnog kadmija i koncentracije ukupnog kadmija u duhanu nije utvrđena pozitivna korelacija, dok u korelaciji s koncentracijom u dimu cigareta pokazuje slabu pozitivnu povezanost. Koncentracija pristupačnog kadmija pokazuje slabu negativnu korelaciju u odnosu na postotni sadržaj kadmija u dimu u odnosu na duhan.

Tablica 4. Rezultati analize korelacijskih odnosa ispitivanih statističkih parametara za sadržaj kadmija (Pearsonova korelacija matrica)

Table 4. Results of the analysis of correlation relations of the examined statistical parameters for cadmium content (Pearson correlation matrix)

	I	II	III	IV	V
I	1	0.942	0.029	0.261	-0.074
II	0.942*	1	0.090	0.227	-0.111
III	0.029*	0.090	1	0.194	-0.773
IV	0.261*	0.227*	0.194*	1	0.309
V	-0.074	-0.111*	-0.773*	0.309*	1

I. Konc. Cd (ppm) u tlu; II. Konc. Cd (ppm) pristupačni oblik; III. Konc. Cd (ppm) u duhanu; IV. Konc. Cd (g/l cigareti) u dimu; V. Postotni sadržaj Cd u dimu u odnosu na duhan .

Koncentracija kadmija u duhanu pokazuje slabu pozitivnu korelaciju s koncentracijom kadmija u dimu cigareta, dok u korelaciji s postotnim sadržajem kadmija u dimu u odnosu na duhan pokazuje srednje negativnu korelaciju.

Koncentracija kadmija u dimu cigareta pokazuje srednje pozitivnu korelaciju u odnosu na postotni sadržaj Cd u odnosu na duhan.

Koncentracija kadmija u dimu cigareta pokazuje srednje pozitivnu korelaciju u odnosu na postotni sadržaj Cd u odnosu na duhan.

U tablici 5. prikazani su rezultati analize varijance i statistička značajnost sorte na sadržaj kadmija.

Tablica 5. Analiza varijance

Table 5. Analysis of variance

	Virdžinija	Berlej	VH32	VH	Ravnjak
donje branje	0.71 ^{ns}	0.844 ^{ns}	4.53*	2.051*	4.66*
srednje branje	0.705 ^{ns}	0.839 ^{ns}	3.812*	1.563*	3.198*
gornje branje	0.831 ^{ns}	3.257*	4.025*	1.206 ^{ns}	4.532*
Tukey-Kramer Test	Critical Range 1.25				
		<i>F</i>	<i>F crit</i>	Standard deviation	
Branja		3.68446	3.31583	V- 0.071347	
Sorte		36.8087	2.689628	B- 1.394592	
Interakcija BxS		2.710538	2.266163	VH32- 0.368763	
				VH- 0.424189	
				R- 0.809669	

ns - no nije signifikantno

** statistički signifikantno*

Na osnovu analize varijance može se zaključiti da su branja, sorte i njihova interakcija pokazala statistički značaj na sadržaj kadmija u duhanu.

U tablici 6 prikazani su rezultati analize korelacijskih odnosa na sadržaj kadmija po sortama (Pearsonova korelacija matrica)

Tablica 6. Rezultati analize korelacijskih odnosa ispitivanih statističkih parametara za sadržaj kadmija po sortama

Table 6. Results of the analysis of correlation relations of the examined statistical parameters for cadmium content by varieties

Promjenjiva	Virdžinija	Berlej	VH32	VH	Ravnjak
Virdžinija	1	0.715	0.216	0.069	0.661
Berlej	0.715	1	-0.279	-0.497	0.280
VH32	0.216	-0.279	1	0.965	0.734
VH	0.069	-0.497	0.965	1	0.580
Ravnjak	0.661	0.280	0.734	0.580	1

Analizom Pearsonove korelacije za sorte može se zaključiti da sorta duhana Virdžinija pokazuje jaku pozitivnu korelaciju sa sortom Berlej u pogledu sadržaja kadmija, dok u korelaciji sa sortom VH32 pokazuje slabu pozitivnu korelaciju, srednje pozitivnu korelaciju sa sortom Ravnjak kao i nepostojanje korelaciji sa sortom VH. Sorta duhana Berlej pokazuje slabu negativnu korelaciju sa sortama VH32 i VH, te slabu pozitivnu korelaciju sa sortom Ravnjak. Sorta VH32 pokazuje jaku pozitivnu korelaciju sa sortom VH, te srednje pozitivnu korelaciju sa sortom Ravnjak. Sorta VH pokazuje srednje pozitivnu korelaciju sa sortom Ravnjak u sadržaju kadmija.

U tablici 7 prikazani su rezultati korelacijskih odnosa na sadržaj kadmija po branjima za svaku sortu. (Pearsonova Koleracija matrica)

Tablica 7. Rezultati analize korelacijskih odnosa ispitivanih statističkih parametara za sadržaj kadmija po branjima

Table 7. Results of the analysis of correlation relations of the examined statistical parameters for cadmium content by insertions

Promjenjiva	donje branje	srednje branje	gornje branje
donje branje	1	0.978	0.567
srednje branje	0.978	1	0.492
gornje branje	0.567	0.492	1

Analizirajući branja može se zaključiti da donje branje pokazuje jaku pozitivnu korelaciju sa srednjim branjem u pogledu sadržaja kadmija, kao i srednje pozitivnu korelaciju s gornjim branjem. Srednje branje pokazuje slabu pozitivnu korelaciju s gornjim branjem u pogledu sadržaja kadmija.

Zaključak

Budući da je ovo istraživanje prvo ovakve vrste na području BiH, rezultati su upoređivani s dostupnim literaturnim podacima. Veća pokretljivost kadmija je utvrđena zbog toga što je na gotovo svim lokalitetima konstatirana povećana kiselost, slaba humoznost, i nizak sadržaj dušika. Kod svih ispitivanih sorti utvrđeno je da je koncentracija kadmija najmanja kod srednjih branja, izuzev sorte VH kod koje je najmanji sadržaj kadmija u gornjim branjima, a što je u skladu s literaturnim podacima. Normalna koncentracija kadmija u duhanu, prema literaturnim podacima, kreće se od 0,5 do 7 ppm, što znači da je kod svih ispitivanih sorti i kod svih branja sadržaj kadmija u tim granicama sa tim da je kod hercegovačkih duhana, generalno gledano, nešto veća u odnosu na druge dvije ispitivane sorte. Prema literaturnim podacima prijelaz kadmija iz duhana u duhanski dim kreće se u intervalu od 2-12 %. Prema tim podacima, od šesnaest uzoraka srednjih branja koja su bila predmetom ovog istraživanja, samo kod tri uzorka prelazi kadmija iz duhana u duhanski dim se kreću u tom intervalu i to kod sorte VH32 s lokaliteta Stolac-Lokve (10,18 %), tipa duhana Berlej s lokaliteta Pelagićevo-1 (10,40 %) i tipa duhana Virdžinija sa lokaliteta Pelagićevo-2 (11,40 %), dok je kod ostalih uzoraka veći.

Prema Pearsonovoj korelaciji koncentracija kadmija u ukupnom obliku u tlu u odnosu na koncentraciju Cd pristupačnog za biljke pokazuje da se radi o pozitivnoj i visoko signifikantnoj korelaciji. Koncentracija pristupačnog kadmija u odnosu na koncentraciju kadmija u duhanu pokazuje nepostojanje korelacijske povezanosti, dok u korelaciji s koncentracijom u dimu cigareta pokazuje slabu pozitivnu povezanost. Koncentracija pristupačnog kadmija pokazuje slabu negativnu korelaciju u odnosu na postotni sadržaj kadmija u dimu u odnosu na duhan. Koncentracija kadmija u duhanu pokazuje postojanje slabe pozitivne korelacije s koncentracijom kadmija u dimu cigareta, dok u korelaciji s postotnim sadržajem kadmija u dimu u odnosu na duhan pokazuje srednje negativnu korelaciju. Analizirajući branja može se zaključiti da donje branje pokazuje jaku pozitivnu korelaciju sa srednjim branjem u pogledu sadržaja kadmija, kao i srednje pozitivnu korelaciju s gornjim branjem. Srednje branje pokazuje slabu pozitivnu korelaciju s gornjim branjem u pogledu sadržaja kadmija.

Iz svega navedenog može se zaključiti da postoji signifikantno kretanje kadmija iz tla preko biljke u dimni kondenzat kod duhana koji se danas uzgajaju na području Bosne i Hercegovine.

Literatura

Alloway, B. J. (1990). *Heavy metals in soils*. New York: John Wiley and sons, Inc.

Boekhold, A. E, Van der Zee, Seat, M. (1991). Long-term effects of soil heterogeneity on cadmium behaviour in soil, *J. Contam. Hydrol.*, 7, 371-390.

Clarke, B.B. and Brennan, E. (1983). Tobacco leaves accumulate cadmium from root applications of the heavy metal. *Tobacco Sci.*, 27: 28–29.

Chen, Y. X., He, Y. F., Yang, Y., Yu, Y. L., Zheng, S. J., Tian, G. M., Luo, Y. M., Wong, M. H. (2003). Effect of cadmium on nodulation and N₂-fixation of soybean in contaminated soils, *Chemosphere*, 50, 781-787.

Dixit, V., Pandey, V., Shyam, R. (2001). Differential responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum* L. cv. Azad). *Journal of Experimental Botany*, 52(358), 1101- 1109.

Hornburg, V., Brummer, G.W. (1993). Verhøltenvon chwermetallen in Boden.1. *Untersuchungen zur Schwermetallmobilitat., Zeitschrift fur Planzenernahrung und Bodenkunde*, 156, 467-477.

Leto, A. (2011). Analiza sadržaja teških metala (Cd, Pb, As i Ni) u najvažnijim duhanskim zemljištima i duhanima u BiH, Doktorska disertacija, Agromediteranski fakultet, Univerzitet “Džemal Bijedić” u Mostaru.

Leto, A. (2017). *Osnove hemije tla*. Mostar: Agromediteranski fakultet Univerzitet “Džemal Bijedić” u Mostaru.

Lugon–Moulin, L., Ryan, L., Donini, L. (2006). Cadmium content of phosphate fertilizers used for tobacco production. *Agron. Sustain. Dev.*, 26, 151-155.

Naidu, R., Kookana, R.S., Sumner, M. E., Harter, R. D., Tiller, K.G. (1997). Cadmium sorption and transport in variable charge soils. *A review. J. Environ Qual.*, 26, 602-617.

Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih tvari u zemljištu i metode njihovog, "Službene novine Federacije BiH", broj 52/09.

Resulović, H., Čustović, H., Čengić, I. (2008). Sistematika tla/zemljišta, nastanak, svojstva i plodnost Univerzitet u Sarajevu.

Runnells, D. D., Shepherd, T. A., Angio, E. E. (1992). Metals in water: Dtermining natural background concentrations in mineralized areas. *Environ. Sci. Tehnol.*, 26, 2316-2323.

Šorak–Pokrajac, M. (1991). Istraživanje promjena toksičnih tvari u dimu cigareta. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu.

Wagner, G. J., Yeargon, R. (1994). Variation of cadmium accumulation potential and tissue distribution of cadmium in tobacco. *Plant Physiol.*, 82, 274-279.

Zapryanova, P., Bozhinova, R. (2004): Heavy metal content in Virginia and Burley tobacco. *Tutun*, 54, (3-4), 153-158.

Primljeno: 29. travnja 2022. godine

Received: April 29, 2022

Prihvaćeno: 28. rujna 2022. godine

Accepted: September 28, 2022