

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Aida PJANIĆ

**PRIDELEK IN BIOKEMIČNE LASTNOSTI
RADIČA (*Cichorium intybus* L.), GOJENEGA NA
PLAVAJOČEM SISTEMU IN V TLEH**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študijski program – 2. stopnja

Ljubljana, 2017

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Aida PJANIĆ

**PRIDELEK IN BIOKEMIČNE LASTNOSTI RADIČA (*Cichorium
intybus* L.), GOJENEGA NA PLAVAJOČEM SISTEMU IN V TLEH**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študijski program – 2. stopnja

**YIELD AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF CHICORY
(*Cichorium intybus* L.) GROWN IN FLOATING SYSTEM AND IN
THE SOIL**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2017

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

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

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: doc. dr. Ana SLATNAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je magistrsko delo 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.

Aida PJANIĆ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Du2
DK UDK 635.54:633.78:631.589.2:631.559(043.2)
KG vrtnarstvo/radič/hidroponika/pridelek/biokemične lastnosti
KK AGRI
AV PJANIĆ, Aida
SA ŽNIDARČIČ, Dragan (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2017
IN PRIDELEK IN BIOKEMIČNE LASTNOSTI RADIČA (*Cichorium intybus* L.),
GOJENEGA NA PLAVAJOČEM SISTEMU IN V TLEH
TD Magistrsko delo (Magistrski študijski program – 2. stopnja)
OP IX, 40 str., 15 pregl., 18 sl., 51 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Poskus je potekal od 15. maja do 10. oktobra 2015 v raziskovalnem rastlinjaku (steklenjaku) in plastenjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani (nadmorski višini 305 m; $\varphi = 46^{\circ} 3' 23''$; $\lambda = 14^{\circ} 30' 29''$). V raziskavi smo primerjali gojenje glavnatega radiča (*Cichorium intybus* L.) na dveh sistemih in sicer na hidroponskem (plavajočem sistemu in v tleh). Namen poskusa je bil ugotoviti, kako različna pridelovalna sistema vplivata na količino pridelka in kakovost rastlin. V poskus smo vključili 3 sorte radiča: 'Leonardo' 'Rubro' in 'Cornelli'. Sadike so bile vzgojene v neogrevanem rastlinjaku. Setev je bila opravljena 15. 5. 2015 v setvene plošče s 84 celicami. Uporabljen je bil substrat Gramoflor za zelenjadnice. V času tehnološke zrelosti smo na naključno izbranih rastlinah ovrednotili: dolžino korenin, višino in širino glavic ter zbitost glavic. S pomočjo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC) smo analizirali tudi vsebnost nekaterih bioaktivnih snovi. Identificirali in ovrednotili smo 3 vrste rastlinskih pigmentov in sicer ksantofile, karotene in klorofile. Dobljene rezultate smo obdelali z multifaktorsko analizo ANOVA. Glede morfoloških lastnosti in tržnega pridelka smo ugotovili, da je najboljši izbor plavajoči sistem. Največjo maso glavic so imele rastline sorte 'Rubro' na plavajočem sistemu (325 g), najmanjšo pa rastline sorte 'Corelli' v tleh (142 g). Vsebnost bioaktivnih substanc v rastlinah gojenih v zemlji pa je bila večja v primerjavi z rastlinami iz plavajočega sistema. Ugotovljeno je bilo tudi, da so bile z glivo *Erysiphe cichoracearum* najmanj okužene rastline gojene v tleh.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2
DC UDC 635.54:633.78:631.589.2:631.559(043.2)
CX vegetable growing/chicory/hydroponics/yield/biochemical properties
CC AGRIS
AU PJANIĆ, Aida
AA ŽNIDARČIČ, Dragan (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2017
TI YIELD AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF CHICORY (*Cichorium intybus* L.) GROWN IN FLOATING SYSTEM AND IN THE SOIL
DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
NO IX, 40 p., 15 tab., 33 fig., 51 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The experiment was carried out from may 12th 2015 until October 10th 2008 in a research glass house and plastic greenhouse of the laboratory field of Biotechnical Faculty in Ljubljana (an altitude: 305 m; $\phi = 46^{\circ} 3' 23''$; $\lambda = 14^{\circ} 30' 29''$). There has been made a research of growth headed chicory (*Cychorium intybus* L.) that compared two different systems: hydroponic system (floating system) and production in the soil. It was conducted with the objective of finding the effect of different growing system on quantity and quality of the crops. The experiment included 3 cultivars of chicory: 'Leonardo' 'Rubro' in 'Cornelli'. Seedlings were grown in a unheated greenhouse. Sowing took place on 15. 5. 2015 in seedbed plates with 84 cells. As a substrate it was used Gramoflor for vegetables. At the time of technological ripeness the following evaluation was made on randomly selected plants: roots lenght, height and width of the heads and heads firmnes. The content of some bioactive substances were analysed in the crops with the High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Three classes of pigment were identified and quantified: xanthophylls, carotenes and chlorophylls. The obtained results were statistically processed with multifactor analysis ANOVA. In view the morphological characteristics and marketable yield, we found that the best selection is the mulching system. The maximum weight of above ground part of plant had cv. 'Rubro' on floating system and the light weight in cv. 'Corelli' in soil (142 g). The bioactive substances content of plants grown in soil was higher in comparison of plants grown on a floating system. We also have found out that the least infected plants with fungus *Erysiphe cichoracearum* were in the soil.

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
1.2 NAMEN RAZISKAVE	2
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	2
2 PREGLED LITERATURE	3
2.1 RADIČ (<i>Cichorium intibus</i> L.)	3
2.1.1 Pomen v prehrani	4
2.1.2 Zdravilne lastnosti	5
2.1.3 Tehnologija pridelave	5
2.1.4 Skladiščenje	8
2.1.5 Bolezni	8
2.1.6 Škodljivci	9
2.1.7 Poškodbe zaradi ekoloških dejavnikov	10
2.2. HIDROPONIKA	11
2.2.1 Plavajoči sistem	11
2.2.1.1 Ekološki dejavniki plavajočega sistema	13
2.2.1.2 Hranilna raztopina	14
2.2.1.3 Prednosti in pomanjklivosti plavajočega sistema	15
3 MATERIAL IN METODE DELA	16
3.1 MATERIALI	16
3.1.1 Sortiment radičev vključen v poskus	16
3.1.2 Hranilna raztopina	17
3.2 METODE DELA	18
3.2.1 Plavajoči sistem	18
3.2.2 Tla	18
3.2.3 Analiza morfoloških lastnosti in pridelka	19
3.2.4 Ocenjevanje okužb z radičevo pepelovko (<i>Erysiphe cichoracearum</i> /De Candolle/ex Merat)	19
3.2.5 Analiza biokemijskih parametrov	20
3.2.5.1 HPLC metoda	20
3.2.5.2 Analiza fotosinteznih pigmentov	21
3.2.6 Obdelava podatkov	22
4 REZULTATI	23
4.1 MORFOLOŠKE LASTNOSTI RASTLIN	23

4.1.1	Višina glavic/rozet	23
4.1.2	Širina glavic/rozet	24
4.1.3	Zbitost glavic/rozet	25
4.1.4	Dolžina korenin	26
4.2	INDEKS OKUŽBE Z RADIČEVO PEPELOVKO	27
4.3	MASA GLAVIC(ROZET) IN TRŽNI PRIDELEK	28
4.4	BIOKEMIČNE LASTNOSTI RASTLIN	29
4.1.1	Vsebnost klorofila	29
4.4.2	Vsebnost karotena	30
4.4.3	Vsebnost ksantofilov	31
4.4.3.1	Vsebnost luteina	31
4.4.3.2	Vsebnost violaksantina, anteraksantina, zeaksantina in VAZ	32
4.4.3.3	Vsebnost neoksantina	33
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	34
5.1	RAZPRAVA	34
5.2	SKLEPI	36
6	POVZETEK	37
7	VIRI	38
ZAHVALA		

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Načrtovanje gnojenja radiča (Osvald, 2003)	7
Preglednica 2: Koncentracije makro in mikro hranil, ki se pojavljajo v hranilnih raztopinah (Jones, 2005)	14
Preglednica 3: Količina makro elementov za pripravo hranilne raztopine (Howard in Resh, 2009)	17
Preglednica 4: Količina mikro elementov za pripravo hranilne raztopine (Howard in Resh, 2009)	17
Preglednica 5: Višina (cm) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja	23
Preglednica 6: Širina (cm) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja	24
Preglednica 7: Zbitost (1 – 5) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja	25
Preglednica 8: Dolžina (cm) korenin radiča pri različnih tehnologijah gojenja	26
Preglednica 9: Indeks okužbe (1 – 6) radiča z radičevo pepelovko pri različnih tehnologijah gojenja	27
Preglednica 10: Masa glavic/rozet (g) in tržni pridelek (kg/m ²) radiča pri različnih tehnologijah gojenja	28
Preglednica 11: Vsebnost klorofila <i>a</i> , klorofila <i>b</i> in skupnega klorofila (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja	29
Preglednica 12: Vsebnost α -karotena, β -karotena in skupnega karotena (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja	30
Preglednica 13: Vsebnost luteina (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja	31
Preglednica 14: Vsebnost violaksantina, anteraksantina in zeaksantina (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja	32
Preglednica 15: Vsebnost neoksantina (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja	33

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Izvor radičev italijanske pokrajine Veneto (Pimpini in sod., 2002)	3
Slika 2: Plavajoči sistem (foto: D. Žnidarčič)	12
Slika 3: Sorta 'Leonardo' (levo) in sorta 'Rubro' (desno) (foto: D. Žnidarčič)	16
Slika 4: Sorta 'Corelli' (foto: D. Žnidarčič)	17
Slika 5: Shema prereza bazena in stiroporne plošče (a-višina plošče 1 m, b-dolžina plošče 0,5 m, c-premer odprtine 5 cm)	18
Slika 6: Radičeva pepelovka (<i>Erysiphe cichoracearum</i> /De Candolle/ex Merat) (foto: D. Žnidarčič)	19
Slika 7: Kromatogram vsebnosti rastlinskih pigmentov v vzorcu (1- neoksantin, 2-violaksantin, 3-antheraksantin, 4- lutein, 5- zeaksantin, 6-klorofil b, 7-klorofil a, 8- α -karoten; 9- β -karoten)	21
Slika 8: Višina (cm) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka	23
Slika 9: Širina (cm) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka	24
Slika 10: Zbitost (1 – 5) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka	25
Slika 11: Dolžina (cm) korenin radiča pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka	26
Slika 12: Indeks okužbe (1 – 6) radiča z radičevo pepelovko pri različnih tehnologijah gojenja	27
Slika 13: Masa glavic/rozet (g) radiča pri različnih tehnologijah gojenja	28
Slika 14: Vsebnost klorofila a, klorofila b in skupnega klorofila (mg/100 g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja	29
Slika 15: Vsebnost α -karotena, β -karotena in skupnega karotena (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja	30
Slika 16: Vsebnost luteina (mg/100 g) v radiču pri različnih tehnologijah	31

Slika 17:	Vsebnost violaksantina, anteraksantina in zeaksantina (mg/100 g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja	32
Slika 18:	Vsebnost neoksantina (mg/100 g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja	33

1 UVOD

Radič (*Cichorium intybus* L.) se kot zelenjadnica prideluje v Evropi že od leta 1500. Kot zdravilno rastlino in solatnico pa so jo poznali in gojili že Egipčani, Grki in Rimljani. Radič omenja že rimski zgodovinar Plinij, ki je zapisal, da so ga prvi vzgojili Egipčani iz njegove predhodnice divje cikoriije (*Chicorium intybus* L. var. *silvestre*), razširjene v Evropi, severni Afriki, na Bližnjem vzhodu in v Sibiriji. Za prehrano pa so ga uporabljali in cenili tudi stari Grki in Rimljani (Žnidarčič, 2010).

Pridelava radiča je bila v preteklosti zelo močno razširjena tudi na območju Slovenije, tako ga na primer na Goriškem gojijo že od leta 1880, kjer je še danes najbolj razširjena avtohtona populacija 'Goriški radič' s številnimi različicami. Zaradi svojevrstnega grenkega okusa in visoke dietetične vrednosti pa postaja vse bolj priljubljena vrtnina tudi v preostalih delih Slovenije. Kupci lahko vse leto izbirajo med zelenimi, pisanimi ali rdečimi glavnatimi, rozetastimi ali siljenimi tipi radičev (Žnidarčič, 2016).

Za pridelavo je radič nezahtevna kultura, ki dobro prenaša nizke temperature, zato se lahko pobira tudi pozno jeseni in uživa v zimskem delu leta. Radič predstavlja tudi pomemben vir vitaminov in hranljivih snovi ter bioaktivnih komponent s precejšnjim antioksidativnim potencialom (Černe, 1992), ki so pomembne za človekovo zdravje (Černe in Vrhovnik, 1992). Zato je uživanje tovrstne solatnice zanimivo tudi s prehrabnega stališča predvsem zaradi vsebnosti polifenolov in antioksidantov, ki imajo preventivno vlogo pri preprečevanju različnih bolezni. Vsebnost aktivnih spojin je zelo odvisna od sorte, pridelovalnih in skladiščnih razmer.

Glede na lastnosti vrst oziroma sort, radič gojimo kot rezanega (solatnik), vrtnega (spomladi spodrezujemo na novo odgnale rozete) ali pa glavnatega. Še posebej pa je veliko povpraševanje po radiču v zimskem času, ko ponudba zelenjave z domačega vrta v glavnem presahne. Zato z izbiro primernih sort, načina in tehnik pridelovanja lahko pripomoremo k boljši preskrbi trga prav v času, ko je na razpolago manj sveže domače zelenjave (Žnidarčič, 2016).

Vedno večja konkurenca in nižje cene hrane pridelovalce silijo v bolj intenzivno pridelavo, saj se povpraševanje po vrtninah povečuje. Hkrati pa so domači pridelovalci zaradi nizkih cen uvoženih vrtnin prisiljeni povečevati hektarske donose in nižati cene pridelka. Ena izmed nadomestnih rešitev, ki omogoča izrabo tal tudi na degradiranih območjih je uporaba breztalnega sistema gojenja – hidroponika. Ta sistem se uporablja tam, kjer lahko vzgajamo zelenjavo na omejenih površinah ter tako povečamo izrabo prostora. Hkrati pa je to način, ki zahteva veliko začetne investicije in znanja.

Ena od hidroponskih tehnik pridelave listnate zelenjave so tudi tekočinski sistemi. Pri takoiimenovanem plavajočem sistemu bolj učinkovito izrabljamo vodo, ki postaja redek vir na območju Evrope in zahodnih držav, kjer se hidroponska praksa širi tudi na bolj suha

območja. Zadnja leta postaja gojenje na plavajočem sistemu ena izmed najbolj razširjenih tehnik pridelave visoko kakovostne, sveže listnate zelenjave kot je solata, endivija, rukvica, vodna kreša, radič, zimska solata in motovilec (Tomasi in sod., 2015).

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Namen poskusa, ki smo ga izvedli v plastenjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete je bil ugotoviti ali je plavajoči sistem primeren tudi za gojenje radiča oziroma, ali bi s to tehniko lahko dosegli boljše rezultate tako glede pridelka kot kakovosti v primerjavi z gojenjem v tleh.

V poskus so bile vključene tri sorte radiča 'Corelli', 'Rubro' in 'Leonardo', ki smo jih gojili v nadzorovanih agroekoloških razmerah.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo, da bodo nekatere sorte radiča, ki bodo gojene na plavajočem sistemu imele boljši pridelek in nekatere biokemične lastnosti v primerjavi z rastlinami gojenimi na tradicionalni način v zemlji.

2 PREGLED LITERATURE

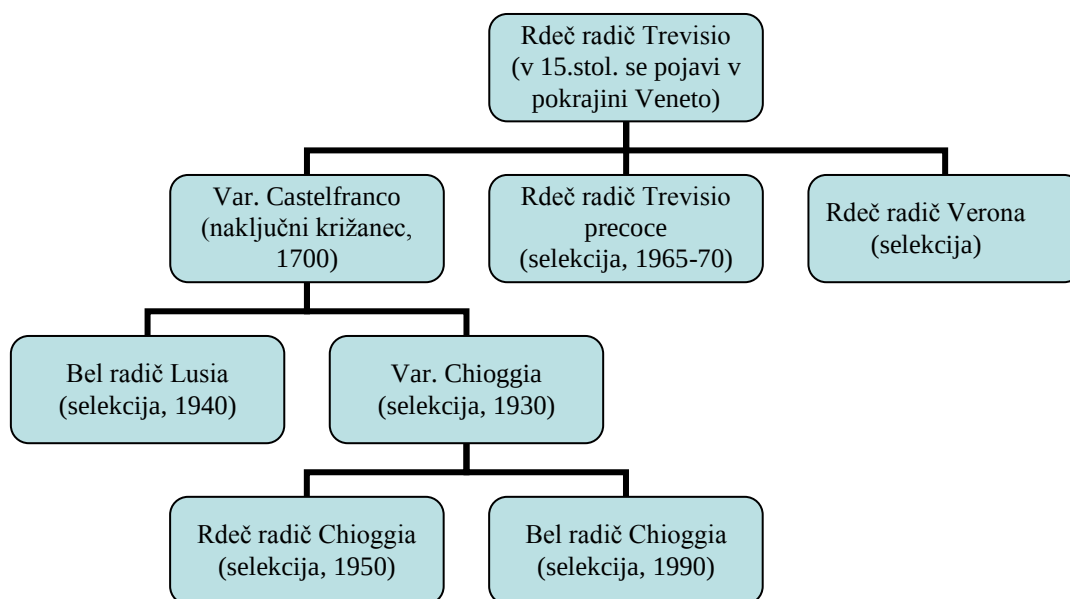
2.1 RADIČ (*Cichorium intibus* L.)

Radič (*Cichorium intibus* 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 intibus* L. var. *sylvestre* Vis., ki jo najdemo v livadni flori povsod po Evropi, Severni Afriki in Aziji vse do Sibirije. Iz divje oblike izhajata 2 različici in sicer (Žnidarčič, 2011):

- cikorija (*Cichorium intibus* 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 intibus* L. var. *sativum* D.C) izhajajo iz divje cikorije ali potrošnika (*Cichorium intybus* L var. *sylvestre*), 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 ali papus je 8 do 10-krat krajša kot plod (Lešić in sod., 2002).



Slika 1: Izvor radičev italijanske pokrajine Veneto (Pimpini in Chillemi, 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).

Radič je dvoletnica, prvo leto se razvije močna korenina in rozeta, drugo leto po obdobju vernalizacije (obdobje nizkih temperatur, pod -5°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 filamenti priraslo na venec, njihove antere pa so zrasle v cev, v katero se izloča pelod. Vrat pestiča je zelo dolg, pokrit z dlavicami 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 približno od 600 do 900, v enem litru pa od 300 do 400 g semen. Kalivost semena traja od 4 do 6 let (Leskovec, 1969; Osvald in Osvald-Kogoj, 1999; 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 Pomen v prehrani

Radič je znan po organskih kislinah in grenčini (intibin), ki dajejo jedi prijeten okus. Bogat je z vitamini in minerali. Za prehrano se uporablja kot sveža solata (solatnik, siljeni in glavnati radič) ali kuhan. V kuharskih knjigah lahko najdemo več kot 600 receptov za pripravo radiča.

Zaradi pestrosti vrst radiča in dobre odpornosti proti nizkim temperaturam lahko uživamo to vrtnino vse leto. Za prehrano uporabljamo rezanega (solatnik), vrtanega (spomladansko spodrezovanje nanovo odgnalih rozet), siljenega (v zimskem obdobju) ali kot glavni radič. Najbolj je razširjena uporaba presne solate z raznimi dodatki – začimbami. Radič je zelo cenjen kot dodatek številnim drugim jedem (svež, kuhan, v rižotah...). Uporablja se tudi za krašenje raznih jedi (plošč in narezkov). Uživamo lahko vse dele rastline – korene, liste, glavice, stebila in celo cvetove (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Najbolj zdravo je uživanje svežih solat, ki jim po želji dodamo kuhan fižol ali krompir. Sorte poznega treviškega lahko pripravimo na žaru, v pečici s sirom s testeninami in rižotami (Žnidarčič, 2010).

2.1.2 Zdravilne lastnosti

Tako kot ostala listnanta zelenjava vsebuje radič velik delež vode ter relativno majhen delež beljakovin, sladkorjev in maščob. S prehranskega stališča ima torej nizko energetske vrednosti, 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, še posebej, ker je razmerje med natrijem in kalijem ugodno (Vardjan, 1987).

Pomembna sestavina radiča je inulin. Z inulinom označujemo mešanico heterogenih fruktoznih polimerov, ki so v naravi zelo razširjeni in predstavljajo rezervne ogljikove hidrate v rastlinah. Gre za polidisperzni fruktan, mešanico oligomerov in polimerov fruktoze, s polimerizacijsko stopnjo od 2 do 60. Zanimanje za inulin sovпада z razmahom funkcionalnih živil. Inulin spada med fiziološko aktivne sestavine (karotenoidi, flavonoidi, indoli, izotiocianati, inulin/oligofruktoza in sestavine z žveplom), ki jim pripisujejo pozitivne zdravstvene učinke, preventivno delovanje pred določenimi boleznimi oziroma ugoden vpliv na počutje. Znanstveno je potrjeno, da ima manjšo energijsko vrednost, igra vlogo prehranskih vlaknin, ugodno vpliva na delovanje črevesja, stimulira rast bifidobakterij, vpliva na večjo absorpcijo kalcija v organizmu in celo upočasni rast nekaterih vrst tumorjev. Živila, ki vsebujejo inulin (večstransko funkcionalno sestavino), so funkcionalna živila (Golob, 2001).

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 pospešuje prebavo, kar zmanjšuje možnost pojavnosti bolezni prebavnega trakta. Čaj iz radiča pomaga celo pri nespečnosti (Kerin, 1993; Parađiković, 2009).

2.1.3 Tehnologija pridelave

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 pognojenih tleh ali v kamniti, pretežki zemlji, se korenine razvejijo in zato niso primerne za siljenje (Bajec, 1988).

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, ponoči pa 9 °C. Rast preneha pri minimalni temperaturi 2 °C in maksimalni temperaturi 30°C. Proti mrazu je radič odpornejši 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).

Ker je radič rastlina dolgega dne, 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 in Kogoj-Osvald, 2003).

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).

Način pridelovanja je odvisen od namena uporabe tako, da radič lahko gojimo za rezanje listov (solatnik); pobiranje glav (glavnati radič) ali siljenje korenov (siljeni radič) (Žnidarčič, 2010):

Količina semena, ki jo potrebujemo za setev se spreminja glede na namen vzgoje (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003):

- od 0,5 do 1,0 kg/ha za pridelovanje glavnatih vrst radiča (za vzgojo sadik od 0,3 do 0,5 kg/ha in od 1,0 do 1,5 kg/ha za neposredno setev);
- od 3 do 4 kg/ha za radič za siljenje (pri natančni setvi in pri namakanju 1 kg/ha);
- od 20 do 25 kg/ha semena radiča solatnika za gosti posevek.

Glavnate sorte sejemo v vrsto, odvisno od načina gojenja 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 sejalniciami. 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 sajenja. 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 in Kogoj-Osvald, 2003).

Tal na katerih pridelujemo radič, praviloma ne gnojimo s svežim hlevskim gnojem, pač pa gnojimo predhodnemu 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 P_2O_5 in od 1,5 do 2,0 kg K_2O . Gnojenje s P_2O_5 in K_2O 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 P_2O_5 /ha in s 100 do 150 kg K_2O /ha (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Preglednica 1: Načrtovanje gnojenja radiča (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003)

Načrtovanje gnojenja radiča	Količina hranil v kg/ha				
	N	P_2O_5	K_2O	MgO	CaO
Odvzem hranil v kg s pridelkom/1000 kg	2,4	0,8	4,2	0,8	1,1
Nmin vrednost v kg/ha					
- pri eni analizi tal (globina 0-30 cm) (merjeno ob zasnovi posevka)	140				
- pri dveh analizah tal (globina 0-30 cm) (ob zasnovi posevka)	50				
- 6 tednov pozneje	135				
- ostanki v tleh po spravilu	40				
Odvzem hranil s tržnim pridelkom 30 t/ha	72	24	126	24	33
Ostane hranil v žetvenih ostankih 20 t/ha	48	16	84	16	22
Okvirna priporočena gnojilna norma	120	(80 – A) 40 (20 – D)	(250 – A) 210 (105 – D)	40	55
Temeljno (založno) gnojenje	40	30	120	30	40
Dognojevanje	80	10	90	10	15
- klasično	80	10	90	10	15
- fertiirigacijsko	10				
- foliarno	10	5	10	6	10

2.1.4 Skladiščenje

Sveže rastlinsko tkivo vsebuje med 75 % in 95 % vode. Med shranjevanjem tkivo vodo izgublja. Pri listnati zelenjavi so kritične izgube vode, ki zniža kakovost že med 3 in 5 %, zato izgube čim bolj preprečujemo. Navadno so izgube vezane tudi s poslabšanjem strukture in izgubo vitamina C.

Ker je notranja atmosfera v tkivu z vlago skoraj zasičena, se ta izgublja predvsem skozi pore in lenticule in to tem bolj, čim manjša je zasičenost okoliškega zraka. Da bi v hladilnicah dosegli 90 % relativno vlažnost, je veliko pomembnejše, da imajo v celicah montirana hladilna telesa dovolj velike površine. Radič nima velike intenzitete dihanja, prav tako je nizka produkcija etilena. Izpostavljenost etilenu doprinese k povečanemu temnenju oboda listov in nastanku glivičnih bolezni (Hribar in Vidrih, 2001).

Radiču s hlajenjem ohranimo kakovost od 5 do 30 dni pri temperaturi od 0 °C do 4 °C ter visoki relativni vlažnosti (> 95 %), odvisno od sorte. Pri skladiščenju vrtnin je bistvena tudi relativna vlažnost zraka. Pri višji vlažnosti oziroma pri zraku, ki je z vlago bolj zasičen, je izhlapevanje vode iz rastline manjše, zato so manjše tudi skupne izgube teže. Vendar izhlapevanje ne zmanjšuje le gospodarske vrednosti skladiščenih vrtnin zaradi manjše teže, temveč vpliva na videz in kakovost skladiščenega blaga. Izgube teže do 3 % se še ne poznajo občutno, kjer pa presegajo 5 % teže, se to že močno pozna, listi so uveli, zgubani in manj sveži. Pri temperaturah od 0 °C do 5 °C naj bi bila relativna vlažnost zraka med 85 % in 95 %, pri temperaturah do 8 °C pa med 75 % in 85 % (Hribar, 2003).

Optimalne razmere za skladiščenje radiča so v modificirani atmosferi z 10 % kisika in 10 % ogljikovega dioksida pri temperaturi 5 °C (Vanstreels in sod., 2002).

2.1.5 Bolezni

Najpogostejše bolezni, ki se pojavljajo na radiču so (Maček, 1991):

- Bela gniloba (*Sclerotinia sclerotiorum* /Lib./ De Bary), ki uničuje rastline med rastjo in povzroča gnitje korenov in drugih organov že tudi med rastjo in v shrambah 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;
- Črna listna pegavost radiča (*Alternaria cichorii* Nattr), ki na listih radiča tvori drobne, temnosivorjave ali črnkaste, okrogle pege. 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 vlažnem in toplem vremenu se pege naglo večajo, med seboj spajajo, tako da gnijejo celi listi. Pri suhem vremenu bolezen zastane v rasti, pege so svetlejše 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 bolezni največji, odmrejo cele rastline;

- Radičeva pepelovka (*Erysiphe cichoracearum*/De Candolle/ex Merat), ki na listih radiča lahko v jeseni naredi sivkasto prevleko. 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;
- Radičeva rja (*Puccinia hieracii* f. sp. *cichorii* /De Candolle/ Bell.) navadno gospodarsko ni pomembna. Na listih in steblih se, zlasti v vlažnem jesenskem času, pojavijo rjave okrogle točke.

2.1.6 Škodljivci

Radič najpogosteje ogrožajo naslednji škodljivci (Pajmon, 2000):

- Bramor (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.), ki 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;
- Koreninske uši (*Pemphigidae* spp.), ki 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;
- Listne uši (*Aphididae* spp.), ki veliko škode povzročijo s sesanjem rastlinskih sokov na listih, so pa tudi prenašalke virusnih bolezni;
- Nematode (*Heterodera* spp.) se prenašajo 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;
- 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;

- Strune (*Elateridae*) so 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.

2.1.7 Poškodbe zaradi ekoloških dejavnikov

Najpogostejše poškodbe radiča zaradi ekoloških dejavnikov so (Černe, 200; Maček, 1991):

- poškodbe zaradi mraza; pri ohladitvah se zunanji listi zvijejo, na listnih ploskvah nastanejo izbokline. Površje listov je hrapavo ali razbrazdano. Na spodnji strani listov je povrhnjica večkrat privzdignjena. Listi so krhki. Ko se vreme otopli, rastline normalno rastejo naprej;
- odmiranje listnih robov se pohavi tik pred spravilom, če za oblačnimi dnevi sledijo sončni dnevi. Robovi zunanjih listov, ki pokrivajo glavo nenadoma odmrejo. Najbrž je resnični vzrok poškodbe pomanjkanje kalcija v teh delih listnega tkiva, ki se pojavi zlasti ob preobilnih odmerkih kalija in dušika v amonijevi obliki;
- suhi robovi se pojavijo predvsem na solatnicah v zavarovanih prostorih, če je zaradi nizkih zunanjih temperatur potrebno ogrevanje in je izhlapevanje sorazmerno močno. Na zunanjih listih odmre tkivo v obliki lokov;
- rjavenje listnih žil v bližini listnih robov; najprej porjavijo drobnejše listne žilice v približno 1 do 2 cm širokem pasu od listnega roba, pozneje porjavi tudi listno tkivo med njimi. Rjavenje listnih žil je lahko posledica predolgo trajajoče steklovitosti. Zato moramo po pojavu steklovitosti pospeševati izhlapevanje;
- suhi robni ožig se pojavlja, ko je transpiracija višja kot sprejem vode preko korenin. Zunanji listi se zvijejo, na robovih nastanejo rjave pege in taki deli odmrejo;
- normalni robni ožig se pojavlja na listih, ki se sklepajo v glave. Najprej se na obrobni žilah pojavijo poškodbe, robovi listov porumenijo in kasneje posivijo. Ta ožig se pojavlja če rastline rastejo pri previsoki temperaturi ali v zemlji s previsoko koncentracijo soli in tla niso dovolj vlažna;
- žilni robni ožig; najprej začnejo na mladih listih odmirati listne žile na robovih. Pojavlja se zaradi premajhnega izhlapevanja vode iz listov, vlaga pa zastaja v glavi;
- steklavost se pojavlja v obdobju hitre rasti rastlin. Listna površina je videti kot steklena, ker je celični prostor napolnjen z vodo. Povečati moramo izhlapevanje, zato pokrite prostore ogrevamo in zračimo.

2.2 HIDROPONIKA

Beseda hidroponika izhaja iz dveh grških besed – *hydro*, ki pomeni voda in *ponos*, ki pomeni delo (Manson, 1990). Korenine lahko pri takem načinu gojenja rastejo v zraku, v vodi ali v različnih inertnih in drugih substratih, kot so pesek, mivka, različni gradbeni materiali, kamena volna, ekspanzirana glina, žagovina. Ti substrati so snovi, ki v večini primerov ne spreminjajo svojih kemijskih lastnosti in lastnosti snovi, s katerimi so v stiku. V vodi je raztopljena točno določena količina hranil, ki je potrebna za rast rastlin. Hidroponika se deli na tekočinsko, kjer substrat ni prisoten, ter na agregatno, kjer so prisotni različni substrati, v katerih se lahko rastline razvijajo. Sistem gojenja je primeren za degradirana zemljišča in za območja z omejeno kmetijsko rabo (vodozbirna območja).

Predvsem pa se hidroponika uporablja v zavarovanih prostorih, kjer so rastline zaščitene pred neugodnimi vremenskimi dejavniki, prav tako pa je omogočena kontrola temperature in zračne vlage ter tudi bolezni in škodljivcev (Osvald in sod., 2005).

Hidroponski sistemi so odprti ali zaprti. Pri zaprtih sistemih hranilno raztopino po uporabi obnovimo – uravnavamo pH, dodamo potrebna gnojila ter jo nato ponovno vrnemo v sistem. Pri tem sistemu je raba hranil gospodarnejša, toda pogostejše je uravnavanje in kontroliranje stanja hranilne raztopine. Vsakodnevno je potrebno opraviti meritev električne prevodnosti, na 2 do 3 tedne preverimo vsebnost makroelementov in na 4 do 6 tednov vsebnost mikroelementov.

Pri odprtih sistemih je hranilna raztopina pripravljena sproti. Voda, ki jo uporabimo pri takem sistemu, je lahko slabše kakovosti. Zelo obremenjujoče za okolje je letna izguba hranilne raztopine (2000 m³/ha), ki vsebuje okoli 5 ton hranil. Hranilno raztopino dovajamo na različne načine: kapljično, z razpršilci, z meglilci ali s preplavljanjem. Porabljeno hranilno raztopino lahko uporabimo za gojenje na poljih. Hranila lahko dovajamo neposredno v namakalno napeljavo ali pa jih najprej zmešamo z vodo v velikih rezervoarjih in jo šele nato uporabimo v sistemu (Osvald in Petrovič, 2001).

Breztalno vrtnarjenje je svoj vrh doseglo v 80. letih prejšnjega stoletja. Za to obstaja več razlogov: večji pridelek vrtnin in energijski prihranek, pri tovrstni pridelavi ni težav s talnimi organizmi ter omogočen je večji nadzor nad pridelovalnimi razmerami. Danes so med vodilnimi državami takšnega gojenja vrtnin Nizozemska, Kanada, Nemčija in Avstralija, medtem ko je v Sloveniji uporaba hidroponskih sistemov v širši proizvodnji majhna (Osvald in sod., 2005).

2.2.1 Plavajoči sistem

Sistem vodnih kultur je hidroponska tehnika poznana že iz antičnih časov. Azteška ljudstva so pridelovala zelenjavo na plasteh zemlje nameščene na posebne splave, ki so plaval na vodi. Danes se plavajoči sistem uporablja za pridelovanje tobaka, rezane zelenjave,

začimb, korenovk, itd. Sistemi so postavljeni v zavarovanih prostorih in sicer tako, da so v tla izkopani od 20 do 40 cm globoki bazeni, ki so prevlečeni z neprepustno polietilensko folijo in napolnjeni z vodo in hranilno raztopino, sestavljeno iz mikro in makro elementov (Pasotti in sod., 2003).

Bazeni izkopani v tleh, v poletnih obdobjih ohranjajo hladno hranilno raztopino, kar vpliva na višjo koncentracijo raztopljenega kisika v raztopini, na večjo vsebnost suhe snovi v rastlinah in na manjšo koncentracijo nitratov v listih (Lazzarin in sod., 2007). Za normalno delovanje koreninskega sistema v hranilni raztopini je potrebno napeljati cevke za dovajanje kisika. Cevke napeljemo po dnu bazena in jih priklopimo na kompresor, s katerim nato dovajamo zrak in s tem hranilno raztopino bogatimo s kisikom. Zrak dovajamo tudi tako, da omogočimo kroženje hranilne raztopine. V bazen potopimo podvodno črpalko, ki črpa vodo iz bazena in jo skozi cevko vrača v bazen. S tem, ko se hranilna raztopina po zraku vrača v bazen, se obogati s kisikom iz zraka (Tesi in sod., 2005). Pozorni moramo biti na prehitro prečrpavanje raztopine. Hitro kroženje vode namreč lahko poleg poškodb koreninskega sistema rastlin povzroči še dvigovanje rastlinskih in substratnih usedlin (Jones, 2005).



Slika 2: Plavajoči sistem (foto: D. Žnidarčič)

Rastline so pri plavajočem sistemu vložene v gojitvene plošče ali mreže in nameščene v vodne bazene s hranilno raztopino. Korenine sprejemajo potrebna hranila za rast iz hranilne raztopine obogatene s kisikom in hranili (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Tudi spravilo rastlin je lahko delovno bolj prijazno, ker rastlin ne režemo pri tleh, ampak jih skupaj z gojitvenimi ploščami vzdignemo na višino delovnih miz, kjer jih porežemo. Tako ostanejo tudi listi čisti. Pomembno pa je, da zelenjavo takoj po spravilu - rezanju, spravimo v plastične vreče, da preprečimo njihovo venenje. Listna zelenjava, ki je gojena na plavajočem sistemu namreč običajno vsebuje več vode oziroma ima manj sušine od

zelenjave gojene v tleh. Zato narezana zelenjava hitreje izgubi turgor in oveni (Jakše in Kacjan Maršič, 2008).

2.2.1.1 Ekološki dejavniki plavajočega sistema

Pri gojenju rastlin na plavajočem sistemu moramo biti pozorni na naslednje dejavnike:

- Temperatura vode in zraka: temperatura vode ima pomembno vlogo pri hitrosti razvoja rastlin in pri količini koreninam razpoložljivega kisika. Pri spremembi temperature vode iz 20 °C na 30 °C se absorpcija kisika v koreninah podvoji, vzporedno pa se vsebnost raztopljenega kisika v vodi zmanjša iz 9-10 ppm na 7 ppm, kar pomeni, da se manjše zaloge kisika hitreje porabljajo. Ob višji temperaturi vode je njena sposobnost za zadrževanje kisika manjša in obratno (Lazzarin in sod., 2007). Optimalne temperature za rast, so pri oblačnem vremenu 16 °C, v sončnem 20-23 °C, ponoči 9 °C. Minimalna temperatura za vznik je 2-3 °C, optimalna temperatura za vznik je 18-29 °C. Proti nizkim temperaturam so nekatere sorte odpornejša od solate (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999);
- Oksigenacija O₂: na plavajočem sistemu, kjer se korenine razvijajo v vodi, je dovajanje kisika bistvenega pomena. Še posebej v vročih obdobjih, ko je koncentracija raztopljenega kisika v vodi manjša. Vsebnost kisika je potrebno vzdrževati med 5 in 6 ppm. Veliko vlogo pri plavajočih sistemih ima zračni sistem, ki mora v raztopino dovajati primerno količino kisika in proizvajati čim manjše mehurčke. Manjši mehurčki povečajo stično površino z raztopino in omogočijo boljše raztapljanje plinov, ki bi se v nasprotnem primeru hitreje izgubili. Količina dovedenega zraka je glede na gojeno vrsto rastlin odvisna tudi od temperatur zraka in temperature raztopine. Slednja vpliva na sposobnost vode za zadrževanje kisika (Lazzarin in sod., 2007);
- Električna prevodnost (EC): prevodnost merimo s pomočjo konduktometra; njena oznaka je EC. Enota je milisiemens na centimeter (mS/cm) in se ugotavlja pri 25 °C (Manson, 1990). Z večjo koncentracijo hranil v hranilni raztopini se prevodnost večja, posledično se zmanjšuje topnost kisika v raztopini (Lazzarin in sod., 2007). Prevodnost hranilne raztopine za gojenje solatnic naj bi znašala 2 mS/cm ali manj (Mason, 1990). Električna prevodnost hranilne raztopine ima močan vpliv tudi na organoleptične lastnosti pridelka (Lazzarin in sod., 2007);
- pH vrednost raztopine: pH vrednost merimo s pH metrom. S pH vrednostjo ponazarjamo koncentracijo prostih vodikovih ionov v vodi. Pri pridelovanju rastlin na hidroponski način je za večino rastlin potrebno pH vrednost uravnati med 6 in 6,5. Z dodajanjem kisline HNO₃ (dušikova kislina) ali H₂SO₄ (žveplova kislina) pH vrednost znižujemo, z dodajanjem apna pa pH vrednost zvišujemo (Mason, 1990).

2.2.1.2 Hranilna raztopina

Pri klasičnem oziroma talnem gojenju vrtnin hranila dodajamo v organski (hlevski gnoj, gnojevka, kompost ...) ali anorganski obliki (mineralna gnojila). V breztalnih ali hidroponskih sistemih pa hranilno raztopino pripravimo iz soli, ki vsebujejo potrebna makro in mikrohranila.

Hranilna raztopina je v breztalnih sistemih zelo pomembna, saj dovaja vodo in hranila koreninam rastlin. Pomembno je, da so hranila v hranilni raztopini v pravem razmerju. Sama količina hranil pa je odvisna od vrste rastlin, njihove faze razvoja ter okoljskih dejavnikov.

Preglednica 2: Koncentracije makro in mikro hranil, ki se pojavljajo v hranilnih raztopinah (Fontana in sod., 2003)

Element	Ionska oblika	Koncentracijski gradient ^a (mg/L; ppm)
Makro hranila		
Dušik (N)	NO_3^- , NH_4^{+b}	100 do 200
Fosfor (P)	HPO_4^{2-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-c}$	15 do 30
Kalij (K)	K^+	100 do 200
Kalcij (Ca)	Ca^{2+}	200 do 300
Magnezij (Mg)	Mg^{2+}	30 do 80
Žveplo (S)	SO_4^{2-}	70 do 150
Mikro hranila		
Bor (B)	BO_3^{3-d}	0,30
Klor (Cl)	Cl^-	
Baker (Cu)	Cu^{2+}	0,01 do 0,10
Železo (Fe)	Fe^{2+} , Fe^{3+e}	2 do 12
Mangan (Mn)	Mn^{2+}	0,5 do 2,0
Molibden (Mo)	MoO_4^-	0,05
Cink (Zn)	Zn^{2+}	0,05 do 0,50

^aKoncentracijski gradient je osnovan na trenutnih podatkih, ki jih najdemo v literaturi

^bAmonijev ion lahko korenine rastlin neposredno absorbirajo

^cIonska oblika je odvisna od pH hranilne raztopine

^dMolekulo kisline H_3BO_3 lahko korenine neposredno absorbirajo.

^eIonska oblika elementa je odvisna od pH in nivoja O_2 v hranilni raztopini.

Za pripravo hranilne raztopine je pomembna kakovost vode, s katero raztapljamo soli, ki vsebujejo osnovne hranilne elemente. Predvsem voda ne sme vsebovati preveč natrijevega klorida in karbonatov. Pri tem pa moramo biti pozorni na lastnosti posameznih komponent (soli), da ne pride do obarjanja in kasneje do zamašitve namakalnega sistema (Osvold in Kogoj-Osvold, 2003).

Pri zaprtih sistemih gojenja, kjer hranilno raztopino ponovno uporabimo je pomembno, da hranilno raztopino obogatimo z makro in mikro hranili in prečistimo pred ponovno uporabo. Z razvojem natančnih, računalniško vodenih merilnih naprav, se približujemo času, ko bo mogoče zelo natančno nadzirati makro in mikro hranila hranilnih raztopin.

2.2.1.3 Prednosti in pomanjklivosti plavajočega sistema

Največja prednost tega sistema je enostavno vzdrževanje posevka. Zalivanje in dognojevanje ni potrebno, saj hranilno raztopino sproti obnavljamo. Nimamo težav s plevelom. V primerjavi z gojenjem v tleh ali v organskih substratih je pri plavajočem sistemu rast rastlin nekoliko hitrejša, ker so hranila lahko dostopna in rastlina nima težav z občasnim pomanjkanjem ali viškom vode. Spravilo je delovno bolj prijazno, ker rastlin ne režemo pri tleh, ampak jih lahko z gojitvenimi ploščami vzdignemo na višino delovnih miz.

Plavajoči sistem sodi med najcenejše hidroponske sisteme, saj je investicija manjša kot pri agregatnih sistemih. V primeru izpada elektrike, okvare kompresorja ali podobno, so posledice manj usodne za rastline. pH hranilne raztopine se ohranja dalj časa, ker je prostornina raztopine relativno velika. Tudi rokovanje z rastlinami je lažje, saj jih lahko vzamemo iz raztopine – prestavimo, izmerimo, porežemo in postavimo nazaj na sistem.

Največja pomanjklivost rastlin pridelanih na plavajočem sistemu je, da listna zelenjava praviloma vsebuje več vode oziroma ima manj sušine od zelenjave, ki je gojena v tleh. To posledično vpliva na slabšo skladiščno ali transportno sposobnost teh vrtnin in verjetno tudi na njihove senzorične lastnosti. Zato je pomembno, da zelenjavo takoj po spravilu oziroma rezanju, ohladimo in shranimo v plastično embalažo (Jakše in Kacjan-Maršič, 2008).

3 MATERIAL IN METODE DELA

Poskus je potekal od 15. maja do 10. oktobra 2015 v raziskovalnem rastlinjaku (steklenjaku) in plastenjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani (nadmorski višini 305 m; $\varphi = 46^{\circ} 3' 23''$; $\lambda = 14^{\circ} 30' 29''$). Raziskavo z gojenjem treh sort radiča smo izvedli na plavajočem sistemu in klasično – v tleh. Poskus je bil zasnovan v treh ponovitvah, tako da smo imeli šest obravnavanj. Posamezno ponovitev je predstavljalo po šest rastlin.

3.1 MATERIAL

3.1.1 Sortiment radičev vključen v poskus

V poskus so bile vključene 3 sorte radičev (Zeleni hit, 2015):

- 'Leonardo' je srednje rana sorta glavnatega radiča z okroglimi glavami. Naredi čvrste in velike glavice, ki so dobro zaprte, izenačne, odlične strukture in lepe temno rdeče barve. Okus je rahlo grenkast. Primeren je za poletno in jesensko pridelavo. Dobro prenaša mraz. Lahko ga pobiramo v daljšem časovnem obdobju. Lahko se ga tudi krajši čas skladišči. Je manj občutljiv na ožig listnih robov. Raste 81 dni po presajanju. Priporočena razdalja sajenja je 45 x 35 cm;
- 'Rubro' je pozna sorta z velikimi in težkimi glavicami. Namenjen je za pozno jesensko in zimsko pridelavo. Je zelo odporen proti nizkim temperaturam in prezgodnjemu cvetenju. Rastna doba traja 145 dni;
- 'Corelli' je namenjen pozno jesenski in zimski pridelavi. Sorta je vrhunske kakovosti in daje velike pridelke glavic. Svetlo rdeče glavice so okrogle, čvrste in dobro zaprte. Sorta je tolerantna za cvetenje in za ožig listnih robov. Po presajanju rastlina raste še 125 dni.



Slika 3: Sorta 'Leonardo' (levo) in sorta 'Rubro' (desno) (foto: D. Žnidarčič)



Slika 4: Sorta 'Corelli' (foto: D. Žnidarčič)

3.1.2 Hranilna raztopina

Hranilno raztopino smo pripravili po recepturi Howarda in Resha (2009) v dveh posodah z volumnom 10 l. V prvi posodi smo v vodi raztopili $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, v drugi posodi pa smo raztopili ostala makro hranila. Raztopino smo pripravljali ločeno, saj bi mešanje $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ z ostalimi solmi privedlo do nastanka oborine. Makro hranila smo enakomerno razlili po bazenu, in sicer 1 liter iz prve posode in 1 liter iz druge posode. Posebej smo pripravili še 1 liter koncentrata iz mikroelementov in v bazen (225 l) odmerili 100 ml ter jih enakomerno razlili po bazenu.

Preglednica 3: Količina makro elementov za pripravo hranilne raztopine (Howard in Resh, 2009)

Makroelementi			Koncentracija makroelementov (mg/l)						
Soli	mg/l	g/225 l	N-NO ₃	N-NH ₄	PO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
Ca(NO ₃) ₂	818,8	184,23	140				200		
K ₂ SO ₄	327,9	73,71				63			60,3
KH ₂ PO ₄	219,7	49,43			50	147			
NH ₄ NO ₃	285,7	64,20	100	100					
MgSO ₄ *7H ₂ O	405,6	91,26						40	52,7
Skupno (mg/l)			340		50	210	200	40	113

Preglednica 4: Količina mikro elementov za pripravo hranilne raztopine (Howard in Resh, 2009)

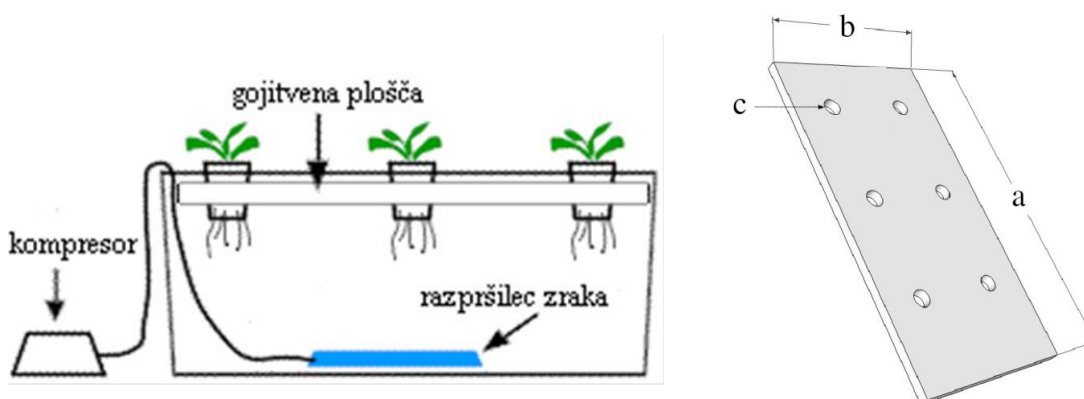
Makroelementi			Koncentracija mikroelementov (mg/l)					
Soli	mg/l	g/225 l	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Fe
H3BO3	2,86	0,6435			0,5			
MnSO4*4H2O	2,03	0,457	0,5					
ZnSO4*7H2O	0,44	0,099		0,1				
CuSO4*5H2O	0,39	0,088				0,1		
Mo klorid	0,12	0,027					0,05	
Fe.kelat	50	11,25						5
Skupno (mg/l)			0,5	0,1	0,5			5

3.2 METODE DELA

3.2.1 Plavajoči sistem

Plavajoči sistem je predstavljal bazen, opremljen s sistemom za dovajanje zraka in stiroporne plošče. Betonski bazen dimenzije 12 m, širine 1 m in globine 35 cm je bil vkopan v tla. Bazen smo prekrili z belo folijo, ki smo jo ob robovih pričvrstili. Sistem za dovajanje zraka smo sestavili iz zračnih difuzorjev, gumijastih cevk in dveh kompresorjev. Bazen smo do višine 10 cm napolnili z vodo, na več mestih dodali gnojilno raztopino, ki smo jo pred tem raztopili v zalivalki. Nato smo dodali vodo, tako da je bilo v bazenu skupaj 225 litrov vode. Vode v času rasti nismo dolivali.

Seme smo posejali 15. maja v gojitvene plošče s 84 vdolbinicami. Uporabljen je bil substrat Gramoflor za zelenjadnice. Ko so imele sadike razvite od 3 do 4 prave liste smo jih presadili v mrežaste lončke s premerom 4 cm. Pri presajanju smo koreninsko grudico obložili s kameno volno. Sadike smo postavili v kadi znotraj steklenjaka in jim dovajali razredčeno hranilno raztopino. 35 dni po setvi smo lončke s sadikami razporedili v luknje na stiropornih ploščah, tako da smo na vsaki plošči imeli 6 sadik. Razdalja med sadikami je znašala 30 x 30 cm. Plošče smo nato položili v bazen.



Slika 5: Shema prereza bazena in stiroporne plošče (a-višina plošče 1 m, b-dolžina plošče 0,5 m, c-premer odprtine 5 cm)

Temperaturo zraka in vode v bazenu smo merili dvakrat tedensko z digitalnim termometrom med 11 in 13 uro. Sočasno smo spremljali elektroprevodnost, pH in delež kisika v hranilni raztopini. Glede na vrednosti elektroprevodnosti in sicer ko so te padle pod 1 mS/cm, smo raztopini dodali hranila.

3.2.2 Tla

Za osnovno obdelavo zemljišča, ki je bilo enakih dimenzij kot bazen smo uporabili prekopne vile. Na podlagi predhodne analize tal smo zemljišče osnovno pognojili s 500

kg/ha kombiniranega gnojila (Multicomb 13-11-20 + mikroelementi). Sadike smo ročno presadili istočasno kot smo postavili stiroporne plošče v bazen. Med rastno dobo smo rastline po potrebi kapljično namakali in dognojevali z vodotopnim gnojilom Kristalon NPK 10-30-20 in NPK 15-5-30.

3.2.3 Analiza morfoloških lastnosti in pridelka

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

- višina glavic/rozete (cm),
- širina glavic/rozete (cm),
- zbitost glavic/rozete (1 - 5),
- dolžina korenin,
- masa tržnih glavic/rozet (g).

3.2.4 Ocenjevanje okužb z radičevo pepelovko (*Erysiphe cichoracearum*/De Candolle/ex Merat)

Pred pobiranjem pridelka smo na štirih rastlinah iz vsake ponovitve ocenjevali stopnjo okuženosti rastlin z radičevo pepelovko. Uporabili smo modificirano 6-stopenjsko EPPO/EPPO številčno lestvico (OEPP/EPPO, 1997):

1. zdrave rastline,
2. do 5 % okužene listne površine,
3. 6 do 10 % okužene listne površine,
4. 11 do 20 % okužene listne površine,
5. 21 do 50 % okužene listne površine,
6. nad 50 % okužene listne površine.



Slika 6: Radičeva pepelovka (*Erysiphe cichoracearum*/De Candolle/ex Merat) (foto: D. Žnidarčič)

3.2.5 Analiza biokemijskih parametrov

Biokemične meritve smo med poskusom opravljali tako, da smo od vsake sorte v obeh obravnavanih naključno izbrali po 10 rastlin.

Kemikalije za analizo pigmentov v listih:

- acetonitril (HPLC-grade proizvajalca Merck, Nemčija),
- bidestilirana voda (HPLC-grade proizvajalca Merck),
- metanol (HPLC-grade proizvajalca Merck),
- aceton (HPLC-grade proizvajalca Merck),
- etilacetat (HPLC-grade proizvajalca Merck).

Raziskovalna oprema:

- laboratorij Katedre za aplikativno botaniko, ekologijo in fiziologijo rastlin Oddelka za agronomijo,
- homogenizator Ultra - turrax (Janke & Kunkel GmbH & Co. KG),
- centrifuga,
- injekcijski filter (RC - Vliesverstarkt filter, Sartorius AG)
- HPLC povezan z računalnikom,
- liofilizator,
- hladilna omara,
- tehnica,
- mlinček na vodno hlajenje,
- sterilizator,
- pH meter,
- magnetno mešalo.

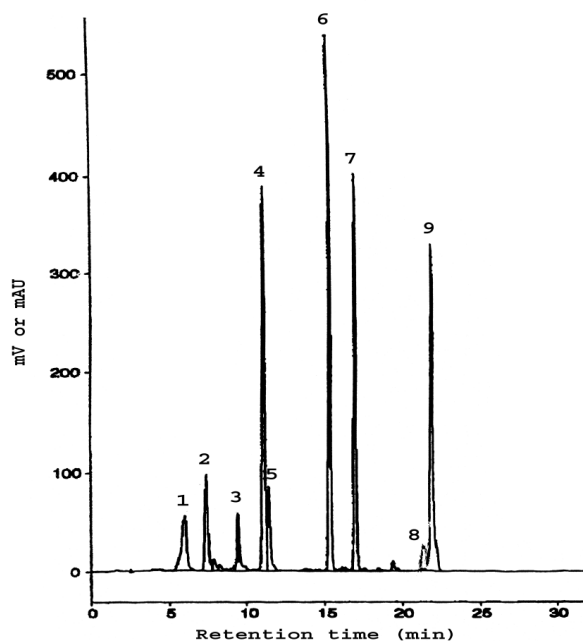
3.2.5.1 HPLC metoda

Rastlinske pigmente smo določali s HPLC (*High Performance Liquid Chromatography* - visoko ločljivostna tekočinska kromatografija). Kromatografija predstavlja vrsto postopkov separacije kemijskih spojin. Osnova vsake kromatografske separacije je v razliki hitrosti migracije posameznih komponent pod vplivom mobilne faze (tekočina, plin), zaradi selektivnega zadrževanja na stacionarni fazi (nemobilna tekočina ali trdna površina). Pri HPLC metodi komponente (topljenec) raztopimo in jih nato pod tlakom do 200 barov potiskamo skozi kolono z delci stacionarne faze (običajne velikosti delcev pod 10 µm). Zaradi izbire ustreznih faz v nekaj minutah dosežemo separacijo večkomponentne mešanice. Kolona, napolnjena z delci, povzroča upor v pretoku tekočine. Različne spojine, ki so v vzorcu, se različno dolgo zadržujejo na koloni in zato prihajajo v različnih časih iz kolone v detektor. Omenjeni čas zadrževanja je pri danih eksperimentalnih razmerah značilen za določeno spojino, je ponovljiv in je ena od osnov za identifikacijo spojine. Signal iz detektorja je speljan do računalnika, ki analizira kromatogram (Slika 7). V zapisu dobimo retenzijski čas, površino in višino vrhov. Na osnovi teh parametrov z relativno

metodo določimo vsebnost snovi v vzorcu. Za analizo rastlinskih pigmentov smo uporabili metodo, ki jo je razvil Pfeifhofer (1989).

3.2.5.2 Analiza fotosinteznih pigmentov

Vzorci za analizo pigmentov smo pripravili tako, da smo v epruveto natehtali 0,1 g zmletih liofiliziranih listov in dodali 5 ml hladnega acetona. Homogenizirali smo 20 sekund na ledu. Uporabili smo homogenizator Ultra - turrax (Janke & Kunkel GmbH & Co, KG). Pri sobni temperaturi smo centrifugirali 5 minut na 4200 obratih/minuto. Supernatant smo prefiltrirali skozi 0,45 μm injekcijski filter (RC - Vliesverstarkt filter, Sartorius AG) v vzorčno stekleničko za analizo. Analizirali smo naslednje pigmente: neoksantin, violaksantin, anteraksantin, lutein, zeaksantin, klorofil a, klorofil b, α -karoten, in β -karoten.



Slika 7: Kromatogram vsebnosti rastlinskih pigmentov v vzorcu (1-neoksantin, 2-violaksantin, 3-anteraksantin, 4-lutein, 5-zeaksantin, 6-klorofil b, 7-klorofil a, 8- α -karoten; 9- β -karoten)

Kromatografski pogoji:

HPLC sistem:

- Spectra - Physics (razplinjevalnik SCM 400 Spectra system, črpalka P 4000 Spectra system, avtomatski podajalnik vzorcev AS 1000 Spectra system)

Detektor:

- UV - vis Spectra focus

Kolona:

- Spherisorb ODS2 5U (5 μm , 250 x 4,6 mm)

Predkolona:

- Spherisorb ODS2 5U (5 μm , 7,5 x 4,6 mm)

Volumen iniciranja:

- 20 µl

Mobilna faza:

- A -100 volumskih enot acetonitrila
-10 volumskih enot bidestilirane vode
-5 volumskih enot metanola
- B -2 volumski enoti acetona
-1 volumska enota etilacetata

Gradient:

- linearni gradient od 10 % B do 75 % B v 18 minutah, nato 75 % do 70 % v sedmih minutah in od 70 % do 100 % v petih minutah

Pretok mobilne faze:

- 1 ml/min

Termostat kolone:

- Mistral tip 88, Spark Holland

T kolone:

- 5 °C

T avtomatskega podajalnika vzorcev:

- 4 °C

Detekcija:

- 440 nm

Trajanje analize:

- 30 min

Operacijski sistem:

- OS/2 standard ed. IBM (SYSLEVEL 5050)

Koncentracije pigmentov smo izračunali po metodi eksterne standarda.

3.2.6 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 HDS testa in so primerjane pri 5 % tveganju.

4 REZULTATI

4.1 MORFOLOŠKE LASTNOSTI RASTLIN

4.1.1 Višina glavic/rozet

V preglednici 5 in na sliki 8 so zbrani rezultati meritev za višino glavic oziroma rozet radiča.

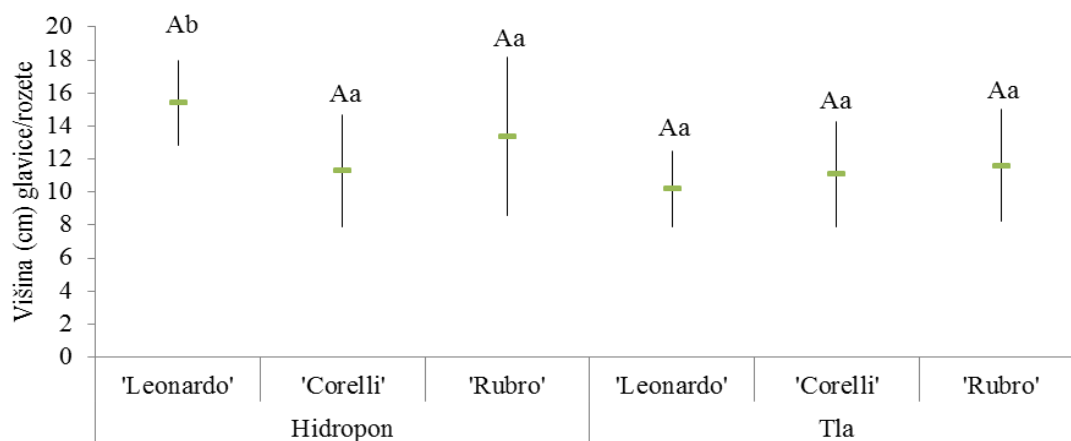
Statistična analiza je pokazala, da na višino glavic (rozet) sorta nima vpliva. Sorta 'Leonardo' iz hidroponskega gojenja je sicer dosegala največjo absolutno višino ($15,4 \pm 2,6$ cm), ki pa se statistično ni razlikovala od drugih dveh sort iz hidroponskega gojenja.

Tehnologija gojenja je sicer imela vpliv na ta parameter. Vse sorte na plavajočem sistemu so namreč dosegale večjo višino v primerjavi s talnim gojenjem, vendar smo statistično razliko dokazali le pri sorti 'Leonardo'.

Preglednica 5: Višina (cm) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
Hidroponsko	$15,4 \pm 2,6$ Ab	$11,3 \pm 3,4$ Aa	$13,4 \pm 4,8$ Aa
Tla	$10,2 \pm 2,3$ Aa	$11,1 \pm 3,2$ Aa	$11,6 \pm 3,4$ Aa

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 8: Višina (cm) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

4.1.2 Širina glavic/rozet

Rezultati meritev za širino glavic (rozet) radiča so zbrani v preglednici 6 oziroma na sliki 9.

Podobno kot pri analizi višine glavic (rozet) smo ugotovili, da na njihovo širino sorta ne vpliva.

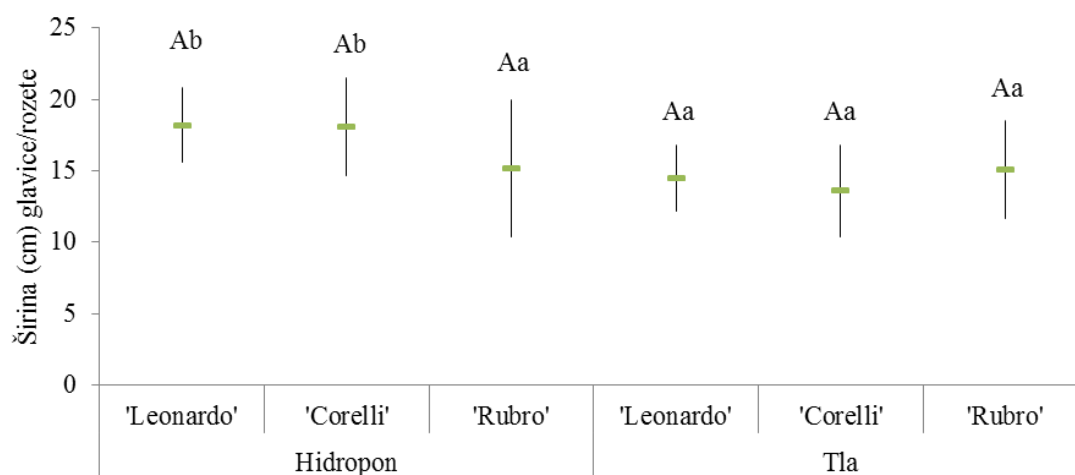
Največjo širino smo izmerili pri glavicah (rozetah) sort 'Leonardo' ($18,2 \pm 2,4$ cm) in 'Corelli' ($18,1 \pm 2,8$ cm), ki so bilo pridobljene s pomočjo hidroponiskega gojenja. Pri sorti 'Rubro' pa med hidroponskim ($15,2 \pm 2,5$ cm) in talnim ($15,1 \pm 2,8$ cm) gojenjem nismo uspeli dokazati značilne razlike.

Tudi pri širini rozete so, podobno kot pri višini, absolutno značilno največjo širino dosegala rastline hidroponsko gojene sorte 'Leonardo'.

Preglednica 6: Širina (cm) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
Hidroponsko	$18,2 \pm 2,4$ Ab	$18,1 \pm 2,8$ Ab	$15,2 \pm 2,5$ Aa
Tla	$14,5 \pm 2,1$ Aa	$13,6 \pm 2,7$ Aa	$15,1 \pm 2,8$ Aa

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 9: Širina (cm) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja. Priказana je tudi standardna napaka. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

4.1.3 Zbitost glavic/rozet

V preglednici 7 in na sliki 10 so prikazani rezultati zbitosti oziroma čvrstosti glavic (rozet). Kot je bilo že pri opisu sort omenjeno imajo vse tri sorte čvrste in kompaktne glavice in so primerne za gojenje v naših klimatskih razmerah.

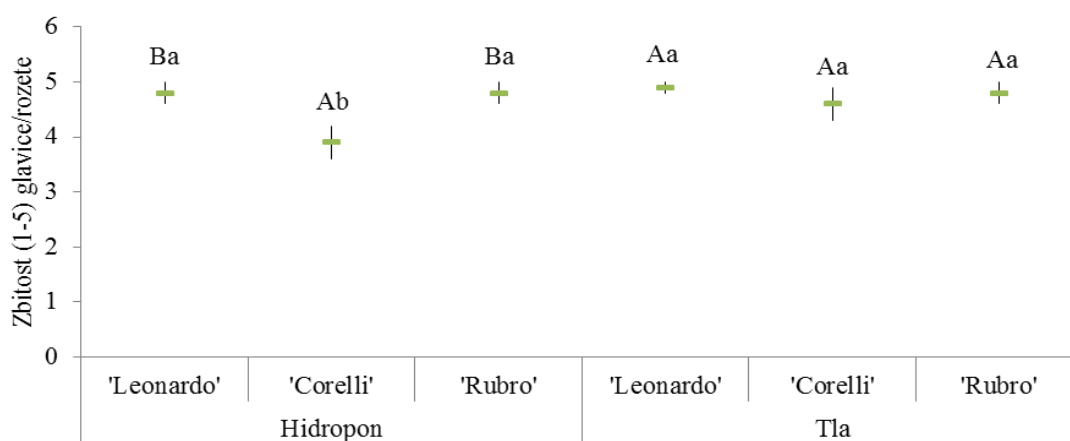
Zbitost smo ocenjevali po metodi, ki jo je opisal Gianquinto (1997), modificirali pa so jo Žnidarčič in sod. (2004). Lestvica ima 5 stopenj in sicer 1 pomeni glavico brez čvrstosti, medtem ko ocena 5 predstavlja kompaktno glavico. Čvrstost glavic je pomembna predvsem z vidika skladiščenja, kompaktnejše glavice so obstojnejše (Vešnik in sod., 1992).

Tehnologija gojenja je na čvrstost glavic (rozete) vplivala le pri sorti 'Corelli'. Ta sorta, gojena na plavajočem sistemu, je imela značilno čvrstejšo glavico ($3,9 \pm 0,3$) v primerjavi z glavicami iz talnega gojenja.

Preglednica 7: Zbitost (1 – 5) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
Hidroponsko	$4,8 \pm 0,2$ Ba	$3,9 \pm 0,3$ Ab	$4,8 \pm 0,2$ Ba
Tla	$4,9 \pm 0,1$ Aa	$4,6 \pm 0,3$ Aa	$4,8 \pm 0,2$ Aa

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 10: Zbitost (1 – 5) glavic/rozet radiča pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

4.1.4 Dolžina korenin

Iz preglednice 8 in slike 11 lahko razberemo, da se je razvoj koreninskega sistema po obravnavanjih značilno razlikoval oziroma, da je tehnologija gojenja vplivala na dolžino korenin.

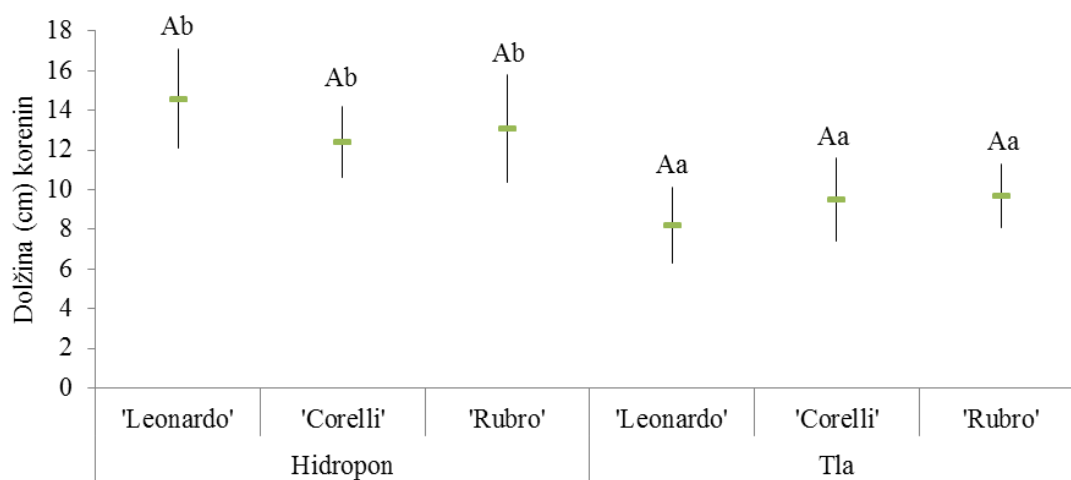
Rastline vseh treh sort radičev, ki so rastle na plavajočem sistemu, so v povprečju razvile daljše korenine v primerjavi z rastlinami sort iz klasičnega oziroma talnega načina gojenja.

Pri rastlinah sorte 'Leonardo' smo sicer izmerili najdaljše korenine pri hidroponskem načinu gojenja ($14,6 \pm 2$ cm), vendar statistična analiza ni pokazala razlike v dolžini rastlinskih korenin med sortami. Prav tako ni bilo značilnih razlik v dolžini korenin med sortami pri talnem načinu gojenja.

Preglednica 8: Dolžina (cm) korenin radiča pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
Hidroponsko	$14,6 \pm 2,5$ Ab	$12,4 \pm 1,8$ Ab	$13,1 \pm 2,7$ Ab
Tla	$8,2 \pm 1,9$ Aa	$9,5 \pm 2,1$ Aa	$9,7 \pm 1,6$ Aa

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 11: Dolžina (cm) korenin radiča pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

4.2 INDEKS OKUŽBE Z RADIČEVO PEPELOVKO

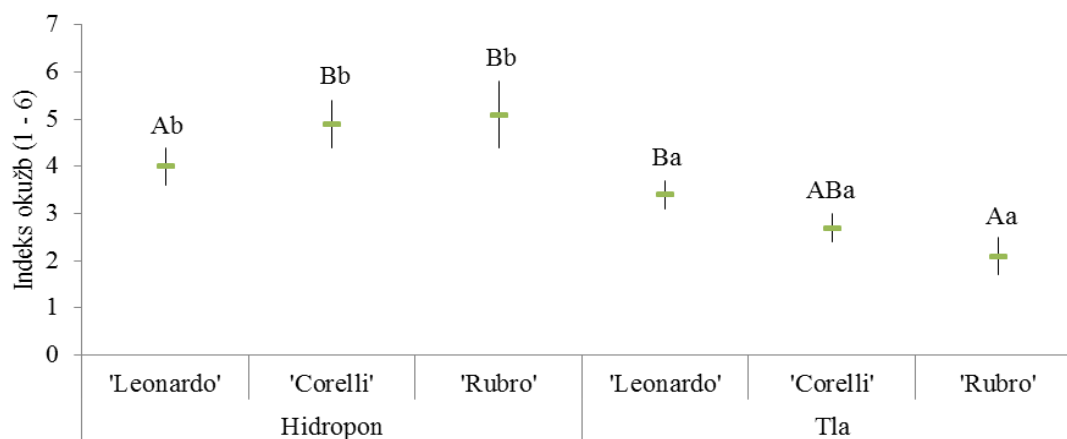
Iz preglednice 9 in slike 12 je razvidno, da so imele vse tri sorte radičev, ki so bile gojene na plavajočem sistemu, značilno večji indeks okuženosti z radičevo pepelovko (*Erysiphe cichoracearum*) kot sorte gojene v tleh.

Ne glede na tehnologijo gojenja so bile rastline sorte 'Leonardo' najbolj odporna na napad pepelovke. Pri tej sorti je indeks okužbe znašal $4,0 \pm 0,4$ pri hidroponskem gojenju in $3,4 \pm 0,3$ pri gojenju v tleh. Absolutno največje vrednosti pa smo zabeležili pri sorti 'Rubro', ki je zrastle na plavajočem sistemu (indeks okužbe je znašal $5,1 \pm 0,7$). Ista sorta gojena v tleh pa je imela najmanj napadene liste ($2,1 \pm 0,4$).

Preglednica 9: Indeks okužbe (1 – 6) radiča z radičevo pepelovko pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
Hidroponsko	$4,0 \pm 0,4$ Ab	$4,9 \pm 0,5$ Bb	$5,1 \pm 0,7$ Bb
Tla	$3,4 \pm 0,3$ Ba	$2,7 \pm 0,3$ ABa	$2,1 \pm 0,4$ Aa

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 12: Indeks okužbe (1 – 6) radiča z radičevo pepelovko pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

4.3 MASA GLAVIC (ROZET) IN TRŽNI PRIDELEK

Kot je mogoče razbrati iz preglednice 10 in slike 13 je tehnologija gojenja značilno vplivala na maso glavic oziroma rozet pri vseh treh sortah radiča.

Rastline sort radiča gojenih na plavajočem sistemu so v primerjavi z rastlinami sort gojenimi v tleh dosegle večjo maso očiščenih glavic (rozet). Največjo maso so dosegle glavice hidroponsko gojenih rastlin sorte 'Rubro' (325 ± 24 g), ki pa se niso značilno razlikovale od mase glavic rastlin sorte 'Leonardo' (268 ± 31 g). Absolutno najmanjšo maso pa so dosegale glavice rastlin sorte 'Corelli' (142 ± 34 g), ki so bile gojene v tleh.

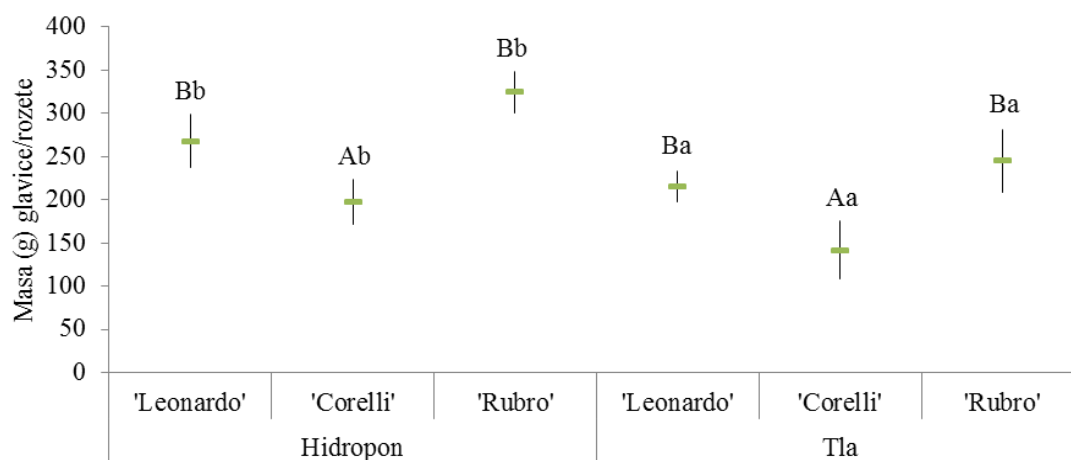
V preglednici 9 je prikazan tudi pridelek za vse sorte radiča izražen v kg/m². Hipotetični pridelek smo izračunali iz mase očiščenih glavic. Tako na primer pri sorti 'Rubro' lahko pričakujemo $3,8 \pm 0,3$ kg pridelka/m². Ob upoštevanju 15 % delovnih poti med bazeni bi torej lahko pridelali okrog 32 t radiča/ha sorte 'Rubro'. Če ob isti predpostavki vzamemo na primer sorto 'Corelli' iz klasičnega talnega gojenja bi bil pridelek te sorte 12,7 t/ha.

Preglednica 10: Masa glavic/rozet (g) in tržni pridelek (kg/m²) radiča pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
Hidroponsko	268 ± 31 (2,9 $\pm$ 0,3) Bb**	198 ± 26 (2,1 $\pm$ 0,3) Ab	325 ± 24 (3,8 $\pm$ 0,3) Bb
Tla	215 ± 18 (2,3 $\pm$ 0,1) Ba	142 ± 34 (1,5 $\pm$ 0,4) Aa	245 ± 36 (2,6 $\pm$ 0,4) Ba

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

**Vrednosti v oklepajih pomenijo pridelek v kg/m²



Slika 13: Masa glavic/rozet (g) radiča pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

4.4 BIOKEMIČNE LASTNOSTI RASTLIN

4.4.1 Vsebnost klorofila

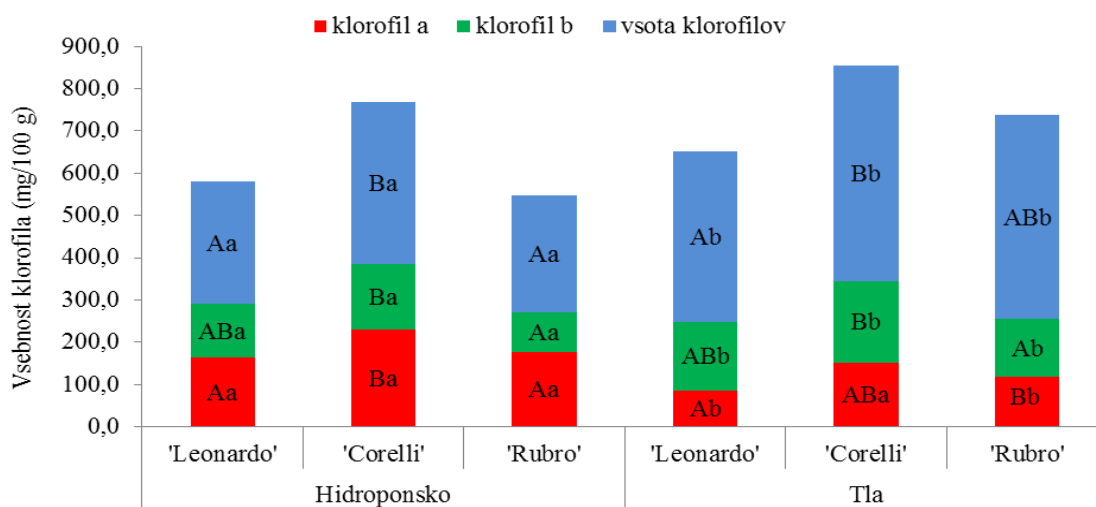
Kot je razvidno iz preglednice 11 in slike 14 na vsebnost klorofila poleg notranjih dejavnikov (sorta) vplivajo tudi zunanji dejavniki (tehnologija gojenja).

Radič je imel značilno večjo vsebnost klorofil *a*, klorofil *b* in skupnega klorofila pri talnem gojenju. Od sort pa so v povprečju največ klorofila vsebovale rastline sorte 'Corelli'.

Preglednica 11: Vsebnost klorofila *a*, klorofila *b* in skupnega klorofila (mg/100 g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
klorofil <i>a</i>			
Hidroponsko	163,8 ± 28,6 Aa	230,4 ± 32,6 Ba	176,2 ± 20,3 Aa
Tla	240,5 ± 45,8 Ab	314,3 ± 26,3 ABb	342,8 ± 40,6 Bb
klorofil <i>b</i>			
Hidroponsko	127,0 ± 15,8 ABa	153,9 ± 18,5 Ba	96,2 ± 12,5 Aa
Tla	162,4 ± 25,4 ABb	193,5 ± 20,7 Bb	138,5 ± 24,1 Ab
vsota klorofilov			
Hidroponsko	290,0 ± 35,4 Aa	384,4 ± 46,5 Ba	272,4 ± 28,7 Aa
Tla	402,9 ± 75,3 Ab	507,8 ± 41,2 Bb	481,2 ± 62,4 ABb

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 14: Vsebnost klorofila *a*, klorofila *b* in skupnega klorofila (mg/100 g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

4.4.2 Vsebnost karotena

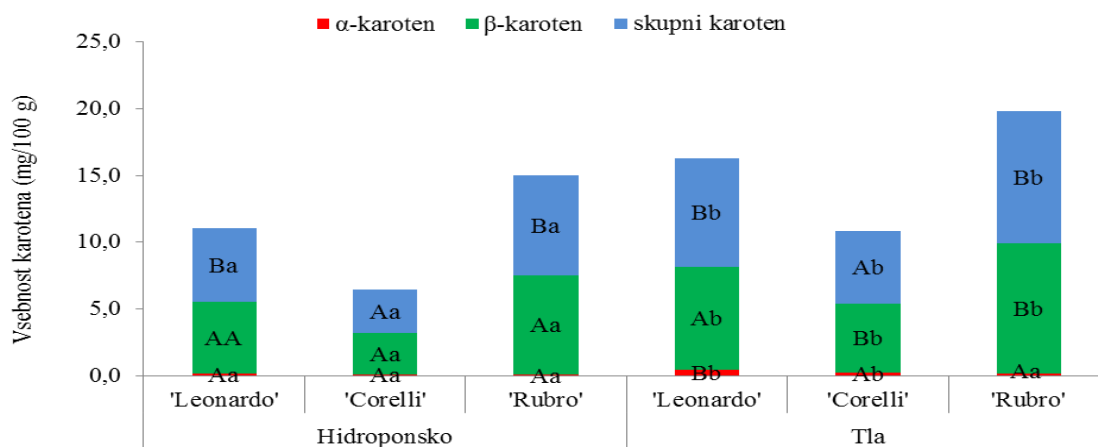
Podoben trend kot pri zelenem barvilu oziroma klorofilu smo zaznali tudi pri vsebnostih karotenov (preglednica 12 in slika 15). Radič je imel, z izjemo sorte 'Rubro', pri talni vzgoji značilno večjo vsebnost α -karoten, β -karoten in skupnega karotena v primerjavi s hidroponskim gojenjem.

V povprečju, čeprav statistično ne vedno značilno, je sorta 'Rubro' imela v svojih listih največ β -karotena ($9,73 \pm 1,16$ mg/100 g) in skupnega karotena ($9,91 \pm 1,34$ mg/100 g).

Preglednica 12: Vsebnost α -karotena, β -karotena in skupnega karotena (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
α -karoten			
Hidroponsko	$0,18 \pm 0,06$ Aa	$0,14 \pm 0,04$ Aa	$0,12 \pm 0,03$ Aa
Tla	$0,46 \pm 0,11$ Bb	$0,27 \pm 0,08$ Ab	$0,18 \pm 0,05$ Aa
β -karoten			
Hidroponsko	$5,36 \pm 1,05$ Aa	$3,08 \pm 0,27$ Aa	$7,42 \pm 0,81$ Aa
Tla	$7,68 \pm 1,51$ Ab	$5,14 \pm 0,65$ Bb	$9,73 \pm 1,16$ Bb
skupni karoten			
Hidroponsko	$5,54 \pm 1,28$ Ba	$3,22 \pm 0,35$ Aa	$7,45 \pm 0,85$ Ba
Tla	$8,14 \pm 1,64$ Bb	$5,41 \pm 0,76$ Ab	$9,91 \pm 1,34$ Bb

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 15: Vsebnost α -karotena, β -karotena in skupnega karotena (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

4.4.3 Vsebnost ksantofilov

4.4.3.1 Vsebnost luteina

V preglednici 13 in na sliki 16 so prikazane vsebnosti luteina. Lutein je z vidika človeka predvsem pomemben za delovanje rumene pege oziroma normalnega vida (Vilchez in sod., 2011).

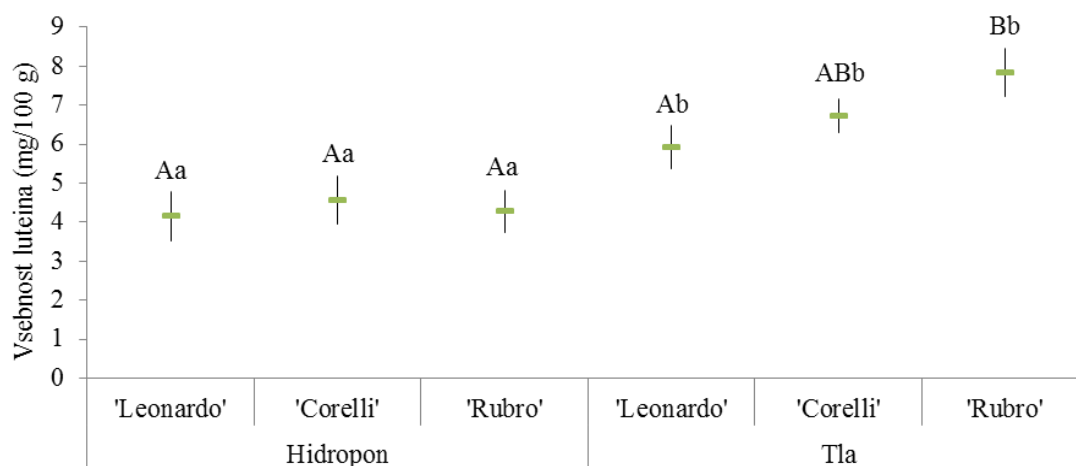
V vseh preizkušanih sortah radiča, so bile njegove vrednosti, ne glede na tehnologijo pridelave relativno majhne (preglednica 12 in slika 14). Sicer pa je statistična analiza pokazala značilne razlike med rastlinami gojenimi na plavajočem sistemu in rastlinami gojenimi v tleh. Pri vseh sortah so bile vrednosti »hidroponskih« radičev značilno manjše od sort gojenih v tleh.

Od sort so največjo vsebnost luteina dosegle rastline, ki so bile gojene na klasičen način, v tleh ($7,85 \pm 0,62$ mg/100 g).

Preglednica 13: Vsebnost luteina (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
Hidroponsko	$4,16 \pm 0,64$ Aa	$4,57 \pm 0,61$ Aa	$4,28 \pm 0,53$ Aa
Tla	$5,92 \pm 0,56$ Ab	$6,74 \pm 0,43$ ABb	$7,85 \pm 0,62$ Bb

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 16: Vsebnost luteina (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

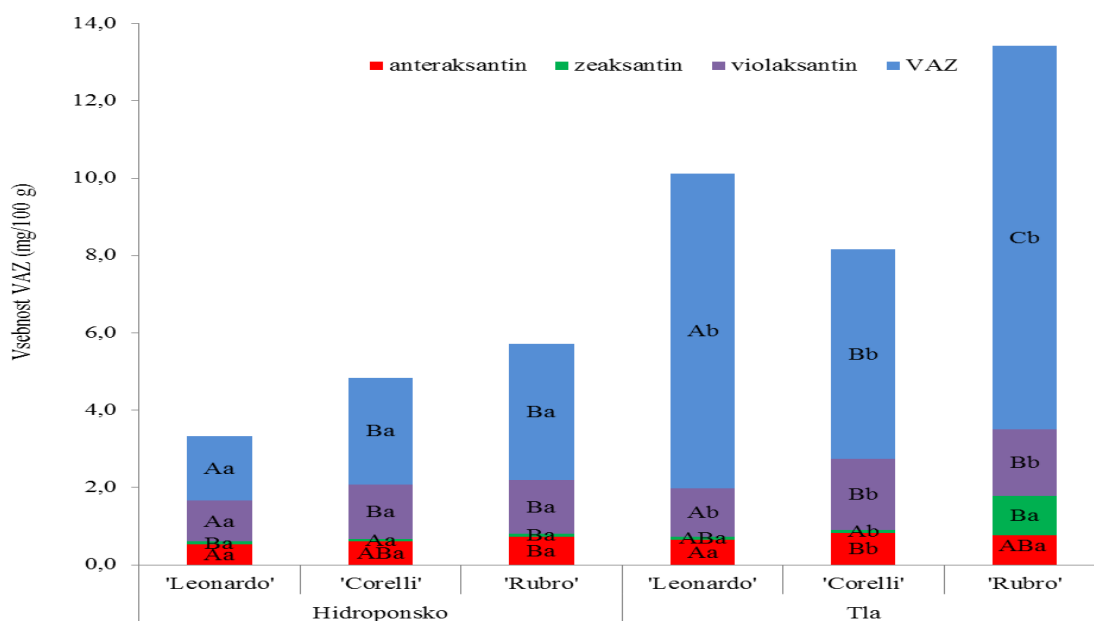
4.4.3.2 Vsebnost violaksantina, anteraksantina, zeaksantina in VAZ

Vrednosti o vsebnosti vsebnost violaksantina, anteraksantina, zeaksantina in skupnih pigmentov ksantofilskega cikla (VAZ) so prikazane v preglednici 14 in na sliki 17.

Preglednica 14: Vsebnost violaksantina, anteraksantina in zeaksantina (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
violaksantin			
Hidroponsko	1,06 ± 0,06 Aa	1,42 ± 0,24 Ba	1,38 ± 0,14 Ba
Tla	1,25 ± 0,09 Ab	1,85 ± 0,17 Bb	1,73 ± 0,14 Bb
anteraksantin			
Hidroponsko	0,52 ± 0,05 Aa	0,61 ± 0,07 ABa	0,73 ± 0,08 Ba
Tla	0,64 ± 0,07 Aa	0,82 ± 0,12 Bb	0,76 ± 0,12 ABa
zeaksantin			
Hidroponsko	0,08 ± 0,01 Ba	0,05 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,02 Ba
Tla	0,09 ± 0,02 ABa	0,08 ± 0,01 Ab	1,02 ± 0,03 Ba
VAZ (vsota)			
Hidroponsko	1,66 ± 0,08 Aa	2,08 ± 0,26 Ba	2,19 ± 0,17 Ba
Tla	1,98 ± 1,12 Ab	2,75 ± 0,23 Bb	3,51 ± 1,16 Cb

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 17: Vsebnost violaksantina, anteraksantina in zeaksantina (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

Podobno kot pri luteinu so bile vrednosti skupnih pigmentov ksantofilskega cikla (VAZ) pri vseh sortah hidroponskih radičev značilno manjše od tistih iz talne vzgoje.

Podobno kot pri karotenu in luteinu je sorta 'Rubro' imela v svojih listih največjo vsebnost VAZ ($3,51 \pm 1,16$ mg/100 g).

Od skupnih pigmentov smo zaznali najnižje vrednosti pri zeaksantinu, ki nastaja s hidroksilacijo β -karotena. Po mnenju Demmig-Adams in Adams (1996) je zeaksantin sicer ključen element mahanizma za odvajanje presežne eksitacijske energije.

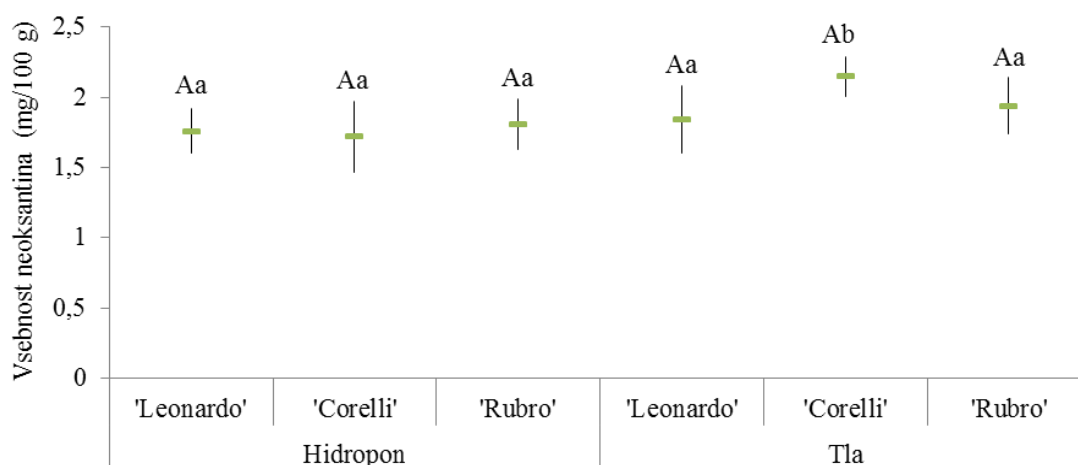
4.4.3.3 Vsebnost neoksantina

Kot lahko razberemo iz preglednice 15 in slike 18 tehnologija gojenja in sorta ne vplivata pomembno na ta pigment. Statistična analiza je pokazala le razliko med hidroponskim in talnim načinom gojenja pri sorti 'Corelli'.

Preglednica 15: Vsebnost neoksantina (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja*

Tehnologija gojenja	Sorta		
	'Leonardo'	'Corelli'	'Rubro'
Hidroponsko	$1,76 \pm 0,16$ Aa	$1,72 \pm 0,25$ Aa	$1,81 \pm 0,18$ Aa
Tla	$1,84 \pm 0,24$ Aa	$2,15 \pm 0,14$ Ab	$1,94 \pm 0,20$ Aa

*Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami v vrstici in enakimi malimi črkami v stolpcu, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).



Slika 18: Vsebnost neoksantina (mg/100g) v radiču pri različnih tehnologijah gojenja. Prikazana je tudi standardna napaka. Vrednosti označene z enakimi velikimi črkami in enakimi malimi črkami, se statistično ne razlikujejo pri 95 % zaupanju (HSD test; $p \leq 0,05$).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Radič je tipična sredozemska kultura in je najbližji sorodnik endivije. Prve sorte radiča so gojili že v Siriji in Egiptu. 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. Tako je o radiču z goriških vrtov med prvimi pisal baron Carl von Czernig-Czernhausen, ki velja za utemeljitelja avstro-ogrske poljedelske statistike (Žnidarčič, 2016).

Radič lahko pridelujemo skozi celo leto, sejemo in sadimo pa ga predvsem za porabo v jesenskem in zimskem času, ko primanjkuje sveže zelenjave. Prehranska stroka ga priporoča predvsem ljudem z visokim krvnim pritiskom in diabetikom. Pridelovanje radiča sicer ni zahtevno, vendar če želimo pridelati velike in kakovostne pridelke, mu moramo zagotoviti ustrezne pridelovalne pogoje oziroma optimalno gojitveno tehnologijo.

Pri vseh gojenih rastlinah sta za pridelovalca najpomembnejša količina in kakovost pridelka. Da dosežemo pridelek, ki bo zadovoljil tudi potrošnika, moramo uporabiti primerno tehniko gojenja in ustrezno vrtnino. Zato je bil osnovni cilj naše naloge analiza končnega pridelka (mase očiščenih glavic oziroma rozet) in nekaterih bioaktivnih snovi (fotosinteznih pigmentov: klorofila *a* in *b*, α in β -karotena, pigmentov ksantofilnega cikla ter luteina in neoksantina) v različnih sortah radiča gojenih na klasičen in na hidroponski način. Živimo v času, kjer je onesnaževanje okolja vse večje, zato moramo stremeti k metodam, ki bodo prijazne tako naravi, kakor tudi gojeni rastlini. Ena od hidroponskih metod so tudi plavajoči sistemi, kjer na gojitveni mizi ali v bazenu, napolnjenim s hranilno raztopino, plavajo gojitvene plošče s posajenimi vrtninami. Najpomembnejše pri sistemu pa je, da imamo popoln nadzor nad hranili od setve do spravila, prav tako pa imamo tudi intenzivnejšo pridelavo v primerjavi s klasičnim načinom gojenja.

V poskus, ki je potekal od maja do oktobra 2015 v raziskovalnem rastlinjaku (steklenjaku) in plastenjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani smo vključili tri glavnote sorte radičev in sicer 'Leonardo', 'Rubro' in 'Corelli', ki smo jih gojili na plavajočem sistemu in klasično – v tleh. Plavajoči sistem so predstavljali bazen, opremljen s sistemom za dovajanje zraka in stiroporne plošče. Hranilno raztopino smo pripravili po recepturi Howarda in Resha (2009) v dveh posodah z volumnom 10 l. V prvi posodi smo v vodi raztopili $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, v drugi posodi pa smo raztopili ostala makro hranila. Pri klasičnem, talnem gojenju smo zemljišče pognojili 500 kg/ha kombiniranega gnojila (Multicomb 13-11-20 + mikroelementi) in med rastno dobo rastline po potrebi kapljično namakali in dognojevali z vodotopnim gnojilom Kristalon NPK 10-30-20 in NPK 15-5-30.

Morfološka analiza je pokazala, da na višino in širino glavic (rozet) sorta nima vpliva. Vse sorte pa so na plavajočem sistemu dosegale večjo višino oziroma širino v primerjavi s talnim gojenjem. Podobno so vse sorte radičev, ki so rastle na plavajočem sistemu, v povprečju imele daljše korenine v primerjavi s sortami iz klasične oziroma talnega načina gojenja.

Tehnologija gojenja je na čvrstost glavice (rozete) vplivala le pri sorti 'Corelli'. Ta sorta, gojena na plavajočem sistemu, je imela značilno bolj čvrsto glavico v primerjavi z glavicami iz talne vzgoje. Čvrstost glavice je pomembna predvsem z vidika skladiščenja, bolj kompaktne glavice so namreč obstojnejše (Vešnik in sod., 1992).

Na napad radičeve pepelovke je bila, ne glede na tehnologijo gojenja, odporna sorta 'Leonardo'. Kot najobčutlivejša pa se je pokazala sorta 'Rubro' na plavajočem sistemu. Nasprotno pa tej sorti veliko bolj ustreza talno gojenje, kjer je imela najmanj okužene liste. Ta podatek je pomemben predvsem za slovenske pridelovalce, ker pri nas za zatiranje glive *Erysiphe cichoracearum* ni registriranih pripravkov.

Meritve rastlinskih pigmentov so vključevale analize klorofila a, klorofila b, ksantofilov violaksantina, zeaksantina, anteraksantina, luteina in neoksantina ter analize α -karotena in β -karotena. Ti pigmenti so lahko dobri kazalniki stresa v rastlinah, odpornosti rastlin na delovanje stresorjev in splošne vitalnosti rastlin (Šircelj, 2008). Povečanje vsebnosti tistih karotenoidov, ki so najbolj pomembni za preprečevanje nastajanja in odstranjevanje škodljivih radikalov (β -karotena in ksantofilov) je odraz povečane sinteze teh substanc in kazalnik prilagoditve rastlin na stresne razmere (Demmig-Adams in Adams, 1996). Zmanjšanje vsebnosti karotenoidov in klorofila pa je odraz oksidativnih poškodb in razgradnje teh molekul in kazalnik hudega stresa in zmanjšane vitalnosti rastlin. Karotenoidi so v primeru stresa bolj izpostavljeni oksidaciji kot klorofili, saj predstavljajo prvo obrambno linijo proti oksidantom, ki nastanejo kot posledice stresa. Oksidanti povzročajo oksidativne poškodbe oziroma bledenje pigmentov po naslednjem vrstnem redu: β -karoten > neoksantin > violaksantin > lutein > klorofil a > klorofil b (Young in Britton, 1990).

Vse sorte so imele značilno večjo vsebnost klorofil a, klorofil b in skupnega klorofila pri talnem gojenju v primerjavi s hidroponskim gojenjem. Klorofil kot glavno zeleno barvilo je zelo pomemben v procesu fotosinteze, na katerega poleg notranjih vplivajo tudi zunanji dejavniki. Za proces fotosinteze je nujno potreben, zato so podatki o njegovi vsebnosti pri fizioloških in biokemičnih analizah rastlin nepogrešljivi (Germ, 2008).

Podoben trend kot pri klorofilu smo zaznali tudi pri vsebnostih karotenov. Radič je imel, z izjemo sorte 'Rubro', pri talni vzgoji značilno večjo vsebnost α -karoten, β -karoten in skupnega karotena v primerjavi s hidroponskim gojenjem. Karotenoidi sodelujejo pri preprečevanju posledic oksidativnega stresa. Znano je namreč, da povzroča pomanjkanje vode, tako kot večina drugih stresnih dejavnikov, nastanek oksidantov (Smirnoff, 1998).

Posledica delovanja le-teh je peroksidacija lipidov, ki vodi do poškodb membran, oksidacija aminokislin, ki vodi do denaturacije proteinov, inaktivacije encimov ter večje dovzetnosti za proteolitsko razgradnjo proteinov, oksidacija sladkorjev in organskih baz nukleinskih kislin, ki vodi do mutacij.

Pri luteinu in pri pigmentih iz ksantofilskega cikla (VAZ) so bile vrednosti pri vseh sortah »hidroponskih« radičev značilno manjše od tistih vzgojenih v tleh. Možno bi bilo, da zmanjšana razpoložljivost vode iz talne vzgoje v vročih poletnih dneh, ko naraste tudi intenzivnost sončnega sevanja, že vodi v povečanje vsebnosti tistih karotenoidov, ki so najbolj pomembni za preprečevanje nastajanja in odstranjevanje škodljivih radikalov (β -karoten in ksantofili) (Demmig-Adams in Adams, 1996). Po mnenju Šircelj in sod. (2007) je zeaksantin zelo dober pokazatelj rastlin na stres, njegova vsebnost se namreč z napredujočo sušo večja. Povečane vsebnosti β -karotena pa niso povzročile zmanjšanje vsebnosti neoksantina, ki je njegov prekurzor. Zato sklepamo, da je bila tvorba β -karotena in neoksantina v mejah normalne sinteze pigmentov. Tako da po tej strani ne moremo trditi, da so bile rastline iz talne vzgoje v vodnem stresu. Večja je verjetnost, da je večja vsebnost β -karotena v radičih gojenih v tleh povezana s prilagoditvijo fotosinteznega aparata na večje jakosti svetlobe.

5.2 SKLEPI

Zaključimo lahko, da je uporaba plavajočega sistema primerna za doseganje visokih pridelkov radiča. Pri tem pa moramo biti pozorni na izbiro primerne sorte, kajti hidroponski način gojenja povzroča večjo okuženost rastlin z radičevo pepelovko za katero pri nas nimamo registriranih fitofarmacevtskih sredstev. Iz rezultatov lahko razberemo, da je vsebnost nekaterih pigmentov, tako fotosinteznih kot zaščitnih, večja pri rastlinah iz talnega gojenja. Vendar te vsebnosti precej nihajo, tako da je možno, da je večina variacij v okviru naravnega nihanja vsebnosti pigmentov oziroma da so ta nihanja, rezultat normalne aklimatizacije fotosinteze na svetlobne razmere.

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). Vsebuje tudi grenčino imenovano intibin, ki mu daje prijeten grenko trpek okus. 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. Radič je torej tista solatnica, ki zapolni vrzeli v času, ko druga zelenjava ne uspeva.

Zato smo v naši raziskavi želeli preizkusiti kako se nekatere sorte odzivajo na novejšo tehnologijo gojenja. Tako smo v poskus, ki je potekal od maja do oktobra 2015 v raziskovalnem rastlinjaku in plastenjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani vključili tri glavnote sorte radičev ('Leonardo', 'Rubro' in 'Corelli'), ki smo jih gojili na plavajočem sistemu in klasično – v tleh. Plavajoči sistem smo pripravili tako, da smo v bazen, opremljen s sistemom za dovajanje zraka položili stiroporne plošče s sadikami. Hranilno raztopino smo pripravili po recepturi Howarda in Resha (2009). Pri klasičnem, talnem gojenju smo zemljišče pognojili 500 kg/ha kombiniranega gnojila (Multicomb 13-11-20 + mikroelementi) in med rastno dobo rastline po potrebi kapljično namakali in dognojevali z vodotopnim gnojilom Kristalon NPK 10-30-20 in NPK 15-5-30.

Po pobiranju pridelka smo opravili morfološko analizo in zdravstveno stanje rastlin ter ocenili pridelek. Ker nas je zanimala tudi prehranska kakovost radiča smo analizirali tudi nekaterih bioaktivne snovi in sicer fotosintezne pigmente, pigmente ksantofilnega cikla ter luteina in neoksantina.

Ugotovili smo da so vse sorte na plavajočem sistemu dosegale večjo višino oziroma širino glavic (rozet) in imele daljši koreninski sistem v primerjavi s talno gojenimi sortami. Plavajoči sistem pa na čvrstost glavic, z izjemo pri sorte 'Corelli', ni imel značilnega vpliva. Plavajoči sistem pa je zaradi visoke zračne vlage pospešil okuževanje z glivo *Erysiphe cichoracearum* (radičeva pepelovka). Na okužbo je bila najbolj odporna sorta 'Leonardo'. Ta podatek je pomemben predvsem za slovenske pridelovalce, ker pri nas za zatiranje te glive ni registriranih pripravkov.

Meritve rastlinskih pigmentov, ki imajo različn efunkcije in so predvsem kazalec vitalnosti rastlin, so pokazale da so imele vse sorte značilno večjo vsebnost klorofil *a*, klorofil *b* in skupnega klorofila pri talni vzgoji v primerjavi s hidroponsko vzgojo. Podoben trend kot pri klorofilu smo zaznali tudi pri vsebnostih karotenov. Radič je imel, z izjemo sorte 'Rubro', pri talni vzgoji značilno večjo vsebnost α -karoten, β -karoten in skupnega karotena v primerjavi s hidroponskim gojenjem. Tudi pri luteinu in pri pigmentih iz ksantofilnega cikla (VAZ) so bile vrednosti pri vseh sortah radičev iz plavajočeg asistema značilno manjše od tistih iz klasične vzgoje.

7 VIRI

- 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. 2000. Pridelovanje radiča. Sodobno kmetijstvo, 33, 5: 232-235
- Černe M., Vrhovnik I. 1992. Vrtnine, vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, Kmečki glas: 63 str.
- Demmig-Adams B., Adams W. 1996. The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. Trends in Plant Science, 1, 1: 21-26
- Fontana E., Nicola S., Hoeberechts J., salighetti D. 2003. Soiless culture system produce Ready-to-eat Corn salad (*Valerionella olitoria* L.) of high quality. Acta Horticulturae, 604: 505-509
- Germ M. 2008. The response of two potato cultivars on combined effects of selenium and drought. Acta agriculturae Slovenica, 91, 1: 121-137
- Gianquinto G. 1997. Morphological and physiological of phase transition in radicchio (*Cichorium intybus* L. var. *silvestre* Bisch.): Influence of daylength and its interaction with low temperature. Scientia Horticulturae, 71: 13-26
- Golob T. 2001. Vsebnost vitamina C v zelenjavi v zimskem času. Sodobno kmetijstvo, 33, 11/12: 484-485
- Howard F., Resh H. M. 2009. Hydroponic food production: a definitive guidebook of soilless food-growing methods 5. izdaja. Santa Barbara (California), Woodbridge press: 516 str.
- Hribar J. 2003. Skladiščenje, zmrzovanje in priprava vrtnin za trg. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 26 str.
- 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
- Jakše M., Kacjan-Maršić N. 2008. Pridelava zelenjave na plavajočem sistemu. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2008. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 208-215
- Jones B. 2005. Hydroponics: a practical guide for the soilless grower. 2nd. ed. Florida, CRC Press: 423 str.
- Kerin D. 1993. Vse o zelenjavi. Maribor, Založba Obzorje Maribor: 72 str.
- Lazzarin R., Lips, J., Giordano A. 2007. Usare il floating per ottenere ortive da foglia da taglio, Culture protette, 11: 55-62
- Leskovec E. 1969. Morfološke značilnosti važnejših zelenjadnic. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 53 str.
- Lešić R., Borošić J., Buturac I., Ćustić M., Poljak M., Romić D. 2002. Povrčarstvo. Čakovec, Zrinski: 576 str.

- Maček J. 1991. Za zdrave rastline. Celje, Mohorjeva družba: 187 str.
- Mason J. 1990. Comercial hydroponics. Kenthurst, Kangaroo Press: 170 str.
- Matotan Z. 1994. Proizvodnja povrča. Zagreb, Nakladni zavod Globus: 139 str.
- OEPP/EPPO. 1997. Guideline for the efficacy evaluation of fungicides. Leafspots of vegetables. Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products. EPPO Standards. Fungicides & Bactericides, 2: 144-149
- Osvald J. 1994. Siljenje radiča. Moj mali svet, 26, 11: 27-28
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1999. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, Kmečki glas: 86 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2003. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana, Kmečki glas: 123-130
- Osvald J., Petrovič N. 2001. Hidroponika. Sodobno kmetijstvo, 34, 1: 15-17
- Osvald J., Jeraša M., Žnidarčič D. 2005. Hidroponske tehnike v vrtnarstvu. V: Vrtnarstvo: Slovenski vrtnarski posvet, Sevno, 28. in 29. januar 2005. Novo mesto: Kmetijsko gozdarski zavod, KZ Krka, Kmetijska šola Grm: 234-241
- Pajmon A. 2000. Škodljivci solatnic. Sodobno kmetijstvo, 33, 6: 280-282
- Parađiković N. 2009. Povrčarstvo. Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera: 536 str.
- Pasotti P., Cavicchi L., Trentini L. 2003. Il floating system in Emilia-Romagna. Culture protette, 8: 15-18
- Pavlek P. 1985. Specijalno povrčarstvo. 2. izdaja. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu: 384 str.
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 277 str.
- Pfehofer W. 1989. Evidence of chlorophyll b and lack of lutein in *Neottia nidus-avis* plastid. Biochemistry and physiology of plants, 184-51
- Pimpini F., Chillemi G. 2002. 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.
- Smirnoff N. 1998. Plant resistance to environmental stress. Current Opinion in Biotechnology, 9: 214-219
- Šircelj H., Tausz M., Dieter G., Batič F. 2007. Detecting different levels of drought stress in apple trees (*Malus domestica* Borkh.) with selected biochemical and physiological parameters. Scientia Horticulturae, 113, 4: 362-369
- Šircelj H. 2008. Karotenoidi v fotosinteznem aparatu in odziv na stres. Acta agriculturae, 91, 1: 271-282

- Tesi R., Lenzi A., Lombardi P. 2005. Effect in different O₂ levels on leafy vegetables in a floating system. Italy. Department of Agronomy and Land Management, University of Florence: 5 str.
<http://www.fao.org/hortivar/scis/scis.htm?TRX=Redirect&TO=DOC&ID=1> (14. 12. 2016)
- Tomasi N., Pinton R., Costa L., Cortella G., Terzano R., Mimmo T., Scampicchio, M. Gesco S. 2015, New 'solution' for floating cultivation system of ready-to-eat salad: A review. Trends in Food Science & Technology, 46: 267-276
- Vanstreels E., Lammertyn J., Verlinden B. E., Gillis N., Schenk A., Nicolai B. M. 2002. Red discoloration of chicory under controlled atmosphere conditions. Postharvest Biology and Technology, 26, 3: 313-322
- Vardjan F. 1987. Vrtno zelenjadarstvo. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 285 str.
- Vešnik F., Žilić D., Dobričević N. 1992. Održivost i čuvanje glavatog radiča. Agronomski glasnik, 6: 419-426
- Vílchez C., Forján E., Cuaresma M., Bédmar F., Garbayo I., Vega J.M. 2011. Marine carotenoids: biological functions and commercial applications. Marine Drugs, 9, 3: 319-333
- Young A.J., Britton G. 1990. Carotenoids in stress. V: Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms. Alscher R.G., Cumming J.R. (eds.). New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapur, Wiley-Liss: 87-112
- Zeleni hit. 2015. Ljubljana, Zeleni hit d.o.o.: 4 str. (Katalog semen)
- 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
- Žnidarčič D. 2016. Omilimo grenak okus radiča. Gaia, 22, 221: 19

ZAHVALA

Pri izdelavi diplomske naloge bi se želela zahvaliti mentorju prof. dr. Draganu Žnidarčiču za veliko pomoč pri oblikovanju diplomske naloge ter svojim staršem.