

Bioaktivni spojevi i ljekovita svojstva koprive

Rajh, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:493337>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-28**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 23/PREH/2022

Bioaktivni spojevi i ljekovita svojstva koprive

Ana Rajh, 0336026943

Koprivnica, rujan 2022. godine



Sveučilište Sjever

Prehrambena tehnologija

Završni rad br. 23/PREH/2022

Bioaktivni spojevi i ljekovita svojstva koprive

Student

Ana Rajh, 0336026943

Mentor

Prof.dr.sc. Verica Dragović Uzelac

Koprivnica, rujan 2022. godine

P/ 29.8.2022

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin



ODJEL Odjel za prehrambenu tehnologiju

STUDIJ - PREDDIPLOMSKI STEUČNI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

PRIKUPNIK Ana Rajh | MATIČNI BROJ 0336026943

DATUM 29.8.2022. | KOLEGIJ Proizvodnja i prerada ljekovitog i aromatskog bilja

NASLOV RADA Bioaktivni spojevi i ljekovita svojstva koprive

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Bioactive compounds and medicinal properties of nettle

MENTOR Verica Dragović Uzelac | ZVANJE prof. dr. sc.

- ČLANOVI POVIJERENSTVA
1. doc.dr.sc. Dunja Šamec (predsjednik)
 2. Izv.prof.dr.sc. Bojan Šarkanj (član)
 3. prof.dr.sc. Verica Dragović Uzelac (mentor)
 4. doc.dr.sc. Natalija Uršulin-Trstenjak (zamjena člana)
 5. _____

VZK

MMI

BROJ 23/PREH/2022

OPIS
Kopriva (Urtica dioica L) kao samonikla, ali i kultivirana biljna vrsta, zbog sastava i udjela različitih bioaktivnih spojeva ima značajna biološka svojstva te potencijalna pozitivna djelovaja u prevenciji i ublažavanju simptoma različitih oboljenja. Ljekovita svojstva koprive pripisuju se sekundarnim metabolitima poput karotenoida, klorofila, vitamina, polifemola koji su najvećim dijelom zastupljeni u nadzemnom dijelu biljke, dok su spojevi poput fitosterola zastupljeni u podzemnom dijelu odnosno korjenu. Stoga je cilj ovog rada opisati morfološka i botanička svojstva koprive, definirati njen kemijski sastav s posebnim naglaskom na bioaktivne spojeve (fenoli, karotenoidi, klorofili, fitosteroli) i njihova potencijalna ljekovita svojstva.

ZADATAK URUČEN 29.8.2022 | POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE SJEVER



Uzelac

Predgovor

Zahvaljujem se svojoj mentorici prof. dr. sc. Verici Dragović-Uzelac na pomoći, iskazanom i uloženom trudu, strpljenju, sugestijama te prijateljskim savjetima prilikom izrade ovoga završnoga rada.

Veliko hvala mojem Luki na pruženoj podršci, motivaciji, ljubavi i strpljenju. Hvala ti što vjeruješ u mene i moj uspjeh.

Posebno i najveće hvala mojoj mami Editi i sestri Ivi na neizmjernom strpljenju, bezuvjetnoj podršci, ljubavi i razumijevanju. Hvala što vjerujete u mene i što me potičete da uvijek nastavim dalje.

Sažetak

Kopriva (*Urtica dioica* L) kao samonikla, ali i kultivirana biljna vrsta, zbog sastava i udjela različitih bioaktivnih spojeva ima značajna biološka svojstva te potencijalna pozitivna djelovanja u prevenciji i ublažavanju simptoma različitih oboljenja. Ljekovita svojstva koprive pripisuju se sekundarnim metabolitima poput karotenoida, klorofila, vitamina, polifenola koji su najvećim dijelom zastupljeni u nadzemnom dijelu biljke, dok su spojevi poput fitosterola zastupljeni u podzemnom dijelu odnosno korijenu. Obogaćena je riboflavinom, askorbinskom kiselinom, folnom kiselinom, pantotetskom kiselinom te aminokiselinama, a u samom korijenu koprive pronađene su veće količine cisteina, glicina i triptofana. U okviru ovog rada istaknute su i opisane najznačajnije skupine bioaktivnih spojeva zastupljenih u nadzemnom dijelu koprive (polifenoli, karotenoidi, klorofili) te u korijenu (fitosteroli), kao i njihova povezanost s ljekovitim svojstvima ove biljke i njezinih proizvoda.

Ključne riječi: kopriva, karotenoidi, klorofili, polifenoli, fitosteroli, ljekovita svojstva

Summary

Stinging nettle (*Urtica dioica L.*) as a wild but also a cultivated plant has significant biological properties and potentially positive effects in the prevention and alleviation of the symptoms of various diseases due to its composition and proportion of various bioactive compounds. The medicinal properties of nettle are attributed to the secondary metabolites such as carotenoids, chlorophylls, vitamins and polyphenols, which are mostly present in the aerial parts of the plant, while the compounds such as phytosterols are present in the root, underground part of the plant. It is enriched with riboflavin, ascorbic acid, folic acid, pantothenic acid and amino acids, while in the nettle root itself greater amounts of cysteine, glycine and tryptophan were found. In this paper, the most significant groups of bioactive compounds presented in the aerial parts (polyphenols, carotenoids, chlorophylls) and the root of the nettle (phytosterols) are emphasized and described, as well as their correlation with the medicinal properties of this plant and its products.

Key words: stinging nettle, carotenoids, chlorophyll, polyphenols, phytosterols, the medicinal properties

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. BOTANIČKA I MORFOLOŠKA OBILJEŽJA.....	3
3. KEMIJSKI SASTAV	8
3.1. Osnovni kemijski sastav.....	8
3.2. Fenolni spojevi.....	10
3.3. Pigmenti.....	12
3.3.1. Karotenoidi	12
3.3.2. Klorofili	14
3.4. Fitosteroli.....	15
4. LJEKOVITA SVOJSTVA KOPRIVE.....	18
6. ZAKLJUČAK.....	22
LITERATURA.....	24
POPIS SLIKA	29

1. UVOD

Kopriva (*Urtica dioica L.*) je zeljasta višegodišnja samonikla biljka koja pripada porodici koprivnjača (*Urticaceae*), a sadrži veliki broj bioaktivnih spojeva s potencijalnim pozitivnim djelovanjima u prevenciji i ublažavanju simptoma raznih oboljenja. Široko je rasprostranjena u Europi, Aziji, Sjevernoj Americi i Sjevernoj Africi. Iako izvorno šumska vrsta, proširila se i dobro uspijeva na području vlažnog tla bogatog dušikom.

Prvi povijesni zapisi o koprivi mogu se naći u I. stoljeću kada se koristila kao lijek protiv slabosti te kao sredstvo za čišćenje organizma. U doba Grka, koristila se u svježem obliku protiv reumatskih bolova. Do 18. stoljeća kopriva koristila kao izvor vlakana, no danas je njezina upotreba mnogo veća. Danas kopriva ima značajan utjecaj što u prehrambenoj, medicinskoj, farmaceutskoj, kozmetičkoj te tekstilnoj industriji [1]. Svaki dio koprive (korijenje, stabljika, listovi, cvjetovi i sjeme) sadrži različit sastav i značajan udio različitih bioaktivnih spojeva (polifenola, karotenoida, klorofila, fitosterola, vitamina, minerala).

U nadzemnom dijelu biljke, stabljici, listovima i cvijeću zastupljeniji su spojevi iz skupine polifenola među kojima razlikujemo fenolne kiseline (hidroksibenzojeve i hidroksicimetne), flavonoide (antocijanine, flavone, flavanole i flavonole), tanine (kondenzirane i hidrolizirane) i ostale poput lignana i kumarina. U herbi koprive zastupljeni su i biljni pigmenti iz skupine karotenoida i klorofila. Karotenoidi se dijele na karotene i ksantofile, a u koprivi su najzastupljeniji α -karoten, β -karoten, γ -karoten te likopen. Iz skupine klorofila najzastupljeniji su klorofil A i klorofil B. Najzastupljeniji steroli ove biljke su β -sitosterol, β -sitosterol-3-O- β -glukozid i (6'-Opalmitoil)-sitosterol-3-O- β -D-glukozid. Osim što je bogata mineralnim tvarima (kalij, kalcij, magnezij, željezo), bogata je i vitaminima (vitamini A, B, C, D, E, F, K i P skupine).

Stoga je kopriva predmet brojnih istraživanja, počevši od uzgoja, ispitivanja biološkog potencijala, ispitivanja utjecaja na zdravlje ljudi te mogućnosti prerade u različite vrste proizvoda uz maksimalno očuvanje bioaktivnih spojeva. U zadnje se vrijeme nastoji naći sve više načina kako implementirati koprivu u svakodnevnu ljudsku prehranu ili kako nutritivno obogatiti druge prehrambene proizvode koprivom.

Stoga je cilj ovoga rada opisati morfološka i botanička svojstva koprive, definirati njen kemijski sastav s posebnim naglaskom na bioaktivne spojeve i njihova potencijalna ljekovita svojstva.

2. TEORIJSKI DIO

Kopriva (*Urtica dioica* L.) (slika 1), višegodišnja je samonikla biljka roda *Urtica* (obitelji *Urticaceae*) koja obuhvaća 50 vrsta i podvrsta [1]. Zbog mogućnosti prilagodbe, ova višegodišnja šumska biljka raste na gotovo svim kontinentima. Godinama se koristi kao ljekovita biljka u narodnoj medicini, ali je vrlo pogodna i za pripremu ukusnih jela. Pozitivne učinke ove biljke prepoznali su Egipćani, Grci i Rimljani koji su je smatrali izborom dobre i zdrave hrane te vjerovali da njezina prisutnost ima pozitivan učinak na zdravlje. Tako se kopriva smatrala simbolom boga munje iz čega je nastala poslovice „Neće grom u koprive“.

Ljekovitost koprive povezuje se s bioaktivnim spojevima koji preventivno djeluju pri nastajanju raznih oboljenja, izvor je biljnih pigmenata poput klorofila i karotenoida te se zbog toga primjenjuje u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji [1].



Slika 1. Kopriva

Izvor: <https://www.britannica.com/plant/stinging-nettle>

2.1. BOTANIČKA I MORFOLOŠKA OBILJEŽJA

Kopriva (*Urtica dioica* L.) višegodišnja je zeljasta trajnica koja može narasti i do 1,5 metara visine (slika 2). Prepoznatljiva je po nazubljenim listovima i žrnim dlačicama koje u dodiru s kožom izazivaju reakcije poput svrbeža i crvenila.



Slika 2. Morfološka obilježja koprive

Izvor: <https://hr.wikipedia.org>

Korijen koprive od izrazite je važnosti jer omogućuje preživljavanje pri niskim temperaturama, a izgledom je nepravilno svijen, blago razgranat te šuplji (slika 3). Korijen koprive čine uzdužne brazde te sitni korjenčići. Podanak je razgranat, kratak i puzav [2], cilindričnog je oblika, sivo-smeđe je boje i promjera od oko 5 mm [3].



Slika 3. Korijen koprive

Izvor: <https://garden-hr.desiguspro.com/>

Stabljika je uspravna, nerazgranata, četverobridna te prekrivena sitnim dlačicama (slika 4). Izbija iz korijena, a najčešće je zelene te često i ljubičaste boje. Stabljiku grade snopovi izgrađeni od vlaknastih stanica (5-8 cm duljine), te je ona ujedno i najčvršći dio koprive.



Slika 4. Stabljika koprive

Ivor: <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/urtica/dioica/>

Listovi koprive su tamno zelene boje pri čemu je donja strana lista svjetlija (slika 5). Rastu u paru. Srolikog oblika, nazubljenih i oštih rubova, listovi se nalaze na kratkim

peteljkama [4]. Peteljka lista ima ušiljen vrh te je kraća od plojke. Dužine je 3-15 cm, a širine 28 cm. Iz svakog nodija izbijaju po dva lista smještena jedan nasuprot drugoga.



Slika 5. List koprive

Izvor: <https://www.plantea.com.hr/kopriva/>

Prethodno spomenute žarne dlačice nazivaju se trihomima (slika 6), a pokrivaju stabljiku i listove koprive te služe kao zaštita od životinja. Jedan dio dlačica na koprivi izaziva žarenje, odnosno „peče“ i pritom izaziva kožne reakcije poput crvenila i svrbeža. Osjećaj peckanja ili žarenja nastaje ukoliko dođe do odloma glavice trihoma, pri čemu izlazi tekućina koju čine mravlja kiselina, histamin te 5-hidroksitriptamin. Navedena tekućina izaziva lokalnu iritaciju pri kontaktu s kožom popraćenu crvenim urtikama te dermatitisom [5]. Trihomi su okvirno veličine 20 μm , teško su vidljivi golim okom, a najbrojniji su oko žila [6]. Dok je vršak trihoma ispunjen silicijevim dioksidom smještenom između molekula celuloze, ostatak trihoma ispunjen je kalcijevim karbonatom.



Slika 6. Trihomi koprive

Izvor: <https://hr.wikipedia.org>

Cvjetovi koprive su sitni, zelenkaste su boje, simetrični, a raspoređeni su u obliku cvata te su sastavljeni od četiri latice i četiri međusobno odvojena lapa. Plodnica je jednogradna i obuhvaća jedan sjemeni zametak. Njuška tučka je sjedeća, a sama se kopriva razmnožava sjemenkama i podancima. Muški cvjetovi (slika 7) su uspravni, dok ženski cvjetovi (slika 8) nakon cvata vise. Muške cvjetove čine četiri, u pupu svinuta i napeta prašnika koji izbacuju pelud prilikom otvaranja cvijeta. Ženski cvjetovi, tučci, osim razmnožavanja sjemenom i pomoću podanaka, imaju mogućnost oprašivanja vjetrom. Ocvijeće je čekinjasto [7]. Listići ocvijeća ne srastaju ili su manje više srasli u donjem dijelu [8]. Vrijeme cvatnje obično je od svibnja pa do završetka rujna što ovisi o klimatskim uvjetima i podneblju.



Slika 7. Muški cvjetovi koprive

Izvor: <https://hr.wikipedia.org>



Slika 8. Ženski cvijet koprive

Izvor: <https://hr.wikipedia.org>

Plod koprive je oraščić plosnatog oblika (slika 9), glatke površine i zelenkasto-smeđe boje, dužine oko 1-1,5 mm te širine 0,7-0,9 mm, suh te sadrži jedno sjeme [9]. U plodu se nalazi jedna sjemenka koja je smeđe boje i zauzima cijeli prostor unutar ploda. Apsolutna masa, odnosno masa 1 000 zrna iznosi 0,11 g.



Slika 9. Plod koprive

Izvor: <http://www.woodlands.uk.co/>

Danas razlikujemo šest podvrsta ove biljke koje je teško razlikovati zbog sličnih morfoloških obilježja, a to su: *U. dioica subsp. afghanica*, *U. dioica subsp. dioica*, *U. dioica subsp. galeopsifolia*, *U. dioica subsp. gansuenis*, *U. dioica subsp. gracilis* te *U. dioica subsp. holosericea*.

3. KEMIJSKI SASTAV

3.1. Osnovni kemijski sastav

Sorta, genotip, tlo, klima, vrijeme berbe, skladištenje i obrada čimbenici su koji imaju značajan utjecaj na kemijski sastav koprive. Svi dijelovi koprive sadrže različite strukture bioaktivnih spojeva, a neki od njih su acetilkolin, acetofenon, aglutinin, alkaloidi, histamin, kemferol, klorofil, kolin, koproporfirin, ksantofil, lecitin, lignan, lektin, linolna i linolenska kiselina, buterinska kiselina, jantarna kiselina, klorogenska kiselina, karbonatna kiselina, kumarinska kiselina, mravlja kiselina, palmitinska kiselina, pantotenska kiselina, serotonin, stigmasterol, terpen te violaksantin.

Raznim je istraživanjima uočeno kako na udjel suhe tvari može pozitivno djelovati optimalna količina hranjivih tvari tijekom vegetacije, dok primjerice kod kultiviranja koprive prevelika količina dušika u gnojivu može negativno utjecati na suhu tvar i njene sastojke. S obzirom da omjeri težine lista, stabljike i korijena variraju uz prisutnost dušika, nekih značajnih promjena u biomasi nema, stoga se zaključuje kako se promjenom udjela suhe tvari mijenja i količina mineralnih tvari koprive.

Masa nadzemnog dijela koprive sadrži oko 90 % vlage i 10 % suhe tvari koju najvećim dijelom čine ugljikohidrati (7,1 %), zatim slijede dijetalna vlakna (6,4 %) i proteini (3,7 %) dok je udjel pepela najmanji i iznosi 2,1 % [10]. Listovi koprive sadrže mineralne tvari, a najzastupljeniji minerali koprive su kalcij, kalij, željezo te magnezij, dok su manje zastupljeni bakar, bor, krom, jod, natrij i sumpor. U ukupnoj količini pepela oko 6,3 % čine željezo, kalcij, kalij i silicij. Količina minerala u različitim dijelovima koprive ponajviše ovisi o godišnjem dobu te temperaturi tijekom vegetacije. Minerali čine oko 20 % suhe tvari. Što se tiče vitamina, kopriva je bogata vitaminima A, C, D, E, F, K i P skupine te vitaminima B kompleksa [11]. Mladi listovi koprive bogati su askorbinskom kiselinom, folnom kiselinom, pantotenskom kiselinom, riboflavinom te vitaminima A i K. Svježa kopriva sadrži oko 1-1,2 % masti, dok je količina masti kod suhe koprive i do četiri puta veća; 4,8-8,1 % masti [3]. U rizomu su pronađene eruka kiselina, gadoleinska kiselina, linolna kiselina, palmitinska kiselina, palmitoleinska kiselina te stearinska kiselina. Lektin protein UDA (*Urtica dioica aglutinin*) prisutan je u korijenu, a njegov sadržaj iznosi 0,05- 0,6 % [12].

Osim u nadzemnom dijelu, neki od fenolnih spojeva prisutni su i u korijenu, a to su kvercetin, izoramnetin, miricetin te rutin. Zastupljeni su i lignani izolaricirezinol, neo-olivil, pinorezinol te sekoizolaricirezinol. Kao cjelovita biljka, kopriva je bogata aminokiselinama, a u samom korijenu koprive pronađene su veće količine cisteina, glicina te triptofana. Polisaharidi, lecitin, steroli i fenolni spojevi prisutni su u korijenu, dok se flavonol glikozidi, iako zastupljeni u cijeloj biljci, ponajviše nalaze u cvjetovima. Lišće koprive bogato je fenilalaninom, leucinom i izoleucinom, lizinom, metioninom, treoninom, triptofanom, ugljikohidratima i valinom. Listovi sadrže određeni udio masnih kiselina, esencijalnih vitamina i aminokiselina, polifenola, minerala, karotenoida i klorofila, vitamine C, K i B skupine, eteričnih ulja te proteina. U listu koprive je određeno 16-27 % proteina, oko 14,5 % u stabljici te oko 11 % u korijenu. Istraživanjima [13, 14], izolirani su neki od sterola koprive te su utvrđene njihove koncentracije; β -sitosterol (0,03-0,06 %), β -sitosterol-3-O-D-glukozid (0,03-0,05 %), (6'-palmitoil)sitosterol-3-O- β -D-glukozid (~ 0,003 %) te 7- β -hidroksisitosterol (0,001 %).

Kopriva se prerađuje u različite proizvode, a jedan od zanimljivijih je prah ekstrakta koprive dobiven sušenjem (slika 10), s udjelom suhe tvari od 92 do 98 %. Utvrđeno je kako visoki sadržaj suhe tvari omogućava stabilnost praha, očuvanje fizikalno kemijskih svojstava i stabilnost bioaktivnih supstanci, ali i mogućnost korištenja praha koprive u razne druge svrhe (Lourenco i sur., 2020.). Prah lista koprive sadrži 40 % nedušičnih spojeva, 30 % proteina, 15 % pepela, 10 % vlakana te 5 % masti.



Slika 10. Prah ekstrakta koprive

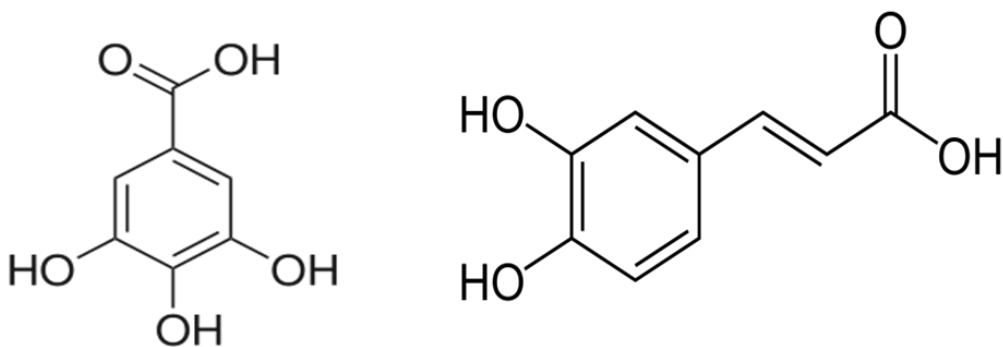
Izvor: <http://m.hr.hd-plantherb.com/health-are-and-pharma/nettle-extract-powder.html>

3.2. Fenolni spojevi

Fenolni spojevi, sekundarne tvari biljnog metabolizma, spojevi su koje možemo pronaći u obliku glikozida ili estere šećera otopljene u vakuoli. To je skupina spojeva koju čine hidroksilne skupine (-OH) izravno vezane za aromatski ugljikovodik. Čine sastavni dio brojnih biljnih vrsta te je raznim istraživanjima dokazano kako su fenolni spojevi jaki antioksidansi. Biljni fenoli koji su jedna je od najraznovrsnijih skupina fenolnih spojeva, imaju brojne uloge u rastu i razvoju biljke, a najvažnija uloga je zaštita biljke od vanjskih utjecaja poput zaštite biljke od UV zraka te raznih nametnika. Važnost fenolnih spojeva u ljudskom organizmu pripisuje se njihovim antioksidativnim, protuupalnim i drugim pozitivnim djelovanjima.

Fenole razlikujemo prema strukturi (od jednostavnih molekula sve do stukturano kompleksnih spojeva), prema broju ugljikovih atoma prisutnih u molekuli, prema biološkoj aktivnosti i slično. Osnovna podjela polifenola je na fenolne kiseline (hidroksibenzojeve i hidroksicimetine), flavonoide (antocijanine, flavone, flavanole i flavonole), tanine (kondenzirane i hidrolizirane) i ostale polifenolne spojeve kao što su lignani i kumarini. U začinskom bilju, ljekovitom bilju, aromatičnom bilju te korijenu, kori, lišću i cvjetovima drveća, voću, povrću, prerađevinama, možemo pronaći različite strukture fenolnih spojeva. Neki od predstavnika već spomenutih hidroksibenzojevih kiselina su galna kiselina, siriginska kiselina te gentisinska kiselina, a neki od predstavnika hidroksicimetnih kiselina su sinapinska, kafeinska te ferulinska kiselina (slika 11).

Raznim su istraživanjima uočene veze između konzumacije fenolnih spojeva prehranom te blagotvornog učinka na ljudsko zdravlje. Imaju sposobnost uklanjanja reaktivnih vrsta dušika ili kisika koje bi mogle imati blagotvoran učinak na bolesti povezane s oksidativnim stresom i upalom kao što su dijabetes, kardiovaskularne i neurodegenerativne bolesti, ateroskleroza i karcinom (Carvalho i sur., 2017.).



Slika 11. Galna kiselina (hidroksibenzijska) i kafeinska kiselina (hidroksicimetna)

Udio fenolnih spojeva značajno varira ovisno o dijelu biljke, a najviše se fenola nalazi u listu, zatim korijenu, a tek onda u stabljici. Istraživanjem je potvrđeno da je u cijelom nadzemnom dijelu koprive identificiran 41 polifenolni spoj, a značajno veći udjeli fenola određeni su u listu koprive [24]. Od fenolnih spojeva najzastupljenije su hidroksicimetne kiseline (179,22 mg 100 g⁻¹ s.tv.), zatim flavonoli (134,60 mg 100 g⁻¹ s.tv.), flavoni (24,56 mg 100 g⁻¹ s.tv.), flavan3-oli (20,70 mg 100 g⁻¹ s.tv.), hidroksibenzojeve kiseline (10,20 mg 100 g⁻¹ s.tv.), a u nešto manjim koncentracijama; izoflavoni, kumarini i drugi. Carlvaho i sur. (2017.) u svojem su istraživanju uočili kako su za antioksidativno i antiradikalno djelovanje kod koprive odgovorne hidroksicimetne kiseline, što je uočeno i u istraživanju [24].

Istraživanjima je dokazano kako na polifenolni sastav utječu porijeklo biljke (područje na kojem je ubrana) dio biljke, temperatura, agrotehničke mjere kod kultivirane koprive itd. Od fenola u cvjetovima koprive dominira klorogenska kiselina, a u nešto manjim količinama nalaze se rutin i izokvercetin. Fenolni spojevi koji obogaćuju koprivu, pozitivno djeluju kod bolesti srca, regulacije krvnog tlaka, dijabetesa, raznih upala te kod drugih bolesti. Klorogenska i derivat kafeinske kiseline, kafeoil jabučna kiselina čine 71,5 % ukupne količine fenola u 1,5 g uzgojenog zelenog biljnog materijala odnosno 76,5 % u 1,5 g biljnog materijala prikupljenog u prirodi [3]. HPLC analizom koprive u cijelosti, utvrđene su cikorična kiselina, ferulinska kiselina, klorogenska kiselina, *p*-kumarinska kiselina te flavonoidi poput luteolina, kemferol-3-rutinozida te kvercetin-3-glukozida. Cikorična kiselina zastupljena je u najmanjem, a klorogenska kiselina u najvećem udjelu u koprivi. Carvalho i sur. (2017.) svojim su istraživanjem utvrdili kako *Urtica dioica* L., u odnosu na *Urticu urens* L. i *Urticu membranacea* Poir, ima veću koncentraciju polifenola.

Ukupan sadržaj fenola u lišću koprive prema istraživanju [24] iznosio je od 359,51 ± 14,58 do 2368,89 ± 30,11 mg GAE/100 g, ovisno o uvjetima, a navedeni rezultati u skladu su s prethodnim istraživanjima o sadržaju fenola lišća koprive. Za izolaciju fenola i dobivanje ekstrakata koprive voda je ekološki najprihvatljivije, ali i najmanje učinkovito otapalo, dok se 30 % - tni aceton pokazao učinkovitijim.. Ekstrakcija uz pomoć mikrovalova pokazala se kao brza i učinkovita metoda u kojoj ekstrakt sadrži veći udio fenola u odnosu na ekstrakt dobiven konvencionalnim metodama. Rezultati istraživanja [24] pokazali su kako bi se ekstrakt lišća koprive mogao koristiti kao snažno sredstvo prilikom produljenja trajnosti hrane te kod smanjenja infekcija koje se prenose hranom.

Istraživanjem (Rezaie i sur., 2015.) također je utvrđeno kako 30 % - tni aceton pogoduje ekstrakciji neglikozidnih polifenola. Jedan od presudnih uvjeta za određivanje polifenola

koprive jest temperatura stoga je pri temperaturi između 40°C i 60°C, uočeno povećanje izoliranih polifenola. Prekomjernim izlaganjem biljke ili dijelova biljke višim temperaturama, može imati negativan ishod, odnosno, može doći do degradacije ili oksidacije polifenola. Istraživanjima je uočeno kako su temperatura 60°C, 30 % - tni aceton snaga mikrovalova 300 W, adekvatni uvjeti za izolaciju polifenola iz lišća koprive.

3.3. Pigmenti

U biljnim tkivima i stanicama nalaze se biljni pigmenti koji su nosioci karakterističnih boja, a mnogima se pripisuju i brojna biološka djelovanja. Najzastupljeniji pigmenti koprive su klorofili i karotenoidi. Prirodni pigmenti adekvatna su zamjena za sintetska bojila zbog čega se sve više izoliraju iz prirodnih izvora te se koriste u prehrambenoj, farmaceutskoj te kozmetičkoj industriji.

3.3.1. Karotenoidi

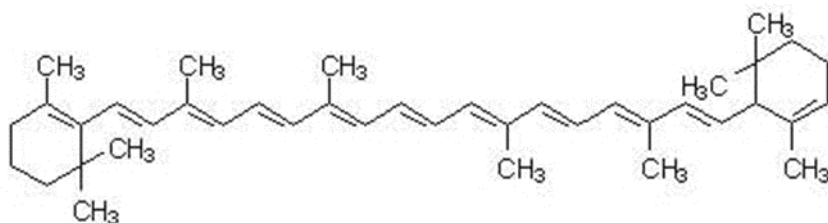
Široko rasprostranjeni prirodni pigmenti koji su topljivi u biljnim uljima, ali nisu topivi u vodi nazivaju se karotenoidi. Osnovnu strukturu karotenoida čini simetričan linearni tetraterpen sa 40 ugljikovih atoma. Lanac gradi osam izoprenskih jedinica. Ugljikovodični karotenoidi nazivaju se karoteni i dijele se na ksantofile (sadrže kisik), karotene i likopene koji se nalaze u cijeloj biljci.

Ksantofili su nosioci žutog pigmenta, karoten narančastog pigmenta, a likopen crvenog pigmenta. S obzirom na kemijski sastav, karoteni spadaju u tetraterpene, derivate izoprena te sadrže 8 izoprenskih jedinica. Karotene dijelimo na ksantofile i karotene od kojih razlikujemo α -karoten, β -karoten, γ -karoten te likopen. β -karoten (slika 12) je glavni karotenoid koprive, a na količinu β -karotena u biljci, utječe vrijeme berbe kao i način obrade [24].

Karakteristični su po svojoj jakoj obojenosti koja je rezultat apsorpcije svjetlosti. Navedena apsorpcija potječe od velikog broja konjugiranih dvostrukih veza te je važna i ključna za ispravno funkcioniranje karotenoida. Osim spomenutog, karotenoidi imaju važnu ulogu kod modulacije unutarstaničnih signalnih puteva, modulacije faktora rasta, modulacije velikog broja

receptora, stimulacije imunološkog sustava, regulacije staničnog ciklusa i raznih drugih fizioloških procesa.

Najveći udio karotenoida određen je u listovima koprive. Visok udio karotenoida u listovima koprive smanjuje mogućnost degradacije klorofila koja mogu nastati kao posljedica fotokemijskih reakcija uz prisutnost kisika.



Slika 12. β -karoten

Provedenim istraživanjem količina ukupnih karotenoida u svježim listovima koprive iznosila je $29,6 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ s.t. [3]. U navedenom istraživanju izolirani su slijedeći karotenoidi: β -karoten (61,0 %), violaksantin (14,7 %), lutein epoksid (13,1 %), luteoksanin (10,3 %) i hidroksi- α -karotena (0,9 %). U istraživanju [13] navodi se kako je u listu *U. dioica* L. uočeno 9 vrsta karotenoida. Ukupan sadržaj identificiranih karotenoida iznosio je $74,8 \mu\text{g g}^{-1}$ suhe tvari u zrelih listovima koprive i $51,4 \mu\text{g g}^{-1}$ suhe tvari u mladim listovima koprive. Uz veći sadržaj suhe tvari, zreli listovi koprive bogatiji su luteinom te β -karotenom, ali i izomerima navedenih. Što se tiče likopena, njegova je količina približno ista kod zrelog i mladog lista koprive.

Koncentracije luteina kao i β -karotena u listu koprive najviše su u fazi cvatnje [27]. S obzirom na veći broj provedenih istraživanja, zaključno je kako je udio karotenoida znatno veći u staništima koje karakteriziraju više temperature i vlažnost.

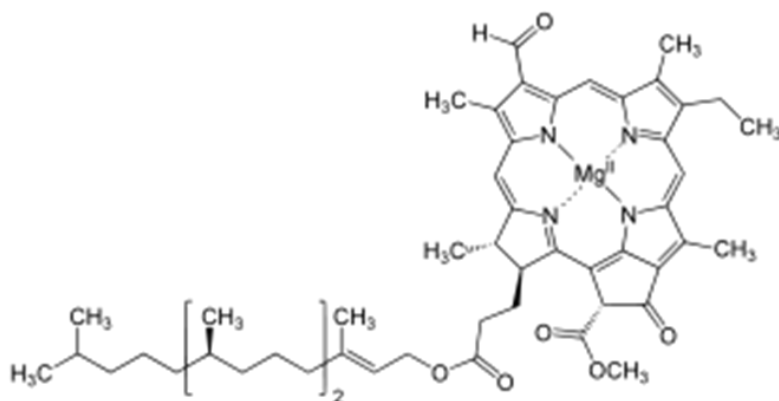
Svojim su istraživanjem [26] zaključili da je sadržaj ukupnog klorofila koprive, ali i sadržaj ukupnog klorofila u mladim listovima koprive, znatno veći od sadržaja u starijim listovima (Paulauskienė i sur., 2021.).

Jedan od značajnih proizvoda na bazi koprive, a koji sadrži visok udio karotenoida je prah koprive. Utvrđeno je da količina karotenoida u prahu koprive može biti i do 10 puta veća nego količina karotenoida u ječmenom, ali i pšeničnom brašnu [25].

Istraživanjem koje su proveli [25] u listu i stabljici koprive identificirani su karotenoidi među kojima su najznačajniji lutein 5,6-epoksid, lutein, zeaksantin, 90-cis-lutein, α -karoten, β -karoten, neoksantin i njegova dva derivata, violaksantin i njegova dva derivata te 130-cis-lutein.

3.3.2. Klorofili

Klorofili su najčešći i najrasprostranjeniji prirodni pigmenti lišća, a osim što su najzastupljeniji u listovima, nalazi se i u ostalim dijelovima biljke. Značajnu ulogu ima u procesu fotosinteze gdje prenosi svjetlosnu energiju. Klorofili spadaju u skupinu tetrapirola, a osnovna razlika između ostalih tetrapirola i klorofila je u atomu magnezija koji se nalazi u centru porfirinskog prstena (slika 13). Ovaj prirodan pigment se primjenjuje kako prehrambenoj, tako i u farmaceutskoj industriji. Udio klorofila, odnosno intenzitet boje lista koprive ovisi o količini prisutnog dušika.



Slika 13. Klorofil

Razlikujemo nekoliko oblika klorofila, a najpoznatiji su klorofil A te klorofil B. Klorofil A nosioci je plavo-zelene boje, dok je klorofil B nosioci svijetlo zelene boje. Glavna razlika između klorofila A i B je njihova uloga u fotosintezi; klorofil A je glavni pigment uključen u fotosintezu, dok je klorofil B pomoćni pigment. Klorofil se dobiva ekstrakcijom iz osušenih biljaka uz pomoć odgovarajućeg otapala, a konjugiran je fosfolipidima, polipeptidima te tokoferolima unutar kloroplasta. Ekstrakcijom dolazi do nestabilnosti boje, odnosno, pigmenta.

Ukupan sadržaj klorofila [28] u koprivi iznosi od 1 % do 5 % od čega veći udio, točnije 75 % otpada na klorofil A, a ostatak, odnosno, 25 % na klorofil B.

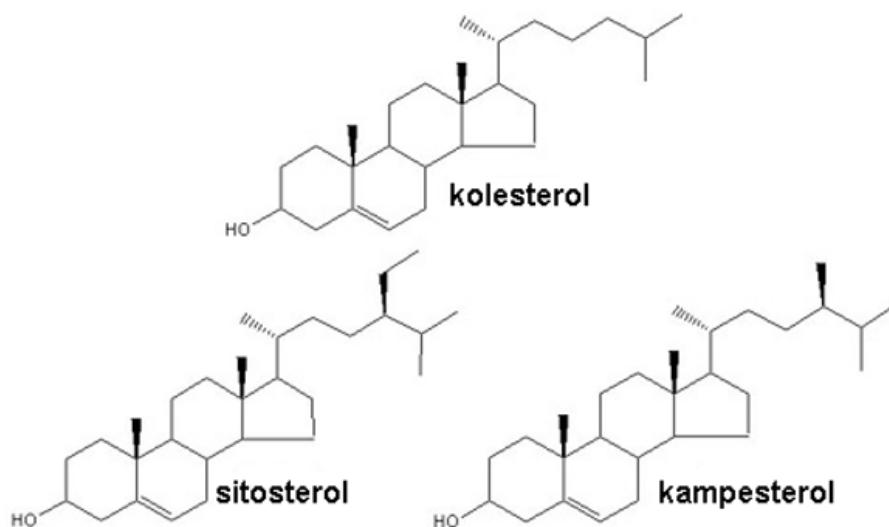
U jednom od istraživanja navodi se kako je najveća količina klorofila A i klorofila B, kao i ukupna količina klorofila općenito, bila u 96 %-tnom etanolnom ekstraktu. Razlog takvih rezultata jest dobra topljivost klorofila u etanolu [29].

Istraživanjem [26] utvrđeno je kako količina klorofila i karotenoida u koprivi ovisi o starosti biljke. U mladim listovima, sadržaj klorofila je veći. S obzirom na navedeno, u istraživanju je sadržaj klorofila u mladim listovima iznosio 117,4 mg 100 g⁻¹ i 88,20 mg 100 g⁻¹ za klorofil A te 28,50 mg 100 g⁻¹ g za klorofil B. Iako količina ovisi o starosti koprive, sadržaj klorofila i karotenoida se u većoj mjeri nalazi u koprivi ubranoj u sjenovitom području. List koprive glavni je fotosintetski organ te ujedno i najbogatiji klorofilom. Najveća koncentracija klorofila uočena je u fazi cvatnje koprive [19], i to 691,46 mg 100 g⁻¹ suhe tvari što je znatno više od koncentracije karotenoida (36,97 mg 100 g⁻¹ suhe tvari).

Prema HPLC analizi u listu i stabljici koprive iz skupine klorofila određeni su klorofil A i njegovih šest derivata, klorofil B i njegov derivat, neoksantin i njegova dva derivata.

3.4. Fitosteroli

Fitosteroli zbog svojeg kemijskog sastava pripadaju skupini visokomolekularnih cikličkih alkohola. Spadaju u skupinu esencijalnih strukturalnih komponenata membrana biljaka i stabiliziraju fosfolipidni sloj membrana. Biljne membrane uglavnom ne sadrže kolesterol, a razlika u strukturi kolesterola i fitosterola je prisutnost metilne ili etilne skupine na bočnom lancu (slika 14).



Slika 14. Fitosteroli i kolesterol

Fitosterole dijelimo na sterole koji imaju dvostruku vezu u sterolnom prstenu na poziciji C5 te na stanole kod kojih je ta veza zasićena. 5α -zasićeni derivati biljnih sterola kod stanola nastaju hidrogenacijom, odnosno 5α redukcijom zasićene veze. Najzastupljeniji steroli su β -sitosterol, β -sitosterol-3-O- β -glukozid i (6'-Opalmitoil)-sitosterol-3-O- β -D-glukozid. U znatno manjim količinama, kopriva sadrži hecogenin, kampesterol, stigmasterol, stigmast-4-en-3-on, β -amirin i oleinsku kiselinu [12]. Istraženo je više od 250 različitih sterola kao i njihovih spojeva raznih biljnih materijala (Piironen i sur., 2000.). Prema navedenom istraživanju, najvažniji i sveukupno najprisutniji sterol je sitosterol, a u nešto manjem udjelu, prisutni su avenasterol, brasikasterol, kampesterol te stigmasterol. Osim što su važni za biofiziološku funkciju membrane, fitosteroli reguliraju rast i razvoj same biljke. Formirajući mikrodomene u membranama, sudjeluju u transdukciji transmembranskog signala u stanice. Assaf i suradnici [14] izolirali su 8 sterola iz korijena koprive; β -sitosterol, kampesterol, β -sitosterol-3-O- β -D-glukopiranozid, 7α -hidroksi sitosterol-3-O- β -Dglukopiranozid, 6'-O-palmitoil-sitosterol-3-O- β -Dglukopiranozid, 7β -hidroksi-sitosterol, 7β -hidroksi sitosterol-3-O- β -D-glukopiranozid i 24R-etil 5α -kolestane-3 β ,6 α -diol. β -sitosterol najzastupljeniji je sterol koprive, a zastupljen je u udjelima od 68 % do 76 %. U hrani su najprisutniji kampesterol, sitosterol i stigmasterol.

Čovjek, točnije njegov organizam, fitosterole ne može sintentizirati sam, stoga ih unosi hranom. Biljna ulja; kao što su svima poznato suncokretovo ulje i maslinovo ulje, ali i manje

zastupljena ulja tipa palmino ulje, samo su neki od izvora fitosterola. Bogatiji fitosterolima su povrće, mahunarke te žitarice, dok su u voću manje zastupljeni.

Biosinteza biljnih sterola počinje od acetatnih jedinica sve do sinteze mevalonata, C5-izoprena, a nastavlja se sintezom skvalena i drugih reakcija intermedijera. Navedeno dovodi do ciklizacije skvalena u cikloartenol. Biosinteza uključuje reakcije oksidativne demetilacije, metilacije, dehidrogenacije te izomerizacije dvostruke veze. U biljkama se steroli nalaze u slobodnom obliku pritom spojeni s višim masnim kiselinama kao sterolni glikozidi i kao acilirani sterolni glikozidi.

4. LJEKOVITA SVOJSTVA KOPRIVE

Kopriva je kao ljekovita biljka prepoznata još u srednjem vijeku te su ljudi već tada uvidjeli njezino blagotvorno djelovanje. Prvenstveno se koristila kao diuretik, a sekundarno za zaustavljanje krvarenja i liječenje kožnih osipa. S obzirom da spada u lako dostupno bilje, ima široku primjenu u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji te u gastronomiji. S obzirom na krajnju namjenu važno je odabrati optimalno vrijeme za berbu, koje se definira s obzirom na dio biljke koji će se koristiti te udio bioaktivnih spojeva. Najčešće se beru samo listovi koprive budući su najbogatiji bioaktivnim spojevima, a najčešće se beru u periodu od početka svibnja do kraja rujna, odnosno, sve dok traje period cvatnje.

Raznim je istraživanjima potvrđena tradicionalna primjena koprive u liječenju i prevenciji brojnih oboljenja. U tradicionalnoj terapiji, kopriva je poznata po hipotenzivnom učinku pri čemu se koriste svi dijelovi biljke. Tradicionalno se koristila i za liječenje alergija, raznih osipa te kod ublažavanja opekline, za suzbijanje afti, hemoroida, ali i svrbeža. Kopriva je također poznata kao adaptogena biljka koja djeluje na središnji živčani sustav te pospješuje i potiče probavu. Istraživanje koje su proveli Radak i suradnici (2005.) pokazalo je da konzumacija koprive uz redovito vježbanje, smanjuje koncentraciju slobodnih radikala. Usto, kopriva može biti učinkovit antioksidans i antiapoptotski dodatak koji potiče preživljavanje stanica u mozgu. U svojem radu, [15], ukazuju kako konzumacija koprive regulira upalne faktore te da ima pozitivan utjecaj na stanice moždanog tkiva. Ekstrakt koprive poželjan je kod neuroloških poremećaja uzrokovanih stresom, ali i kod kardiovaskularnih oboljenja [16]. Preparati koprive smanjuju i ublažavaju simptome raznih kožnih oboljenja i perutanje kože. Kopriva se može koristiti kao antidijabetik, antireumatik, diuretik, kod slabokrvnosti, glavobolje, bolesti slezene i raznih drugih zdravstvenih tegoba [17]. Nutritivno je bogata mineralima te ima antidijabetsko, antimikrobno te hipoglikemijsko djelovanje. Ublažava simptome osteoartritisa i bolove u zglobovima. Rezultati istraživanja [18] dokazali su da kopriva inducira apoptozu u stanicama raka dojke te da time utječe na ekspresiju ornitin dekarboksilaze i gena za adenozin deaminazu, ali i na estrogenske receptore. Također, utvrđeno kako je ekstrakt koprive snažan inhibitor replikacije virusa humane imunodeficijencije (HIV; HIV – 1 te HIV – 2), citomegalovirusa (CMV) te respiratornog sincicijskog virusa (RSV) (Gordts i sur., 2015.; Flores-Ocelotl i sur., 2018.).

Nekim je istraživanjima uočeno kako kopriva, točnije klorofil iz koprive, može imati antikancerogeno djelovanje čime štiti organizam od raznih toksina. Uočeno je kako je kopriva

poželjna kod snižavanja razine krvnog tlaka. Uz navedeno, list koprive odličan je lijek pri terapiji artroze, artritisa te reumatskih oboljenja. Kopriva je pogodna pri liječenju dijabetesa, gihta, išijasa, bolesti jetre, kamenaca mokraćnih kanala, niskog krvnog tlaka i raznih drugih zdravstvenih tegoba. Sjeme koprive sadrži spoj kolin koji je poželjan kod normalnog rada jetre, pri liječenju ciroze jetre kao i hepatitisa [19]. Osim navedenog spoja, sjeme koprive pozitivno djeluje na podizanje energije kao i razine dopamina što rezultira osjećajem ugone. Važno je napomenuti da iako je istraživanjima njezina upotreba u zdravstvene svrhe djelomično dokazana, ljudi je koriste kod ublažavanja simptoma raznih bolesti.

Preparati na bazi koprive učinkoviti su kod ublažavanja problema s opadanjem kose te se često koristi kao baza u proizvodnji različitih kozmetičkih preparata. Stoga se na tržištu mogu naći šamponi od koprive (slika 15) koji pozitivno djeluju na jačanje korijena kose, sprječavanju pojave peruti te potiču rast kose. U njezi kože, pogodan je kao tonik, posebice kod problematične kože. Koristi se pri proizvodnji sapuna, ranih krema, maski za lice i pilinga. Obnavlja masnu kosu, slabu kosu sklonu pucanju te sprječava pojavu peruti.



Slika 15 Šampon za kosu od koprive

Izvor: <https://bioplanet.hr/>

Koristi se kao boja u kozmetičkim proizvodima, ali i u prehrambenoj industriji za korekciju boje raznih proizvoda. Stabljika koprive sadrži vlakna i može poslužiti za izradu prirodnog tekstila [20, 21].

Ukoliko se koristi za prehranu ljudi, važno je obratiti pozornost na mjesto porijekla koprive. U takvim slučajevima, kopriva koja na primjer raste uz prometnice nije pogodna. Prije konzumacije, važno je prokuhati koprivu kako bi se uklonila mravlja kiselina. Može se pripremati na razne načine; krem juhe, nadjev raznih pita i savijača, u roladama (slika 16), kao salata, u raznim umacima, tjesteninama, s rižom, u danas sve popularnijim smoothijima te raznim slasticama. Osim u jelima, pogodna je za izradu čajeva i sokova.



Slika 16. Rolada od koprive punjena nadjevom s koprivom

Izvor: <https://www.coolinarika.com/>

Zanimljiv je podatak kako je WHO (Svjetska zdravstvena organizacija) u svojoj monografiji o „Odabranim ljekovitim biljkama“, Urticae opisala kao biljke koje zaslužuju svoje mjesto u medicinskoj primjeni. U skladu s Uredbom (EZ) br. 178/2002., Urtica spp. zadovoljava kriterije za hranu, a navedeno podupire i EFSA (Europska agencija za sigurnost hrane).

Kopriva pozitivno djeluje na fiziološke i metaboličke procese u organizmu, a s obzirom na svoje prednosti, koristi se kao dodatak prehrani kod mnogih životinja. Osim što je istraživanjima dokazano kako pospješuje zdravstveno stanje konja u čiju je prehranu uvedena

kao dodatak prehrani, povećava i mliječnost krava [22]. Još u svježem stanju, pogodna je kao dodatak prehrani peradi što rezultira povećanu proizvodnju jaja. U cilju postizanja sjajnijeg i kvalitetnijeg krzna životinja, preporuča se dodatak brašna koprive u njihovoj prehrani. Danas se u sve popularnijoj ekološkoj proizvodnji koriste razne biljke kao prirodno gnojivo. Kopriva kao takva, pozitivno djeluje na stimulaciju rasta biljke i koristi se kao insekticid čije je insekticidno djelovanje potvrđeno na nekoliko vrsta kukaca [23]. Uz to, sprječava razvoj gljivica na biljkama te služi kao sredstvo za suzbijanje lisnih ušiju. Pospješuje razgradnju komposta.

6. ZAKLJUČAK

Kopriva (*Urtica dioica L.*) je dvodomna ljekovita biljna vrsta koja sadrži širok spektar bioaktivnih spojeva koji su zastupljeni u gotovo svim dijelovima biljke, nadzemnim i podzemnim. Bogat je izvor vitamina, minerala, te sekundarnih biljnih metabolita poput fenolnih spojeva, karotenoda, klorofila i fitosterola. Naročito velika važnost pripisuje se sekundarnim biljnim metabolitima, odnosno spojevima koji imaju antioksidativno, analgetsko, protuupalno i drugo svojstvo te koji preventivno mogu djelovati u nastajanju brojnih oboljenja ili ublažavanju već razvijenih simptoma. Zbog specifičnog kemijskog sastava i udjela bioaktivnih spojeva, kopriva i preparati na bazi koprive utječu na izmjenu tvari u organizmu, potiču izlučivanje probavnih sokova i probavu masnoća. Najznačajnija skupina fenolnih spojeva koji pridonose antioksidacijskom potencijalu koprive su hidroksicimetne kiseline, a osim njih kopriva sadrži i znatnu količinu karotenoida, klorofila, minerala (kalcij, kalij, fosfor, željezo), vitamina te biljnih sterola. Kopriva se može koristiti svježa ili u obliku različitih na tržištu dostupnih preparata kao što su kapsule, tinkture, šamponi, kreme, losioni, masti, čajevi i drugo.

S obzirom na širok spektar strukturno različitih bioaktivnih spojeva poput, vitamina, minerala, biljnih pigmenata, fitosterola, minerala, potrebno je produbiti znanja i istraživanja vezano uz utjecaj navedenih spojeva na zdravlje ljudi i razjasniti njihove mehanizme djelovanja.



**IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, ANA RAJH (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom BIOAKTIVNI SPOJEVI I LJEKOVITA SVJETLA KORINE (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Ana Rajh
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, ANA RAJH (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom BIOAKTIVNI SPOJEVI I LJEKOVITA SVJETLA KORINE (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Ana Rajh
(vlastoručni potpis)

LITERATURA

- [1] Hulina, N. : Više biljke stablašice. Sistematika i gospodarsko značenje. Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb, 2011.
- [2] Nikolić, T., Kovačić, S. : Flora Medvednice. 250 najčešćih vrsta Zagrebačke gore. Školska knjiga, Zagreb., 2008.
- [3] Upton, R. : Stinging nettles leaf (*Urtica dioica L*): Extraordinary vegetable medicine. J Herb Med, 2013.
- [4] Bisht S., Bhandari S., Bisht N.S. : *Urtica dioica (L.)*: an undervalued, economically important plant. Agricultural Science Research Journals. 2(5): 250-252.di vi, 2012.
- [5] Fu, H., Chen, S., Chen, Ruei, Ding, W., Kuo-Hurang, L., Huang, R. : Identification of oxalic acid and tartaric acid as major persistent pain-inducing toxins in the stinging hairs of the nettle. Ann Bot-London, 57-65, 2006.
- [6] Schafner, W., Häfelfinger, B., Ernst, B. : Ljekovito bilje kompendij. Rijeka, Leocommerce, str. 282-283., 2004.
- [7] Rogošić, J. : Bilinar cvjetnjača hrvatske flore s ključem za određivanje bilja. Sveučilište Zadar, Suton tisak, Split, 2011.
- [8] Nikolić, T. : Sistematska botanika. Raznolikost i evolucija biljnog svijeta. Alfa, Zagreb, 2013.
- [9] Joshi, B., Mukhija, M., Kalia, A. : Pharmacognostical review of *Urtica dioica L*. Int Jour of Green Pharmacy, str. 16, 201-207, 2014.
- [10] Kregiel D., Pawlikowska E., Antolak H. (2018). *Urtica spp.*: Ordinary plants with extraordinary properties. Molecules. 23(7), 1664.
- [11] Rutto L. K., Xu Y., Ramirez E., Brandt M., : Mineral properties and dietary value of raw and processed stinging nettle (*Urtica dioica L.*) Int. J. Food Sci., p. 857120, 2013.
- [12] HMPC (Committee on herbal medicinal products) : Assesment report on *Urtica dioica L.*, *Urtica urens L.*, their hybrids or their mixtures, radix. European Medicines Agency. London, 2012.

- [13] Lapinskaya, E.S., Kopyt'ko, Y.F., Timokhina, E.A., Krapivkin, B.A., Levandovskii, G.S., Dargaeva, T.D., Sokol'skaya, T.A. (2008) Amino acids and cyclic dipeptides in stinging nettle (*Urtica dioica* and *U. urens*) homeopathic matrix tinctures. *Pharm. Chem. J.* 42(11), 650-653.
- [14] Assaf, H. K., Nafady, A. M., Allam, A. E., Hamed, A. N., Kamel, M. S. (2020) Phytochemistry and biological activity of family "Urticaceae": a review. *Journal of advanced Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 3(3): 150-176
- [15] Toldy A, Atalay M, Stadler K, Sasvári M, Jakus J, Jung KJ, Chung HY, Nyakas C, Radák Z. The beneficial effects of nettle supplementation and exercise on brain lesion and memory in rat. *J Nutr Biochem.* 2009.
- [16] Testai L, Chericoni S, Calderone V, Nencioni G, Nieri P, Morelli I, Martinotti E. Cardiovascular effects of *Urtica dioica* L. (Urticaceae) roots extracts: in vitro and in vivo pharmacological studies. *J Ethnopharmacol.* 2002.
- [17] Bnouham M, Mekhfi H, Legssyer A, Ziyat A. Medicinal plants used in the treatment of diabetes in morocco. *Int J Diabetes Metab*, 2002.
- [18] Guil-Guerrero, J.L., Reboloso-Fuentes, M.M., Isasa, M.E.T. Fatty acids and carotenoids from stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *J. Food Compos*, 2003.
- [19] Repajić M, Cegledi E, Zorić Z, Pedisić S, Elez Garofulić I, Radman S, Palčić I, Dragović-Uzelac V. Bioactive Compounds in Wild Nettle (*Urtica dioica* L.) Leaves and Stalks: Polyphenols and Pigments upon Seasonal and Habitat Variations. *Foods.* 2021.
- [20] Benazić D., Ispitivanje prinosa i kvalitete koprive (*Urtica dioica* L.) iz uzgoja. Završni rad. Veleučilište u Rijeci, Poljoprivredni odjel, Pore, 2013.
- [21] Stubljarić S., Žutić I., Fabek S., Benko B., Toth N. : Utjecaj načina uzgoja i gnojidbe dušikom na morfološka svojstva dvodomne koprive. *Glasnik zaštite bilja*, 2013.
- [22] Toplak Galle K. : Hrvatsko Ljekovito Bilje, 1.izd., Mozaik knjiga, Zagreb. str. 242 - 243., 2001.
- [23] Sapkota, T.B., Shrestha, S.M., Khatri-Chettri, G.B. : Potential use of nettle (*Urtica dioica* L.) extracts for management of alternaria blight of radish. *Tropical agricultural research*, 14: 165-173., 2002.

[24] Repajić M, Cegledi E, Zorić Z, Pedisić S, Elez Garofulić I, Radman S, Palčić I, Dragović-Uzelac V. Bioactive Compounds in Wild Nettle (*Urtica dioica* L.) Leaves and Stalks: Polyphenols and Pigments upon Seasonal and Habitat Variations. *Foods*. 2021.

[25] Adhikari BM., Bajracharya A.; Shrestha AK., Usporedba hranjivih svojstava brašna koprive (*Urtica dioica*) s pšeničnim i ječmenim brašnom *Food Sci Nutr*, 2016.

[26] Kukrić, Z., Topalić-Trivunović, L., Kukavica, B., Matoš, S.B., Pavičić, S.S., Boroja, M., Savić, A. : Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.), 2012.

[27] Marchetti, N.; Bonetti, G.; Brandolini, V.; Cavazzini, A.; Maietti, A.; Meca, G.; Mañes, J. Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a functional food additive in egg pasta: Enrichment and bioaccessibility of Lutein and β -carotene. *J. Funct. Foods* 2018.

[28] Jan, K.N., Zarafshan, K., Singh, S. (2016) Stinging nettle (*Urtica dioica* L.): A reservoir of nutrition and bioactive components with great functional potential. *J. Food Meas.*

[29] Zeković, Z., Cvetanović, A., Švarc-Gajić, J., Gorjanović, S., Sužnjević, D., Mašković, P., Đurović, S. (2017) Chemical and biological screening of stinging nettle leaves extracts obtained by modern extraction techniques. *Ind Crop Prod.* 108, 423-430.

Bačić Tomislav, Sabo Mirjana: Filogenetska sistematika stablašica. Osijek: Prehrambeno tehnološki fakultet, 2006.

Barilar J. (2018.) Kopriva u suvremenoj fitofarmaciji. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zagreb.

Botanica : the illustrated A - Z of over 10,000 garden plants. [Köln] : Könemann, 1999.

Bown Deni: Encyclopedia of herbs and their uses : the royal horticultural society. London [etc.] : Dorling Kindersley Limited, 1996.

Dhouibi R, Affes H, Ben Salem M, Hammami S, Sahnoun Z, Zeghal KM, Ksouda K. Screening of pharmacological uses of *Urtica dioica* and others benefits. *Prog Biophys Mol Biol.* 2020.

Di Virgilio, N., Papazoglou, E.G., Jankauskiene, Z., Di Lonardo, S., Praczyk, M., Wielgusz, K., (2015.): The potential of stinging nettle (*Urtica dioica L.*) as a crop with multiple uses. Ind., Crops Prod. 68, 9–42.

Dubravec: Biljne vrste livada i pašnjaka. Zagreb: Školska knjiga, 2001.

Ehnedofer: Udžbenik botanike za visoke škole : sistematika, evolucija i geobotanika. Zagreb : Školska knjiga, 1997.

Ehnedofer: Udžbenik botanike za visoke škole : morfologija i fiziologija. Zagreb : Školska knjiga, 1982.

Ernst, E., Pittler, M. H., Wider, B. (2006.): The desktop guide to complementary and alternative medicine: an evidence-based approach, Elsevier Health, Philadelphia, str. 443.

Forenbacher Sergej, Otrovnje biljke. Zagreb : Školska knjiga, 1998.

Forenbacher Sergej, Velebit i njegov biljni svijet. Zagreb : Školska knjiga, 1990.

Franjić, J., Škvorc, Ž. (2014.): Šumsko zeljasto bilje. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb

Hulina N., (1988.): Korovi, Zagreb: Školska knjiga

Jurčić B. (2019.) Učinak biostimulatora rasta na morfološke pokazatelje i kemijski sastav koprive. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.

Knežević, Mira (2006.): Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore. Osijek: Poljoprivredni fakultet, str. 290.

Kremer: Ljekovito bilje. Zagreb : Begon, 2007.

Kremer, Brkljačić, Randić: Biljni svijet Premužićeve staze na Velebitu. Gospić [etc.] : Javna ustanova "Park prirode Velebit" [etc.], 2019.

Nencu, I., Gird, C. E., Duțu, L. E., Costea, T., Popescu, M. L. (2014) Seasonal variation of lipophilic compounds of *Urtica dioica L.* leaves. Revista Farmaceutică a Moldovei, (3-4), 73.

Noller Carl: Kemija organskih spojeva. Zagreb, Tehnička knjiga, 1973.

Otles, S., Yalcin, B. (2012.): Phenolic compounds analysis of root, stalk, and leaves of nettle. Sci. World J., 1-12

Petrić Petar, Tomašević Mirko: Biljne vrste uzročnice peludnih alergija. Požega, Spin Valis, 2003.

Pine Stanley: Organska kemija. Zagreb: Školska knjiga, 1994.

Anna Toldy, Krisztián Stadler, Mária Sasvári, Judit Jakus, Kyung J. Jung, Hae Y. Chung, István Berkes, Csaba Nyakas, Zsolt Radák, (2005.) The effect of exercise and nettle supplementation on oxidative stress markers in the rat brain, *Brain Research Bulletin*,

Radman S., Fabek S., Žutić I., Benko B., Toth N. (2014.) Stinging nettle cultivation in floating hydropon. *Contemp. Agric.*, 63(3), 215-223. 29.

Radman S., Žutić I., Fabek S., Žlabur J. Š., Benko B., Toth N., Čoga L. (2015.) Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of cultivated nettle. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(12) 889-896.

Radman S., Žutić I., Fabek S., Toth N., Benko B., Čoga L. (2016.) Utjecaj načina razmnožavanja i gnojidbe na kemijski sastav i prinos koprive. *Zbornik radova 51. hrvatskog I 11. međunarodnog simpozija agronoma. Opatija: 192-196.* 30.

Semalty, M., Adhikari, L., Semwal, D., Chauhan, A., Mishra, A., Kotiyal, R., Semalty, A. (2017) A Comprehensive Review on Phytochemistry and Pharmacological Effects of Stinging Nettle (*Urtica dioica*). *Current Traditional Medicine*, 3(3): 156-167.

Stepanović B., Radanović D., Turšić I., Nemčević N., Ivanec J. (2009). Uzgoj ljekovitog i aromatičnog bilja. Jan Spider, Pitomača.

Šugar Ivan, Gostl Igor, Hazler Pilepić Kroat: Hrvatsko biljno nazivlje. Zagreb : Hrvatska sveučilišna naklada, 2002.

Vogl C. R., Hartl A. : Production and processing of organically grown fiber nettle (*Urtica dioica L.*) and its potential use in the natural textile industry: A review. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18(3), 119-128., 2003.

Wilde M. (2020). The Surprising Superpowers of Nettle Seed.

Dostupno na: <https://napiers.net/nettle-seed-uses.html>. Pristupljeno: 30.05.2022.

Žutić I. (2018.) Osnove uzgoja aromatičnog i ljekovitog bilja. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.

POPIS SLIKA

Slika 1. Kopriva.....	2
Slika 2. Morfološka obilježja koprive	3
Slika 3. Korijen koprive	4
Slika 4. Stabljika koprive	4
Slika 5. List koprive	5
Slika 6. Trihomi koprive	5
Slika 7. Muški cvjetovi koprive	6
Slika 8. Ženski cvijet koprive.....	6
Slika 9. Plod koprive	7
Slika 10. Prah ekstrakta koprive.....	9
Slika 11. Galna kiselina (hidroksibenzijeva) i kafeinska kiselina (hidroksicimetna)	10
Slika 12. β -karoten	13
Slika 13. Klorofil.....	14
Slika 14. Fitosteroli i kolesterol	16
Slika 15 Šampon za kosu od koprive	19
Slika 16. Rolada od koprive punjena nadjevom s koprivom.....	20

7.8%PlagScan by Turnitin Results of plagiarism analysis from 2022-08-29 08:57 UTC
Bioaktivni spojevi i ljekovita svojstva koprive - Ana Rajh (pdf oblik).pdf

Date: 2022-08-29 08:47 UTC

★ All sources 30 | 🌐 Internet sources 18 | 📁 Organization archive 2

✓ [0]	🌐 zir.nsk.hr/islandora/object/pfos:2589/datastream/PDF/view	3.0%	60 matches	1 documents with identical matches
✓ [2]	🌐 repozitorij.pbfunizg.hr/islandora/object/pbf:3610/datastream/PDF/view	1.4%	27 matches	1 documents with identical matches
✓ [4]	🌐 repozitorij.unios.hr/en/islandora/object/pfos:2249/datastream/PDF/view	1.1%	29 matches	2 documents with identical matches
✓ [7]	🌐 repozitorij.pbfunizg.hr/islandora/object/pbf:3447/datastream/PDF/download	0.9%	24 matches	
✓ [8]	🌐 core.ac.uk/download/197903952.pdf	0.8%	23 matches	1 documents with identical matches
✓ [10]	🌐 repozitorij.pbfunizg.hr/en/islandora/object/pbf:3793/datastream/PDF/view	0.7%	19 matches	1 documents with identical matches
✓ [12]	🌐 zir.nsk.hr/islandora/object/agr:1421/datastream/PDF/view	0.2%	19 matches	
✓ [13]	🌐 docplayer.rs/193403801-Sveučilište-u-zagrebu-prehrambeno-biotehnoški-fakultet-diplomski-rad-1095-pi.html	0.9%	14 matches	
✓ [14]	📁 "Završni rad, Valentina Jelušić.docx" dated 2022-07-06	0.5%	18 matches	
✓ [15]	🌐 www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6100552/	0.1%	13 matches	
✓ [16]	🌐 nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/10753/Disertacija19384.pdf	0.1%	13 matches	
✓ [17]	🌐 www.researchgate.net/publication/313608827_Urtica_dioica_L_An_undervalued_economically_important_plant	0.1%	13 matches	
✓ [19]	🌐 zir.nsk.hr/islandora/object/agr:2198/datastream/PDF/view	0.1%	12 matches	
✓ [20]	📁 "Aronija-mogućnost prerade i sastav fenola, završni rad, Lea Vuđrag-1.docx" dated 2021-07-09	0.8%	5 matches	1 documents with identical matches
✓ [22]	🌐 repozitorij.pbfunizg.hr/islandora/object/pbf:159/datastream/PDF/view	0.7%	6 matches	
✓ [23]	🌐 pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28544187/	0.1%	6 matches	
✓ [24]	🌐 zir.nsk.hr/islandora/object/pbf:1654/datastream/PDF/download	0.2%	7 matches	
✓ [26]	🌐 core.ac.uk/download/pdf/198062042.pdf	0.1%	4 matches	
✓ [27]	🌐 core.ac.uk/download/pdf/149967858.pdf	0.2%	2 matches	
✓ [31]	🌐 core.ac.uk/download/pdf/225786713.pdf	0.1%	1 matches	

37 pages, 6845 words

PlagLevel: 7.8% selected / 16.1% overall

128 matches from 37 sources, of which 32 are online sources.

Settings

Data policy: *Compare with web sources, Check against my documents, Check against my documents in the organization repository, Check against organization repository, Check against the Plagiarism Prevention Pool*

Sensitivity: *Medium*

Bibliography: *Consider text*

Citation detection: *Reduce PlagLevel*

Whitelist: --