

Morfološka svojstva i nutritivna vrijednost divlje rige (*Diplotaxis tenuifolia*)

Srzić, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:087326>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

MORFOLOŠKA SVOJSTVA I NUTRITIVNA VRIJEDNOST
DIVLJE RIGE (*Diplotaxis tenuifolia*)

ZAVRŠNI RAD

Martina Srzić

Zagreb, srpanj, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Preddiplomski studij:
Hortikultura

**MORFOLOŠKA SVOJSTVA I NUTRITIVNA VRIJEDNOST
DIVLJE RIGE (*Diplotaxis tenuifolia*)**

ZAVRŠNI RAD

Martina Srzić

Mentor: izv. prof. dr. sc. Sanja Fabek Uher

Zagreb, srpanj, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Martina Srzić**, JMBAG 0178128410, izjavljujem da sam samostalno izradila završni rad pod naslovom:

MORFOLOŠKA SVOJSTVA I NUTRITIVNA VRIJEDNOST DIVLJE RIGE (*Diploaxis tenuifolia*)

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga završnog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj završni rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga završnog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI ZAVRŠNOG RADA

Završni rad studentice **Martine Srzić**, 0178128410, naslova

MORFOLOŠKA SVOJSTVA I NUTRITIVNA VRIJEDNOST DIVLJE RIGE (*Diplotaxis tenuifolia*)

mentor je ocijenio ocjenom _____.

Završni rad obranjen je dana _____ pred povjerenstvom koje je prezentaciju ocijenilo ocjenom _____, te je studentica postigla ukupnu ocjenu¹

_____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Sanja Fabek Uher mentor

2. _____ član

3. _____ član

¹ Ocjenu završnog rada čine ocjena rada koju daje mentor (2/3 ocjene) i prosječna ocjena prezentacije koju daju članovi povjerenstva (1/3 ocjene).

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Pregled literature	2
2.1. Porijeklo, morfološka i biološka svojstva divlje rige	2
2.2. Uzgoj divlje rige	5
2.3. Nutritivna vrijednost divlje rige.....	8
3. Zaključak.....	16
4. Popis literature	17

Sažetak

Završnog rada studentice **Martine Srzić**, naslova

MORFOLOŠKA SVOJSTVA I NUTRITIVNA VRIJEDNOST DIVLJE RIGE (*Diplotaxis tenuifolia*)

Divlja riga (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC) u mediteranskom području raste kao samonikla biljna vrsta, a ima tanke listove plavozelene boje te žute cvjetove. Osim listova, mogu se koristiti i sjemenke divlje rige za ekstrakciju ulja koje ima određeno antibiotkso djelovanje. S obzirom na porast potražnje tržišta za ovom vrstom, sve je rašireniji njezin uzgoj na poljoprivrednim površinama u Europi. Može se uzgajati izravnom sjetvom i iz presadnica, na otvorenom i u zaštićenim prostorima, a sve se češće uzgaja i hidroponski pri čemu je moguće ostvariti prinos do 3 kg/m². Višekratnom berbom divlje rige moguće je ostvariti i veći prinos, no i veći udio specifičnih pojedinačnih glukozinolata. Nutritivna vrijednost divlje rige ovisi o brojnim čimbenicima kao što su gnojdba, navodnjavanje, rok uzgoja, primjena biostimulatora te se pažljivim upravljanjem ovim čimbenicima tijekom uzgoja može utjecati na povećanje određenih minerala i specijaliziranih metabolita divlje rige.

Ključne riječi: *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC, *Eruca sativa* Miller., vitamin C, flavonoidi, prinos

Summary

Of the final work - student **Martina Srzić**, entitled

MORPHOLOGICAL FEATURES AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF WILD ROCKET (*Diplotaxis tenuifolia*)

Wild rocket (*Diplotaxis tenuifolia*) grows as a spontaneous herb in the Mediterranean area, and has thin blue-green leaves and yellow flowers. In addition to the leaves, wild rocket seeds can also be used to extract oil, which has a certain antibiotic properties. Given the increase in market demand for this species, its cultivation on agricultural land in Europe is becoming more widespread. It can be grown by sowing and from seedlings, in open fields and in greenhouses, and increasingly it is grown hidroponically, where it is possible to achieve a yield of up to 3 kg/m². By harvesting wild rocket multiple times, it is possible to achieve a higher yield, but also a higher proportion of specific individual glucosinolates. Nutritional properties of wild rocket depends on a number of factors such as fertilization, irrigation, cultivation period, application of biostimulants, and careful management of these factors during cultivation can affect the increase of certain minerals and specialized metabolites of wild rocket.

Keywords: *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC, *Eruca sativa* Miller., vitamin C, flavonoids, yield

1. Uvod

Divlja riga (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC) je višegodišnja zeljasta biljka koja pripada porodici Brassicaceae. Potječe iz Mediteranskog područja i zapadne Azije gdje raste kao samonikla biljna vrsta. Danas je divlja riga sve češće prisutna biljna vrsta na tržištu zbog svoje izražene nutritivne i zdravstvene vrijednosti (Caruso i sur., 2018.).

Listovi divlje rige se obično konzumiraju svježi kao salata, često u kombinaciji s drugim lisnatim povrćem, ali i termički obrađeni, pogotovo stariji listovi koji su vrlo pikantni (Caruso i sur., 2018.; Nicoletti i sur., 2007.). Listovi divlje rige pokazuju zanimljiva nutritivna svojstva ovisno o sadržaju glukozinolata i nekih antioksidativnih spojeva, poput vitamina A i C te flavonoida, a njihova se konzumacija preporučuje u prevenciji raka (Nicoletti i sur., 2007.).

S obzirom na porast potražnje tržišta za ovom vrstom izražene nutritivne i zdravstvene vrijednosti, ali i važnosti očuvanja prirodnih staništa, sve je rašireniji njezin uzgoj na poljoprivrednim površinama u Europi. Literaturni podaci ukazuju da je najduže razdoblje od sjetve do berbe divlje rige zimi zbog nižih temperatura i intenziteta svjetlosti, što rezultira sporijim rastom biljaka (Caruso i sur., 2018.).

Kako bi se izbjegli nepovoljni vanjski uvjeti tijekom uzgoja, divlja riga se sve češće uzgaja u zaštićenim prostorima gdje je, u kontroliranim uvjetima, kontinuirani uzgoj moguć tijekom cijele godine čime se mogu osigurati ekonomski opravdani prinosi i visoka kvaliteta ovog lisnatog povrća (Pimpini i sur., 2005.).

U ovom radu će se, na temelju pregleda recentne literature, opisati morfološka svojstva i nutritivna vrijednost divlje rige te usporediti s podacima dostupnim za kultiviranu rigu (*Eruca sativa*).

2. Pregled literature

2.1. Porijeklo, morfološka i biološka svojstva divlje rige

Divlja riga (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC) je višegodišnja zeljasta biljka koja pripada porodici Brassicaceae te potječe iz Mediteranskog područja i zapadne Azije (slika 2.1.1.). Ova vrsta je poznata i pod nazivom divlja rukola. Do prije dva desetljeća u uzgoju je dominirala kultivirana riga (*Eruca sativa*), a *D. tenuifolia* se ubirala s prirodnih staništa. Danas je divlja riga sve češće prisutna biljna vrsta na tržištu, a njezina ekonomska važnost je porasla zbog sveg većeg interesa potrošača za salatama pripremljenim za jelo (eng. *ready to eat*) što se u inozemnoj literaturi često naziva i povrćem četvrte generacije, dok je u Italiji za takav tip proizvoda popularan naziv „IV gamma“ (Caruso i sur., 2018.; Nicoletti i sur., 2007.).



Slika 2.1.1. Divlja riga

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

U Italiji se za divlju rigu koristi termin 'rucola selvatica', dok se za kultiviranu rigu (*Eruca sativa* Miller (syn. *E. vesicaria* (L.) Cav.)) koristi termin 'rucola coltivata' (Caruso i sur., 2018.; Nicoletti i sur., 2007.). Isti autori navode da se u Italiji divlja riga uzgaja na površini većoj od 4000 ha.

Rod *Diplotaxis* obuhvaća oko 30 vrsta i jako je sličan rodu *Brassica*. Vrste iz roda *Diplotaxis* su morfološki vrlo slične, pa tako sve imaju zeljaste stabljike i cvjetove žutih latica. Takson

Diplotaxis cretacea, koji se ranije smatrao podvrstom *Diplotaxis tenuifolia* sada je prepoznat kao zasebna vrsta. Vrsta *Diplotaxis muralis* (L.) DC također je jestiva, ali se uglavnom skuplja iz prirode i do sada se nije proširila u uzgoju. Vrsta *Diplotaxis muralis* ima ovalne kotiledone, tanje listove i blijedo žute cvjetove s manjim laticama od vrste *Diplotaxis tenuifolia* (Nicoletti i sur., 2007.).

Divlja riga je višegodišnja biljka snažnog korjenovog sustava, razgranate stabljike visine do 60 cm koja je pri podnožju često odrvenjela i obrasla listovima. Ime *tenuifolia* ukazuje na tanke listove, duge 6-12 cm, plavkasto ili sivkastozelene boje. Listovi imaju perasto izrezane i razmaknute, uske i često blago nazubljene liske, kojih je sa svake strane od 3 do 5 (Grlić, 1986.). Nakon rezanja listova na visini 3 do 5 cm od tla, biljke imaju sposobnost ponovnog formiranja lišća zbog sposobnosti skladištenja i korištenja rezervi ugljikohidrata u korijenu te aktivnosti adventivnih pupova korijena (Caruso i sur., 2018.; Nicoletti i sur., 2007.).

Divlja riga je višegodišnja i diploidna biljka ($n=11$). U generativnoj fazi na gornjem dijelu stabljike razvijaju se grozdasti cvatovi sa žutim cvjetovima (slika 2.1.2.), a cvatnja uglavnom traje od svibnja do listopada. Plodovi divlje rige su uske komuške koje su duge do 3 cm, a nalaze se na dugim stapkama. Uske komuške su pune sitnih, u dva reda složenih, sjemenki pa je često narodno ime ove vrste „dvoredac“ (Grlić, 1986.; FCD, 2024.).



Slika 2.1.2. Cvjetovi divlje rige

Izvor: <https://www.plantarium.ru>

Cvjetovi kultivirane rige su bijele ili svijetložute boje s ljubičastim žilicama na laticama (slika 2.1.3.). Plod kultivirane rige je komuška, a listovi su nazubljeni i mogu biti do 20 cm dugi i 6 cm široki, s jače izraženom srednjom žilom (Lešić i sur., 2016.).



Slika 2.1.3. Cvjetovi kultivirane rige

Izvor: <https://www.gbif.org>

Divlja riga uspijeva na strmim, aridnim, kamenitim (slika 2.1.3.) i šljunkovitim mjestima, a često se može pronaći na nasipima, željezničkim prugama, starim zidinama, dok se rjeđe pojavljuje kao korov na kultiviranom tlu. Raširena je i duž jadranske obale pa se njezini listovi u nekim dalmatinskim mjestima prodaju na tržnicama samostalno ili u mješavini s drugim samoniklim vrstama (Grić, 1986.).



Slika 2.1.4. Divlja riga na kamenitom terenu

Izvor: FCD, 2024

Prema Caruso i sur. (2020.) za rast divlje rige odgovara povećanje dužine dana i temperaturni raspon od 2 do 25 °C. Temperatura pogodna za klijanje sjemenki rige iznosi 20 °C (Durazzo i sur., 2013.; Hamilton i Fonseca 2010.).

Toth i sur. (2018.) navode da je kultivirana riga mezofilna povrtna vrsta kojoj je optimalni raspon dnevnih i noćnih temperatura za rast između 22 i 24 °C, odnosno, 16 do 18 °C. Kultivirana riga se sije u više navrata uz razmak redova 15 do 30 cm, a prorjeđuje se na 5 do 10 cm biljka od biljke. Na površini 1 m² može se ostvariti prinos do 2 kg (Lešić i sur., 2016.).

2.2. Uzgoj divlje rige

Divlja riga se uzgaja na otvorenim površinama ili češće u zaštićenim prostorima (slika 2.2.1.). Poželjno je da zaštićeni prostori budu opremljeni sustavom za grijanje te opremom za provjetravanje, kako bi se što bolje mogla regulirati temperatura i relativna vlaga zraka. Divlja riga se može uzgajati i hidroponski, odnosno bez tla, koristeći sustav plutajućih ploča ili tehniku hranjivog filma. U uzgoju na otvorenom tlu se mora obraditi na odgovarajući način, najčešće oranjem i zahvatima dopunske obrade (npr. drljanjem) pri čemu se treba izbjegavati pretjerano usitnjavanje. Valjanje tla treba provesti nakon sjetve divlje rige na lakšim tlima (Caruso i sur., 2018.).



Slika 2.2.1. Uzgoj divlje rige u zaštićenom prostoru

Izvor: Nicoletti i sur., 2007.

Caruso i sur. (2019) navode razlike u prinosu listova divlje rige s obzirom na rok uzgoja pri čemu je veći prinos utvrđen u zimsko-proljetnom ciklusu nego u jesensko-zimskom uzgojnom ciklusu. Postizanje optimalnog prinosa uvjetovano je optimalnim abiotским čimbenicima unutar zaštićenog prostora tijekom uzgoja rige (Caruso i sur., 2019.).

Prije sjetve ili sadnje divlje rige potrebno je provesti odgovarajuću obradu tla, najčešće na dubini od 30 cm. Divlja riga se uzgaja najčešće na povišenim gredicama širine 1 do 2 m (Caruso i sur., 2018.).

Gnojidba se obavlja s obzirom na kemijsku analizu tla, odnosno pH, sadržaj organske tvari i osnovnih makroelemenata (Nicoletti i sur., 2007.). Za ostvarenje prinosa 100 kg divlje rige potrebno je osigurati 0,28 kg N, 0,11 kg P₂O₅ te 0,34 kg K₂O. Primjena prekomjerne količine dušika se treba izbjegavati prije berbe jer se tijekom skladištenja narušava kvaliteta proizvoda (Caruso i sur., 2018.).

Divlja riga se uzgaja od rane jeseni do proljeća ili od proljeća do ljeta, ovisno o području uzgoja, sustavu proizvodnje i potražnji na tržištu. U prosjeku je moguće 5 do 6 ciklusa berbe gdje svaki traje od 20 do 100 dana nakon sadnje ili berbe ovisno o abiotским čimbenicima tijekom rasta (slika 2.2.2.). Najduže razdoblje uzgoja je zimi zbog nižih temperatura i intenziteta svjetlosti, što rezultira sporijim rastom biljaka (Caruso i sur., 2018.; Caruso i sur., 2020.).

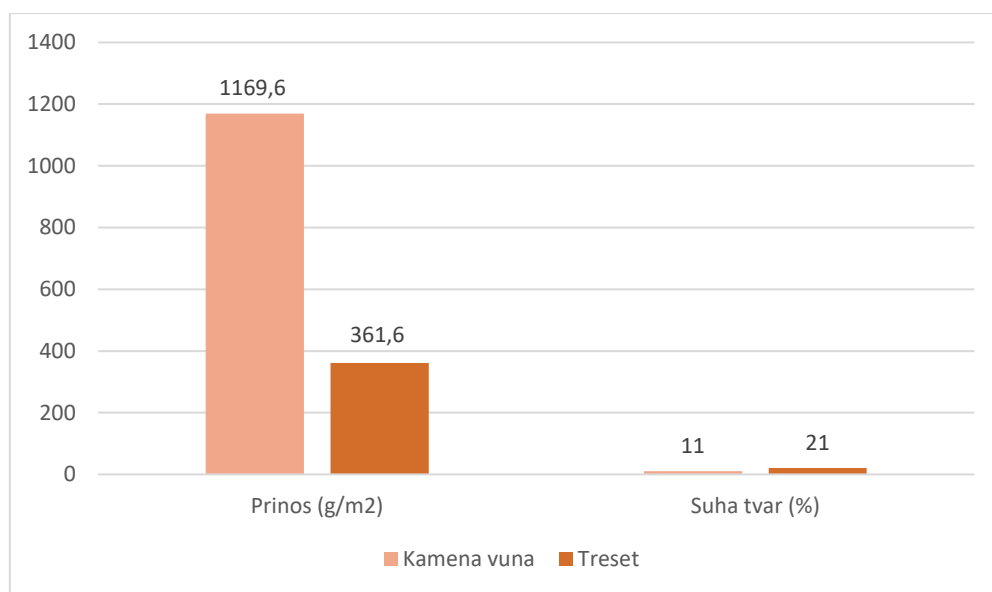


Slika 2.2.2. Ručna berba divlje rige

Izvor: Nicoletti i sur., 2007.

Listovi divlje rige se mogu rezati ručno ili kosilicama kada dosegnu visinu od 10 do 15 cm, a najprikladnije vrijeme berbe je u jutarnjim satima, tijekom nižih temperatura i uz veću relativnu vlagu zraka (Caruso i sur., 2019.).

U istraživanju Kovačić i sur. (2015.) divlja riga je uzgajana na tresetu i u hidroponu. Uzgojem u hidroponu ostvarene su 2 berbe divlje rige s prosječnim prinosom od 1 169,6 g/m². Suprotno tome, uzgoj biljaka na tresetu karakterizirao je sporiji rast pa je provedena samo jedna berba uz prinos 361,6 g/m² (grafikon 2.2.3.). Prosječna suha tvar divlje rige bila je veća u konvencionalnom sustavu (21 %) nego u hidroponskom sustavu uzgoja (11 %).



Grafikon 2.2.3. Prinos i suha tvar listova divlje rige ovisno o supstratu i sustavu uzgoja

Izvor: Kovačić i sur., 2015.

Prema istraživanju Fabek Uher i sur. (2024.) divlja riga uzgojena u bazenu s 25 %-tnom koncentracijom standardne otopine rezultirala je najmanjim prinosom (1,1 kg/m²), dok je najveći prinos (3,2 kg/m²) ostvaren pri 50 %-tnoj koncentraciji otopine. Sadržaj suhe tvari (12,7 %) ostvaren pri 100 %-tnoj koncentraciji ukazuje na nutritivnu kvalitetu biljnog materijala, sugerirajući da sirovina s višim vrijednostima suhe tvari sadrži visoku količinu hranjivih tvari kao što su minerali i vitamini (slika 2.2.4.).



Slika 2.2.4. Uzgoj divlje rige u plutajućem hidroponu

Izvor: Fabek Uher i sur., 2024.

U istraživanju Fabek Uher i sur. (2024.). srednja dnevna temperatura zraka u zaštićenom prostoru tijekom uzgoja divlje rige kretala se od 19,5 do 31,3 °C, a srednja relativna vlažnost zraka između 33 i 54 %. U istraživanju Toth i sur. (2018.). srednja dnevna temperatura zraka tijekom uzgoja kultivirane rige se kretala od 19 do 27 °C, a srednja relativna vlažnost zraka od 38 do 71 %.

Uvjeti skladištenja utječu na fiziološku i vizualnu kvalitetu listova divlje rige od berbe do potrošnje. Niska temperatura je ključni čimbenik u kvalitetnom održavanju i produljenju roka trajanja. Skladištenje listova divlje rige preporučuje se pri temperaturi 0 °C, no najčešće se isporučuje i skladišti na 10 °C. Štoviše, divlja riga ima kratak rok trajanja, pokazujući žutilo lišća u roku od 4 do 8 dana. Međutim, žućenje listova je praćeno i gubitkom askorbinske kiseline (vitamina C) i glukozinolata (Spadafora i sur., 2016.).

2.3. Nutritivna vrijednost divlje rige

Listovi divlje rige bogati su vlaknima, pojedinim mineralima te vitaminima A i C, a njihova konzumacija se preporučuje u prevenciji karcinoma i kardiovaskularnih bolesti. U tradicionalnoj medicini na području Mediterana (Italija, južna Francuska) i Bliskog Istoka divlja riga se koristi kao diuretik, za iskašljavanje te protiv skorbuta (Caruso i sur., 2018.; Nicoletti i sur., 2007.).

Udio hranjivih tvari u divljoj rigi sličan je drugom lisnatom povrću, osim što je udio suhe tvari i vlakana nešto veći. Listovi sadrže visoke razine kalija (4,7 g kg⁻¹ svježe tvari), kalcija (3,1 g kg⁻¹ svježe tvari) i željeza (52 mg kg⁻¹ svježe tvari). Sadržaj glukozinolata u lišću divlje rige

ovisi o genetskim svojstvima te o načinu uzgoja. Konkretno, sadržaj glukoerucina i glukorafanina se značajno povećava s brojem berbi (Nicoletti i sur., 2007.).

Potražnja za visokokvalitetnim lišćem divlje rige je u porastu, a potaknuta je sve većim interesom društva za svježim proizvodima visoke prehrambene i funkcionalne kvalitete. Kvaliteta svježeg lisnatog povrća je definirana kao dinamički spoj njihovih fizikalno-kemijskih svojstava i evoluirajuće percepcije potrošača koja obuhvaća organoleptičke, nutritivne i bioaktivne komponente. Divlja riga gubi vrijednost kada su lisne peteljke preduge u usporedbi s listovima, a intenzitet boje nije u skladu sa zahtjevima potrošača (Caruso i sur., 2019.).

Listovi divlje rige se obično konzumiraju svježi kao salata, često u kombinaciji s drugim lisnatim povrćem, ali i termički obrađeni. Stariji listovi su previše pikantni da bi se konzumirali kao sirovi, ali se mogu dodati u juhe ili umake (Caruso i sur., 2018.; Nicoletti i sur., 2007.). Gorak ili opor okus lišća divlje rige uzrokovan je glukozinolatima, dok enzimaska hidroliza ovih spojeva proizvodi hlapljive izotiocijanate koji su odgovorni za jaku oštru aromu. Listovi divlje su visoko kategorizirani među salatama zbog bogatstva vlaknima, mineralima i vitaminima (Caruso i sur., 2019.).

Prema Caruso i sur. (2018.) najveće količine glukorafanina se nalaze u cvjetovima divlje rige. Uslijed razgradnje glukorafanina dolazi do formiranja sulforafana koji ima kemopreventivno djelovanje (tablica 2.3.1.).

Tablica 2.3.1. Sadržaj pojedinačnih i ukupnih glukozinolata u listovima divlje rige pri prvoj berbi

Vrsta glukozinolata	Najmanja količina	Najveća količina
Glukoarafanin	0,334	1,044
Glukonapin	0,016	0,033
Glukoerucin	0,019	0,109
Ukupni glukozinolati	0,507	1,143

Izvor: Kovačić i sur., 2015.

Osim što divlja riga sadrži niz fitokemikalija koje promiču zdravlje, uključujući vitamin C, vlakna, polifenole i glukozinolate, također sadrži i fotosintetske pigmente kao što su klorofili i karotenoidi (tablica 2.3.2.). Divlja riga je zajedno sa cikorijom, maslačkom te rigom najbogatiji prehrambeni izvor luteina među ksantofilnim pigmentima. Određivanje antioksidativnih svojstava se može smatrati kao prva faza u proučavanju zdravstvene vrijednosti hrane (Durazzo i sur., 2013.).

Tablica 2.3.2. Sadržaj ukupnih fenola, vitamina C, ukupnih klorofila, karotenoida i nitrata u listovima divlje rige

IZVORI	Caruso i sur. (2020.)	Schiattone i sur. (2018.)
Ukupni fenoli (mg 100 g ⁻¹ st*)	36,5	20,2
Vitamin C (mg 100 g ⁻¹ st)	23,28	-
Ukupni klorofili (mg g ⁻¹ st)	1,43	1130,4
Ukupni karotenoidi (mg g ⁻¹ st)	0,34	207,4
Ukupni nitrati (mg kg ⁻¹ st)	7127	5956,1

*st – svježa tvar

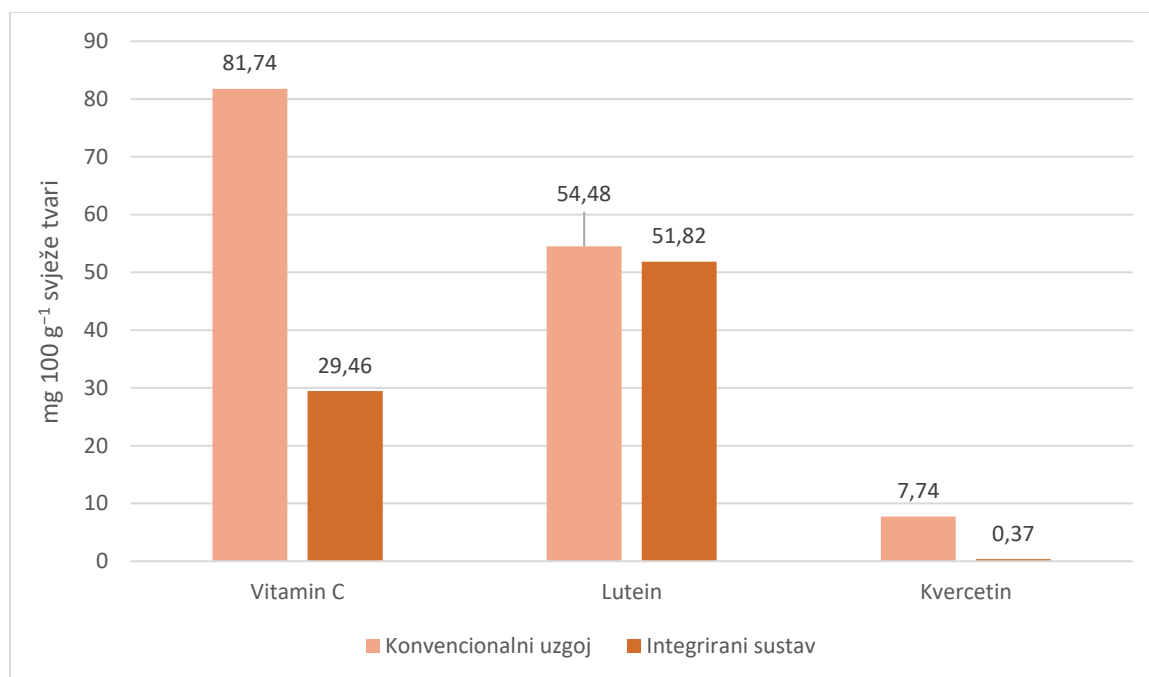
Izvor: Caruso i sur., 2020.; Schiattone i sur., 2018.

Zbog izražene antiskorbutične vrijednosti, divlja riga može uspješno poslužiti kao proljetna vitaminska nadopuna prehrani. Intenzivan miris listova, koji mnogi vole, a neki smatraju neugodnim, uz primjenu začina postaje blaži ili se djelomično izgubi. Pojedini literaturni izvori ukazuju na konzumaciju listova divlje rige u ograničenim količinama (Grlić, 1986.). Prema istraživanju Caruso i sur. (2011.) divlja riga lako nakuplja nitrata pri čemu visoke koncentracije nitrata u divljoj rigi mogu predstavljati potencijalni zdravstveni rizik za potrošače.

Sadržaj bioaktivnih spojeva ovisi o brojnim čimbenicima kao što su genotip, stupanj zrelosti, agrotehničke mjere, tijekom uzgoja, okolišni uvjeti tijekom rasta, primarna dorada i prerada (Durazzo i sur., 2013.).

U Europi su konvencionalne metode zamijenjene integriranim poljoprivrednim sustavom kojim se smanjuje uporaba sintetičkih kemikalija kombinacijom organskih i konvencionalnih tehnika. U istraživanju Durazzo i sur. (2013.) najveća koncentracija kvercetina u listovima divlje rige iznosila je 7,74 mg 100 g⁻¹ svježe tvari i utvrđena je u konvencionalnom uzgoju, a najveća

koncentracija vitamina C iznosila je $81,74 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ svježe tvari i utvrđena je u listovima divlje rige uzgojene u integriranom sustavu (grafikon 2.3.3.). Koncentracija luteina se nije značajno razlikovala s obzirom na sustav uzgoja (Durazzo i sur., 2013.). Prema Schiattone i sur. (2018.) karotenoidi, osim što funkcioniraju kao pomoćni pigmenti imaju ključnu ulogu u antioksidativnom obrambenom sustavu biljaka.



Grafikon 2.3.3. Koncentracije bioaktivnih spojeva divlje rige s obzirom na sustav uzgoja

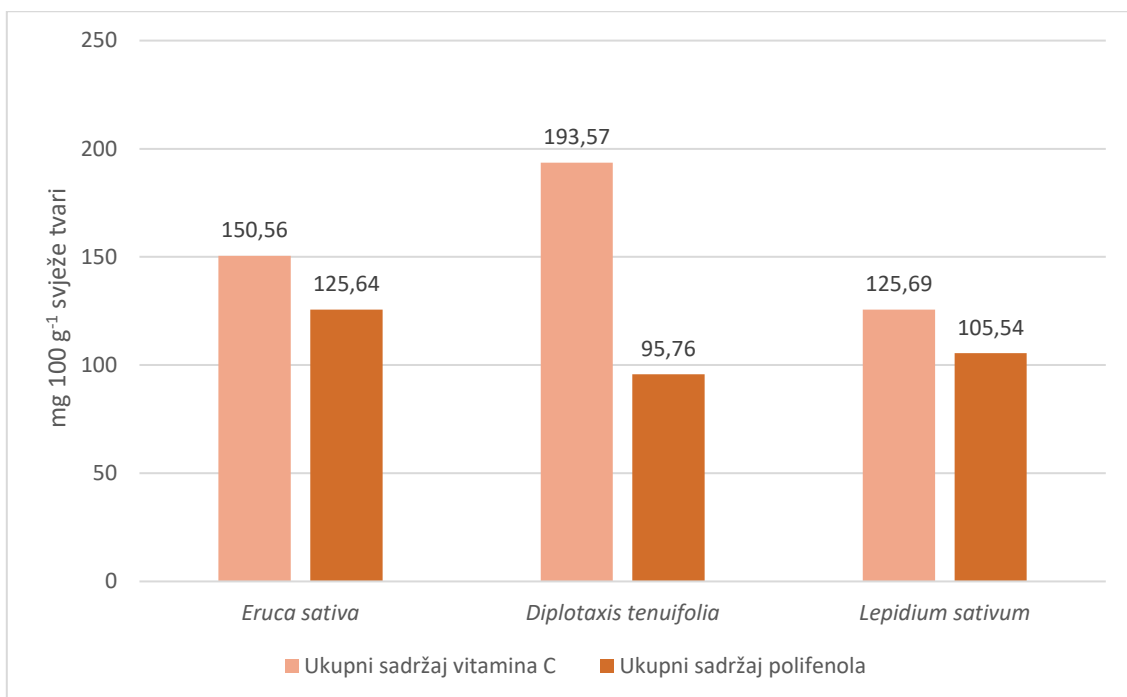
Izvor: Durazzo i sur., 2013.

Prema istraživanju Caruso i sur. (2020.) ukupna koncentracija askorbinske kiseline u listovima divlje rige povećala se za 23,3 % kod tretmana Trichoderma i Trichoderma + hidroliza proteina. Primjena biostimulatora je također rezultirala povećanjem klorofila za prosječno 14,9 %. U zimskom ciklusu uzgoja zabilježen je veći prinos, dok je tijekom zimsko-proljetne sezone uzgoja utvrđena bolja nutritivna kvaliteta listova divlje rige. Biljke iz zimsko-proljetne sezone uzgoja imale su veću učinkovitost biosinteze klorofila i aktivnosti fotosintetskog sustava. Također, u zimsko-proljetnom roku uzgoja utvrđena je veća količina fosfata, sulfata, kalcija i veća antioksidativna aktivnost.

Kod divlje rige može se koristiti i ulje, iz sjemenki. Tehnološka svojstva ulja slična su ulju ekstrahiranom iz sjemenki kultivirane rige koje se, osobito u Indiji, koristi u tradicionalnoj medicini na temelju svojih antibiotskih svojstava, u pripremi sapuna te kao rasvjetno sredstvo.

Zabilježena su i mukolitička svojstva, zajedno s inhibicijskim učincima na lipazu gušterače koji bi mogli smanjiti apsorpciju lipida, što predstavlja indikaciju za upotrebu divlje rige u prehrani osoba s prekomjernom tjelesnom težinom (Caruso i sur., 2018.; Nicoletti i sur., 2007.).

Sva tkiva divlje rige, osim korijena, sadrže značajne razine flavonoida. Prevladavajući flavonoidi su kvercetin, kempferol i izorhanetin. Također je pronađeno značajno nakupljanje cijanidina pri jakom svjetlu, dok se sadržaj nitrata, flavonoida i antioksidativna aktivnost povećavaju smanjenjem sunčevog zračenja. Međutim, kada se divlja riga uzgaja pri visokim intenzitetom svjetla, brži rast biljaka zahtijeva visoku dostupnost organskog dušika, što posljedično sprječava nakupljanje nitrata (Jin i sur., 2009.). Flavonoidi imaju zaštitnu ulogu od UV-zračenja, a njihova je biološka funkcija povezana s otpornošću na patogene i štetnike. Stoga će povećanje sadržaja flavonoida imati korisne učinke u zaštiti bilja od štetočinja (Caruso i sur., 2018.). Nakupljanje pigmenata antocijanina u biljkama je česta pojava koja je povezana s brojnim stresnim podražajima u okolišu, uključujući ekstremne minimalne i maksimalne temperature i intenzitet svjetlosti (Jin i sur., 2009.).



Grafikon 2.3.4. Sadržaj vitamina C i polifenola u listovima rige, divlje rige i kres salate

Izvor: Hamilton i Fonseca (2010.)

Hamilton i Fonseca (2010.) navode da biljke koje se uzgajaju u stresnim uvjetima (npr. suša) proizvode više antioksidativnih spojeva kao što su vitamin C i polifenoli te imaju veće koncentracije fenola u lišću. Iz grafikona 2.3.4. je vidljivo da se, u spomenutom istraživanju, divlja riga izdvaja najvećim sadržajem vitamina C (193,57 mg 100 g⁻¹ svježe tvari), ali i najmanjim sadržajem ukupnih polifenola (95,76 mg 100 g⁻¹ svježe tvari).

U istraživanju Fabek Uher i sur. (2024.) smanjenje koncentracije hranjive otopine utječe na smanjenje sadržaja vitamina C te je u navedenom istraživanju najveći sadržaj vitamina C (113,86 mg 100 g⁻¹ svježe tvari) u listovima divlje rige zabilježen u 100 %-tnoj koncentraciji hranjive otopine. Najveću količinu ukupnih klorofila (0,51 mg g⁻¹ svježe tvari) imala je divlja riga uzgojena u 100 %-tnoj koncentraciji hranjive otopine (tablica 2.3.5.).

Toth i sur. (2018.) navode da stres soli može utjecati na smanjenje ili povećanje udjela biogenih elemenata i specijaliziranih metabolita u biljkama divlje rige. U istraživanju navedenih autora kultivirana riga iz hidroponskog sustava uzgoja je pri najvećoj koncentraciji NaCl-a imala najveći sadržaj vitamina (88,07 mg 100 g⁻¹ svježe tvari). Najveća količina ukupnih fenola (173,6 i 173,4 mg GAE g⁻¹ svježe tvari) utvrđena je u uzgoju rige pri EC vrijednostima hranjive otopine 7 i 9 dS/m.

Tablica 2.3.5. Razlika u sadržaju sekundarnih metabolita između kultivirane i divlje rige

IZVOR	Toth i sur. (2018)	Fabek Uher i sur. (2024)
VRSTA	<i>Eruca sativa</i>	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>
Ukupni fenoli (mg 100 g ⁻¹ st*)	173,63	158,87
Vitamin C (mg 100 g ⁻¹ st)	88,07	113,86
Ukupni klorofili (mg g ⁻¹ st)	0,90	0,51
Ukupni neflavonoidi (mg 100 g ⁻¹ st)	84,80	97,46
Ukupni karotenoidi (mg g ⁻¹ st)	0,17	-

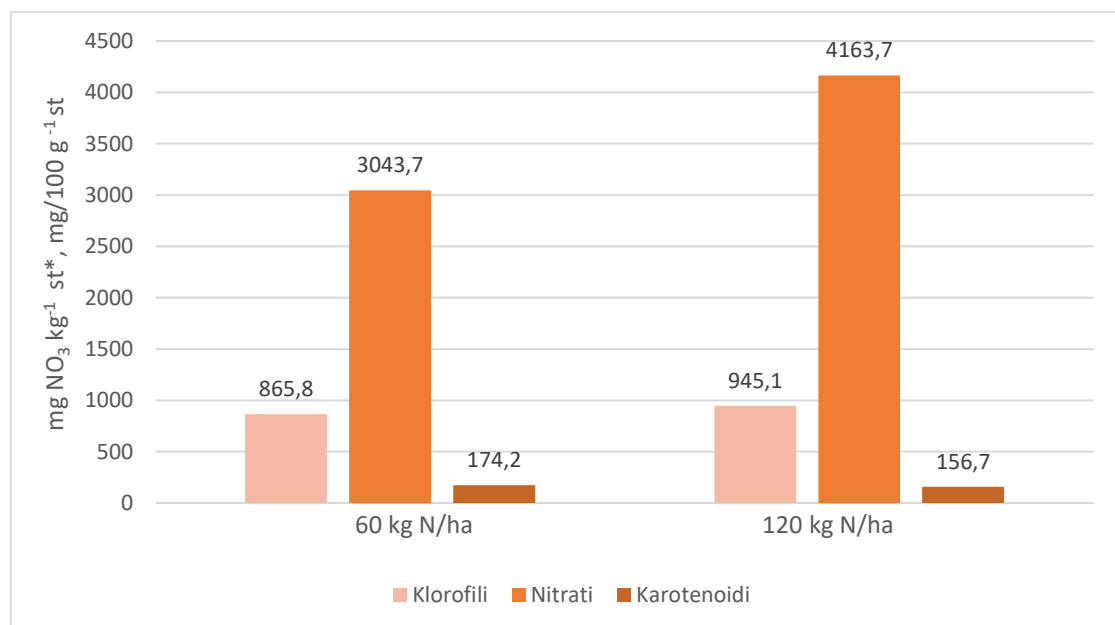
*st – svježa tvar

Izvor: Toth i sur., 2018.; Fabek Uher i sur., 2024.

Acar i sur. (2016.) istraživali su kemijski sastav zrelog i nezrelog sjemena divlje rige. Utvrdili su da zrelo sjeme divlje rige sadrži veću količinu fosfora, kalija, kalcija i magnezija u odnosu na nezrelo sjeme. Sadržaj sirovih proteina, ulja i flavonoida u sjemenkama je bio podjednak u zrelom i nezrelom sjemenu. Sadržaj ulja kvantitativno su nasljedne karakteristike i na njih uvelike utječu okolišni i genetski čimbenici. Autori zaključuju da su sjemenke divlje rige dobar izvor proteina, minerala i ulja te masnih kiselina.

Spojevi poput karotenoida ili fenola, također pridonose otpornosti biljaka na stres, a pojedini čimbenici okoliša pogoduju proizvodnji fitonutrijenata pa na primjer većem intenzitetu svjetla biljka pojačano sintetizira fenole. Za procjenu polifenolnih spojeva i ksantofila u lišću biljke primjenjuje se fluorescencija klorofila. Ova metoda omogućuje brzo otkrivanje i kvantifikaciju spojeva koji apsorbiraju UV zračenje kao što su flavonoidi (Khoramizadeh i sur., 2024.).

Schiattone i sur. (2018.) su proveli istraživanje u kojem je testiran utjecaj režima navodnjavanja i opskrbe dušikom na prinos, učinkovitost korištenja vode i dušika te morfološka i kvalitativna svojstva divlje rige. Uspoređena su četiri režima navodnjavanja (75, 100, 125 i 150 %) te dvije razine N (60 i 120 kg ha⁻¹).



*st – svježa tvar

Grafikon 2.3.6. Prosječna količina klorofila, nitrata i karotenoida tijekom četiri ciklusa uzgoja divlje rige s obzirom na testirane doze dušika (60 i 120 kg N ha⁻¹)

Izvor: Schiattone i sur., 2018.

Navodnjavanje i razine dušika utjecali su različito na proizvodna svojstva divlje rige. Veći prinos je postignut primjenom veće doze dušika, čemu je formiran veći broj listova većih dimenzija. Međutim, veća doza dušika rezultirala je većom količinom nitrata u listovima. (grafikon 2.3.6.). Slabija opskrba vodom i dušikom je rezultirala većom količinom fenola, karotenoida i antioksidacijskom aktivnosti u lišću divlje rige. Viša doza dušika poboljšala je učinkovitost korištenja vode, ali smanjila učinkovitost korištenja dušika. Stoga su odgovarajuća opskrba vodom i dušikom kritični čimbenici za osiguranje ekonomski održive razine proizvodnje i visoke kvalitete listova divlje rige (Schiattone i sur., 2018.).

Hlapljivi organski spojevi su lako mjerljivi iz listova divlje rige i mogu pružiti korisne pokazatelje kvalitete kao što su promjene izotiocijanata dobivene iz nutritivno važnih glukozinolata. Spojevi koji sadrže sumpor rastu na višim temperaturama i utječu na pad senzorske kvalitete (Spadafora i sur., 2016.).

U istraživanju Caruso i sur. (2020.) primjena nemikrobnih ili mikrobnih biostimulatora sama ili u kombinaciji aktivira različite fiziološke mehanizme u divljoj rigi u uporedbi s netretiranom kontrolom. Navedeni autori preporučuju upotrebu biostimulatora u uzgoju povrća u zaštićenim prostorima s ciljem povećanja prinosa i bolje nutritivne vrijednosti.

3. Zaključak

Divlja riga je višegodišnja vrsta iz porodice krstašica koja se uspješno može uzgajati na otvorenim površinama i u zaštićenom prostoru. Divlja riga se najčešće uzgaja od rane jeseni do proljeća ili od proljeća do ljeta, ovisno o području uzgoja, sustavu proizvodnje i potražnji na tržištu. Moguća je višekratna berba listova divlje rige, a vremenski razmak između berbi ovisi o abiotičkim čimbenicima tijekom rasta biljaka. Kod divlje rige uglavnom se koriste listovi, a u manjoj mjeri i ulje dobiveno ekstrakcijom iz sjemenki. Listovi divlje rige se obično konzumiraju svježi kao salata, često u kombinaciji s drugim lisnatim povrćem, ali i termički obrađeni.

Prema dostupnim literaturnim podacima listovi divlje rige bogati su vitaminom C, vlaknima, polifenolima i glukozinolatima. U usporedbi s kultiviranom rigom, divlja riga ističe se većim sadržajem vitamina C i neflavonoida. Obje vrste, divlja i kultivirana riga, su nitrofilne pa u njihovom uzgoju treba posebno paziti na primijenjene doze dušika kako bi količina nitrata bila unutar dozvoljenih vrijednosti.

Na sadržaj bioaktivnih spojeva, a time i nutritivnu vrijednost divlje rige značajno utječu agrotehničke mjere tijekom uzgoja, a posebice navodnjavanje i gnojidba dušikom. Stoga se pažljivim upravljanjem ovim čimbenicima tijekom uzgoja može utjecati na povećanje određenih specijaliziranih metabolita divlje rige.

Kako bi se izbjegli nepovoljni vanjski uvjeti tijekom uzgoja na otvorenom, divlja riga se sve češće uzgaja hidroponski u zaštićenim prostorima gdje je, u kontroliranim uvjetima, kontinuirani uzgoj moguć tijekom cijele godine čime se mogu osigurati ekonomski opravdani prinosi i visoka kvaliteta ovog lisnatog povrća za kojim je sve veća potražnja na europskom tržištu.

4. Popis literature

1. Acar, R., Geçgel, Ü., Hamurcu, M., Coşkun, B., Koç, N., Özcan, M. M. (2016). Some chemical properties, fatty acid composition and mineral contents of *Diplotaxis tenuifolia* seed and oil. *Am. J. Essent. Oil. Nat. Prod*, 4(2), 23-26.
2. Caruso, G., Conti, S., La Rocca, G. (2011). Influence of crop cycle and nitrogen fertilizer form on yield and nitrate content in different species of vegetables. *Advances in Horticultural Science*, 25, 81-89.
3. Caruso, G., Parrella, G., Giorgini, M., Nicoletti, R. (2018). Crop systems, quality and protection of *Diplotaxis tenuifolia*. *Agriculture*, 8(4), 55.
4. Caruso, G., De Pascale, S., Nicoletti, R., Cozzolino, E., Roupshael, Y. (2019). Productivity, nutritional and functional qualities of perennial wall-rocket: Effects of pre-harvest factors. *Folia Horticulturae*, 31(1), 71-80.
5. Caruso, G., El-Nakhel, C., Roupshael, Y., Comite, E., Lombardi, N., Cuciniello, A., Woo, S. L. (2020). *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. yield and quality as influenced by cropping season, protein hydrolysates, and Trichoderma applications. *Plants*, 9(6), 697.
6. Durazzo, A., Azzini, E., Lazzè, M. C., Raguzzini, A., Pizzala, R., Maiani, G. (2013). Italian wild rocket [*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.]: Influence of agricultural practices on antioxidant molecules and on cytotoxicity and antiproliferative effects. *Agriculture*, 3(2), 285-298.
7. Fabek Uher S., Antonina G., Toth N., Šic Žlabur J., Božidar B., Radman S., Opačić, N. (2024). The effect of nutrient solution concentration on the yield and bioactive compounds content of hydroponically grown wild rocket. Zbornik radova 59. hrvatskog i 19. međunarodnog Simpozija agronoma. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, 150-155.
8. FCD (2024). [https://hirc.botanic.hr/fcd/DetailFrame.aspx?IdVrste=3641&taxon=Diplotaxis+tenuifolia+\(L.\)+DC](https://hirc.botanic.hr/fcd/DetailFrame.aspx?IdVrste=3641&taxon=Diplotaxis+tenuifolia+(L.)+DC). Pristupljeno 3. travnja 2024.
9. Gričić, L. (1986). Enciklopedija samoniklog jestivog bilja.
10. Hamilton, J. M., Fonseca, J. M. (2010). Effect of saline irrigation water on antioxidants in three hydroponically grown leafy vegetables: *Diplotaxis tenuifolia*, *Eruca sativa*, and *Lepidium sativum*. *HortScience*, 45(4), 546-552.

11. Jin, J., Koroleva, O. A., Gibson, T., Swanston, J., Magan, J., Zhang, Y. A. N., Rowland I. R., Wagstaff, C. (2009). Analysis of phytochemical composition and chemoprotective capacity of rocket (*Eruca sativa* and *Diplotaxis tenuifolia*) leafy salad following cultivation in different environments. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(12), 5227-5234.
12. Khoramizadeh, F., Garibay-Hernández, A., Mock, H. P., Bilger, W. (2024). Improvement of the Quality of Wild Rocket (*Diplotaxis tenuifolia*) with Respect to Health-Related Compounds by Enhanced Growth Irradiance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(17), 9735-9745.
13. Kovacic, M., Veberic, R., Ugrinovic, K., Jakše, M. (2015). Glucosinolate analysis of wild rocket [*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC] from different Slovenian regions cultivated on two growing systems. *Eur. J. Hortic. Sci*, 80(5), 199-207.
14. Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2016). Povrčarstvo. Zrinski, Čakovec.
15. Nicoletti, R., Raimo, F., Miccio, G. (2007). *Diplotaxis tenuifolia*: biology, production and properties. *Eur. J. Plant Sci. Biotechnol*, 1(1), 36-43.
16. Pimpini, F., Giannini, M., Lazzarin, R. (2005). Ortaggi da foglia da taglio. Veneto Agricoltura.
17. Schiattone, M. I., Viggiani, R., Di Venere, D., Sergio, L., Cantore, V., Todorovic, M., Perniola, M., Candido, V. (2018). Impact of irrigation regime and nitrogen rate on yield, quality and water use efficiency of wild rocket under greenhouse conditions. *Scientia Horticulturae*, 229, 182-192.
18. Spadafora, N. D., Amaro, A. L., Pereira, M. J., Müller, C. T., Pintado, M., Rogers, H. J. (2016). Multi-trait analysis of post-harvest storage in rocket salad (*Diplotaxis tenuifolia*) links sensorial, volatile and nutritional data. *Food Chemistry*, 211, 114-123.
19. Toth, N., Jerončić, L., Čoga, L., Benko, B., Uher, S. F., Žlabur, J. Š. (2018). Macroelements and specialized metabolites content under salt stress in hydroponically grown rocket. In *9th International Congress of Food Technologists, Biotechnologists and Nutritionist*, 108-112.

Popis internetskih izvora slika

Slika 2.1.1. Divlja riga, <https://www.plantea.com.hr/wp-content/uploads/2015/11/uskolisni-drvoredac-3.jpg>. Pristupljeno 6. svibnja 2024.

Slika 2.1.2. Cvjetovi divlje rige, https://www.plantarium.ru/dat/plants/3/306/184306_5e60c2e9.jpg. Pristupljeno 28. veljače 2024.

Slika 2.1.3. Cvjetovi kultivirane rige, <https://www.gbif.org/es/species/5375936>. Pristupljeno 8. srpnja 2024.

Slika 2.1.4. Divlja riga na kamenitom terenu, [https://hirc.botanic.hr/fcd/DetaljiFrame.aspx?IdVrste=3641&taxon=Diplotaxis+tenuifolia+\(L.\)+DC](https://hirc.botanic.hr/fcd/DetaljiFrame.aspx?IdVrste=3641&taxon=Diplotaxis+tenuifolia+(L.)+DC). Pristupljeno 3. lipnja 2024.

Životopis

Martina Srzić rođena je u Splitu, 04.07.2001. Pohađala je srednju školu fra Andrije Kačića Miošića, u Makarskoj, od 2016. do 2020. godine te stekla zanimanje ekonomistica. Prijediplomski studij Hortikultura na Agronomskom fakultetu u Zagrebu upisuje 2021. godine. U razdoblju od 2022. do 2023. godine pohađala je srednjoškolsko obrazovanje odraslih na Pučkom otvorenom učilištu Petar Zrinski u Zagrebu i stekla kvalifikaciju slastičar.

Od stranih jezika služi se engleskim (razina B1+) i njemačkim (razina A2).

Pohađala je dramsku sekciju u osnovnoj školi Oca Petra Perice od 2013. do 2015. godine i sudjelovala u skupini savjetovalište Lanterna tijekom 2015. godine.