

Duhanski otpad Bosne i Hercegovine – problem ili vrijedna sirovina

Sažetak

Duhan se na području Bosne i Hercegovine proizvodi još od prve polovice 17. stoljeća, a sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća proizvodnja doživljava svoj vrhunac, nakon čega slijedi stagnacija i naglo opadanje proizvodnje. Ipak duhan se na području Bosne i Hercegovine, još uvijek uzgaja kao važna poljoprivredna kultura. Zbog neorganiziranog otkupa kao i nedostatka nadzora od strane države Bosne i Hercegovine nad proizvodnjom duhana, proizvođači svu svoju proizvodnju duhana plasiraju na sivo tržište u obliku poluproizvoda, rezanog duhana, poznatog na ostalim tržištima kao hercegovačka škija, dok na području Posavine postoji organizirani otkup, no niska otkupna cijena, proizvođače stavlja u izuzetno težak položaj. Je li revitalizacija duhana na području Bosne i Hercegovine moguća? Općeprihvaćeno mišljenje je da je revitalizacija nekadašnjeg načina uzgoja duhana zbog promjena preferencija potrošača, tipova cigareta i promjene tehnologije obrade duhana nemoguća. No potrebno je tražiti alternativne načine plasiranja ovih tipova duhana, kao duhana za motanje, te kao autohtonih proizvoda. Jedna od najvažnijih komponenti je i uloga države, s obzirom da duhan podliježe posebnom sustavu trošarina i poreza. U lancu vrijednosti, od poljoprivrednih proizvođača, do prerađivača, važna komponenta je i zbrinjavanje otpada. S obzirom da je duhanski otpad, bogat izvor visokovrijednih komponenti koje su i prikazane u ovom preglednom radu, njegovo iskorištavanje moglo bi dati dodatnu vrijednost i podići nisku otkupnu cijenu duhana, a ujedno riješiti i problem zbrinjavanja ovog opasnog otpada.

Cljučne riječi: duhan, duhanski otpad, bioaktivne komponente

Uvod

Duhan je jedna od najraširenijih i najviše uzgajanih biljki na svijetu. Iako se stoljećima koristi kao duhan za pušenje i žvakanje, on također ima i ljekovita svojstva, te je bogat izvor bioaktivnih komponenti. Duhan je biljka koja pripada carstvu *Plantae*, diviziji *Magnoliophyta*, razredu *Magnoliopsida*, redu *Solanales*, porodici *Solanaceae*, rodu *Nicotiana* i vrsti *tabacum*. U svijetu su poznate 64 vrste duhana dok ljudi koriste samo dvije vrste *Nicotiana rustica* i *Nicotiana tabacum* iz porodice *Solanaceae*, a obje su autohtone američke vrste. Međusobno se razlikuju po koncentraciji nikotina (*rustica* ima znatno veću koncentraciju i manje listove) te se koristila u različitim šamanskim ritualima. Za razliku od toga, *Nicotiana tabacum* (Slika 1) se koristi u obliku pušenja, i danas je njen uzgoj raširen na pet kontinenata. Duhan se konzumira zbog specifičnog i kompleksnog fiziološkog djelovanja sastojaka listova na središnji živčani sustav (Čagalj i sur., 2017).

¹

Marija Banožić, mag. ing, Prof. dr. sc. Drago Šubarić, izv. prof. dr. sc. Stela Jokić
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska
Autor za korespondenciju: mbanozic@ptfos.hr



Slika 1. Biljka duhana

Figure 1. Tobacco Plant

Izvor/Source: Ozimec i sur., 2015: 399.

1. Duhan

1.1. Morfološke i fiziološke karakteristike duhana

Korijen biljke duhana je vretenast, dobro razvijen i vrlo dobre usisne snage. Prodire u tlo na dubinu od jedan do dva metra i širi se do 80 cm. Stabljika je uspravna, cilindrična, podijeljena na koljenca (nodije) i međukoljenca (internodije), prekrivena dlačicama i ispunjena srži. Može narasti od pola pa i do 3 metra. Izgled lista ponajviše ovisi o sorti i kultivaru, te se može razlikovati po veličini, obliku i naborima (Hrgović, 2005; Jarnević, 2017).

Listovi se razvijaju na koljencima (nodijima) i mogu biti sjedeći ili s kraćom peteljkom, srčoliki, jajoliki, eliptični i kopljasti, ovisno o sorti. Pokriveni su žljezdanim dlačicama, a u njihovim se glavicama nalaze smole i eterična ulja, koja su važna za kvalitetu i aromu duhana. Zbog različite kvalitete listovi su podijeljeni u skupine na osnovi insercije branja: podbir, nadpodbir, srednji listovi, podvršak i ovršak. Za virginijski duhan je karakterističan izduženi list naborane površine, koji naraste do 70 cm duljine, a za burley to je nešto širi list ravne površine. Listovi ravnjaka su veoma krupni, dužine preko 40 cm, širine oko 20 cm i na vrhu zašiljeni (Ozimec i sur., 2009). Cvjetovi duhana su ružičaste, bijele ili žute boje i oblikuju se pojedinačno ili češće u skupovima na vrhu glavne stabljike i zaperaka tvoreći štitac, tj. grozd. Plod je okrugao ili ovalni smeđi tobolac u kojemu se nalazi više tisuća sjemenki. Masa 1 000 sjemenki je od 0,06 - 0,1 g, a hektolitarska težina iznosi oko 40 – 45 kg (Jarnević, 2017).

1.2. Kemijski sastav duhana

Duhan kao prirodni materijal sadrži složenu mješavinu različitih organskih i anorganskih tvari. Kemijski sastav lista duhana mijenja se tijekom sazrijevanja, sušenja, fermentacije, pregrade i skladištenja, a uvjetovan je načinom uzgoja, sorte, klimatskim uvjetima i sl. U Tablici 1.

prikazan je udio najvažnijih komponenti u osušenim listovima duhana, te su uspoređene tri najvažnije vrste duhana, *Burley*, *Virginia* i *Oriental*. Tijekom procesa sušenja, udio škroba opada, a istovremeno raste udio reducirajućih šećera. Osim toga, tijekom procesa fermentacije, opada udio polifenola i ugljikohidrata (Bhisey, 2012; Kopčić, 2011). Navedena tri tipa duhana se najčešće koriste u smjesama za proizvodnju cigareta. *Burley* tip duhana karakterizira nizak udio vode, i veoma nizak udio ugljikohidrata. Od svih tipova duhana, *Burley* najbolje apsorbira naknadno dodate arome, te je stoga veoma poželjan u mješavinama za cigarete. Tip *Virginia* karakteriziraju veliki listovi i izuzetno dobra tehnološka svojstva. Listovi *Virginie* imaju vrlo visok sadržaj vode i ugljikohidrata (i do 25 %). Orijentalni tipovi duhana, imaju veoma ugodnu i aromu karakterističnu za sortu. Iako se jednim imenom zovu orijentalni duhani, njihov kemijski sastav ovisi o regiji u kojoj se proizvode. Iz tablice 1 je vidljivo da orijentalni tip duhana ima najmanje nikotina. Među orijentalnim duhanima, najveća količina nikotina, zabilježena je kod duhana s područja Makedonije i to između 1,31-1,77 % (Pisklov i sur., 2004). Poluorijentalni duhan je tip duhana u koji se ubraja i hercegovački ravnjak, sorta koja se dominantno uzgajala na područjima Hercegovine, Dalmacije i dijela Bosne. Njih karakterizira svijetložuta boja osušenih listova, te visoka koncentracija šećera, a niska koncentracija nikotina i dušika (Butorac, 2009).

Tablica 1. Kemijski sastav tri najvažnija tipa duhana/ Table 1. Chemical composition of three the most important type of tobacco

| (%) | BURLEY | VIRGINIA | ORIENTAL |
|--------------------------------------|--------|----------|----------|
| NIKOTIN/ NICOTINE | 2,07 | 2,26 | 1,18 |
| UGLJIKOHIDRATI/ CARBOHYDRATES | 1,2 | 11,1 | 10,7 |
| PROTEINI/ PROTEINS | 10,1 | 7,8 | 7,8 |
| KLOR/ CHLORINE | 0,51 | 0,53 | 0,84 |
| SIROVI PEPEO/ CRUDE ASHES | 18,4 | 12,8 | 16,4 |

Izvor/ Source: Pisklov i sur., 2005.

1.3. Globalno tržište duhana

Duhan je kultura koja je kroz povijest znatno utjecala na globalni, politički, ekonomski, socijalni i vjerski život svjetske populacije. Industrija duhana je jedna od brzorastućih i najprofitabilnijih industrija u svijetu. Unatoč apelima zdravstvene struke, medijskim kampanjama protiv pušenja, visokim trošarinama i sustavom oporezivanja prometa duhanskih proizvoda, tržište duhanskih proizvoda neprestano raste i razvija se. Duhanska industrija se iznimno brzo prilagođava i odgovara na potrebe potrošača, stvarajući nove proizvode, različitih okusa, dizajna ambalaže i sl. Novi proizvodi na bazi duhana konstantno se proizvode, a neke forme, kao što su nargila i bidis, koje su dugo vremena bile karakteristične za samo određene regije, postaju globalni trendovi. U razdoblju između 2000. i 2014. godine prodaja cigareta na globalnom tržištu porasla je za 8 %. Tržište duhana je iznimno centralizirano te pet najvećih svjetskih proizvođača duhana diktira trendove globalnog tržišta (Čagalj i Ivanković, 2017; Vuković i sur., 2015).

Najveći svjetski proizvođači cigareta su 5 multinacionalnih kompanija koje skupa čine 82,9 % tržišta, a to su China National Tobacco Corporation (44,2 %), Phillip Morris International (14,6 %), British American Tobacco (10,7 %), Japan Tobacco International (8,9 %) i Imperial Tobacco (4,7 %) (Statista, 2016).

U 2016. godini je svjetska proizvodnja duhana, prema podacima iz FAOSTATA iznosila 6 664 238 tona, dok je Kina bila najveći proizvođač s 2 806 770 tone proizvedenog duhana. U Hrvatskoj je iste godine proizvedeno nešto manje od 9 000 tona duhana, dok se u Bosni i Hercegovini proizvodnja duhana procjenjuje na 2 315 tona godišnje (Statista, 2016).

2. Proizvodnja duhana u Bosni i Hercegovini (BiH)

2.1. Povijesni pregled proizvodnje duhana u BiH

Proizvodnja duhana u Hercegovini, stoljećima je bila jedan od glavnih stupova gospodarstva na ovim prostorima. Povijesni počeci proizvodnje duhana u BiH nisu dokumentirani, no smatra se da se duhan počeo proizvoditi u prvoj polovici 17. stoljeća, gdje je stigao preko Mletačke i Dubrovačke republike (Beljo i sur., 2017). Naime, zapisi Dubrovačke Republike spominju uvoz duhana već 1632. godine kada se spominje uvoz duhana iz Ancone. Prema odluci Senata Dubrovačke Republike iz 1648. godine uvodi se i povećava carina na uvoz duhana u Dubrovačku Republiku. 1663. godine uveden je monopol na duhan u Dubrovačkoj Republici i trajao je sve do 1808. godine kada je došlo do kraha Republike (Čagalj i sur., 2017). S obzirom na geografsku blizinu, prometne puteve i običaje trgovinske razmjene, smatra se da je upravo tim putevima duhan stigao na područje Hercegovine. Dolaskom Austro-Ugarske na ove prostore počinje i organizirana poljoprivredna proizvodnja, a samim time i organizirana proizvodnja duhana. Kroz godine, proizvodnja duhana na ovim prostorima je znatno oscilirala, no zadržala svoje prvotno mjesto kao glavna gospodarska grana (Beljo i sur., 2017; Čagalj i sur., 2017).

Na ovim prostorima, duhanska proizvodnja doživljava svoj vrhunac 70-tih godina prošlog stoljeća. Godišnja proizvodnja duhana dosegla je i 20 000 tona, čija je otkupna vrijednost iznosila 30 do 40 milijuna Eura. Osim gospodarske važnosti, veoma je važno istaknuti i socijalnu kategoriju proizvodnje duhana, jer je duhan dugo godina predstavljao glavni izvor dohotka za mnoge obitelji. Nakon 1980. godine slijedi stagnacija i naglo opadanje proizvodnje duhana. Ratne godine (1992.-1995.) su dodatno pridonijele smanjivanju proizvodnje hercegovačkoga tipa duhana. Tako je proizvodnja u 1996. godini iznosila svega 1,725 tona (Beljo i sur., 2017). Nakon neuspjelih pokušaja privatizacije, otkupne stanice u Širokom Brijegu, Čapljini, Čitluku, Gradama, Ljubuškom, Mostaru, tako i u istočnoj Hercegovini Ljubinju i Trebinju gasile su se jedna za drugom. Nepostojanje poljoprivrednih poticaja, slaba tehnološka razvijenost, nepostojanje suvremenih sušionica, organiziranog otkupa uzrokovali su sve niže otkupne cijene duhana. Godine 2012. ugašena je i posljednja otkupna stanica u Stocu, čime je ukinuta i svaka mogućnost organiziranog i legalnog otkupa duhana na području Hercegovine. Danas u Hercegovini od nekadašnjih 10 poduzeća za otkup i obradu duhana nema više ni jednog poduzeća.

2.2. Proizvodnja duhana u Bosni i Hercegovini danas

Unatoč problemima koje smo već spomenuli, proizvodnja duhana u Hercegovini još uvijek postoji, prema slobodnoj procjeni iznosi 100 do 150 tona, ali to više nije komercijalna i organizirana proizvodnja, već se plasira kroz ilegalne kanale (Beljo i sur. 2016). Potrošnja duhanskih proizvoda u Bosni i Hercegovini procjenjuje se na 7 000 do 8 000 tona u čemu domaća proizvodnja čini 50 – 60 % (Beljo i sur., 2017).

Za razliku od područja Hercegovine, u Bosanskoj Posavini duhanska proizvodnja je već od 60-tih godina orijentirana na proizvodnju robnih sorti *Burley* i *Virginia*. Neupitnu ulogu u tome ima društvo „Bosanac“ d.d. Orašje koje skoro 130 godina sudjeluje u organizaciji, proizvodnji, doradi i prometu duhana, te vodi cjelokupnu brigu oko što uspješnije proizvodnje duhana na poljoprivrednim gospodarstvima srednjeg Bosanskog Posavlja. Unatoč nešto boljem proizvodnom položaju proizvodnja duhana je u stalnom opadanju za oba robna tipa i to tako da u posljednjim godinama pala na nivo od 452 tone u 2015. godini da bi u 2016. godini bila oko 429 tona (Nurkić, 2017).

3. Duhanski otpad

Posljedice velikog tehnološkog napretka i porasta stanovništva vidljive su i u sve većoj količini čvrstog otpada. Dok razvijene zemlje posvećuju sve više pažnje ali i sredstava zbrinjavanju otpada, zemlje u razvoju, među kojima je i Bosna i Hercegovina, tek počinju razmatrati različite opcije zbrinjavanja otpada. Procjenjuje se da duhanska industrija proizvodi 3×10^6 tona duhanskog otpada (Wang i Zhao, 2009). Prema listi otpada iz 2012. godine, prerađeni duhan se označava šifrom 02 03 04, gdje 02 označava otpad iz poljoprivrede, vrtlarstva, proizvodnje vodenih kultura, šumarstva, lova i ribarstva, pripremanja i prerade hrane, 03 označava otpad od pripremanja i prerade voća, povrća, žitarica, jestivih ulja, kaka, kave, čaja i duhana, konzerviranja, proizvodnje kvasca i ekstrakata kvasca, pripremanja i fermentacije melase, a 04 označava materijale neprikladne za potrošnju ili preradu. Prema zakonskoj regulativi Europske Unije, duhanski otpad se klasificira kao opasan i toksičan zbog visokog sadržaja nikotina (više od 0,05 %) i visokog sadržaja organske tvari (ukupna količina organskog ugljika veća od 200 mg dm^{-3} (Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada, NN 50/05.). Duhanski otpad predstavlja potencijalnu opasnost za okoliš, stoga odlaganje takvog otpada podliježe posebnoj zakonodavnoj regulativi.

Proces prerade duhana uključuje primarnu obradu duhana te preradu duhana odnosno proizvodnju cigareta. Proces proizvodnje duhanskih proizvoda uključuje pripremu i rezanje duhana, izradu cigareta, pakiranje u odvojivu i neodvojivu ambalažu, skladištenje i stavljanje u promet. Tijekom svih tih postupaka nastaju različiti nusproizvodi, u tekućem obliku, čvrstom obliku i u obliku prašine. Tekući duhanski otpad uključuje suspenzije čestica duhana, otapala, ulja i masti koji potječu direktno iz proizvodnog procesa, ili samog objekta u kojem se proizvodnja odvija. Kruti otpad (Slika 2) podrazumjeva neupotrebne dijelove biljke duhana, duhansku prašinu, a može sadržavati i dijelove ambalaže i druge tvari koje potječu iz proizvodnog procesa. Otpad koji se prenosi zrakom podrazumijeva neotrovne mirise proizvodnje, hlapljive čestice, čestice duhana i ostale emisije. Procjenjuje se da od ukupne proizvodnje duhana, 25 % otpada na duhanski otpad. Pojedine tvornice upotrebljavaju duhanski otpad tako da ga usitnjavaju i miješaju s duhanom za proizvodnju jeftinijih cigareta, no tako se iskoristi tek oko 40 % duhanskog otpada. Listovi duhana sadrže ugljikohidrate, proteine, visoke koncentracije organskih kiselina, glukozide, fenolne spojeve, flavonoide te solanesol, a s obzirom da otpad zapravo čine dijelovi listova različite granulacije, sve navedene komponente se nalaze i u otpadu duhanske industrije (Novotny i Zhao, 1999; Wang i sur., 2010).



Slika 2. Duhanski otpad/ **Figure 2.** Tobacco waste

a) Duhanska prašina/ Dust, b) Rebros lista duhana/ Midrib, c) Refabrikat/ Cigarette machine crumbs
Izvor/Source: Autori/ Authors

Dosadašnja istraživanja, bila su poglavito usmjerena na iskorištavanje duhanskog otpada u samom procesu proizvodnje duhanskih proizvoda: iskorištavanje stabljike duhana (Jones i sur., 1965) ili izolacije nikotina, koji se može koristiti kao pesticid (Rincón i sur., 1998). Također, dio istraživanja usmjeren je na biorazgradnju duhanskog otpada kompostiranjem, gdje tijekom procesa kompostiranja dolazi do snižavanja koncentracije nikotina i ugljika. Kompostiranjem se biorazgradiva tvar prevodi u stabilan produkt - kompost, prilikom čega se oslobađaju CO₂, NH₃, voda i toplina (Briški i sur., 2003; Piotrowska-Cyplik i sur., 2009; Wang i sur., 2004).

3.1. Sastav duhanskog otpada

Sastav duhanskog otpada ovisi o mjestu u kojem nastaje tijekom procesa prerade duhana. Duhanski otpad nastao preradom duhana vlažan je materijal pH-vrijednosti od 5,1 do 6,7, omjera C:N od 17:1 do 21:1 i sadrži znatne količine nikotina zbog čega tu vrstu otpada nije moguće odložiti na odlagalište neopasnog otpada (Kopčić, 2011; Vuković i sur., 2012). Osim nikotina, duhanski otpad je relativno dobar izvor alkaloida, aromatičnih supstanci i proteinskih frakcija (Rincón i sur., 1998).

Bioaktivne komponente duhanskog otpada

3.2.1. Nikotin

Nikotin je glavni alkaloid lišća duhana, i čini preko 95 % sadržaja alkaloida u duhanu. U čistom stanju, on je bezbojna, uljasta tekućina bez mirisa, iako ponekad zbog prisutnih onečišćenja može biti do svjetlosmeđe boje. Sadržaj nikotina je prvenstveno određen sortom, ali i uvjetima uzgoja. Slabiji duhan sadrži manje od 1 % nikotina, srednje jak između 1 i 2 %, a jak više od 2 %. Nikotin je topljiv u vodi, što predstavlja značajan ekološki problem kod odlagališta duhanskog otpada jer zajedno s padalinama dopijeva u procjednu vodu koja zagađuje okoliš i podzemne vode. Procjedna voda je zagađena tekućina, koja se procijedila kroz slojeve odloženog otpada i pri tome primila u sebe velike količine zagađujućih supstanci iz otpada, uključujući i proizvode kemijskih i biokemijskih reakcija koje se odvijaju u tijelu deponija (Karačoni, 2005; Vuković i sur., 2012).

Sam nikotin ima široku primjenu, od kemijske, farmaceutske industrije, kao i u samoj duhanskoj industriji kao osnovni aditiv u proizvodnji cigareta. Nikotin ima akutnu i kroničnu toksičnost te negativan utjecaj na krvožilni, dišni, gastrointestinalni i imunosni sustav (Karačoni, 2005). S druge strane, dokazano je pozitivno djelovanje nikotina kod bolesnika sa demencijom (White i Levin, 1999), i šizofrenijom (Lewin i sur., 1996), dopaminergičkim neuronima i aksonima (Maggio i sur., 1998), te blagom kognitivnom disfunkcijom (Newhouse i sur., 2012). Nikotin iz duhana se može koristiti kao pesticid, te se kategorizira kao ekološki prihvatljiv pesticid zbog svoje niske toksičnosti.

Smanjivanjem sadržaja nikotina upotrebom različitih metoda ekstrakcije iz zagađene krute tvari do razina ispod zakonskog praga, bilo bi moguće promijeniti razvrstavanje otpada iz opasnog u poseban otpad, koji bi se zatim mogao ukloniti jednostavno kao gradski otpad ili nadalje koristiti kao polazni materijal za ekstrakciju bioaktivnih komponenti (Civilini i sur., 1997).

3.2.2. Solanesol

Osim nikotina, duhanski otpad sadrži i veliku količinu solanesola, acikličkog triseskviterskog alkohola, koji je otkriven 1956. godine i izoliran upravo iz duhana. Solanesol posjeduje antioksidacijska, antibakterijska i antiupalna svojstva. Solanesol u kombinaciji s nikotinom snažno inhibira rast bakterija kao što su *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, i *Micrococcus lysodeikticus*. Solanesol se koristi se u farmaceutskoj industriji za sintezu koenzima 10 i kao

analog vitaminu K (Duan i sur., 2016; Keča i sur., 1997; Hu i sur., 2015).). S obzirom da je koenzim Q10 prisutan na tržištu u obliku dodatka prehrani i to za olakšavanje bolova izazvanih migrenama (Sándor i sur., 2005), zaštitne uloge kod Parkinsonove te drugih neurodegenerativnih bolesti (Matthews i sur., 1998; Shults i sur., 2002; Muller i sur., 2003), pozitivnog učinka na regulaciju krvnog tlaka te glikemije kod bolesnika s dijabetesom tipa 2 (Hodgson i sur., 2002), potražnja za solanesolom je u porastu (Lipshutz i sur., 2005). S obzirom da je sinteza solanesola veoma zahtjevna, za njegovo dobivanje najčešće se koristi ekstrakcija iz biljnih sirovina, kao što su duhan, rajčica, krumpir, patlidžan i paprika. Dobivanje ovog spoja iz otpada biljnog podrijetla bilo bi u potpunosti u skladu s principima održive poljoprivrede (Yan i sur., 2015).

3.2.3. Rutin

Rutin je jedan od medicinski najvažnijih flavonoida. Prirodni je antioksidans, a u osušenom duhanu ga ima oko 1 %, što čini duhan dobrim izvorom ovog spoja. Zanimljivo je napomenuti da fermentirani listovi duhana sadrže manje rutina (0,5 %) od nefermentiranih (1,5 %). Razlog tomu je da se rutin razgrađuje djelovanjem enzima u procesu fermentacije (Fathiazad i sur., 2006). Rutin djeluje blagotvorno pri liječenju modrica, proširenih vena i varikoznih vena. Zbog toga je je veoma važno, razviti nove alternativne izvore za njegovo dobivanje. Pri tome je važno osigurati homogenost duhanskog otpada kao i riješiti probleme prilikom njegovog prikupljanja (Fathiazad i sur., 2006; Wang i sur., 2010).

3.2.4. Ostale bioaktivne komponente u sastavu duhanskog otpada

Nakon ekstrakcije solanesola iz listova duhana također ostaju velike količine otpada koje još uvijek sadrže polifenolne spojeve, primamo klorogensku i kofeinsku kiselinu te rutin, a potom kvercetin, kaempferol 3-O-rutinozid, eskuletin, skopoletin, p-kumarinsku kiselinu, ferulinsku kiselinu, galnu kiselinu, salicilnu kiselinu te njima slične spojeve (Wang i sur., 2008; Wang i sur., 2010; Chen i sur., 2012; Popova i sur., 2015).

Kofeinska kiselina je jedna od prirodnih fenolnih spojeva široko rasprostranjenih u biljnim materijalima, a nedavne farmakološke studije pokazale su da kofeinska kiselina ima antihiper-glikemijski (Hu i sur., 2000), antioksidativni (Chen i Ho, 1997; Gülçin, 2006), anti-apoptotički (Chen i Ho, 1997; Nardini i sur., 2001), antidepresivni (Takeda i sur., 2002) i antikarcinogeni učinak (Gao i sur., 2000). Prema Wang i sur. (2009) otpad u duhanskoj industriji je potencijalna sirovina za proizvodnju kofeinske kiseline.

Klorogenska kiselina i drugi polifenoli imaju široku primjenu u medicini, proizvodnji kemikalija i prehrambenoj industriji. Klorogenska kiselina ima antibakterijska, antivirusna i antikancerogena svojstva te je prirodni je antioksidans. Dosadašnji izvori klorogenske kiseline su veoma skupi i teško dostupni, te je veoma važno pronaći novi izvor na njihovu proizvodnju. Također, dokazano je da ekstrakcija potpomognuta mikrovalovima i ultrazvukom daje puno bolje rezultate od klasične ekstrakcije (Chen i sur., 2007).

Dosadašnja istraživanja bavila su se poglavito obradom i stabilizacijom duhanskog otpada kompostiranjem. Postupcima kompostiranja pri aerobnim uvjetima, dolazi do smanjenja ukupnog volumena otpada, kao i do smanjenje sadržaja nikotina (Briški i sur., 2003). No u današnje vrijeme sve se više istraživanja provodi u cilju izolacije bioaktivnih komponenti iz različitog biljnog materijala, ali i nusproizvoda biljnoga podrijetla u što spada i duhanski otpad. Ekstrakcija bioaktivnih komponenti iz duhanskog otpada u najvećoj mjeri se još uvijek provodi primjenom organskih otapala koja su nedovoljno selektivna, toksična, korozivna i dr., te je potrebno istražiti nove metode ekstrakcije i zbog toga se sve više pribjegava tzv. „zelenim“ tehnikama ekstrakcije. Stoga je ovaj materijal vrijedna polazna sirovina za buduća istraživanja.

Zaključak

Novi trendovi u upravljanju otpadom teže ka iskorištavanju i obradi otpada, a ne samo na odlaganju otpada kako je to bilo dugi niz godina. Duhanski otpad se zbog visoke razine nikotina i ugljika klasificira kao opasan otpad, te je sa stajališta ekologije veoma bitno pronaći načine kojima će takav otpad može prevesti u „neopasni“ i kao takav odlagati u okoliš. S druge strane, duhanski otpad se može promatrati kao vrijedna polazna sirovina za izolaciju različitih bioaktivnih komponenti (nikotin, rutin, kofeinska kiselina, klorogenska kiselina i drugi polifenoli). Zbrinjavanje duhanskog otpada predstavlja i velik financijski trošak, te bi njegovo iskorištavanje imalo višestruke pozitivne utjecaje, kako na okoliš tako i na ukupnu cijenu proizvodnje duhana.

Zahvala

Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom „Primjena inovativnih tehnika ekstrakcije bioaktivnih komponenti iz nusproizvoda biljnoga podrijetla“ (UIP-2017-05-9909).

Literatura

- Beljo J., Hercceg N., Nurkić H. (2017) Proizvodnja duhana u Bosni i Hercegovini – od blistave prošlosti do neizvjesne budućnosti. *Radovi Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 59, 49-61.
- Bhisey R. (2012) Chemistry and toxicology of smokeless tobacco. *Indian Journal of Cancer*, 49, 364-72.
- Briški F., Horgas N., Vuković M., Gomzi Z. (2003) Aerobic composting of tobacco industry solid waste—simulation of the process. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 5, 295-301.
- Butorac J. (2009) *Duhan*. Kugler d.o.o. Zagreb.
- Chen Y., Yu Q.Y., Li X., Luo Y., Liu H. (2007) Extraction and HPLC Characterization of Chlorogenic Acid from Tobacco Residuals. *Separation Science and Technology*, 42, 3481-3492.
- Civilini M., Domenis C., Sebastianutto N., Bertoldi M. (1997) Nicotine decontamination of tobacco agro-industrial waste and its degradation by microorganisms. *Waste Management & Research*, 15, 349-358.
- Čagalj M., Gugić J., Strikić F. (2017) Povijesni pregled uzgoja duhana u Dalmaciji. *Zbornik radova: Duhan u Bosni i Hercegovini – jučer, danas i sutra, 02-03.10.2017.*, Mostar, Federalni agromediteranski zavod, 48-60.
- Čagalj M., Ivanković M. (2017) Temeljne značajke duhanske industrije u EU - s posebnim osvrtom na Republiku Hrvatsku. *Zbornik radova: Duhan u Bosni i Hercegovini – jučer, danas i sutra, 02-03.10.2017.*, Mostar, Federalni agromediteranski zavod, 153-166.
- Duan S., Du Y., Hou X., Yan N., Dong W., Mao X., Zhang Z. (2016) Chemical Basis of the Fungicidal Activity of Tobacco Extracts against *Valsa mali*. *Molecules* 21, 3481-3492.
- Fathiazad F., Delazar A., Amiria R., Sarkerb S. D. (2006) Extraction of Flavonoids and Quantification of Rutin from waste Tobacco Leaves. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 3, 222-227.
- Gao T., Ci Y., Jian H., An C. (2000) FTIR investigation of the interaction of tumor cells treated with caffeic acid and chlorogenic acid. *Vibrational Spectroscopy*, 24, 225-231.
- Gülçin I. (2006) Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology*, 217, 213-220.
- Hodgson J. M., Watts G.F., Playford D.A., Burke V, Croft K.D. (2002) Coenzyme Q10 improves blood pressure and glycaemic control: a controlled trial in subjects with type 2 diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 1137-1142.
- Hrgović S. (2005) Agrotehnika proizvodnje duhana. *Glasnik zaštite bilja*, 5, 27-42.
- Hu R.S., Wang J., Li H., Ni H., Chen Y.F., Zhang Y.W., Xiang S.P., Li H.H. (2015) Simultaneous extraction of nicotine and solanesol from waste tobacco materials by the column chromatographic extraction method and their separation and purification. *Separation and Purification Technology*, 146, 1-7.
- Jarnević M. (2017) *Utjecaj nanočestica i iona srebra na proteom duhana (Nicotiana tabacum L.)*. Diplomski rad. Zagreb: Prirodoslovno – matematički fakultet.
- Jones S.O., Winston-Salem N.C. (1965) Methods of processing tobacco leaf stem material, *United States Patent*.
- Karačonji B.I. (2005) Facts about nicotine toxicity. *Institute for Medical Research and Occupational Health*, 56,363-371.
- Keča M., Gross S., Malnar I., Kalodera Z., Malojčić R. (1997) Izolacija solanesola iz duhana (*Nicotiana tabacum L.*) klasičnom ekstrakcijom i ultrazvučnom ekstrakcijom. *Farmaceutski glasnik*, 53, 173-182.
- Kopčić N. (2011) *Studij procesa aerobnog kompostiranja čvrstog otpada*. Doktorski rad. Zagreb: Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije.
- Levin E.D., Wilson W., Rose J., McEvoy J. (1996) Nicotine-haloperidol interactions and cognitive performance in schizophrenics. *Neuropsychopharmacology*, 15, 429-436.
- Lipshutz B.H., Lower A., Berl V., Schein K., Wetterich F. (2005) An improved synthesis of the “miracle nutrient” coenzyme Q10. *Organic Letters*, 7, 4095-4097.
- Maggio R., Riva M., Vaglini F., Fornai F., Molteni R., Armogida M., Racagni G., Corsini G.U. (1998) Nicotine prevents experimental parkinsonism in rodents and induces striatal increase of neurotrophic factors. *Journal Neurochem*, 71,

2439–2446.

Matthews R., Yang L., Browne S., Baik M. H., Beal B. (1998) Coenzyme Q10 administration increases brain mitochondrial concentrations and exerts neuroprotective effects. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 95, 8892–8897.

Müller T., Büttner T., Gholipour AF, Kuhn W. (2003) Coenzyme Q10 supplementation provides mild symptomatic benefit in patients with Parkinson's disease. *Neuroscience Letters*, 341, 201–204.

Nardini M., Leonardi F., Scaccini C., Virgili F. (2001) Modulation of ceramide-induced NF-[kappa]B binding activity and apoptotic response by caffeic acid in U937 cells: comparison with other antioxidants. *Free Radical Biology & Medicine*, 30(7), 722–733.

Newhouse P., Kellar K., Aisen P., White H., Wesnes K., Coderre E., Pfaff A., Wilkins H., Howard D., Levin E.D. (2012). Nicotine treatment of mild cognitive impairment: a 6-month double-blind pilot clinical trial. *Neurology*, 78, 91–101.

Novotny T.E., Zhao F. (1999) Consumption and production waste: another externality of tobacco use. *Tobacco control*, 8, 75–80.

Nurkić H. (2017) Duhan u Posavini u prošlosti i sadašnjosti. *Zbornik radova: Duhan u Bosni i Hercegovini – jučer, danas i sutra, 02-03.10.2017.*, Mostar, Federalni agromediteranski zavod, 131–144.

Ozimec R., Karoglan Kontić J., Maletić E., Matotan Z., Frane S. (2015) *Tradicijske sorte i pasmine Dalmacije: Duhan*. Monografija. Zagreb: Program Ujedinjenih naroda za razvoj, 398–400.

Parlamentarna Skupština Bosne i Hercegovine. *Zakon o duhanu Bosne i Hercegovine*, Službeni glasnik BiH broj 32/10.

Piotrowska-Cyplik A., Olejnik A., Cyplik P., Dach J., Czarnecki Z. (2009) The kinetics of nicotine degradation, enzyme activities and genotoxic potential in the characterization of tobacco waste composting. *Bioresource Technology*, 100, 5037–5044.

Pisklov V.P., Kochetkova S.K., Duruncha N.A., Kokorina L.V., Medvedeva S.A., Anushyan S.G., Vniitti K. (2004) The characteristics of a chemical composition of the tobacco raw materials used for manufacture of tobacco products in Russia. *Tobacco-Review International*.

Popova V., Gochev V., Girova T., Iliev I., Ivanova T., Stoyanova A. (2015) Extraction Products from Tobacco – Aroma and Bioactive Compounds and Activities. *Current Bioactive Compounds*, 11, 31–37.

Rincón J., Lucas A., García M.A., García A., Alvarez A., Carnicer A., (1998) Preliminary Study on the Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Nicotine from Tobacco Wastes. *Separation Science and Technology*, 33, 411–423.

Roselius W., Vitzthum O., Hubert P. (1979) Process for the extraction of nicotine from tobacco. *United States Patent 4153063*.

Sándor P.S., Di Clemente L., Coppola G., Saenger U., Fumal A., Magis D., Seidel L., Agosti R.M., Schoenen J. (2005). Efficacy of coenzyme Q10 in migraine prophylaxis: a randomized controlled trial. *Neurology*, 64, 713–715.

Shults C. W., Oakes D., Kiebertz K., Beal M. F., Haas R., Plumb S., Juncos J. L., Nutt J., Shoulson I., Carter J., Kompoliti K., Perlmutter J. S., Reich S., Stern M., Watts R.L., Kurlan R., Molho E., Harrison M., Lew M. (2002) Effects of coenzyme Q10 in early Parkinson disease: evidence of slowing of the functional decline. *Archives of neurology*, 59, 1541–1550.

Statista (2016). "Udio na tržištu po vrtkama u duhasnoj industriji". <http://www.statista.com/statistics/279873/global-cigarette-market-share-by-group>

Takeda H., Tsuji M., Inazu M., Egashira T., Matsumiya T. (2002) Rosmarinic acid and caffeic acid produce antidepressive-like effect in the forced swimming test in mice. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 449, 261–267.

Vlada Republike Hrvatske (2005) Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada, NN 50/05.

Vuković B., Mijić K., Spahić N. (2015) Concentration of tobacco market: Evidence from Serbia. *Economics of Agriculture*, 62, 385–398.

Vuković M., Čosić I., Kolačko K., Briški F. (2012) Kinetika biorazgradnje organskih tvari u procjednoj vodi iz duhan-skog otpada. *Kemija u industriji*, 61, 417–425.

Wang J., Lu D., Zhao H., Jiang B., Wang J., Ling X., Chai H., Ouyang P. (2010) Discrimination and classification of tobacco wastes by identification and quantification of polyphenols with LC–MS/MS. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 75, 875–891.

Wang M., Yang G., Min H., Lv Z., Jia X. (2009) Bioaugmentation with the nicotine-degrading bacterium *Pseudomonas* sp. HF-1 in a sequencing batch reactor treating tobacco wastewater: Degradation study and analysis of its mechanisms. *Water Research*, 43, 4187–4196.

Wenhua Z., Xiaolong Z., Jinhui P., Libo Z., Minghai L., Jingjian Z. (2013) Optimization of Microwave Drying Biomass Material of Stem Granules from Waste Tobacco Using Response Surface Methodology, *Drying Technology: An International Journal*, 31, 1234–1244.

White H.K. and Levin E.D. (1999) Four-week nicotine skin patch treatment effects on cognitive performance in Alzheimer's disease. *Psychopharmacology*, 143, 158–165.

Wang S., Xu P., Tang H. (2004) Biodegradation and detoxification of nicotine in tobacco solid waste by a *Pseudomonas* sp. *Biotechnology Letters*, 26, 1493–1496.

Yan N., Liu Y., Gong D., Du Y., Zhang H., Zhang Z. (2015) Solanesol: a review of its resources, derivatives, bioactivities, medicinal applications, and biosynthesis. *Phytochemistry Reviews*, 14, 403–417.

Prispjelo/Received: 2.5.2018

Prihvaćeno/Accepted: 7.6.2018.