

Sadržaj bioaktivnih i kemijskih spojeva različitih sorata peršina (*Petroselinum crispum* Mill.)

Šagud, Anja

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:204:718660>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-22**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Anja Šagud

**SADRŽAJ BIOAKTIVNIH I KEMIJSKIH
SPOJEVA RAZLIČITIH SORATA
PERŠINA (*Petroselinum crispum* Mill.)**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Hortikultura - Povrćarstvo

ANJA ŠAGUD

**SADRŽAJ BIOAKTIVNIH I KEMIJSKIH
SPOJEVA RAZLIČITIH SORATA PERŠINA
(*Petroselinum crispum* Mill.)**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Nadica Dobričević

Neposredni voditelj: doc. dr. sc. Jana Šic Žlabur

Zagreb, 2016.

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____

s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Nadica Dobričević _____

2. Izv. prof. dr. sc. Sandra Voća _____

3. Doc. dr. sc. Sanja Fabek _____

Neposredni voditelj: doc. dr. sc. Jana Šic Žlabur

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
Sveučilišni diplomski studij Hortikultura – Povrćarstvo

Diplomski rad

SADRŽAJ BIOAKTIVNIH I KEMIJSKIH SPOJEVA RAZLIČITIH SORATA PERŠINA (*Petroselinum crispum* Mill.)

Anja Šagud, 888/2014

Sažetak:

Povrtne kulture su važne za ljudsko zdravlje, a prvenstveno jer su bogat izvor bioaktivnih spojeva, pa tako i peršin koji se među ostalim povrtnim vrstama ističe u sadržaju vitamina C. Sadrži i minerale (kalij, kalcij, magnezij, fosfor), eterična ulja (α -pinen, β -mircen, β -felandren, β -pinen), beta karoten te vitamin E. Uzgaja se zbog lisnih plojki i korijena.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi sadržaj bioaktivnih i kemijskih spojeva (sadržaj suhe tvari, topljive suhe tvari, ukupnih kiselina, pH, vitamina C, fenola, neflavonoida, flavonoida, ukupnih klorofila, klorofila a, klorofila b, ukupnih karotenoida te antioksidacijskog kapaciteta) u korijenu, peteljci i lisnoj plojki kod tri sorte peršina korjenaša, ('Halblange', 'Arat' i 'Eagle') i tri sorte peršina listaša (kovrčavih liski 'Mooskrause' i 'Petra' te glatkih liski 'Rialto').

Rezultati istraživanja pokazuju visok sadržaj vitamina C u lisnoj plojci sorte 'Rialto' (162,09 mg/100g vitamina C), visok sadržaj ukupnih fenola u lisnim plojkama svih istraživanih sorti (304,57 do 425,76 mg/L ukupnih fenola) te isticanje peteljki sorti peršina korjenaša ('Halblange', 'Arat', 'Eagle') prema sadržaju ukupnih fenola (151,22 do 165,12 mg/L ukupnih fenola). Od pigmentnih spojeva istraživani su sadržaj ukupnih klorofila i karotenoida, a lisne plojke svih sorti imale su nekoliko puta veći sadržaj ukupnih klorofila i ukupnih karotenoida u odnosu na peteljke. Sve sorte peršina pokazuju visoki antioksidacijski kapacitet zato što sadrže značajne količine bioaktivnih spojeva poput klorofila, karotenoida, fenola, flavonoida, neflavonoida i vitamina C.

Rad je izrađen pri: Agronomski fakultet u Zagrebu

Mentorica: prof. dr. sc. Nadica Dobričević

Broj stranica: 44

Broj grafikona i slika: 13

Broj tablica: 3

Broj literaturnih navoda: 52

Broj priloga: 1

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: peršin, vitamin C, ukupni fenoli, pigmentni spojevi, antioksidacijski kapacitet

Datum obrane: 29. studenoga 2016.

Stručno povjerenstvo za obranu:

- 1. Prof. dr. sc. Nadica Dobričević, mentorica**
- 2. Izv. prof. dr. sc. Sandra Voća, članica**
- 3. Doc. dr. sc. Sanja Fabek, članica**

Rad je pohranjen u: Knjižnica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu,
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

**University of Zagreb
Faculty of Agriculture
University Graduate Study Horticulture – Vegetable Growing**

MSc Thesis

BIOACTIVE AND CHEMICAL COMPOUNDS CONTENT IN DIFFERENT PARSLEY CULTIVARS (*Petroselinum crispum* Mill.)

Anja Šagud, 888/2014

Abstract:

Vegetable crops are of immense importance for human health, foremost because they are a rich source of bioactive compounds. Parsley is notable among other vegetable species for its vitamin C content. It also contains minerals (potassium, sodium, magnesium, phosphorus), essential oils (α -pinene, β -myrcene, β -phellandrene, β -pinene), beta carotene and vitamin E. Parsley is grown for its leaf lamina and root.

The objective of this research was to determine the content of bioactive and chemical compounds (dry matter, soluble dry matter, total acidity, vitamin C, phenols, non-flavonoids, flavonoids, total chlorophylls, chlorophyll a, chlorophyll b, total carotenoids and antioxidative capacity) in root, petiole and leaf lamina among three root parsley cultivars ('Halblange', 'Arat' and 'Eagle') and three leaf parsley cultivars (curled-leaf parsleys 'Mooskrause' and 'Petra' and flat-leafed parsley 'Rialto').

Results of the research show high content of vitamin C in leaf lamina of 'Rialto' cultivar (162,09 mg/100g vitamin C), total phenols in leaf laminas of all tested cultivars (304,57 to 425,76 mg/L) and high lighting the parsley petiole of root parsleys cultivars ('Halblange', 'Arat', 'Eagle') in content of total phenols (151,22 to 165,12 mg/L). Regarding pigment compounds, the content of total chlorophylls and carotenoids was examined and the leaf lamina of all researched cultivars had several times higher content of total chlorophylls and carotenoids compared to the petiole. All parsley cultivars show high antioxidative capacity due to significant amounts of bioactive compounds such as chlorophylls, carotenoids, phenols, flavonoids, non-flavonoids and vitamin C.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Zagreb

Mentor: Full prof. Nadica Dobričević, PhD

Number of pages: 44

Number of figures: 13

Number of data tables: 3

Number of references: 52

Number of appendices: 1

Original in: Croatian

Keywords: parsley, vitamin C, total phenols, pigment compounds, antioxidative capacity

Thesis defended on date: November 29, 2016.

Reviewers:

- 1. Full prof. Nadica Dobričević, PhD, mentor**
- 2. Assoc. prof. Sandra Voća, PhD, member**
- 3. Assist. prof. Sanja Fabek, PhD, member**

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture University of Zagreb, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. PREGLED LITERATURE | 3 |
| 2.1. Morfološka i biološka svojstva peršina | 3 |
| 2.2. Uzgoj peršina | 4 |
| 2.3. Nutritivna vrijednost peršina i zdravstveni aspekti | 7 |
| 3. MATERIJALI RADA | 9 |
| 3.1. Biljni materijal | 9 |
| 3.2. Priprema uzoraka svježih lisnih plojki, peteljka i korijena | 11 |
| 4. METODE RADA | 12 |
| 4.1. Određivanje ukupne suhe tvari sušenjem na 105°C | 12 |
| 4.2. Određivanje topljive suhe tvari | 13 |
| 4.3. Određivanje ukupne kiselosti | 13 |
| 4.4. Određivanje pH vrijednosti | 14 |
| 4.5. Određivanje L-askorbinske kiseline | 15 |
| 4.6. Određivanje ukupnih fenola | 16 |
| 4.7. Određivanje flavonoida i neflavonoida | 18 |
| 4.8. Određivanje ukupnih klorofila, klorofila a, klorofila b i karotenoida | 20 |
| 4.9. Određivanje antioksidacijskog kapaciteta ABTS metodom | 21 |
| 5. REZULTATI I RASPRAVA | 24 |
| 5.1. Osnovni kemijski sastav različitih sorti peršina | 24 |
| 5.1.1. Sadržaj suhe tvari | 25 |
| 5.1.2. Sadržaj topljive suhe tvari | 25 |
| 5.1.3. Sadržaj ukupnih kiselina | 26 |
| 5.1.4. pH vrijednost | 26 |
| 5.2. Sadržaj bioaktivnih komponenti | 27 |
| 5.2.1. Sadržaj vitamina C | 27 |
| 5.2.2. Sadržaj ukupnih fenola | 28 |
| 5.2.3. Sadržaj flavonoida i neflavonoida | 30 |
| 5.3. Sadržaj pigmentnih spojeva i antioksidacijski kapacitet | 31 |
| 5.3.1. Sadržaj ukupnih klorofila | 31 |
| 5.3.2. Sadržaj klorofila a i klorofila b | 32 |

| | |
|---|----|
| 5.3.3. Sadržaj karotenoida..... | 33 |
| 5.3.4. Antioksidacijski kapacitet | 35 |
| 6. ZAKLJUČAK | 37 |
| 7. POPIS LITERATURE | 38 |
| 8. PRILOG | 43 |
| 9. ŽIVOTOPIS | 44 |

Popis i objašnjenje kratica korištenih u radu

| | |
|------------|---------------------------------|
| A1 | korijen sorte 'Arat' |
| A2 | peteljka sorte 'Arat' |
| A3 | plojka lista sorte 'Arat' |
| E1 | korijen sorte 'Eagle' |
| E2 | peteljka sorte 'Eagle' |
| E3 | plojka lista sorte 'Eagle' |
| H1 | korijen sorte 'Halblange' |
| H2 | peteljka sorte 'Halblange' |
| H3 | plojka lista sorte 'Halblange' |
| M1 | korijen sorte 'Mooskrause' |
| M2 | peteljka sorte 'Mooskrause' |
| M3 | plojka lista sorte 'Mooskrause' |
| P1 | korijen sorte 'Petra' |
| P2 | peteljka sorte 'Petra' |
| P3 | plojka lista sorte 'Petra' |
| R1 | korijen sorte 'Rialto' |
| R2 | peteljka sorte 'Rialto' |
| R3 | plojka lista sorte 'Rialto' |
| ST | suha tvar |
| TST | topljiva suha tvar |

1. UVOD

Peršin (*Petroselinum crispum* Mill.) potječe iz područja oko Sredozemnog mora, a upotrebljava se kao začinska i ljekovita biljka još od rimskih vremena. Najčešći dijelovi peršina koji se koriste u prehrani su lisna plojka i korijen (Lešić i sur., 2004).

Konzumacija povrća potrošačima pruža prehranu s mnogo esencijalnih hranjivih tvari kao što su vitamini i minerali koji su važni za ljudsko zdravlje. Tako se u povrće bogato raznim esencijalnim tvarima ubraja i peršin koji je izvor vitamina C, E, fenola, neflavonoida, flavonoida, raznih minerala i fitonutrijenata (Qudah, 2008; Santos i sur., 2014).

Visok antioksidacijski kapacitet znak je da peršin obiluje raznim spojevima, poput vitamina C, klorofila (a i b), karotenoida, fenola, neflavonoida te flavonoida.

Zbog svog nutritivnog sastava peršin ima pozitivne učinke na ljudsko zdravlje, pa se preporuča njegova konzumacija kod visokog krvnog tlaka, anemije, upale zglobova, artritisa, jačanja kostiju, kožnih bolesti, nesаницe te za umirenje živaca (Matotan, 1994; Lešić i sur., 2004; Matotan, 2004).

Na sadržaj kemijskih, bioaktivnih i pigmentnih spojeva utječu brojni čimbenici od odabira sorte, roka uzgoja, gnojidbe, navodnjavanja, vremenskih uvjeta pa sve do postupaka nakon berbe (Lešić i sur., 2004; Matotan, 2004).

Fitonutrijenti su skupina biološki aktivnih nehranjivih tvari iz bilja koje imaju funkcionalnu vrijednost za ljudski organizam. Iako nisu esencijalne tvari za funkcioniranje ljudskog organizma, djeluju kao zaštitni mehanizam protiv bolesti. Većina fitonutrijenata posjeduje snažan antioksidativni kapacitet čime pruža zaštitu stanica od oksidacijskog stresa kojeg mogu uzrokovati slobodni radikali. Slobodne radikale karakterizira visoka reaktivnost, što je rezultat njihova nastojanja da popune valentnu orbitalu, odnosno, spare nespareni elektron i time postignu stabilnu elektronsku konfiguraciju. Proces nastanka radikala u stanicama je neprekidan, može biti slučajan ili namjeran. Antioksidanti nastaju u stanici ili se u organizam unose hranom, a djeluju na nekoliko načina: onemogućuju stvaranje novih slobodnih radikala, uništavaju u organizmu stvorene radikale ili popravljaju oštećenja u stanici nastala djelovanjem radikala. Time se smanjuje rizik od razvoja mnogih kroničnih oboljenja i karcinoma (Garcia-Salas i sur., 2010; Šic Žlabur, 2015).

Cilj ovog rada bio je utvrditi sadržaj bioaktivnih i kemijskih spojeva u korijenu, peteljci i lisnoj plojki pri čemu su testirane tri sorte peršina korjenaša ('Halblange', 'Arat' i 'Eagle') i tri sorte peršina listaša od kojih 'Mooskrause' i 'Petra' imaju kovrčave liske, a 'Rialto' glatke liske.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Morfološka i biološka svojstva peršina

Peršin je dvogodišnja povrtna kultura koja u prvoj godini vegetacije na skraćenoj stabljici razvije rozetu perastog lišća (Slika 1) na dugim stapkama. Korijen je kremastobijele boje, koničnog oblika kod peršina korjenaša ili račvastog oblika kod peršina listaša. Ovisno o sorti peršina, liske mogu biti glatke i kovrčave. U drugoj godini vegetacije, prelaskom u generativnu fazu, peršin razvija granatu cvjetnu stabljiku na čijim se vrhovima formiraju štitasti cvatovi sastavljeni od mnoštva cvjetova žuto zelene boje (Lešić i sur., 2004; Matotan, 2004; Parađiković, 2009).



Slika 1. Peršin listaš sorta 'Rialto' (Foto: Anja Šagud, 2015)

Peršin ima skromne zahtjeve prema toplini. Sjeme niče na temperaturi od 2 do 5 °C, a za rast i razvoj listova i korijena optimalna temperatura je od 18 do 20 °C. Mlade biljke mogu podnijeti niske temperature do -10 °C, a biljke s formiranim zadebljalim korijenom i do -20 °C, što znači da uspješno može prezimiti i u kontinentalnom području. Peršin ima povećane zahtjeve za svjetlošću te uslijed nedostatka svjetla lisne plojke požute i smanjuje se sadržaj eteričnog ulja. Iako je peršin otporniji na nedostatak vode od na primjer mrkve, osjetljiv je tijekom nicanja jer se sije plitko, a od sjetve do nicanja može proći i do mjesec dana. Izrazito je važno da se kod peršina listaša poslije svake berbe provodi navodnjavanje (Lešić i sur., 2004; Matotan, 2004; Đurovka, 2008).

2.2. Uzgoj peršina

Tlo za uzgoj peršina mora biti duboko, lakšeg mehaničkog sastava, bogato humusom, dobrog kapaciteta za vodu i zrak, blago kisele do neutralne reakcije, pH vrijednosti 5,6 do 8. Uzgaja se u plodoredu, a na istu površinu dolazi nakon 3 do 4 godine. Može biti pretkultura ozimom povrću (češnjak, salata, špinat), a uzgaja se iza krumpira, kupusa ili rajčice (kulture koje su bili gnojene stajskim gnojem). Gnojidba se sastoji od 500 kg NPK 7-20-30 ujesen, peršin korjenaš prihranjuje se dva puta s po 200 kg KAN-a po hektaru, a peršin listaš traži 30 do 50 kg dušika po hektaru nakon svakog otkosa (Matotan, 1994; Lešić i sur., 2004; Matotan, 2004; Đurovka, 2008; Parađiković, 2009). Negativna osobina peršina (kao i svog lisnatog povrća) je tendencija akumulacije nitrata. Lisiewska i Kmiecik (1997) navode da se razina nitrata može kontrolirati odgovarajućom gnojidbom te odabirom pravilne podvrste ili sorte, a Atta-Aly (1999) navodi informaciju kako se gnojidbom 50 mg/kg nikla smanjuje razina nitrata.

Dva najčešća tipa peršina su: korjenaš (*Petroselinum crispum* var. *tuberosum*) koji se koristi zbog zadebljalog korijena (mogu se koristiti i lisne plojke) i listaš (*Petroselinum crispum* var. *crispum*, *Petroselinum crispum* var. *neapolitanum*) za uzgoj listova. Prema dužini korijena peršina korjenaša razlikuju se duge (20 do 25 cm) i poluduge (15 do 20 cm) sorte, površina im treba biti glatka, nježne pokožice i bez postranih korjenčića, lisne plojke tih sorti su glatkih liski na čvrstim peteljka, tamno zelene boje, a nakon vađenja korijena mogu se koristiti za sušenje. Više se traže poluduge sorte zbog lakšeg vađenja, a vegetacija do tehnološke zrelosti im traje 150 do 200 dana. Podvrste peršina listaša su *Petroselinum crispum* var. *neapolitanum* – peršin glatkih liski i *Petroselinum crispum* var. *crispum* – peršin kovrčavih liski. Liske moraju biti uspravnog rasta na čvrstim peteljka da se lakše slažu u vezice, a važna je i što veća sposobnost regeneracije zbog višekratnih berbi tijekom vegetacije. Peršin glatkih liski je traženiji za upotrebu u svježem stanju, dok je peršin kovrčavih liski traženiji za preradu jer ima povoljniji omjer liski prema peteljka (više od 50 %) što je bolje kod sušenja, a i zamrznuti listaš kovrčavih liski se lakše pakira. Korijen peršina listaša je račvast, tanak i nema tržišnu vrijednost (Matotan, 1994; Lešić i sur., 2004; Matotan, 2004).

Neke od popularnijih sorti peršina za uzgoj bilo iz skupine korjenaša ili listaša kovrčavih i glatkih liski su i sorte korištene u ovom diplomskom radu.

'Rialto' je vrlo atraktivna sorta peršina glatkih liski. Od biljke se koriste lisne plojke i peteljke. Sorta 'Rialto' ne stvara zadebljali korijen. Lisne plojke su glatke, tamnozeleno boje (www.pseno.hr).

'Mooskrause' (Slika 2) je sorta peršina kovrčavih liski. Lisne plojke su zelene, kovrčave, koriste se kao dekoracija hrane. Od sjetve do nicanja potrebno je 20 do 30 dana. Svake godine zahtjeva drugo mjesto sjetve, jer „sam sebe ne podnosi“. Raste u humusnom i vlažnom tlu (www.agroportal.hr; www.semenarna.si).



Slika 2. Peršin kovrčavih liski 'Mooskrause' (Foto: Anja Šagud, 2015)

'Petra' je sorta peršina kovrčavih liski (Slika 3). Lisne plojke su tamnozeleno boje i ugodne arome. Karakteristika sorte je čvrsta struktura biljke i visok prinost. Vrlo brzo se regenerira i pogodna je za dugotrajnu berbu (www.bejo.hr).



Slika 3. Peršin kovrčavih liski 'Petra' (Foto: Anja Šagud, 2015)

'Halblange' je sorta peršina korjenaša, a koriste se aromatične, zelene, pomalo sjajne lisne plojke i krupni, glatki, stožasti korijeni dužine 20 do 24 cm i širine ramenog dijela 3 do 4 cm. Meso korijena je bijelo i aromatično. Sorta je pogodna i za strojno vađenje, a korijeni se koriste za svježiu upotrebu, industrijsku preradu i dobro se skladište (www.agroportal.hr; www.pseno.hr).

'Arať' također pripada sortama peršina korjenaša. Lisne plojke su vrlo bujne. Sorta daje visok prinos s dugačkim, glatkim i odlično ispunjenim korijenom. Namijenjen je za svježiu upotrebu i industrijsku preradu. Dospijeva za 155 dana od sjetve (www.agroportal.hr; www.pseno.hr).

Sorta peršina 'Eagle' također pripada u skupinu korjenaša. Karakteristike sorte su da ima umjereno bujnu lisnu masu, dok je korijen poludug, gladak i ispunjen, karakterističnog je mirisa i atraktivnog izgleda. Namijenjen je za svježiu upotrebu i industrijsku preradu. Preporučeni razmak sjetve između redova je 35 cm, a unutar reda 5 cm (www.agroportal.hr; www.pseno.hr).

Sjetva peršina u kontinentalnom području počinje u ožujku i traje do kraja travnja, a u mediteranskom području rana sjetva započinje u veljači, a za berbu slijedeće godine u ožujku i travnju sjetva se provodi u kolovozu. Sjetva se provodi preciznim sijačicama. Lešić i sur. (2004) navode slijedeće podatke za sjetvu: peršin se sije na gređice 4 do 5 redova na razmak 20 do 25 cm, a za jesensku potrošnju i skladištenje može se sijati i na ravne površine u redove (45 cm) ili trake (45+7 cm), s razmakom biljaka u redu 3 do 5 cm. Matotan (2004) navodi da se sjetva provodi u redove ili dvoredne trake, s razmakom između redova 30 do 40 cm, a pri sjetvi u trake 5 do 7 cm, s razmakom između traka 75 cm. Sije se, na dubinu od 2 cm. Potrebno je 4 kg sjemena/ha za sorte peršina korjenaša i 6 kg sjemena/ha za sorte peršina listaša (Matotan, 2004).

Za zaštitu od bolesti i štetnika se koristi zdravo, tretirano sjeme uz pridržavanje pravilne plodosmjene, a za zaštitu od korova herbicidi i međuredna kultivacija (Lešić i sur., 2004).

Berba peršina listaša počinje u srpnju, kada se potpuno razvije lisna rozeta, a provodi se kosilicama sa spremnicima za lišće ili kombajnom za špinat. Ovisno o dužini vegetacije i pojavi mrazeva obavi se 2 do 5 otkosa, pri čemu se dobije 25 do 30 t svježeg lista po hektaru. Berba peršina korjenaša za potrošnju u svježem stanju počinje kada je promjer korijena 1 cm.

Za industrijsku preradu sušenjem peršin korjenaš se bere dvofazno, kada je sadržaj suhe tvari u korijenu najveći (druga polovica listopada), pokosi se lišće za sušenje, a vadicama se izvadi korijen. Prinos zadebljalog korijena je 20 t/ha, a lišća 3 do 4 t/ha (Lešić i sur., 2004; Matotan, 2004; Parađiković, 2009).

Lišće peršina za upotrebu u svježem stanju pere se i slaže u vezice, vezice u letvarice i kutije, a može se skladištiti do 2 mjeseca na temperaturi od -1 do 1 °C i relativnoj vlazi zraka od 90 do 100 %. Korijen peršina pere se i pakira u letvarice i kutije, a zdravi, neoštećeni i površinski prosušeni korijeni čuvaju se u hladnjači 4 do 6 mjeseci. Lišće peršina namijenjeno sušenju mora biti čisto, nezaprљano česticama tla. Korijen namijenjen sušenju mora biti zdrav, krupan i glatke površine, na srednjem dijelu promjera iznad 2 cm i mora sadržavati više od 10 % suhe tvari (Lešić i sur., 2004; Matotan, 2004; Ilić i sur., 2009).

2.3. Nutritivna vrijednost peršina i zdravstveni aspekti

Peršin je zbog svojih svojstava poznat od pamtivijeka, upotrebljavan je kao začinska i ljekovita biljka još od rimskih vremena. Prema Herodotu peršin je sveta i ljekovita biljka starih Grka. Pobjednici u atletici dobivali su vijenac peršina kao nagradu (Matotan, 1994).

Fitonutrijenti ili fitohranjiva (skupina biološki aktivnih nehranjivih tvari iz bilja) imaju funkcionalnu vrijednost za ljudski organizam, a iako nisu esencijalne tvari za funkcioniranje ljudskog organizma, djeluju kao zaštitni mehanizam protiv bolesti. Fitonutrijenti prisutni u peršinu su: polifenoli (flavonoidi, flavoni, flavanoli, fenoli), karotenoidi, terpenoidi i drugi. Većina fitonutrijenata posjeduje snažan antioksidativni kapacitet čime pruža zaštitu stanica od oksidacijskog stresa kojeg mogu uzrokovati slobodni radikali. Time se smanjuje rizik od razvoja mnogih kroničnih oboljenja i karcinoma. Najznačajniji antioksidanti koji se unose hranom su vitamin C, E, selen, cink, karotenoidi, polifenoli i flavonoidi (Dai i Mumper, 2010; Garcia-Salas i sur., 2010; Radman, 2015; Šic Žlabur, 2015).

Flavonoidi predstavljaju organske spojeve koji nemaju utjecaj na rast i razvoj biljke, ali su moćni antioksidanti koji odstranjuju slobodne radikale, potiču rad enzima koji smanjuju rizik od pojave raka, bolesti srca, sprječavaju propadanje zubi i dr. Sekundarni biljni metaboliti su od velikog značaja za biljni organizam, sastavni su dijelovi koenzima, posjeduju hormonsku aktivnost, imaju zaštitnu i alelopatsku ulogu za biljku te se zbog toga smatra da sekundarni metaboliti predstavljaju adaptaciju biljne vrste na različite ekološke faktore te na

taj način oni omogućuju opstanak vrste. Flavonoidima pripadaju antocijanini, flavanoni, flavoni, flavonoli, flavanoli, izoflavoni itd. Najznačajniji flavonoidi u peršinu su flavoni, a reprezentativni flavonoidi u peršinu su apigenin, krizin i luteolin (Dai i Mumper, 2010; Popović, 2013; Rogošić i sur., 2013; Stojevski, 2014).

Vitamin C (askorbinska kiselina) je antioksidans i u vodi topivi vitamin. Esencijalan je nutrijent za ljudsko tijelo i nužan za biosintezu kolagena. Većina biljaka ima sposobnost sinteze vitamina C, dok ljudi ovise o unosu ovog vitamina putem voća i povrća. Djeluje u interakciji s vitaminom E, folnom kiselinom, B kompleksom te mineralima. Veće količine vitamina C omogućuju valjanu apsorpciju željeza. Nije otporan na visoke temperature pa ga toplinska obrada sirovine uništava, što znači da je najbolje peršin konzumirati u svježem stanju. Važan je za funkcioniranje svih organa, očiju, živaca i kostiju (Ebert i sur., 2015; Radman, 2015).

U korijenu peršina prevladavaju ugljikohidrati, od kojih najviše saharoza (5,5 %), bjelančevine (3 %), a od minerala kalij (541 mg/100g), kalcij (16 do 50 mg/100g), magnezij (32 mg/100g), fosfor (24 do 47 mg/100g). Lišće peršina je aromatično zbog visokog sadržaja eteričnih ulja (α -pinen, β -mircen, β -felandren, β -pinen), obiluje i beta karotenom i vitaminom E. Kako u korijenu tako i u listu peršina nalazimo minerale: kalij (923 do 1080 mg/100g), kalcij (165 do 325 mg/100g) te magnezij (30 do 52 mg/100g). Osim korijena i listova, sjeme peršina je također korisno jer njegovi sastojci doprinose smanjenju upale zglobova, gihta i artritisa. Vodeni pripravak od peršina pospješuje rad bubrega i jetre te pomaže pri izlučivanju kamenca. Peršin otvara apetit, pospješuje probavu, smanjuje visoki krvni tlak, nadimanje i grčeve u crijevima. Povoljno djeluje na cirkulaciju krvi pa se preporučuje srčanim bolesnicima. Dobar je za jačanje kostiju, jer sadrži fluor i bor, a koristi se kod anemije, upale mjehura, kožnih bolesti, nesаницe, umirenja živaca, uboda pčela, lošeg zadaha iz usta, za izazivanje znojenja. Dobar je za žene jer ima estrogeno djelovanje, za omekšavanje grudi u vrijeme dojenja, za veću mliječnost te reguliranje mjesečnice (Matotan, 1994; Yoshikawa i sur., 2000; Lešić i sur., 2004; Matotan, 2004; Đurovka, 2008; Ilić i sur., 2009; Parađiković, 2009).

3. MATERIJALI RADA

3.1. Biljni materijal

Peršin je posijan 30. travnja 2015. na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Slika 4). Posijano je 6 sorti: 3 sorte peršina korjenaša ('Arat', 'Eagle', 'Halblange') te 3 sorte peršina listaša (peršin glatkih liski 'Rialto' i peršin kovrčavih liski 'Mooskrause' i 'Petra'). Korišteno je sjeme tvrtki Bejo (Slika 5) i Semenarna Ljubljana.



Slika 4. Sjetva peršina (Foto: Anja Šagud, 2015)



Slika 5. Sjeme peršina tvrtke Bejo, sorta 'Rialto' (<http://pseno.hr/trgovina/sjeme/persin-rialto/>)

Pokus je postavljen po metodi slučajnog blok rasporeda u 3 ponavljanja. Veličina parcele je: duljina 100 cm, širina 85 cm, a sjetva je obavljena na razmak 25 cm između redova. Prema fizikalnim svojstvima tlo u vrtu Zavoda za povrćarstvo je ilovasto. Tlo je pripremljeno jesenskim oranjem na dubini od 25 do 30 cm, frezanjem u proljeće te predsjetvenom gnojidbom s 20 g/m² NPK 7-20-30. Tijekom vegetacije redovito je provedeno uklanjanje korova i navodnjavanje.

Višekratna berba (Slika 6) provedena je u jutarnjim satima 14. rujna ('Rialto'), 16. rujna ('Mooskrause', 'Petra'), 21. rujna ('Halblange'), i 23. rujna 2015. ('Arat', 'Eagle'). Peršin je vađen ručno, s korijenom.



Slika 6. Ubrane biljke peršina, sorta 'Mooskrause' (Foto: Anja Šagud, 2015)

Nakon berbe biljni materijal je dopremljen u laboratorij Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Slika 7).



Slika 7. Sorte peršina prije odvajanja na dijelove A – 'Rialto', B – 'Mooskrause', C – 'Petra', D – 'Arat', E – 'Eagle', F – 'Halblange' (Foto: Anja Šagud, 2015)

Uzorci biljnog materijala u laboratoriju su obrađeni odvajanjem i to na korijen, peteljku i plojku lista. Korijen je oguljen, a peteljka i plojka lista su oprane pod mlazom vode te prosušene. Uklonjene su sve lisne plojke s mehaničkim oštećenjima ili smeđim obojenjima.

3.2. Priprema uzoraka svježih lisnih plojki, peteljka i korijena

Peteljka je usitnjena pomoću kuhinjskog noža, a plojka lista i korijen su prvo nasjeckani pomoću kuhinjskog noža da bi ih se onda pomoću laboratorijskog homogenizatora dodatno usitnilo. Sve kemijske analize provedene su standardnim metodama.

4. METODE RADA

4.1. Određivanje ukupne suhe tvari sušenjem na 105 °C

Ukupnu suhu tvar čini cjelokupna količina tvari iz sastava proizvoda, koja ne isparava pod definiranim uvjetima (Katalinić, 2006). Ovisno o sastavu proizvoda, za određivanje ukupne suhe tvari primjenjuju se tri postupka sušenja: sušenje na 105 °C, sušenje u vakuumu i destilacija. U ovom radu korištena je metoda sušenja pri 105 °C (AOAC, 1995).

Ovim se postupkom određuje ostatak uzorka nakon sušenja na 105 °C do konstantne mase.

Aparatura i pribor:

- laboratorijski sušionik (Heraeus, TypR.B. 360GmbH, Hanau)
- eksikator
- staklene posudice
- analitička vaga (Sartorius)
- stakleni štapić odgovarajuće duljine ovisno o veličini posudice
- kvarcni pijesak

Postupak određivanja:

U osušenu i izvaganu staklenu posudicu s poklopcem stavi se oko 5 g kvarcnog pijeska i stakleni štapić. Potom se osuši u laboratorijskom sušioniku pod određenim uvjetima sa skinutim poklopcem. Nakon sušenja poklopac se stavi na posudicu, posudica se izvadi iz sušionika i ohladi u eksikatoru, a zatim važe s točnošću 0,0002 g.

U ohlađenu i izvaganu posudicu s pijeskom stavi se oko 2,5 g pripremljenog uzorka, koji se dobro izmiješa staklenim štapićem i sve zajedno izvaže točnošću 0,0002 g.

Staklena posudica u kojoj se nalazi pijesak i ispitivana količina uzorka stavi se u laboratorijski sušionik zagrijan na 105 °C ± 0,5 °C u kojem se zagrijava jedan sat sa skinutim poklopcem. Nakon hlađenja i vaganja, sušenje se nastavlja sve dok razlika nakon dva uzastopna sušenja u razmaku od pola sata ne bude manja od 0,001 g. Iznova se važe s točnošću ± 0,0002 g.

Formula:
$$\text{Suha tvar (\%)} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100,$$

Prema kojoj je:

m_0 (g) – masa posudice i pomoćnog materijala (pijesak, stakleni štapić, poklopac)

m_1 (g) – masa posudice s ispitivanim uzorkom prije sušenja

m_2 (g) – masa posudice s ostatkom nakon sušenja.

4.2. Određivanje topljive suhe tvari

Određivanje se temelji na očitavanju topljive suhe tvari izravno na ljestvici refraktometra (AOAC, 1995).

Aparatura i pribor:

- stakleni štapić
- refraktometar (A.KRÜSS, OPTRONIC)

Postupak određivanja:

Pomoću staklenog štapića dio uzorka se stavi na donju učvršćenu prizmu refraktometra. Preko nje se odmah stavi gornja pokretna prizma. Izvor svjetlosti se postavi tako da dobro osvijetli vidno polje. Topljiva suha tvar izravno se očitava na ljestvici refraktometra.

4.3. Određivanje ukupne kiselosti

Ova se metoda temelji na potenciometrijskoj titraciji otopinom natrijeva hidroksida, a primjenjuje za određivanje ukupne kiselosti u voću, povrću i proizvodima od voća i povrća.

Aparatura i pribor:

- graduirana pipeta, obujma 25 i 100 mL
- odmjerna tikvica, obujma 250 mL
- analitička vaga (Sartorius)
- potenciometar sa staklenom elektrodom (Mettler Toledo, SevenMulti)
- bireta obujma 100 mL

- filter papir

Reagensi:

- natrijev hidroksid, otopina c (NaOH) = 0,1 mol/l
- puferna otopina poznatog pH

Priprema uzoraka:

Uzorak se homogenizira i odvagane se 20 g, te se prenese u odmjernu tikvicu obujma 200 mL, tikvica se dopuni do oznake vodom i njezin sadržaj dobro promućka i profiltrira. Potenciometar se baždari pomoću puferne otopine. Ovisno o očekivanoj kiselosti otpipetira se 25 mL pripremljenog uzorka i prenese u čašu s miješalicom. Miješalica se pusti u rad, a zatim iz birete brzo dodaje otopina natrijeva hidroksida dok se ne postigne pH oko 7,90 – 8,01.

Formula: Ukupna kiselost (%) = $\frac{V \times F \times G}{D} \times 100$,

Prema kojoj je:

- V (mL) - volumen utrošene NaOH pri titraciji
- F - faktor normaliteta NaOH
- G (g/mL) - gram ekvivalent najzastupljenije kiseline u uzorku
- D (g) - masa uzorka u titriranoj tekućini.

4.4. Određivanje pH vrijednosti

Mjerenje pH vrijednosti određuje se pH-metrom, uranjanjem kombinirane elektrode u homogenizirani uzorak i očitavanjem vrijednosti (AOAC, 1995).

Aparatura i pribor:

- čaša volumena 25 mL
- magnet za miješanje
- magnetska miješalica (MM-510)
- pH-metar (Mettler Toledo, SevenMulti)
- analitička vaga (Sartorius)

Priprema uzoraka:

Uzorci se najprije profiltriraju kako bi se uklonile balastne tvari, a zatim slijedi postupak određivanja pH vrijednosti.

Postupak određivanja:

Prije mjerenja pH-metar se baždari pufer otopinom poznate pH vrijednosti kod sobne temperature. pH vrijednost određuje se uranjanjem elektrode u ispitivani uzorak.

4.5. Određivanje L-askorbinske kiseline

2,6-p-diklorfenolindofenol oksidira L-askorbinsku kiselinu u dehidroaskorbinsku kiselinu, dok boja reagensa ne prijeđe u bezbojnu leukobazu, pa služi istovremeno i kao indikator ove redoks reakcije. Ova metoda se primjenjuje za određivanje askorbinske kiseline u proizvodima od voća i povrća (AOAC, 2002).

Aparatura i pribor:

- homogenizator (Zepter International)
- analitička vaga (Sartorius)
- odmjerna tikvica volumena 100 mL
- čaše volumena 100 mL
- bireta 50 mL

Reagensi:

- 2,6-p-diklorfenolindofenol
- 2 %-tna oksalna kiselina

Priprema uzoraka:

Uzorak se homogenizira uz dodatak 2%-tne otopine oksalne kiseline i kvantitativno prenosi u odmjernu tikvicu od 100 mL. Uz povremeno miješanje, nakon jednog sata, odmjernu tikvicu se nadopuni do oznake otopinom oksalne kiseline. Filtrat se titrira otopinom 2,6-p-diklorfenolindofenolom. Iz utrošenog 2,6-p-diklorfenolindofenola za titraciju filtrata do

pojave ružičaste boje koja je bila postojana pet sekundi, izračuna se količina L-askorbinske kiseline u uzorcima te se izrazi u mg/100g svježe mase.

Formula za izračun: $\text{Vitamin C (mg/100g)} = \frac{V \times F}{D} \times 100$

Prema kojoj je:

- V (mL) - volumen utrošenog 2,6-p-diklorfenolindofenola pri titraciji
- F - faktor normaliteta 2,6-p-diklorfenolindofenola
- D (g) - masa uzorka u titriranoj tekućini.

4.6. Određivanje ukupnih fenola

Ukupni fenoli određuju se spektrofotometrijski u etanolnom ekstraktu uzorka mjerenjem nastalog intenziteta obojenja pri valnoj duljini 750 nm. Metoda se bazira na kolornoj reakciji fenola s Folin-Ciocalteu reagensom. Folin-Ciocalteu reagens je smjesa fosfowolframove i fosfomolibden kiseline, a pri oksidaciji fenolnih spojeva ove kiseline reduciraju se u wolfram-oksidi i molibden-oksidi koji su plavo obojeni (Ough i Amerine, 1998).

Aparatura i pribor:

- filter papir
- stakleni lijevci
- pipete, volumena 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL i 25 mL
- tikvica s okruglim dnom volumena 100 mL
- odmjerne tikvice volumena 50 mL i 100 mL
- kivete
- povratno hladilo
- spektrofotometar (Schimadzu UV 1650 PC)

Kemikalije:

- 96 %-tni etanol
- 80 %-tni etanol
- Folin-Ciocalteu reagens (F.C. reagens)
- zasićena otopina natrijeva karbonata

Priprema uzoraka:

10 g uzorka se izvaže s točnošću $\pm 0,01$ g i homogenizira se s 40 mL 80 %-tnog etanola. Homogena smjesa kuha se 10 minuta uz povratno hladilo. Dobiveni ekstrakt (Slika 8) se filtrira u odmjernu tikvicu od 100 mL. Zaostali talog zajedno s filter papirom se prebaci s 50 mL 80 %-tnog etanola u tikvicu sa šlifom i dodatno kuha uz povratno hladilo još 10 min. Dobiveni ekstrakt se spoji s prethodno dobivenim ekstraktom i nadopuni do oznake s 80 %-tnim etanolom.



Slika 8. Ekstrakti peršina za određivanje ukupnih fenola (Foto: Anja Šagud, 2015)

Postupak određivanja:

U odmjernu tikvicu od 50 mL otpipetira se 0,5 mL ekstrakta, 30 mL destilirane vode i 2,5 mL F.C. reagensa. Sve skupa se promiješa. Pripremljenoj smjesi doda se 7,5 mL zasićene otopine natrijevog karbonata. Dobro se izmiješa, nadopuni destiliranom vodom do oznake te se ostavi dva sata na sobnoj temperaturi. Nakon toga mjeri se apsorbancija (optička gustoća otopine) pri valnoj duljini 750 nm uz destiliranu vodu kao slijepu probu.

Izrada baždarnog pravca:

Za pripremu baždarnog pravca odvažuje se 500 mg galne kiseline koja se otopi u 80 %-tnom etanolu i nadopuni u odmjerne tikvici od 100 mL do oznake. Od pripremljene otopine galne kiseline prirede se razrjeđenja u odmjernim tikvicama od 100 mL, tako da se otpipetira redom 0, 1, 2, 3, 5 i 10 mL alikvota standarda u svaku tikvicu i potom se nadopunjavaju do oznake 80 %-tnim etanolom. Koncentracije galne kiseline u tikvicama iznose 0, 50, 100, 150, 250 i 500 mg/L. Iz svake tikvice otpipetira se 0,5 mL uzorka u odmjerne tikvice od 50 mL. Potom se dodaje redom 30 mL destilirane vode, 2,5 mL F.C. reagensa i 7,5 mL zasićene otopine natrijevog karbonata. Dobro se izmiješa i nadopunjava destiliranom vodom do oznake. Uzorci se ostave dva sata na sobnoj temperaturi. Nakon toga mjeri se apsorbancija pri valnoj duljini 750 nm uz destiliranu vodu kao slijepu probu. Iz izmjerenih vrijednosti apsorbancija nacrtava se baždarni pravac tako da se na apscisi nanese koncentracija galne kiseline (mg/L), a na ordinati izmjerene vrijednosti apsorbancije.

Račun: Baždarni pravac nacrtava se pomoću računala u programu *Microsoft Excel* te se izračuna jednadžba pravca prema kojoj se izračuna koncentracija ukupnih fenola.

Formula za izračun: $y = 0,001 x + 0,0436$

Prema kojoj je

- y – apsorbancija na 750 nm
- x – koncentracija galne kiseline (mg/ L).

4.7. Određivanje flavonoida i neflavonoida

Za taloženje flavonoidnih fenolnih spojeva preporuča se upotreba formaldehida. Formaldehid reagira s C-6 ili C-8 pozicijom na 5,7-dihidroksiflavonoidu stvarajući metilol derivate koji dalje reagiraju s drugim flavonoidnim spojevima također na C-6 ili C-8 poziciji. Pri tome nastaju kondenzirane molekule koje se uklone filtriranjem. Ostatak neflavonoidnih fenola određuje se po metodi za ukupne fenole (Ough i Amerine, 1998). Razlika ukupnih fenola i neflavonoida daje količinu flavonoida.

Aparatura i pribor:

- filter papir

- stakleni lijevci
- Erlenmeyerova tikvica sa šlifom i čepom volumena 25 mL
- pipete volumena 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL i 25 mL
- analitička vaga
- staklene kivete
- spektrofotometar (Schimadzu UV 1650 PC)

Kemikalije:

- klorovodična kiselina, HCl 1:4 (konc. HCl razrijedi se vodom u omjeru 1:4)
- formaldehid (13 mL 37 %-tnog formaldehida u 100 mL vode)
- dušik za propuhivanje uzorka
- zasićena otopina natrijeva karbonata
- Folin-Ciocalteu reagens
- 80 %-tni etanol

Priprema uzoraka:

Ekstrakt ukupnih fenola (opisan u poglavlju 4.6.) koristi se i za određivanje flavonoida i neflavonoida.

Postupak određivanja:

Otpipetira se 10 mL ekstrakta u tikvicu od 25 mL i doda 5 mL otopine HCl (1:4) te 5 mL formaldehida. Smjesa se propuše dušikom, zatvori i ostavi stajati 24 sata na sobnoj temperaturi u mraku. Sljedeći dan se profiltrira preko filter papira i slijedi isti postupak kao za određivanje ukupnih fenola.

Račun:

Koncentracija neflavonoida izračunava se na isti način kao i koncentracija ukupnih fenola uzimajući u obzir i dodatna razrjeđenja. Iz razlike količine ukupnih fenola i neflavonoida odredi se količina ukupnih flavonoida.

4.8. Određivanje ukupnih klorofila, klorofila a, klorofila b i karotenoida

Metodom po Holmu i Wettsteinu se određuje sadržaj klorofila u uzorcima. Ovom metodom određuje se koncentracija kloroplastnih pigmenata (klorofil a, klorofil b, ukupni klorofili) u acetonском ekstraktu biljnog materijala. Postupak ekstrakcije i određivanja klorofila treba se izvoditi brzo u zamračenim uvjetima (Holm, 1954; Wettstein, 1957).

Aparatura i pribor:

- vaga
- staklena kiveta
- laboratorijski homogenizator
- Erlenmeyerova tikvica (300 mL)
- vakuum pumpa na vodeni mlaz
- odmjerna tikvica (25 mL)
- spektrofotometar (Schimadzu UV 1650 PC)

Kemikalije:

- aceton
- magnezijev karbonat (MgCO_3)

Priprema uzorka:

Uzorak mase 6 g odvaže se u staklenu kivetu, doda se malo praha magnezijeva karbonata zbog neutralizacije kiselosti i 10 mL acetona.

Postupak određivanja:

Smjesa se homogenizira pomoću laboratorijskog homogenizatora i kvantitativno se acetonom prenese na Büchnerov lijevak postavljen na Erlenmeyerovu tikvicu umetnutu u vakuum bocu. Profiltrira se macerat uz ispiranje lijevka acetonom, pa se kvantitativno prenosi filtrat u odmjernu tikvicu (25 mL) i nadopuni se acetonom do oznake. Na spektrofotometru se očita apsorbancu u dobivenom filtratu pri valnim duljinama 662, 664 i 440 nm, a aceton se koristi za slijepu probu.

Račun:

Vrijednosti apsorbancije se uvrštavaju u Holm – Weststtainovu jednadžbu za izračunavanje koncentracije pigmenata u mg/dm³:

$$\text{klorofil a} = 9,784 \times A_{662} - 0,990 \times A_{644} [\text{mg/dm}^3],$$

$$\text{klorofil b} = 21,426 \times A_{644} - 4,65 \times A_{662} [\text{mg/dm}^3],$$

$$\text{klorofil a + b} = 5,134 \times A_{662} + 20,436 \times A_{644} [\text{mg/dm}^3],$$

$$\text{karotenoidi} = 4,695 \times A_{440} - 0,268 \times (\text{klorofil a+b}) [\text{mg/dm}^3].$$

Formula za izračunavanje koncentracije pigmenata u mg/g svježe tvari:

$$c(\text{mg/g}) = \frac{c_1 \times V \times r}{m},$$

Prema kojoj je:

- c – masena koncentracija pigmenata izražena u mg/g svježe tvari
- c₁ – masena koncentracija pigmenata izražena u mg/dm³
- V – volumen filtrata
- m – masa uzorka izražena u mg.

4.9. Određivanje antioksidacijskog kapaciteta ABTS metodom

Metoda se temelji na gašenju stabilnog plavo-zelenog radikal-kationa 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina) (ABTS^{•+} radikal-kationa) koji se oblikuje bilo kemijskom ili enzimskom oksidacijom otopine ABTS-a čiji je karakterističan adsorpcijski maksimum pri valnoj duljini od 734 nm. U prisutnosti antioksidansa ABTS^{•+} kation se reducira u ABTS, a reakcija se očituje obezbojenjem plavo-zelene otopine. Udio uklonjenih ABTS radikala koji „gase“ različiti antioksidansi mjeri se praćenjem smanjenja apsorbancije ABTS radikala te se uspoređuje sa smanjenjem apsorbancije koju uzrokuje dodatak određene količine Troloxa (6-hidroksi-2,5,6,7,8-tetrametilkroman-2-karbonska kiseline) pri istim uvjetima (Miller i sur., 1993; Re i sur., 1999).

Priprema ABTS reagensa provodi se na sljedeći način:

1. dan:

- 140 mL otopina kalijeva persulfata, $K_2S_2O_8$ (0,1892 g $K_2S_2O_8$ izvaže se i otopi u 5 mL destilirane vode u odmjernoj tikvici od 10 mL)
- 7 mL ABTS otopina (Sigma Aldrich, SAD) (0,0192 g ABTS reagensa otopi se u 5 mL destilirane vode u odmjernoj tikvici od 10 mL)
- stabilna $ABTS^{•+}$ otopina (88 μ L 140 mL otopine $K_2S_2O_8$ prenese se u tikvicu u kojoj se nalazi 5 mL otopine ABTS-a. Sadržaj tikvice se dobro promiješa, zatvori, obloži aluminijskom folijom i ostavi stajati 12-16 sati pri sobnoj temperaturi. Stajanjem, intenzitet plavo-zelene boje se pojačava.)

2. dan:

Na dan provođenja svih analiza priprema se 1%-na otopina $ABTS^{•+}$ (1 mL $ABTS^{•+}$ otopine otpipetira se u odmjernu tikvicu od 100 mL i nadopuni 96 %-im etanolom do oznake). Nakon toga mjeri se apsorbanca 1 %-ne otopine $ABTS^{•+}$ pri 734 nm koja mora iznositi $0,70 \pm 0,02$. Ako apsorbanca otopine ne iznosi 0,734 onda ju je potrebno namjestiti, odnosno, ako je apsorbanca premala, u tikvicu od 100 mL pripremljene 1 %-ne otopine $ABTS^{•+}$ treba dodati još par kapi stabilne $ABTS^{•+}$ otopine, a ako je apsorbanca prevelika onda otopinu treba razrijediti, odnosno, u tikvicu (100 mL) dodati još 96 %-og etanola. Isti dan kada se pripremi 1 %-na stabilna otopina $ABTS^{•+}$ s podešenom apsorbancom na $0,70 \pm 0,02$ treba napraviti i sve analize uzoraka (i baždarni pravac ako je to potrebno) jer je $ABTS^{•+}$ otopina nestabilna i nepostojana već unutar 24 sata.

Postupak određivanja antioksidacijske aktivnosti provodi se spektrofotometrijski (Shimadzu UV 1650 PC) tako da se 160 μ L uzorka (ekstrakta) pomiješa s 2 mL 1 %-ne otopine $ABTS^{•+}$, te se nakon 1 min mjeri apsorbanca pri 734 nm. Za slijepu probu se koristi 96 %-ni etanol. Konačne vrijednosti antioksidacijske aktivnosti uzoraka izračunate su iz jednadžbe baždarnog pravca otopine Troloxa, te izražene kao μ molTE L^{-1} . Za izradu baždarnog pravca u ABTS metodi koristi se Trolox (Sigma Aldrich, SAD) koji uzrokuje smanjenje boje $ABTS^{•+}$ otopine. Točke određene za izradu baždarnog pravca su sljedeće: 0, 100, 200, 400, 1000, 2000 i 2500 μ mol L^{-1} . Prvo se pripremi „stock“ otopina i to tako da se u odmjernu tikvicu od 25 mL izvaže 0,0156 Trolox-a, a tikvica se 80 %-im etanolom nadopuni

do oznake. Iz „stock“ otopine pripremaju se ostala razrijeđenja. Nakon pripreme navedenih koncentracija otpipetira se 160 μL pojedine razrijeđene otopine Trolox-a i doda 2 mL 1 %-ne $\text{ABTS}^{\cdot+}$ otopine, te se mjeri apsorbancu pri 734 nm.

5. REZULTATI I RASPRAVA

5.1. Osnovni kemijski sastav različitih sorti peršina

Tablica 1 prikazuje sadržaj suhe tvari, topljive suhe tvari, ukupnih kiselina i pH u korijenu: R1 –'Rialto', P1 –'Petra', M1 –'Mooskrause', H1 –'Halblange', A1 –'Arat' i E1 –'Eagle', peteljci: R2 –'Rialto', P2 –'Petra', M2 –'Mooskrause', H2 –'Halblange', A2 –'Arat' i E2 –'Eagle' i plojki lista peršina sorti: R3 –'Rialto', P3 –'Petra', M3 –'Mooskrause', H3 –'Halblange', A3 –'Arat' i E3 –'Eagle'.

Tablica 1. Osnovni kemijski sastav pojedinih sorti peršina i dijelova biljke

| Uzorci peršina | Suha tvar (%) P \geq 0,0001 | TST (%) P \geq 0,0001 | Uk. kis. (%) P \geq 0,0001 | pH P \geq 0,0001 |
|----------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| R1 | 27,36 ^c ±0,13 | 4,00 ^{fg} | 1,39 ^f ±0,04 | 6,24 ^a ±0,02 |
| R2 | 13,45 ^k ±0,19 | 5,00 ^{cde} | 1,84 ^c ±0,01 | 5,61 ^j ±0,01 |
| R3 | 17,70 ^g ±0,15 | 5,00 ^{cde} | 2,54 ^a ±0,13 | 5,73 ^h ±0,02 |
| P1 | 28,28 ^b ±0,13 | 3,00 ^{hi} | 1,08 ^{hi} ±0,01 | 6,09 ^c ±0,01 |
| P2 | 13,68 ^k ±0,06 | 4,33 ^{ef} ±0,58 | 1,53 ^e ±0,03 | 5,49 ^k ±0,01 |
| P3 | 12,81 ^l ±0,27 | 2,00 ^j | 1,27 ^g ±0,09 | 5,81 ^{fg} ±0,02 |
| M1 | 28,95 ^a ±0,16 | 6,33 ^{ab} ±0,58 | 1,41 ^f ±0,03 | 6,15 ^b ±0,01 |
| M2 | 13,08 ^l ±0,05 | 5,33 ^{cd} ±0,58 | 1,71 ^d ±0,02 | 5,46 ^k ±0,01 |
| M3 | 20,33 ^d ±0,02 | 7,00 ^a | 2,22 ^b ±0,03 | 5,74 ^h ±0,01 |
| H1 | 19,10 ^e ±0,05 | 2,33 ^{ij} ±0,58 | 0,98 ⁱ ±0,02 | 6,22 ^a ±0,03 |
| H2 | 14,30 ^j ±0,08 | 5,67 ^{bc} ±0,58 | 1,50 ^{ef} ±0,02 | 5,68 ⁱ ±0,01 |
| H3 | 14,91 ⁱ ±0,25 | 2,00 ^j | 1,14 ^h ±0,01 | 5,83 ^f ±0,02 |
| A1 | 18,39 ^f ±0,03 | 5,33 ^{cd} ±0,58 | 0,76 ^j ±0,04 | 6,02 ^d ±0,02 |
| A2 | 15,04 ⁱ ±0,05 | 2,67 ^{hij} ±0,58 | 0,98 ⁱ ±0,01 | 5,98 ^e ±0,01 |
| A3 | 14,89 ⁱ ±0,14 | 3,33 ^{gh} ±0,58 | 1,00 ⁱ ±0,02 | 5,78 ^g ±0,04 |
| E1 | 18,50 ^f ±0,10 | 7,00 ^a | 1,07 ^{hi} ±0,06 | 6,08 ^c ±0,02 |
| E2 | 15,60 ^h ±0,06 | 4,67 ^{def} ±0,58 | 1,60 ^e ±0,05 | 5,71 ^{hi} ±0,02 |
| E3 | 15,56 ^h ±0,11 | 3,00 ^{hi} | 0,86 ^j ±0,02 | 5,81 ^{fg} ±0,01 |

Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one značajno razlikuju uz p \geq 0,0001.

Kemijskom analizom utvrđene su značajne razlike u sadržaju suhe tvari, topljive suhe tvari, ukupnih kiselina i pH analiziranih sorti peršina. Također, utvrđene su i značajne razlike u navedenim kemijskim parametrima između korijena, peteljke i plojke lista svake pojedine sorte.

5.1.1. Sadržaj suhe tvari

Sadržaj suhe tvari (ST) u plojki lista peršina različitih sorti kreće se u rasponu od 12,81 % ST (P3) do 20,33 % ST (M3) dok je u korijenu utvrđen znatno veći postotak suhe tvari (do 28,95 % ST – M1). Najmanji sadržaj suhe tvari utvrđen je u peteljci peršina i to svega 13,08 % ST (M2) do 15,60 % ST (E2). Kod sorti namjenjenih za uzgoj korijena ('Halblange', 'Arat' i 'Eagle') količina suhe tvari plojke lista je (14,89 do 15,56 % ST), peteljke (14,30 do 15,60 % ST) i korijena (18,39 do 19,10 % ST).

Sukladno dobivenim podacima u ovom radu za ST, Lisiewska i Kmiecik (1997) navode podatke za sadržaj suhe tvari plojke lista peršina listaša (17,3 % ST) i korjenaša (20 % ST). U istraživanju Karkleliene i sur. (2014) količina suhe tvari plojke lista peršina kovrčavih liski je 17,8 do 19,4 % ST, a kod peršina glatkih liski 18,3 do 19,2 % ST. Malo veći postotak ST navodi Pokluda (2013) kod korijena peršina korjenaša (21,0 do 23,6 % ST). Veći postotak suhe tvari karakterizira više vitamina, fenola i ostalih bioaktivnih komponenata.

5.1.2. Sadržaj topljive suhe tvari

Raspon u sadržaju topljive suhe tvari (TST) u peršinu je velik, od 2 do 7 % i ne postoji ujednačenost unutar podvrsta ili dijelova biljke. Za sortu kovrčavih liska 'Mooskrause' utvrđena je najveća srednja vrijednost TST (6,22 % TST) dok sorte 'Petra' (3,11 % TST) i 'Halblange' (3,33 % TST) imaju najmanji sadržaj TST.

Gotovo isti sadržaj topljive suhe tvari je dobiven u istraživanjima Santos i sur. (2014), lisne plojke peršina su imale 7,5 °Bx-a. U istraživanju Karkleliene i sur. (2014) lisne plojke sorti glatkih liski 'Festival' i 'Gigant d'Italia' imale su sadržaj topljive suhe tvari od 3,63 do 4,13 % TST (malo manje od sorte glatkih liski 'Rialto' u ovom diplomskom radu koja je imala 5 % TST). U istom istraživanju plojke lista sorti kovrčavih liski 'Moos Curled' i 'Astra' imale su nešto manje TST (3,35 % TST). U istraživanju Grzeszczuk i Jadczyk (2009) u lisnim plojkama peršina utvrđena je prosječna vrijednost topljive suhe tvari 2,05 % TST, uzrok je drugačija sorta peršina.

Općenito povrtne kulture sadrže male vrijednosti topljive suhe tvari, pa i peršin ne odstupa od toga trenda. Slične vrijednosti TST su i u ostalim vrstama porodice Apiaceae – mrkvi, pastrnjaku i celeru (Lešić i sur., 2004).

5.1.3. Sadržaj ukupnih kiselina

Iz Tablice 1 je vidljivo da sorte peršina korjenaša ('Halblange', 'Arat' i 'Eagle') sadrže manje kiselina nego sorte kovrčavih i glatkih liski, a najmanjim vrijednostima ukupnih kiselina u korijenu (0,76 %) i peteljci (0,98 %) izdvaja se sorta 'Arat'. Najvećim sadržajem ukupnih kiselina odlikuje se sorta 'Rialto' koja u korijenu ima 1,39 %, peteljci 1,84 % i lisnoj plojki 2,54 % ukupnih kiselina.

5.1.4. pH vrijednost

Osim suhe tvari, TST i ukupnih kiselina, Tablica 1 prikazuje i pH vrijednost za sve sorte te sve dijelove biljaka. Peteljke svih sorti (izuzev sorte 'Arat') imaju najmanju vrijednost pH, odnosno, najkiselije su (pH 5,46 M2 do 5,71 E2). Vrijednost pH kod lisnih plojki se kreće u rasponu od 5,73 (R3) do 5,83 (H3). Najveće vrijednosti pH utvrđene su u korijenu svih sorti i to od 6,02 (A1) do 6,24 (R1). Santos i sur. (2014) navode vrijednost pH od 6,96 u lisnoj plojki peršina glatkih liski, što je više i od pH korijena ispitivanih sorti peršina u ovom radu.

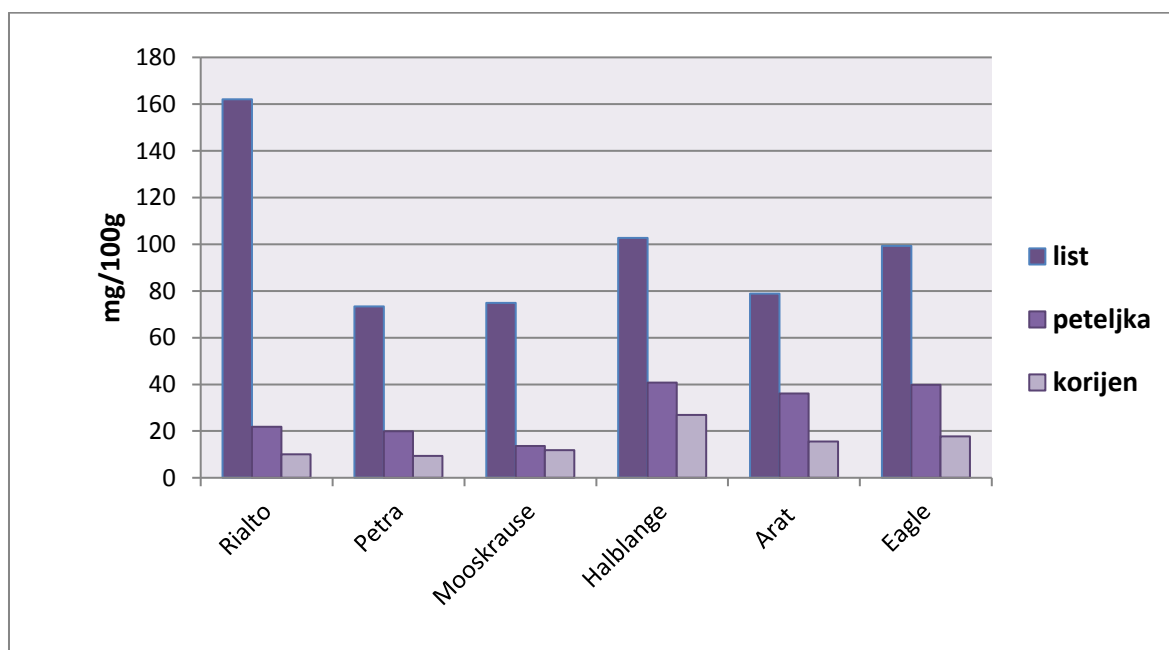
5.2. Sadržaj bioaktivnih komponenti

5.2.1. Sadržaj vitamina C

Peršin je biljka bogata vitaminom C, ali samo ako ga se konzumira u svježem stanju, jer termička obrada značajno smanjuje sadržaj vitamina C u hrani. Santos i sur. (2014) dokazali su da skladištenje utječe na smanjenje vitamina C i do 98 %, a glavni uzrok tome je oksidacija do dehidroaskorbinske kiseline. Najla i sur. (2012) su proveli istraživanje i dokazali da manje količine vode pri rastu peršina glatkih i kovrčavih liski dovodi do povećane koncentracije vitamina C u plojki lista.

Fotosinteza se odvija u stanicama koje imaju klorofil (u ovom slučaju list peršina), pokreće ju energija Sunčeva zračenja te se troše voda i ugljikov dioksid, a nastaju ugljikohidrati. Askorbinska kiselina je derivat glukoze te zbog toga lisna plojka posjeduje čak četiri puta veću količinu vitamina C nego korijen peršina (Smirnoff, 1996).

Rezultati sadržaja vitamina C u različitim dijelovima peršina različitih sorti prikazani su u Grafikonu 1, a statističke značajne razlike u količini vitamina C u Tablici 2 (Prilog).



Grafikon 1. Sadržaj vitamina C u različitim sortama peršina

Grafikon 1 prikazuje kako je najveći sadržaj vitamina C utvrđen u plojki lista peršina glatkih liski sorte 'Rialto' (162,09 mg/100g vitamina C) što je i poželjno jer lisne plojke peršina glatkih liski (R3) su te koje se najčešće konzumiraju u svježem stanju (Lešić i sur., 2004). Lisne plojke sorti 'Halblange', 'Arat' i 'Eagle' (sorte peršina korjenaša) imaju mnogo

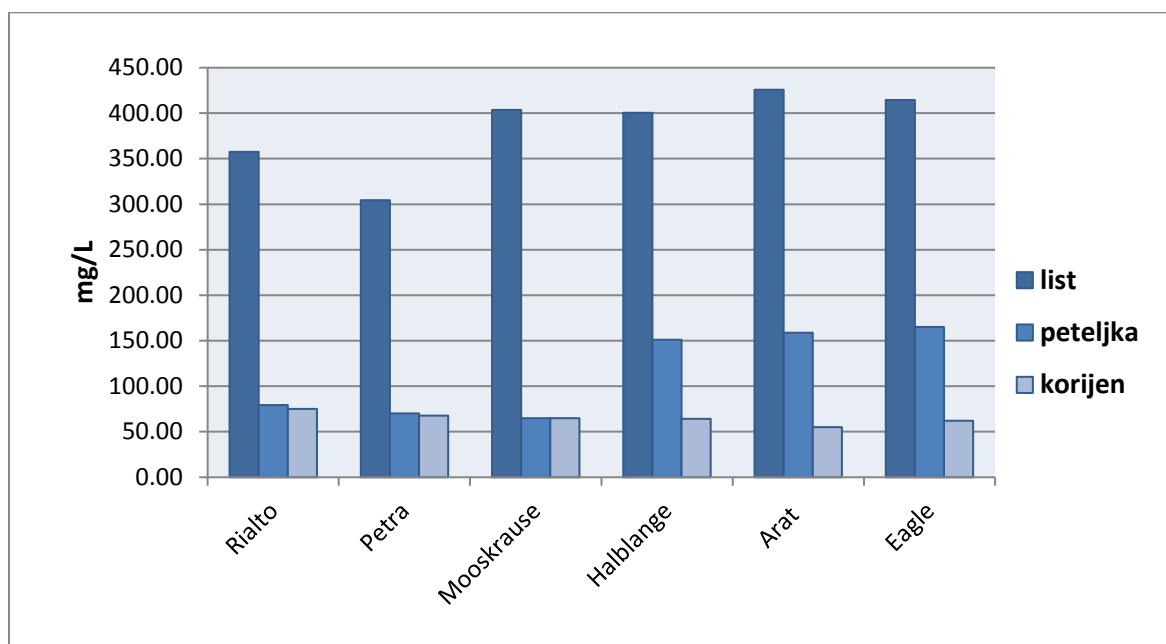
manji sadržaj vitamina C (78,92 do 102,71 mg/100g vitamina C) u usporedbi sa sortom 'Rialto'. Peteljke (36,05 do 40,77 mg/100g vitamina C) i korijen (15,59 do 26,93 mg/100g vitamina C) sorti peršina korjenaša se odlikuju gotovo dvostruko većom količinom vitamina C nego sorte kovrčavih liski (peteljka M2 13,60 i P2 19,86 mg/100g vitamina C te korijen M1 11,83 i P1 9,37 mg/100 g vitamina C) i sorta glatkih liski (peteljka R2 21,82 i korijen R1 10,04 mg/100 g vitamina C).

Proučavanjem strane literature, nisu nađeni podaci o sadržaju vitamina C u peteljci peršina, ali zato postoje mnogobrojni podaci za lisnu plojku. Slične podatke za peršin glatkih liski kao i dobiveni ovim radom su objavili Karkleliene i sur. (2014), Najla i sur. (2012) i Catunescu i sur. (2012). Mnogo manje vrijednosti vitamina C (peršin glatkih liski) u svojim istraživanjima navode Atta-Aly (1999) i Santos i sur. (2014). Dvostruko, odnosno, trostruko veće vrijednosti vitamina C su dobivene u istraživanjima Lisiewske i Kmiecika (1997) u plojki lista peršina korjenaša (310 mg/100g vitamina C), Najle i sur. (2012) u plojki lista peršina kovrčavih liski (228 mg/100g vitamina C), Leahu i sur. (2013) u plojki lista peršina glatkih liski (347,60 mg/100g vitamina C). Prema istraživanju Poklude (2013) kod šest sorti peršina korjenaša vrijednosti vitamina C u korijenu su u rasponu od 38,9 do 69,9 mg/100g vitamina C, odnosno, dvostruko više nego u ovom istraživanju za sorte 'Halblange', 'Arat' i 'Eagle'.

5.2.2. Sadržaj ukupnih fenola

Fenoli su sekundarni biljni metaboliti široko rasprostranjeni u različitim kategorijama hrane namijenjene svakodnevnoj konzumaciji kod ljudi. Fenolni spojevi karakteristični su po snažnom antioksidativnom, antibakterijskom, antivirusnom, antikancerogenom i protuupalnom djelovanju. Osnovna uloga fenola je ta što su uključeni u prirodni obrambeni biljni mehanizam i štite biljku od abiotskih (temperatura, štetan utjecaj UV-zračenja) i biotskih (napad patogena, parazita ili predatora) čimbenika stresa. Odgovorni su za organoleptičko svojstvo biljne hrane. Kemijska struktura fenolnih spojeva se kreće od jednostavnih fenolnih monomera do složenih polimernih tanina. Osim toga ti spojevi mogu imati više hidroksilnih grupa, koje mogu biti konjugirane na šećere i kiseline (Luthria, 2007; Kaiser i sur., 2012; Šic Žlabur, 2015).

Grafikon 2 prikazuje sadržaj ukupnih fenola u različitim sortama peršina, a Tablica 2 (Prilog) prikazuje statistički značajne razlike u sadržaju ukupnih fenola između pojedinih sorti.



Grafikon 2. Sadržaj ukupnih fenola različitih sorti peršina

Sve sorte peršina odlikuju se visokim sadržajem ukupnih fenola u lisnim plojkama, odnosno, nižim sadržajem u korijenu. Sorta peršina korjenaša 'Arat' ima najviše fenola u plojki lista (425,76 mg/L), dok se sve tri sorte korjenaša ('Halblange', 'Arat' i 'Eagle') ističu dvostruko većim sadržajem ukupnih fenola (151,22 do 165,12 mg/L) u peteljci u odnosu na sorte kovrčavih liski (M2 65,02 do A2 70,20 mg/L) te sortu glatkih liski (R2 79,19 mg/L). Kao i kod vitamina C, tako i kod ukupnih fenola korijen svih sorti peršina sadrži najmanje ukupnih fenola, svega 55,21 (A1) do 75,01 mg/L (R1).

U literaturnim navodima nisu pronađeni podaci za količinu ukupnih fenola kod peršina korjenaša te podaci za korijen i peteljku peršina glatkih i kovrčavih liski. Marinova i sur. (2005), Leahu i sur. (2013) te Santos i sur. (2014) navode podatke za ukupne fenole u lisnim plojkama peršina glatkih liski koji su sukladni podacima za ukupne fenole u ovom radu.

Osim peršina, fenole posjeduju i ostale vrste iz porodice Apiaceae, ali znatno manje nego peršin, što potvrđuje i istraživanje Santos i sur. (2014) koji su utvrdili veći sadržaj ukupnih fenola u lisnim plojkama peršina nego lisnim plojkama korijandera.

Na količinu fenola utječe genotip, uvjeti tijekom rasta (tlo i temperatura) te interakcija genotipa i uvjeta uzgoja (Parry i sur., 2006). Istraživanjem Marinove i sur. (2005) dokazano je da je promjena u boji biljke povezana s preraspodjelom fenola i flavonoida, pa zeleni dijelovi luka (81 mg GAE/100g ukupnih fenola) i poriluka (35,7 mg GAE/100g ukupnih fenola) imaju više fenola, dok bijeli dijelovi imaju manje (luk 36,5 mg GAE/100g ukupnih fenola i poriluk 27,7 mg GAE/100g ukupnih fenola). Također, zeleni dijelovi biljke sadrže više flavonoida. Takav trend je dokazan i u ovom radu pri čemu lisne plojke imaju veći sadržaj ukupnih fenola nego peteljka, a peteljka ima više ukupnih fenola nego korijen. Kod flavonoida je malo drugačija situacija, lisne plojke sorte kovrčavih liski 'Mooskrause' imaju najviše flavonoida, ali korijen ima više flavonoida nego peteljka. Santos i sur. (2014) navode podatak da rezanje lisnih plojki peršina uzrokuje stres biljke što dovodi do proizvodnje fenolnih spojeva, kao odgovor na stres uzrokovan oslobađanjem određenih enzima iz stanične citoplazme.

5.2.3. Sadržaj flavonoida i neflavonoida

Flavonoidi su jedni od najvažnijih bioaktivnih spojeva u biljkama. Pripadaju fenolnim spojevima s karakterističnom C₆-C₃-C₆ konfiguracijom te im se zbog toga antioksidativno djelovanje odvija putem različitog mehanizma, što određuje visok antioksidacijski kapacitet. Imaju zaštitnu ulogu kod upala, ateroskleroze, tromboze te također pomažu kod dijabetesa, a mnoge studije su pokazale da se visokim unosom flavonoida smanjuje kardiovaskularni i kancerogeni rizik (Marinova i sur., 2005; Plazonić i sur., 2009; Gougoulas, 2014).

U Tablici 2 (Prilog) prikazani su rezultati sadržaja neflavonoida i flavonoida. Kada se promatra omjer flavonoida i neflavonoida, kod sorti korjenaša ('Halblange', 'Arat' i 'Eagle') omjer ide u korist neflavonoida kod svih dijelova biljke, pa tako lisne plojke sadrže 226,69 mg/L do 240,28 mg/L neflavonoida, a 173,89 mg/L do 185,47 mg/L flavonoida. Peteljke sorti korjenaša sadrže 80,48 mg/L do 91,40 mg/L neflavonoida te 70,74 mg/L do 73,72 mg/L flavonoida, a korijen 29,38 mg/L do 35,95 mg/L neflavonoida i 25,83 mg/L do 31,44 mg/L flavonoida. Lisne plojke sorti kovrčavih liski (P3 163,18 mg/L i M3 230,47 mg/L neflavonoida) i sorta glatkih liski (R3 213,22 mg/L neflavonoida) imaju više neflavonoida, dok korijen sorti kovrčavih liski ima više flavonoida (P1 35,67 mg/L i M1 32,88 mg/L flavonoida).

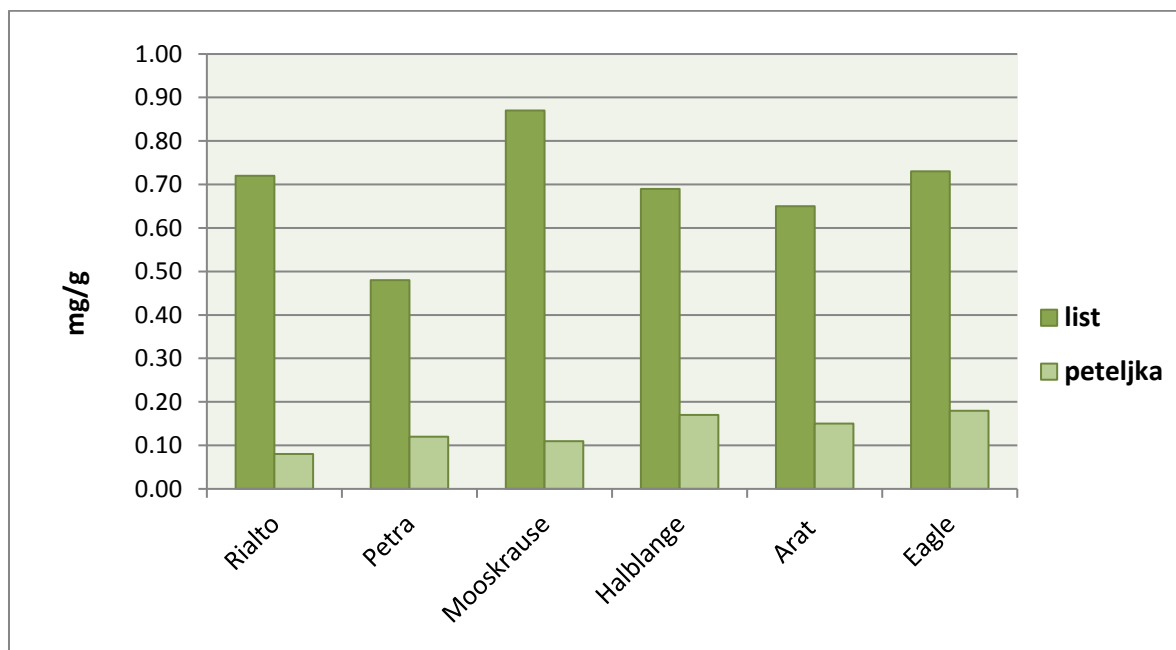
Gougoulas (2014) navodi drugačiji podatak, lisne plojke peršina glatkih liski imaju dvostruko više flavonoida nego neflavonoida te 70 % od ukupnih fenola pripada flavonoidima.

5.3. Sadržaj pigmentnih spojeva i antioksidacijski kapacitet

Sledz i Witrowa-Rajchert (2012) navode da se u biljkama javljaju dvije vrste klorofila koji apsorbiraju svjetlost u različitim valnim duljinama (očituju se u različitim bojama – klorofil a - plavo zelena boja te klorofil b - žuto zelena boja).

5.3.1. Sadržaj ukupnih klorofila

U Grafikonu 3 prikazane su vrijednosti sadržaja ukupnih klorofila kod različitih sorti peršina u peteljci i plojki lista. S obzirom da se korijen razvija ispod zemlje, ne sadrži klorofile te se isti u korijenu nisu istraživali.



Grafikon 3. Sadržaj ukupnih klorofila različitih sorti peršina

Može se primijetiti da sorte peršina korjenaša imaju približno jednak sadržaj ukupnih klorofila u plojki lista (0,65 do 0,73 mg/g ukupnih klorofila), odnosno, u peteljci (0,15 do 0,18 mg/g ukupnih klorofila). Najviše ukupnih klorofila posjeduje sorta 'Mooskrause' (0,87 mg/g ukupnih klorofila), dok je najmanji sadržaj klorofila utvrđen u peteljci sorte 'Rialto'

(0,08 mg/g ukupnih klorofila). Peteljka ima čak do šest puta manji sadržaj ukupnih klorofila nego lisna plojka peršina.

U pregledanim stranim istraživanjima nisu pronađeni podaci o ukupnim klorofilima u peteljci peršina te su rezultati ovog istraživanja značajni za daljnja istraživanja.

Kamel (2013) i Najla i sur. (2012) u svojim istraživanjima utvrdili su čak dvostruko manji sadržaj ukupnih klorofila u lisnoj plojki peršina glatkih i kovrčavih liski, dok su Lisiewska i Kmiecik (1997), Karkleliene i sur. (2014) i Catunescu i sur. (2012) dobili dvostruko veći sadržaj ukupnih klorofila u lisnoj plojki peršina korjenaša te peršina glatkih i kovrčavih liski. Čak tri puta veće koncentracije ukupnih klorofila (nego one u ovom radu) u svojim istraživanjima su dobili Antonopoulos i sur. (2014a) i Antonopoulos i sur. (2014b) za lisne plojke peršina glatkih liski (1,97 i 2,20 mg/g ukupnih klorofila), lisne plojke peršina kovrčavih liski (2,58 i 2,03 mg/g ukupnih klorofila) te lisne plojke peršina korjenaša (2,01 i 2,43 mg/g ukupnih klorofila).

Karkleliene i sur. (2014) navode da o genotipu ovisi količina ukupnih klorofila u peršinu. Najla i sur. (2012) istraživali su utjecaj smanjenog navodnjavanja na sadržaj klorofila u listu peršina glatkih i kovrčavih liski. Lisne plojke peršina glatkih liski su pokazale smanjenje ukupnog klorofila od 75 %, dok je smanjenje ukupnog klorofila kod lisnih plojki peršina kovrčavih liski bilo 40 %. Mogući razlog najmanjeg sadržaja ukupnih klorofila u ovom istraživanju, kod sorte 'Petra', su velike kiše koje su padale krajem kolovoza te početkom rujna nakon kojih su lisne plojke počele žutjeti. Atta-Aly (1999) provodi istraživanje kojem dokazuje da gnojidba niklom u količini od 50 do 100 mg/kg utječe na smanjenje ukupnog klorofila u lisnoj plojki peršina.

5.3.2. Sadržaj klorofila a i klorofila b

Tablica 3 (Prilog) prikazuje vrijednosti sadržaja klorofila a i klorofila b u plojkama listova i peteljci peršina šest različitih sorti. Kao i kod ukupnih klorofila tako i kod klorofila a, odnosno, klorofila b uočena je značajna razlika između koncentracija klorofila a i b u lisnoj plojki i peteljci u korist koncentracije klorofila a i b u lisnoj plojki.

Mali je raspon klorofila a peteljki unutar sorti (R2 0,06 do E2 0,12 mg/g klorofila a), dok je veliki raspon u lisnoj plojki i to kod peršina kovrčavih liski od 0,30 mg/g klorofila a (P3) do 0,55 mg/g klorofila a (M3). Iako je kod biljnih tkiva najčešći omjer klorofila a i

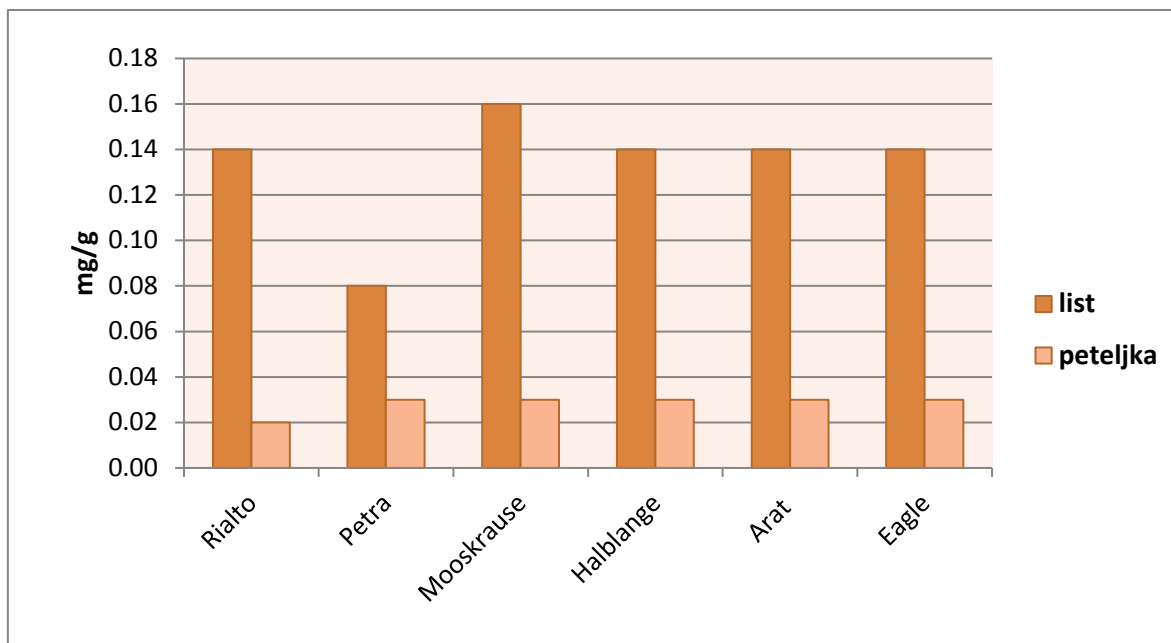
klorofila b 3:1 u ovom istraživanju taj je omjer 2:1. Tako klorofila b u peteljci ima od 0,3 mg/g klorofila b (R2) do 0,7 mg/g klorofila b (E2). Najveći sadržaj klorofila b utvrđen je u lisnoj plojki sorte kovrčavih liski 'Mooskrause' (0,31 mg/g klorofila b).

Istraživanjem Catunescu i sur. (2012) dobivene su dvostruko veće količine klorofila a i klorofila b u lisnoj plojki peršina nego što je dobiveno u ovom istraživanju. Istraživanja Antonopoulos i sur. (2014a) i Antonopoulos i sur. (2014b) pokazuju tri puta veću količinu klorofila a i b u lisnoj plojki peršina korjenaša (1,49 i 1,66 mg/g klorofila a, 0,52 i 0,77 mg/g klorofila b) te lisnoj plojki peršina glatkih liski (1,40 i 1,54 mg/g klorofila a, 0,57 i 0,66 mg/g klorofila b) i kovrčavih liski (1,80 i 1,44 mg/g klorofila a, 0,78 i 0,59 mg/g klorofila b). Razlog toliko većem sadržaju klorofila a i b u istraživanju Antonopoulos i sur. (2014a) i Antonopoulos i sur. (2014b) je zbog uzgoja peršina u plasteniku u optimalnim uvjetima te je peršin redovito navodnjavan.

5.3.3. Sadržaj karotenoida

U bitne fitokemikalije i biljne pigmente ubrajaju se i karotenoidi. Poznato je oko 600 vrsta karotenoida. Zeleno povrće sadrži lutein i zeaksantin, žuto i narančasto povrće α -karoten i β -karoten, a rajčica likopen (Qudah, 2008). S obzirom da ljudi nemaju sposobnost sinteze vitamina A, da bi zadovoljili fiziološke potrebe ovise o unosu prehrambenih proizvoda koji sadrže vitamin A (Carrillo-Lopez i sur., 2010). Konzumacijom proizvoda koji sadrže premale količine, može doći do deficijencije. Kao i kod klorofila tako i kod karotenoida, Karkleliene i sur. (2014) navode da količina karotenoida ovisi o genotipu.

Grafikon 4 prikazuje sadržaj karotenoida u plojki lista i peteljci peršina. U lisnoj plojki i peteljci za sorte peršina korjenaša nisu utvrđene statistički opravdane razlike u sadržaju karotenoida pri čemu lisna plojka (H3, A3, E3) ima 0,14 mg/g karotenoida, a peteljka (H2, A2, E2) 0,03 mg/g karotenoida. Peteljka sorti kovrčavih liski (P2 i M2) također ima jednaku količinu karotenoida kao i sorte peršina korjenaša, dok sorta 'Rialto' sadrži manje karotenoida (0,02 mg/g karotenoida). Sorta 'Mooskrause' se izdvaja i najvećom količinom karotenoida u lisnoj plojki (0,16 mg/g karotenoida). Tkiva koja posjeduju klorofile sadrže i karotenoide što se vidi iz Grafikona 3 i 4.



Grafikon 4. Sadržaj karotenoida različitih sorti peršina

Iako se u ovom istraživanju nije određivao sadržaj karotenoida u korijenu peršina, Pokluda (2013) navodi sadržaj karotenoida u korijenu raznih sorti peršina korjenaša od 0,0022 do 0,0031 mg/g karotenoida. Kamel (2013) navodi sadržaj karotenoida u lisnoj plojki svega 0,04 mg/g karotenoida.

Qudah (2008) navodi da nakupljanje karotenoida u biljnom tkivu ovisi o fiziološkim, genetičkim i biokemijskim osobinama biljne vrste te abiotskim čimbenicima (svjetlost, temperatura i plodnost tla).

U istraživanju Lisiewska i Kmiecik (1997) od karotenoida najveći udio zauzima β -karoten (biljni pigment i jedan od značajnijih predstavnika karotenoida), u lisnoj plojki peršina korjenaša u količini 0,08 mg/g, a lisnoj plojki peršina glatkih liski 0,09 mg/g. Sve vrste porodice Apiaceae sadrže karotenoide, ali mrkva se izdvaja najvećim sadržajem (3,6 do 12 mg/100g β -karotena); (Lešić i sur., 2004).

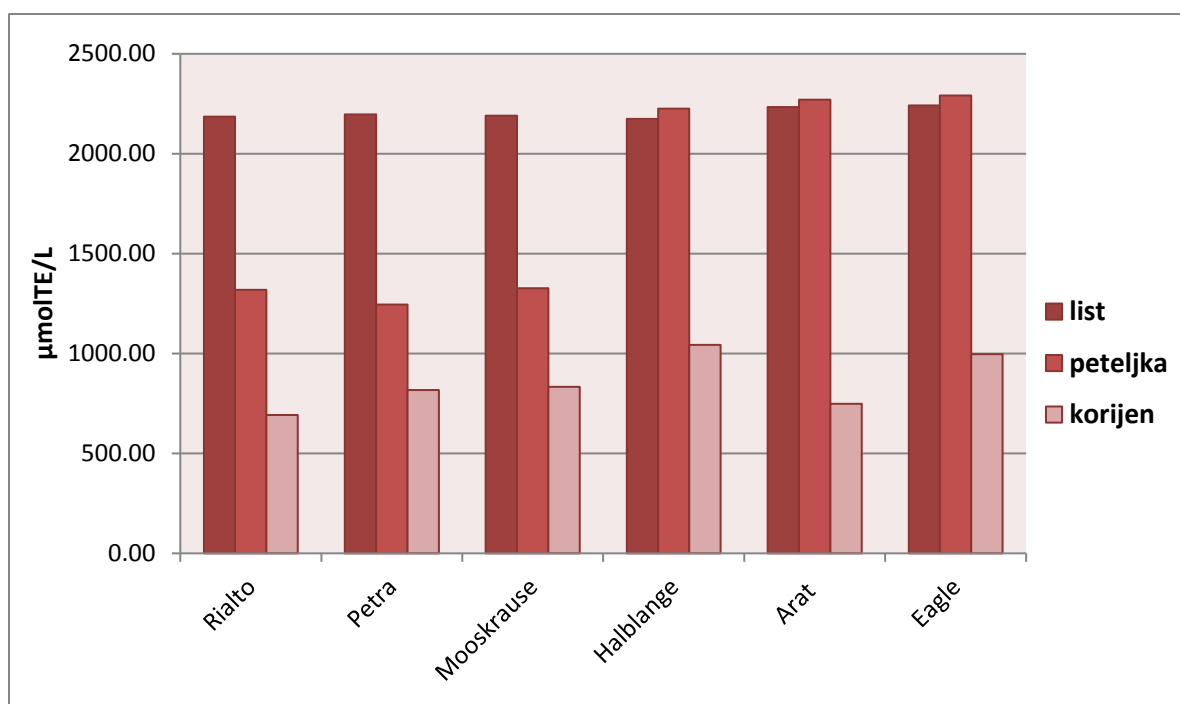
Carrillo-Lopez i sur. (2010) navode da lisne plojke peršina, špinata i korijen mrkve imaju više karotenoida nego papaja i mango.

5.3.4. Antioksidacijski kapacitet

Antioksidacijski spojevi predstavljaju inhibitore oksidacijskih procesa zbog njihove sposobnosti neutralizacije slobodnih radikala (Devasagayam i sur., 2004). Antioksidacijska aktivnost fenolnih spojeva ovisi o broju hidroksilnih skupina, o njihovom položaju u molekuli te o vrsti supstitucije na aromatskom prstenu (Leja i sur., 2007).

Flavonoidni spojevi koji pokazuju najsnažniju antioksidacijsku aktivnost su: kvercetin, miricetin, katehin, cijanidin i dr. (Heim i sur., 2002).

Grafikon 5 prikazuje sadržaj antioksidacijskog kapaciteta kod različitih sorti peršina, a Tablica 2 (Prilog) prikazuje statistički značajne razlike antioksidacijskog kapaciteta između sorti peršina kao i unutar različitih dijelova biljke.



Grafikon 5. Antioksidacijski kapacitet pojedinih dijelova biljke različitih sorti peršina

Lisne plojke svih sorti pokazuju visoki antioksidacijski kapacitet (čak i do 2240,86 µmolTE/L kod E3). Visokim antioksidacijskim kapacitetom odlikuju se i peteljke svih sorti peršina korjenjaša, s tim da je u peteljci peršina korjenjaša sorte 'Arat' (2269,94 µmolTE/L) i sorte 'Eagle' (2290,49 µmolTE/L) utvrđen veći antioksidacijski kapacitet nego u lisnim plojkama u kojima je utvrđen raspon od 2174,43 µmolTE/L (H3) do 2240,86 µmolTE/L (E3). Antioksidacijski kapacitet korijena istraživanih sorti peršina kreće se u rasponu od 691,88 µmolTE/L (R1) do 1043,36 µmolTE/L (H1).

Peršin pokazuje visoki antioksidacijski kapacitet budući da sadrži značajne količine bioaktivnih spojeva poput klorofila, karotenoida, fenola, flavonoida, neflavonoida, vitamina C, koji su u korelaciji s antioksidacijskim kapacitetom (Qudah, 2008; Gougoulas, 2014; Santos i sur., 2014). Santos i sur. (2014) utvrdili su da menta i korijandar koji imaju visok sadržaj ukupnih fenola i flavonoida imaju i visok antioksidacijski kapacitet, dok peršin i poriluk koji su imali visok sadržaj ukupnih fenola, ali nizak sadržaj flavonoida, pokazuju i niži antioksidacijski kapacitet. Također, Gougoulas (2014) u svom istraživanju dokazuje povezanost antioksidacijskog kapaciteta i ukupnih fenola kod ljubičastog bosiljka, origana, metvice.

Jako obojano voće i povrće je znak bogatih izvora fenola, flavonoida, antocijana i karotenoida, što zajedno čini visok antioksidacijski kapacitet. Pa tako i lisne plojke peršina svih sorti pokazuju visok antioksidacijski kapacitet, jer imaju visok sadržaj vitamina C, ukupnih fenola, flavonoida, neflavonoida, ukupnih klorofila, klorofila a i b te karotenoida. Peteljka sorti korjenaša (H2, A2, E2) ima viši antioksidacijski kapacitet nego lisne plojke svih sorti zbog visokog sadržaja ukupnih fenola, flavonoida te neflavonoida.

6. ZAKLJUČAK

Prema rezultatima istraživanja sadržaja bioaktivnih i kemijskih spojeva različitih sorti peršina, mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da je za uzgoj peršina potrebno dublje rahlo tlo.
- Konzumacijom peršina u svježem stanju mogu se unijeti znatne količine vitamina C, fenola i neflavonoida. Lisna plojka izdvaja se najvećim sadržajem bioaktivnih spojeva od svih dijelova peršina.
- Ovisno o sorti, peršin se pokazao kao odličan izvor vitamina C, fenola, neflavonoida, flavonoida i klorofila što rezultira visokim antioksidacijskim kapacitetom peršina.
- Najbolji izvor vitamina C su lisne plojke sorte 'Rialto' koja ima čak 162,09 mg/100g vitamina C.
- Lisne plojke svih sorti imale su visok sadržaj ukupnih fenola, kao i peteljke sorti peršina korjenaša ('Halblange', 'Arat', 'Eagle') s vrijednostima od 151,22 do 165,12 mg/L ukupnih fenola. Sorte peršina korjenaša imale su i visok sadržaj neflavonoida i flavonoida, pa njihove peteljke imaju i najviši antioksidacijski kapacitet.
- Visokim antioksidacijskim kapacitetom odlikuju se lisne plojke svih sorti (2174,43 do 2240,86 $\mu\text{molTE/L}$) jer sadrže značajne količine bioaktivnih i kemijskih spojeva.

7. POPIS LITERATURE

1. AOAC (1995). Official Methods of Analysis (16 th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
2. AOAC (2002). Official Methods of Analysis (17 th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
3. Agroportal. <<http://www.agroportal.hr/agro-baza/sortne-liste/povrce/persin-povrce/9356>>. Pristupljeno 14.7.2016.
4. Antonopoulos A.I., Kannavou C., Karapanos I.C., Petropoulos S.A., Passam H.C. (2014a). The effect of partial dehydration on the quality and composition of plain-leaf, curly-leaf and turnip-rooted parsley during storage. International Journal of Postharvest Tehnology and Innovation. 4: 151-163.
5. Antonopoulos A., Karapanos I.C., Petropoulos S.A., Passam H.C. (2014b). The effect of two levels of ammonium nitrate application on the yield of plain-leaf, curly-leaf and turnip-rooted parsley and the quality and essential oil composition of the leaves before and after storage in a partially dehydrated form. Fascicula Biologie. 21(2): 65-69.
6. Atta-Aly M.A. (1999). Effect of nickel addition on the yield and quality of parsley leaves. Scientia Horticulturae. 82: 9-24.
7. Bejo. <<http://www.bejo.hr/hr/asortiman/konvecionalno-sjeme/korjena%C5%A1ice.aspx>>. Pristupljeno 14.7.2016.
8. Carrillo-Lopez A., Yahia M.E., Ramirez-Padilla G.K. (2010). Bioconversion of Carotenoids in Five Fruits and Vegetables to Vitamin A Measured by Retinol Accumulation in Rat Livers. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 5(2): 215-221.
9. Catunescu G.M., Tofana M., Muresan C., Ranga F., David A., Muntean M. (2012). The Effect of Cold Storage on Some Quality Characteristics of Minimally Processed Parsley (*Petroselinum crispum*), Dill (*Anethum graveolens*) and Lovage (*Levisticum officinale*). Bulletin UASVM Agriculture. 69(2): 213-221.
10. Dai J., Mumper R.J. (2010). Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Propertis. Molecules. 15: 7313-7352.
11. Devasagayam T., Tilak J., Bolor K., Sane K., Ghaskadbi S., Lele R. (2004). Free radicals and antioxidants in human helath: Current status and future prospects. Journal od the Association of Physicians of India. 52: 794-804.

12. Đurovka M. (2008). Gajenje povrća na otvorenom polju. Poljoprivedni fakultet Novi Sad, Novi sad
13. Ebert A.W., Wu T.H., Yang R.Y. (2015). Amaranth sprouts and microgreens – a homestead vegetable production option to enhance food and nutrition security in the rural-urban continuum. Sustaining Small-Scale Vegetable Production and Marketing Systems for Food and Nutrition Security (SEAVEG2014). Bangkok, Thailand: 233-244.
14. Garcia-Salas P., Morales-Soto A., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. (2010). Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules*. 15: 8813-8826.
15. Gougoulis N. (2014). Comparative study on polyphenols and antioxidant activity of some herbs and spices of the Lamiaceae and Umbelliferae family. *Oxidation Communications*. 37(2): 512-521.
16. Grzeszczuk M., Jadczyk D. (2009). The Estimation of Biological Value of Some Species of Spice Herbs. *Acta Hort*. 830: 681-686.
17. Heim K.E., Tagliaferro A.R., Bobilya D.J. (2002). Flavonoid antioxidants; chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 13(10): 572-584.
18. Holm G. (1954). Chlorophyll mutations in barley. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 4: 457-471.
19. Ilić Z., Fallik E., Dardić M. (2009). Berba, sortiranje, pakovanje i čuvanje povrća. Poljoprivedni fakultet Zubin Potok, Novi Sad
20. Kaiser A., Carle R., Kammerer D.R. (2012). Effects of blanching on polyphenol stability of innovative paste-like parsley (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym ex A. W. Hill) and majoram (*Origanum majorana* L.) products. *Food Chemistry*. 138: 1648-1656.
21. Kamel S.M. (2013). Effect of microwave heating time on some bioactive compounds of parsley (*Petroselinum crispum*) and dill (*Anethum graveolens*) leaves. *Scientific Journal of Pure and Applied Sciences*. 2(5): 212-219.
22. Karkleliene R., Dambrauskiene E., Juškevičiene D., Radzevičius A., Rubinskiene M., Viškėlis P. (2014). Productivity and nutritional value of dill and parsley. *Horticultural Science*. 41(3): 131-137.
23. Katalinić V. (2006). Kemija mediteranskog voća i tehnologija prerade. – Skripta I. dio. Kemijsko tehnološki fakultet, Sveučilište u Splitu, Split

24. Leahu A., Damian C., Oroian M., Miculescu V., Ropciuc S. (2013). Variation in content of antioxidant and free radical scavenging activity of basil (*Ocimum basilicum*), dill (*Anethum graveolens*) and parsley (*Petroselinum sativum*). Journal of Faculty of Food Engineering. 12(4): 347-353.
25. Leja M., Mareczek G., Wyzgolik G., Klepacz-Baniak J., Czekońska K. (2007). Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. Food Chemistry. 100: 237-240.
26. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Herak Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2004). Povrćarstvo. Zrinski, Čakovec
27. Lisiewska Z., Kmiecik W. (1997). Effect of freezing and storage on quality factors in Hamburg and leafy parsley. Food Chemistry. 60(4): 633-637.
28. Luthria D.L. (2007). Influence of experimental conditions on the extraction of phenolic compounds from parsley (*Petroselinum crispum*) flakes using a pressurized liquid extractor. Food Chemistry. 107: 745-752.
29. Marinova D., Ribarova F., Atanassova M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy. 40(3): 255-260.
30. Matotan Z. (1994). Proizvodnja povrća. Nakladni zavod Globus, Zagreb
31. Matotan Z. (2004). Suvremena proizvodnja povrća. Nakladni zavod Globus, Zagreb
32. Miller N.J., Diplock A.T., Rice-Evans C.A., Davies M.J., Gopinathan V., Milner A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. Clinical Science. 84: 407-412.
33. Najla S., Sanoubar R., Murshed R. (2012). Morphological and biochemical changes in two parsley varieties upon water stress. Physiology and Molecular Biology Plants. 18(2): 133-139.
34. Ough C.S., Amerine M.A. (1988). Methods for Analysis of Musts and Wines. John Wiley & Sons, Washington
35. Parađiković N. (2009). Opće i specijalno povrćarstvo. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
36. Parry J., Hao Z., Luther M., Su L., Zhou K., Yu L.L. (2006). Characterization of Cold-Presses Onion, Parsley, Cardamom, Mullein, Roasted Pumpkin, and Milk Thistle Seed Oils. Journal of the American oil chemists' society. 83(10): 847-854.
37. Plazonić A., Bucar F., Maleš Ž., Mornar A., Nigović B., Kujundžić N. (2009). Identification and Quantification of Flavonoids and Phenolic Acids in Burr Parsley

- (*Caucalis platycarpus* L.), Using High-Performance Liquid Chromatography with Diode Array Detection and Electrospray Ionization Mass Spectrometry. *Molecules*. 14: 2466-2490.
38. Pokluda R. (2013). Selected Nutritional Aspects of Field Grown Root Vegetables in the Czech Republic. *Acta Hort*. 989: 315-322.
39. Popović B.V. (2013). Analiza sekundarnih metabolita i ispitivanje farmakološke aktivnosti odabranih vrsta roda *Laserpitium* L. (Apiaceae). Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu farmaceutski fakultet, Beograd
40. Pšeno. <<http://pseno.hr/trgovina/sjeme/persin-rialto/>>. Pristupljeno 30.6.2016.
41. Qudah J. (2008). Dietary Intake of Selected Common Vegetable Foods and their Total Carotenoids Determination. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 3(4): 729-733.
42. Radman S. (2015). Utjecaj gnojidbe dušikom i načina uzgoja na kemijski sastav dvodomne koprive (*Urtica dioica*L.). Doktorska disertacija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
43. Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.A. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 26(9-10): 1231-1237.
44. Rogošić J., Šarić T., Župan I., Šikić Z. (2013). Uloga i značenje sekundarnih biljnih metabolita u ishrani biljojeda. *Stočarstvo*. 67(2): 51-68.
45. Santos J., Herrero M., Mendiola J.A., Oliva-Teles M.T., Ibanez E., Delerue-Matos C., Oliveira M.B.P.P. (2014). Fresh-cut aromatic herbs: Nutritional quality stability during shelf-life. *LWT – Food Science and Tehnology*. 59: 101-107.
46. Semenarna Ljubljana. <<http://www.semenarna.si/podrobnosti-artikla-korenovke/category/petersilj/article/petersilj-mooskrause-petroselinum-crispum>>. Pristupljeno 14.7.2016.
47. Sledz M., Witrowa-Rajchert D. (2012). Influence of microwave-convective drying on chlorophyll content and colour of herbs. *Acta Agrophysica*. 19(4): 865-876.
48. Smirnoff N. (1996). The Function and Metabolism of Ascorbic Acid in Plants. *Annals of Botany*. 78: 661-669.
49. Stojevski D. (2014). Najčešći polifenoli iz prehrane i njihovo protutumorsko djelovanje. Seminarski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

50. Šic Žlabur J. (2015). Utjecaj bioaktivnih komponenata stevije (*Stevia rebaudiana* Bertoni) na kvalitetu voćnog soka. Doktorski rad. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
51. Wettstein D. (1957). Chlorophyll-letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden. *Experimental Cell Research*. 12: 427-434.
52. Yoshikawa M., Uemura T., Shimoda H., Matsuda H. (2000). Medicinal Foodstuffs. XVIII. Phytoestrogens from the Aerial Part of *Petroselinum crispum* MILL. (PARSLEY) and Structures of 6'' – Acetylapiin and a New Monoterpene Glycoside, Petroside. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*. 48(7): 1039-1044.

Izvori slika:

1. Slika 1. Peršin listaš sorta 'Rialto' (Foto: Anja Šagud, 2015)
2. Slika 2. Peršin kovrčavih liski 'Mooskrause' (Foto: Anja Šagud, 2015)
3. Slika 3. Peršin kovrčavih liski 'Petra' (Foto: Anja Šagud, 2015)
4. Slika 4. Sjetva peršina (Foto: Anja Šagud, 2015)
5. Slika 5. Sjeme peršina tvrtke Bejo, sorta 'Rialto' (<http://pseno.hr/trgovina/sjeme/persin-rialto/>). Pristupljeno 14.7.2016.
6. Slika 6. Ubrane biljke peršina, sorta 'Mooskrause' (Foto: Anja Šagud, 2015)
7. Slika 7. Sorte peršina prije odvajanja na dijelove A – 'Rialto', B – 'Mooskrause', C – 'Petra', D – 'Arat', E – 'Eagle', F – 'Halblange' (Foto: Anja Šagud, 2015)
8. Slika 8. Ekstrakti peršina za određivanje ukupnih fenola (Foto: Anja Šagud, 2015)

8. PRILOG

Tablica 2. Sadržaj bioaktivnih komponenti i antioksidacijskog kapaciteta peršina

| Uzorci peršina | Vitamin C (mg/100g) P≥0,0001 | Fenoli (mg/L) P≥0,0001 | Neflavonoidi (mg/L) P≥0,0001 | Flavonoidi (mg/L) P≥0,0001 | ABTS (μmolTE/L) P≥0,0001 |
|----------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| R1 | 10,04 ⁿ ±0,38 | 75,01 ^k ±0,93 | 41,30 ⁱ ±1,07 | 33,71 ^{fg} ±0,36 | 691,88 ^e ±57,19 |
| R2 | 21,82 ⁱ ±0,38 | 79,19 ^j ±3,02 | 37,04 ^j ±0,43 | 42,15 ^e ±2,84 | 1319,13 ^b ±21,92 |
| R3 | 162,09 ^a ±0,38 | 357,68 ^e ±1,00 | 213,22 ^d ±0,37 | 144,45 ^c ±1,28 | 2185,22 ^a ±6,18 |
| P1 | 9,37 ⁿ ±1,16 | 67,83 ^l ±0,94 | 32,17 ^{lm} ±0,96 | 35,67 ^f ±1,50 | 817,99 ^{de} ±32,78 |
| P2 | 19,86 ^{ij} ±0,39 | 70,20 ^l ±1,02 | 33,68 ^{klm} ±0,11 | 36,52 ^f ±1,06 | 1245,34 ^b ±25,58 |
| P3 | 73,39 ^e ±2,15 | 304,57 ^f ±0,39 | 163,18 ^e ±0,91 | 141,39 ^c ±0,72 | 2197,52 ^a ±10,32 |
| M1 | 11,83 ^{mn} ±0,77 | 64,79 ^m ±1,35 | 31,91 ^m ±0,32 | 32,88 ^{fg} ±1,57 | 833,28 ^d ±116,85 |
| M2 | 13,60 ^{lm} ±0,39 | 65,02 ^m ±0,34 | 34,29 ^{kl} ±1,06 | 30,73 ^g ±1,07 | 1327,37 ^b ±70,41 |
| M3 | 74,95 ^e ±1,15 | 403,68 ^c ±0,52 | 230,47 ^b ±0,62 | 173,20 ^b ±1,10 | 2190,63 ^a ±17,09 |
| H1 | 26,93 ^h ±2,00 | 64,12 ^{mn} ±1,56 | 32,69 ^{lm} ±0,91 | 31,44 ^g ±2,46 | 1043,36 ^c ±176,58 |
| H2 | 40,77 ^f ±1,77 | 151,22 ⁱ ±0,57 | 80,48 ^h ±1,27 | 70,74 ^d ±1,18 | 2226,01 ^a ±13,53 |
| H3 | 102,71 ^b ±2,15 | 400,58 ^d ±1,02 | 226,69 ^c ±1,32 | 173,89 ^b ±2,20 | 2174,43 ^a ±5,53 |
| A1 | 15,59 ^{kl} ±0,84 | 55,21 ^o ±0,50 | 29,38 ⁿ ±0,51 | 25,83 ^h ±0,74 | 749,16 ^{de} ±41,43 |
| A2 | 36,05 ^g ±1,12 | 158,69 ^h ±0,53 | 86,78 ^g ±2,37 | 71,91 ^d ±2,88 | 2269,94 ^a ±11,51 |
| A3 | 78,92 ^d ±1,26 | 425,76 ^a ±0,87 | 240,28 ^a ±1,86 | 185,47 ^a ±2,61 | 2233,84 ^a ±4,73 |
| E1 | 17,78 ^{jk} ±0,46 | 61,93 ⁿ ±0,59 | 35,95 ^{jk} ±0,57 | 25,98 ^h ±1,09 | 995,98 ^c ±86,89 |
| E2 | 39,73 ^f ±1,20 | 165,12 ^g ±0,65 | 91,40 ^f ±0,72 | 73,72 ^d ±1,35 | 2290,49 ^a ±14,86 |
| E3 | 99,33 ^c ±0,90 | 414,69 ^b ±0,36 | 240,71 ^a ±0,80 | 173,98 ^b ±0,55 | 2240,86 ^a ±6,75 |

Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one značajno razlikuju uz p≥0,0001.

Tablica 3. Sadržaj pigmentnih spojeva peršina

| Uzorci peršina | Klorofil a (mg/g) P≥0,0001 | Klorofil b (mg/g) P≥0,0001 | Klorofil a+b (mg/g) P≥0,0001 | Karotenoidi (mg/g) P≥0,0001 |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| R2 | 0,06 ^{de} | 0,03 ^{de} | 0,08 ^{de} ±0,01 | 0,02 ^{cd} |
| R3 | 0,48 ^{ab} ±0,13 | 0,25 ^b ±0,09 | 0,72 ^b ±0,22 | 0,14 ^a ±0,01 |
| P2 | 0,08 ^d | 0,04 ^{de} ±0,01 | 0,12 ^{de} ±0,01 | 0,03 ^c |
| P3 | 0,30 ^c ±0,01 | 0,18 ^c ±0,01 | 0,48 ^c ±0,02 | 0,08 ^b ±0,01 |
| M2 | 0,08 ^d ±0,01 | 0,04 ^{de} | 0,11 ^{de} ±0,01 | 0,03 ^c |
| M3 | 0,55 ^a ±0,01 | 0,31 ^a ±0,01 | 0,87 ^a ±0,03 | 0,16 ^a ±0,01 |
| H2 | 0,11 ^d ±0,01 | 0,06 ^d ±0,01 | 0,17 ^d ±0,01 | 0,03 ^c |
| H3 | 0,44 ^b ±0,03 | 0,25 ^b ±0,02 | 0,69 ^b ±0,05 | 0,14 ^a ±0,01 |
| A2 | 0,10 ^d ±0,01 | 0,05 ^{de} | 0,15 ^d ±0,01 | 0,03 ^c |
| A3 | 0,41 ^b ±0,05 | 0,24 ^b ±0,04 | 0,65 ^b ±0,09 | 0,14 ^a ±0,02 |
| E2 | 0,12 ^d ±0,01 | 0,07 ^d ±0,01 | 0,18 ^d ±0,02 | 0,03 ^c |
| E3 | 0,46 ^b ±0,04 | 0,27 ^{ab} | 0,73 ^b ±0,04 | 0,14 ^a ±0,02 |

Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se one značajno razlikuju uz p≥0,0001.

9. ŽIVOTOPIS

Anja Šagud rođena je 24.6.1992. u Zagrebu. Osnovno i srednjoškolsko obrazovanje završila je u Zagrebu. Maturirala je 2011. godine u Prirodoslovnoj školi Vladimira Preloga na temi rada „Kromatografska analiza metala u kovanicama“. Iste godine upisuje preddiplomski studij Hortikulture na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, kojeg završava 2014. godine na temi rada „Cvatuće lončanice za primjenu na otvorenom“ i upisuje diplomski studij Hortikultura usmjerenje Povrćarstvo na Agronomskom fakultetu, kojeg završava 2016. godine na temi rada Sadržaj bioaktivnih i kemijskih spojeva različitih sorata peršina (*Petroselinum crispum* Mill.). 2016. godine sudjeluje u natječaju za Rektorovu nagradu u kategoriji za timski znanstveni i umjetnički rad te je i osvaja za rad Mladi izdanci („microgreens“) - brzo dostupan izvor minerala. Hobistički se bavi uređenjem vrta te eksperimentiranjem u uzgoju aromatičnog i ljekovitog bilja.