

Malina i kupina gajene u Srbiji sa aspekta Zelene agende

Raspberries and blackberries grown in Serbia from the perspective of the Green Agenda

Milica Zdravković^{1*}, Vesna Grekulović², Nada Štrbac³, Bojan Zdravković⁴,
Milan Gorgievski⁵, Miljan Marković⁶, Marina Marković⁷

^{1,2,3,5,6,7}Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, Vojske Jugoslavije 12, Bor, Srbija /
University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Vojske Jugoslavije 12, Bor, Serbia

⁴Srbija Zijin Mining d.o.o., Suvaja 185 a, 19229 Brestovac, Srbija /
Serbia Zijin Mining d.o.o., Suvaja 185 a, 19229 Brestovac, Serbia

*Autor za prepisku / Corresponding author

Rad primljen / Received: 27.03.2024, Rad prihvaćen / Accepted: 10.05.2024.

Sažetak: Srbija je jedna od vodećih zemalja u svetu po proizvodnji maline i kupine. Proizvodnja je usmerena na gajenje maline i kupine radi prodaje ploda, pa velike količine lista ove dve biljke ostaju neiskorišćene na plantažama ili bivaju spaljene. U narodnoj medicini je poznato lekovito dejstvo lista maline i lista kupine, ali je zbog velike proizvodnje nemoguće iskoristiti svu količinu listova u ove svrhe. Novija istraživanja ukazuju na brojne mogućnosti primene lista maline i lista kupine. Važan aspekt predstavlja upotreba maline i kupine koja raste u blizini rudnika. Pored upotrebe u medicini i farmaciji ekstrakti se mogu koristiti kao inhibitori korozije metala. Osiromašena biljna masa se može primeniti za biosorpciju, kao vezivno sredstvo i polazna komponenta proizvodnje celuloze. Dobijanjem ekstrakta umesto spaljivanja listova ispunjava se prvi uslov Zelene agende, a to je dekarbonizacija i smanjenje industrijskih emisija. Smanjuje se zagađenje životne sredine sa fokusom na kvalitet vazduha. Adekvatnim izborom ekstragensa postiže se bolja energetska efikasnost. Cirkularna ekonomija se postiže sistemom u okviru kojeg se podstiču proizvodni resursi (plod i list), a otpad, emisija otpada i energetski odliv bitno umanjuju. Pored podsticanja privrede i održivih prehrambenih sistema biljaka koje su karakteristične za Zapadni Balkan, postiže se zaštita i investiranje u ekosisteme.

Ključne reči: malina, kupina, cirkularna ekonomija, zelena agenda.

Abstract: Serbia is one of the leading countries in the world in terms of raspberry and blackberry production. Production is focused on the cultivation of raspberries and blackberries for the purpose of the fruit selling, so large amounts of leaves of these two plants remain unused on plantations or are burned. In traditional medicine, the healing effects of raspberry leaves and blackberry leaves are known, but due to the large production, it is impossible to use all the leaves for these purposes. Newer research indicates numerous possibilities of application of raspberry leaves and blackberry leaves. An important aspect is the use of raspberries and blackberries that grow near the mine. In addition to being used in medicine and pharmacy, extracts can be used as metal corrosion inhibitors. Depleted plant mass that can be used for biosorption, as a binding agent and starting component of cellulose production. Obtaining the extract instead of burning the leaves fulfills the first condition of the Green Agenda, which is decarbonization and reduction of industrial emissions. Environmental pollution is reduced with a focus on air quality. Better energy efficiency is achieved by an adequate selection of extragens. The circular economy is achieved by a system in which production resources (fruit and leaves) are encouraged, and waste, waste emission and energy outflow are significantly reduced. In addition to encouraging the economy and sustainable plant food systems that are characteristic of the Western Balkans, protection and investment in ecosystems is achieved.

Keywords: raspberry, blackberry, circular economy, green agenda.

¹orcid.org/0000-0001-9488-9151, e-mail: mboskovic@tfbor.bg.ac.rs

²orcid.org/0000-0001-6871-4016, e-mail: vgrekulovic@tfbor.bg.ac.rs

³orcid.org/0000-0003-4836-1350, e-mail: nstrbac@tfbor.bg.ac.rs

⁴orcid.org/0009-0006-3145-1287, e-mail: bojanzdravkovicbole@gmail.com

⁵orcid.org/0000-0002-9899-719X, e-mail: morgievski@tfbor.bg.ac.rs

⁶orcid.org/0000-0002-4734-1481, e-mail: mmarkovic@tfbor.bg.ac.rs

⁷orcid.org/0009-0007-7553-6423, e-mail: marina.markovic@tfbor.bg.ac.rs

UVOD / INTRODUCTION

Težnja ka napretku zemalja Zapadnog Balkana u smislu usaglašavanja sa tendencijama Evropske Unije da se postigne zelena ekonomija i adaptacija privrede na klimatske promene, dovela je do potpisivanja Zelene agende za zemlje Zapadnog Balkana. Jedan od ključnih principa Zelene agende je da tranzicija ka karbonskoj neutralnosti mora biti socijalno pravedna i inkluzivna da bi bila uspešna. Cilj je smanjenje zagađenja životne sredine (vazduha, zemljišta i voda) i usaglašavanje sa pravnim tekovinama EU u svih pet oblasti obuhvaćenih Zelenom agendom (<https://zelena-agenda.eu/zatebe.rs>):

1. dekarbonizacija, energetska efikasnost i smanjenje industrijskih emisija;
2. cirkularna ekonomija za efikasno korišćenje resursa i industrijsku simbiozu;
3. smanjenje zagađenja životne sredine sa fokusom na kvalitet vazduha;
4. zaštita i investiranje u biodiverzitet i ekosisteme;
5. održivi prehrambeni sistemi i ruralni razvoj.

Evropsko iskustvo nam govori da je za regionalnu integraciju neophodno da se pored unapređenja saradnje među državama, unapređuje saradnja i između lokalnih teritorijalnih zajednica u pograničnom području (Golubović i dr., 2012). Unapređenje prekogranične saradnje može da predstavlja dobru osnovu za uspostavljanje dobrosusedskih odnosa, koji ne samo da doprinese miru i stabilnosti u regionu, već i predstavljaju pokretač ekonomskog razvoja i ekonomske održivosti ovih zemalja (Balaban i dr., 2023). Jedan od načina da se ispune svih pet oblasti Zelene agende i uspostavi regionalna integracija je podsticanje proizvodnje biljnih kultura, posebno voća, koje je značajno za ruralni razvoj zemalja Zapadnog Balkana (Janković i dr., 2023).

Takođe, važno je naći namenu nusproizvodima proizvodnje voća, posebno biljnom otpadu koji se spaljuje nakon berbe ili čije je odlaganje otežano zbog prevelike količine. Na ovaj način se podstiče dalja proizvodnja biljnih kultura koje dobro uspevaju na tom zemljištu, omogućava razmena inovacija i naučnih saznanja iz oblasti cirkularne ekonomije (Aleksić i dr., 2023). Tako se smanjuje cena odlaganja nusproizvoda, i otpada neophodnost spaljivanja biljnog otpada i stvaranja toksičnih materija.

U Srbiji kupina i malina imaju značajan potencijal. Prema Agri exchange statistici, Srbija je u 2021. godini bila najveći svetski izvoznik malina, kupina, dudova, loganberi maline, crne/bele/crvene ribizle i ostalog bobičastog voća zajedno (<https://>

agriexchange.apeda.gov.in). Malina je vodeća voćna vrsta u Srbiji. Gaji se na više od 15000 hektara. Njena proizvodnja je uglavnom koncentrisana u zapadnoj Srbiji s obzirom na izuzetno povoljne prirodne uslove. Meštani imaju veliko iskustvo u gajenju ovog voća, a primetan je i trend povećanja zasađa. Najveće površine zasađene malinom nalaze se u ivanjičkoj opštini, na više od 1500 hektara. Posle maline, kupina je najznačajnija voćna vrsta u Srbiji. Gaji se na više od 4000 hektara. Kao i kod maline, proizvodnja je koncentrisana u zapadnoj Srbiji. Srbija je po proizvodnji kupine visoko rangirana i zauzima četvrto mesto u svetu (<https://allberriesserbia.com>). Važnost Srbije kao jednog od najvećih svetskih proizvođača kupine u svetu potvrdilo je i istraživanje iz 2005. godine. Te godine je u Evropi bilo 7692 ha komercijalno gajenih kupina. Srbija je činila 69% (5300 ha) evropske površine zasađene kupinom, a u svetu je bila na prvom mestu po površini zasadima kupine (Strik i dr., 2007). Novija istraživanja ukazuju da se u poslednjih nekoliko godina proizvodnja maline intenzivno širi na ona područja gde do sada nije tradicionalno kultivisana (Kljajić i dr., 2023).

Dati podaci ukazuju na značaj maline i kupine za ruralni razvoj i privredu Republike Srbije. Međutim, usled velike proizvodnje maline i kupine sa ciljem proizvodnje voća, kao dodatni proizvod sa velikim potencijalom može se iskoristiti list ovih biljaka. Cilj ovog rada je prikazati mogućnost primene ploda i lista maline i kupine, kako bi se ispunili svi aspekti Zelene agende i uveli novi ekološki i ekonomski isplativi produkti.

1. MALINA - POREKLO, PROIZVODNJA, LEKOVITOST / RASPBERRY - ORIGIN, PRODUCTION, HEALING PROPERTIES

Latinski naziv za malinu je *Rubus idaeus L.*, a sinonimi su jagodnjak, planinska malina, malinjek, maljuga, maruga, pitovna kupina, plasminka, sunica, himper, crvena jagoda, crvena kupina i črlena kupina. Malina je poreklom iz Male Azije. Nekada se u SR Jugoslaviji proizvodilo oko 20000 t ili oko 2 kg po stanovniku.

Malina je desertno voće. Osim toga plodovi maline se tradicionalno koriste u Srbiji u terapeutske svrhe. Listovi maline se koriste za lečenje dijareje, za smanjenje kiseline u želucu, lečenje glavobolje i kašlja, protiv upale očiju i dizenterije. Plodovi maline se koriste protiv visoke temperature, prehlade i zapaljenja pluća, za lečenje upale žučnih kanala i ciroze jetre.

Kao jedna od najvažnijih vrsta bobičastog voća, malina zauzima posebno mesto u ukupnoj proiz-

vodnji voća u Srbiji (Kljajić i dr., 2013). Proizvodnja maline u Srbiji datira još od 1880. godine, kada se gajila kao ukrasna biljka. Maline se mogu koristiti kao sveže, kao sirovina za prerađivačku industriju i kao prehrambeni proizvodi u obliku džemova, sokova, sirupa, kompota, vina itd. U Srbiji se oko 90% maline koristi u smrznutom stanju, jer se smrznuto voće može koristiti tokom cele godine. Male količine maline se koriste kao sveže (Kljajić i dr., 2023). U Tabeli 1 su date prosečne vrednosti površine uzgoja, ukupne proizvodnje i prinosa maline u Republici Srbiji za period 2013-2022.

Tabela 1. Prosečne vrednosti površina i prinosa maline u Republici Srbiji (2013-2022)

Table 1. Average values of areas and yields of raspberries in the Republic of Serbia (2013-2022)

| Godina | Površina uzgoja, ha | Ukupna proizvodnja, t | Prinos, t/ha |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|
| 2013 | 13118 | 74682 | 5,7 |
| 2014 | 14792 | 82683 | 5,6 |
| 2015 | 16211 | 97165 | 6,0 |
| 2016 | 20194 | 113172 | 5,6 |
| 2017 | 21861 | 109742 | 5,0 |
| 2018 | 22654 | 127010 | 5,6 |
| 2019 | 23249 | 120058 | 5,2 |
| 2020 | 24028 | 118674 | 4,9 |
| 2021 | 20807 | 110589 | 5,3 |
| 2022 | 19703 | 116093 | 5,8 |
| Srednja vrednost | 19662 | 106987 | 5,5 |
| Prosečna godišnja promena, % | 4,62 | 5,02 | -0,19 |

Izvor/Source: (Kljajić i dr., 2023)

2. KUPINA - POREKLO, PROIZVODNJA, LEKOVITOST / BLACKBERRY - ORIGIN, PRODUCTION, HEALING PROPERTIES

Latinski naziv za kupinu je *Rubus fruticosus L.*, a sinonimi su ežina, ježina, kupinka, kupinjača, kupjenak, kupjenače jagode, muraga, ostruga, crna jagoda i črna kupina. Kupina potiče iz Sredozemlja. Gaji se u Evropi i Severnoj Americi tek od kraja devetnaestog veka. U Srbiji je počela da se gaji šezdesetih godina prošlog veka, u početku više u vrtovima i na okućnicama, a kasnije na plantažama. U divljem stanju kupina najčešće raste pored puteva i reka. Republika Srbija učestvuje sa 69% u evropskoj i 17,82% u svetskoj proizvodnji kupine, što našu zemlju svrstava među četiri vodeća svetska proizvođača ovog voća (Leposavić i dr., 2021).

Plodovi kupine imaju veliku hranljivu, tehnološku i dijetoterapeutsku vrednost. Plod je zbirni, sastavljen od sitnih koštunica, crne je, ređe i crvene boje. Odličan je za domaću preradu i industriju konzervi. Naročito se koristi u proizvodnji sokova, želea, džemova, slatka, specijalnog kupinovog vina, sirćeta i dr.

U terapeutske svrhe se koriste plodovi, listovi i cvetovi kupine, a takođe sirup i vino od kupina. Takođe ekstrakti plodova i listova kupine koriste se protiv anemije, dijareje, zapaljenja bubrega, i neurednih menstruacija, za lečenje gingivitisa i protiv angine, upale grla i krajnika.

Plodovi kupine se koriste u medicinske, nutritivne i kozmetičke svrhe zbog dragocenih hranljivih materija i bioaktivnih sastojaka. Minerali, tanini, flavonoidi, terpeni, kiseline i glikozidi su prisutni u nadzemnim delovima. Nadzemni delovi blagotvorno utiču na zdravlje (Zia-UI-Haq i dr., 2014; Riaz i dr., 2011). Ekstrakti listova kupine sa različitim polaritetima tradicionalno se koriste za lečenje dijabetesa. Nedavna istraživanja pokazuju njihov antimikrobni efekat i citotoksične aktivnosti (Weli i dr., 2020). List kupine se koristi kao tonik i vodica za ispiranje usta koji pomažu u lečenju drozda, upale desni, upala grla i čireva u ustima (Zia-UI-Haq i dr., 2014).

3. IMPLEMENTACIJA PROIZVODA MALINE I KUPINE U RAZLIČITIM OBLASTIMA ZELENE AGENDE / IMPLEMENTATION OF RASPBERRY AND BLACKBERRY PRODUCTS IN THE AREAS OF THE GREEN AGENDA

Upotreba lekovitog i aromatičnog bilja u lečenju stanovništva u Srbiji ima dugu tradiciju. Pored primene u zdravstvenoj zaštiti, lekovito i aromatično bilje se sve više koristi u raznim granama industrije: farmaceutskoj, kozmetičkoj, hemijskoj, prehrambenoj industriji i dr. Proizvodnja lekovitog i aromatičnog bilja podrazumeva dobijanje sirovina branjem samoniklog bilja iz prirode (sakupljanje) i gajenjem na njivi (kultivacija, plantažna proizvodnja). Gajenjem se dobija veća količina biljnih sirovina. Time se postiže ujednačen kvalitet, značajno se smanjuje pritisak na prirodne resurse (<https://hdl.handle.net>). Primenom proizvoda od lista maline i lista kupine postiže se ušteda u smislu da list ove dve biljke uglavnom predstavlja nusproizvod, pa je pogodno iskoristiti ih u komercijalne svrhe, a pritom nije ih potrebno naknadno gajiti kako bi se obezbedila dovoljna količina.

Adekvatnom implementacijom proizvoda maline i kupine moguće je obuhvatiti svih pet oblasti Zelene agende. Dosadašnja proizvodnja maline i kupine usmerena je na što veći prinos ploda ovog voća, dok je primena nusproizvoda proizvodnje maline i kupine

uglavnom zanemarena i svedena na primenu čaja od lista ovih biljaka kao tradicionalni lek. Međutim, novija istraživanja usmerena na dobijanje ekstrakata lista maline (Yang i dr., 2019; Socha i dr., 2023) i kupine (Paczkowska-Walendowska i dr., 2021; Zdravković i dr., 2023) ukazuju na mogućnost usmeravanja proizvodnje koja bi odgovarala principima Zelene agende.

Nakon berbe ploda maline i kupine ostaju velike količine organskog otpada koji se najčešće spaljuje, a manji deo se koristi za proizvodnju čaja lista maline i čaja lista kupine. Kao što je prikazano u Tabeli 1, godišnje se u Srbiji proizvede više od 100.000 tona maline, pa je očigledno da je nemoguće iskoristiti sav list maline, ali i list kupine, za proizvodnju čaja, već je potrebno pokrenuti nove proizvodne procese kako bi se proces proizvodnje maline i kupine u potpunosti iskoristio. Time bi bio ispunjen prvi korak ka Zelenoj agendi, zato što bi se umesto spaljivanja organske materije nakon berbe, organska materija koristila kao ulazna komponenta proizvodnog procesa za dobijanje ekstrakata lista maline i lista kupine. Na ovaj način bi se smanjila emisija štetnih gasova i pokrenula industrijalizacija novih proizvoda.

Istraživanje iz 2016. godine pokazalo je razliku fenolnog sastava ekstrakata listova različitih sorti maline i kupine gajenih u Srbiji (Pavlović i dr., 2016). Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je na osnovu 23 jedinjenja koja su kvantifikovana korišćenjem dostupnih standarda, utvrđeno da je elaginska kiselina glavna fenolna kiselina u listovima *Rubusa* (u rasponu od 1574 do 2875 mg kg⁻¹ suve mase). Listovi maline imali su veći sadržaj katehina, epigalokatehin galata, rutina, ferulne kiseline, hlorogenske kiseline i p-hidroksibenzojeve kiseline od uzorka lista kupine. S druge strane, u uzorku lista kupine bilo je više kofeinske kiseline i eskulina nego u listovima maline. U svim listovima je identifikovan visok ukupni sadržaj fenola, utvrđen je dobar kapacitet uklanjanja radikala (38,05-83,77%), adekvatna redukcija jona gvožđa (59,74-92,80 mmol L⁻¹ rastvora askorbinske kiseline), dobra aktivnost uklanjanja superoksid anjonskih radikala (28,43-39,87%), ali niska sposobnost helatiranja metala (1,55-8,86%).

Zbog svog antioksidativnog, antiinflamatornog i mikrobiološkog delovanja list kupine nazivaju i novom funkcionalnom hranom. Naučnici su iz sirovog lista kupine izvršili ekstrakciju aktivnih supstanci pomoću vode i mešavine vode i metanola, primenom ultrazvučnog kupatila. Pomoću tečne hromatografije visoke performanse je utvrđeno prisustvo 11 aktivnih jedinjenja (fenolne kiseline: kafeinska kiselina, elaginska kiselina, galna kiselina, siringinska kiselina; flavonoli: kvercetin, kempferol i njihovi glikozidi:

rutin, izokvercetin, hiperozid; flavon-3-oli: katehin, epikatehin) u dobijenim ekstraktima (Paczkowska-Walendowska i dr., 2021). Ekstrakt lista kupine nije mnogo zastupljen u farmaceutskoj industriji, ali je dokazano da ima značajnu ulogu u umanjenju bora (Herrmann i dr., 2007), samim tim ekstrakt lista kupine ima potencijal da postane jedna od važnih komponenti za proizvodnju krema i ostalih preparata za negu kože.

Kao važan korak ka smanjenju zagađenja i podsticanju održivog razvoja je dobijanje ekstrakata pomoću rastvarača koji su jeftini i ekološki prihvatljivi. Takav ekstrakt je ekstrakt lista kupine dobijen pomoću vode, koji se pokazao kao dobar inhibitor korozije bakra u hloridnoj sredini (Zdravković i dr., 2023). Na ovaj način je moguće zameniti do sada skupe i toksične inhibitore korozije bakra u hloridnoj sredini, kao što je benzotriazol (Zdravković i dr., 2022). Takođe, ekstrakt dobijen od listova bobičastog voća se pokazao kao dobar inhibitor korozije bakra u rastvoru 2 M HNO₃ (Fouda i dr., 2018).

Identifikovane su tri aktivne supstance u ekstraktu lista kupine dobijenom ekstrakcijom pomoću vode, to su kafeinska kiselina, kvercetin-3-O-glukozid i kempferol-3-O-glukozid (Zdravković i dr., 2023). Kvercetin pripada grupi polifenola, uglavnom se vezuje za šećere i kao takav se najčešće javlja u obliku kvercetin-3-O-glukozida ili kao aglikon (Michala, Pritsa, 2022). Smatra se da flavonoidi koji se nalaze u hrani, kao što su kvercetin, kamferol i apigenin, imaju jače antioksidativno dejstvo u odnosu na vitamin C i vitamin E (Sokół-Łętowska i dr., 2007). U biljkama se nalazi velika količina kvercetin-3-O-glukozida, koja ustvari predstavlja vezu cikličnog ugljenika sa šećerima. Komponenta šećera je najčešće vezana na C prstenu na različitim pozicijama (3', 4', 5', 7') (Crozier i dr., 2009). Flavonoli, kao i ostali flavonoidi, se u prirodi javljaju u dva oblika, u obliku aglikona kome nedostaje deo ugljenih hidrata ili u obliku glikozida, gde je hidroksilna grupa zamenjena šećerima. Šećeri koji se vezuju su glukoza, ramnoza ili rutinoza (Li i dr., 2016). Kamferol-3-O-glikozid ima značajno terapeutsko dejstvo. Istraživanja pokazuju da prisustvo ovog jedinjenja u organizmu štiti jetru od oksidativnog oštećenja prouzrokovanog toksičnim materijama kao što je ugljenik tetrahlorid. Još jedno jedinjenje koje se javlja u ekstraktu lista kupine je kafeinska kiselina. Kafeinska kiselina u ljudskom organizmu indukuje apoptazu cervikalnih ćelija kancera dejstvom na mitohondrijski put.

Najveći deo kupine se gaji u Zapadnoj Srbiji, ali pored toga postoje velike količine samonikle kupine širom zemlje. Nivo prisutnosti mangana (Mn) u

Borskom regionu određivan je na bazi njegovog sadržaja u lišću, korenju i zemljištu divlje kupine. Detektovane koncentracije zemljišnog Mn bile su upoređene sa relevantnim vrednostima datim u zakonskoj regulativi. Zemljišni i korenski izračunati faktori obogaćenja pokazali su potpuno odsustvo kontaminacije na skoro svim lokacijama, dok su listni izračunati faktori obogaćenja otkrili umerenu do značajnu kontaminaciju na nekoliko lokacija (Alagić i dr., 2019). Kupina koja raste u blizini rudnika nije pogodna za primenu u medicini i farmaciji, ali se može koristiti za proizvodnju ekstrakta lista, koji se može primeniti kao inhibitor korozije metala. Na ovaj način se podstiče dalji razvoj rudarstva i metalurgije. Ranija istraživanja ukazuju na važnost održivog razvoja rudnika bakra u Borskom regionu (Zeković, Vujošević, 2008).

Jedna od najpoznatijih primena ekstrakta lista maline je olakšavanje porođaja. Novija istraživanja usmerena su na otkrivanje molekularnog mehanizma delovanja i efikasnost listova i ekstrakata maline na sazrevanje grlića materice i izazivanje porođaja (Socha i dr., 2023). Uporednim ispitivanjem praha lista maline i dva tipa ekstrakta lista maline, utvrđeno je prisustvo 12 polifenola. Elaginska kiselina i kvercetin-3-O-glukuronid su glavna jedinjenja u uzorcima, sa više od 75% ukupnog sadržaja. Žele mešavina ekstrakta lista maline, pektina i natrijum alginata davana miševima putem sonde rezultirala je smanjenim dobijanjem na težini i procentom adipoznosti, produženim vremenom iscrpljenosti, i smanjenjem nadutosti creva (Yang i dr., 2019). Još jedna zanimljiva primena ekstrakta lista maline je ekstracelularna bio-inspirisana sinteza srebrnih nanočestica korišćenjem ekstrakta lista maline protiv ljudskih patogena (Pradeepa i dr., 2014). Kao i ekstrakt lista kupine, tako se i ekstrakt lista maline može primeniti za negu kože. Istraživanja pokazuju da ekstrakt lista maline hidrira kožu i da u kombinaciji sa vitaminom C i vitaminom E deluje protiv starenja kože (Rattanawiwatpong i dr., 2020).

Ekstrakt dobijen od lista, ploda i cveta maline se pokazao kao efikasan inhibitor korozije bronze u rastvoru 3 % NaCl (Kasapović i dr., 2023). Ovaj ekstrakt je dobijen od maline gajene u Bosni i Hercegovini, što znači da je malina važan resurs i drugih zemalja Zapadnog Balkana. Takođe, list maline se može koristiti kao biosorbent, zato što predstavlja prirodni izvor lignoceluloze (Mosoarca i dr., 2022). Istraživanja pokazuju da se nanovlakna celuloze dobijena iz biljnog materijala nakon orezivanja maline mogu iskoristiti za cirkularnu primenu u jestivim premazima (Morcillo-Martín i dr., 2023).

Sva navedena istraživanja ukazuju na velike mogućnosti primene nusproizvoda proizvodnje ma-

line i kupine. Na osnovu prikazane primene ploda, lista i cveta maline i kupine, može se zaključiti da se malina i kupina gajene u Srbiji mogu koristiti kao resursi koji odgovaraju cirkularnoj ekonomiji. Na ovaj način pored smanjenja zagađenja, posebno vazduha, podstiče se ruralni razvoj i podržavaju održivi prehrambeni sistemi. Podstiče se upotreba nusproizvoda proizvodnje ekstrakata i podstiču dalja istraživanja, kako bi ekstrakti našli dalju primenu u medicini i farmaciji, a osiromašeni biljni materijal bio primenjen kao biosorbent ili celulozni materijal. Takođe, postoji mogućnost upotrebe maline i kupine sa područja koja su ranije zagađena rudarskim i metalurškim procesima, što dalje doprinosi ekologiji u Istočnoj Srbiji gde već postoji tendencija ka ekološkom i održivom rudarstvu.

ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Malina i kupina imaju važan ekonomski značaj za srpsku privredu. Pored velike proizvodnje i izvoza plodova ove dve biljke, veliki značaj imaju listovi i nusproizvodi koji nastaju nakon orezivanja. Pored tradicionalne upotrebe lista maline i kupine, velike količine lista propadaju na plantažama širom zemlje zbog nerazvijene cirkularne ekonomije. Ekstrakt dobijen od lista maline ili lista kupine ima potencijal da omogući primenu cirkularne ekonomije. Pored toga što dobijeni ekstrakt zadržava lekovita svojstva aktivnih jedinjenja lista, smanjuje se potreba za spaljivanjem nusproizvoda ove dve biljke nakon berbe. Na ovaj način se podstiče dekarbonizacija, privreda, ruralni razvoj i podržavaju se održivi prehrambeni sistemi. Takođe, primenu u industriji može imati i nusproizvod dobijanja ekstrakta, a to je osiromašena biljna masa. Ona se može primeniti u procesima gde je potrebna celuloza ili kao biosorbent. Na ovaj način se primenjuju svi produkti dobijeni proizvodnjom maline i kupine i ispunjavaju uslovi Zelene Agende za Zapadni Balkan.

Zahvalnica / Acknowledgement

Istraživanje predstavljeno u ovom radu urađeno je uz finansijsku podršku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, u okviru finansiranja naučnoistraživačkog rada na Univerzitetu u Beogradu, Tehničkom fakultetu u Boru, prema podacima ugovora sa registarskim brojem 451-03-65/2024-03/200131.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Alagić, S. Č., Tošić, S. B., Nujkić, M. M., Milić, S. M., Papludis, A. D., Stević, Z. M. (2019). Manganese biomonitring in the region of Bor (Eastern Serbia) on the basis of the content in the sample of leaves, roots and soil of wild black-

- berry, *7th International Conference on Renewable Electrical Power Sources*, Belgrade, October 17-18. 2019, pp. 55-60.
- [2] Aleksić, I., Vujović, T., Arsić, Lj. (2023). Zelena i cirkularna ekonomija kao simboli brige o zaštiti životne sredine, *Ecologica*, 30(110), 180-188.
- [3] Balaban, S., Sotirov, A., Madžar, L. (2023). Ekonomska održivost u poljoprivredi na primeru zemalja EU, *Ecologica*, 30(110), 239-246.
- [4] Crozier, A., Jaganath, I.B., Clifford, M.N. (2009). Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health, *Nat. Prod. Rep.*, 26(8), 1001-1043.
- [5] Fouda, A.S., Abdel Haleem, E. (2018). Berry leaves extract as green effective corrosion inhibitor for Cu in nitric acid solutions, *Surf. Engin. Appl. Electrochem.*, 54, 498-507.
- [6] Golubović, S., Golubović, N., Cvetković, P. (2012). Prekogranična saradnja u zemljama Zapadnog Balkana - mogućnosti i ograničenja, *Teme*, 36(4), 1613-1629.
- [7] Herrmann, M., Grether-Beck, S., Meyer, I., Franke, H., Joppe, H., Krutmann, J., Vielhaber, G. (2007). Blackberry leaf extract: a multifunctional anti-aging active, *Int. J. Cosmet. Sci.*, 29 (5), 411-411,
- [8] https://agriexchange.apeda.gov.in/ProductSearch/Major_Exporing_Countries.aspx?mi=major_exp&hscod=6a%2B9F9I77r%2FpPWA1YH%2F7WOfkfQlJ6nbTRdg5gGGiZoT7ypkoAkDXAauAzSPs3Abwv2Rg9zz%2B%2BM%3D&hscod=6a%2B9F9I77rADJ%2Fg9Mkr6lPtGoSZOTFtnsQFvGzE4h4i5rHpbWzAMB8LG%2BAa5kBfZly6LcO99rICCFnlDFUs6S4Q%2BYAP%2FGRESW1QGUL3p3CLHhPxEc2PxcFfEmGjqKkx7pCcenihaVnv5QO9jze5OyTPtfkj70CADu8mO4Jwj%3D
- [9] <https://allberriesserbia.com/en/about-us/about-serbia>
- [10] https://hdl.handle.net/21.15107/rcub_nardus_6346
- [11] <https://zelena-agenda.euzatebe.rs/rs/o-projektu>
- [12] Janković, M., Jović Bogdanović, A., Ivannikov, N., Kijački, D. (2023). Organska proizvodnja kao koncept očuvanja ekoloških specifičnosti ruralnih područja, *Ecologica*, 30(110), 224-230.
- [13] Kasapović, D., Klepo, L., Ostojić, J., Bikić, F., Korać, F. (2023). Effect of polka raspberry (*Rubus idaeus* L.) extract on corrosion inhibition of bronze, *Zaštita materijala*, 64 (4), 383-91.
- [14] Kljajić, N., Vuković, P., Arsić, S. (2013). Tendencies related to the production of raspberries in the Republic of Serbia, *Economics of Agriculture*, 60 (1), 39-48.
- [15] Kljajić, N., Vuković, P., Arsić, S. (2023). Production and foreign trade exchange of raspberries: Case study of Serbia, *West. Balk. J. Agric. Econom.*, 5(1), 91-105.
- [16] Lepasavić, A., Jevremović, D., Vasić, T., Paunović, S. M., Tomić, J. (2021) Berries in Serbia - current state and prospects, *J. Mt. Agric. Balk.*, 24(4), 306-323.
- [17] Li, Y., Yao, J., Han, C., Yang, J., Chaudhry, M., Wang, S., Liu, H., Yin, Y. (2016). Quercetin, inflammation and immunity, *Nutrients.*, 8 (3), 167.
- [18] Michala, A. S., Pritsa, A. (2022). Quercetin: A molecule of great biochemical and clinical value and its beneficial effect on diabetes and cancer, *Diseases*, 10(3), 37.
- [19] Morcillo-Martín, R., Rabasco-Vílchez, L., Espinosa, E., Pérez-Rodríguez, F., Rodríguez, A. (2023) Raspberry (*Rubus idaeus* L.) waste-derived nanocellulose for circular application in edible films and coatings, *LWT*, 188(1), 115438.
- [20] Mosoarca, G., Popa, S., Vancea, C., Dan, M., Boran, S. (2022) Removal of methylene blue from aqueous solutions using a new natural lignocellulosic adsorbent - raspberry (*Rubus idaeus*) leaves powder, *Polymers* (Basel), 14(10), 1966.
- [21] Paczkowska-Walendowska, M., Gościński, A., Szymanowska, D., Sz wajgier, D., Baranowska-Wójcik, E., Szulc, P., Dreczka, D., Simon, M., Cielecka-Piontek, J. (2021). Blackberry leaves as new functional food? Screening Antioxidant, Anti-Inflammatory and Microbiological Activities in Correlation with Phytochemical Analysis, *Antioxidants* (Basel), 10(12), 1945.
- [22] Pavlović, A. V., Papetti, A., Dabić Zagorac, D. Č., Gašić, U. M., Mišić, D. M., Tešić, Ž. Lj., Natić, M. M. (2016). Phenolics composition of leaf extracts of raspberry and blackberry cultivars grown in Serbia, *Industrial Crops and Products*, 87, 304-314.
- [23] Pradeepa, M., Harini, K., Kandasamy, R., Geetha, N. (2014). Extracellular bio-inspired synthesis of silver nanoparticles using raspberry leaf extract against human pathogens, *Int. J. Pharm. Sci. Res.*, 25(2), 160-165.
- [24] Rattanawitpong, P., Wanitphakdeedecha, R., Bumrungrert, A., Maiprasert, M. (2020). Anti-aging and brightening effects of a topical treatment containing vitamin C, vitamin E, and raspberry leaf cell culture extract: A split-face, randomized controlled trial, *J Cosmet Dermatol.*, 19(3), 671-676.
- [25] Riaz, M., Ahmad, M., Rahman, N. (2011). Antimicrobial screening of fruit, leaves, root and stem of *Rubus fruticosus*, *J. Med. Plant Res.* 5(24), 5920-5924.

- [26] Socha, M. W., Flis, W., Wartęga, M., Szambelan, M., Pietrus, M., Kazdepka-Ziemińska, A. (2023). Raspberry leaves and extracts - molecular mechanism of action and its effectiveness on human cervical ripening and the induction of labor, *Nutrients.*, 15(14), 3206.
- [27] Sokół-Łętowska, A., Oszmiański, J., Wojdyło, A. (2007). Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap, *Food Chem.*, 103 (3), 853-859.
- [28] Strik, B. C., Clark, J. R., Finn, C., Banados, M. P. (2007). Worldwide blackberry production, *Hort-Technology*, 17 (2), 205-213.
- [29] Weli, A.M., Al-Saadi, H.S., Al-Fudhaili, R.S., Hossain, A., Putit, Z.B., Jasim, M.K. (2020). Cytotoxic and antimicrobial potential of different leaves extracts of *R. fruticosus* used traditionally to treat diabetes, *Toxicol. Rep.*, 7 (2020), 183-187.
- [30] Yang, J., Cui, J., Han, H., Chen, J., Yao, J., Liu, Y. (2019). Determination of active compounds in raspberry leaf extracts and the effects of extract intake on mice, *LWT - Food Sci. Technol.*, 40(1).
- [31] Zdravković, M., Grekulović, V., Rajčić-Vujasino-
vić, M., Mitovski, A., Štrbac, N., Stamenković, U. (2022). The Influence of Benzotriazole on the Electrochemical Behavior of the AgCu50 Alloy in a Chloride Medium, *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*, 58, 811-821.
- [32] Zdravković, M., Grekulović, V., Suljagić, J., Stan-
ković, D., Savić, S., Radovanović, M., Stamen-
ković, U. (2023). Influence of blackberry leaf
extract on the copper corrosion behaviour in 0.5
M NaCl, *Bioelectrochemistry*, 151, 108401.
- [33] Zeković, S., Vujošević, M. (2008). An ex ante
evaluation of the sustainable development in the
copper mining and smelting area Bor, Water, air
and land: sustainability issues in mineral and
metal extraction (WALSIM) - *Proceedings of 47th
Conference of Metallurgists*, August 24-27, 2008,
433-444.
- [34] Zia-UI-Haq, M., Riaz, M., De Feo, V., Jaafar,
H.Z.E., Moga, M. (2014). *Rubus Fruticosus L.:*
Constituents, Biological Activities and Health
Related Uses, *Molecules*, 19(8), 10998-11029.