Nutritivna kvaliteta novozelandskog špinata iz hidroponskog uzgoja pri različitim koncentracijama dušika

Delić, Azra

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:514641

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

NUTRITIVNA KVALITETA NOVOZELANDSKOG ŠPINATA IZ HIDROPONSKOG UZGOJA PRI RAZLIČITIM KONCENTRACIJAMA DUŠIKA

DIPLOMSKI RAD

Azra Delić

Zagreb, svibanj, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Hortikultura-Povrćarstvo

NUTRITIVNA KVALITETA NOVOZELANDSKOG ŠPINATA IZ HIDROPONSKOG UZGOJA PRI RAZLIČITIM KONCENTRACIJAMA DUŠIKA

DIPLOMSKI RAD

Azra Delić

Mentor: prof. dr. sc. Nadica Dobričević

Zagreb, svibanj, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Azra Delić**, JMBAG 0178090816, rođena dana 22.11.1992. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

NUTRITIVNA KVALITETA NOVOZELANDSKOG ŠPINATA IZ HIDROPONSKOG UZGOJA PRI RAZLIČITIM KONCENTRACIJAMA DUŠIKA

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Azre Delić**, JMBAG 0178090816, naslova

NUTRITIVNA KVALITETA NOVOZELANDSKOG ŠPINATA IZ HIDROPONSKOG UZGOJA PRI RAZLIČITIM KONCENTRACIJAMA DUŠIKA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	prof. dr. sc. Nadica Dobričević	mentor	_____
2.	doc.dr.sc. Jana Šic Žlabur	član	_____
3.	doc.dr.sc. Sanja Fabek Uher	član	_____

Sadržaj

1. UVOD 1
1.1. Cilj istraživanja 2
2. PREGLED LITERATURE 3
2.1. Morfološka i biološka svojstva špinatai novozelandskog špinata 3
2.2. Uzgoj špinata i novozelandskog špinata 6
2.3. Prehrambena i zdravstvena vrijednost špinatai novozelandskog špinata 6
2.4. Hidroponski uzgoj 7
3. MATERIJALI I METODE 8
3.1. Biljni materijal i postavljanje pokusa 8
3.2. Provedba pokusa 10
3.3. Metode rada 14
3.3.1. Određivanje ukupne suhe tvari sušenjem na 105 °C 14
3.3.2. Određivanje ukupne kiselosti 15
3.3.3. Određivanje pH vrijednosti 15
3.3.4. Određivanje L-askorbinske kiseline 16
3.3.5. Određivanje ukupnih fenola 17
3.3.6. Određivanje flavonoida i neflavonoida 18
3.3.7. Određivanje ukupnih klorofila 19
3.3.8. Određivanje antioksidacijskog kapaciteta ABTS metodom 20
3.3.9. Statistička obrada podataka 22
4. REZULTATI I RASPRAVA 23
4.1. Osnovni kemijski sastav špinata 23
4.2. Osnovni kemijski sastav novozelandskog špinata 24
4.3. Bioaktivni spojevi špinata i novozelandskog špinata 25
4.4. Pigmentni spojevi špinata i novozelandskog špinata 29
4.5. Antioksidacijski kapacitet špinata i novozelandskog špinata 31
5. ZAKLJUČAK 33
6. LITERATURA 34
7. PRILOG 38
Životopis 46

SAŽETAK

Diplomskog rada studentice **Azre Delić**, naslova

NUTRITIVNA KVALITETA NOVOZELANDSKOG ŠPINATA IZ HIDROPONSKOG UZGOJA PRI RAZLIČITIM KONCENTRACIJAMA DUŠIKA

Špinat (*Spinacia oleracea* L.), kao i novozelandski špinat (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) o. Kuntze syn. (*Tetragonia expansa*)) nutritivno su vrijedno lisnato povrće. Uz bogat sadržaj vitamina i minerala, ovo lisnato povrće pokazuje i veliki antioksidativni učinak. Špinat je također poznat po akumulaciji dušika, stoga je potrebno paziti tijekom gnojidbe, ali i konzumacije.Za razliku od špinata, novozelandski špinat je u našim krajevima relativno neistraženavrsta, a kao i špinat sadrži značajnu količinu vitamina, minerala i ostalih fitonutrijenata. Iako se navedene vrste uglavnom uzgajaju u tlu, ovo lisnato povrće može se uzgajati i hidroponu poput sustava s plutajućim kontejnerima.

Cilj ovog rada bio je utvrditi nutritivnu vrijednost i sadržaj biološki aktivnih spojeva u špinatu i novozelandskom špinatu u plutajućem hidroponu pri različitim koncentracijama dušika u hranivoj otopini. Hranive otopine bile su: standardna otopina, hraniva otopina s koncentracijom 75 mg/LNH_4NO_3, 140 mg/L NH_4NO_3 i 205 mg/L NH_4NO_3. Najveća količina ukupne suhe tvari utvrđena je kod špinata uzgajanog u standardnoj otopini. Od istraživanih bioaktivnih spojeva najveća količina vitamina C utvrđena je kod špinata uzgajanog u standardnoj otopini. Značajno veći sadržaj ukupnih fenola, klorofila, karotenoida te antioksidacijskog kapaciteta pokazuje špinat u odnosu na novozelandski špinat. Špinat pokazuje značajno veće vrijednosti nutritivnog sastava uzgojem u standardnoj otopini, dok se vrijednosti nutritivnog sastava smanjuju povećanjem koncentracije dušika u hranivim otopinama. Novozelandski špinat imao je veće vrijednosti nutritivnog sastava povećanjem koncentracije dušika u hranivim otopinama.

Ključne riječi: lisnato povrće, plutajući hidropon, dušik, bioaktivni spojevi, pigmentni spojevi

SUMARRY

Of the master's thesis – student **Azra Delić,** entitled

THE NUTRITIVE QUALITY OF THE NEW ZEALAND SPINACH HYDROPONICALY CULTIVATED UNDER DIFFERENT NITROGEN CONCENTRATIONS

Spinach (*Spinacia oleracea* L.), as well as the New Zealand spinach (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) o. Kuntze syn. (*Tetragonia expansa*)), is nutritional valuable leafy vegetable. Alongside with therich content of vitamins and minerals mentioned leafy vegetables are also known to have the significant antioxidant potential. Spinach tends to accumulate nitrogen, therefore should be careful during fertilization and consummation. Unlike the spinach, the New Zealand spinach is in our region relatively unfamiliar and new species, but as well as spinach contains a significant amount of vitamins, minerals and other phytonutrients. Although the above mentioned species are mainly grown in the soil, can also be grown in hydroponic system such as in the floating containers system.

The aim of this thesis was to determine nutritional value and content of biologically active compounds in spinach and New Zealand spinach grown in floating hydroponics with nutrient solutions of different nitrogen concentrations in nutrient solutions. The nutrient solutions were: a standard solution, a nutrient solution with a concentration 75 mg/L NH_4NO_3, 140 mg/L NH_4NO_3 and 205 mg/L NH_4NO_3. The highest total dry matter content was determined in spinach grown in the standard solution. From the studied bioactive compounds, the highest amount of vitamin C content was determined in spinach grown in standard solution. Significantly higher content of total phenols, chlorophylls, carotenoids and antioxidant capacity shows spinach compared to New Zealand spinach. Spinach shows considerably higher values of nutritional composition when cultivated in the standard solution, while the nutritional composition values are reduced by increasing the concentration of nitrogen in nutrient solution. New Zealand spinach had higher values of nutritional composition by increasing the concentration of nitrogen in nutrient solutions.

Key words: leafyvegetable, floating hydroponics, nitrogen, bioactive compounds, pigment compound

1. UVOD

Špinat (*Spinacia oleracea* L.) spada u porodicu Chenopodiaceae, lobodnjača. Porijeklom je iz Azije i uzgaja se kao jednogodišnja kultura (Lešić i sur., 2016). Konzumiraju se listovi kao svježi ili prerađeni (Ebadi-Segheloo i sur., 2014). S obzirom na nutritivni sastav, špinat ima nisku energetsku vrijednost, ali je dobar izvor vitamina B skupine i vitamina C te minerala posebno željeza (Fatema i sur., 2013). Također, obiluje β-karotenom te je dobar izvor kalija, kalcija i fosfora (Ebadi-Segheloo i sur., 2014).

Novozelandski špinat (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) o. Kuntze syn. (*Tetragonia expansa*)) pripada porodici Aizoaceae, a kako mu i sam naziv govori potječe s Novog Zelanda. Kod nas je slabo poznata vrsta, a s obzirom na klimatske uvjete uzgaja se kao jednogodišnja biljka, dok u suptropskim i tropskim područjima uspijeva kao višegodišnja biljka (Lešić i sur., 2016). Razlog tome je što novozelandskom špinatu za optimalni rast i razvoj odgovaraju više temperature od 20 do 25 °C, dok bez zastoja rasta može podnijeti temperature do čak 35 °C (Matraszek, 2008; Lešić i sur., 2016).

Lisnato povrće postalo je važan dio prehrane zbog visoke nutritivne i niske energetske vrijednosti (Fatema i sur., 2013). Tako je i zanimanje za funkcionalnom hranom i lisnatim povrćem u porastu u mnogim europskim zemljama (Toth i sur., 2012). Kako bi se osigurala kontinuirana proizvodnja za tržište tijekom cijele godine, lisnato povrće uzgaja se u zaštićenim prostorima u tlu ili hidroponu (Bogović, 2011; Toth i sur., 2012). Hidroponi su prikladni za proizvodnju povrća s kratkim vegetacijskim ciklusom te se smatraju učinkovitim sustavom proizvodnje lisnatog povrća (Nicola i sur., 2006). Kao najraširenije hidroponske tehnike pogodne za uzgoj lisnatog povrća su tehnika hranjivog filma i plutajući hidropon. Prednost plutajućeg hidropona je u smanjenom riziku od oštećenja korijena i odumiranja biljke budući da je korijenov sustav u izravnom kontaktu s velikim volumenom hranive otopine. U cilju ostvarenja većeg prinosa i kvalitete za svaku vrstu lisnatog povrća potrebno je odrediti optimalni sastav hranive otopine, gustoću sjetve te odgovarajući sortiment ovisno o razdoblju uzgoja i namjeni (Toth i sur., 2012).

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi nutritivnu kvalitetu te sadržaj biološki aktivnih spojeva špinata (*Spinacia oleracea* L.) i novozelandskog špinata (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) o. Kuntze syn. (Tetragonia expansa)) iz hidroponskog uzgoja pri različitim koncentracijama dušika.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Morfološka i biološka svojstva špinata i novozelandskog špinata

Špinat je jednogodišnja biljka umjerene klime, koja se uzgaja zbog lišća (slika 1). Najbrže raste pri temperaturi od 18 do 20 °C. Na temperaturi nižoj od 10 °C rast je usporen. Niske temperature tijekom rasta utječu na kvalitetu lista, listovi su sitniji, deblji i više naborani. Klijanje započinje već iznad 0 °C, ali vrlo je sporo. Na temperaturi od 5 do 10 °C špinat već dobro niče, ali optimum za nicanje je 20 °C. Na temperaturi višoj od 30 °C špinat ne niče (Lešić i sur., 2016).



Slika 1. Špinat, sorta 'Matador' (foto: Azra Delić, 2017)

U našim klimatskim uvjetima novozelandski špinat je jednogodišnja zeljasta biljka (slika 2). Korijen joj je snažan, jako razgranjen i zauzima oko 1 m u promjeru i do 30 cm u dubinu.



Slika 2. Novozelandski špinat (*Tetragonia tetragonoides*)
(www.gardeningwithangus.com.au)

Stabljika je zeljasta, visine do 60 cm, jako razgranata (slika 3), polupuzava i može doseći do 1 m u promjeru (Lešić i sur., 2016). Listovi su glatki ili grubi, tamno zeleni (slika 4) s izduženim i šiljastim krajevima (Cecilio Filho i sur., 2017).



Slika 3. Stabljika novozelandskog špinata (*Tetragonia tetragonoides*)
(www.museumsvictoria.com.au)



Slika 4. Listovi novozelandskog špinata (*Tetragonia tetragonoides*) (foto: Azra Delić, 2018)

Cvjetovi novozelandskog špinata su u pazuhu listova, na kratkim stapkama, dvospolni, sitni, neugledni, žutozelene boje (slika 5). Samooplodna je biljka, a plod je prizmatičnog oblika, sivosmeđe boje (slika 5) sa više sjemenki koje se teško mogu izdvojiti pa se plodovi koriste kao sjeme (Lešić i sur., 2016).



Slika 5. Cvijet i plodovi novozelandskog špinata (*Tetragonia tetragonoides*) (www.naturebackin.com)

Za razliku od špinata, novozelandski špinat uspijeva za toplog i vrućeg vremena te pritom ne gubi nutritivnu vrijednost (Matraszek, 2008). Vrlo je osjetljiv na niske temperature i već

pri 0 °C strada. Najbolje uspijeva pri temperaturama od 20 do 25 °C, a može bez zastoja rasta podnijeti temperature do 35 °C. Otporan je na sušu, ali uz ravnomjernu opskrbu vodom daje bolje prinose. Najbolje uspijeva na dubokom strukturnom tlu uz pH 6 do 7,5 (Lešić i sur., 2016).

2.2. Uzgoj špinata i novozelandskog špinata

Vrijeme sjetve špinata najviše ovisi o klimatskom području. Budući da špinat može nicati već pri temperaturama bliskim 0 °C, a mlada biljka može podnijeti blage mrazeve, sjetva proljetnog špinata može početi čim to vremenske prilike dopuste. To u kontinentalnim područjima katkad može biti već u drugoj polovici veljače, ali u većini slučajeva krajem ožujka. Kod nas je moguća proljetna, ljetna, jesenska, zimska i ozima proizvodnja špinata (Lešić i sur., 2016).

Novozelandski špinat najviše se uzgaja izravnom sjetvom, ali može se uzgajati i iz presadnica. Sije se kad prođe opasnost od mrazeva. Nicanje je često nejednolično pa zato uzgoj iz presadnica ima prednost. Sije se oko mjesec dana prije moguće sadnje u grijanom zaštićenom prostoru po 2 do 3 ploda u lončiće. Sadi se s grudom supstrata (Lešić i sur., 2016).

2.3. Prehrambena i zdravstvena vrijednost špinata i novozelandskog špinata

Preko trećine ukupne suhe tvari špinata čine bjelančevine koje sadrže sve esencijalne aminokiseline. Bogat je mineralima, naročito željezom, vitaminima B skupine i vitaminom C. Međutim, špinat kao nitrofilna biljka ima sposobnost većeg nakupljanja nitrata, a koji potencijalno mogu postati štetni prelaskom u nitrite procesom nitrifikacije u ljudskom organizmu. Nitriti mogu izazvati methemoglobinemiju koja u ekstremnom slučaju može biti i smrtonosna. Konverzija nitrata u nitrite u listu špinata može se javiti zbog intramolekularnog disanja nakon berbe, zbog nepovoljnih uvjeta tijekom prijevoza i skladištenja ili djelovanja bakterija. Nitrati se većim dijelom nalaze u peteljci lista pa se korištenjem samo plojke eventualni negativni učinci smanjuju (Lešić i sur., 2016). U plojci lista špinata redovito je prisutan kalcijev ili magnezijev oksalat koji su netopljivi pa se normalno izlučuju iz organizma. Ipak, dio oksalne kiseline vezan je na natrij ili kalij koji su topljivi i lako disociraju pa se u organizmu mogu vezati na kalcij i tako indirektno izazvati pomanjkanje kalcija. Zato je korisno špinat pripremati s mlijekom koje je bogato kalcijem (Lešić i sur., 2016).

Špinat također sadrži antioksidanse kao što su polifenoli i karotenoidi koji imaju protuupalni učinak, antimutageni potencijal, antineoplastične efekte, kao i kemoprevencijske aktivnosti. Osim navedenih, list špinata sadrži tanine i alkaloide za koje je utvrđeno da posjeduju antimikrobnu aktivnost (Inam-ur-Raheem, 2015; Alnashi i sur., 2016).

Listovi i mladi izboji novozelandskog špinata pripremaju se na isti način kao i špinat. Najviše se pripremaju termički obrađena jela, ali mladi izboji mogu se jesti i svježi (Lešić i

sur., 2016). Kao i drugo lisnato povrće, novozelandski špinat pokazuje tendenciju akumuliranja spojeva nepoželjnih u ljudskoj prehrani, prije svega nitrata, nitrita i oksalata. Njihov se sadržaj može smanjiti pranjem i blanširanjem (Kawashima i sur., 2003; Jaworska, 2005). Prema nutritivnom sastavu vrlo je sličan špinatu. Od minerala obiluje natrijem, kalijem, magnezijem, kalcijem, fosforom, željezom i sumporom te vitaminom E, vitaminima B_1, B_2, B_3, B_5, B_6, vitaminom K i C (Lešić i sur., 2016).

Za razliku od špinata, novozelandski špinat uspijeva i tijekom vrućih dana i pritom ne gubi nutritivnu vrijednost. Novozelandski špinat ima antiskorbutska djelovanja te se preporuča konzumacija kod plućnih i crijevnih infekcija jer ima i antiulcerozno djelovanje i protuupalna svojstva (Martasezek, 2008).

2.4. Hidroponski uzgoj

Hidropon predstavlja tehniku uzgoja biljaka bez supstrata ili s inertnim supstratom kojem su dodana sva potrebna hraniva (Bogović, 2011). Biljke su kontinuirano opskrbljene hranivom otopinom prema potrebi uzgajane kulture. U širem smislu, hidropon je sustav uzgoja bilja u zaštićenom prostoru ili na otvorenom, na nekoj inertnoj podlozi kroz koju se propušta vodena otopina svih potrebnih biogenih elemenata za normalnu ishranu biljaka.

Hraniva otopina se smatra jednim od najvažnijih faktora koji određuju prinos i kvalitetu povrća. Optimalne pH vrijednosti hranive otopine za razvoj biljaka su između 5,5 i 6,5. Optimalna EC vrijednost specifična je za svaki usjev i ovisi o uvjetima okoline, međutim EC vrijednost za hidroponske sustave kreće se od 1,5 do 2,5 dSm^{-1} (Trejo-Téllez iGómez-Merino, 2012). Optimalna količina otopljenog kisika u hranivoj otopini iznosi 7 do 8 mgL^{-1} (Vrbetić, 2008).

Tehnike hidroponskog uzgoja dijele se u dvije skupine: uzgoj na supstratima i uzgoj bez supstrata. Uzgoj bez supstrata je tehnika primjerena za uzgoj kultura kraće vegetacije kao što su lisnato povrće (salata, riga, matovilac, blitva, radič, potočarka, kres salata) i začinsko bilje (peršin, bosiljak, origano, mažuran, timijan, kadulja, kopar). Hidroponske tehnike bez supstrata su tehnike hranivog filma („Nutrient Film Technique“), plutajući sustav kontejnera („Floating Hydroponics“), tehnika otjecanja i dotjecanja („Ebb and Flow“), tehnika dubokog protoka („Deep Flow Technique“), tehnika aeriranog protoka („Aerated Flow Technique“) i aeroponika („Root Mist Technique“) (Benko i Fabek, 2011).

Tehnika plutajućeg sustava je zatvoreni hidroponski sustav koji se koristi za uzgoj presadnica duhana i različitih vrsta povrća (Manzocco i sur., 2011). Plutajući hidropon pogodan je za uzgoj mladog lisnatog povrća. Vrijeme uzgoja od sjetve do berbe kraće je nego kod uzgoja u tlu, povrće je čisto i suho, zaštita kemijskim sredstvima je minimalna, a utrošak ljudske radne snage manji (Geršak i sur., 2012).

Prednost plutajućeg hidropona je u smanjenom riziku od oštećenja korijena i odumiranja biljke budući da je korijenov sustav u izravnom kontaktu s velikim volumenom hranive otopine (Toth, 2012). Također, plutajući hidropon pruža prednosti veće uštede vode, gnojiva, vremena, rada i prostora, veće stope preživljavanja mladih biljaka tijekom presađivanja, poboljšan nutritivni unos kroz korijen i veći prinos uspoređujući s konvencionalnom proizvodnjom te kao najvažniji aspekt ekološki je prihvatljiviji (Manzocco i sur., 2011; Petropoulos i sur., 2016)

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Biljni materijal i postavljanje pokusa

Pokus uzgoja špinata (*Spinacia oleracea* L.) sorte 'Matador' i novozelandskog špinata (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) o. Kuntze syn. (Tetragonia expansa)) sorte 'Nuova zelanda' proveden je na pokušalištu Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Navedene povrtne vrste uzgajane su u grijanom plasteniku u plutajućem hidroponu (engl. *floating hydropon*) u hranivoj otopini s različitim koncentracijama dušika. Hranive otopine bile su: standardna otopina, hraniva otopina s koncentracijom 75 mg/L NH_4NO_3, 140 mg/L NH_4NO_3 i 205 mg/L NH_4NO_3. Sustav plutajućeg hidropona napravljen je od 4 bazena, dimenzija 70 cm širine i 115 cm dužine. Pokus je postavljen po metodi slučajnog bloknog rasporeda s po 2 kontejnera jedne vrste u svakom bazenu (slika 6).



Slika 6. Sistem plutajućeg hidropona s kontejnerima špinata i novozelandskog špinata (foto: Azra Delić, 2017)

Sjetva novozelandskog špinata (slika 7) obavljena je 17. listopada 2017. godine, dva tjedna prije sjetve špinata. Sjetva špinata obavljena je 30. listopada 2017. godine. Sjeme novozelandskog špinata namakano je 24 sata prije sjetve u otopini kalijeva nitrata (KNO_3) koncentracije 4 000 ppm (za otopinu je odvagano 2,4 g KNO_3 i otopljeno u 600 mL destilirane vode). Za uzgoj su korišteni polistirenski kontejneri širine 30 cm i dužine 50 cm s 40 lončića koji su bili punjeni supstratom za uzgoj presadnica, Potgrond H Klasman koji je mješavina smrznutog crnog sphagnum treseta i finog bijelog sphagnum treseta. Ručno je sijano 5 do 6 plodova novozelandskog špinata i 3 do 4 sjemenke špinata po lončiću.



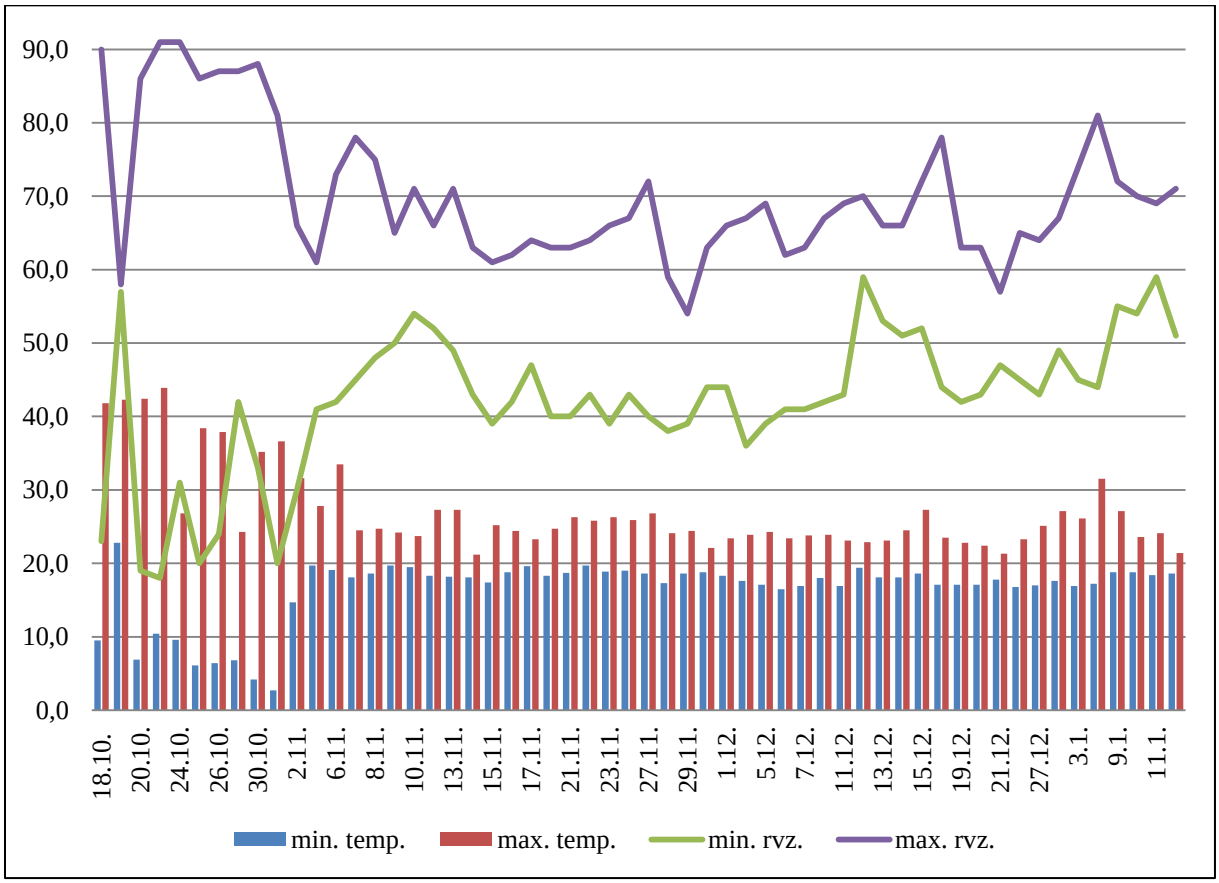
Slika 7. Sjetva novozelandskog špinata u polistirenske kontejnere punjene supstratom (foto: Azra Delić, 2017)

Novozelandski špinat počeo je nicati (slika 8) 30. listopada, ali do kraja proizvodnog ciklusa nije ostvareno 100 %-tno nicanje biljaka, dok je kroz 7 do 15 dana od sjetve špinata ostvareno 100 %-tno nicanje.



Slika 8. Nicanje novozelandskog špinata (lijevo) i špinata (desno) (foto: Azra Delić, 2017)

Tijekom uzgoja svakodnevno su bilježene minimalne i maksimalne temperature zraka (°C), te minimalna i maksimalna relativna vlažnost zraka (%) u plasteniku (Tablica 3, Prilog). Iz Grafikona 1 vidljivo je kako su temperature i relativna vlažnost zraka bile optimalne za uzgoj obje vrste. Prosječne minimalne temperature zraka nisu bile ispod 16 °C, dok je prosjek maksimalnih temperatura zraka iznosio 27 °C. Minimalna relativna vlažnost zraka bila je 42 %, a maksimalna 70 %.



Grafikon 1. Temperatura (°C) i relativna vlažnost zraka (%) u plasteniku tijekom uzgoja špinata i novozelandskog špinata

3.2. Provedba pokusa

Hraniva otopina pripremljena je s 4 različite koncentracije amonijeva nitrata (NH_4NO_3) u 70 L vode. Za kontrolnu otopinu koristio se sastav hranive otopine prilagođen uzgoju špinata (Cukrov i sur., 2017) što je vidljivo u Tablici 1. U slijedeća tri tretmana koncentracija NH_4NO_3 bila je 75 mg/L, 140 mg/L i 205 mg/L. Što znači da je u kontrolnoj otopini bilo 13,61 g NH_4NO_3, u bazenu s 75 mg/L 18,86 g NH_4NO_3, u bazenu s 140 mg/L 23,41 g NH_4NO_3 i u bazenu s 205 mg/L 27,96 g NH_4NO_3. U Tablici 2 prikazan je dizajn pokusa uzgoja špinata i novozelandskog špinata s različitim koncentracijama amonijeva nitrata.

Tablica 1. Sastav hranive otopine za uzgoj špinata i novozelandskog špinata u plutajućem hidroponu

Soli	Molarna koncentracija (mmol/L)	Masena koncentracija (mg/L)	Količina soli (g/70L)
$Ca(NO_3)_2$	4,06	665,8	46,60
KNO_3	8,02	810,0	56,70
KH_2PO_4	3,16	429,8	30,08
NH_4NO_3	2,43	194,5	13,61
K_2SO_4	0,84	146,2	10,23
$MgSO_4$	0,40	48	3,36
Fe-EDDHA	0,04	14,4	1,008
H_3BO_4	0,084	0,65	0,045
$MnSO_4$	0,015	2,23	0,1561
$CuSO_4$	0,001	0,16	0,0112
Na_2MoO_4	0,001	0,08	0,0056

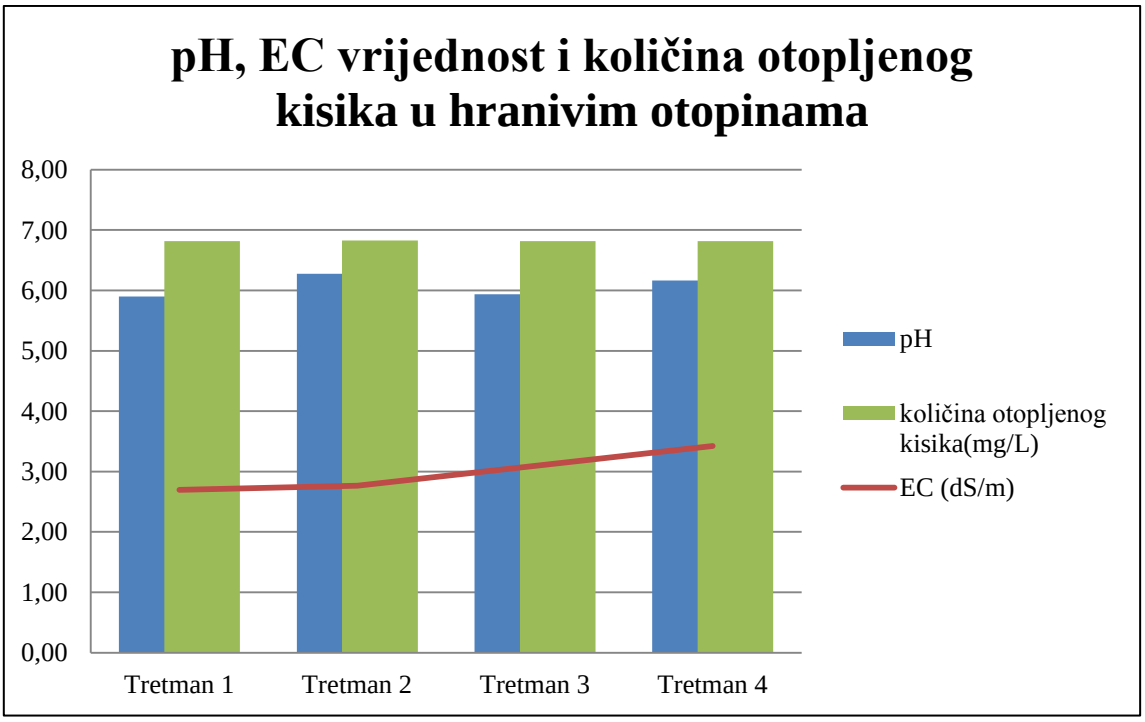
Tablica 2. Prikaz uzgoja špinata i novozelandskog špinata u bazenima s različitim koncentracijama dušika

VRSTA	TRETMAN	UZORAK
Špinat	Kontrola	Špinat 1
	75 mg/L NH_4NO_3	Špinat 2
	140 mg/L NH_4NO_3	Špinat 3
	205 mg/L NH_4NO_3	Špinat 4
Novozelandski špinat	Kontrola	Novozelandski špinat 1
	75 mg/L NH_4NO_3	Novozelandski špinat 2
	140 mg/L NH_4NO_3	Novozelandski špinat 3
	205 mg/L NH_4NO_3	Novozelandski špinat 4

Mjerenje pH i EC vrijednosti, te količine otopljenog kisika u hranivim otopinama svakodnevno su mjerene (slika 9). Tijekom uzgoja prosječna pH vrijednost otopine (Grafikon 2, Tablica 4, Prilog) u prvom bazenu bila je 5,98, u drugom 6,33, u trećem 6,00 i u četvrtom 6,24. Prosječna EC vrijednost (Grafikon 2, Tablica 5, Prilog) u prvom bazenu bila je 2,69 dS/m, u drugom 2,76 dS/m, u trećem 3,09 dS/m, u četvrtom 3,42 dS/m, dok je količina otopljenog kisika varirala od 3,7 mg/L do 11,4 mg/L (Grafikon 2, Tablica 6, Prilog). Sve vrijednosti odgovarale su vrijednostima optimalnim za uzgoj špinata i novozelandskog špinata. Vrijednost pH otopina korigirana je dodavanjem dušične kiseline (HNO_3), 7 mL u svaki bazen.



Slika 9. Mjerenje pH i EC vrijednosti hranivih otopina za uzgoj špinata i novozelandskog špinata (foto: Azra Delić, 2017)



Grafikon 2. Prosječne pH i EC vrijednosti i količina otopljenog kisika hranivih otopina u 4 bazena tijekom uzgoja špinata i novozelandskog špinata

Berba špinata (slika 10) obavljena je 19. prosinca, a berba novozelandskog špinata 22. siječnja. Istog dana berbe svježi su uzorci dopremljeni u laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport Agronomskog fakulteta u Zagrebu i analizirani.



Slika 10. Listovi špinata (lijevo) i novozelandskog špinata (desno) tijekom berbe (foto: Azra Delić, 2017, 2018)

3.3. Metode rada

3.3.1. Određivanje ukupne suhe tvari sušenjem na 105 °C

Ovisno o sastavu proizvoda, za određivanje ukupne suhe tvari primjenjuju se tri postupka sušenja: sušenje na 105 ºC, sušenje u vakuumu i destilacija. U ovom radu korištena je metoda sušenja pri 105 ºC (AOAC, 1995).

Aparatura i pribor:

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

Postupak određivanja:
U osušenu i izvaganu staklenu posudicu s poklopcem stavi se oko 5 g kvarcnog pijeska i stakleni štapić. Potom se osuši u laboratorijskom sušioniku pod određenim uvjetima sa skinutim poklopcem. Nakon sušenja poklopac se stavi na posudicu, posudica se izvadi iz sušionika i ohladi u eksikatoru, a zatim važe s točnošću 0,0002 g. U ohlađenu i izvaganu posudicu s pijeskom stavi se oko 2,5 g pripremljenog uzorka, koji se dobro izmiješa staklenim štapićem i sve zajedno izvaže točnošću 0,0002 g. Staklena posudica u kojoj se nalazi pijesak i ispitivana količina uzorka stavi se u laboratorijski sušionik zagrijan na 105 ºC ± 0,5 ºC u kojem se zagrijava jedan sat sa skinutim poklopcem. Nakon hlađenja i vaganja, sušenje se nastavlja sve dok razlika nakon dva uzastopna sušenja u razmaku od pola sata ne bude manja od 0,001 g. Iznova se važe s točnošću ± 0,0002 g.

Formula:

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

Prema kojoj je:
m_0 (g) – masa posudice i pomoćnog materijala (pijesak, stakleni štapić, poklopac)
m_1 (g) – masa posudice s ispitivanim uzorkom prije sušenja
m_2 (g) – masa posudice s ostatkom nakon sušenja

3.3.2. Određivanje ukupne kiselosti

Ova se metoda temelji na potenciometrijskoj titraciji otopinom natrijeva hidroksida, a primjenjuje za određivanje ukupne kiselosti u voću, povrću i proizvodima od voća i povrća (AOAC, 1995).

Aparatura i pribor:

- graduirana pipeta, obujma 25 i 100 ml
- odmjerna tikvica, obujma 250 ml
- analitička vaga (Sartorius)
- potenciometar sa staklenom elektrodom (Mettler Toledo, Sevenmulti)
- bireta obujma 100 ml
- filter papir

Reagensi:

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

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

Formula:

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

Prema kojoj je:
V (mL) - volumen utrošene NaOH pri titraciji
F - faktor normaliteta NaOH
G (g/mL) – gramekvivalent najzastupljenije kiseline u uzorku
D (g) - masa uzorka u titriranoj tekućini

3.3.3. Određivanje pH vrijednosti

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

Aparatura i pribor:

- čaša volumena 25 mL
- magnet za miješanje

- magnetska miješalica (MM-510)
- pH-metar (Mettler Toledo, Sevenmulti)
- analitička vaga (Sartorius)

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

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

3.3.4. Određivanje L-askorbinske kiseline

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

Aparatura i pribor:
- homogenizator (Zepter international)
- analitička vaga (Sartorius)
- odmjerna tikvica volumena 100 mL
- čaše volumena 100 mL
- bireta 50 mL

Reagensi
- 2,6-p-diklorindofenol
- 2 %-tna oksalna kiselina

Priprema uzoraka:
Uzorak se homogenizira uz dodatak 2 %-tne otopine oksalne kiseline i kvantitativno prenosi u odmjernu tikvicu od 100 mL. Uz povremeno miješanje, nakon jednog sata, odmjernu tikvicu se nadopuni do oznake otopinom oksalne kiseline. Filtrat se titrira otopinom 2,6-p-diklorindofenolom. Iz utrošenog 2,6-p-diklorindofenola za titraciju filtrata do pojave ružičaste boje koja je bila postojana pet sekundi, izračuna se količina L-askorbinske kiseline u uzorcima te se izrazi u mg/100g svježe mase.

Formula za izračun:

$$Vitamin\ C\ (mg/100g) = \frac{V\ \times F}{D} \times 100$$

Prema kojoj je:
V (mL) - volumen utrošenog 2,6-p-diklorindofenola pri titraciji

F- faktor normaliteta 2,6-p-diklorindofenola
D (g) - masa uzorka u titriranoj tekućini

3.3.5. Određivanje ukupnih fenola

Ukupni fenoli određuju se spektrofotometrijski u etanolnom ekstraktu uzorka mjerenjem nastalog intenziteta obojenja pri valnoj duljini 750 nm. Metoda se bazira na kolornoj reakciji fenola s Folin-Ciocalteu reagensom. Folin-Ciocalteu reagens je smjesa fosfovolframove i fosfomolibden kiseline, a pri oksidaciji fenolnih spojeva ove kiseline reduciraju se u volfram-oksid i molibden-oksid koji su plavo obojeni (Ough i Amerine, 1988).

Aparatura i pribor:

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

Kemikalije:

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

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

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

Izrada baždarnog pravca:

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

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

Formula za izračun:

$$y = 0{,}001\ x + 0{,}0436$$

Prema kojoj je:
y – apsorbancija na 750 nm
x – koncentracija galne kiseline (mg/ L)

3.3.6. Određivanje flavonoida i neflavonoida

Za taloženje flavonoidnih fenolnih spojeva preporuča se upotreba formaldehida. Formaldehid reagira s C-6 ili C-8 pozicijom na 5,7-dihidroksi flavonoidu stvarajući metilol derivate koji dalje reagiraju s drugim flavonoidnim spojevima također na C-6 ili C-8 poziciji. Pri tome nastaju kondenzirane molekule koje se uklone filtriranjem. Ostatak neflavonoidnih fenola određuje se po metodi za ukupne fenole (Ough i Amerine, 1988). Razlika ukupnih fenola i neflavonoida daje količinu flavonoida.

Aparatura i pribor:

- filter papir
- stakleni lijevci
- Erlenmeyer-ova tikvica sa šlifom i čepom volumena 25 mL
- pipete volumena 1 mL, 2 mL, 5 mL, 10 mL i 25 mL
- analitička vaga
- staklene kivete
- spektrofotometar (Shimadzu UV 1650 PC)

Kemikalije:

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

Priprema uzoraka:
Ekstrakt ukupnih fenola (opisan u poglavlju 3.3.5.) koristi se i za određivanje flavonoida i neflavonoida.

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

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

3.3.7. Određivanje ukupnih klorofila

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

Aparatura i pribor:

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

Kemikalije:

- aceton
- magnezijev karbonat ($MgCO_3$)

Priprema uzorka:
Odvagan je uzorak mase 0,2 g u staklenu kivetu, dodano je malo praha magnezijeva karbonata zbog neutralizacije kiselosti te ukupni volumen od 15 mL acetona. Uzorak je homogeniziran laboratorijskim homogenizatorom (IKA Ultraturax T18, Njemačka).Smjesa je kvantitativno prenijeta na Büchnerov lijevak postavljen na Erlenmayerovu tikvicu umetnutu u vakuum bocu. Macerat je profiltriran uz pomoć vakuuma uz ispiranje lijevka acetonomtekvantitativno prenesen u odmjernu tikvicu (25 mL) i nadopuni acetonom do oznake.

Postupak određivanja:
Na spektrofotometru se očita apsorbanca u dobivenom filtratu pri valnim duljinama 662, 644 i 440 nm, uz aceton kao slijepu probu.

Formula:
Vrijednosti apsorbancije se uvrštavaju u Holm–Weststtainove jednadžbe za izračunavanje koncentracije pigmenata u mg/L:

$$klorofil\ a = 9{,}784\ \times A_{662} - 0{,}990\ \times A_{644}[mg/L],$$
$$klorofil\ b = 21{,}426\ \times A_{644} - 4{,}65\ \times A_{662}[mg/L],$$
$$klorofil\ a + b = 5{,}134\ \ \times A_{662} + 20{,}436\ \times A_{644}[mg/L\ ],$$
$$karotenoidi = 4{,}695 \times A_{440} - 0{,}268 \times (klorofil\ a + b)[mg/L].$$

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

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

Prema kojoj je:
c – masena koncentracija pigmenata izražena u mg/g svježe tvari
c_1 – masena koncentracija pigmenata izražena u mg/dm3
V – volumen filtrata
m – masa uzorka izražena u mg

3.3.8. Određivanje antioksidacijskog kapaciteta ABTS metodom

Metoda se temelji na gašenju stabilnog plavo-zelenog radikal-kationa 2,2′-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonska kiselina) ($ABTS^{\cdot+}$ radikal-kationa) koji se oblikuje bilo kemijskom ili enzimskom oksidacijom otopine ABTS-a čiji je karakterističan adsorpcijski maksimum pri valnoj duljini od 734 nm. U prisutnosti antioksidansa $ABTS^{\cdot+}$ kation se reducira u ABTS, a reakcija se očituje obezbojenjem plavo-zelene otopine. Udio uklonjenih ABTS radikala koji „gase“ različiti antioksidansi mjeri se praćenjem smanjenja apsorbancije ABTS radikala te se uspoređuje sa smanjenjem apsorbancije koju uzrokuje dodatak određene

količine Troloxa (6-hidroksi-2,5,6,7,8-tetrametilkroman-2-karbonska kiseline) pri istim uvjetima (Miller i sur., 1993; Re i sur., 1999).

Priprema reagensa:

1.dan:

- 140 mM otopina kalijeva persulfata, $K_2S_2O_8$ (0,1892 g $K_2S_2O_8$ izvaže se i otopi u 5 mL destilirane vode u odmjernoj tikvici od 10 mL
- 7 mM ABTS otopina (0,0192 g ABTS reagensa otopi se u 5 mL destilirane vode u odmjernoj tikvici od 10 mL)
- stabilna $ABTS^{\cdot+}$ otopina (88 μL $K_2S_2O_8$ otopine (140mM) prenese se u tikvicu u kojoj se nalazi 5 mL otopine ABTS-a; sadržaj tikvice se dobro promiješa, zatvori, obloži aluminijskom folijom i ostavi stajati 12-16 sati pri sobnoj temperaturi; stajanjem intenzitet plavo-zelene boje se pojačava)

2. dan:

Na dan provođenja svih analiza priprema se 1%-na otopina $ABTS^{\cdot+}$ (1 mL $ABTS^{\cdot+}$ otopine otpipetira se u odmjernu tikvicu od 100 mL i nadopuni 96%-im etanolom do oznake. Nakon toga mjeri se apsorbanca 1%-ne otopine $ABTS^{\cdot+}$ pri 734 nm koja mora iznositi 0,70 ± 0,02. Ako apsorbanca otopine ne iznosi 0,734 onda ju je potrebno namjestiti, odnosno ako je apsorbanca premala u tikvicu od 100 mL pripremljene 1%-ne otopine $ABTS^{\cdot+}$ treba dodati još par kapi stabilne $ABTS^{\cdot+}$ otopine, a ako je apsorbanca prevelika onda treba razrijediti odnosno u tikvicu (100 mL) dodati još 96 %-og etanola.

NAPOMENA: Isti dan kada se pripremi 1%-na otopina $ABTS^{\cdot+}$ s podešenom apsorbancom na 0,70 ± 0,02 treba napraviti i sve analize uzoraka (i baždarni pravac ako je to potrebno) jer je $ABTS^{\cdot+}$ otopina nestabilna i nepostojana već unutar 24 sata.

Priprema uzoraka za analizu:

Procedura ekstrakcije iz uzoraka ista je kao i u protokolu određivanja fenola Folin-Ciocalteu metodom. ABTS metodu najbolje je provesti kada se rade i fenoli te iz pripremljenih fenolnih ekstrakata napraviti analizu i za fenole i za ABTS tako da se poslije rezultati sadržaja fenola i ABTS-a mogu korelirati.

Postupak određivanja (spektrofotometrijski):

160 μL uzorka (ekstrakta) pomiješa se s 2 mL 1%-ne otopine $ABTS^{\cdot+}$ te se nakon 1 min mjeri apsorbanca na 734 nm. Za slijepu probu se koristi 96 % etanol.

Izrada baždarnog pravca:

Za izradu baždarnog pravca u ABTS metodi koristi se Trolox koji uzrokuje smanjenje boje $ABTS^{\cdot+}$ otopine. Točke određene za izradu baždarnog pravca su sljedeće: 0, 100, 200, 400, 1000, 2000 i 2500 μmol/dm^3. Najprije se pripremi *stock* otopina i to tako da se u odmjernu tikvicu od 25 mL izvaže 0,0156 Trolox-a, a tikvica se 80 %-im etanolom nadopuni do oznake. Iz *stock* otopine uzimaju se sljedeći volumeni Trolox-a za pripremu daljnjih razrjeđenja koja se pripremaju u odmjernim tikvicama od 25 mL[1]:

- 0 ⟶ 0 mL Trolox (samo EtOH)
- 100⟶ 0,4 mL
- 200⟶ 0,8 mL

- 400⟶ 1,6 mL
- 1000⟶ 4 mL
- 2000⟶ 8 mL
- 2500⟶ 10 mL

Nakon pripreme navedenih koncentracija Trolox-a iz svake tikvice u kojoj je navedena koncentracija Trolox-a uzima se 160 µL otopine Trolox-a i dodaje 2 mL 1%-ne $ABTS^{\cdot+}$ otopine podešene apsorbance (0,70 ± 0,02). Nakon što pomiješamo dodanu koncentraciju Trolox-a i 1 %-ne $ABTS^{\cdot+}$ otopine izmjeri se apsorbanca pri 734 nm. I tako za svaku točku koncentracije Troloxa. Temeljem izmjerenih vrijednosti apsorbanca za svaku točku napravi se baždarni pravac.

3.3.9. Statistička obrada podataka

Svi podaci su statistički obrađeni u programskom sustavu SAS, verzija 9.3 (SAS, 2010), te su prikazani u tabličnom i grafičkom obliku. Korišten je Duncanov test značajnosti razlika (1%). Rezultati su bili podvrgnuti jednosmjernoj analizi varijance (ANOVA). Pokus je postavljen po slučajnom bloknom raspredu s po 2 kontejnera jedne vrste u svakom bazenu. Sve laboratorijske analize rađene su u tri repeticije. Srednje vrijednosti uspoređene su t-testom (LSD). U tablicama su uz rezultate u eksponentima prikazana slova koja označavaju grupe uzoraka. Izražena je i standardna devijacija.

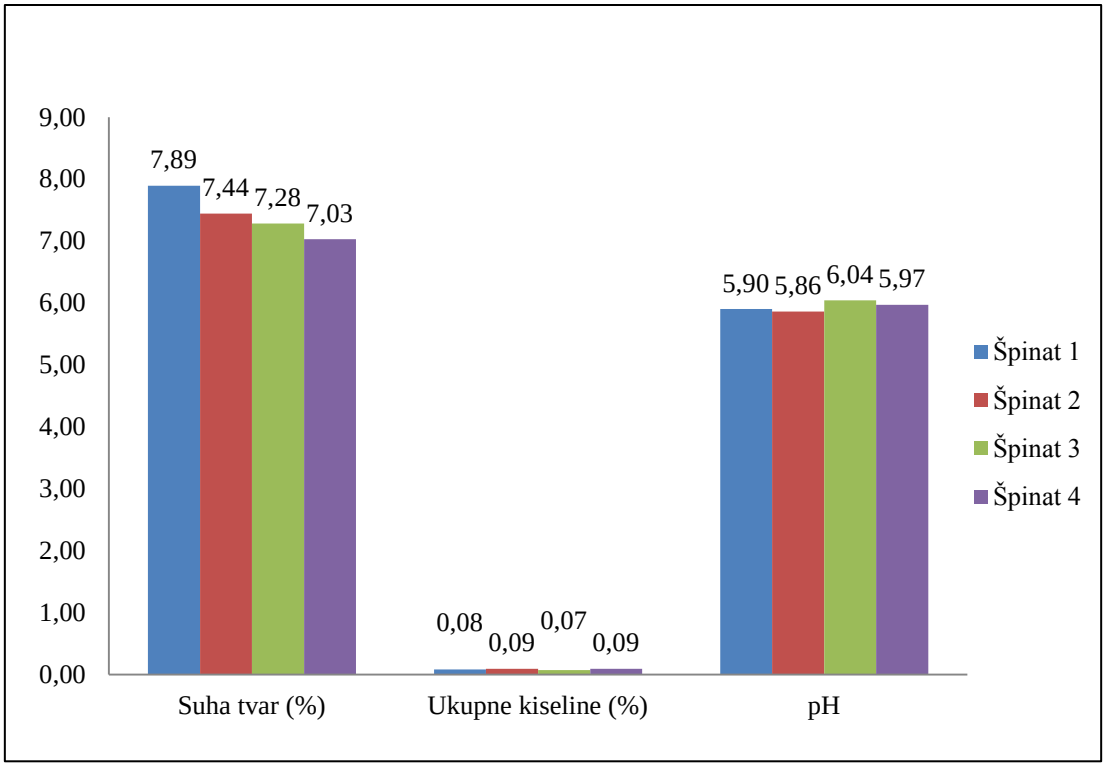
4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Osnovni kemijski sastav špinata

Rezultati istraživanja osnovnog kemijskog sastava špinata prikazani su u Grafikonu 3 i u Tablici 7 (Prilog).

Količina ukupne suhe tvari špinata pokazuje signifikantnost ($p \leq 0,0467$) između istraživanih tretmana. Najmanja količina suhe tvari (7,03 %) zabilježena je u Špinatu 4, odnosno špinatu uzgajanom s 205 mg/L NH_4NO_3, dok najviša (7,89 %) u špinatu uzgojenom u kontrolnoj hranivoj otopini (Špinat 1). Lisnato povrće uzgojeno u plutajućem sustavu u pravilu sadrži više vode, odnosno, manje suhe tvari od povrća uzgojenog na tlu (Jakše, 2005; Kacjan Maršić, 2010). Prema istraživanjima Dzida i Jarosz (2010) količina suhe tvari u špinatu značajno se razlikuje ovisno o primijenjenom dušičnom gnojivu, načinu primjene i dozi kalcijeva karbonata ($CaCO_3$). Prema podacima iz navedenog istraživanja, najveći postotak suhe tvari (13,77 %) bio je u špinatu uzgajanom u hranivoj otopini uree s najmanjom dozom $CaCO_3$. Također, Snatamaria i sur. (1999) navode da se povećanom primjenom dušičnih gnojiva količina suhe tvari u špinatu smanjuje. Kidmose i sur. (2005) za suhu tvar triju različitih sorata špinata navode vrijednosti od 9,4% za sortu 'Lorelei', 8,8% za sortu 'Springfield' i 8,5 % za sortu 'Ballet' što je približno jednako vrijednostima suhe tvari dobivenim u ovom istraživanju.

Količina ukupnih kiselina kao i pH vrijednost špinata ne pokazuju značajnu statističku razliku ovisno o primijenjenom tretmanu. Količina ukupnih kiselina kreće se u rasponu od 0,07 % (Špinat 3) do 0,09 % (Špinat 2 i Špinat 4), dok pH vrijednost od 5,86 (Špinat 2) do 6,04 (Špinat 3). Budući da u povrtnim vrstama količina ukupnih organskih kiselina rijetko prelazi 0,1 % (Poštek, 2017) ovakvi rezultati analize su očekivani.

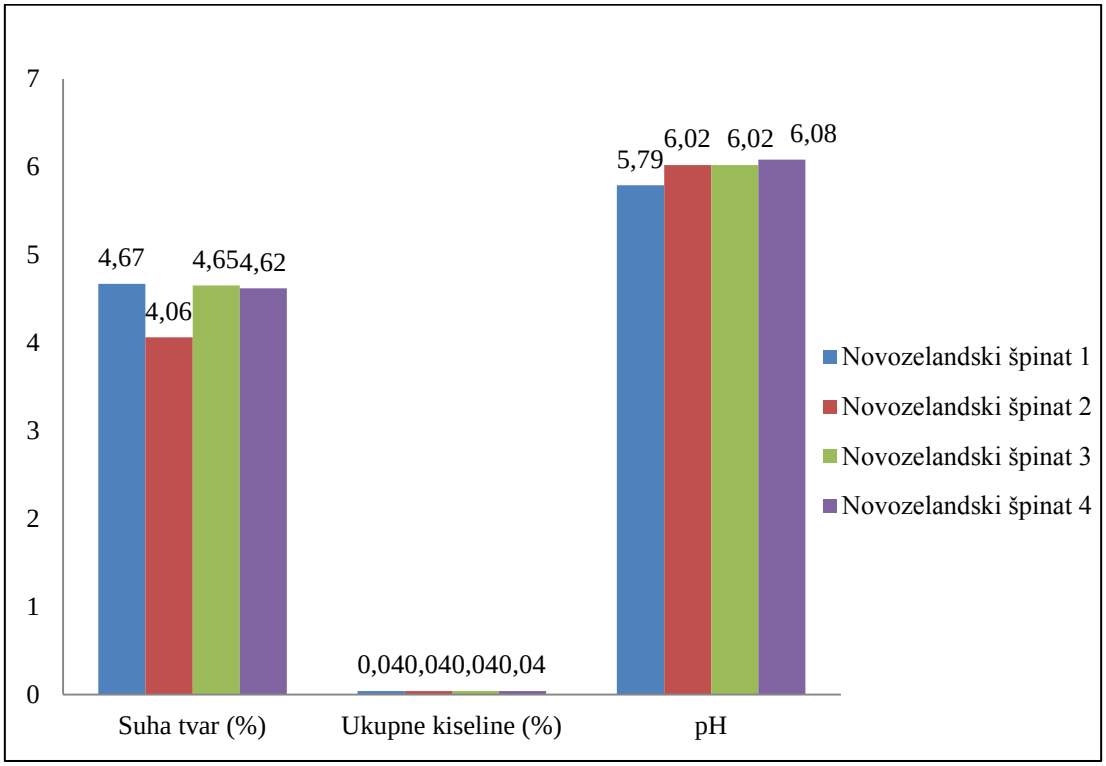


Špinat 1- Tretman 1; Špinat 2- Tretman 2; Špinat 3- Tretman 3; Špinat 4- Tretman 4

Grafikon 3. Osnovni kemijski sastav špinata (*Spinacia oleracea* L.) uzgojenog u plutajućem hidroponu

4.2. Osnovni kemijski sastav novozelandskog špinata

Prema rezultatima osnovnog kemijskog sastava novozelandskog špinata (Grafikon 4., Tablica 8, Prilog) nisu utvrđene opravdane razlike u količini suhe tvari i ukupnih kiselina između testiranih tretmana. Prilikom čega su vrijednosti ukupne suhe tvari bile u rasponu od 4,06 % (Novozelandski špinat 2) do 4,67 % (Novozelandski špinat 1), dok su dobivene vrijednosti ukupnih kiselina za sve istraživane tretmane iznosile 0,04 %. Međutim, značajna statistička razlika utvrđena je za pH vrijednost između tretmana. Najmanja pH vrijednost (5,79) zabilježena je u uzorku novozelandskog špinata uzgajanom u kontrolnoj otopini (Novozelandski špinat 1). Uzorci novozelandskog špinata uzgajani u otopini s 75 mg/L NH_4NO_3 (Novozelandski špinat 2) i 140 mg/L NH_4NO_3 (Novozelandski špinat 3) imali su jednaku pH vrijednost. Uzorak uzgajan u otopini s 205 mg/L NH_4NO_3 (Novozelandski špinat 4) imao je najveću utvrđenu pH vrijednost (6,08). Prema Grzeszczuk i sur. (2007) pH vrijednost novozelandskog špinata iznosi 5,96 što je u skladu s podacima dobivenim u ovom istraživanju. Vrijednost pH špinata i novozelandskog špinata približno su jednake.



Novozelandski špinat 1 - Tretman 1, Novozelandski špinat 2- Tretman 2, Novozelandski špinat 3- Tretman 3, Novozelandski špinat 4- Tretman 4

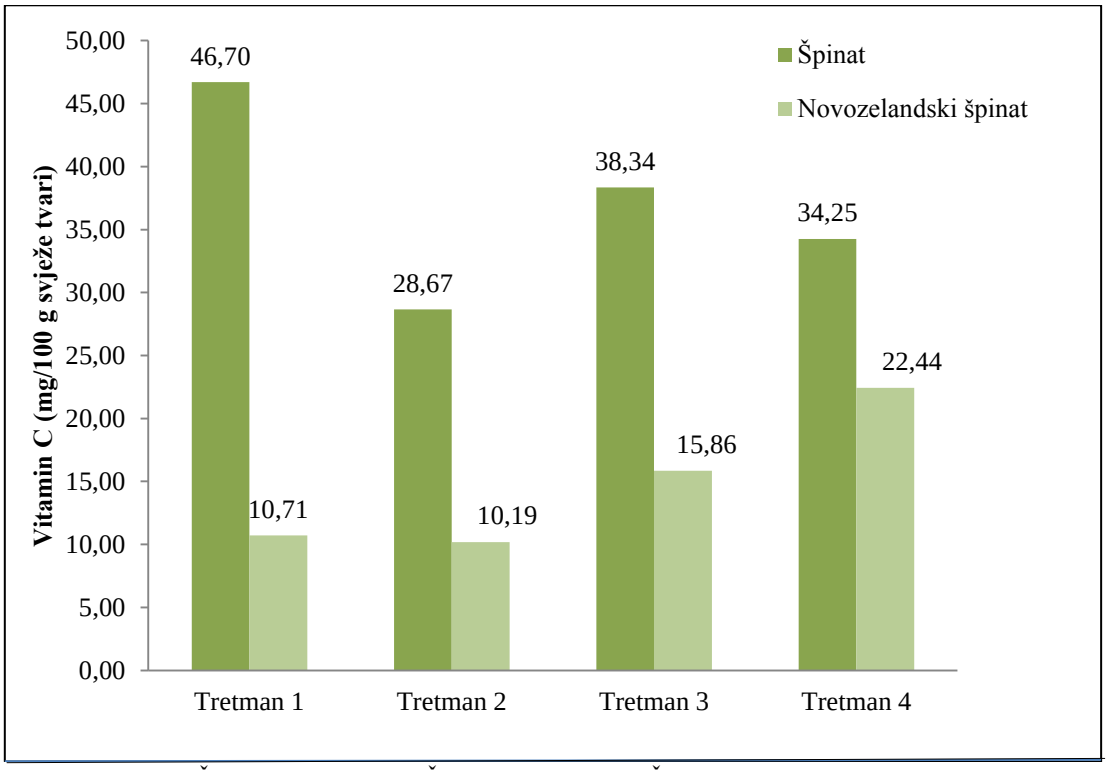
Grafikon 4. Osnovni kemijski sastav novozelandskog špinata (*Tetragonia tetragonoides*) uzgojenog u plutajućem hidroponu

4.3. Bioaktivni spojevi špinata i novozelandskog špinata

Iz Grafikona 5 i Tablice 9 (Prilog) vidljivo je da se količina vitamina C smanjuje s obzirom na povećanje količine NH_4NO_3, a između tretmana utvrđena je i značajna statistička razlika ($p \leq 0{,}0200$). U špinatu uzgojenomu kontrolnoj otopini (Špinat 1) utvrđena je najveća količina vitamina C (46,70 mg/100 g svježe tvari), dok je najmanja količina vitamina C (28,67 mg/100 g svježe tvari) utvrđena u Špinatu 2 (75 mg/L NH_4NO_3). Wangi sur. (2017) napominju da razlikama u količini vitamina C u špinatu mogu pridonijeti različiti čimbenici kao što su genotipovi špinata, uvjeti rasta te tretiranje nakon berbe. Isti autori navode da različitim uzgojem špinata, genetska varijabilnost pokazuje mogućnost poboljšanja kvalitete špinata s visokim sadržajem vitamina C. Abubakeri sur. (2010) navode da je razina nitrata u peteljkama špinata bila veća od vrijednosti u listovima prilikom uzgoja špinata primjenom različitih vrsta gnojiva. Korištenje mineralnih gnojiva uzrokovalo je najveće nakupljanje nitrata u peteljkama i listovima, dok je korištenjem organskih gnojiva količina nitrata bila manja.

Količina vitamina C u uzorcima novozelandskog špinata prikazana je u Grafikonu 5 i Tablici 10 (Prilog). Prema dobivenim rezultatima vidljivo je da novozelandski špinat ima dvostruko manje vrijednosti vitamina C u odnosu na špinat. Najveću količinu vitamina C

(22,44 mg/100 g svježe tvari) imao je novozelandski špinat uzgajan u otopini najveće koncentracije NH_4NO_3 (Novozelandski špinat 4). Najmanja količina vitamina C (10,19 mg/100 g svježe tvari) utvrđena je za novozelandski špinat uzgojen u standardnoj otopini (Novozelandski špinat 1). Vrijednosti vitamina C statistički su se značajno ($p \leq 0,0001$) razlikovale s obzirom na primijenjeni tretman. Mozafar (1993) navodi da povećanje koncentracije dušika utječe na smanjenje vitamina C u biljkama. Također, Radman i sur. (2015) zaključuju da povećana gnojidba dušikom ima negativan utjecaj na sadržaj vitamina C u koprivi. Navedeni podatci razlikuju se od rezultata ovog istraživanja jer se kod povećanja koncentracije dušika povećavala i količina vitamina C u novozelandskom špinatu.



Špinat 1- Tretman 1; Špinat 2- Tretman 2; Špinat 3- Tretman 3; Špinat 4- Tretman 4, Novozelandski špinat 1- Tretman 1; Novozelandski špinat 2- Tretman 2; Novozelandski špinat 3- Tretman 3; Novozelandski špinat 4- Tretman 4

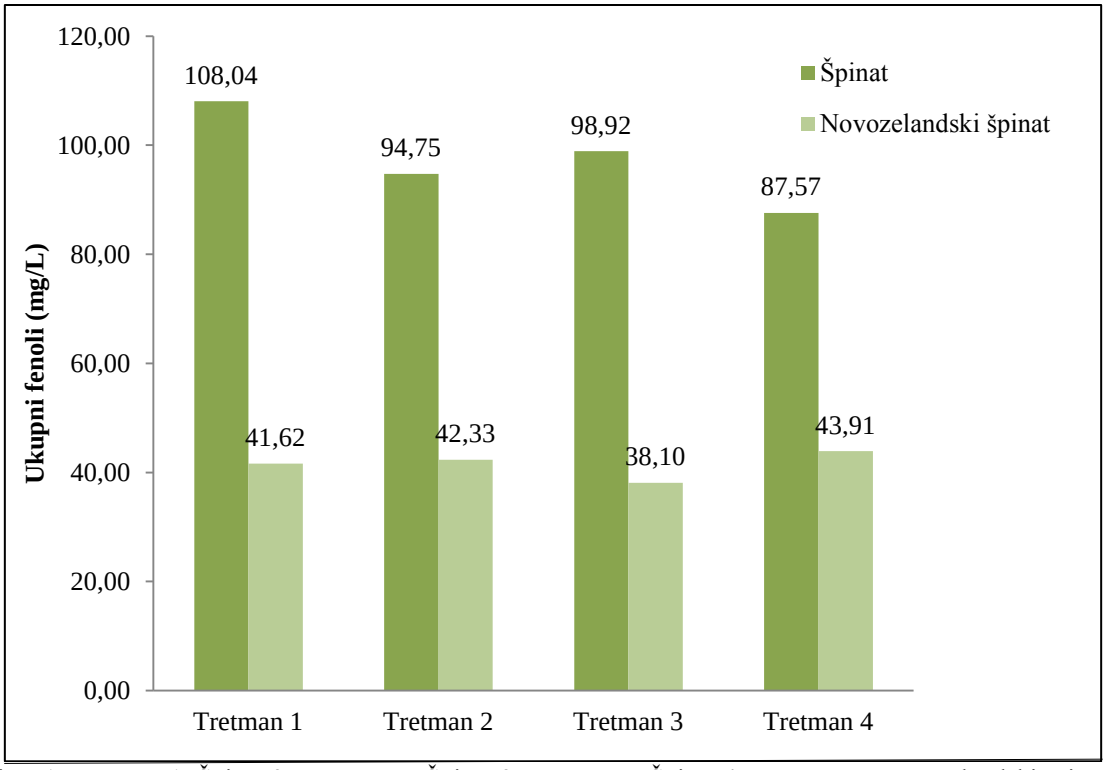
Grafikon 5. Količina vitamina C (mg/100 g svježe tvari) u špinatu (*Spinacia oleracea* L.) i novozelandskom špinatu (*Tetragonia tetragonoides*) uzgojenih u plutajućem hidroponu

Fenoli su sekundarni metaboliti biljaka, različitih kemijskih skupina s različitim funkcijama (Zheng i sur., 2017). Općenito, biljni fenoli prema osnovnoj kemijskoj strukturi dijele se na flavonoide i neflavonoide, odnosno, fenolne kiseline i srodne spojeve, dok su prema svojim strukturnim obilježjima klasificirani na fenolne kiseline, tanine, flavonoide, stilbene i lignane (Šic Žlabur i sur., 2016).

U ovom istraživanju razlike između količine ukupnih fenola špinata uzgojenog različitim tretmanima statistički su visoko signifikantne($p \leq 0,0001$) što je vidljivo u Tablici 9 (Prilog).

Rezultati količine ukupnih fenola špinata i novozelandskog špinata prikazani su u Grafikonu 6. Špinat uzgajan u kontrolnoj otopini imao je najveću količinu ukupnih fenola (108,04 mg/L). Najmanju vrijednost ukupnih fenola (87,57 mg/L) sadržavao je špinat uzgajan u hranivoj otopini najveće koncentracije NH_4NO_3 (Špinat 4). Shahidi i Naczk (2003) navode vrijednosti ukupnih fenola za špinat u rasponu od 1629 mg/kg do 4835 mg/kg, dok Barzegar i sur. (2007) u svom istraživanju navode vrijednosti ukupnih fenola u špinatu od 88,21 do 91,1 g/100 g svježe tvari. Stowe i Osborn (1980) te Radman i sur. (2015) navode da se povećanjem koncentracije dušika fenolni spojevi u biljkama smanjuju, kao što je utvrđeno i u ovom istraživanju.

Utvrđene su statistički opravdane razlike u ukupnoj količini fenola novozelandskog špinata između tretmana (Grafikon 6 i Tablica 10, Prilog). Najveća količina fenola (43,91 mg/L) utvrđena je u uzorku uzgajanom u otopini najveće koncentracije NH_4NO_3 (Novozelandski špinat 4), dok je najmanja vrijednost (38,10 mg/L) utvrđena kod novozelandskog špinata uzgajanom u otopini koncentracije 140 mg/L NH_4NO_3 (Novozelandski špinat 3). Povećanje količine fenola u novozelandskom špinatu s obzirom na povećanje koncentracije dušika očekivano je zbog nakupljanja nitrata, nitrita i oksalata u novozelandskom špinatu koju objašnjava Jaworska (2005) u svom istraživanju. Zaključuje da sadržaj navedenih spojeva ovisi o dijelovima biljke, godini istraživanja te roku berbe, dok metode uzgoja ne utječu na razinu ovih spojeva. U peteljci su pronađene veće količine nitrata, nitrita i oksalata od plojki listova tijekom uzgoja u srpnju, dok su tijekom uzgoja u listopadu količine ovih spojeva bile niže. Također, Jaworska i Kmiecik (1999) su u svom istraživanju uspoređivali kemijski sastav špinat i novozelandski špinat s obzirom na rok uzgoja. Analizirane su količine nitrata, nitrita i oksalata gdje su rezultati pokazali da je razina nitrata u špinatu i novozelandskom špinatu niža u proljetnom u usporedbi s jesenskim uzgojem. Također, manje vrijednosti nitrita zabilježene su tijekom uzgoja novozelandskog špinata u proljeće. Također, količine oksalata u novozelandskom špinatu bile su manje od onih u špinatu u oba uzgoja.



Špinat 1- Tretman 1; Špinat 2- Tretman 2; Špinat 3- Tretman 3; Špinat 4- Tretman 4, Novozelandski špinat 1- Tretman 1; Novozelandski špinat 2- Tretman 2; Novozelandski špinat 3- Tretman 3; Novozelandski špinat 4- Tretman 4

Grafikon 6. Količina ukupnih fenola (mg/L) u špinatu (*Spinacia oleracea* L.) i novozelandskom špinatu (*Tetragonia tetragonoides*) uzgojenih u plutajućem hidroponu

Vrijednosti količine ukupnih flavonoida špinata(Tablica 9, Prilog) kretale su se od 56,13 mg/L (Špinat 4) do 73,71 mg/L (Špinat 3). Vrijednosti količine ukupnih neflavonoida špinata (Tablica 9, Prilog) varirale su od 25,21 mg/L (Špinat 4) do 37,27 mg/L (Špinat 1). Najveće količine flavonoida utvrđene su u špinatu uzgajanom u otopini koncentracije 140 mg/LNH_4NO_3, dok je najmanja količina utvrđena u špinatu uzgojenom u otopini najveće koncentracije NH_4NO_3 (205 mg/L). Najveće količine neflavonoida bile su u špinatu uzgajanom u kontrolnoj otopini, dok su najmanje količine zabilježene u špinatu uzgajanom u otopini najveće koncentracije NH_4NO_3 (205 mg/L). Razlike između različitih tretmana statistički su visoko signifikantne ($p \leq 0{,}0001$). Zikalala i sur. (2017) navode da dušik utječe na smanjenje flavonoida u špinatu.

Vrijednosti količine ukupnih flavonoida novozelandskog špinata (Tablica 10, Prilog) kretale su se od 25,53 mg/L (Novozelandski špinat 3) do 33,81 mg/L (Novozelandski špinat 2). Vrijednosti količine ukupnih neflavonoida novozelandskog špinata (Tablica 10, Prilog) kretale su se od 8,53 mg/L (Novozelandski špinat 2) do 12,57 mg/L (Novozelandski špinat 3). Najveća količina utvrđena je kod novozelandskog špinata uzgojenog u otopini koncentracije 75 mg/L NH_4NO_3, dok najmanju količinu flavonoida ima novozelandski špinat uzgajan u otopini koncentracije 140 mg/L NH_4NO_3. Najveću količinu neflavonoida ima novozelandski špinat uzgajan u otopini koncentracije 140 mg/L NH_4NO_3, a najmanju novozelandski špinat uzgajan u otopini koncentracije 75 mg/L NH_4NO_3. Uspoređujući sa špinatom, novozelandski

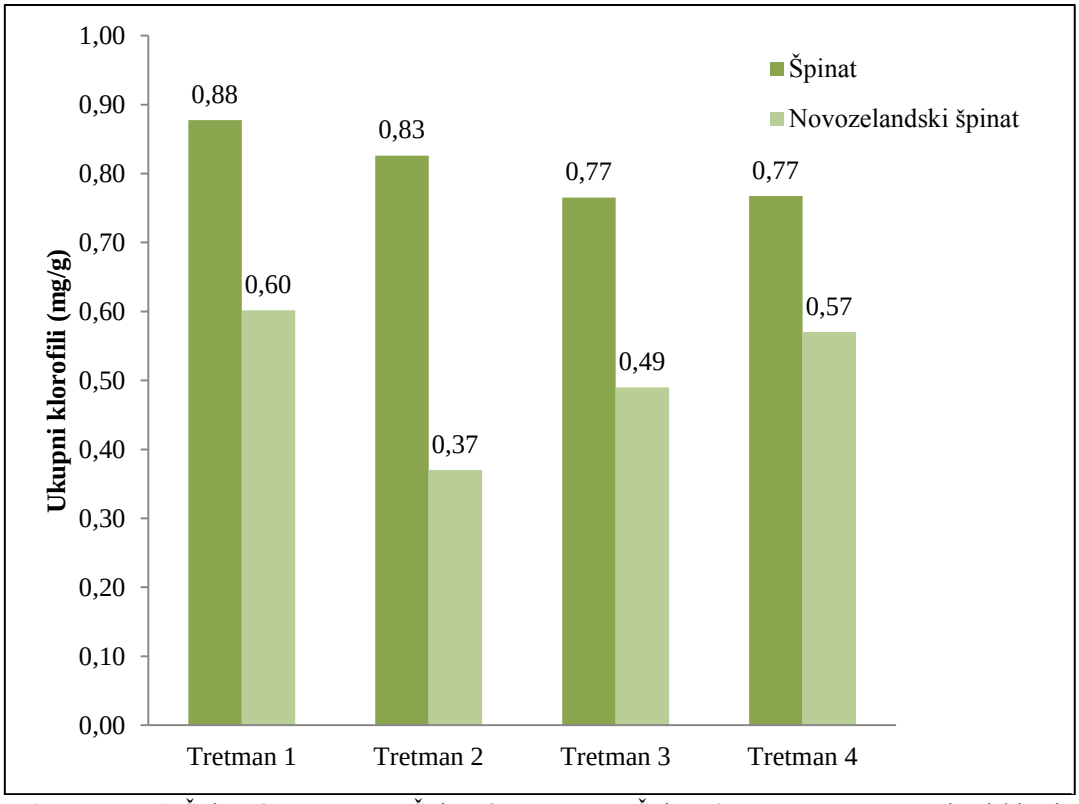
špinat imao je dvostruko manje vrijednosti flavonoida i neflavonoida. Između istraživanih tretmana utvrđene su signifikantne razlike u količini ukupnih flavonoida ($p \leq 0,001$), kao i količini ukupnih neflavonoida ($p \leq 0,0390$).

4.4. Pigmentni spojevi špinata i novozelandskog špinata

Boja povrća pripisuje se prisutnosti različitih pigmenata prvenstveno klorofila (Kidmose i sur., 2005). Prisutnost dušika u tlu i klorofila u biljkama izravno je povezana pa se tako klorofil može koristiti kao indirektan pokazatelj razine dušika u tlu (Jones i sur., 2007). Nemadodzi i sur. (2017) u svom istraživanju zaključili su da se sadržaj klorofila povećavao uz povećanje koncentracije dušičnog gnojiva, također Xu i Mou (2016) navode da nedostatak dušika smanjuje sadržaj klorofila.

Međutim, rezultati istraživanja u sklopu ovog rada nisu sukladni prethodnim navodima. Povećanje količine dušika u hranivoj otopini rezultiralo je smanjenjem količine ukupnih klorofila (Grafikon 7, Tablica 11, Prilog). Najveću količinu ukupnih klorofila (0,88 mg/g svježe tvari) imao je špinat uzgajan u kontrolnoj otopini (Špinat 1), dok je najmanju vrijednost (0,77 mg/g svježe tvari) imao špinat uzgajan u otopini najveće koncentracije NH_4NO_3 (Špinat 4). Vrijednosti klorofila a kretale su se od 0,44 mg/g svježe tvari (Špinat 3) do 0,54 mg/g svježe tvari (Špinat 1). Količina klorofila b u špinatu bila je manja od klorofila a, a vrijednosti su se kretale od 0,30 mg/g svježe tvari (Špinat 4) do 0,37 mg/g svježe tvari (Špinat 2) (Tablica 11).

Manje vrijednosti ukupnih klorofila utvrđene su u novozelandskom špinatu u odnosu na špinat (Grafikon 7, Tablica 12, Prilog). Vrijednosti ukupnih klorofila u novozelandskom špinatu statistički su se značajno razlikovale ($p \leq 0,0001$) s obzirom na primjenjeni tretman. Najviše vrijednosti (0,60 mg/g svježe tvari) ukupnih klorofila utvrđene su u novozelandskom špinatu uzgajanom u kontrolnoj otopini (Novozelandski špinat 1), dok najmanja vrijednost u novozelandskom špinatu uzgajanom u otopini koncentracije 75 mg/L NH_4NO_3 (Novozelandski špinat 2). Kako je vidljivo u Tablici 12 (Prilog) vrijednosti klorofila a kod novozelandskog špinata kretale su se od 0,26mg/g svježe tvari (Novozelandski špinat 2) do 0,39 mg/g svježe tvari (Novozelandski špinat 1), dok klorofila b od 0,11mg/g svježe tvari (Novozelandski špinat 2) do 0,22 mg/g svježe tvari (Novozelandski špinat 1).



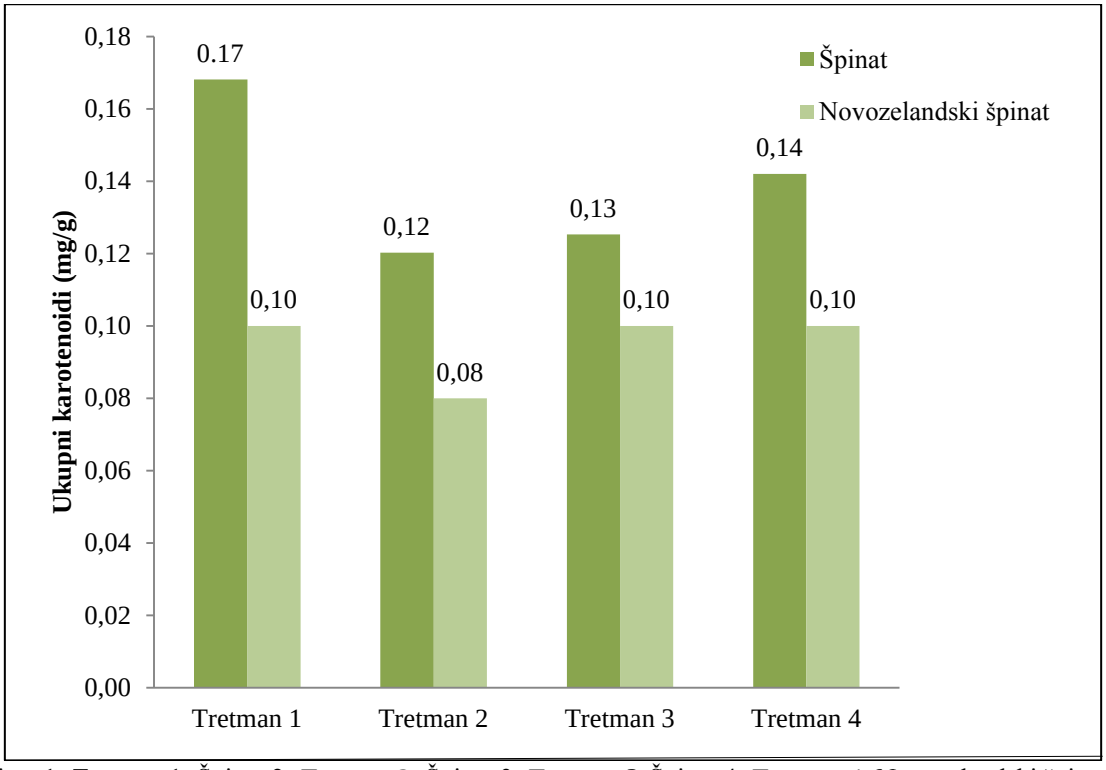
Špinat 1- Tretman 1; Špinat 2- Tretman 2; Špinat 3- Tretman 3; Špinat 4- Tretman 4, Novozelandski špinat 1- Tretman 1; Novozelandski špinat 2- Tretman 2; Novozelandski špinat 3- Tretman 3; Novozelandski špinat 4- Tretman 4

Grafikon 7. Količina ukupnih klorofila (mg/g svježe tvari) u špinatu (*Spinacia oleracea* L.) i novozelandskom špinatu (*Tetragonia tetragonoides*) uzgojenim u sustavu plutajućeg hidropona

Karotenoidi su tetraterpeni koji se isključivo nalaze u kloroplastu i kromoplastu. Unutar kloroplasta, karotenoidi imaju važnu ulogu u skupljanju svjetlosti, fotoprotekciji i odgovoru biljaka na stres (Šircelj, 2008). Najpoznatiji karotenoidi su β-karoten, likopen i lutein, od kojih je β- karoten najzastupljeniji u biljnom svijetu(Šic Žlabur i sur., 2016).

Ukupni karotenoidi špinata iz ovog istraživanja prikazani su u Grafikonu 8 i Tablici 11 (Prilog). Vrijednosti ukupnih karotenoida kretale su se od 0,12 mg/g svježe tvari (Špinat 2) do 0,17 mg/g svježe tvari (Špinat 1) s utvrđenom značajnom statističkom razlikom između tretmana. Veće vrijednosti ukupnih karotenoida u špinatu, za razliku od ovog istraživanja, dokazali su Wang i sur. (2017), a vrijednosti su se kretale u rasponu od 0,18 mg/g do 0,58 mg/g svježe tvari.

Vrijednosti sadržaja karotenoida u novozelandskom špinatu kretale su se od 0,08 mg/g svježe tvari (Novozelandski špinat 2) do 0,10 mg/g svježe tvari (Novozelandski špinat 3,4) (Grafikon 8; Tablica 12, Prilog). Najmanja vrijednost utvrđena je u uzorku novozelandskog špinata (Novozelandski špinat 2) uzgajanog u otopini koncentracije 75 mg/L NH_4NO_3. Najveća vrijednost karotenoida utvrđena je u novozelandskom špinatu uzgajanom u kontrolnoj otopini (Novozelandski špinat 1). Vrijednosti ukupnih karotenoida novozelandskog špinata manje su od vrijednosti u špinatu.



Špinat 1- Tretman 1; Špinat 2- Tretman 2; Špinat 3- Tretman 3; Špinat 4- Tretman 4, Novozelandski špinat 1- Tretman 1; Novozelandski špinat 2- Tretman 2; Novozelandski špinat 3- Tretman 3; Novozelandski špinat 4- Tretman 4

Grafikon 8. Količina ukupnih karotenoida (mg/g svježe tvari) u špinatu (*Spinacia oleracea* L.) i novozelandskom špinatu (*Tetragonia tetragonoides*) uzgojenih u plutajućem hidroponu

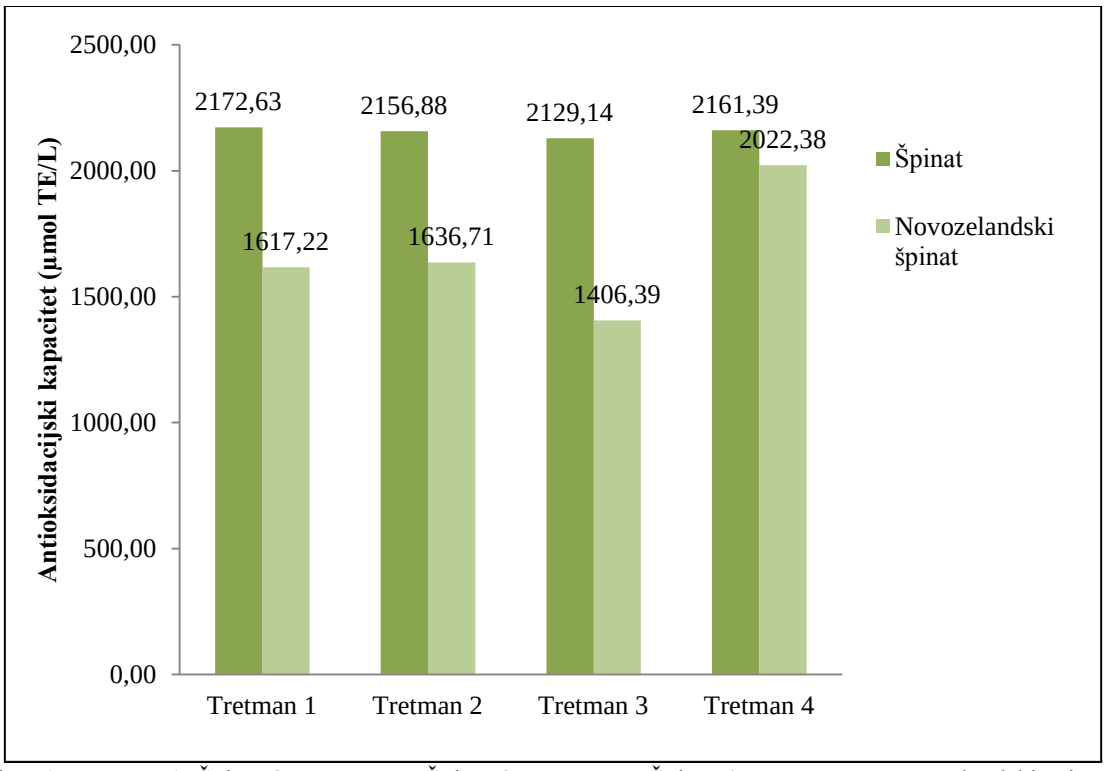
4.5. Antioksidacijski kapacitet špinata i novozelandskog špinata

Antioksidansi su tvari koje sprječavaju ili odgađaju oksidacijsko oštećenje lipida, proteina i nukleinskih kiselina. Najpoznatiji antioksidativni sastojci voća i povrća koji imaju ulogu prevencije i zaštite su vitamin C i E, karotenoidi, minerali (selen i cink), neki peptidi i fenolni spojevi (Alnashi i sur., 2016).

Vrijednosti antioksidacijskog kapaciteta uzoraka špinata prikazane su u Grafikonu 9 i Tablici 9 (Prilog). Najveći antioksidacijski kapacitet (2172,63 µmol TE/L) imao je špinat uzgajan u kontrolnoj otopini (Špinat 1). Najmanju vrijednost antioksidacijskog kapaciteta (2129,14 µmol TE/L) imao je špinat uzgajan u otopini koncentracije 140 mg/L NH_4NO_3 (Špinat 3). Povrće koje sadrži velike količine karotenoida, vitamina C i fenola ima i visok antioksidacijski kapacitet (Yang i sur., 2005). Isti autori u svom istraživanju navode vrijednosti za antioksidacijski kapacitet u špinatu od 112 µmol TE/g. Budući da su karotenoidi, vitamin C i fenoli u korelaciji s antioksidacijskim kapacitetom, razvidno je da su navedene vrijednosti, u ovom radu, niže s obzirom na povećanje dušika u tretmanima.

Vrijednosti antioksidacijskog kapaciteta uzoraka novozelandskog špinata prikazane su u Grafikonu 9 i Tablici 10 (Prilog). Za razliku od špinata, primjećuju se manje vrijednosti

antioksidacijskog kapaciteta u novozelandskom špinatu. Najmanja vrijednost antioksidacijskog kapaciteta bila je u Novozelandskom špinatu 3 (1406,39 µmol TE/L). Najveća vrijednost antioksidacijskog kapaciteta bila je u Novozelandskom špinatu 4 (2022,38 µmol TE/L). Cecilio Filho i sur. (2017) u istraživanju su utvrdili visoke vrijednosti antioksidacijskog kapaciteta za novozelandski špinat.



Špinat 1- Tretman 1; Špinat 2- Tretman 2; Špinat 3- Tretman 3; Špinat 4- Tretman 4, Novozelandski špinat 1- Tretman 1; Novozelandski špinat 2- Tretman 2; Novozelandski špinat 3- Tretman 3; Novozelandski špinat 4- Tretman 4

Grafikon 9. Antioksidacijski kapacitet (µmol TE/L) špinata (*Spinacia oleracea* L.) i novozelandskog špinata (*Tetragonia tetragonoides*) uzgojenih u plutajućem hidroponu

5. ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata ovog istraživanja može se zaključiti sljedeće:

1. Povećanjem koncentracije NH_4NO_3 povećvaju se vrijednosti ukupnih kiselina, suhe tvari, količine vitamina C, ukupnih fenola, klorofila i karotenoida, te antioksidacijskog kapaciteta u kod novozelandskog špinata.
2. Na osnovu analize bioaktivnih spojeva zaključuje se da je špinat ostvario dvostruko više vrijednosti sadržaja vitamina C i ukupnih fenola, kao i flavonoida i neflavonoida, za razliku od novozelandskog špinata u svim tretmanima.
3. Špinat, također, pokazuje i bolju tendenciju nakupljanja pigmentnih spojeva, klorofila i karotenoida u odnosu na novozelandski špinat.
4. Najveću vrijednost antioksidacijskog kapaciteta pokazuje špinat uzgajan u standardnoj otopini, dok novozelandski špinat najveće vrijednosti antioksidacijskog kapaciteta pokazuje uzgojem u hranivoj otopini najveće koncentracije NH_4NO_3 (205 mg/L).

6. LITERATURA

1. Abubaker S. M., Abu-Zahra T. R., Alzubi Y. A., Ammari T., Tahboub A. B. (2010). Nitrate accumulation in spinach (Spinacia oleracea L.) tissues under different fertilization regimes. Journal of Food Agriculture and Environment. 8(2): 778-780.
2. Alnashi B. A., Hassouna H. Z., El Dairouty R. K. (2016). Evaluation of antimicrobial activity, total phenolic compounds, antioxidant activity and nutritional value of fresh spinach (Spinacia oleracea) extracts. Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences,7(3): 1835-1384.
3. AOAC (1995). Official Methods of Analysis (16 th ed.). Washington, DC: Association of Oficial Analytical Chemists.
4. AOAC (2002). Official Methods of Analysis (17 th ed.). Washington, DC: Association of Oficial Analytical Chemists.
5. Barzegar M., Erfani F., Jabbari A., Hassandokht M. R. (2007). Chemical composition of 15 spinach (*Spinacea Oleracea L.*) cultivars grown in Iran. Italian Journal of Food Science. 19(3)
6. Benko B., Fabek S. (2011). Hidroponske tehnike uzgoja povrća. Gospodarski list,13/14: 37-48.
7. Bogović M. (2011). Hidroponski uzgoj povrtnih kultura. Glasnik Zaštite Bilja, 34(6): 12-16.
8. Borošić J., Benko B., Toth N. (2011). Hidroponski uzgoj povrća. Interna skripta. Agronomski fakultet,Zagreb, pp: 3-4.
9. Cecilio Filho A. B., Bianco M. S., Tardivo C. F., Pugina G. (2017). Agronomic viability of New Zealand spinach and kale intercropping. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 89(4): 2975-2986.
10. Cukrov M., Jerončić L., Prelogović L. (2017). Utjecaj kontroliranog vodnog stresa na sadržaj bioaktivnih spojeva u hidroponskom uzgoju rikole (*Eruca sativa* Mill.) i špinata (*Spinacia oleracea* L.). Rad nagrađen Rektorovom nagradom u akad. god. 2016/2017. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
11. Dzida K., Jarosz Z. (2010). Effect of calcium carbonate and differentiated nitrogen fertilization upon the yield and chemical composition of spinach beet. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 9(3): 201-210.
12. Ebadi-Segheloo A., Asadi-Gharneh A. H., Mohebodini M., Janmohammadi M., Nouraein M., Sabaghnia N. (2014). The use of some morphological traits for the assessment of genetic diversity in spinach (*Spinacia oleracea* L.) landraces. Plant Breeding and Seed Science, 69(1): 69-80.
13. Fatema A., Mahfuza I., Afifa K., Munshi M. K., Hossain M. A., Mozammel H., Roksana H. (2013). Biochemical composition and effects of radiation on sensory, biochemical and physiological quality of fresh spinach (*Spinacia oleracea L.*). International Journal of Biosciences, 3(5): 25-34.
14. Geršak D., Vojnović B., Novak E. (2012). Utjecaj višekratne berbe na prinos rige u plutajućem hidroponu. Agronomski glasnik, 74(4): 215-224.

15. Grzeszczuk M., Jadczak D.,Podsiadło C. (2007). The effect of blanching, freezing and freeze-storage on changes of some chemical compounds content in New Zealand spinach. Vegetable Crops Research Bulletin. 66: 95-103.
16. Holm G.(1954). Chlorophyll mutations in barley.Acta. Agr.Scand., 4: 457-471.
17. Inam-ur-Raheem M., Saeed M., Aslam H. K. W., Shakeel A., Raza M. S., Afzal F. (2015). Effect of various minimal processing treatments on quality characteristics and nutritional value of spinach. National Institute of Food Science and Technology University of Agriculture Faisalabad, 3(2-3): 76-83.
18. Jakše M., Kacjan Maršić N. (2010). Uzgoj lisnatog povrća za rezanje na
19. Jaworska G. (2005). Content of nitrates, nitrites, and oxalates in New Zealand spinach. Food Chemistry. 89(2): 235-242.
20. Jaworska G., Kmiecik W. (1999). Content of selected mineral compounds, nitrates III and V, and oxalates in spinach (Spinacia oleracea L.) and New Zealand spinach (Tetragonia expansa Murr.) from spring and autumn growing seasons. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, 2(2).
21. Jones C. L., Weckler P. R., Maness N. O., Jayasekara R., Stone M. L., Chrz D. (2007). Remote sensing to estimate chlorophyll concentration in spinach using multi-spectral plant reflectance. Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers, 50(6): 2267-2273.
22. Kawashima L. M., Soares L. M. V. (2003). Mineral profile of raw and cooked leafy vegetables consumed in Southern Brazil. Journal of Food Composition and Analysis, 16 (5): 605-611.
23. Kidmose U., Edelenbos M., Christensen L. P., Hegelund E. (2005). Chromatographic determination of changes in pigments in spinach (*Spinacia oleracea L.*) during processing. Journal of Chromatographic Science, 43(9): 466-472.
24. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Herak Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2016). Povrćarstvo, Zrinski, Čakovec.
25. Manzocco L., Foschia M., Tomasi N., Maifreni M., Dalla Costa L., Marino M. Cesco S. (2011). Influence of hydroponic and soil cultivation on quality and shelf life of ready to eat lamb's lettuce (*Valerianella locusta* L. Laterr). Journal of the Science of Food and Agriculture, 91(8): 1373-1380.
26. Matraszek R. (2008). Nitrate reductase activity of two leafy vegetables as affected by nickel and different nitrogen forms. Acta Physiologiae Plantarum, 30(3): 361-370.
27. Miller N. J., Diplock A. T., Rice-Evans C., Davies M. J., Gopinathan V., Milner A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. Clinical Science, 84 (4), 407–412.
28. Mozafar A. (1993). Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: a review. Journal of Plant Nutrition, 16(12): 2479-2506.
29. Nemadodzi L. E., Araya H., Nkomo M., Ngezimana W., Mudau N. F. (2017). Nitrogen, phosphorus, and potassium effects on the physiology and biomass yield of baby spinach (*Spinacia oleracea* L.). Journal of Plant Nutrition,40(14): 2033-2044.
30. Nicola S., Hoeberechts J., Fontana E. (2006). Ebb-and-flow and floating systems to grow leafy vegetables: a review for rocket, corn salad, garden cress and purslane. In VIII

International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Advances in Soil and Soilless Cultivation under, 747:585-593.
31. Ough C.S., Amerine M.A. (1988). Methods for Analysis of Musts and Wines. John Wiley& Sons, Washington.
32. Petropoulos S. A., Chatzieustratiou E., Constantopoulou, E.,Kapotis G. (2016). Yield and Quality of Lettuce and Rocket Grown in Floating Culture System. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 44(2): 603-612.
plutajućem sustavu. Izvorni znanstveni rad. 45. hrvatski i 5. međunarodni simpozij agronoma Opatija 2010. 1-5
33. Poštek M. (2017). Sadržaj bioaktivnih spojeva triju varijeteta bosiljka uzgojenih u tlu i plutajućem hidroponu. Diplomski rad,Agronomski fakultet,Zagreb.
34. Radman S., Zutic I., Fabek S., Zlabur J. S., Benko B., Toth N., Coga, L. (2015). Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of cultivated nettle. Emirates Journal of Food and Agriculture, 27(12): 889-896.
35. Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. A. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology & Medicine. 26: 1231-1237.
36. Santamaria P., Elia A., Serio F., Todaro E. (1999). A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture. 79(13): 1882-1888
37. SAS/STAT (2010). Verzija 9.3; SAS Institute. Cary, NC, SAD.
38. Shahidi F., Naczk, M. (2003). Phenolics in food and nutraceuticals. CRC press Taylor & Francis Group, Boca Raton, SAD, pp: 195.
39. Stowe L. G., Osborn A. (1980). The influence of nitrogen and phosphorus levels on the phytotoxicity of phenolic compounds. Canadian Journal of Botany, 58 (10): 1149-1153.
40. Šic Žlabur J., Voća S., Dobričević N. (2016). Kvaliteta voća, povrća i prerađevina-priručnik za vježbe. Agronomski fakultet Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
41. Šircelj H. (2008). Karotenoidi v fotosinteznem aparatu in odziv na stres. Acta agriculturae Slovenica, 91(1): 271-282.
42. Toth N., Fabek S., Benko B., Žutić I., Stubljar S., Zeher S. (2012). Učinak abiotskih čimbenika, gustoće sjetve i višekratne berbe na prinos rige u plutajućem hidroponu. Glasnik zaštite bilja, 35(5): 24-34.
43. Trejo-Téllez L. I., Gómez-Merino F. C. (2012). Nutrient solutions for hydroponic systems. In Hydroponics-A Standard Methodology for Plant Biological Researches. InTech.Colegio de Postgraduados, 244: 1-22.
44. Turkmen N., Sari F., Velioglu Y. S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chemistry. 93(4): 713-718.
45. Vrbetić G. (2008). Plutajući sustav u uzgoju lisnatog povrća. Završni rad,Agronomski fakultet,Zagreb.
46. Wang X., Cai X., Xu C., Zhao Q., Ge C., Dai S., Wang Q. H. (2017). Diversity of nitrate, oxalate, vitamin C and carotenoid contents in different spinach accessions and their correlation with various morphological traits. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 9: 1-7

47. Wettstein, D.(1957). Chlorophyll letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden.Exp. Cell Res.,12:427–434.
48. Xu C., Mou B. (2016). Responses of spinach to salinity and nutrient deficiency in growth, physiology, and nutritional value. Journal of the American Society for Horticultural Science, 141(1): 12-21.
49. Yang R. Y., Tsou S. C., Lee T. C., Hanson P. M., Lai P. Y. (2005). Antioxidant capacities and daily antioxidant intake from vegetables consumed in Taiwan. In Symposium on Taiwan-America Agricultural Cooperative Projects. Taipei,Taiwan, pp: 69-77.
50. Zheng R., Su S., Li J., Zhao Z., Wei J., Fu X., Liu R. H. (2017). Recovery of phenolics from the ethanolic extract of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) baggase and evaluation of the antioxidant and antiproliferative activities. Industrial Crops and Products, 107: 360-369.
51. Zikalala B. O., Nkomo M., Araya H., Ngezimana W., Mudau F. N. (2017). Nutritional quality of baby spinach (*Spinacia oleracea* L.) as affected by nitrogen, phosphorus and potassium fertilisation. South African Journal of Plant and Soil, 34(2): 79-86.

Izvori slika:

Slika2. http://www.gardeningwithangus.com.au/wp-content/uploads/2015/12/tetragonia-tetragonoides_wild-spinach-1.jpg, Pristupljeno: 27. ožujak, 2018
Slika3.https://museumsvictoria.com.au/website/bunjilaka/visiting/milarri-garden/grasses-and-groundcovers/new-zealand-spinach/index.html, Pristupljeno: 8. travanj, 2018
Slika 5.https://naturebackin.com/2017/03/23/an-unexpected-guest-a-longhorned-beetle-in-the-spinach-patch/, Pristupljeno: 27. ožujak, 2018

7. PRILOG

Tablica 3. Temperatura i relativna vlažnost zraka u grijanom plasteniku tijekom uzgoja špinata i novozelandskog špinata u plutajućem hidroponu

	TEMPERATURA ZRAKA °C		RVZ %	
DATUM	**minimalna**	**maksimalna**	**minimalna**	**maksimalna**
18.10.	9,5	41,8	23	90
19.10.	22,8	42,3	57	58
20.10.	6,9	42,4	19	86
23.10.	10,4	43,9	18	91
24.10.	9,6	26,8	31	91
25.10.	6,1	38,4	20	86
26.10.	6,4	37,9	24	87
27.10.	6,8	24,3	42	87
30.10.	4,2	35,2	33	88
31.10.	2,7	36,6	20	81
2.11.	14,7	31,6	30	66
3.11.	19,7	27,8	41	61
6.11.	19,1	33,5	42	73
7.11.	18,1	24,5	45	78
8.11.	18,6	24,7	48	75
9.11.	19,7	24,2	50	65
10.11.	19,5	23,7	54	71
12.11.	18,3	27,3	52	66
13.11.	18,2	27,3	49	71
14.11.	18,1	21,2	43	63
15.11.	17,4	25,2	39	61
16.11.	18,8	24,4	42	62
17.11.	19,6	23,3	47	64
20.11.	18,3	24,7	40	63
21.11.	18,7	26,3	40	63
22.11.	19,7	25,8	43	64
23.11.	18,9	26,3	39	66
24.11.	19,0	25,9	43	67
27.11.	18,6	26,8	40	72
28.11.	17,3	24,1	38	59
29.11.	18,6	24,4	39	54
30.11.	18,8	22,1	44	63
1.12.	18,3	23,4	44	66
4.12.	17,6	23,9	36	67

5.12.	17,1	24,3	39	69
6.12.	16,5	23,4	41	62
7.12.	16,9	23,8	41	63
8.12.	18,0	23,9	42	67
11.12.	16,9	23,1	43	69
12.12.	19,4	22,9	59	70
13.12.	18,1	23,1	53	66
14.12.	18,1	24,5	51	66
15.12.	18,6	27,3	52	72
18.12.	17,1	23,5	44	78
19.12.	17,1	22,8	42	63
20.12.	17,1	22,4	43	63
21.12.	17,8	21,3	47	57
22.12.	16,8	23,3	45	65
27.12.	17,0	25,1	43	64
29.12.	17,6	27,1	49	67
3.1.	16,9	26,1	45	74
8.1.	17,2	31,5	44	81
9.1.	18,8	27,1	55	72
10.1.	18,8	23,6	54	70
11.1.	18,4	24,1	59	69
12.1.	18,6	21,4	51	71

Tablica 4. pH vrijednosti hranivih otopina u 4 bazena tijekom uzgoja špinata i novozelandskog špinata u plutajućem hidroponu

	pH			
DATUM	**kontrola**	**75 mg/L**	**140 mg/L**	**205 mg/L**
10.11.	6,94	7,04	6,82	6,94
13.11.	6,86	6,98	6,78	7,10
14.11.	6,99	7,02	6,88	7,18
15.11.	7,05	7,08	6,92	7,22
16.11.	6,94	6,60	6,71	6,97
17.11.	6,88	6,85	6,65	6,83
20.11.	6,97	7,04	6,77	7,06
21.11.	6,91	7,05	6,74	6,97
22.11.	6,76	7,00	6,58	6,95
23.11.	6,52	6,96	6,40	6,84
24.11.	6,26	6,90	6,27	6,74
27.11.	5,53	6,64	5,90	6,36
29.11.	6,53	6,78	6,68	6,71
30.11.	6,45	6,77	6,60	6,71
1.12.	6,38	6,79	6,54	6,74

4.12.	6,00	6,73	6,41	6,68
5.12.	5,85	6,68	6,37	6,63
6.12.	5,62	6,60	6,24	6,59
7.12.	5,56	6,60	6,14	6,51
8.12.	5,49	6,52	6,10	6,46
11.12.	5,24	6,40	5,73	6,20
12.12.	5,23	6,34	5,69	6,19
13.12.	5,27	6,25	5,66	6,09
14.12.	5,20	6,21	5,49	5,96
15.12.	5,19	6,09	5,44	5,86
18.12.	5,19	5,91	5,33	5,66
19.12.	5,81	5,99	5,36	5,59
20.12.	5,77	5,84	5,34	5,33
21.12.	5,69	5,83	5,26	5,24
22.12.	5,68	5,76	5,24	5,22
27.12.	5,64	6,13	6,08	6,16
29.12.	5,04	5,92	5,91	6,02
3.1.	5,06	5,42	5,47	5,52
8.1.	5,73	5,25	4,89	4,85
9.1.	5,71	5,19	4,77	4,75
10.1.	5,72	5,16	5,44	5,48
11.1.	5,72	5,13	5,33	5,42
12.1.	5,70	5,10	5,22	5,24

Tablica 5. EC vrijednosti hranivih otopina u 4 bazena tijekom uzgoja špinata i novozelandskog špinata u plutajućem hidroponu

	EC (dS/m)			
DATUM	**kontrola**	**75 mg/L**	**140 mg/L**	**205 mg/L**
10.11.	2,34	2,06	2,63	2,55
13.11.	2,52	2,39	2,71	2,69
14.11.	2,23	2,25	2,53	2,67
15.11.	2,39	2,26	2,54	2,61
16.11.	2,33	2,31	2,52	2,63
17.11.	2,39	2,31	2,61	2,74
20.11.	2,40	2,28	2,57	2,64
21.11.	2,16	2,34	2,62	2,80
22.11.	2,37	2,30	2,64	2,88
23.11.	2,39	2,40	2,74	2,99
24.11.	2,59	2,43	2,79	3,07
27.11.	2,70	2,49	2,95	3,33
29.11.	2,46	2,57	2,76	3,09
30.11.	2,60	2,58	2,82	3,08
1.12.	2,55	2,53	2,76	3,09

4.12.	2,60	2,61	2,86	3,14
5.12.	2,67	2,60	2,88	3,22
6.12.	2,59	2,68	2,96	3,28
7.12.	2,76	2,72	3,05	3,43
8.12.	2,86	2,80	3,10	3,48
11.12.	2,90	2,75	3,17	3,56
12.12.	2,86	2,82	3,29	3,73
13.12.	2,95	2,98	3,34	3,77
14.12.	2,96	2,92	3,31	3,75
15.12.	3,08	2,95	3,44	3,89
18.12.	2,99	2,96	3,37	3,88
19.12.	2,87	3,01	3,48	3,97
20.12.	2,63	2,97	3,42	3,99
21.12.	2,77	2,96	3,44	4,04
22.12.	2,90	3,10	3,57	4,10
27.12.	3,04	3,06	3,31	3,69
29.12.	2,87	3,13	3,45	3,82
3.1.	2,86	3,25	3,6	3,99
8.1.	2,93	3,31	3,68	4,22
9.1.	2,85	3,38	3,85	4,29
10.1.	3,00	3,45	3,45	3,94
11.1.	3,08	3,55	3,64	4,01
12.1.	3,01	3,56	3,65	4,03

Tablica 6. Količina otopljenog kisika hranivih otopina u 4 bazena tijekom uzgoja špinata i novozelandskog špinata u plutajućem hidroponu

	količina otopljenog kisika (mg/L)			
DATUM	**kontrola**	**75 mg/L**	**140 mg/L**	**205 mg/L**
14.11.	5,8	6,6	6	5,8
15.11.	9,4	7,4	6,7	9,4
16.11.	10,1	10,2	10,1	10,1
17.11.	8,4	7	9	8,4
20.11.	9,4	8,4	8,6	9,4
21.11.	5,5	6,6	7,9	5,5
22.11.	10	6,5	6,8	10
23.11.	4,4	5,4	4,5	4,4
24.11.	6,7	5,7	9,5	6,7
27.11.	6,3	5,7	5,8	6,3
29.11.	5,1	7,8	6,9	5,1
30.11.	4,8	6,1	5,4	4,8
1.12.	3,7	5	4,2	3,7
4.12.	5,5	7,7	6	5,5

5.12.	5,8	7,3	4,9	5,8
6.12.	5,9	6,4	5,8	5,9
7.12.	7,3	8,4	9,3	7,3
8.12.	4,8	5,3	4,4	4,8
11.12.	5,4	5,3	4,5	5,4
12.12.	6,1	5,8	4,7	6,1
13.12.	6,5	6,6	6,1	6,5
14.12.	6,8	7,6	6,5	6,8
15.12.	6,3	5,4	5,2	6,3
18.12.	6,3	5,3	4,6	6,3
19.12.	6,3	5,4	5,1	6,3
20.12.	8,8	8,2	8,1	8,8
21.12.	5,3	4,9	5,1	5,3
22.12.	6,8	6,3	6,8	6,8
27.12.	6,8	6,3	7,1	6,8
29.12.	7,4	7,3	6,8	7,4
3.1.	5,9	6,5	5,0	5,9
8.1.	5,2	3,9	5,2	5,2
9.1.	5,2	6,4	11,4	5,2
10.1.	8,9	7,4	7,2	8,9
11.1.	14,4	16,2	17,4	14,4
12.11.	8,0	7,5	6,8	8,0

Tablica 7. Osnovni kemijski sastav špinata uzgojenog u plutajućem hidroponu

Uzorak	Suha tvar (%)	Ukupne kiseline (%)	pH
	$p \leq 0,0467$	NS	NS
Špinat 1	$7,89^{a} \pm 0,28$	0,08±0,006	5,90±0,15
Špinat 2	$7,44^{ab} \pm 0,11$	0,09±0,01	5,86±0,03
Špinat 3	$7,28^{ab} \pm 0,26$	0,07±0,006	6,04±0,10
Špinat 4	$7,03^{b} \pm 0,47$	0,09±0,04	5,97±0,08

Špinat 1- kontrola; Špinat 2- 75 mg/L NH_4NO_3; Špinat 3- 140 mg/L NH_4NO_3; Špinat 4- 205 mg/L NH_4NO_3; NS- nije signifikantno

Tablica 8.Osnovni kemijski sastav novozelandskog špinata uzgojenog u plutajućem hidroponu

Uzorak	Suha tvar (%)	Ukupne kiseline (%)	pH
	NS	NS	p≤0,0001
Novozelandski špinat 1	4,67±0,05	0,04±0,006	$5,79^{b}$±0,01
Novozelandski špinat 2	4,06±0,02	0,04±0,01	$6,02^{a}$±0,01
Novozelandski špinat 3	4,65±0,89	0,04±0,01	$6,02^{a}$±0,05
Novozelandski špinat 4	4,62±0,05	0,04±0,01	$6,08^{a}$±0,003

Novozelandski špinat 1- kontrola; Novozelandski špinat 2- 75 mg/L NH_4NO_3; Novozelandski špinat 3- 140 mg/L NH_4NO_3; Novozelandski špinat 4- 205 mg/L NH_4NO_3; NS- nije signifikantno

Tablica 9. Bioaktivni spojevi špinata uzgojenog u plutajućem hidroponu

Uzorak	Vitamin C (mg/100 g)	Fenoli (mg/L)	Ukupni flavonoidi (mg/L)	Neflavonoidi (mg/L)	Antioksidacijski kapacitet (μmol TE/L)
	p≤0,0200	p≤0,0001	p≤0,0001	p≤0,0001	p≤0,0001
Špinat 1	$46,70^{a}$±2,92	$108,04^{a}$±1,75	$70,77^{a}$±1,44	$37,27^{a}$±0,04	$2172,63^{a}$±2,74
Špinat 2	$28,67^{b}$±3,95	$94,75^{c}$±1,21	$62,30^{b}$±1,26	$32,46^{b}$±0,37	$2156,88^{b}$±1,37
Špinat 3	$38,34^{ab}$±8,61	$98,92^{b}$±1,64	$73,71^{a}$±1,79	$31,44^{c}$±0,15	$2129,14^{c}$±2,06
Špinat 4	$34,25^{ab}$±4,99	$87,57^{d}$±0,36	$56,13^{c}$±0,95	$25,21^{d}$±0,59	$2161,39^{b}$±0,90

Špinat 1- kontrola; Špinat 2- 75 mg/L NH_4NO_3; Špinat 3- 140 mg/L NH_4NO_3; Špinat 4- 205 mg/L NH_4NO_3

Tablica 10. Bioaktivni spojevi novozelandskog špinata uzgojenog u plutajućem hidroponu

Uzorak	Vitamin C (mg/100 g) p≤0,0001	Fenoli (mg/L) p≤0,001	Ukupni flavonoidi (mg/L) p≤0,001	Neflavonoidi (mg/L) p≤0,0390	Antioksidacijski kapacitet (μmol TE/L) p≤0,0001
Novozelandski špinat 1	$10,71^{c}$±1,65	$41,62^{b}$±0,58	$29,07^{b}$±1,25	$12,55^{a}$±0,30	$1617,22^{b}$±33,76
Novozelandski špinat 2	$10,19^{c}$±1,87	$42,33^{ab}$±0,95	$33,81^{a}$±1,46	$8,53^{b}$±1,07	$1636,71^{b}$±25,22
Novozelandski špinat 3	$15,86^{b}$±1,22	$38,10^{c}$±0,96	$25,53^{c}$±1,25	$12,57^{a}$±1,68	$1406,39^{c}$±12,08
Novozelandski špinat 4	$22,44^{a}$±1,90	$43,91^{a}$±0,71	$31,53^{ab}$±0,67	$12,38^{a}$±0,71	$2022,38^{a}$±23,46

Novozelandski špinat - kontrola; Novozelandski špinat 2- 75 mg/L NH_4NO_3; Novozelandski špinat 3- 140 mg/L NH_4NO_3; Novozelandski špinat 4- 205 mg/L NH_4NO_3

Tablica 11. Pigmentni spojevi špinata uzgojenog u plutajućem hidroponu

Uzorak	Klorofil a (mg/g) p≤0,0001	Klorofil b (mg/g) p≤0,0001	Klorofil a + b (mg/g) p≤0,0001	Ukupni karotenoidi (mg/g) p≤0,0001
Špinat 1	$0,54^{a}$±0,001	$0,33^{b}$±0,005	$0,88^{a}$±0,0003	$0,17^{a}$±0,0007
Špinat 2	$0,45^{c}$±0,002	$0,37^{a}$±0,001	$0,83^{b}$±0,004	$0,12^{c}$±0,0001
Špinat 3	$0,44^{c}$±0,001	$0,32^{b}$±0,003	$0,77^{c}$±0,0006	$0,13^{c}$±0,0003
Špinat 4	$0,47^{b}$±0,002	$0,30^{c}$±0,001	$0,77^{c}$±0,005	$0,14^{b}$±0,003

Špinat 1- kontrola; Špinat 2- 75 mg/L NH_4NO_3; Špinat 3- 140 mg/L NH_4NO_3; Špinat 4- 205 mg/L NH_4NO_3

Tablica 12. Pigmentni spojevi novozelandskog špinata uzgojenog u plutajućem hidroponu

Uzorak	Klorofil a (mg/g) p≤0,0001	Klorofil b (mg/g) p≤0,0001	Klorofil a + b (mg/g) p≤0,0001	Ukupni karotenoidi (mg/g) p≤0,0001
Novozelandski špinat 1	$0,39^{a}$±0,002	$0,22^{a}$±0,0112	$0,60^{a}$±0,032	$0,10^{a}$±0,005
Novozelandski špinat 2	$0,26^{c}$±0,0016	$0,11^{d}$±0,003	$0,37^{c}$±0,004	$0,08^{b}$±0,0004
Novozelandski špinat 3	$0,34^{b}$±0,0003	$0,15^{c}$±0,0003	$0,49^{b}$±0,0005	$0,10^{a}$±0,0001
Novozelandski špinat 4	$0,37^{a}$±0,0002	$0,20^{b}$±0,0006	$0,57^{a}$±0,0007	$0,10^{a}$±0,0001

Novozelandski špinat - kontrola; Novozelandski špinat 2- 75 mg/L NH_4NO_3; Novozelandski špinat 3- 140 mg/L NH_4NO_3; Novozelandski špinat 4- 205 mg/L NH_4NO_3

Životopis

Azra Delić rođena je 22.studenog 1992. godine u Zagrebu. Osnovnu školu Nikole Tesle pohađa u Zagrebu, nakon čega upisuje Prirodoslovnu školu Vladimira Preloga u Zagrebu, smjer kemijski tehničar. 2011. godine maturirala je na temi rada „Kristalizacija i rast kristala“. Nakon završene srednje škole upisuje Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, gdje se odlučuje za smjer Hortikultura, kojeg završava na temi rada „Rokovi uzgoja i rizici proizvodnje kupusa u Osječko-baranjskoj i Ličko-senjskoj županiji“. Nakon završenog preddiplomskog studija Hortikulture, opredjeljuje se za usmjerenje Povrćarstvo.