

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Matej MEZGEC

**VPLIV SORTE IN DOLŽINE RASTNE DOBE NA
PRIDELEK IN VSEBNOST IZBRANIH
ANTIOKSIDANTOV
V SILJENEM RADIČU (*Cichorium intybus* L.)**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študijski program – 2. stopnja

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Matej MEZGEC

**VPLIV SORTE IN DOLŽINE RASTNE DOBE NA PRIDELEK IN
VSEBNOST IZBRANIH ANTIOKSIDANTOV V SILJENEM
RADIČU (*Cichorium intybus* L.)**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študijski program – 2. stopnja

**INFLUENCE OF VARIETY AND LENGTH OF GROWING
SEASON ON YIELD AND CONTENT OF SELECTED
ANTIOXIDANTS IN FORCED CHICORY (*Cichorium intybus* L.)**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek Magistrskega študijskega programa 2. stopnje Hortikultura. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Dragana ŽNIDARČIČA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Gregor OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Dragan ŽNIDARČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Rajko VIDRIH
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Matej MEZGEC

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du2
DK UDK 635.54:631.526.32:631.559(043.2)
KG vrtnarstvo/siljen radič/sorte/kemijska sestava/fenoli/antioksidacijski potencial/C vitamin/pridelek
AV MEZGEC, Matej
SA ŽNIDARČIČ, Dragan (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2016
IN VPLIV SORTE IN DOLŽINE RASTNE DOBE NA PRIDELEK IN VSEBNOST IZBRANIH ANTIOKSIDANTOV V SILJENEM RADIČU (*Cichorium intybus* L.)
TD Magistrsko delo (Magistrski študijski program – 2. stopnja)
OP VIII, 39 str., 10 pregl., 9 sl., 50 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI V zadnjem času obstaja velik interes za rastlinske biokemijske spojine, ki so tudi sestavina bioaktivnih sestavin v hrani. Med potrošniki vlada še posebej veliko zanimanje za antioksidativne spojine, ki pripomorejo k zdravstveni zaščiti človeškega organizma. Radič (*Cichorium intybus* L.) je vrtnina z visoko antioksidativnimi lastnostmi, vendar pa je bilo v preteklosti narejeno malo raziskav o spremembah antioksidativnih spojin v tej vrtnini med procesom siljenja. V ta namen smo izvedli poskus na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani z rastlinami vzgojenimi na ilovnatih tleh. Korene različnih sort radiča (sorte 'Monivip', 'Anivip', 'Treviški' in 'Castelfranco') smo silili v rastlinjaku. Proces siljenja je trajal 20 dni. Rastline smo analizirali ob koncu in med siljenjem (na začetku, po 10 in po 20 dneh). Analizirali smo različne dele rastlin (zunanje liste, srednje liste, notranje liste, peclje in korenine ter izračunali povprečja za cele rastline). Rezultati so pokazali, da so se med siljenjem antioksidacijski potencial, vsebnost skupnih polifenolov in vitamina C zmanjševali z različno intenzivnostjo pri vseh sortah. Zunanji listi so imeli največjo vsebnost antioksidativnih spojin, ki bi jih lahko uporabili kot naravne antioksidante ali kot funkcionalno hrano. Največji delež sušine so imele korenine, najmanj pa jo je bilo v notranjih listih. Povprečno največji tržni pridelek je dosegla sorta 'Treviški'. Med preučevanimi parametri izbranega sortimenta radiča nismo ugotovili večjih odklonov, zato ocenjujemo, da so primerni za siljenje.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Du2
DC UDC 635.54:631.526.32:631.559(043.2)
CX vegetable growing/forced chicory/cultivars/chemical composition/phenols/
antioxidative potential/C vitamin/yield
AU MEZGEC, Matej
AA ŽNIDARČIČ, Dragan (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2016
TI INFLUENCE OF VARIETY AND LENGTH OF GROWING SEASON ON
YIELD AND CONTENT OF SELECTED ANTIOXIDANTS IN FORCED
CHICORY (*Cichorium intybus* L.)
DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
NO VIII, 39 p., 10 tab., 9 fig., 50 ref .
LA sl
AL sl/en
AB There is currently a great deal of interest in phytochemicals as bioactive components of food, especially antioxidant compounds that could benefit human health. Chicory (*Cichorium intybus* L.) is a vegetable with high antioxidant properties, but nothing is known about antioxidant compounds changes during the forcing process. The experiment was conducted on the Laboratory field of Biotechnical Faculty of Ljubljana with plants grown in a loamy soil. Developing of different cultivars of chicory (cv. 'Monivip', 'Anivip', 'Treviski' and 'Castelfranco') roots were forced in a greenhouse. The forcing lasted for 20 days. The plants analyzed at harvest and during the forcing process (0-10 and 20 forcing days). Different parts of fresh chicory such as external leaves, middle leaves, internal leaves, root, stalk and average of samples were analysed. Results showed that the antioxidant capacity, phenols and ascorbic acid contents of this chicory decreased with different intensity during the forcing process. The outer leaves displayed high antioxidant compounds, that could be used as natural antioxidants or to functionalize foods. Content of dry matter was the highest in roots and the lowest in inner leaves. On average, the greatest market yields reached cv. 'Treviski'. Due to the fact, that between the studied parameters of the selected chicory assortment we did not find major deviations, we conclude that they are all suitable for the forcing process.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)	III
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
1.1 NAMEN RAZISKAVE	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED LITERATURE	2
2.1 RADIČ (<i>Cichorium intybus</i> L.)	2
2.1.1 Botanična opredelitev	2
2.1.1.1 Vernalizacija in fotoperiodizem	3
2.1.2 Uporabnost	4
2.1.3 Hranilna vrednost	4
2.1.4 Pridelovalne zahteve	6
2.1.4.1 Vlaga in tla	6
2.1.4.2 Temperatura	6
2.1.4.3 Svetloba	7
2.1.5 Načini pridelave radiča	7
2.1.6 Tehnologija pridelave siljenega radiča	8
2.1.6.1 Zasnova posevka	8
2.1.6.2 Gnojenje	9
2.1.6.3 Redčenje	9
2.1.6.4 Namakanje	9
2.1.6.5 Bolezni in škodljivci	10
2.1.6.6 Postopek siljenja	12
2.1.6.7 Hidroponsko siljenje	14
2.2. ANTIOKSIDANTI	15
2.2.1 Vloga in pomen prostih radikalov v metabolizmu človeka	15
2.2.2 Pomen antioksidantov	15
2.2.3 Razvrstitev antioksidantov	16
2.2.3.1 Polifenoli	16
2.2.3.2 C vitamin	17
3 MATERIAL IN METODE DE LA	18
3.1 MATERIALI	18
3.1.1 Sortiment radičev vključen v poskus	18

3.2 METODA DELA	19
3.2.1 Potek poskusa in meritve	19
3.2.1.1 Analiza antioksidacijskega potenciala	20
3.2.1.2 Analiza skupnih fenolnih spojin	21
3.2.1.3 Meritve vsebnosti vitamina C	22
3.2.2 Obdelava podatkov	23
4 REZULTATI	24
4.1 BIOKEMIČNE ANALIZE	24
4.1.1 Sušina	24
4.1.2 Antioksidacijski potencial (AOP)	25
4.1.3 Vsebnost skupnih fenolov (TPC)	26
4.1.4 Vsebnost vitamina C	28
4.1.5 Analiza pridelka	29
4.1.5.1 Višina in širina glave/rozete	29
4.1.5.2 Število listov v glavi/rozeti	30
4.1.5.3 Masa tržnega pridelka	30
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	32
5.1 RAZPRAVA	32
5.2 SKLEPI	34
6 POVZETEK	36
7 VIRI	37

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Vsebnost snovi v 100 g svežih listov radiča sorte 'Castelfranco' in sorte 'Verona' (Pimpini in sod., 2002)	5
Preglednica 2:	Temperaturni režim v času siljenja (Žnidarčič, 2010)	12
Preglednica 3:	Polifenolne spojine v radiču (Rossetto in sod., 2005)	17
Preglednica 4:	Delež sušine (%) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013	24
Preglednica 5:	Antioksidacijski potencial (mg TE/g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013	25
Preglednica 6:	Vsebnost skupnih fenolov (mg GAE/100g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013	27
Preglednica 7:	Vsebnost vitamina C (mg/100g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013	28
Preglednica 8:	Višina in širina (cm) glav/rozet siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013	29
Preglednica 9:	Število zdravih in število nagnitih listov v glavi/rozeti siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013	30
Preglednica 10:	Masa tržnega pridelka siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013	31

KAZALO SLIK

Slika 1:	Sorta 'Monivip' (desno) in sorta 'Anivip' (levo) (foto: D. Žnidarčič)	18
Slika 2:	Sorta 'Treviški' (levo) in sorta 'Castelfranco' (desno) (foto: M. Mezgec)	19
Slika 3:	Delež sušine (%) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013	25
Slika 4:	Antioksidacijski potencial (mg TE/g sveže mase) siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013	26
Slika 5:	Vsebnost skupnih fenolov (mg GAE/100g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013	27
Slika 6:	Vsebnost vitamina C (mg/100g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013	28
Slika 7:	Višina in širina (cm) glav/rozet siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013	29
Slika 8:	Število zdravih in število nagnitih listov v glavi/rozeti siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013	30
Slika 9:	Masa tržnega pridelka siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013	31

1 UVOD

Radič (*Cichorium intybus* L.) je tipična mediteranska kultura, ki se v Sloveniji kot solatnica goji že več kot sto let in je v zadnjem času vse bolj cenjena. V preteklosti je bila pridelava te vrtnine razširjena predvsem na Goriškem, na preostalih območjih v Sloveniji pa se uveljavlja v zadnjih letih. Radič je cenjen predvsem zaradi svojevrstnega grenkega okusa in visoke dietetične vrednosti (Žnidarčič in sod., 2004).

Največje povpraševanje po radiču je v zimskem obdobju. Zato z izbiro primernih sort, načina in tehnik pridelave lahko pripomoremo k boljši preskrbi trga s to zelenjadicno prav v času, ko je na razpolago manj sveže domače zelenjave. V ta namen lahko radič tudi silimo v zavarovanem prostoru. Siljenje je postopek, pri katerem iz korena pri povečani temperaturi, ob primerni vlagi v okolju in brez svetlobe poženejo novi krhki listi (Žnidarčič, 2010).

Pridelava siljenega radiča je razen z ekonomskega in delovnega vidika (vir dohodka v času, ko je na kmetiji manj dela) zanimivo tudi s prehranskega stališča, saj vsebuje širok spekter antioksidantov, ki imajo preventivno vlogo pri preprečevanju kardiovaskularnih in rakastih obolenj. Vsebnost bioaktivnih komponent pa je odvisna od sorte in datuma pobiranja (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994).

Glavna prednost siljenega radiča je, poleg tega, da ga pridelujemo pozimi, v tem, da ima nežnejše liste, predvsem pa je manj grenek kot radič, gojen na prostem. V svetu je kot sorta, primerna za siljenje, najbolj znana sorta 'Witloof'. Pri nas je obseg pridelave tega tipa radiča zanemarljiv. V zadnjih letih pa zaradi gospodarske krize nekateri pridelovalci skušajo z oživljanjem tovrstne pridelave (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Namen poskusa, ki smo ga izvedli v raziskovalnem rastlinjaku (steklenjaku) na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete je bil ugotoviti kako izbira sorte in dolžine rastne dobe vpliva na agronomske in prehranske lastnosti siljenega radiča.

V poskus so bile vključene štiri sorte radiča 'Monivip', 'Anivip', 'Treviški' in 'Castelfranco', ki smo jih gojili oziroma silili v nadzorovanih agroekoloških razmerah.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Sorta in dolžina rastne dobe imata velik vpliv na rast in razvoj siljenega radiča, ter posledično tudi na njegovo prehransko vrednost. Predvidevamo, da bosta sorta in dolžina rastne dobe značilno vplivala na tržno maso in na vsebnost izbranih antioksidantov v siljenem radiču.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 RADIČ (*Cichorium intybus* L.)

2.1.1 Botanična opredelitev

Radič (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Bischoff) spada v družino Cichoriaceae (radičevke). Radičevke imajo cvetove združene v racemozne glavice (*capitulum*), ki so z zunanje strani obdane s sterilnim ovojem (*involucrum*) (Matotan, 1994).

Gojene sorte radiča izhajajo iz divje oblike *Cichorium intybus* L. var. *silvestre* Vis., ki jo najdemo v livadni flori povsod po Evropi, Severni Afriki in Aziji vse do Sibirije. Iz divje oblike izhajata 2 različka in sicer (Žnidarčič, 2010):

- cikorija (*Cichorium intybus* L. var. *sativum* D.C), katere liste že od srednjega veka uporabljajo za krmo živalim in korenine za pripravo kavnega nadomestka;
- solatni tip radiča (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi), ki se od 19. stoletja prideluje kot cenjena solatnica.

Gojene sorte radiča (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi) in cikorije (*Cichorium intybus* L. var. *sativum* D.C) izhajajo iz divje cikorije ali potrošnika (*Cichorium intybus* L. var. *silvestre*), ki raste kot večletni plevel na cestnih robovih, nasipih, travnikih, starih zidovih in kamnitih prostorih. Najdemo ga v nižinskem in notranjskem pasu po vsej Sloveniji in Evropi, predvsem v deželah ob Sredozemskem morju (Leskovec, 1969). Navadni potrošnik je trajnica s 30 do 100 cm visokim stebлом. Spodnji listi so škrbinasti ter na spodnji strani dlakavi. Zgornji listi so suličasti, ki s širokim dnom objemajo steblo. Cvetovi so modri in cvetijo od junija do oktobra. Kodeljica je 8 do 10-krat krajša kot plod (Lešić in sod., 2002).

V srednji Evropi je radič dvoletna rastlina. V prvem letu razvije rozeto z mesnato korenino, v drugem letu požene cvetno steblo, ki je visoko preko 1,5 m. Cvetovi so svetlo modre barve. Radič je rastlina dolgega dne. Za razvoj cveta potrebuje nizke temperature in dolžino trajanja dneva nad 14 ur (Petauer, 1993).

Sistematika (Martinčič in Sušnik, 1984):

- Oddelek: Spermatophyta – semenovke
Pododdelek: Angiosperme - kritosemenke
Razred: Dicotyledonae - dvokaličnice
Podrazred: Sympetalidae - zraslovenčnice
Družina: Cichoriaceae – radičevke
Rod: *Cichorium*
Vrsta: *intybus*
Podvrsta: *foliosum*

Radič spada v družino *Cichoriaceae* (*Compositae* subfam. *Cichorioideae*) oziroma radičevke, ki imajo cvetove združene v racemozne glavice (*capitatum*), z zunanje strani obdane s sterilnim ovojem (*involucrum*) (Leskovec, 1969).

Radič je dvoletnica, prvo leto se razvije močna korenina in rozeta, drugo leto po obdobju vernalizacije (obdobje nizkih temperatur, pod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$), pa cvet. Cvetno steblo je močno razraslo, visoko in s številnimi socvetji koškastega tipa. Socvetje (košek) sestavlja cvetišče s 15 do 25 jezičastimi cvetovi (*liguliflorae*) in mlečnimi cevmi. Cvetni venec je sestavljen iz petih zraslih venčnih listov. Pet prašnikov je s filamentu priraslo na venec, njihove antere pa so zrasle v cev, v katero se izloča pelod. Vrat pestiča je zelo dolg, pokrit z dlačicami in se končuje z razcepljeno brazdo. Čaša je reducirana. Za dvospolne (hermafroditne) cvetove je značilna protandrija (najprej dozori prašniki, nato šele pestič). Takšen razvoj rastline do neke mere onemogoča samooploditev. Radič je tujeprašnica (alogamna rastlina). Rastlina ima diploidno ($2n$) število kromosomov in sicer 18. Radič se rad skriža z endivijo in potrošnikom, zato je pridelovanje semena zelo težavno. Seme je botanično plod in se imenuje rožka - *achaena* (enostaven zaprt plod s suhim osemenjem), ki nastane iz enopredalaste podrasle plodnice. Na vrhu so laski, ki predstavljajo čašo. Preobražena čaša se razvije v kodeljico (*papus*), ki je pri radiču slabše razvita. Seme je svetlo do temno rjavo. V enem gramu je okrog 600 do 900, v enem litru pa od 300 do 400 g semen. Kalivost semena traja od 4 do 6 let (Leskovec, 1969; Pavlek, 1985).

Glavna korenina je preobražena v koren. Ta je vretenaste oblike in predstavlja založni organ rastline. Sega lahko do 50 cm globoko in je obrasla s stranskimi koreninami (Leskovec, 1969).

Listna ploskev je gladka, mehurjasta ali nagubana. Listni rob je raven, nazobčan, valovit ali škrbinast. List ima lahko pecelj, ali pa ne. Listno rebro je vsaj v spodnjem delu lista izrazito opazno. Listno rebro in žile so obarvane rjavkasto, rdečkasto ali vijolično. Listi so bolj ali manj sklenjeni, nekatere sorte zvijajo liste v glavo (Pavlek, 1985).

2.1.1.1 Vernalizacija in fotoperiodizem

Temperature pod $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ povzročijo zgodnejšo in intenzivnejšo rast cvetnega stebela in cvetenja. S tem je rastlina spodbujena in občutljivejša na dolžino dneva. Daljše kot je obdobje nizkih temperatur, bolj se ta vpliv izrazi. Ne more pa vernalizacija nadomestiti dolgega dneva, ki je potreben za cvetenje rastline (Leskovec, 1969).

Dolžina dneva je eden glavnih dejavnikov, ki kontrolira proces cvetenja pri radiču. Radič je rastlina dolgega dne, to pomeni da cveti, ko se dan daljša. Mejna vrednost je 13 ur, proces indukcije cvetenja pa se deli v dve fazi:

- predindukcija, v kateri rastlina postane občutljiva na dolg dan in
- fotoindukcija, za katero je značilna potreba po dolgem dnevu.

Občutljivost na dolžino dneva in na nizke temperature se povečuje s starostjo rastline. Rastline morajo namreč doseči določeno starost preden so lahko predinducirane. Ko je stadij največje občutljivosti dosežen, začne ta postopno padati in rastline preidejo v svetlobno neobčutljiv stadij (Osvald, 1994).

Radič lahko cveti že v prvem letu in sicer v primeru prezgodnje setve in nizkih temperatur meseca juniju. To lastnost s pridom izkoriščajo žlahtnitelji in pridelovalci semena, v proizvodnih posevkih pa to ni zaželeno, saj hitra rast cvetnega stebela močno zmanjša tržni pridelek (Osvald, 1979).

2.1.2 Uporabnost

Radič se za prehrano največ uporablja kot sveža solata z različnimi dodatki. Cenjen je tudi kot dodatek različnim jedem npr. mesnim (svež, kuhan, dušen, v rižotah, pražen, ocvrt ipd.). Uživamo lahko vse dele rastline (korene, liste, glavice, stebela in cvetove). Pretežno se uporablja rezan radič (solatnik), vrtani radič (spomladi spodrezan na novo odgnane rozete), siljen in beljen radič (v zimskem obdobju) in glavnati radič (jeseni) (Pimpini in sod., 2002).

Pražen koren cikorije (*Cichorium intybus* L.var. *sativus*) se uporablja za kavin nadomestek. Pri praženju se ogljikovi hidrati spreminjajo v karamel in hidroksimetilfurfural. Korene in mlade liste ostalih divjih vrst je prav tako mogoče uporabiti v prehrani. Iz korenov cikorije pridobivajo tudi inulin, ki ga je v suhi snovi tudi nad 50 %. Ta je priporočljiv v prehrani sladkornih bolnikov. Inulin pa se nahaja tudi v nekaterih rastlinah iz družine Asteraceae in rodov Scorzonera (Petauer, 1993).

Velike rozete katalonskega radiča uporabljamo kot kuhano zelenjavo, mlade poganjke cvetnega stebela pa pripravljamo podobno kot poganjke beluša (Osvald, 1979).

Radič vsebuje organske kisline, grenčine (intibin), vitamine, minerale itn. Vsebnost bioaktivnih komponent pa je odvisna predvsem od sorte in načina gojenja. Grenčine dajo radiču značilni okus in zdravilne lastnosti (uravnava izločanje žolča, spodbuja delovanje jeter, čisti kri, spodbuja krvni obtok, spodbuja izločanje urina, pospešuje prebavo itn.) (Willfort, 1971).

2.1.3 Hranilna vrednost

Tako kot ostala listnata zelenjava vsebuje radič velik delež vode ter relativno majhen delež beljakovin, sladkorjev in maščob. S prehranskega stališča ima torej majhno energetska vrednost, cenjen pa je njegov dietetični in zdravilni učinek (Papetti in sod., 2013). Dietetični učinek radiča se skriva v veliki vsebnosti bazično delujočih mineralov (kalcij, železo, fosfor in magnezij), ki uravnavajo kislinsko-bazno ravnovesje v organizmu. Radič je bogat s kalijevimi solmi (kalijev nitrat, sulfat in klorat), ki zelo ugodno vplivajo na živčni sistem, posebno še, ker je razmerje med natrijem in kalijem ugodno (Vardjan, 1987).

Poleg železa je v cvetovih grenčina cikorin, v steblih in listih grenčina faktoin, v korenu pa grenčina intibin. Grenke snovi uravnavajo prebavo, pospešujejo kroženje krvi in telesno presnovo (Bajec, 1988). Listi vsebujejo poleg grenčin, cikorijino kislino, inulin, fruktozo, holin, smole in rdeča barvila, predvsem antociane. Slednji še posebej blagodejno delujejo na obolele kapilare, žile dovodnice in na nekatere očesne bolezni.

Radič je pomembna zdravilna rastlina pri jetrnih boleznih, zlatenici in boleznih vranice. Pospešuje izločanje in odvajanje žolča, čiščenje krvi, izločanje odvečne sluzi ... Uporabljamo ga tudi za zdravljenje nevroz. Surove vlaknine (celuloza, hemiceluloza in pektin) v listih pospešujejo prebavo, kar zmanjšuje možnost pojava bolezni prebavnega trakta. Čaj iz radiča pomaga celo pri nespečnosti (Kerin, 1993; Parađiković, 2009).

V radiču je tudi veliko kalijevih soli, ki ugodno vplivajo na živčni sistem. Ljudska medicina priporoča uživanje radiča v pomladanskih kurah. Na ta način naj bi očistili organizem. Priporoča pa se tudi ljudem s pomanjkanjem teka, saj ga zaradi grenkih snovi, ki jih vsebuje, izvrstno spodbuja (Lesinger, 2005).

Preglednica 1: Vsebnost snovi v 100 g svežih listov radiča sorte 'Castelfranco' in sorte 'Verona' (Pimpini in sod., 2002)

Vrsta snovi	Sorta	
	'Castelfranco'	'Verona'
Voda	94,0 g	94,0 g
Energijska vrednost	13 kcal	23 kcal
Proteini	1,4 g	1,01 g
Ogljikovi hidrati	1,6 g	3,44 g
Maščoba	0,1 g	0,49 g
Minerali		
Kalcij (Ca)	36 mg	79 mg
Železo (Fe)	0,30 mg	1,7 mg
Fosfor (P)	30 mg	21 mg
Kalij (K)	180 mg	180 mg
Vitamini		
Vitamin C	10,0 mg	10,0 mg
Vitamin B1	0,07 mg	0,07 mg
Vitamin B2	0,05 mg	120 mg
Vitamin B3	0,30 mg	-
Vitamin d	-	1,7 mg
Vitamin A	71,5 mg	75 mg

2.1.4 Pridelovalne zahteve

2.1.4.1 Vlaga in tla

Podnevi rastline intenzivno oddajajo vodo s transpiracijo. Zaradi izhlapevanja pa se temperatura okoliškega zraka lahko zniža za 6 do 8 °C. Pri tem se tudi rastlina ohlaja. Pomanjkanje vode v tleh ovira pretok vode in s tem asimilacijo, vegetativni razvoj zaostaja, listi so manjši in manj številni. Iz tega razloga je asimilacijska površina skromnejša, tržni pridelek pa nizek ali pa popolnoma izpade. Za tvorbo enega kilograma suhe snovi mora rastlina sprejeti in transpirirati do 800 l vode (Bajec, 1988).

V nekaterih fazah rasti je potrebno zagotoviti zadostno količino vlage. Na to je potrebno biti pozoren ob zasnovi pridelka in v prvih razvojnih fazah in do časa ko rastlina ne naredi močnega koreninskega sistema. V primeru pomanjkanja razpoložljive vode si pomagamo, če je to mogoče, z namakanjem (Černe, 1992).

Za pridelavo radiča so primerna srednje težka, peščeno-glinasta tla, ki smo jih dobro obdelali, pognojili in prekopali že za predhodni posevek. V peščenih tleh rastlinam poleti primanjkuje vlage, zato je motena oskrba s hranilnimi snovmi, posledica pa je slab pridelek. Optimalen pH tal je od 6 do 7 (Pavlek, 1985). V glinastih tleh kot tudi na sveže pognojnih tleh ali v kamniti, pretežki zemlji, se korenine razvejijo in zato niso primerne za siljenje (Bajec, 1988).

2.1.4.2 Temperatura

Radič je rastlina območij z zmerno toplo in vlažno klimo. Minimalna temperatura kalitve semena je 2 °C in ni enaka za vse sorte, npr. za kalitev sorte 'Witloof' je potrebna temperatura nad 5 °C. Optimalna temperatura med vznikom je 15 °C, med rastjo pa znaša 16 °C ob oblačnem vremenu, 23 °C ob sončnem vremenu in ponoči pa 9°C. Rast preneha pri minimalni temperaturi 2 °C in maksimalni temperaturi 30°C. Proti mrazu je radič bolj odporen kot endivija, odpornost proti nizkim temperaturam pa je močno odvisna od sorte (Osvald, 1994; Bajec, 1988).

Zgodaj spomladi moramo biti pozorni na možne nizke temperature, ki spodbudijo vernalizacijo rastline. Rastlina predčasno tvori cvetno steblo kar ima za posledico veliko izgubo pridelka (Pimpini in sod., 2002).

Za odziv rastlin na nizke temperature je pomembna njihova starost. Občutljivost rastlin na mraz namreč s starostjo rastline narašča (Pavlek, 1985).

2.1.4.3 Svetloba

Radič je rastlina dolgega dne, zato ga pridelujemo v mesecih ko se dan krajša. Če ga sejemo prezgodaj je velika verjetnost, da nam velik delež rastlin uide v cvet. Nekatere rastline začno razvijati cvet pod vplivom nizkih temperatur in dolžine dneva nad 14 ur (Osvald, 1979).

Nekatere sorte radiča kot so 'Verona' ali 'Castelfranco', so še posebej občutljive za dolžino dneva in pri dolgem dnevu zacvetijo, zato jih ne smemo sejati prezgodaj. Sorta 'Tržaški solatnik' poleti dobro uspeva na zasenčenem rastišču, listi so bolj mehki, kot če rastejo na soncu. Sorte, ki že na njivi oblikujejo glave in tudi tiste, ki jih gojimo za siljenje, pa morajo rasti na dobro osončenem rastišču, sicer bo pridelek slabše kakovosti (Bajec, 1988).

Pod vplivom dolgodnevnega osvetljevanja in nižjih temperatur se pospeši razvoj stranskih popkov oziroma fruktifikacija (Pavlek, 1985).

2.1.5 Načini pridelave radiča

Način pridelave je odvisen od namena uporabe tako, da radič lahko gojimo za (Žnidarčič, 2010):

- rezanje listov (solatnik);
- pobiranje glav (glavnati radič);
- siljenje korenov (siljeni radič).

Količina semena, ki jo potrebujemo za setev se spreminja glede na namen vzgoje. Pri vzgoji glavnatih tipov potrebujemo od 0,5 do 1,0 kg semena/ha, od 3 do 4 kg/ha, če pridelujemo korene za siljenje in od 20 do 25 kg/ha, če sejemo solatnik pri katerem moramo doseči čim gostejši sklop.

Glavnate sorte sejemo v vrsto, odvisno od načina vzgoje in sadilnikov, ki so na voljo, na razdaljo 30 x 30 cm, 20 x 30 cm in 60 x 30 cm. Sorte za siljenje sejemo na razdaljo 20 x 30 cm med vrstami in od 10 do 15 cm v vrsti. Sejemo ročno ali strojno s sejalicami. Sklop, ki ga moramo doseči je pri glavnatih tipih od 100 do 150 tisoč rastlin/ha in pri sortah za siljenje od 200 do 300 tisoč rastlin/ha.

Pri glavnatih sortah rastline presajamo, ko razvijejo od 4 do 6 pravih listov, to je približno od 30 do 50 dni po setvi. Pri presajanju moramo paziti na globino saditve. Ni priporočljivo saditi globlje kot je rastlina rasla v setvenici.

Radič lahko sejemo kot čisti posevek, kot podsevek ali kot vmesni posevek med ječmen, koruzo ali krompir. Radič sejemo oziroma sadimo v kolobarju. Dobre predhodnice so krompir, kapusnice, druge gnojene okopavine ter pšenica in ječmen (Osvald, 1979).

2.1.6 Tehnologija pridelave siljenega radiča

Vrtno zvrst cikorije so pred dobrimi stotimi leti vzgojili belgijski kmetje. V vsej Srednji Evropi razširjeno vrsto *Cichorium intybus* L. so že od 18. stoletja gojili za pripravo kavnega nadomestka, ki so ga izdelali iz korenin. Pred dobrimi stotimi leti je bil pridelek tako bogat, da ga niso mogli vsega prodati. Preostale korene so shranili v kletih. Čez nekaj tednov so opazili, da so iz korenov pognali krepki listni poganjki, ki so imeli sicer malo grenak okus, vendar so jih kot zimsko solato zelo lahko prodali. Od takrat do danes so vzgojili številne zvrsti, ki so posebno primerne za tovrstno pridelavo oziroma siljenje (Angerer, 1990).

Siljenje je torej postopek pri katerem, ob ugodnih rastnih razmerah, iz korenike odženejo novi, krhki listi, ki so za posamezno sorto značilno oblikovani in obarvani. Novi listi so praktično skoraj brez listnega barvila in so glede na sorto rdeče, rdečevijolično, pisano ali rumeno obarvani. Vlakna v listih izgubijo trpežnost, listi se obogatijo z vodo, postanejo hrustljavi in krhki ter rahlo grenkega okusa (Černe, 1992).

2.1.6.1 Zasnova posevka

Posevek radiča za siljenje lahko zasnujemo na dva načina in sicer (Krahnstover, 1997):

- z neposredno setvijo ali z
- sajenjem sadik.

Za neposredno setev morajo biti tla dobro pripravljena. Prvič jih valjamo po osnovni obdelavi, da zmanjšamo rahlost tal, drugič pa po setvi, da povečamo stik semena z zemljo in da omogočimo enakomernejši vznik. Sejemo s sejalicami ali ročno v vrste ali počez. Globina setve naj ne bi bila več kot 0,5 cm (Pimpini in Chillemi, 1994).

Način zasnove posevka radiča za siljenje je za vsako sorto značilen in v praksi uveljavljen. Pri neposredni setvi se poraba semena giblje med 2 in 3 kg/ha za sorto 'Verona', ki jo sejemo na medvrstno razdaljo od 30 do 40 cm in pri redčenju pustimo od 10 do 16 rastlin/m². Pri sorti 'Treviški' pa je poraba semena od 1 do 2 kg/ha. To sorto sejemo v vrste na razdalji od 30 do 40 cm in redčimo na 40 do 50 cm v vrsti. Končna gostota znaša od 5 do 8 rastlin/m² (Žnidarčič, 2010).

Radič za siljenje sejemo pri neposredni setvi, odvisno od sorte, v začetku julija do konca avgusta. Pri zasnovi posevka s sajenjem sadik pa sejemo v juniju do polovice julija in sadimo na njivo v juliju do polovice avgusta. Na Goriškem je pogosta setev rdečega radiča 'Goriški' kot podsevek ali vmesni posevek med ječmenom, koruzo, krompirjem ipd. V tem primeru je setev zgodnejša in sicer lahko že v marcu (Osvald, 1979).

2.1.6.2 Gnojenje

Tal na katerih pridelujemo radič, praviloma ne gnojimo s svežim hlevskim gnojem, pač pa gnojimo pri predhodnem posevku. Če so tla siromašna s humusom zaorjemo pri predsetveni obdelavi od 40 do 60 t/ha preperelega hlevskega gnoja ali komposta (Pavlek, 1985).

Za rast zahteva radič obilo hranilnih snovi. Na 100 kg pridelka porabi od 0,4 do 0,7 kg N, od 0,2 do 0,4 kg P₂O₅ in od 1,5 do 2,0 kg K₂O. Gnojenje s P₂O₅ in K₂O ima dober vpliv na kakovost in višino pridelka. Pri predsetveni obdelavi tal obogatimo tla s kalijem in fosforjem v obliki mineralnih gnojil. Gnojimo s 150 do 200 kg P₂O₅/ha in s 100 do 150 kg K₂O/ha (Osvald, 1979).

Radič namenjen siljenju ne smemo gnojiti s prevelikimi odmerki dušika, ker bi se sicer listi prebujno razvili na škodo korenin. Tako, da skupno dodamo od 50 do 80 kg N/ha in sicer eno tretjino ob pripravi tal, ostalo količino pa dvakrat dodamo v obliki intervencijskega gnojenja. Prvič dognojujemo z dušikom po redčenju posevka oziroma ko se sadike ukoreninijo, drugič pa v fazi razvoja 8-10 listov. Večje količine dodanega dušika sicer večajo skupni pridelek, zmanjša pa se trpežnost glavic (Krug, 1991).

Pri uravnoteženem gnojenju z dušikom dosegamo visoke, kakovostne in zdrave pridelke siljenega radiča. Hkrati je takšen način pridelovanja prijaznejši za okolje, saj predstavlja dušik v prevelikih koncentracijah veliko obremenitev tako za pridelek kot za podtalnico.

2.1.6.3 Redčenje

Pri zasnovi posevka z neposredno setvijo je redčenje nujen ukrep za doseg visokega in kakovostnega pridelka radiča oziroma korenov za siljenje. Prvič redčimo, ko razvijejo rastline tretji do četrti list. Tedaj pustimo v vrsti na vsakih 25 do 35 cm po 2 do 3 rastlinice. Po 10. do 15. dneh postopek ponovimo, tako da pustimo le eno rastlino na 25 do 35 cm in dosežemo končno gostoto od 8 do 10 rastlin/m² (Pavlek, 1985).

2.1.6.4 Namakanje

Prvič lahko namakamo že pred setvijo oziroma pred sajenjem sadik, še posebno pri poletni zasnovi posevka na lahkih tleh. V takih razmerah se priporoča namakanje 48 ur pred setvijo oziroma sajenjem. Na ta način dosežemo optimalne vlažnostne razmere (Matotan, 1994).

Po neposredni setvi je potrebno posevek namakati vsak dan do vznika. Priporočljiva norma namakanja je od 100 do 150 m³ vode/ha. Po vzniku se priporoča prekinitev namakanja za

nekaj dni, da se koreninski sistem razraste. Kasneje namakamo v presledkih, ki jih prilagodimo vremenskim razmeram. Na ta način zagotovimo optimalno razpoložljivo vlažnost do konca pridelovalnega cikla. V praksi se priporoča tedensko namakanje z normo namakanja 200 m³ vode/ha (Pavlek, 1985).

Pri zasnovi posevka s sajenjem sadik moramo upoštevati, da je najbolj občutljiva faza od sajenja do ukoreninjenja, ki traja od 5 do 6 dni. V tem času je potrebno zagotoviti stalno vlažen koreninski sistem. Po kritični fazi ukoreninjenja je namakanje enako kot pri neposredni setvi (Jošar in sod., 2015).

V praksi je najbolj razširjen način namakanja škropljenje. Uporaba namakalnih sistemov z majhnim pritiskom preprečuje zbijanje tal in preveliko zamazanje listov. Najbolj enakomerno razporeditev vode in s tem enakomerno rast in razvoj rastlin, dosežemo s finim razprševanjem (Lešić in sod., 2002).

2.1.6.5 Bolezni in škodljivci

Bela gniloba (*Sclerotinia sclerotiorum* /Lib./ De Bary): povzroča dvojno škodo in sicer uničuje rastline med rastjo in povzroča gnitje korenov in drugih organov že tudi med rastjo in v shrambah, zasipnicah in skladiščih. Tako napadene rastline hirajo, venejo, številne se prevrnejo in odmrejo. Bolezen se širi v otokih – na sosednje rastline. Gliva se naseli na kličnih listih in od tam prehaja na druge liste in na koreninski vrat, ki se obarva rjavordeče. Okužene rastline začnejo rumeneti in rjaveti, naposled ovenejo. Odmrlo tkivo je sivorjavo, zraste siva plesniva prevleka. Če so sadike okužene pred presajanjem, praviloma po presajanju odmrejo. Pozna okužba pa se začne, ko začne radič oblikovati glavo in zunanji listi pridejo v stik z zemljo. Prek okuženih listov pride gliva do koreninskega vratu, ki se obarva svetlo rjavo. Če obolelo rastlino potegnemo iz zemlje, se glava odtrga od korenin v višini površja tal (Maček, 1991).

Črna listna pegavost radiča (*Alternaria cichorii* Nattr): na listih radiča nastanejo drobne, temnosivorjave ali črnkaste, okrogle pege, ki se naglo večajo. V vlažnem vremenu so pege povsem črne. Na žilah njihova rast malo zastane, v ostalih smereh pa rastejo naprej, zato dobijo nepravilno obliko. Navadno so na pegah med seboj vzporedni (koncentrični) krogi. V sredini je navadno svetlejša sivorjava točka. V vlažnem in toplem vremenu se pege naglo večajo, se med seboj spajajo, tako da gnijejo celi listi. Pri suhem vremenu bolezen zastane v rasti, pege so svetlejšje in se posušijo. Če radič dobro oskrbujemo hitro raste in bolezen, ki se vedno začne na zunanjih listih, ne utegne doseči notranjih listov. V nasprotnem primeru že avgusta, ko je razmah bolezeni največji, odmrejo cele rastline (Maček, 1991).

Radičeva pepelovka (*Erysiphe cichoracearum* / De Candolle/ ex Merat): Na listih radiča se lahko v jeseni pojavi tanka sivkasta prevleka. Škoda je neznatna, ker so taki listi vseeno

užitni, zaradi neprijetnega videza pa bolezen vseeno zatiramo z ustreznimi fungicidi. Za razvoj bolezni je ugodna zelo visoka vlaga in temperatura okrog 18 °C (Maček, 1991).

Radičeva rja (*Puccinia hieracii* f. sp. *cichorii* /De Candolle/ Bell.): na listih in steblih radiča se zlasti v vlažnem jesenskem času pojavijo rjave okrogle točke, ki so nepravilno razmeščene po listni ploskvi. Rja navadno ni gospodarsko pomembna (Maček, 1991).

Viroze: radič napadejo tudi različni virusi, vendar v majhnem obsegu, gospodarska škoda ni velika, zato jih tudi ne zatiramo.

Bramor (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.): je ena največjih žuželk pri nas, dolga je od 3 do 5 cm. Objeda korene, sicer pa se hrani tudi z ličinkami žuželk in polži. Bramor koplje rove pod površino tal, pogosto vzdolž vrst posejanih rastlin, ker je tam rahlejša zemlja. Na poti pregrize koreninski vrat mladim rastlinicam. Na polju je bramorje mogoče zatreti le z ustreznimi insekticidi (Pajmon, 2000).

Koreninske uši (*Pemphigidae* spp.): prezimijo na topolih, od koder se konec poletja selijo na korenine radiča in drugih solatnic. Uši so rumenkaste barve, prekrte z belo vatasto prevleko. Sesajo sok na koreninah in s tem povzročijo zaostanek v rasti napadenih rastlin. Škoda je večja v sušnem in toplem vremenu, ki je ugodno za razvoj koreninskih uši. Kemično zatiranje je le redko potrebno (Pajmon, 2000).

Listne uši (*Aphididae* spp.): pri nas se na radiču pojavlja več vrst listnih uši, različnih barv in velikosti (od 3,5 do 6 mm). Veliko škode povzročijo s sesanjem rastlinskih sokov na listih, so pa tudi prenašalke virusnih bolezni (Pajmon, 2000).

Nematode (*Heterodera* spp.): ogorčice ali nematode so mikroskopsko majhne. Prenašajo se z zemljo. Ko so samice odrasle, so polne jajčec in se pomešajo z zemljo. Ta stadij imenujemo ciste. Tako lahko ostanejo v zemlji več let, dokler ne počijo in iz jajčec se izležejo ličinke, ki se hranijo na koreninah rastlin. Naredijo majhne luknjice, ki so vstopna mesta za mikroorganizme. Najboljša obramba pred ogorčicami je ustrezen kolobar (Pajmon, 2000).

Polži (*Gastropoda*): stržejo rastline, obenem pa puščajo slinasto sled. To je zanesljiv znak, da gre za poškodbe od polžev. Ločimo jih po izgledu: polži s hišico in polži brez nje. Morfološko razdelimo polže brez hišice še na slinarje (*Limacidae*) in lazarje (*Arionidae*). Polži imajo radi vlago. Črna folija je zanje odlično zatočišče. So dvospolniki. Razvoj poteka preko jajčec, ki jih odlagajo v zemljo (Pajmon, 2000).

Strune (*Elateridae*): strune imenujemo ličinke hroščev pokalic in sicer zato, ker je njihovo telo podolgovato, valjaste oblike in trdo kot kos žice. Razvoj pokalic traja od 3 do 5 let. Hrošči se pojavijo spomladi. Prehranjujejo se z listjem, zlasti pa s cvetnim prahom, zato niso škodljivi. Samice odlagajo jajčeca v zemljo na mestih, kjer tla prekriva gost rastlinski

pokrov. Iz jajčec se izležejo ličinke, ki se večkrat levijo in niso škodljive. Šele od drugega leta se začno hraniti s podzemnimi deli rastlin (Pajmon, 2000)

2.1.6.6 Postopek siljenja

Najprimernejša debelina korenov radiča za siljenje je od 3 do 5 cm, dolžina pa od 15 do 18 cm. Da po siljenju dobimo primerno težke glave morajo koreni tehtati od 180 do 200 g; koreni lažji od 100 g niso primerni za siljenje (Osvald, 1979).

Če korene radiča za siljenje pobiramo skupaj z listjem, jih pustimo od 3 do 5 dni na njivi, da se iz listov hranila premestijo v korene, šele nato liste odrežemo. Korene lahko izkopavamo tudi neposredno pred siljenjem, ker je tedaj manj izgub pridelka zaradi gnitja in sušenja korenov (Osvald, 1994).

Pred postopkom siljenja porežemo liste 2 cm nad koreninskim vratom. Nato korene silimo v toplih gredah, hlevih, kletih, rastlinjakih, plastenjaki, nizkih ali visokih tunelih. Siljenje poteka v šotnih substratih, žagovini, pesku ali vodi (hidroponsko). Korene pa lahko zložimo tudi v odprto brazdo in pokrijemo s črno folijo, koruznico ali slamo (Osvald, 1979).

Za visok in kakovosten pridelek radiča naj bi se pri siljenju držali naslednjih pravil (Černe, 1992):

- v silnico vlagamo le zdrave, čvrste in nepoškodovane korene;
- v času siljenja vzdržujemo v prostoru ustrezen temperaturni režim;
- prostor mora biti dobro prezračevan, da so listi primerno osušeni;
- prostor mora biti zatemnjen, da se listi ne obarvajo oziroma da se ne poslabša kakovost pridelka.

Preglednica 2: Temperaturni režim v času siljenja (Žnidarčič, 2010)

Čas siljenja radiča	Temperature v času siljenja glede na obarvanost listov radiča	
	rdeči listi	zeleni in pisani listi
0 do 10 dni	8-10°C	10-12 °C
11 do 20 dni	10-12 °C	14-15 °C
preostali čas siljenja	14-15 °C	15-18 °C

Uravnavanje ustrezne temperature (Preglednica 2) v procesu siljenja je bistvenega pomena predvsem pri siljenju rdeče obarvanih sort. Če so temperature previsoke, bodo rastline odganjale zelo krhke, izdolžene in slabo obarvane liste. Priporoča se siljenje pri nižjih temperaturah, ki omogočajo, da dobimo zdrav in bolj kakovosten in intenzivnejše obarvan pridelek siljenega radiča (Žnidarčič, 2010).

V silnici moramo skrbeti za ustrezno relativno zračno vlažnost. Ta mora biti najmanj 70 %, najustreznejša pa je med 85 in 95 %. Če je ozračje presuho, se listi sušijo in venejo, v prevlažnih razmerah pa se razvije bakterijska gniloba (Osvald, 1994).

Radič silimo na več načinov, glede na sorto in možnosti, ki jih imamo. V praksi je za vsako sorto uveljavljen svojevrsten način siljenja in sicer (Černe, 1992; Žnidarčič, 2010):

- siljenje z nagrinjanjem zemlje ali naoravanjem: jeseni posevek radiča pokosimo ter rastline zagrnemo z 10 do 15 cm debelo plastjo lahke peščene zemlje. Rastline v toplejših zimskih dneh rastejo oziroma odganjajo nove liste. S pravilom pričnemo, ko novi listi predrejo plast zemlje;
- siljenje s prekrivanjem: kot prekrivalo lahko uporabimo folijo, slamo, vejevje ipd. Na ta način zavarujemo rastline pred zmrzaljo, hkrati pa ponežimo že razvite ter na novo odgnale liste;
- siljenje v kupih: po izkopu postavimo korene v kopice s koreninami obrnjenimi navznoter. Kopice so visoke od 50 do 60 cm in prekrte s plastično folijo. Na ta način lahko traja proces siljenja celo dva meseca in sicer odvisno od vremenskih razmer. Ta način je v praksi razširjen za sorto 'Verona';
- siljenje v zakupu: izkopane in očiščene korene postavimo pokončno v odprte brazde ali v ta namen skopane grede, ki jih zatemnimo. Pri tem načinu moramo poskrbeti predvsem za dobro prezračevanje;
- siljenje v tekoči vodi: ta način je značilen za pozni tip sorte 'Treviški' predvsem tam, kjer so na razpolago arteški vodnjaki ali topla voda iz toplaren ali elektraren. Zaželjena temperatura vode je med 14 in 18 °C. Po izkopu povežemo korene v snope po 15 do 20 rastlin ali pa jih zložimo v odprte zaboje brez vezanja. Snope oz. zaboje postavimo v bazene s toplo tekočo vodo. Bazene prekrijemo s temnimi plastičnimi folijami. Trajanje siljenja je odvisno od temperature vode in zraka ter od višine vode v bazenu in je običajno zaključeno v 10 do 15 dneh;
- siljenje na gnojišču: ta način je bil močno razširjen v preteklosti. Šope očiščenih korenov postavimo na razkrajajoči gnoj v katerega smo izkopali od 40 do 50 cm globoke jame. Pri temperaturi od 20 do 25 °C traja postopek siljenja 10 dni. Višje temperature vodijo do propada pridelka zaradi gnitja;
- siljenje v hlevu, kleti ali skladišču: očiščene korene vložimo v vlažen substrat, ki je lahko zemlja, šota, žagovina ali mivka in jih prekrijemo s črno folijo, ali prostor zatemnimo. Skrbeti moramo za dobro prezračevanje. Trajanje siljenja je odvisno od temperature. Tako pri temperaturi 10 °C traja siljenje od 4 do 5 tednov, pri 15 do 18 °C pa le 2 do 3 tedne;
- siljenje v zabojih: na dnu zabojev je izvor toplote, ki jo oddajajo organske razkrajajoče se snovi (listje, gnoj ...), cevi s krožečo toplo vodo ali celo električno ogrevanje. Ogrevano plast prekrijemo z vlažnim substratom (šota, pesek ali zemlja) v katerega pokončno vložimo korene radiča. Zaboje oziroma grede prekrijemo s steklom ali plastično folijo, da zagotovimo ustrezno zračno vlago in zatemnitev.

2.1.6.7 Hidroponsko siljenje

Hidroponsko siljenje radiča v temnih prostorih, s kroženjem hranilne raztopine, se je izkazalo za zelo uspešno in se v zadnjih letih vse bolj uveljavlja. Če primerjamo pridelke radiča sorte 'Witloof', ki jih dobimo pri hidroponskem siljenju, s pridelki dobljenimi pri klasičnem načinu siljenja, dobimo za več kot 30 % večje pridelke (Hill, 2000).

Pri hidroponskem siljenju čiste in sortirane korene, odrezane na dolžino od 13 do 15 cm, zložimo tesno skupaj v kontejnerje ali kadi, ki so napolnjeni z vodo do višine 5 cm. Temperatura vode, ki neprestano kroži mora biti med 15 in 18 °C. Najmanjšo enoto sestavljajo štirje kontejnerji (palete), ki stojijo eden nad drugim. Velikost palete je 0,8 x 1,2 m. Na vrhu palet je cev, ki dovaja vodo s hranilno raztopino. Ta se pretaka navzdol tako, da pride do vsake palete. Voda s hranilno raztopino se zbira na dnu v zbiralniku, kjer se segreva, obogati s kisikom in mineralnimi snovmi in po potrebi doda sveža voda (Jensen in Collins, 1985).

Hidroponsko siljenje radiča mora potekati v temi. Relativna vlažnost zraka naj bi bila vsaj 85 %. Prostor je potrebno redno prezračevati. Z uravnavanjem temperature vode (od 16 do 18 °C) in temperature zraka (od 14 do 15 °C) lahko dosežemo kvalitetnejši in večji pridelek kot pri klasičnih načinih siljenja (Babik, 1998).

Predpogoj za velik pridelek siljenega radiča je intenzivno nastajanje stranskih koreninic, ki služijo za srkanje vode in hranilnih snovi. Poškodovane, izsušene, obolele korenike in korenike, ki so bile skladiščene skupaj z jabolki (učinek etilena), oblikujejo le malo stranskih koreninic ali pa rast slednjih celo izostane, kar se izraža v slabšem pridelku. Vzrok za slabo rast stranskih koreninic je lahko tudi v procesni vodi in sicer v pomanjkanju kisika (pod 50 % naravne sposobnosti sprejemanja), pH vrednosti (pod 5,0) ali EC vrednost nad (3,0 mS cm⁻¹) (Jensen in Collins, 1985).

Poraba vode v procesu siljenja je odvisna od prirasta in od gostote korenov v silnici. Za vsak kilogram novonastale mase je potrebno korenom zagotoviti 1,71 l vode. V času tritedenskega cikla siljenja je poraba vode progresivno naraščajoča. V prvem tednu se za vsakih 100 g novih poganjkov porabi od 25 do 30 g vode, v drugem tednu že od 65 do 70 g, v tretjem tednu pa potrebujejo koreni za 100 g novih poganjkov kar 75 do 80 g vode. Hranilna raztopina ne more biti nadomestilo za slabo vsebnost rezervnih snovi v koreniki, pač pa je lahko le način za povečanje izkoristka pri pretvorbi akumuliranih snovi v koreniki pri rasti novih poganjkov. Izkušnje kažejo, da na višino pridelka siljenega radiča kar v 70 do 80 % vplivajo lastnosti korenov, ki so bile pridelani na polju (Lips in sod., 1989).

Raziskave na poskusni postaji za radič v Franciji so pokazale, da je v času siljenja potek vsrkavanja različnih hranilnih snovi iz hranilne raztopine različen. Poraba nitratnega dušika je že na začetku siljenja relativno velika, medtem ko je vsrkavanje ostalih hranilnih

snovi (kalcija, fosforja in magnezija) v primerjavi z dušikom in kalijem bistveno manjše. V prvem tednu siljenja je potrebno dodajati dušikovo, proti koncu siljenja pa poleg dušikovega tudi kalijevo gnojilo (Jensen in Collins, 1985).

2.2 ANTIOKSIDANTI

Znano je, da zelene rastline uporabljajo fotosintezne pigmente in druge sekundarne metabolite za obrambo pred boleznimi, škodljivci in drugimi stresnimi dejavniki okolja. Količina omenjenih snovi v rastlini je odvisna od vrste rastline, kar je genetsko pogojeno, nanjo pa vplivajo tudi ekološke razmere ter agrotehnični dejavniki (Kreft in sod., 2000).

Vse te pomembne snovi v rastlinah zaokroža tudi ime bioaktivne snovi ali biološko aktivne molekule, ki imajo tudi v človeškem organizmu precej dejavno vlogo. Spodbujajo razstrupljanje, delujejo antioksidativno in ščitijo tkiva pred poškodbami zaradi nastanka prostih radikalov in so esencialne za nemoteno delovanje celic in tkiv (Šuput in Kamarič, 1998).

2.2.1 Vloga in pomen prostih radikalov v metabolizmu človeka

Prosti radikali so atomi, molekule ali ioni z vsaj enim elektronom brez para, nastajajo pri cepitvi kovalentne vezi in so rezultat normalnega celičnega metabolizma. Lahko pa je njihov nastanek tudi posledica dejavnikov okolja, zato se tvorijo ob prisotnosti ultravijoličnega sevanja, gama žarkov, toplote, onesnaženega okolja, nekaterih kemikalij, težkih kovin in izpostavljenosti stresu.

Prisotnost teh kemično nestabilnih molekul lahko povzroča obolenja pljuč (emfizem, astma), srca in ožilja (ishemija), ledvic, prebavil (diabetes), mišic (mišična distrofija) ter očesa (siva mrena). Sproščajo se lahko tudi ob velikih fizičnih obremenitvah in pri prehrani, v kateri primanjkuje naravnih antioksidantov (vitaminov A, C, E, karotenoidov), aminokislin (cisteina, glutationa) ter elementov v sledovih (selen, cink) (Sharma in Davis, 1997; Kreft in sod., 2000).

2.2.2 Pomen antioksidantov

Tekom evolucije organizmov se je razvijala genotipsko določena sposobnost presnove za sintezo nekaterih snovi, ki pa je postopoma slabila pri rastlinojedih organizmih zaradi uživanja hrane rastlinskega izvora. Tako smo tudi ljudje postali odvisni od nekaterih snovi, ki jih dobimo predvsem s hrano rastlinskega izvora (vitamini), hkrati pa so se razvile nove genetske prilagoditve na hrano iz rastlin (beljakovine v slini, ki nevtralizirajo nekatere možne škodljive učinke tanina) (Kreft in sod., 2000).

Prehranske antioksidante pojmuje kot snovi v hrani, ki pri človeku značilno zmanjšajo negativne učinke reaktivnih kisikovih in dušikovih prostih radikalov. Porušeno ravnotežje med prostimi radikali in antioksidanti se imenuje oksidativni stres. Antioksidanti ga preprečujejo z lovljenjem prostih radikalov, s keliranjem kovinskih ionov, z odstranjevanjem ali popravilom oksidativno poškodovanih biomolekul. V primeru, da se ravnotežje poruši, pride do poškodb celičnih struktur, ki so najpogostejši vzrok za staranje in povod za različne bolezni. Zato lahko s poznavanjem statusa antioksidantov zagotovimo primeren vnos le-teh in s tem uspešno preprečujemo nastanek omenjenih težav (Abram 2000).

Škodljivi vplivi, ki se pojavljajo v življenju, so manj nevarni ob primerni prehrani, dovolj bogati z antioksidanti in uravnovešeni tudi glede na elemente v sledovih, ki so osnova za izgradnjo endogenih antioksidantov. Antioksidanti omogočajo tudi ustrezno delovanje popravljalnih mehanizmov (tudi na ravni DNK) ter ustrezno delovanje genetsko programirane celične smrti, s čimer se bistveno zmanjša tveganje za mutacije in nastanek rakastih novotvorb (Kreft in sod., 2000).

2.2.3 Razvrstitev antioksidantov

Po izvoru antioksidante lahko delimo na endogene, ki jih je naš organizem sposoben tvoriti sam, in eksogene, ki jih moramo v telo dobiti s hrano. Glede na kemijsko zgradbo jih ločimo na vodotopne-hidrofilne (askorbinska kislina, glutation) in na topne v maščobah lipofilne (ubikinon, vitamin E, karotenoidi). Po funkciji v organizmu pa antioksidante delimo v tri skupine. V prvo sodijo pravi antioksidanti, ki vežejo proste radikale (glavna antioksidantna znotrajcelična obramba), v drugi skupini so tisti, ki so reducenti (neencimski antioksidanti v plazmi) in v tretjo skupino sodijo antioksidantni sinergisti, ki povečujejo učinkovanje antioksidantov prve skupine (neencimski antioksidanti v plazmi, celicah, celičnih membranah) (Hribar in Vidrih, 2001).

2.2.3.1 Polifenoli

Polifenoli so sekundarni rastlinski metaboliti, ki jih najdemo v sadju, zelenjavi in drugih rastlinskih produktih. Fenolne komponente imajo široko variabilnost struktur in kemijskih lastnosti. Kažejo ključne funkcije v fiziologiji rastlin in obrambi pred rastlinojedimi ter patogenimi organizmi (Regos in Treutter, 2010).

Za fenolne spojine je značilen vsaj en aromatski obroč in vsaj ena hidroksilna skupina v njihovi strukturi. Na podlagi tega delimo fenolne spojine na benzojske kisline, hidroksicimetne kisline, flavonoide, izoflavonoide, stilbene, lignane, kumarine, hidrolizirane tanine, fenolamide in dihidrokalkone. Flavonoidi so zelo razširjena skupina

polifenolov v rastlinah, ki jih delimo na antocianidine, flavonole, flavone, flavanole, flavanone, kalkone, dihidrokalkone in dihidroflavonole (Treutter, 2010).

Za fenolne spojine je značilna multifunkcionalnost in sicer imajo vlogo pri: UV-zaščiti (flavonoli), rastnih regulatorjih (flavonoidi), lovljenju prostih radikalov (flavonoidi, klorogenska kislina in silbeni), graditvi celičnih sten kot lignin in suberin (flavonoidi in fenil-propanoidi), okusu in aromi (proantocianidini, flavanoni in dihidrokalkoni), signalnih molekulah in modulatorjih genske ekspresije (salicili, izoflavonoidi in katehini), interakciji s proteini (kinoni, tanini in katehini), barvanju cvetov in plodov (antociani), obrambi pred patogeni in stresnimi dejavniki (fenil-propanoidi in flavonoidi) ...

Preglednica 3: Polifenolne spojine v radiču (Rossetto in sod., 2005)

Polifenolne spojine	Trivialno ime	Vsebnost (mg/100 g sveže snovi)
Hidroksibenzojske kisline	Protokatehujska kislina (3,4-dihidrobzenzojska kislina)	13,4 – 30,2
	Galna kislina (3,4,5-trihidroksi benzojska kislina)	12,8 – 38,9
Hidroksicimetne kisline	Kofeinska kislina (3,4-dihidroksicimetna kislina)	5,22
	Klorogenska kislina (hidroksicimetna kislina)	43,2 – 158,6
	Cikorna kislina	21,8 – 61,1

2.2.3.2 C vitamin

V literaturi najdemo vitamin C pod različnimi imeni: L-askorbinska kislina, antiskorbutni vitamin, heksuronska kislina, skorbutamin, cevitaminska kislina (Rudan Tasič, 2000). Kemijsko pa je C vitamin (+)1,4-lakton 2,3-diketogulonske kisline (Foyer, 1993).

Vitamin C je vodotopen vitamin; je vsota L-askorbinske kisline in dehidro-L-askorbinske kisline, skupaj tvorita oksidacijsko-redukcijski sistem, ki sodeluje pri mnogih fizioloških funkcijah. Večina živali sintetizira lasten vitamin C, človek, opice in morski prašički pa so odvisni od virov tega vitamina v prehrani, saj nimajo na voljo encima L-gulonolakton oksidaze, ki pretvarja L-gulonolakton v L-askorbinsko kislino. C vitamin je pomemben antioksidant in verjetno najbolj znana esencialna snov v klasifikaciji vitaminov, ki jih pogosto povezujemo s preprečevanjem in z zdravljenjem simptomov prehlada oziroma gripe. Pomemben je tudi za sintezo kolagena in karnitina ter za presnovo maščobnih kislin (Tausz in sod., 1995).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIALI

3.1.1 Sortiment radičev vključen v poskus

V poskus so bile vključene 4 sorte radičev:

- 'Anivip' je domača rdeče listna sorta, z lopatičastimi, srednje velikimi, sedečimi listi in z belimi listnimi žilami. Pri siljenju oblikuje vinsko rdečo, rahlo podolgovato glavico z nežnimi krhkimi listi brez grenčice;
- 'Monivip' je prav tako domača, vendar zeleno listna sorta, s srednje velikimi, ovalnimi listi. Glavica je tudi po siljenju nežno zelene barve, ploščata do rahlo podolgovata;
- 'Castelfranco' je srednje pozna sorta radiča z zeleno rumenimi, velikimi, ovalno okroglimi listi na kratkih pecljih z rdečimi pegami in nazobčanim robom. Na njivi razvije veliko listno rozeto in okroglasto glavico. Po siljenju so glavice okrogle, čvrste s pisanimi listi. Je občutljiv na mraz, vendar je odlična sorta za siljenje ali uporabo jeseni po pobiranju;
- 'Treviški' je zgodnja, zelo stara sorta s srednje debelimi koreni in ozkimi, suličastimi v začetku rasti zelenimi, kasneje vinsko rdečimi listi. Glavna žila je poudarjena, široka in bele barve. Tvori čvrste glavice v majhni rozeti. Po siljenju se rozeta precej podaljša, dolga je tudi do 25 cm. Ne prezimi na prostem. S setvijo junija da lep pridelek okusnih glav za jesensko rabo ali za siljenje.



Slika 1: Sorta 'Monivip' (desno) in sorta 'Anivip' (levo) (foto: D. Žnidarčič)



Slika 2: Sorta 'Treviški' (levo) in sorta 'Castelfranco' (desno) (foto: M. Mezgec)

3.2 METODA DELA

Poskus je potekal od junija 2012 do januarja 2013 na Laboratorijskem polju in v raziskovalnem rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Z raziskavo smo skušali analizirati pridelek in vsebnost nekaterih antioksidativno pomembnih snovi v izbranih sortah radiča.

3.2.1 Potek poskusa in meritve

Poskus smo zasnovali z neposredno setvijo radiča na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, 25. junija 2012 na površini 0,3 ha. Pred osnovno obdelavo smo po njivi potrosili 350 kg/ha mineralnega gnojila (NPK 15-15-15). Zemljišče je bilo preorano na globino 25 cm in prerahljano z vrtavkasto brano.

Setvena razdalja med vrstami je bila 60 cm, v vrsti pa smo radič preredčili na razdaljo 25 cm. Posevek smo med vrstami okopavali z okopalnikom, v vrstah pa smo rastline ob redčenju ročno okopali. Ko so rastline dosegle cca 20 cm smo jih ponovno redčili in odstranili odvečne rastline. Posevek smo med rastno dobo dvakrat dognojevali in sicer prvič z 400 kg/ha gnojila Multi K Mg (12-0-42 + 2 % MgO), drugič pa smo uporabili 200 kg/ha kalcijevega nitrata (15,5-0-0 + 26 % CaO).

Rastline smo 20. novembra ročno izkopalni z vilami in jih pustili ob njivi približno 10 dni v skladu s tradicionalno metodo siljenja. Korene smo za nadaljnje siljenje očistili in odrezali na dolžino 15 cm, liste pa odstranili tako, da smo pustili rastni vršiček nepoškodovan približno 2 cm nad koreninskim vratom. Po odstranitvi listne mase smo vse korene temeljito očistili z izpiranjem z vodnim curkom.

Pripravljene korene smo silili v Centralnem raziskovalnem rastlinjaku Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Korene smo zložili v zaboje z mešanico zemlje in mivke, namestili kovinske loke in jih prekrili s črno folijo. Siljenje je potekalo v času od 14. decembra 2012 do 4. januarja 2013; skupaj 20 dni.

Meritve, ki smo jih opravili na rastlinah ob zaključku poskusa so bile:

- širina glave/rozete (cm),
- višina glave/rozete (cm),
- število zdravih listov,
- število netržnih listov in
- masa tržnega pridelka (g).

Biokemične meritve smo med poskusom opravljali tako, da smo od vsake sorte v vseh treh ponovitvah naključno izbrali po 10 rastlin.

3.2.1.1 Merjenje antioksidacijskega potenciala

Antioksidacijski potencial merimo s pomočjo radikala DPPH, ki absorbira pri valovni dolžini 517 nm. V reakciji z antioksidantom DPPH razpada, zaradi česar se zmanjša absorbanca. Zmanjševanje absorbanca je proporcionalno vsebnosti antioksidantov v vzorcu gomoljev.

Reagenti in aparature

- DPPH: 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (Sigma, Nemčija),
- metanol (Merck, Nemčija),
- spektrofotometer Hewlett- Packard, model HP-8453, ZDA in
- magnetno mešalo IKA WERKE RCT basic.

DPPH pripravimo vsakič svež: v 100 ml bučko zatehtamo 4 mg DPPH v 20 ml metanola ter premešamo, da se popolnoma raztopi. Dodajamo metanol toliko časa, da je absorbanca raztopine 1.

Analiza vzorcev

Zamrznjene vzorce v 2-odstotni metafosforni kislini smo odtalili in centrifugirali pri 4000 obratih 5 minut. Zgornjo fazo smo filtrirali skozi filter (17 mm syrr filter CA 0,45 µm) v vialo (PK 100 1,5 ml ABC vial clear glass W/PATCH 6 mm ID. 11,6 × 32 mm). Za referenčno vrednost – RF smo v endorfki zmešali 60 µl metanola in 1,5 ml raztopine

DPPH. Vzorce vsake ponovitve smo analizirali v treh paralelkah. Zmešali smo 180 μ l vzorca z 1,5 ml raztopine DPPH. Pri slepem poskusu smo zmešali 60 μ l vzorca in 1,5 ml metanola. Zmesi smo dobro premešali, prelili v kivete ter izmerili absorbanco pri 517 nm po 15 minutah.

Račun

$\Delta A = RF$ - vzorec + slepi poskus

$n \text{ (mol)} = \Delta A / \epsilon \times (V \text{ reakcijske zmesi (0,00156)} \times L)$

$\epsilon = 12000 \text{ (l} \times \text{cm)/mol}$

$L = 0,4 \text{ cm}$

$AOP = M_{DPPH} \text{ (nmol/l)} = n \times 1 \times 10^6 \times 10^3 / 60.$

3.2.1.2 Analiza skupnih fenolnih spojin

Fenolne spojine absorbirajo predvsem svetlobo UV spektra in vidnega spektra. Zato lahko odčitano vrednost absorbance pri primerni valovni dolžini uporabimo za oceno koncentracije skupnih fenolov, skupnih antocianov, obarvanih antocianov, deleža antocianov v obarvani obliki, skupnih hidrokscimetnih kislin in ekvivalenta kavne kisline (Košmerl in Kač, 2007).

Za določanje koncentracije skupnih fenolnih snovi dodamo v vzorec Folin – Ciocalteujev reagent, ki v alkalni raztopini (dodatek natrijevega karbonata) oksidira fenolne snovi. Reagent Folin-Ciocalteu (F.C.) je vodna raztopina natrijevega volframata (VI), natrijevega molibdata (VI) in litijevega sulfata (VI), slednji prepreči obarjanje F.C. reagenta. Dodatek natrijevega karbonata je potreben za alkalnost reakcijske zmesi. Redukcija volframata (VI) in molibdata (VI) poteče le v prisotnosti fenolatnega aniona. Raztopina, ki vsebuje reducirani volframat (VI) in/ali molibdat (VI), je modro obarvana, medtem ko je raztopina nereducirane oblike rumene barve. Absorbanco reakcijske mešanice izmerimo pri valovni dolžini 765 nm. Masno koncentracijo skupnih fenolnih spojin odčitamo iz umeritvene krivulje in rezultat izrazimo kot mg galne kisline/liter. Galno kislino uporabimo kot standardno referenčno spojino za določanje skupnih fenolnih spojin (Košmerl in Kač, 2007).

Reagenti

- 20 % raztopina Na_2CO_3 ;
- galna kislina: v 100 ml bučki zmešamo 500 mg galne kisline in 10 ml absolutnega alkohola ter dopolnimo do oznake na bučki z $2 \times$ deionizirano vodo;
- Folin-Ciocalteujev reagent (F.C.): zmešamo 150 ml folina (Merck) in 300 ml $2 \times$ deionizirane vode.

Priprava standardnih raztopin galne kisline

Iz osnovne raztopine galne kisline smo pripravili z ustreznim razredčevanjem matične standardne raztopine galne kisline: v 100 ml merilne bučke smo odpipetirali od 0 do 10 ml osnovne raztopine galne kisline, dopolnili do oznake z deionizirano vodo ter premešali.

Iz vsake merilne bučke smo odpipetirali po 1 ml standardne raztopine v 100 ml merilno bučko, dodali približno 60 ml deionizirane vode, raztopino premešali in dodali 5 ml razredčenega Folin-Ciocalteujevega reagenta. Raztopino smo dobro premešali in po 30 sekundah dodali 15 ml 20 % raztopine natrijevega karbonata. Do oznake smo premešali in dopolnili z deionizirano vodo. Raztopino smo pustili stati točno 2 uri pri temperaturi 20 °C. Po tem času smo vsebino merilne bučke še enkrat premešali in s kolorimetrično metodo izmerili absorbanco na spektrofotometru. Vzorec smo prenesli v 10 mm kivete in izmerili absorbanco proti slepemu vzorcu pri valovni dolžini 765 nm.

Zamrznjene vzorce v 2-odstotni metafosforni kislini smo odtalili in centrifugirali pri 4000 obratih 5 minut. Zgornjo fazo smo filtrirali skozi filter (17 mm syf filter CA 0,45 µm) v vialo (PK 100 1,5 ml ABC vial clear glass W/PATCH 6 mm ID. 11,6 × 32 mm).

3.2.1.3 Meritve vsebnosti vitamina C

Stabilizacijo vitamina C oziroma L-askorbinske kisline z metafosforno kislino ter določitev vsebnosti vitamina C z uporabo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti smo opravili po metodi, ki sta jo opisala Plestenjak in Golob (2000).

Vsak vzorec posebej smo sesekljali s plastičnim nožem (da ne bi pospešili oksidacije askorbinske kisline). Potem smo zatehtali 4 g vzorca v stekleno epruveto in dodali 8 g raztopine 2-odstotne metafosforne kisline ter homogenizirali z Ultraturaxom T25 (9500 obratov/min, 2 minuti). Vzorce smo pustili 1 uro pri sobni temperaturi. Nato smo jih prelili v centrifugirke in centrifugirali pri 3000 obratih 15 minut. Supernatant smo prelili v centrifugirke Eppendorf in zamrznili pri T -18 °C. Pred analizo smo vzorce odtajali pri sobni temperaturi in jih ponovno centrifugirali 15 minut pri 14000 obratih. Nato smo supernatant filtrirali preko celulozaacetatnega filtra (Milipore 0,45 µm), tako da smo prve mililitre filtrata zavrgli, ostalo pa shranili v vialo in analizirali z metodo HPLC.

Priprava 2-odstotne metafosforne kisline

V terilnici smo zdrobili kristale metafosforne kisline (HPO₃), nato smo zatehtali 10 g metafosforne kisline v 400 ml čašo in dodali destilirano vodo. Vse skupaj smo mešali toliko časa, da so se drobci metafosforne kisline raztopili. Vsebino smo prelili v 500 ml bučo in dopolnili do oznake z destilirano vodo.

Priprava standarda

V bučko smo zatehtali 10 mg askorbinske kisline L (+) in dodali 100 ml 2-odstotne raztopine metafosforne kisline.

Kromatografske razmere

Gradientna črpalka: Maxi Star, Knauer
Kolona: Aminex HPX-87 H, 300 x 7,8 mm; Bio-Rad
Mobilna faza: 0,004 M H₂SO₄
Pretok mobilne faze: 0,6 ml/min
Volumen injiciranja: 10 µl
Detektor: UV-VIS, 245 nm, Knauer.

S pomočjo umeritvene krivulje smo izračunali vsebnost askorbinske kisline v vzorcu radiča pri predpostavki, da je gostota homogeniziranega vzorca enaka 1 kg/l, iz česar sledi, da je koncentracija askorbinske kisline v mg/l enaka vsebnosti askorbinske kisline v mg/kg.

Izračun koncentracije askorbinske kisline

S standardi smo določili formulo umeritvene krivulje.

$$y = 7,2979 x + 21,582 \quad \dots(1)$$

y = površina spektroskopskega vrha vzorca pri ustrezni koncentraciji

x = koncentracija askorbinske kisline (mg/l)

3.2.2 Obdelava podatkov

V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Tako urejene podatke smo statistično obdelali z računalniškim programom SAS (SAS Software, Version 8.01, 1999) s proceduro GLM (General Linear Models).

Srednje vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncan testa in so primerjane pri 5 % tveganju.

4 REZULTATI

4.1 BIOKEMIČNE ANALIZE

4.1.1 Sušina

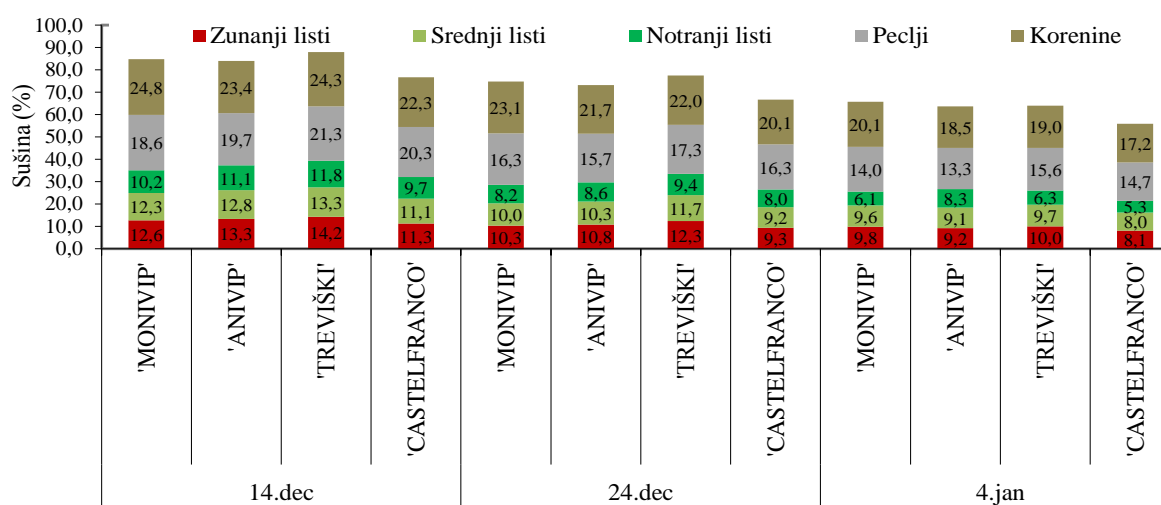
Sušino vzorcev siljenega radiča smo določili s sušenjem v laboratorijskem sušilniku (na temperaturi 50 °C, štiri dni) do konstantne teže. Po končanem sušenju smo stehali zračno suhe vzorce skupaj z vrečkami. Nato smo stehali še prazne vrečke. Od meritev smo odšteli maso vrečk in izračunali % suhe snovi.

Preglednica 4: Delež sušine (%) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013

Datum	Del rastline	Sorta				Povprečje
		'Monivip'	'Anivip'	'Treviški'	'Castelfranco'	
14. dec.	Zunanji listi	12,6 ± 0,7 Abc	13,3 ± 0,8 Ac	14,2 ± 0,8 Ad	11,3 ± 0,6 Ad	12,9 ± 0,7 Ad
	Srednji listi	12,3 ± 0,6 Bb	12,8 ± 0,4 BCc	13,3 ± 0,5 Cd	11,1 ± 0,5 Ad	12,4 ± 0,5 Bd
	Notranji listi	10,2 ± 0,8 Ab	11,1 ± 0,6 ABb	11,8 ± 0,2 Bc	9,7 ± 0,4 Ac	10,7 ± 0,5 Ac
	Peclji	18,6 ± 0,8 Ae	19,7 ± 1,8 Ad	21,3 ± 1,4 Af	20,3 ± 1,2 Ag	19,9 ± 1,3 Af
	Korenine	24,8 ± 1,9 Ag	23,4 ± 1,5 Ae	24,3 ± 0,7 Ag	22,3 ± 1,4 Ag	23,7 ± 1,4 Ag
	<i>Povprečje</i>	15,7 ± 1,0 Acd	16,1 ± 1,0 Ac	17,0 ± 0,7 Be	14,9 ± 0,8 Ae	
24. dec.	Zunanji listi	10,3 ± 0,8 Ab	10,8 ± 0,9 ABb	12,3 ± 1,1 Bcd	9,3 ± 0,5 Ac	10,7 ± 0,8 ABc
	Srednji listi	10,0 ± 0,5 Bb	10,3 ± 0,6 Bab	11,7 ± 0,6 Cc	9,2 ± 0,4 ACc	10,3 ± 0,5 Bc
	Notranji listi	8,2 ± 0,4 Ab	8,6 ± 0,5 Aa	9,4 ± 0,4 Bb	8,0 ± 0,7 Ab	8,5 ± 0,5 Ab
	Peclji	16,3 ± 1,1 Ad	15,7 ± 0,7 Ac	17,3 ± 1,1 Ae	16,3 ± 1,1 Af	16,4 ± 1,0 Ae
	Korenine	23,1 ± 0,6 Bg	21,7 ± 0,6 Ade	22,0 ± 0,8 Bf	20,1 ± 0,8 Ag	21,7 ± 0,7 Afg
	<i>Povprečje</i>	13,6 ± 0,7 Abc	13,4 ± 0,7 Ac	14,5 ± 0,8 Ad	12,6 ± 0,7 Ad	
4. jan.	Zunanji listi	9,8 ± 0,4 Bb	9,2 ± 0,6 Ba	10,0 ± 0,5 Bb	8,1 ± 0,4 Ab	9,2 ± 0,5 Bb
	Srednji listi	9,6 ± 0,7 Ab	9,1 ± 0,4 Aa	9,7 ± 0,5 Bb	8,0 ± 0,5 Ab	9,1 ± 0,5 Ab
	Notranji listi	6,1 ± 1,2 Aa	8,3 ± 0,8 Ba	6,3 ± 1,4 Aa	5,3 ± 1,4 Aa	6,5 ± 1,2 Ba
	Peclji	14,0 ± 0,8 Ac	13,3 ± 1,2 Ac	15,6 ± 1,1 Ad	14,7 ± 1,1 Ae	14,4 ± 1,0 Ae
	Korenine	20,1 ± 1,2 Bf	18,5 ± 1,6 Ad	19,0 ± 0,8 ABef	17,2 ± 1,6 Af	18,7 ± 1,3 Af
	<i>Povprečje</i>	11,9 ± 0,7 Abc	11,5 ± 0,9 Ab	12,1 ± 0,9 Acd	10,7 ± 1,0 Ad	

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo

V preglednici 4 in na sliki 3 so podani rezultati vsebnosti sušine v različnih delih radiča med siljenjem. S časom siljenja je v vseh delih rastlin delež sušine postopoma upadal. Največ sušine smo izmerili na začetku siljenja v koreninah pri sorti 'Monivip' (24,8 %), najmanj pa v notranjih listih sorte 'Castelfranco' ob zaključku siljenja (5,3 %). Tudi sicer so v povprečju največ sušine vsebovale korenine, sledili so jim peclji, zunanji, srednji in notranji listi. V povprečju pa je ob pobiranju pridelka, ne glede na del rastline, najmanj sušine vsebovala sorta 'Castelfranco'.



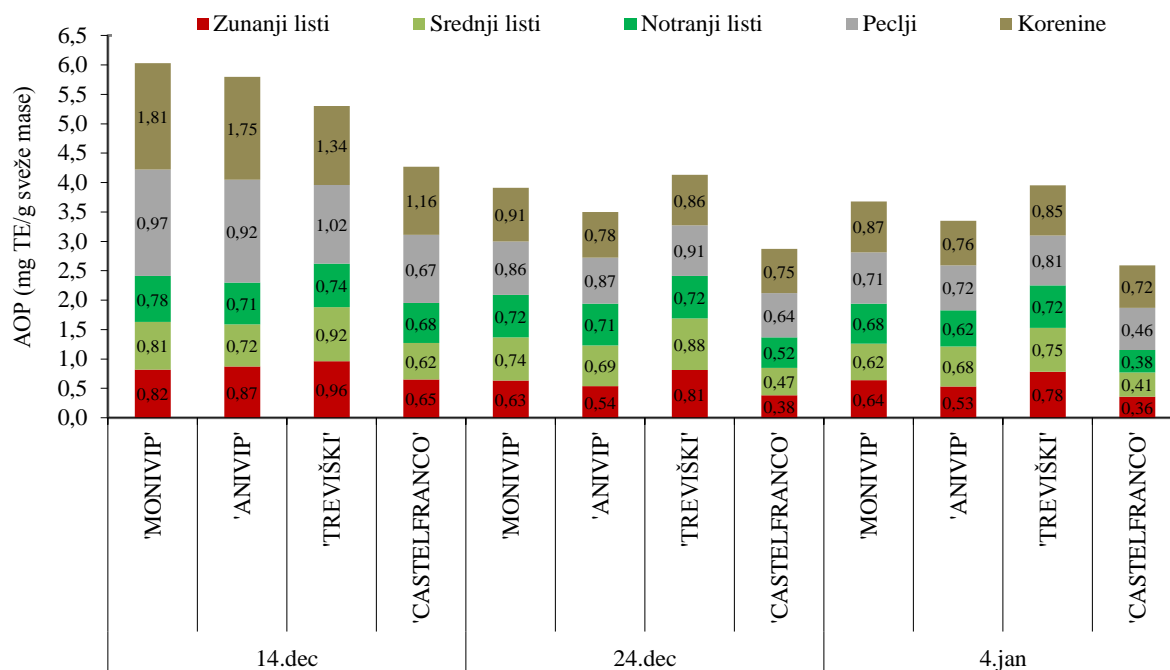
Slika 3: Delež sušine (%) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013

4.1.2 Antioksidacijski potencial (AOP)

Vrednosti antioksidacijskega potenciala (AOP) v siljenem radiču so prikazane v preglednici 5 in sliki 4.

Preglednica 5: Antioksidacijski potencial (mg TE/g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013

Datum	Del rastline	Sorta				Povprečje
		'Monivip'	'Anivip'	'Treviški'	'Castelfranco'	
14. dec.	Zunanji listi	0,82 ± 0,06 Bbc	0,87 ± 0,08 BCc	0,96 ± 0,07 Bc	0,65 ± 0,05 Ac	0,82 ± 0,06 Bbc
	Srednji listi	0,81 ± 0,08 BCb	0,72 ± 0,04 Bbc	0,92 ± 0,05 Cbc	0,62 ± 0,05 Ac	0,77 ± 0,23 BCb
	Notranji listi	0,78 ± 0,03 Bb	0,71 ± 0,06 Bbc	0,74 ± 0,03 Ba	0,68 ± 0,04 Ac	0,73 ± 0,04 Bab
	Peclji	0,97 ± 0,06 BCc	0,92 ± 0,06 Bc	1,02 ± 0,04 Cc	0,67 ± 0,06 Ac	0,89 ± 0,05 Bc
	Korenine	1,81 ± 0,12 Cd	1,75 ± 0,15 Cd	1,34 ± 0,18 Bd	1,16 ± 0,13 Ae	1,51 ± 0,14 BCd
	Povprečje	1,04 ± 0,21 Bc	0,99 ± 0,08 Bc	0,99 ± 0,07 Bc	0,76 ± 0,07 Acd	
24. dec.	Zunanji listi	0,63 ± 0,04 Ca	0,54 ± 0,01 Ba	0,81 ± 0,05 Dab	0,38 ± 0,02 Aa	0,61 ± 0,03 Cc
	Srednji listi	0,74 ± 0,05 Ba	0,69 ± 0,04 Bb	0,88 ± 0,05 Cb	0,47 ± 0,04 Aab	0,71 ± 0,04 Bab
	Notranji listi	0,72 ± 0,04 Ba	0,71 ± 0,05 Bbc	0,72 ± 0,04 Ba	0,52 ± 0,03 Ab	0,67 ± 0,04 Ba
	Peclji	0,86 ± 0,08 Bbc	0,87 ± 0,02 Bc	0,91 ± 0,08 Bb	0,64 ± 0,04 Ac	0,82 ± 0,05 Bc
	Korenine	0,91 ± 0,09 Cc	0,78 ± 0,06 Abc	0,86 ± 0,07 Bb	0,75 ± 0,08 Ad	0,82 ± 0,07 ABc
	Povprečje	0,77 ± 0,06 Ba	0,72 ± 0,04 Bbc	0,84 ± 0,06 Cb	0,55 ± 0,04 Ab	
4. jan.	Zunanji listi	0,64 ± 0,03 Ca	0,53 ± 0,02 Ba	0,78 ± 0,06 Dab	0,36 ± 0,04 Aa	0,58 ± 0,04 BCa
	Srednji listi	0,62 ± 0,02 Ba	0,68 ± 0,04 Bb	0,75 ± 0,05 Ca	0,41 ± 0,05 Aab	0,61 ± 0,04 Ba
	Notranji listi	0,68 ± 0,04 Bab	0,62 ± 0,04 Bb	0,72 ± 0,04 Ba	0,38 ± 0,04 Aa	0,61 ± 0,04 Ba
	Peclji	0,71 ± 0,06 Ba	0,72 ± 0,05 Bbc	0,81 ± 0,07 Bab	0,46 ± 0,02 Aa	0,67 ± 0,05 Ba
	Korenine	0,87 ± 0,07 Bbc	0,76 ± 0,04 Abc	0,85 ± 0,08 Ba	0,72 ± 0,06 Acd	0,81 ± 0,06 ABc
	Povprečje	0,70 ± 0,04 Ca	0,66 ± 0,04 Bb	0,78 ± 0,06 Cab	0,47 ± 0,04 Aab	



Slika 4: Antioksidacijski potencial (mg TE/g sveže mase) siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013

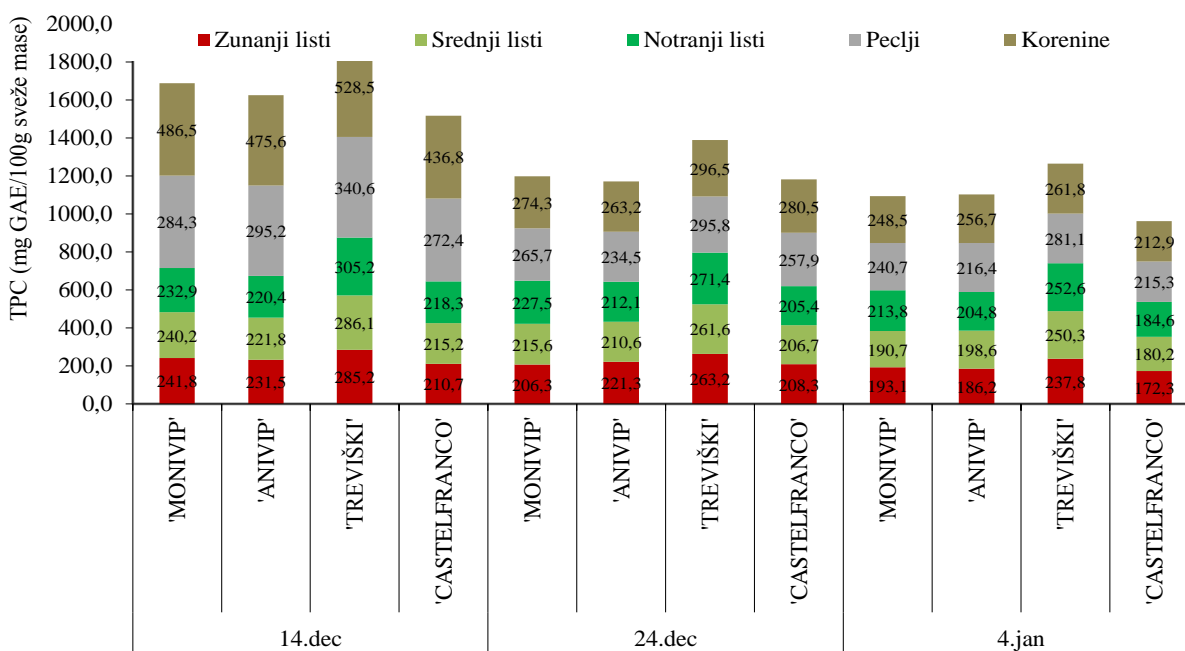
Največje vrednosti AOP so imele rastline na začetku siljenja. Tako je v povprečju najboljše rezultate 14. decembra dosegala sorta 'Monivip' (1,04 mg TE/g sveže mase), najslabše vrednosti pa so bile na ta datum ugotovljene pri sorti 'Castelfranco' (0,76 mg TE/g sveže mase). Ne glede na termin analize smo največji antioksidacijski potencial (AOP) izmerili v koreninah, sledijo jim peclji, zunanji listi, srednji listi in notranji listi. Podobno kot pri analizi sušine smo tudi pri AOP zaznali postopen upad vrednosti, tako da so bile te najmanjše ob pobiranju pridelka. Ob koncu poskusa smo največje povprečne vrednosti izmerili pri sorti 'Treviški' (0,78 mg TE/g sveže mase), najmanjše vrednosti pa so bile ugotovljene pri sorti 'Castelfranco' (0,47 mg TE/g sveže mase). Na koncu poskusa nismo zaznali statistično značilnih razlik med zunanji, notranji in srednji listi.

4.1.3 Vsebnost skupnih fenolov (TPC)

Fenolne spojine v vzorcih radiča smo določali spektrofotometrično po metodi Singeltona in Rossija. Vsebnost skupnih fenolov (TPC) v siljenih radičih je močno varirala (preglednica 6 in slika 5) že na začetku siljenja in se je gibala od 270,7 mg GAE/100 g sveže mase (sorta 'Castelfranco') do 349,1 mg GAE/100 g sveže mase (sorta 'Treviški'). Največ TPC so vsebovale korenine, tako so na primer korenine sorte 'Treviški' vsebovale ob začetku siljenja kar 528,5 mg GAE/100 g sveže mase. Vrednosti TPC so se proti koncu siljenja postopno zmanjševale pri vseh sortah in v vseh delih rastlin. Ob pobiranju je bila vsebnost TPC v koreninah še vedno največja. Povprečne vrednosti v listih pa so se gibale med 223,6 mg GAE/100 g sveže mase (srednji listi) in 229,1 mg GAE/100 g sveže mase (notranji listi). Največ skupnih fenolov je na koncu vsebovala sorta 'Treviški' (256,7 mg GAE/100 g sveže mase).

Preglednica 6: Vsebnost skupnih fenolov (mg GAE/100g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013

Datum	Del rastline	Sorta				Povprečje
		'Monivip'	'Anivip'	'Treviški'	'Castelfranco'	
14. dec.	Zunanji listi	241,8 ± 5,6 Bd	231,5 ± 5,4 Bc	285,2 ± 8,5 Cc	210,7 ± 5,2 Ac	242,3 ± 4,7 Bd
	Srednji listi	240,2 ± 2,8 Bd	221,8 ± 8,1 Ac	286,1 ± 6,2 Cc	215,2 ± 5,4 Acd	240,8 ± 5,6 Bd
	Notranji listi	232,9 ± 5,3 Bd	220,4 ± 2,7 Ac	305,2 ± 9,5 Cd	218,3 ± 6,1 Ad	244,2 ± 4,9 Bd
	Peclji	284,3 ± 4,6 Be	295,2 ± 12,6 Be	340,6 ± 10,8 Cd	272,4 ± 2,9 Af	298,1 ± 7,7 Bg
	Korenine	486,5 ± 13,2 Bf	475,6 ± 21,5 Bf	528,5 ± 16,5 Ce	436,8 ± 10,6 Ag	481,8 ± 15,4 Bh
	<i>Povprečje</i>	279,14 ± 6,3 Ae	288,9 ± 10,1 Be	349,1 ± 10,3 Cd	270,7 ± 6,1 Af	
24. dec.	Zunanji listi	206,3 ± 7,4 Ab	221,3 ± 5,6 Bc	263,2 ± 4,7 Cb	208,3 ± 7,2 Ac	224,8 ± 6,2 Bc
	Srednji listi	215,6 ± 8,2 Ab	210,6 ± 7,2 Abc	261,6 ± 8,1 Bb	206,7 ± 6,5 Ac	223,6 ± 7,5 Ac
	Notranji listi	227,5 ± 2,5 Bd	212,1 ± 6,4 Abc	271,4 ± 5,9 Cbc	205,4 ± 8,4 Ac	229,1 ± 5,8 Bc
	Peclji	265,7 ± 6,3 Be	234,5 ± 5,8 Ac	295,8 ± 4,6 Cd	257,9 ± 3,1 Be	263,5 ± 4,9 Be
	Korenine	274,3 ± 4,5 Ae	263,2 ± 14,4 Ad	296,5 ± 7,8 Bd	280,5 ± 4,8 ABf	278,6 ± 7,9 ABf
	<i>Povprečje</i>	237,9 ± 5,7 Ad	228,3 ± 7,8 Ac	277,7 ± 6,2 Bbc	231,8 ± 6,1 Ad	
4. jan.	Zunanji listi	193,1 ± 2,4 Ba	186,2 ± 6,5 Aa	237,8 ± 4,5 Ca	172,3 ± 8,1 Aa	197,3 ± 5,4 Ba
	Srednji listi	190,7 ± 6,4 Aa	198,6 ± 1,8 Bb	250,3 ± 3,7 Cb	180,2 ± 4,4 Aa	204,9 ± 4,1 Ba
	Notranji listi	213,8 ± 5,4 Bb	204,8 ± 5,7 Bb	252,6 ± 5,1 Cb	184,6 ± 1,8 Ab	213,9 ± 4,5 Bb
	Peclji	240,7 ± 7,6 Bd	216,4 ± 6,4 Abc	281,1 ± 8,2 Cc	215,3 ± 7,2 Acd	238,4 ± 7,3 Bd
	Korenine	248,5 ± 2,3 Bd	256,7 ± 5,3 Cd	261,8 ± 6,4 Cb	212,9 ± 3,8 Ac	244,9 ± 56,7 Bd
	<i>Povprečje</i>	217,4 ± 4,8 Ab	212,5 ± 5,2 Bb	256,7 ± 5,6 Cb	193,1 ± 5,1 Abc	



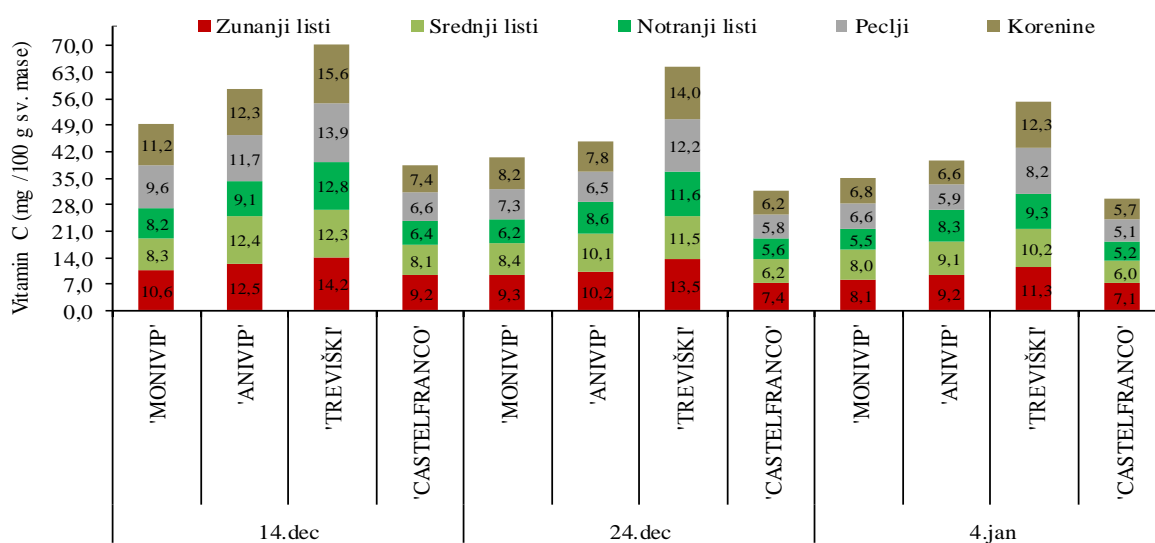
Slika 5: Vsebnost skupnih fenolov (mg GAE/100g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013

4.1.4 Vsebnost vitamina C

Vrednosti vsebnosti vitamina C v siljenem radiču so prikazane v preglednici 7 in sliki 6.

Preglednica 7: Vsebnost vitamina C (mg/100g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013

Datum	Del rastline	Sorta				Povprečje
		'Monivip'	'Anivip'	'Treviški'	'Castelfranco'	
14. dec.	Zunanji listi	10,6 ± 0,9 Acd	12,5 ± 0,8 Be	14,2 ± 0,8 Cc	9,2 ± 0,6 Ac	11,6 ± 0,8 ABc
	Srednji listi	8,3 ± 0,6 Ab	12,4 ± 0,7 Be	12,3 ± 0,9 Bb	8,1 ± 0,5 Abc	10,3 ± 0,7 Abb
	Notranji listi	8,2 ± 0,6 Bb	9,1 ± 0,6 Ccd	12,8 ± 0,8 Dbc	6,4 ± 0,4 Aab	9,1 ± 0,6 Cb
	Peclji	9,6 ± 0,7 Bc	11,7 ± 0,8 Cde	13,9 ± 0,4 Dc	6,6 ± 0,6 Aab	10,4 ± 0,6 BCbc
	Korenine	11,2 ± 0,9 Bd	12,3 ± 0,8 Ce	15,6 ± 0,7 Dd	7,4 ± 0,4 Ab	11,6 ± 0,7 Bc
	Povprečje	9,6 ± 0,7 Bc	11,6 ± 0,7 Cde	13,8 ± 0,7 Dc	7,5 ± 0,5 Ab	
24. dec.	Zunanji listi	9,3 ± 0,8 Bc	10,2 ± 0,8 Bd	13,5 ± 0,8 Cc	7,4 ± 0,5 Ab	10,1 ± 0,7 Bb
	Srednji listi	8,4 ± 0,5 Bb	10,1 ± 0,6 Cd	11,5 ± 0,6 Cb	6,2 ± 0,4 ACab	9,1 ± 0,5 BCab
	Notranji listi	6,2 ± 0,4 Aa	8,6 ± 0,4 Bc	11,4 ± 0,4 Cb	5,6 ± 0,7 Aa	7,9 ± 0,5 ABb
	Peclji	7,3 ± 0,5 Bab	6,5 ± 0,7 ABb	12,2 ± 0,9 Cb	5,8 ± 0,2 Aa	7,8 ± 0,6 Bb
	Korenine	8,2 ± 0,6 Bb	7,8 ± 0,5 ABc	14,0 ± 0,8 Cc	6,2 ± 0,8 Aab	9,1 ± 0,7 Bb
	Povprečje	7,9 ± 0,6 Bb	8,6 ± 0,6 Bc	12,5 ± 0,7 Cb	6,1 ± 0,5 Aab	
4. jan.	Zunanji listi	8,1 ± 0,5 Bb	9,2 ± 0,6 Ccd	11,3 ± 0,5 Db	7,1 ± 0,4 Ab	8,9 ± 0,5 Cb
	Srednji listi	8,0 ± 0,7 Bb	9,1 ± 0,7 BCcd	10,2 ± 0,5 Cab	6,0 ± 0,5 Aab	8,3 ± 0,6 Bab
	Notranji listi	5,5 ± 0,9 Aa	8,3 ± 0,4 Bc	9,3 ± 0,4 Ba	5,2 ± 0,4 Aa	7,1 ± 0,5 ABab
	Peclji	6,6 ± 0,5 ABa	5,9 ± 0,2 Aa	8,2 ± 0,7 Ba	5,1 ± 0,5 Aa	6,4 ± 0,5 ABa
	Korenine	6,8 ± 0,4 Aa	6,6 ± 0,2 Ab	12,3 ± 0,8 Bbc	5,7 ± 0,6 Aa	7,8 ± 0,5 Ab
	Povprečje	7,1 ± 0,6 BAb	7,8 ± 0,4 Bc	10,3 ± 0,6 Cab	5,2 ± 0,5 Aa	



Slika 6: Vsebnost vitamina C (mg/100g sveže mase) v siljenem radiču; Ljubljana, 2012/2013

Ob začetku siljenja je imela največ vitamina C sorta 'Treviški' (13,8 mg/100g sveže mase), najmanjšo vsebnost pa smo izmerili pri sorti 'Castelfranco' (7,5 mg/100g sveže mase). Med siljenjem se je pri vseh sortah vsebnost tega vitamina zmanjšala. Ob zaključku smo največ vitamina C izmerili pri sorti 'Treviški' (10,3 mg/100g sveže mase), najskromnejša vrednost pa je bila zabeležena pri sorti 'Castelfranco' (5,2 mg/100g sveže mase). V povprečju pa so bili s tem vitaminom najbogatejši zunanji listi.

4.1.5 Analiza pridelka

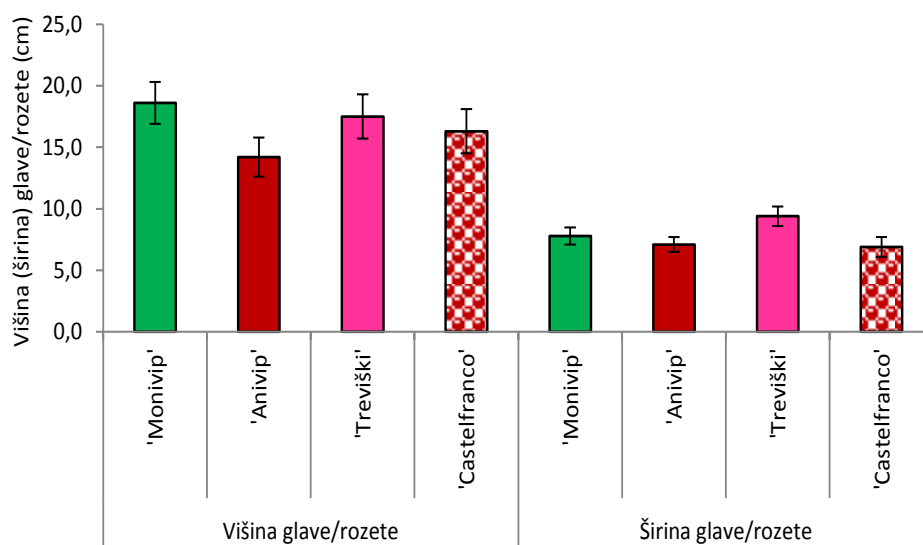
4.1.5.1 Višina in širina glave/rozete

Po končanem siljenju smo izmerili tudi višino in širino glav oziroma rozet. Povprečne vrednosti meritev so zbrane v preglednici 8 in sliki 7. Najmanjšo višino je dosegla sorta 'Anivip' (14,2 cm), najbolj pa so zrastle rastline sorte 'Monivip' (18,6 cm).

Najskromnejši premer je bil zabeležen pri sorti 'Castelfranco' (6,9 cm) in pri sorti 'Anivip' (7,1 cm). Največjo širino oziroma premer pa smo izmerili pri sorti 'Treviški' (9,4 cm).

Preglednica 8: Višina in širina (cm) glav/rozet siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013

Sorta	Višina glave/rozete (cm)	Homogenost skupin	Premer glave/rozete (cm)	Homogenost skupin
'Monivip'	18,6	c	7,8	b
'Anivip'	14,2	a	7,1	a
'Treviški'	17,5	bc	9,4	c
'Castelfranco'	16,3	b	6,9	a



Slika 7: Višina in širina (cm) glav/rozet siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013

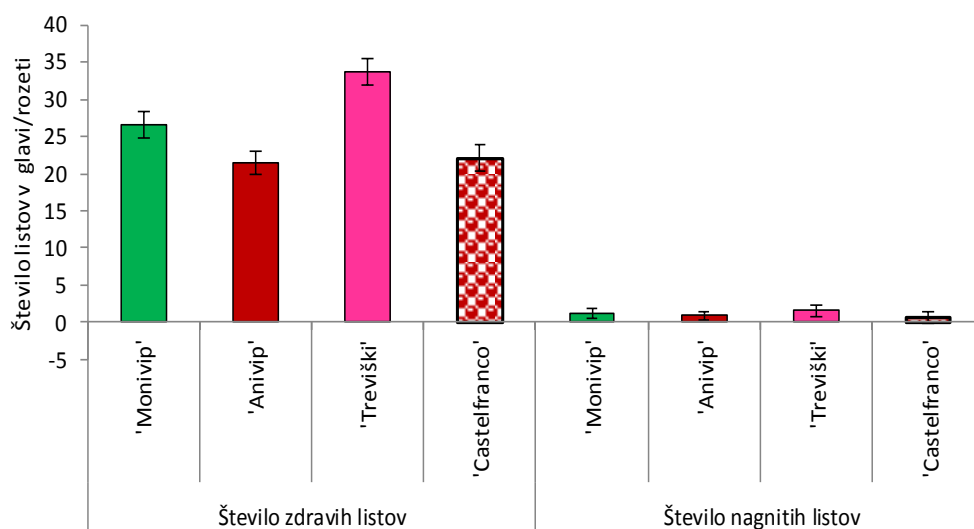
4.1.5.2 Število listov v glavi/rozeti

Kot je razvidno iz preglednice 9 in slike 8 je imela največje število listov sorta 'Treviški' (33,8 listov/glavo), najmanj bujno rozeto pa sta imeli sorti 'Castelfranco' (22,1 listov/glavo) in 'Anivip' (21,4 listov/glavo).

Sorta 'Anivip', je v rozeti imela najmanj listov, najmanj nagnitih oziroma bolnih listov in sicer v povprečju le 0,6 nagnitega lista/glavo pa je imela sorta 'Castelfranco'. Kot najbolj podvržena gnitju pa se je izkazala sorta 'Treviški' z 1,6 nagnitega lista/glavo.

Preglednica 9: Število zdravih in število nagnitih listov v glavi/rozeti siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013

Sorta	Število zdravih listov	Homogenost skupin	Število nagnitih listov	Homogenost skupin
'Monivip'	26,6	b	1,2	bc
'Anivip'	21,4	a	0,9	b
'Treviški'	33,8	c	1,6	c
'Castelfranco'	22,1	a	0,6	a



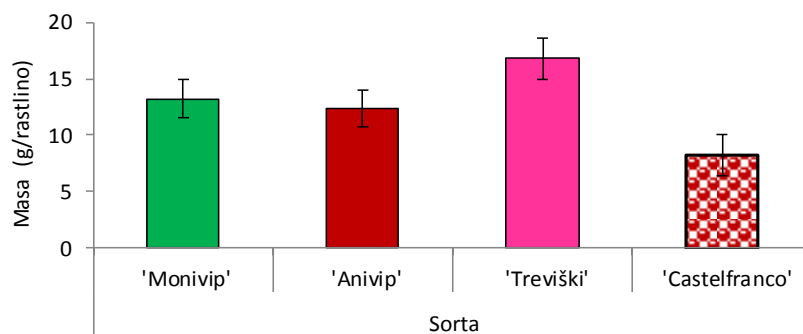
Slika 8: Število zdravih in število nagnitih listov v glavi/rozeti siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013

4.1.5.3 Masa tržnega pridelka

Ob zaključku poskusa smo iz vsake ponovitve stehali po deset glav oziroma rozet vsake sorte. V preglednici 10 in na sliki 9 so prikazani rezultati tehtanja. V povprečju so največjo maso glave/rozet dosegale rastline sorte 'Treviški' (16,8 g/rastlino), ki sta ji sledili sorti 'Monivip' (13,2 g/rastlino) in 'Anivip' (12,4 g/rastlino). Najslabši pridelek pa je dala sorta 'Castelfranco' (8,2 g/rastlino).

Preglednica 10: Masa tržnega pridelka siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013

Sorta	Masa tržnega pridelka (g/rastlino)	Homogenost skupin
'Monivip'	13,2	b
'Anivip'	12,4	b
'Treviški'	16,8	c
'Castelfranco'	8,2	a



Slika 9: Masa tržnega pridelka siljenega radiča; Ljubljana, 2012/2013

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Radič je tipična mediteranska kultura, katere domovina so Evropa, zahodna Azija in severna Amerika. Izvor solatnih tipov radiča je Italija, od koder se je pridelovanje razširilo na druga območja. V Sloveniji se kot solatnica goji že več kot sto let in je v zadnjem času vse bolj cenjen. V preteklosti je bilo pridelovanje razširjeno predvsem na Goriškem, na preostalih območjih v Sloveniji se uveljavlja v zadnjih letih (Žnidarčič in sod., 2004).

Radič je vse bolj iskana vrtnina ne samo v poletnem, temveč vse bolj tudi v zimskem času, ko primanjkuje sveže zelenjave. V tem času to težavo lahko prebrodimo s siljenim radičem. Radič ima po postopku siljenja nežne, krhke in zelo okusne liste. Korene silimo v toplih gredah, hlevih, kletih, rastlinjakih, plastenjaki, nizkih ali visokih tunelih.

Osnovni cilj naše naloge je bil analiza končnega pridelka (sveže mase in suhe snovi) in nekaterih antioksidativno pomembnih snovi (polifenolov, antioksidacijskega potenciala in vitamina C) v različnih sortah radiča za siljenje. Antioksidanti namreč nudijo zaščito pred škodljivim vplivom prostih radikalov, ki povzročajo oksidativne spremembe na lipidih, proteinih in nukleinskih kislinah. Premajhna vsebnost antioksidantov v krvni plazmi poveča možnost nastanka omenjenih bolezni. Antioksidativni učinek je predvsem posledica vsebnosti polifenolov in v manjši meri vitaminov (Shao in sod., 2008).

Med vitamini ima pomembno vlogo v radiču askorbinska kislina ali vitamin C, ki sodi med najpomembnejše antioksidante (Rudan Tasič, 2000). Askorbinska kislina je, poleg tega da preprečuje znane simptome pomanjkanja, tudi eden najpomembnejših lovilcev prostih radikalov. Dnevne potrebe po tem vitaminu se pri odraslem človeku gibljejo med 50 mg in 70 mg. Poznavanje tega vitamina v zelenjadnicah je prav zaradi njegove občutljivosti za kemijsko in encimsko oksidacijo pomemben kazalec kakovosti živila, obenem pa tudi kazalec, ki pove kako svež je izdelek (Golob, 2000).

Poskus smo zasnovali z neposredno setvijo radiča na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, 25. junija 2012 na površini 0,3 ha. Pred osnovno obdelavo smo po njivi potrosili 350 kg/ha mineralnega gnojila (NPK 15-15-15). Zemljišče je bilo preorano na globino 25 cm in prerahljano z vrtavkasto brano. Setvena razdalja med vrstami je bila 60 cm, v vrsti pa smo radič preredčili na razdaljo 25 cm. Posevek smo med vrstami okopavali z okopalnikom, v vrstah pa smo rastline ob redčenju ročno okopali. Rastline smo med rastno dobo dvakrat dognojevali (prvič z 400 kg/ha gnojila Multi K Mg, drugič pa z 200 kg/ha kalcijevega nitrata).

Rastline smo ročno izkopalni in jih pustili ob njivi približno 10 dni v skladu s tradicionalno metodo siljenja. Korene smo silili v Centralnem raziskovalnem rastlinjaku Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani tako, da smo jih zložili v zaboje z mešanico zemlje in

mivke, namestili kovinske loke in jih prekrili s črno folijo. Biokemične meritve smo med poskusom opravljali tako, da smo od vsake sorte v vseh treh ponovitvah naključno izbrali 10 rastlin. Ob zaključku poskusa pa smo izmerili širino glave/rozete, višina glave/rozete (cm), prešteli zdrave in netržne liste in stehali maso tržnega pridelka.

V štirih sortah radiča ('Monivip', 'Anivip', 'Treviški' in 'Castelfranco') smo med siljenjem določali vsebnost sušine, antioksidacijski potencial, vsebnost skupnih polifenolov in vsebnost vitamina C. Vse našete parametre smo določali v korenih, pecljih, zunanjih, notranjih in srednjih listih.

Sušino vzorcev siljenega radiča smo določili s sušenjem v laboratorijskem sušilniku (na temperaturi 50 °C, štiri dni) do konstantne teže. S časom siljenja je v vseh delih rastlin delež sušine postopoma upadal. Največ sušine smo izmerili na začetku siljenja v koreninah pri sorti 'Monivip' (24,8 %), najmanj pa v notranjih listih sorte 'Castelfranco' ob zaključku siljenja (5,3 %). Tudi sicer so v povprečju največ sušine vsebovale korenine, sledili so jim peclji, zunanji, srednji in notranji listi. V povprečju pa je ob pobiranju pridelka, ne glede na del rastline, najmanj sušine vsebovala sorta 'Castelfranco'.

Antioksidacijski potencial (AOP) v naši raziskavi smo določali s pomočjo radikala DPPH. Najvišji AOP so imele vse sorte na začetku siljenja. Ne glede na termin analize smo največji antioksidacijski potencial (AOP) izmerili v koreninah, sledijo jim peclji, zunanji listi, srednji listi in notranji listi. Podobno kot pri analizi sušine smo tudi pri AOP zaznali postopen upad vrednosti, tako da so bile te najnižje ob pobiranju pridelka. Ob koncu poskusa smo najvišje povprečne vrednosti izmerili pri sorti 'Treviški' (0,78 mg TE/g sveže mase), najmanjše vrednosti pa so bile ugotovljene pri sorti 'Castelfranco' (0,47 mg TE/g sveže mase). Po mnenju Shao in sod. (2008) pride do upadanja AOP zaradi »senescence« listov.

Fenolne spojine (TPC) v vzorcih radiča smo določali spektrofotometrično po metodi Singeltona in Rossija. Največ TPC so vsebovale korenine. Vrednosti TPC so se proti koncu siljenja postopno zmanjševale pri vseh sortah in v vseh delih rastlin. Ob pobiranju je bila vsebnost TPC v koreninah še vedno največja. Povprečne vrednosti v listih pa so se gibale med 223,6 mg GAE/100 g sveže mase (srednji listi) in 229,1 mg GAE/100 sveže mase (notranji listi). Največ skupnih fenolov je na koncu vsebovala sorta 'Treviški' (256,7 mg GAE/100 sveže mase). Do znižanja skupnih TPC lahko pride zaradi stresnih razmer (Rice-Evans in sod., 1997). Po mnenju Rossetta in sod. (2005) lahko prisotnost skupnih polifenolov v radičih, ob zaužitju 100 g omenjene zelenjave v dnevni obroki, prispeva do 400 mg polifenolov v človeški prehrani dnevno. Ta količina lahko pomembno prispeva k priporočenemu dnevni vnos polifenolov, ki je okrog 1 g/dan.

Ob začetku siljenja je imela največ vitamina C sorta 'Treviški' (13,8 mg/100g sveže mase), najmanjšo vsebnost pa smo izmerili pri sorti 'Castelfranco' (7,5 mg/100g sveže mase). Med siljenjem pa se je pri vseh sortah vsebnost tega vitamina znižala. Ob zaključku smo največ

vitamina C izmerili pri sorti 'Treviški' (10,3 mg/100g sveže mase), najskromnejša vrednost pa je bila zabeležena pri sorti 'Castelfranco' (5,2 mg/100g sveže mase). V povprečju pa so bili s tem vitaminom najbogatejši zunanji listi. Dobljeni rezultati se ujemajo z analizami, ki so že bile opravljene na radiču (Černe in Vrhovnik, 1992). C vitamin v sveži zelenjavi je tudi pomemben reducent, ki pripomore k inhibiranju tvorbe nitrozaminov (Machlin in Hueni, 1997).

Najmanjšo višino glave/rozete je dosegla sorta 'Anivip' (14,2 cm), najbolj pa so zrastle rastline sorte 'Monivip' (18,6 cm). Najskromnejši premer je bil zabeležen pri sorti 'Castelfranco' (6,9 cm) in pri sorti 'Anivip' (7,1 cm). Največjo širino oziroma premer pa smo izmerili pri sorti 'Treviški' (9,4 cm).

Največje število listov je imela sorta 'Treviški' (33,8 listov/glavo), najmanj bujno rozeto pa sta imeli sorti 'Castelfranco' (22,1 listov/glavo) in 'Anivip' (21,4 listov/glavo). Sorta 'Anivip', je v rozeti imela najmanj listov, najmanj nagnitih oziroma bolnih listov in sicer v povprečju le 0,6 nagnitega lista/glavo pa je imela sorta 'Castelfranco'. Kot najbolj podvržena gnitju pa se je izkazala sorta 'Treviški' z 1,6 nagnitega lista/glavo.

V povprečju so največjo maso glave/rozet dosegale rastline sorte 'Treviški' (16,8 g/rastlino), ki sta ji sledili sorti 'Monivip' (13,2 g/rastlino) in 'Anivip' (12,4 g/rastlino). Najslabši pridelek pa je dala sorta 'Castelfranco' (8,2 g/rastlino).

5.2 SKLEPI

V magistrskem delu ki smo ga izvedli v raziskovalnem rastlinjaku (steklenjaku) na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo želeli ugotoviti kako izbira sorte in dolžina rastne dobe vpliva na agronomske in prehranske lastnosti siljenega radiča.

V ta namen smo preizkušali štiri sorte radiča in sicer 'Monivip', 'Anivip', 'Treviški' in 'Castelfranco'. Iz rezultatov, ki smo jih pridobili lahko sklepamo:

- s časom siljenja je v vseh delih rastlin delež sušine postopoma upadal;
- največ sušine so vsebovale korenine, sledili so jim peclji, zunanji, srednji in notranji listi;
- ob pobiranju pridelka je, ne glede na del rastline, najmanj sušine vsebovala sorta 'Castelfranco';
- največje vrednosti antioksidacijskega potenciala so imele rastline na začetku siljenja;
- vrednosti antioksidacijskega potenciala so pri vseh sortah postopoma upadale, tako da so bile te najmanjše ob pobiranju pridelka;
- največje povprečne vrednosti antioksidacijskega potenciala smo izmerili pri sorti 'Treviški', najmanjše vrednosti pa so bile ugotovljene pri sorti 'Castelfranco';
- največ skupnih fenolov so vsebovale korenine;

- vrednosti skupnih fenolov so se proti koncu siljenja postopno zmanjševale pri vseh sortah in v vseh delih rastlin;
- največ skupnih fenolov je na koncu poskusa vsebovala sorta 'Treviški';
- med siljenjem se je pri vseh sortah vsebnost vitamina C zmanjšala, največje vrednosti so bile zabeležene pri sorti 'Treviški';
- v povprečju so bili z vitaminom C najbogatejši zunanji listi;
- najmanjšo višino je dosegla sorta 'Anivip', najbolj pa so zrasle rastline sorte 'Monivip', najskromnejši premer je bil zabeležen pri sorti 'Castelfranco' in pri sorti 'Anivip', medtem ko je največjo širino dosegla sorta 'Treviški';
- največje število listov smo našli pri sorti 'Treviški', najmanj bujno rozeto pa sta imeli sorti 'Castelfranco' in 'Anivip';
- najbolj podvržena gnitju je bila sorta 'Treviški';
- največjo maso glave/rozet je dosegla sorta 'Treviški.'

6 POVZETEK

Radič je s svojim prijetnim, intenzivnim okusom in dekorativno paleto barv v zadnjih letih nedvomno vsestransko uporabna zelenjadnica. S prehranskega stališča je radič vir nekaterih pomembnih komponent, ki ugodno vplivajo na naše zdravje (vitamini, minerali, antioksidanti in vlaknine). Radič se lahko uporablja tako v poletnem kot v zimskem času, ko je sveže listnate zelenjave na voljo manj in lahko pomembno zapolni potrebe po nekaterih prehranskih komponentah. Vsebuje grenčino imenovano intibin, ki mu daje prijeten grenko trpek okus.

Postopki pridelovanja radiča v zimskem času so manj razširjeni. Siljenje radiča je uveljavljeno predvsem na Goriškem, kjer 'Goriški radič' za beljenje in siljenje pridelujejo že preko sto let.

V naši raziskavi smo želeli analizirati končni pridelek sveže mase in suhe snovi ter spremembe vsebnosti polifenolov, antioksidacijskega potenciala in vitamina C v različnih sortah radiča ('Monivip', 'Anivip', 'Treviški' in 'Castelfranco') med siljenjem. Vsa naštetje parametre smo določali v korenih, pecljih, zunanjih, notranjih in srednjih listih.

Poskus smo zasnovali z neposredno setvijo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Rastline smo ročno izkopali in korene prenesli v Centralni raziskovalni rastlinjak kjer smo jih silili po standardnem postopku. Siljenje je trajalo 20 dni.

Največ sušine smo izmerili na začetku siljenja v koreninah pri sorti 'Monivip', najmanj pa v notranjih listih sorte 'Castelfranco' ob zaključku siljenja. V povprečju so največ sušine vsebovale korenine, sledili so jim peclji, zunanji, srednji in notranji listi. V povprečju je ob pobiranju pridelka, ne glede na del rastline, najmanj sušine vsebovala sorta 'Castelfranco'. Najvišji antioksidacijski potencial so imele vse sorte na začetku siljenja. Ne glede na termin analize smo največji antioksidacijski potencial izmerili v koreninah, sledili so jim peclji, zunanji listi, srednji listi in notranji listi. Med siljenjem je vrednost antioksidacijskega potenciala postopno upadala. Ob koncu poskusa smo največje povprečne vrednosti izmerili pri sorti 'Treviški', najmanjše vrednosti pa so bile ugotovljene pri sorti 'Castelfranco'. Največ fenolnih spojin so vsebovale korenine. Vrednosti so se proti koncu siljenja postopno zmanjševale pri vseh sortah in v vseh delih rastlin. Ob začetku siljenja je imela največ vitamina C sorta 'Treviški', najmanjše vrednosti pa smo izmerili pri sorti 'Castelfranco'. Med siljenjem pa se je pri vseh sortah vsebnost tega vitamina znižala. Ob zaključku siljenja smo največ vitamina C izmerili pri sorti 'Treviški', najskromnejša vrednosti pa so bile zabeležene pri sorti 'Castelfranco'. V povprečju pa so bili s tem vitaminom najbogatejši zunanji listi.

V povprečju so največjo maso glave/rozet dosegale rastline sorte 'Treviški' (16,8 g/rastlino), ki sta ji sledili sorti 'Monivip' (13,2 g/rastlino) in 'Anivip' (12,4 g/rastlino). Najslabši pridelek pa je dala sorta 'Castelfranco' (8,2 g/rastlino).

7. VIRI

- Abram V. 2000. Antioksidativno delovanje flavonoidov. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 26. in 27. oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23-25
- Angerer T. 1990. Koledar 1991 biološkega vrtnarjenja. Zdravje, 22,12:1-10
- Babik, J. 1998. The influence of root size and water temperature during forcing on growth of witlof chicory (*Chicorium intybus* L var. *foliosum*).- Vegetable Crops Research Bulletin, 49: 35-40
- Bajec V. 1988. Vrtnarjenje na prostem, pod folijo in steklom. Ljubljana, Kmečki glas: 417 str.
- Černe M. 1992. Vrtnine v kolobarju. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenija: 26 str.
- Černe, M., Vrhovnik, I. 1992. Vrtnine, vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, Kmečki glas: 16-63
- Foyer C.H. 1993. Ascorbic acid. V: Antioxidants in higher plants. Alscher R.G., Hess J.L. (eds.). Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc.: 32-58
- Golob, T. 2000. Vsebnost vitamina C v zelenjavi v zimskem času. Sod. kmet., 33, 11/12: 484-485
- Hill, D., E. 2000. Yield and quality of witloof chicory (Belgian Endivie) grown using weighted insulation. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, Bulletin 967: 1-8
- Hribar J., Vidrih R. 2001. Sadje, zelenjava – funkcionalna živila? V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 233-234
- Jensen M.H., Collins W.L. 1985. Hydroponic vegetable production. Horticultural Reviews, 7: 180-184
- Jošar T., Sever M., Vogrin M. 2015. Ekološko vrtnarjenje za vsakogar. Ljubljana, Mladinska knjiga: 230 str.
- Košmerl T., Kač M. 2007. Osnovne kemijske in senzorične analize mošta in vina: laboratorijske vaje za predmet Tehnologija vina. 3. izd., popravljena in dopolnjena. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 106 str.
- Kerin D. 1993. Vse o zelenjavi. Maribor, Založba Obzorje Maribor: 72 str.
- Krahnstover K. 1997. Physiologische Anomalien bei Chicoree. Gemüse, 33, 9: 506-509
- Kreft I., Škrabanja V., Bonafaccia G. 2000. Temelji prehranskih in biotskih vplivov antioksidantov. 20. Bitenčevi živilski dnevi 2000. 26 in 27. oktober, Portorož, ur. B.Žlender, L. Gašperlin. Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Ljubljana: 33-38
- Krug H. 1991. Gemüseproduktion. Hamburg, Verlag Paul Parey: 451 str.
- Lesinger I. 2005. Zdravilnost zelenjave, sadja in začimb. Ljubljana, Modrijan: 272 str.

- Leskovec E. 1969. Morfološke značilnosti važnejših zelenjadnic. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 53 str.
- Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić D. 2002. Povračarstvo. Čakovec, Zrinski: 576 str.
- Lips, J., Cappelle, W. and Moermans, R. 1989. Pre-cooling or an artificial stimulation of the maturation process of witloof-roots (*Cichorium intybus* L.) for early forcing. Acta Horticulturae, 258: 31-36
- Machlin, L.J., Hueni, J. E. S. 1997. Vitamins basics. 2nd ed. Basel, F. Hoffmann- La Roche Ltd: 21-24
- Maček J. 1991. Za zdrave rastline. Celje, Mohorjeva družba: 187 str.
- Martinčič A., Sušnik F. 1984. Mala flora Slovenije (Praprotnice in semenke). Ljubljana, DZS: 592 str.
- Matotan Z. 1994. Proizvodnja povrča. Zagreb, Nakladni zavod Globus: 139 str.
- Osvald J. 1979. Siljenje in beljenje radiča. Moj mali svet, 11, 10: 24-25
- Osvald J. 1994. Siljenje radiča. Moj mali svet, 26, 11: 27-28
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, Kmečki glas: 84-86
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2003. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana, Kmečki glas: 123-130
- Pajmon A. 2000. Škodljivci solatnic. Sodobno kmetijstvo, 33, 6: 280-282
- Papetti A., Mascherpa D., Carazzone C., Stauder M., Spratt D. A., Wilson M., Pratten J., Ciric L., Lingström P., Zaura E., Weiss E., Ofek I., Signoretto C., Pruzzo C., Gazzani G. 2013. Identification of organic acids in *Cichorium intybus* inhibiting virulence-related properties of oral pathogenic bacteria. Food Chemistry, 138, 2: 1706-1712
- Parađiković N. 2009. Opće i specialno povračarstvo. Osijek, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera: 430-434
- Pavlek, P. 1985. Specialno povračarstvo. Zagreb: 384 str.
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 277 str.
- Pimpini F., Chillemi G. 1994. Radicchi veneti, l'evoluzione delle tecniche. Colture protette, 23, 41: 50-52
- Pimpini F., Chillemi G., Lazzarin R., Bertolini P., Marchetti C. 2002. Il radicchio rosso di Chioggia. Aspetti tecnici ed economici di produzione e conservazione. Legnaro, Veneto Agricoltura: 81 str.
- Plestenjak A., Golob T. 2000. Analiza kakovosti živil. 2. izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 102 str.
- Regos I., Treutter D. 2010. Optimization of a high-performance liquid chromatography method for the analysis of complex polyphenol mixtures and application for sainfoin extracts (*Onobrychis viciifolia*). Journal of Chromatography A, 1217, 40: 6169-6177

- Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2, 4: 152-159
- Rossetto M., Lante A., Vanzani P., Spettoli P., Scarpa M., Rigo A. 2005. Red chicories as potent scavengers of highly reactive radicals: A study on their phenolic composition and peroxy radical trapping capacity and efficiency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 21: 8169-8175
- Rudan Tasič, D. 2000. Vitamin C, vitamin E in koencim Q10. Antioksidanti v živilstvu, 20. Bitenčevi živilski dnevi 2000. Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Ljubljana: 40-48
- Shao H., Chu L., Shao M., Cheruth A.J., Mi H. 2008. Higher plant antioxidants and redox signaling under environmental stresses. *Biologies*, 331: 433-441
- Sharma Y.K., Davis K.R. 1997. The effects of ozone on antioxidant responses in plants. *Free Radical Medicine and Biology*, 23, 480-488
- Šuput D., Kamarič L. 1998. Prosti radikali. V: Izbrana poglavja iz patološke fiziologije. S. Ribarič (ur.), Ljubljana: 23-24
- Tausz M., Kranner I., Grill D. 1995 Simultaneous determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in plant materials by high performance liquid chromatography. *Phytochemical Analysis*, 17: 136-141
- Treutter D. 2010. Managing phenol contents in crop plants by phytochemical farming and breeding-visions and constraints. *International Journal of Molecular Sciences*, 11, 3: 807-857
- Vardjan F. 1987. Vrtno zelenjadarstvo. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 285 str.
- Willfort R. 1971. Zdravilne rastline in njihova uporaba. Maribor, Založba Obzorje Maribor: 244 str.
- Žnidarčič D., Osvald J., Trdan S. 2004. Plant characteristics for distinction of red chicory (*Chicorium intybus* L. var. *Silvestre* Bisch.) cultivars grown in central Slovenia. *Acta Agriculturae Slovenica*, 83, 2: 251-260
- Žnidarčič D. 2010. Radič uživamo vse leto. *Gaia*, 16, 151: 12-13

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, prof. dr. Draganu ŽNIDARČIČU za pomoč in nasvete pri izdelavi magistrske naloge.

Za pregled magistrskega dela se zahvaljujem tudi ostalim članom komisije: prof. dr. Rajku VIDRIHU in prof. dr. Gregorju OSTERCU. Dr. Karmen STOPAR se zahvaljujem za natančen pregled magistrskega dela.