

**KOLIČINA IN KAKOVOST PRIDELKA VRTNE SOLATE  
(*Lactuca sativa* L.), PRIDELANE NA HIDROPONSKI IN TALNI  
NAČIN V JESENSKEM ČASU**

**Raziskovalno področje:**

**Ekologija z varstvom okolja**

**Raziskovalna naloga**

**Avtor: Tim Šinko**

**Mentorice: prof. Anita Mustač, prof. Vesna Hojnik, prof. dr. Nina Kacjan Maršić**

**Šola: II. gimnazija Maribor**

## Kazalo vsebine

<b>Kazalo slik .....</b>	III
<b>Kazalo tabel.....</b>	IV
<b>Povzetek.....</b>	VI
<b>Zahvala .....</b>	VII
<b>1 Uvod .....</b>	1
<b>1.1    Namen in cilji raziskovalne naloge .....</b>	1
<b>1.2    Raziskovalna vprašanja.....</b>	2
<b>1.3    Delovne hipoteze.....</b>	2
<b>2    Teoretično ozadje .....</b>	3
<b>2.1    Vrste antioksidantov.....</b>	3
<b>2.2    Antioksidanti v zelenjavi .....</b>	3
<b>2.2.1    Karotenoidi .....</b>	4
<b>2.2.2    Askorbinska kislina (vitamin C).....</b>	4
<b>2.3    Nitrat v listnati zelenjavi .....</b>	4
<b>2.3.1 Vgradnja dušika .....</b>	5
<b>2.3.2 Zakaj je nitrat v jesenskem času toliko večji problem? .....</b>	5
<b>2.3.3 Dovoljene vrednosti nitrata v zelenjadnicah .....</b>	6
<b>2.4    Načini pridelave .....</b>	6
<b>2.4.1 Breztalno gojenje zelenjave (hidroponika) .....</b>	6
<b>2.4.2 Integriran način pridelave .....</b>	7
<b>2.5 Tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (HPLC) .....</b>	8
<b>2.6 Stroški in dobiček hidroponike – prednosti hidropomske pridelave.....</b>	8
<b>3. Materiali in metode dela .....</b>	9
<b>3.1    Materiali .....</b>	9
<b>3.2 Priprava sadik in gradic.....</b>	10

<b>3.3 Priprava hidropona .....</b>	11
<b>3.4 Namakanje.....</b>	14
<b>3.5 Vzorčenje .....</b>	14
<b>3.6 Merjenje kakovosti tal .....</b>	14
<b>3.7 Sušenje vzorcev (liofilizacija in sušenje v pečici) in priprava na laboratorijske meritve.....</b>	15
<b>3.8 Laboratorijske meritve .....</b>	15
<b>3.8.1 Določanje askorbinske kisline.....</b>	15
<b>3.8.1.1 Priprava 3-odstotne metafosforne kisline .....</b>	16
<b>3.8.2 Merjenje nitrata v rastlinskem vzorcu .....</b>	16
<b>3.8.3 Določanje fotosintetskih pigmentov.....</b>	16
<b>3.8.4 Merjenje jakosti svetlobe .....</b>	17
<b>4. Rezultati.....</b>	18
<b>4.1 Dinamika rasti rastlin solate (<i>Lactuca sativa L.</i>) .....</b>	18
<b>4.1.1 Dinamika premra rozete rastlin solate (<i>Lactuca sativa L.</i>) .....</b>	18
<b>4.1.2 Dinamika mase rozet rastlin solate (<i>Lactuca sativa L.</i>).....</b>	19
<b>4.2 Hektarski pridelek.....</b>	20
<b>4.3 Določanje vsebnosti suhe snovi .....</b>	21
<b>4.4 Rezultati meritev nitrata.....</b>	22
<b>4.5 Rezultati meritev askorbinske kisline (vitamina C).....</b>	25
<b>4.6 Rezultati meritev fotosintetskih pigmentov.....</b>	26
<b>4.6.1 Vsebnost klorofila a .....</b>	26
<b>4.6.2 Vsebnost klorofila b.....</b>	27
<b>4.6.3 Vsebnost karotenoidov .....</b>	28
<b>4.6.4 Skupna količina fotosintetskih pigmentov .....</b>	30
<b>4.7 Jakost svetlobe.....</b>	31
<b>4.8 Obroki namakanja .....</b>	31

<b>5. Diskusija .....</b>	<b>32</b>
<b>6. Sklep .....</b>	<b>35</b>
<b>7. Viri in literature .....</b>	<b>36</b>

## Kazalo slik

Slika 1: Skica poskusnega polja.....	11
Slika 2: Priprava bazenov za hidroponski način pridelave.....	12
Slika 3: Bazen za hidroponski način pridelave.....	12
Slika 4: Sadike solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) na hidroponskem načinu pridelave .....	13

## Kazalo grafov

Graf 1: Dinamika povprečnega premaa rozete solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) ( $\text{cm} \pm 0.1\text{cm}$ ) v časovnem obdobju od 26. 9. do 12. 11. 2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropón).....	18
Graf 2: Dinamika povprečnih mas rozet solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) ( $\text{g} \pm 0.1\text{g}$ ) v časovnem obdobju od 26. 9. do 12. 11. 2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropón). .....	19
Graf 3: Hektarski pridelek solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) [ $\text{t}/\text{ha}$ ] ob koncu poskusa 12.11.2021; Intervalli zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov. ....	21
Graf 4: Delež suhe snovi v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) [%] po tedenskih meritvah, G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropón). Intervalli zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov. ....	22
Graf 5: Količina nitrata v vzorcih [ $\text{mg}/\text{kg}$ ] solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) po tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropón). Intervalli zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov. ....	24
Graf 6: Vsebnost vitamina C [ $\text{mg}/\text{kg}$ ] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) po tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropón). Intervalli zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov. ....	25
Graf 7: Vsebnost klorofila a [ $\text{mg}/100\text{g}$ sveže mase] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropón). Intervalli zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov. ....	27

Graf 8: Vsebnost klorofila b [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.....	28
Graf 9: Vsebnost karotenoidov [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.....	29
Graf 10: Skupna masa vseh fotosintetskih pigmentov [mg/100g] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.....	30
Graf 11: Izmerjena dnevna jakost svetlobe zabeležena v dvo-dnevnih intervalih. Puščice označujejo datume vzorčenja.....	31
Graf 12: Obroki namakanja, ki so ga sprožile sonde, glede na gola tla, ali tla, prekrita s folijo. ....	31

## Kazalo tabel

Tabela 1: Zgornja dovoljena vrednost nitrata v solati ( <i>Lactuca sativa L.</i> ).....	6
Tabela 2: Vsebnost makroelementov v hranilni raztopini za hidroponski način vgoje solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ).....	13
Tabela 3: Vsebnost mikroelementov v hranilni raztopini za hidroponski način vgoje solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ).....	13
Tabela 4: Pedološka analiza tal na poskusnih parcelah .....	15
Tabela 5: Kemijska analiza tal v poskusnih parcelah EC=elektronska prevodnost, C <sub>org.</sub> =organski ogljik .....	15
Tabela 6: Dinamika povprečnih premerov rozet solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) (cm±0.1cm) v časovnem obdobju od 26. 9. do 12. 11. 2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). .....	18
Tabela 7: Dinamika povprečnih mas rozet solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) (g±0.1g) v časovnem obdobju od 26. 9. do 12. 11. 2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). .....	19
Tabela 8: Hektarski pridelek solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) [t/ha] ob koncu poskusa 12.11.2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). .....	20
Tabela 9: Delež suhe snovi v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) [%] po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.....	22

Tabela 10: Količina nitrata v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) [mg/kg] po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropn).....	23
Tabela 11: Vsebnost vitamina C [mg/kg] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropn). ....	25
Tabela 12: Vsebnost klorofila a [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) v tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropn). .....	26
Tabela 13: Vsebnost klorofila b [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropn).....	27
Tabela 14: Vsebnost karotenoidov [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropn). .....	28
Tabela 15: Skupna masa vseh fotosintetskih pigmentov [mg/100g] v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropn). .....	30
Tabela 16: Surovi podatki o masi in premeru rozet solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) skozi tedenske obravnave .....	39
Tabela 17: Surovi podatki o vsebnosti nitrata v solati ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) skozi tedenske obravnave .....	40
Tabela 18: Surovi podatki o vsebnosti askorbinske kisline v solati ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) skozi tedenske obravnave .....	41
Tabela 19: Surovi podatki o vsebnosti fotosintetskih pigmentov (klorofila a in b ter karotenoidov) v solati ( <i>Lactuca sativa L.</i> ).....	42
Tabela 20: Vsebnost dovoljenih maksimalni količin nitrata (mg/kg sveže mase) v pridelkih listnate zelenjave (špinače in solate), glede na termin pridelave.....	43

## Povzetek

Hidroponika je način vzreje zelenjadnic, ki se na tržišču vedno bolj uveljavlja. Zaradi novosti in nepoznavanja tega načina se pri mnogih pojavljajo dvomi. Cilj raziskovalne naloge je bil ugotoviti smiselnost pomislekov glede hidropomskega načina vzreje, kar smo dosegli tako, da smo ga primerjali z talnima načinoma (po smernicah že ustaljene integrirane metode vzreje zelenjadnic). Merili smo dinamiko mase in premera rozet, vsebnost fotosintetskih pigmentov (klorofila a in b), nitratnega dušika in nekaterih antioksidantov (vitamina C in karotenoidov) v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*).

## Zahvala

Zahvaljujem se mentoricam za vso pomoč pri izvedbi raziskovalne naloge. Posebna zahvala pa gre tudi Biotehnični fakulteti v Ljubljani, ki mi je priskrbela vse potrebno za izvedbo naloge in mi hkrati nudila ustrezno okolje za izvajanje meritov.

Hvala!

## 1 Uvod

Uživanje sadja in zelenjave je dokazano povezano z znižanjem tveganja za kronične in degenerativne bolezni (Barbaste M., Berke B., Dumas M., Soulet S., Delaunay J. C., Castagnino C., Arnaudinaud, 2002). Tako sadje, kot zelenjava vsebujeta številna, za zdravje potrebna hranila (vitamine, minerale...), ob tem pa imata še nizko energijsko vrednost. Ena izmed pomembnejših spremenljivk pri kakovosti sadja in zelenjave je tudi vsebnost antioksidantov, katerih najpomembnejši predstavniki so askorbinska kislina (v nadaljevanju imenovana vitamin C), karotenoidi in fenolne spojine (Gulcin I., 2021). Vsebnost antioksidantov pa ni edina spremenljivka, ki je pomembna za bolj kakovosten pridelek. Pomembna je tudi vsebnost mikro- in makrohranil v substratu, saj je s tem povezana njihova vsebnost v rastlini. Posebej pomemben je dušik, tako v tleh, kot tudi v rastlini. Tako je nitratna vsebnost in vsebnost elementarnega dušika v pridelku za nas prav tako pomemben pokazatelj kakovosti, saj so prekomerne količine nitratnega dušika v listni zelenjavi lahko toksične za človeški organizem. V tleh pa je nitrat izpostavljen spiranju, zato si z vidika varstva okolja želimo, da ga po pobranem pridelku ostane v tleh čim manj.

Danes obstaja več načinov pridelovanja poljščin vse od konvencionalnega, integriranega pa do breztalnih načinov pridelave (hidropnika, aeroponica...) (Herencia J. F., 2011). Pri talnem gojenju lahko vrtnine gojimo na zastirki, kar olajša pridelavo. To smo vključili tudi v integriran način pridelave v našem primeru. Praviloma naj bi imeli konvencionalno pridelani izdelki najslabšo kakovost, saj so le-ti namenjeni množični pridelavi in prodaji na širšem tržišču. Vse bolj pa se uveljavljajo tudi breztalni načini pridelave, ki ima v primerjavi z drugimi načini pridelave številne prednosti, vendar imamo potrošniki kljub temu številne zadržke do tako pridelane zelenjave (Gruda N., 2009).

### 1.1 Namen in cilji raziskovalne naloge

Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti, kako različni načini pridelave izbrane vrste zelenjave vplivajo na vsebnost določenih antioksidantov, fotosintetskih pigmentov, vsebnost nitrata, merili pa smo tudi porabo vode pri dveh različicah integriranega načina pridelave (z zastirko, brez zastirke). Cilj raziskovalne naloge je bil tudi ugotoviti smiselnost določenih pomislekov glede kakovosti vrtnin, pridelanih s hidroponskim načinom.

## 1.2 Raziskovalna vprašanja

- RV1: Kako način pridelave (talni z zastirko in brez ter hidroponski) vpliva na vsebnost antioksidantov (askorbinske kisline in karotenoidov) v pridelkih vrtne solate (*Lactuca sativa L.*)?
- RV2: Kako način pridelave (talni z zastirko in brez ter hidroponski) vpliva na vsebnost nitratnega dušika v zrelem vzorcu vrtne solate (*Lactuca sativa L.*)?
- RV3: Ali ima način pridelave vpliv na vsebnost fotosintetskih pigmentov v pridelku vrtne solate (*Lactuca sativa L.*)?

## 1.3 Delovne hipoteze

Pred začetkom raziskovanja smo si postavili naslednje hipoteze, ki smo jih tekom raziskovanja poskušali potrditi ali zavreči:

- H1: Vsebnost nitrata bo najvišja v tehnološko zrelem pridelku na hidroponskem načinu.
- H2: Odstotek suhe snovi bo v povprečju najvišji v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*), ki bodo zrastli na tleh brez zastirke.
- H3: Vsebnost fotosintetskih pigmentov v solatah (*Lactuca sativa L.*) se med posameznimi načini pridelave ne bo razlikovala.
- H4: Obstaja koleracija med prisotnostjo fotosintetskih pigmentov in vsebnostjo nitrata v solati (*Lactuca sativa L.*).
- H5: Morfološke lastnosti (masa in premer rozet) bodo najboljše pri skupini vzorcev solat (*Lactuca sativa L.*), ki bodo zrastli na hidroponskem načinu.
- H6: Po vzoru prejšnje hipoteze se pričakuje, da bodo največji pričakovani hektarski donosi zabeleženi pri vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*), ki bodo zrastli na hidroponskem načinu.
- H7: Hidroponski način bo imel najvišjo vsebnost izbranih antioksidantov (askorbinske kisline in karotenoidov).
- H8: Poraba vode [l] bo v primeru integriranega načina pridelave v tleh, prekritih z zastirko, manjša kot v integriranem načinu brez zastirke.

## 2 Teoretično ozadje

### 2.1 Vrste antioksidantov

Antioksidanti so spojine, ki preprečujejo oksidacijo snovi in s tem povezano tvorbo prostih radikalov, nestabilnih molekul, ki jih naše telo proizvaja kot odziv na okoljski stres in druge vrste stresa. Ti lahko posledično povzročijo poškodbe celic. Antioksidante zato včasih imenujemo tudi ‐free-radical scavengers‐ (odstranjevalci prostih radikalov) (Olsen, N., 2018). Na osnovno delitev antioksidantov lahko gledamo z vidika nutricionistov in z vidika živilskih tehnologov. Slednji menijo, da so antioksidanti tista sestavina oziroma dodatki k živilom, ki lovijo proste radikale, tvorijo kelate s kovinskimi ioni, so reducenti oziroma tisti, ki zmanjšujejo oksidativne spremembe. Nutricionisti pa trdijo, da so antioksidanti snovi, ki ščitijo telo pred prostimi radikali, kovinskimi ioni itd. (Vidrih R., Kač M., 2000).

Antioksidante lahko podrobnejše razdelimo glede na različne kriterije. Glede na izvor ločimo eksogene, ki jih je v telo nujno potrebno vnesti s prehrano, in endogene, ki jih človeško telo proizvede samo. Slednje lahko naprej delimo na primarne, sekundarne in terciarne. Primarne tvorijo predvsem mikroorganizmi. Ti so v glavnem predstavniki encimov (glutation...). Njihova naloga je predvsem preprečevanje tvorbe prostih radikalov. Sekundarni delujejo tako, da preprečujejo reakcije iniciacije<sup>1</sup> s tem, da vežejo kovinske ione v stabilne komplekse, absorbirajo UV–svetlobo, deaktivirajo singletni kisik<sup>2</sup>... Sekundarni antioksidanti zmanjšujejo učinek prooksidantov (snovi, ki povzročajo oksidativni stres) in s tem povečujejo učinek primarnih antioksidantov. Antioksidanti, sposobni reakcije s kisikom, so vitamin C,  $\beta$ -karoten in sulfati. Terciarni antioksidanti so tisti, ki popravljajo že nastale poškodbe, ki so jih povzročili prosti radikali. Glede na kemijsko zgradbo jih lahko delimo na vodotopne (vitamin C, glutation...) in topne v maščobi (vitamin E,  $\beta$  – karoten...). (Madhavi D. L., Deshpande S. S., Salunkhe D. K., 1996).

### 2.2 Antioksidanti v zelenjavi

Številni viri navajajo zelenjavo kot bogat vir antioksidantov. Tako v njej najdemo številne vitamine (A, B, C, E...), polifenole (flavonoide, flavone...), karotenoide, sulfide... Vse prej naštete spojine zmanjšujejo tveganja za kronične (nenalezljive) bolezni srca in ožilja, nekatere

---

<sup>1</sup> (začetek reakcije oziroma nastanek radikalov), ki jo sproži radikalni iniciator: iz neradikalskega prekurzorja nastane prosti radikal. (wikipedia, [https://sl.wikipedia.org/wiki/Radikalska\\_adicija](https://sl.wikipedia.org/wiki/Radikalska_adicija))

<sup>2</sup> Singletni kisik je elektronsko vzbujen molekularni kisik O<sub>2</sub>, kar povečuje njegovo nestabilnost. (wikipedia, [https://sl.wikipedia.org/wiki/Singletni\\_kisik](https://sl.wikipedia.org/wiki/Singletni_kisik))

študije so jih celo povezale z manjšo možnostjo nastanka rakavih obolenj in nevrodegenerativnih bolezni (Zveza potrošnikov Slovenije, 2021).

V nadaljevanju bodo predstavljene spojine, ki jih bomo merili tekom raziskave.

## 2.2.1 Karotenoidi

Tekom raziskave bomo merili vsebnost vseh fotosintetskih pigmentov, katerih predstavniki so tudi karotenoidi. Ti so prisotni v večini sadja in zelenjave pa tudi v nekaterih glivah, algah in bakterijah. Človeški organizem ni sposoben sintetizirati karotenoidov, zato jih moramo nujno zaužiti s hrano. Najpomembnejši karotenoidi so  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten, lutein, likopen, zeaksantin in  $\alpha$ - in  $\beta$ - kriptoksanthin. V naravi je splošno prisotnih cca. 650 vrst karotenoidov, človeška prehrana pa je sestavljena iz cca. 100 vrst. Karotenoide najpogosteje sestavlja glavna štirideset atomska veriga C – atomov, ki jih povezujejo izmenjavajoče se enojne in dvojne vezi. Povezujejo se v ciklične in aciklične skupine. Po kemijski zgradbi delimo karotenoide na karotene (zgrajeni iz atomov ogljika in vodika) in na ksantofile (zgrajeni iz ogljika, vodika in vsaj enega atoma kisika). Veliko študij je prav karotenoide povezano z manjšo možnostjo za nastanek prej omenjenih bolezni srca in ožilja (Eggersdorfer M., Wyss A., 2018).

## 2.2.2 Askorbinska kislina (vitamin C)

Vitamin C spade med vodotopne antioksidante. Nekatere živali in rastline so sposobne sintetizirati vitamin C, človek pa ga mora iz enakega razloga kot karotenoide zaužiti s hrano. Človeku je nujno potreben iz večih vidikov, saj ima visoko antioksidativno delovanje (zaščita esencialnih molekul, kot so lipidi, nukleinske kisline in proteini). Potrebujemo ga pri sintezi kolagena, ki sestavlja krvne žile in ligamente in sodeluje pri metabolizmu proteinov. Vitamin C ima pomembno vlogo tudi pri imunskem sistemu in povečuje absorpcijo železa, ki pa ima v človeškem telesu prav tako nemalo pomembnih funkcij. Pomanjkanje vitamina C lahko privede do bolezni skorbut. Med najbogatejše vire vitamina C spadajo sadje, zelenjava in iz njiju izdelani sokovi (Singh R., Mahdi A. A., Singh K. R., Gierke L. C., Cornelissen G, 2018).

## 2.3 Nitrat v listnati zelenjavi

Dušikove spojine (kot so nitrozamini in nitrozamidi; bodisi hlapni ali nehlapni) so pomemben parameter, ki ga je potrebno pazljivo spremljati v prehrani človeka. Kot kažejo raziskave (Hotchiss JH., 1987), več kot 90% od 300 preiskovanih spojin z dušikom povzroča raka (Pokorn, D., 1990).

Naravno je v tleh prisotnega veliko nitrata in amonijskega dušika, ki sta pri vzgoji zelenjadnic dobrodošla. Težava pa nastane, ko se ta nitrat začne kopičiti v rastlinskem tkivu. Večino od 90% v tleh naravno prisotnega dušika lahko zelenjadnice sprejmejo v nitratni obliki. Na kopičenje nitrata v okolju lahko vplivajo številni dejavniki (Brown J.R., Chrisy M. in Smith, 1993), kot so prekomerna uporaba gnojil (mineralnih in organskih), neurejene odplake, organske snovi v tleh zaradi industrije...

Listne zelenjadnice (kamor spada tudi solata, ki smo jo vključili v našo raziskavo) kopičijo največ nitrata med zelenjadnicami. "Solata, špinača, zelena in sladkorna pesa lahko sprejmejo več kot 1000 mg nitrata/kg sveže snovi /.../" (Wolff, 1972). O prekomernem kopičenju z nitratom govorimo takrat, ko rastlina kopiči večje količine nitrata, kot ga dejansko potrebuje za normalno rast. Med zelenjadnice, ki pogosto kopičijo (pre)velike količine nitrata, spadajo solata, zelje, zelena, motovilec, špinača, ipd., medtem ko korenje, grah, stročji fižol zelo redko kopičijo prevelike količine nitrata. Rastline, ki imajo nakopičene prevelike količine nitrata, lahko vsebujejo tudi do 10.000 mg nitrata/kg sveže snovi (Ximenes M.I.N., Rath S., Reyes F.G.R., 2000). Zaradi številnih poročil o toksičnosti nitrita in nitrata je JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) določila sprejemljiv dnevni vnos za zdravo odraslo osebo. Ta meja se giblje med 0 in 3,7 mg/kg telesne mase (FAO/WHO, 2003).

### **2.3.1 Vgradnja dušika**

Glavni viri anorganskega dušika so nitratni in amonijev ioni. Velik del slednjih se takoj (že v koreninah) vgradi v aminokisline ali druge večje organske molekule, medtem ko je nitratni ion bolj mobilen in se lažje skladišči v vakuoli (v celicah korenin, poganjkov, plodu). Zaloge dušika, vezanega v nitratne ione, so pomembne predvsem v razmerah, kjer ni zadostne količine razpoložljivega dušika (Kmecl, V., 2005). Rastlina seveda ne more dušika, vezanega v nitratni ion, takoj vezati v večje organske molekule, ampak mora poteči proces redukcije. Nitrat najprej reducira v nitrit (v citoplazmi), nato pa se še ta reducira v amonij (v kloroplastih). Oba postopka katalizira encim reduktaza (Masiaux-Daubresse D., 2009).

### **2.3.2 Zakaj je nitrat v jesenskem času toliko večji problem?**

Rastlina sprejme dušik v obliki nitrata, ki se ob zadostni jakosti osvetlitve (od konca pomladi do zgodaj jeseni) vgradi v aminokisline in v beljakovine s pomočjo fotosinteze. Močnejša osvetlitev omogoči večjo aktivnost fotosinteze, ob kateri se sproščajo tudi energetsko bogate molekule (ATP, NADH...). Takrat, ko je fotosinteza močna, je te energije dovolj ter se vsi elementi, ki se lahko (med njimi tudi dušik), vgradijo v organske molekule. Ko pa je jakost

svetlobe zmanjšana (od jeseni do zgodaj spomladi), rastlina sprejme nitrat in ga skladišči v vakuoli celice, kjer se začne kopičiti. Največ ga nakopiči predvsem listna zelenjava.

### 2.3.3 Dovoljene vrednosti nitrata v zelenjadnicah

Določila o maksimalnih vrednostih nitrata v zelenjadi so zapisane v pravilniku o onesnaževalcih v živilih, objavljenem v Uradnem listu RS. /.../ “Kadar je obrok sestavljen iz zelenjave, vsebnost nitratov ne sme preseči:

–750 mg/kg gotovega obroka, če je sestavljen iz špinače ali solate,

–250 mg/kg gotovega obroka, če je sestavljen iz druge zelenjave.” /.../ (Uradni list RS št.69, 2003)

V spodnji tabeli so predstavljene zgornje vrednosti nitrata za solato (*Lactuca sativa L.*), ki je bila uporabljena v naši raziskavi.

Tabela 1: Zgornja dovoljena vrednost nitrata v solati (*Lactuca sativa L.*)

ŽIVILO	SVEŽA ZELENA SOLATA ( <i>Lactuca sativa L.</i> )	ZGORNJA MEJNA VREDNOST (mg NO <sub>3</sub> /kg sveže mase)
Gojena v rastlinjakih ozziroma drugih zavarovanih	Spravilo od 1. oktobra do 31. marca	4500
	Spravilo od 1. aprila do 30. septembra	3500
Gojena na prostem	Spravilo od 1. oktobra do 31. marca	4000
	Spravilo od 1. aprila do 30. septembra	2500

Vir tabele: (Uradni list RS št.69, 2003)

## 2.4 Načini pridelave

Zelenjavo (in sadje) lahko danes pridelujemo na različne načine. V svetu trenutno prevladujejo konvencionalni, integriran in ekološki način pridelave živil. Vse večjo veljavjo pa dobivajo tudi breztalni načini pridelave, med katerimi prevladuje hidroponski način, kjer lahko brez uporabe tal dobimo pridelek konkurenčne kakovosti.

### 2.4.1 Breztalno gojenje zelenjave (hidroponika)

Z izrazom hidroponika označujemo pridelavo rastlin, vzgojenih brez tal. Korenine se tako razvijejo v vodi, ki je dobro oskrbljena s kisikom. V njej mora biti raztopljena točno določena količina makro- in mikro hranil, ki jih rastlina potrebuje za normalno rast in razvoj. Hranilna raztopina mora vsebovati točno določenih devet makroelementov (C, H, O, N, P, Ca, S, K, Mg) in sedem točno določenih mikroelementov (Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo). Nekateri elementi, ki

so potrebni samo za nekatere rastlinske vrste (Al, Si, Co...), niso nujno potrebni v hranilni raztopini, če jih gojena rastlina izrecno ne potrebuje. Prednosti tega načina so predvsem optimalne razmere za rast rastline v celotni rastni dobi, zmanjšanje tveganja za pojav bolezni in potencialni razvoj škodljivcev ter posledično hitrejša rast (Britannica, 2021).

Hidroponsko gojenje je rešitev tudi za območja z neustreznimi talnimi rastnimi razmerami, kjer zagotavlja zadostno količino pridelka, ki ga s tradicionalnimi načini kmetovanja nikoli ne bi bilo moč doseči. Zaradi zmanjšane uporabe sredstev za varstvo rastlin je manjša tudi verjetnost, da bi na pridelku ostali ostanki fitofarmacevtskih sredstev. Hidroponska pridelava omogoča tudi gojenje izven sezone. V tem načinu danes pridelujemo večinoma plodovke, solatnice, kapusnice in stročnice, saj hidroponske tehnike za ostale zelenjave še niso primerne (Putra A., Yuliando H., 2015). Kljub vsem prednostim pa jo nekateri potrošniki še vedno smatrajo za nenaraven način pridelovanja zelenjave. Res je, da se je hidroponika razvila predvsem iz ekonomskih razlogov, a ima številne pozitivne učinke na okolje. V nekaterih državah (ZDA) so hidroponiko potrdili tudi kot ekološki način pridelave (Gruda N., 2009).

## **2.4.2 Integriran način pridelave**

Integriran način pridelave velja za novejšega, saj je bil predlagan kot način za zmanjševanje stroškov goriv, krme in gnojil, ob minimalnih kapitalskih naložbah. Z njim naj bi se pridelovala visoko kakovostna hrana z uporabo naravnih virov in mehanizmov, ki zagotavljajo trajnostni razvoj. Pri tem načinu je potrebno upoštevati veliko ukrepov. Med največkrat omenjene ukrepe spada kolobarjenje, ki izboljša strukturo in plodnost tal; izbira sort, primerno gnojenje, čas setve ter racionalna uporaba fitofarmacevtskih sredstev. Glavni cilj tega načina pridelave je pridelati čim bolj kakovostno zelenjavo na človeku čim bolj prijazen način (Baur R., Wijnands F., Malavolta C. , 2011).

Drugi cilji integrirane pridelave so (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2017) uravnoteženo izvajanje agrotehničnih ukrepov (priprava tal, gnojenje, namakanje, pletje), naravni ukrepi varstva rastlin imajo prednost pred fitofarmacevtskimi, veterinarsko-farmacevtskimi in biotehnološkimi ukrepi, s čimer se doseže enak doprinos, prepoved uporabe gensko spremenjenih organizmov za pridelavo rastlinske hrane, uporaba gnojil in fitofarmacevtskih sredstev je pod stalnim nadzorom, ohranjanje biotske raznovrstnosti, gnojenje z organskimi gnojili ima prednost pred gnojenjem z mineralnimi gnojili, izvajanje analiz pred gnojenjem, da se onemogoči prehod nitratov v podtalnico, pridelava je

nadzorovana, izvaja se certificiranje pridelkov, s čimer se informira potrošnike o višji kakovosti.

## 2.5 Tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (HPLC)

Kromatografija je fizikalno-kemijska metoda za ločevanje tekočih ali plinastih zmesi oziroma posameznih komponent v vzorcu, ki jih zaznamo z ustreznim merilcem. Osnovni kontekst kromatografije je v različni migraciji posameznih komponent pod vplivom mobilne faze zaradi selektivnega zadrževanja (retencije) komponent na stacionarni fazi (Rudan-Tasič D., Klofutar C., 2007). Pri HPLC molekule vzorca na poti skozi kolono prehajajo med mobilno fazo, ki je tekočina majhne viskoznosti, in stacionarno fazo, ki je trdna. Mobilna faza potuje skozi stacionarno v točno določeni smeri. Kromatografski proces, ki pri tem nastaja, je rezultat absorbcije in desorpcije s stacionarno fazo, ki poteka med potovanjem komponent vzdolž kolone. Do ločitve pride zaradi razlik v porazdelitvenih konstantah posameznih komponent vzorca, ki so posledica termodinamskih lastnosti topljencev. Tako topljenci z večjo afiniteto do mobilne faze pridejo iz kolone hitreje kot topljenci, ki se zadržujejo v stacionarni fazi. Senzorji sedaj zaznajo in merijo količine snovi, ki se spirajo (eluirajo) iz kolone. Eluirajo se po vrstem redu po velikosti porazdelitvenih koeficientov glede na stacionarno fazo. Porazdelitev je posledica porazdelitvenih sil med molekulami topljenca in molekulami obeh faz. Močnejše kot so sile med molekulami topljenca in molekulami v stacionarni fazi, pozneje se topljenec eluira (Rudan-Tasič D., Klofutar C., 2007).

## 2.6 Stroški in dobiček hidroponike – prednosti hidropomske pridelave

Hidroponika ima več prednosti pred drugimi metodami kmetovanja:

- Ocenjujejo, da se poraba zemlje pri hidroponiki zmanjša za 50%, poraba vode pa kar za 90%. Zato je zelo koristen predvsem na območjih, kjer je vode malo, pridelovalna zemljišča pa zelo omejena.
- Stroški skrbi za polje, kot so obdelava tal, pletje, vzdrževanje..., so pri hidroponiki močno zmanjšani.
- Prostor, ki ga hidroponika zahteva je razmeroma majhen. Praviloma bi lahko sadike sadili tudi namanjših razdalijah, kar zagotavlja višji pridelek.
- Varstvene ukrepe za vzdrževanje tal (kolobarjenje in druge metode ohranjanja tal), je mogoče v določeni meri prezreti.

- Postopek pridelave je mnogo hitrejši v primerjavi z drugimi tehnikami (več žetev v sezoni).

Obstaja več vrst hidroponskega načina pridelave. Tehnike se med seboj razlikujejo predvsem po količini in ceni tehnike (črpalke, medij, osvetlitev itd.) vključene v sam sistem. Po nekaterih virih se stroški zagona takšnega načina gibljejo med 50 \$ pa tudi do 10.000 \$ (Allie Ogletree, 2021). Vir, ki je izračunal povprečne stroške izgradnje zaprtega hidroponskega sistema z visoko tehnologijo (razsvetljava, dovajanje hranil, senzorji...) navaja stroške tudi v višini čez 33.000 \$, vendar je kljub visokim stroškom, letni dobiček na samo eno žetev ocenjen na približno 2000 \$ (AgriFarming, 2022).

### **3. Materiali in metode dela**

#### **3.1 Materiali**

- Dušikovo gnojilo KAN (kalcijev aminonitrat (27%) (444.4g))
- Sonde za merjenje vlage v prsti (TRIME – Pico 32 (IMKO GmbH))
- Zastirka (7.5m<sup>2</sup>)
- Stirudur (štirje bazeni velikosti 1.5 x 1.0 x 0.17 m) + ribiška folija
- Peč za sušenje (SP-55 EASY, Kambič SI)
- Zamrzovalna skrinja
- Liofilizator CHRIST
- Analizna tehtnica (Kern ( $\pm 0.0001$ ))
- Centrifugalka (Eppendorf)
- Stresalnik (Heidolph 1010)
- 84 x viala (1.5ml)
- Brizgalka
- 84 x 0.2  $\mu\text{m}$  filter (CROMAFIC)
- HPLC sistem UltiMate 3000
- 0,004M žveplova(VI) kislina
- Plastenka s pokrovom (200 ml)
- Filtrirni papir (MACHEREY-NAGEL Ø150 mm)
- Čaše
- Lijaki
- Q voda

- RQ flex – merilec nitrata (MACHEREY-NAGEL)
- 84x Ependorfke
- Organsko topilo ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO)
- Kristali magnezijevega hidroksikarbonata (4MgCO<sub>3</sub> \* Mg(OH)<sub>2</sub> \* 5H<sub>2</sub>O)
- Senzor jakosti svetlobe LI-COR (LI-210-R)
- Spektrofotometer (Lambda Bio 20, Pekkin Elmer, Waltham, MA)

### 3.2 Priprava sadik in gradic

3. 9. 2021 smo v troločnem rastlinjaku Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani pripravili dve gredici v velikosti 1,5 m (š) x 5 m (d). Na gredicah smo zrahljali zgornji sloj tal ter jih pognojili z dušikovim gnojilom KAN ((kalcijev amon-nitrat), 27%). Dodali smo 80 kg N/ha. Na naše gredice (7,5 m<sup>2</sup>) smo torej dodali 222,2 g KAN-a. Predhodna N<sub>min</sub> analiza tal (minimalna količina nitrata v tleh), ki smo jo izvedli tik pred pripravo gredic, je namreč pokazala, da imamo tla optimalno založena z nitratnim dušikom, saj je bila vrednost 22 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N/kg tal. To pomeni, da za pridelavo solate dodamo v tla le toliko mineralnega dušika, kolikor ga solata odvzame s pridelkom iz tal. Po smernicah za integrirano pridelavo (L. Sinkovič, N. Marolt, A. Vončina, R. Leskovšek, 2019) je to 80 kg N/ha (to pomeni 80.000 g N/10.000 m<sup>2</sup>, oz. 8g N/1m<sup>2</sup>).

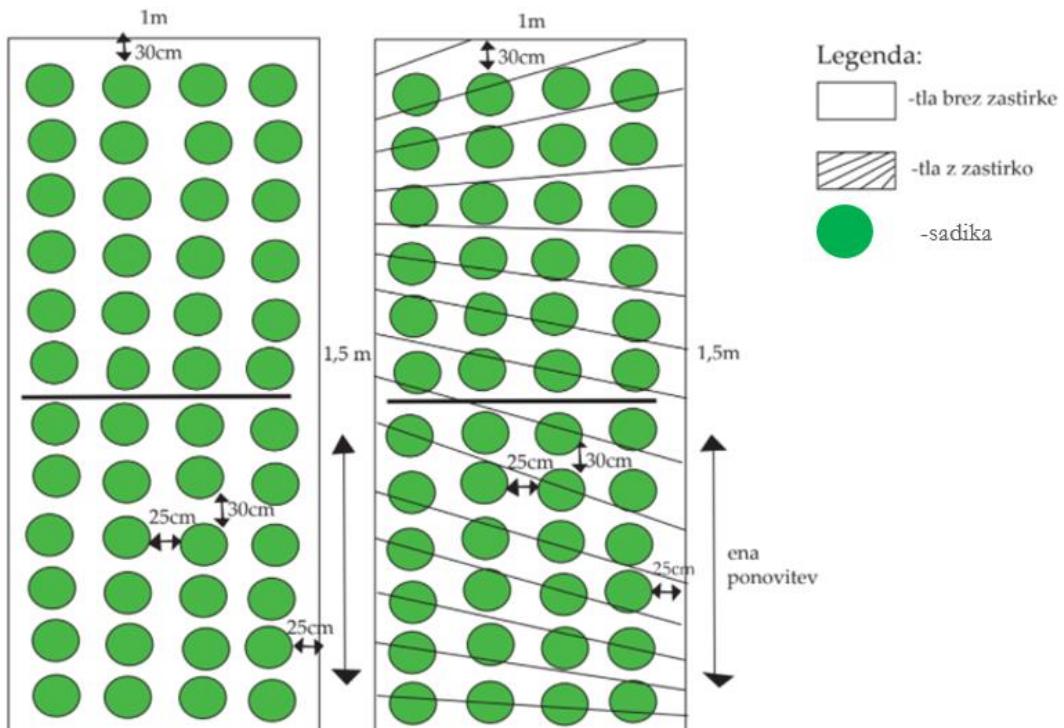
V gredice smo vgradili tudi sonde za merjenje vlage v tleh (TRIME-Pico 32 (IMKO GmbH)). V nalogi prikazujemo skupno količino porabljene vode pri obravnavanjih gojenja solate v tleh (zastrtih in nezastrtih-golih tleh).

Sadike solate smo predhodno vzgojili v steklenjaku s setvijo semena 1. 8. 2021. Sadike smo vzgojili v polistirenskih gojitvenih ploščah s 160 setvenih vdolbin/gojitveno ploščo. Ko so imele rastline razvite 4 do 5 pravih listov, smo sadike posadili na gredici in hidroponski bazen (6. 9. 2021). Ena gredica je ostala neprekrita, drugo pa smo prekrili s polietilenko črnobeljo zastirko (z belo stranjo obrnjeno navzgor). Sadike smo sadili na razdaljo 25 cm x 30 cm. Poskus smo zasnovali v štirih ponovitvah. V posamezni ponovitvi smo imeli 24 rastlin (4 vrstice po 6 rastlin v eni vrstici). Torej je bila velikost posamezne parcele 1,5 m x 1 m = 1,5m<sup>2</sup>. To pomeni, da smo imeli 24 rastlin/1,5m<sup>2</sup> oz. 16 rastlin/m<sup>2</sup>. Pri preračunu za predvideno količino pridelka solate smo upoštevali povprečno maso rastline in jo pomnožili s število rastlin/ha. Tu smo upoštevali gostoto sajenja, kar pomeni, da imamo na 1 m<sup>2</sup> 16 rastlin, oz. 160.000 rastlin/ha, vendar pa moramo pri preračunu števila rastlin na 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>) odšteti

30% (nezaseden prostor, namenjen za oskrbovalne poti), kar pomeni, da je bila gostota sajenja v našem poskusu 112.000 rastlin/ha.

Na vsaki gredici je bil tudi kapljični namakalni sistem, s katerim smo poskrbeli za optimalno namakanje rastlin.

Skica poskusnega polja:



Slika 1: Skica poskusnega polja

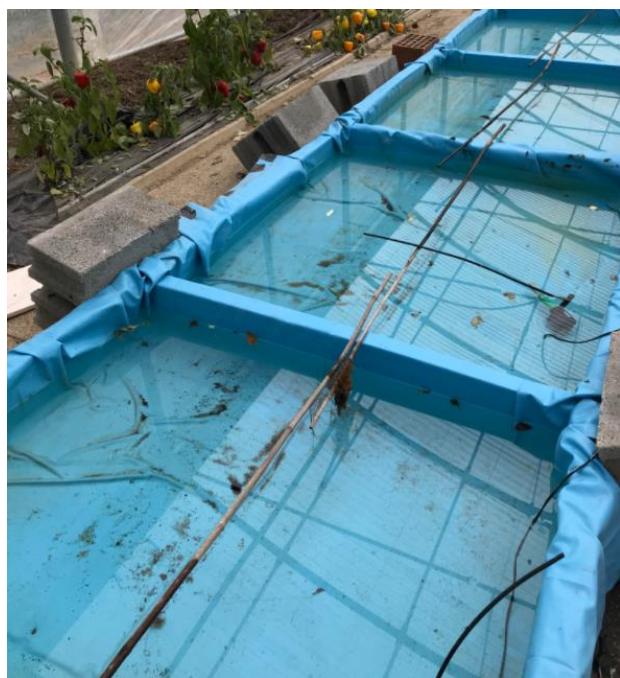
### 3.3 Priprava hidropona

Iz stirodura smo izdelali bazene za hidroponsko gojenje tako, da smo stirodurne plošče prevlekli s čvrsto folijo za ribnike. Velikost bazenov je bila 1,5 m x 1 m, sadilna razdalja pa enaka kot pri gojenju v tleh (25 cm x 30 cm) oz. 24 rastlin/bazen. Bazene smo napolnili z vodo tako, da smo dosegli globino 17 cm. Tako smo v vsak bazen natočili približno 260 l vode. V vodo smo vlili pripravljen koncentrat hranilne raztopine, ki je bil pripravljen v razmerju 1:100. To pomeni, da smo za 100 L vode, odmerili 1 L koncentrata. Hranilno raztopino smo pripravili po recepturi po Resh-u (Resh, H., 2012), za gojenje listnate zelenjave. Torej smo v posamezen bazen vlili po 2,6 L koncentrata iz posode A ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) in ostale elemente iz posode B. Raztopine ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) nismo smeli pripravljati skupaj z drugimi elementi, saj bi kalcij reagiral

z ostalimi solmi, predvsem fosfati in sulfati v netopno sol. Koncentrat za mikroelemente smo imeli pripravljen v razmerju 1:1000 in tako smo v posamezen bazen vlili po 260 ml koncentrata.



*Slika 2: Priprava bazenov za hidroponski način pridelave*



*Slika 3: Bazén za hidroponski način pridelave*



Slika 4: Sadike solate (*Lactuca sativa L.*) na hidroponskem načinu pridelave

Količina mikro in makro elementov v hranilni raztopini za hidroponski način vzgoje je predstavljena v spodnji tabeli:

Tabela 2: Vsebnost makroelementov v hranilni raztopini za hidroponski način vgoje solate (*Lactuca sativa L.*)

Makroelementi	Zatehte	Koncentracije makroelementov v ppm (mg/l)						
		Kol. soli	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
<b>Soli</b>	mg/l							
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	820	140				200		
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	327,6				147			60,3
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	219,7			50	63			
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	71,4	25	25					
MgSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	405,6						40	52,7
<b>Total (mg/l)</b>	/	165	25	50	210	200	40	113

Tabela 3: Vsebnost mikroelementov v hranilni raztopini za hidroponski način vgoje solate (*Lactuca sativa L.*)

Mikroelementi	zatehte	Koncentracije mikroelementov v ppm (mg/l)

	Kol. soli								
Soli	mg/l	g/1000l							
<b>H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub></b>	2,86	2,86				0,5			
<b>MnSO<sub>4</sub>*4H<sub>2</sub>O</b>	2,03	2,03		0,5					
<b>ZnSO<sub>4</sub>*7H<sub>2</sub>O</b>	0,44	0,44			0,1				
<b>CuSO<sub>4</sub>*5H<sub>2</sub>O</b>	0,393	0,393					0,1		
<b>Mo Klorid</b>	0,12	0,12						0,05	
<b>Fe.kelat</b>	50	50							5
<b>Total (mg/l)</b>	/	/		0,5	0,1	0	0,1	0,05	5

### 3.4 Namakanje

Namakanje je bilo avtomatsko, kar pomeni, da so sonde, ki so beležile gibanje vode v tleh, sprožile namakanje po tem, ko je v tleh količina vode padla pod 27 vol% (to je količina vode, ki je rastlini še dostopna). Namakanje je trajalo toliko časa, da je vlaga v tleh narasla na 33 vol% in je bila s tem dosežena poljska kapaciteta tal za vodo (količina vode, ki so jo tla sposobna zadržati tako, da je voda rastlinam lahko dostopna, hkrati pa ne pride do odtekanja vode in hrani v podtalje).

### 3.5 Vzorčenje

24 rastlin/ponovitev smo imeli zato, ker je bila polovica (12 rastlin) namenjena končnemu vrednotenju pridelka, druga polovica pa je bila namenjena za vzorčenje med samim poskusom z namenom, da ugotovimo dinamiko prirasta rastlin glede na tehniko gojenja. Iz posamezne ponovitve smo ob vsakem vzorčenju vzeli po dve rastlini: vzorčili smo po vrsti, začeli smo pri notranjem robu parcele in vsakič pobrali po dve vzporedno rastoči rastlini. Izmerili smo premer rastline in maso nadzemnega dela rastline.

Datumi vzorčenja so bili 26. 9., 8. 10., 15. 10., 22. 10., 28. 10., 4. 11., 12. 11. 2021 (- pobiranje končnega pridelka).

### 3.6 Merjenje kakovosti tal

Tla, namenjena talnemu (integriranemu) načinu pridelave, smo razdelili na zahodni in na vzhodni del. Vzhodni del je predstavljala gredica, kjer so bila tla gola (neprekrita s PE zastirko), zahodni del pa je predstavljala gredica, katere tla so bila prekrita s polietilensko črno-belo zastirko, z belo stranjo navzgor. Pred setvijo in nadaljnji poskusi smo v pedološkem

laboratoriju Biotehniške fakultete opravili kemično analizo tal, s pomočjo katere smo v nadaljevanju poskusov spremljali konstantnost želenih parametrov. Sestava poskusnega polja je bila takšna, kot prikazuje tabela:

*Tabela 4: Pedološka analiza tal na poskusnih parcelah*

Oznaka vzorca	Globina [cm]	Pesek [%]	Melj (gropi) [%]	Melj (fini) [%]	Melj (skupni) [%]	Glina [%]
Vzhod	0-18	26,8	14,3	27,2	41,5	31,7
Zahod	0-18	27,2	14,6	27,8	42,4	30,4

Tla našega poskusnega polja so pred setvijo vsebovala naslednja hranila:

*Tabela 5: Kemijska analiza tal v poskusnih parcelah EC=elektronska prevodnost, C<sub>org.</sub>=organski ogljik*

Oznaka vzorca	Globina [cm]	pH	C skupni [%]	Karbonati [%]	C <sub>org.</sub> [%]	Org. snov	N	C <sub>org.</sub> /N [mg/100g]	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	EC
Vzhod	0-18	7,2	5,09	10,9	3,8	6,6	0,25	15,2	102,1	27,7	0,22
Zahod	0-18	7,2	5,17	10,2	3,9	6,7	0,24	16,3	93,1	46,5	0,35

### **3.7 Sušenje vzorcev (liofilizacija in sušenje v pečici) in priprava na laboratorijske meritve**

Vzorce, ki so bili namenjeni nadaljnjam meritvam nitrata, smo sušili v pečici na 50°C 72 ur. Posušen vzorec je bil označen in takega smo hranili v skrinji na -20°C do začetka izvajanja meritov. Vzorci, ki so bili namenjeni merjenju vitamina C v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*), so bili liofilizirani pod visokim tlakom, ki je iz vzorcev izvlekel vso vodo. Liofilizacija poteka tako, da se v liofilizatoru vstavijo zamrznjeni vzorci, iz katerih se nato pod izjemno visokim tlakom in pri -50°C izloči vsa voda. Tako iz vzorcev izločimo vso vodo brez vmesnega odmrzovanja ali izgube hranil. Vzorce smo liofilizirali v liofilizatorju CHRIST (Martin Christ, 2021). Vsi vzorci so bili predhodno označeni in v nadaljevanju shranjeni v skrinji na -20°C.

### **3.8 Laboratorijske meritve**

#### **3.8.1 Določanje askorbinske kisline**

Vitamin C v mlini listnatih zelenjav zaščitimo pred oksidacijo z dodatkom 3-odsotne metafosforne kisline (HPO<sub>3</sub>) ter njegovo vsebnost določimo z uporabo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC).

### **3.8.1.1 Priprava 3-odstotne metafosforne kislina**

Zatehtali smo 30 g HPO<sub>3</sub>, katere kristale smo zdrobili v terilnici. Zatehtano snov smo dodali v čašo, v kateri je bilo 400 ml destilirane vode, dobro premešali in prenesli v 1000 ml bučko ter jo z destilirano vodo dopolnili do oznake.

Na analizni tehnicni (znamke Kern) smo v suho centrifugirko (12 ml) zatehtali približno 0,18 g suhega (liofiliziranega) rastlinskega vzorca ter prelili s 5 ml 3-odstotne metafosforne kislina. Metafosforna kislina deluje kot antioksidant in prepreči oksidacijo in tako askorbinska kislina ne oksidira v dehidroaskorbinsko kislino. Oštevilčene zaprte centrifugirke smo dali na stresalnik, da se je celoten vitamin C ekstrahiral v metafosforno kislino. Postopek smo ponovili za vse vzorce. Ko je bil zadnji vzorec na stresalniku 30 minut, smo pripravljene vzorce vstavili v centrifugo (znamke Eppendorf), ki je bila ohlajena na 4 °C in jih centrifugirali 7 minut z 9000 vrtljaji/minuto.

Po končanem centrifugiraju smo popolnoma bister supernatant s pomočjo brizge odvzeli vzorcu in ga s pomočjo 0,2 µm filtra (znamke CROMAFIL) prefiltrirali v vialo (1,5 ml), ki je bila označena z napisom imena vzorca.

Sledila je analiza na HPLC sistemu UltiMate 3000. Temperatura kolone je bila 25°C, za identifikacijo je bila uporabljena valovna dolžina 245 nm. Vzorci v vialah so bili v avtomatskem vzorčevalcu na temperaturi 10°C zaradi stabilnosti vzorcev. Pretok mobilne faze je bil 0,6 ml/min. Za mobilno fazo je bila uporabljena 0,004 M žveplova (VI) kislina, volumen injiciranja je bil 10 µL.

### **3.8.2 Merjenje nitrata v rastlinskem vzorcu**

Enemu gramu posušenega rastlinskega materiala smo dodali 200 ml mili Q vode. Zaprto plastenko z ekstrakcijsko raztopino smo 1 uro stresali na stresalniku in nato prefiltrirali skozi filtrirni papir. Filtrat smo izmerili z RQ flexom (na vsebnost NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Dobili smo rezultate v mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L.

### **3.8.3 Določanje fotosintetskih pigmentov**

V raziskavo smo vključili meritve klorofila a in b ter karotenoidov. Te smo po metodi, ki jo je leta 1994 opisal Welburn, izmerili spektrofotometrično. Postopek priprave vzorcev za ekstrakcijo je moral zaradi občutljivosti pigmentov na svetlobo (fotolabilni) potekati zelo hitro, prav tako lahko pri previsoki temperaturi zlahka razpadajo. 1,5 ml ependorfke smo napolnili z 0,5 ml organskega topila dimetilsulfoksida ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO) - DMSO. Nato pa smo dodali listne

diske in kristale magnezijevega hidroksikarbonata ( $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), ki preprečuje feofitinizacijo, saj ustvari dovolj magnezija v okolju, da ne pride do vezave vodikovega protona na mesta magnezijevih kationov ( $\text{Mg}^{2+}$ ) in nastanek feofitina (molekula klorofila brez centralnega magnezijevega iona). Zaradi boljše možnosti ekstrakcije smo tkivo zmečkali s posebno palčko in vzorec dodatno prelili z 0,5 ml DMSO. Vzorec smo nato v odprtih ependorfkah postavili v vodno kopel na  $65^\circ\text{C}$  za dve uri. Po končani ekstrakciji smo počakali, da so se vzorci v temnem prostoru ohladili na sobno temperaturo. Na spektrofotometru smo izmerili absorbanco pri 480 (karotenoidi), 649 (klorofil b) in pri 665 (klorofil a) nm valovne dolžine.

### 3.8.4 Merjenje jakosti svetlobe

Tudi jakost svetlobe je en izmed pomembnih faktorjev, ki smo ga morali spremljati skozi ves čas raziskave. V ta namen je bil tik pod strop nameščen fotometrični senzor znamke LI-COR (LI-210R) (Measurement, ©2021), ki je v vsakem trenutku meril jakost svetlobe in nam kasneje omogočil izračun povprečja jakosti svetlobe v celiem dnevu, s pomočjo katerega smo lahko podkrepili meritve fotosintetskih pigmentov in nitrata, ki je tesno povezan s samimi pigmenti. Rezultate smo dobili v PPF [ $\mu\text{mol/m}^2\text{s}$ ], ki smo ga morali pretvorit v lažjo in v literature večkrat uporabljeno obliko DLI (Daily Light Integral – skupna količina svetlobe, ki jo rastline dobijo v enem dnevu).

## 4. Rezultati

### 4.1 Dinamika rasti rastlin solate (*Lactuca sativa L.*)

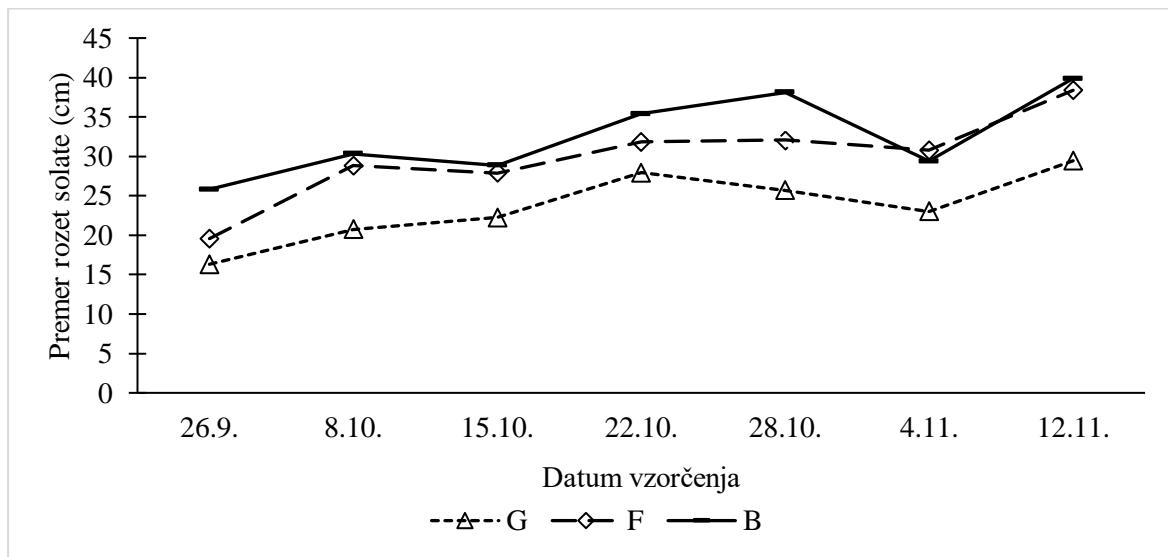
Pod dinamiko pridelka je zajeto tedensko spreminjanje mase in premera rozet, pobranih tedensko v času med 6. 10. 2021 in 12. 11. 2021. Rezultate bomo zaradi lažje preglednosti predstavili ločeno.

#### 4.1.1 Dinamika premera rozete rastlin solate (*Lactuca sativa L.*)

Kot rezultat so bile upoštevane srednje vrednosti vseh 12 ponovitev znotraj posamezne skupine ob določenem datumu. Surovi podatki o premeru rozet so predstavljeni v Prilogi 1.

Tabela 6: Dinamika povprečnih premerov rozet solate (*Lactuca sativa L.*) (cm $\pm$ 0,1cm) v časovnem obdobju od 26. 9. do 12. 11. 2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom).

	Povprečni premer rozet solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) (cm $\pm$ 0,1cm)						
Tehnika/datum	26. 9.	8. 10.	15. 10.	22. 10.	28.10.	4. 11.	12. 11.
G	16,3	20,8	22,3	27,9	25,7	23,0	29,4
F	19,6	28,8	27,9	31,8	32,1	30,8	38,4
B	25,8	30,3	28,9	35,4	38,1	29,4	39,9



Graf 1: Dinamika povprečnega premera rozete solate (*Lactuca sativa L.*) (cm $\pm$ 0,1cm) v časovnem obdobju od 26. 9. do 12. 11. 2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom)

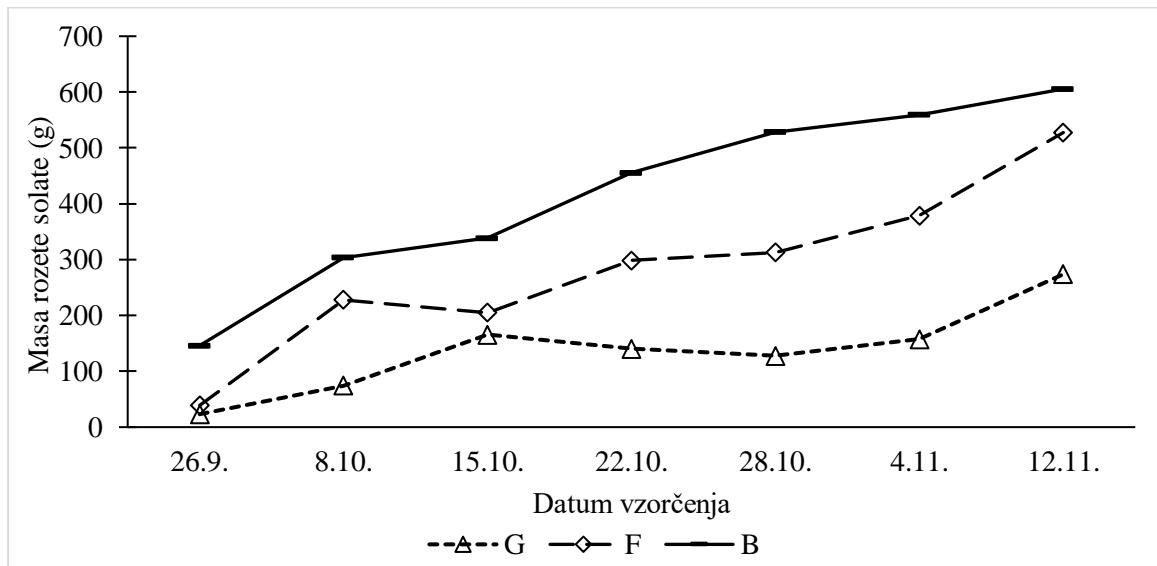
Najhitrejšo rast, ocenjeno na osnovi večanja premera rozet solate, smo zaznali pri hidroponskem načinu pridelave. Nekoliko manjši prirast je bil zabeležen pri skupini, ki je rastla na tleh, pokritih s folijo. Vidno odstopanje od ostalih dveh načinov pa smo zabeležili pri skupini rastlin, ki so rastle na golih tleh (brez folije). V povprečju je premer rozet solate, gojene na hidroponski način znašal 32,5 cm (25,8 – 39,9 cm), kar je za 8,9 cm več od premera rozet gojenih na talni način brez folije. Pri slednjih je povprečen premer znašal 23,6 cm (16,3 – 29,4 cm). Rozete, gojene v tleh, prekritih s folijo, so imele povprečen premer 29,9 cm (19,6 – 38,4 cm). Pri vseh skupinah smo najmanjšo meritev izmerili prvi teden, največjo pa zadnji.

#### 4.1.2 Dinamika mase rozet rastlin solate (*Lactuca sativa L.*)

Kot rezultat so bile upoštevane srednje vrednosti vseh 12 ponovitev znotraj posamezne skupine. Surovi podatki o masah so predstavljeni v Prilogi 1.

Tabela 7: Dinamika povprečnih mas rozet solate (*Lactuca sativa L.*) ( $\pm 0.1g$ ) v časovnem obdobju od 26. 9. do 12. 11. 2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidrop.).

	Povprečna masa rozet solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) ( $\pm 0.1g$ )						
Tehnika/datum	26. 9.	8. 10.	15. 10.	22. 10.	28.10.	4. 11.	12. 11.
G	23,2	74,5	165,5	140,5	127,5	157,3	273,8
F	39,0	227,8	205,3	298,3	313	379	527,5
B	146,0	303,8	338,8	455,5	528,5	559,5	605,5



Graf 2: Dinamika povprečnih mas rozet solate (*Lactuca sativa L.*) ( $\pm 0.1g$ ) v časovnem obdobju od 26. 9. do 12. 11. 2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidrop.).

Največji in skoraj konstantni prirast mase smo zabeležili pri hidroponskem načinu, ki je tokrat močno odstopal od ostalih, v raziskavo vključenih, načinov. Nekoliko manjši prirast in manjšo končno maso smo zaznali pri vzorcih solate, ki so rastle na tleh, pokritih s folijo. Veliko odstopanje v dinamiki prirasta mase in končni masi pa smo zaznali pri vzorcih solate, ki je zrastla na golih tleh (brez folije). Vzorci solat na hidroponskem načinu so v povprečju tehtali 419,6 g (146,0 – 605,5 g), kar je v povprečju za 282,2 g več kakor solate, vzgojene na talni način brez folije, kjer so vzorci v povprečju tehtali 137,5 g (23,3 – 273,8 g). Vzorci, vzgojeni na talni način s folijo, so v povprečju tehtali 284,3 g (39,0 – 527,5 g).

## 4.2 Hektarski pridelek

V raziskavah o kakovosti pridelka pogosto zasledimo enoto hektarski pridelek. Hektarski pridelek je enota, ki nam pove, koliko ton nekega pridelka bi smo pridelali na enem hektarju obdelovalne površine. V naši raziskavi smo hektarski pridelek preračunali s pomočjo mase posamezne rozete in številom rastlin na m<sup>2</sup> površine. Sadilna razdalja med rastlinami je bila 25 cm × 30 cm. Pri preračunu smo odšteli še 30% celotne površine zaradi oskrbovalnih poti. Izračun je bil tako sledeč:

$$(25 \times 30) \text{ cm} \dots \dots \dots 16 \text{ rastlin/m}^2$$

$$16 \text{ rastlin/m}^2 \times 10\,000 - 30\% \dots \dots \dots 112\,000 \text{ rastlin/ha}$$

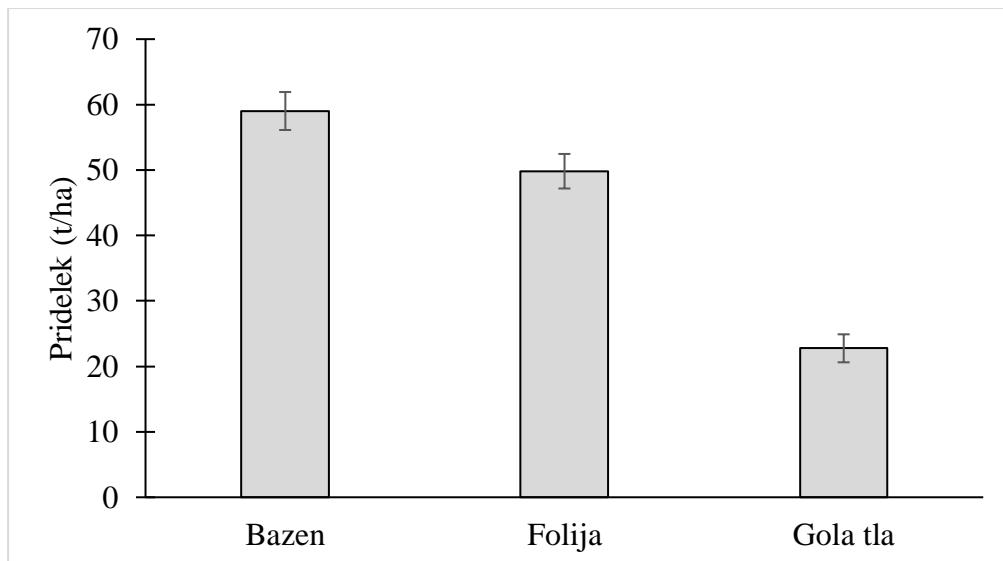
Pri izračunu iz števila rastlin/ha v t/ha (kar je enota hektarskega pridelka) smo si pomagali z naslednjim računom:

$$\frac{m \text{ rozete } [g] \times 112\,000 \left[ \frac{\text{rastlin}}{\text{ha}} \right]}{1\,000\,000}$$

Pri tem je bila za maso vzeta povprečna masa rastlin, ki smo jih pobrali pri zadnjem pobiranju, za posamezno tehniko pridelave.

*Tabela 8: Hektarski pridelek solate (*Lactuca sativa L.*) [t/ha] ob koncu poskusa 12.11.2021; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropon).*

Tehnika	pridelek (t/ha)	Standardni odklon
B	59,02	2,90
F	49,82	2,64
G	22,76	2,14



Graf 3: Hektarski pridelek solate (*Lactuca sativa L.*) [t/ha] ob koncu poskusa 12.11.2021; Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.

Na koncu poskusa smo izračunali še pričakovan hektarski pridelek v tonah na hektar. Rezultati so predstavljeni na zgornjem grafu. Največji pričakovan hektarski pridelek smo izračunali na osnovi mas solate (*Lactuca sativa L.*), ki so zrastle na hidropunu in zaznali veliko odstopanje v primerjavi z vzorci solate, ki so zrastli na golih tleh.

### 4.3 Določanje vsebnosti suhe snovi

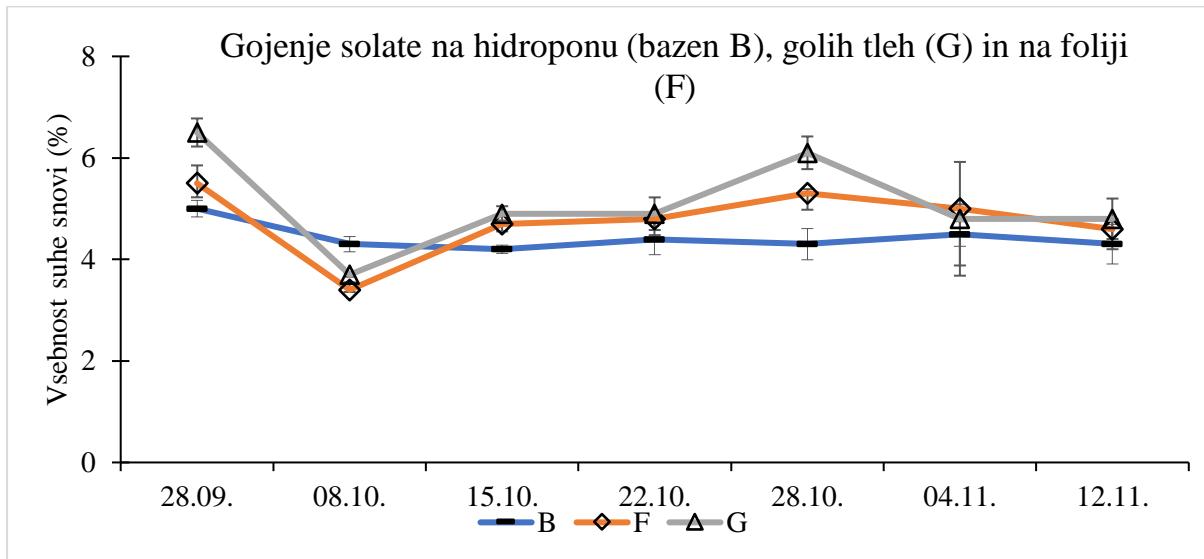
Najprej smo iz vsake obravnave in vsake ponovitve odvzeli sveži vzorec solate (*Lactuca sativa L.*), ga stehtali in odšteli maso vrečke (5 g). Po sušenju vzorcev v pečici pri temperaturi (50 °C) so bili vzorci ponovno stehtani. Tudi pri tej meritvi smo odšteli maso vrečke (5 g). Iz spodnje enačbe smo izračunali delež vode v svežem vzorcu izražen v %.

$$\frac{m(\text{svežega vzorca}) - m(\text{suhega vzorca [g]})}{m(\text{svežega vzorca [g]})} \times 100$$

Delež suhe snovi v vzorcu smo dobili tako, da smo od 100 odšteli delež vode.

Tabela 9: Delež suhe snovi v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) [%] po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.

Tehnika/ datum	Delež suhe snovi v vzorcih solate po tedenskih vzorčenjih (%) (%±0.1%)						
	28.09.	08.10.	15.10.	22.10.	28.10.	04.11.	12.11.
B	5,0	4,3	4,2	4,4	4,3	4,5	4,3
F	5,5	3,4	4,7	4,8	5,3	5,0	4,6
G	6,5	3,7	4,9	4,9	6,1	4,8	4,8



Graf 4: Delež suhe snovi v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) [%] po tedenskih meritvah, G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.

V povprečju smo največji odstotni delež suhe snovi zaznali pri vzorcih, ki so rastli na golih tleh (brez folije). Najmanjši delež suhe snovi pa smo zaznali pri vzorcih, ki so zrastli na hidroponskem načinu. Razlika v povprečju vseh tedenskih meritev med vzorci solate, ki so rastli na golih tleh (brez folije) in hidroponom sicer ni bila velika, znašala je le 0,66%. Povprečna vrednost odstotka suhe snovi je na talnem načinu brez folije znašala 5,1% (3,7 – 6,5 %), na talnem načinu s folijo 4,8 % (3,7 – 5,5 %) in na hidropunu 4,4% (4,2 – 4,5 %).

#### 4.4 Rezultati meritev nitrata

Vsebnost nitrata v listni zelenjavi se vedno preračunava na kg sveže mase. V nadaljevanju je prikazan primer izračuna vsebnosti  $\text{NO}_3^-$  v mg/kg sveže mase:

Če je rezultat meritve npr. 54 mg  $\text{NO}_3^-/\text{L}$ :

54 mg nitrata je v 1 L oz. 1000 mL

X mg nitrata je v ..... 200 mL (kolikor je naše prelitje)

X=10,8 mg nitrata v 200 ml oz. v našem zatehtanem vzorcu (okrog 1 g suhe mase)

Za preračun na svež vzorec smo potrebovali še podatek o vsebnosti suhe snovi, ta je npr. 15% (to pomeni, da 100 g svežega vzorca vsebuje 15 g suhega vzorca oz. 85% vode).

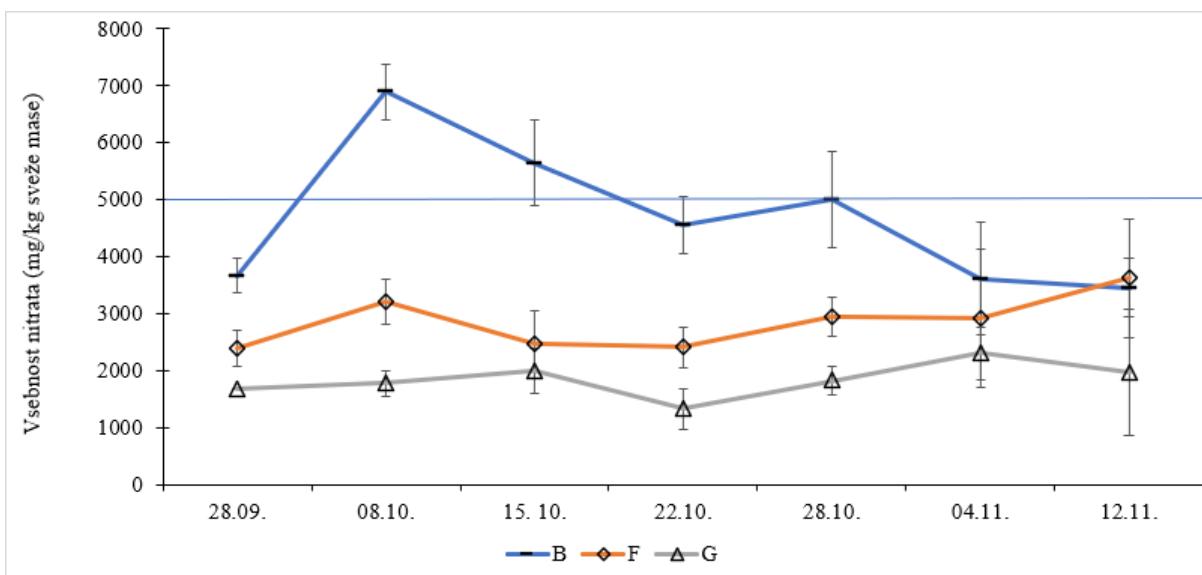
To upoštevamo pri naslednjem preračunu:

če je v 1 g suhega vzorca 10,8 mg nitrata, koliko nitrata je v 15 g suhega vzorca (to je v 100 g svežega vzorca), .... = 162 mg nitrata/100 g svežega vzorca. Vsebnost nitrata v listni zelenjadi se vedno preračunava na kg sveže mase, kar bi za naš vzorec pomenilo, da pomnožimo z 10.

Torej je v 1 kg sveže mase: 1620 mg nitrata.

*Tabela 10: Količina nitrata v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) [mg/kg] po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropòn).*

Količina nitrata v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) (mg/kg) (mg/kg±0,1mg/kg)							
Tehnika/ datum	28.09.	08.10.	15.10.	22.10.	28.10.	04.11.	12.11.
B	3661,8	6881,6	5639,2	4545,9	4995,6	3602,6	3454,6
F	2391,4	3203,0	2459,1	2405,1	2945,9	2925,5	3614,0
G	1683,0	1772,6	1986,2	1320,7	1821,5	2297,8	1969,2



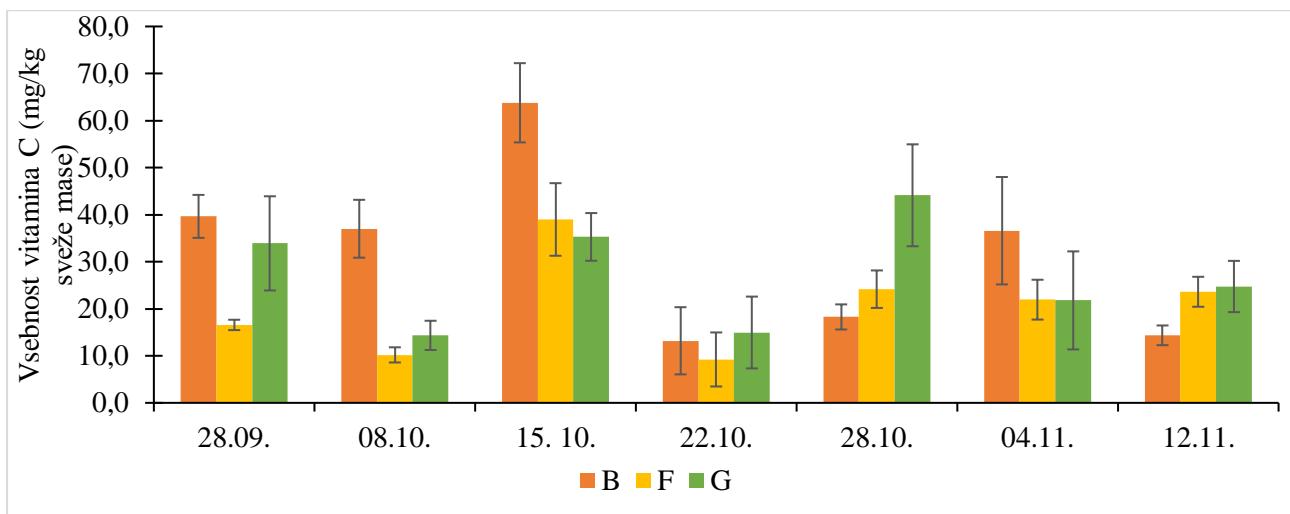
Graf 5: Količina nitrata v vzorcih [mg/kg] solate (*Lactuca sativa L.*) po tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropòn). Intervalli zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.

Največjo vsebnost nitrata smo zabeležili pri vzorcih solate, ki je rastla na hidropònui, najmanjše pa pri vzorcih solate, ki so zrastle na golih tleh (brez folije). Rezultati o natančnih vrednostih, podanih v mg nitrata na kilogram svežega vzorca so predstavljeni na zgornjem grafu. Povprečna vsebnost nitrata v vseh tedenskih meritvah je v hidroponskem načinu znašala 4683,0 mg/kg sveže mase (3602,6 – 68881,6 mg/kg sveže mase), na talnem načinu s folijo 2849,1 mg/kg sveže mase (2391,4 – 3614,0 mg/kg sveže mase) in na talnem načinu brez folije 1835,9 mg/kg sveže mase (1320,7 – 2297,8 mg/kg sveže mase). Razlika med najnižjo in najvišjo vsebnostjo je bila tokrat nekoliko višja, kot razlika v prejšnjih raziskavah in je znašala 2847,2 mg/kg sveže mase. Surovi podatki o vsebnosti nitrata v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) so predstavljeni v prilogi 2.

## 4.5 Rezultati meritev askorbinske kisline (vitamina C)

Tabela 11: Vsebnost vitamina C [mg/kg] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropon).

	Vsebnost vitamina C v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) (mg/kg) (mg/kg±0,1mg/kg)						
Tehnika/ datum	28. 09.	08. 10.	15. 10.	22. 10.	28. 10.	04. 11.	12. 11.
B	39,6	37,0	63,8	13,2	18,3	36,6	14,4
F	16,6	10,2	39,0	9,2	24,2	21,9	23,6
G	33,9	14,3	35,3	15,0	44,1	21,8	24,7



Graf 6: Vsebnost vitamina C [mg/kg] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) po tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropon). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.

Najmanjšo vrednost askorbinske kisline smo zaznali v vzorcih solate, ki so zrastli na tleh pokriti s folijo. V začetnih tednih raziskave smo zaznali veliko količino askorbinske kisline v vzorcih solate, ki je rastla na hidroponu, nakar je ta količina v 4. tednu močno upadla. Kljub vsemu je bila vsebnost askorbinske kisline skozi celotno raziskavo nekoliko višja v vzorcih solate, ki so zrastli na hidroponu, kot vzorcih, ki so zrastla na golih tleh (brez folije). V povprečju vseh tedenskih meritev smo najvišjo vrednost zaznali pri vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*), ki so zrastle na hidroponu 31,8 mg/kg (13,2-63,8 mg/kg). Ta se je za 11,1 mg/kg razlikovala od najnižje povprečne vrednosti izmerjene na tleh, pokritih s folijo. Tukaj je bila povprečna vrednost meritev 20,7 mg/kg (9,2 – 32,0 mg/kg). V vzorcih, ki so rastli na golih tleh

(brez folije) je bila povprečna vrednost meritev 27,0 mg/kg (14,3 – 44,1 mg/kg). Surovi podatki o vsebnosti vitamina C v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) so predstavljeni v prilogi 3.

## 4.6 Rezultati meritev fotosintetskih pigmentov

Znotraj raziskave smo merili 3 fotosintetske pigmente; klorofil a, klorofil b in karotenoide. Ob koncu meritev smo izračunali tudi celotno količino fotosintetskih pigmentov v vzorcu solate (*Lactuca sativa L.*) v mg/100g vzorca.

Po Wellburnovem načinu (1994) smo izračunali količino fotosintetskih pigmentov v ekstraktu (eks) (Wellburn A.R. , 1994). Enačbe za določanje klorofila a in b ter karotenoidov po Wellburnu (1994):

$$\text{klorofil a v eks } (\mu\text{g/ml eks}) = 12,19 \times A665 - 3,45 \times A649$$

$$\text{klorofil b v eks } (\mu\text{g/ml eks}) = 21,99 \times A649 - 5,32 \times A665$$

$$\text{karotenoidi v eks } (\mu\text{g/ml eks}) = (1000 \times A480 - 2,14 \times \text{klorofil a} - 70,16 \times \text{klorofil b})/220$$

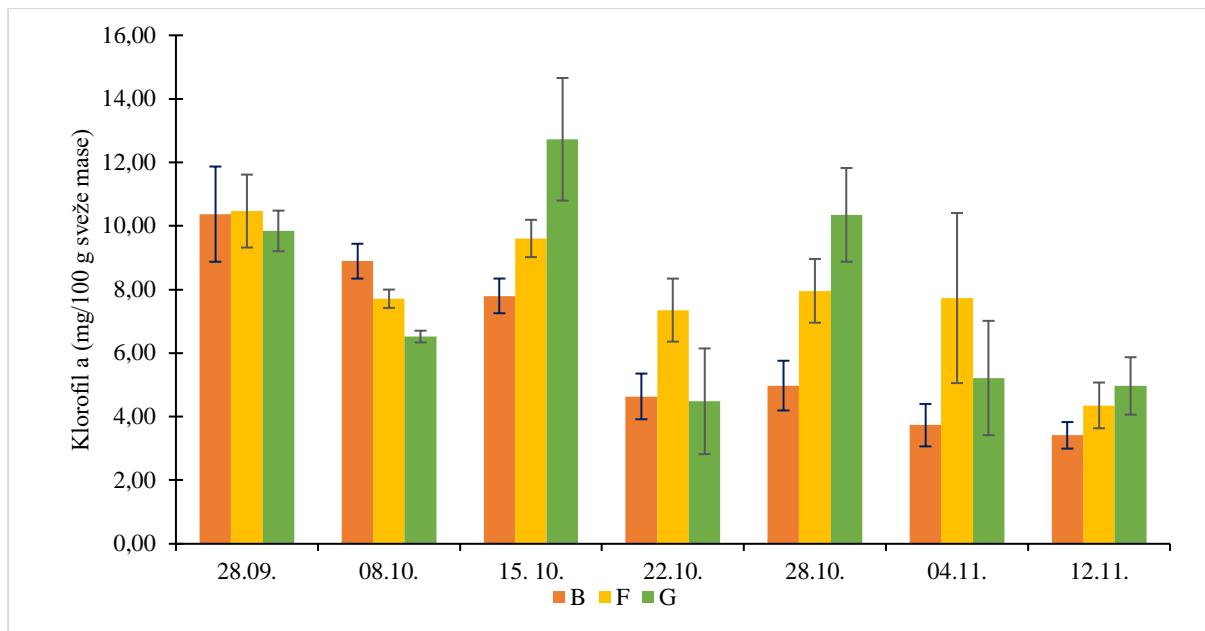
vsebnost pigmentov ( $\mu\text{g/mm}^2$ ) = fotosintetski pigment v eks (klorofil a, klorofil b in karotenoidi)

$(\mu\text{g/ml}) \times V \text{ org. topila (ml)} \times \text{površina listnega diska (mm}^2)$  (Wellburn A.R. , 1994)

### 4.6.1 Vsebnost klorofila a

Tabela 12: Vsebnost klorofila a [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) v tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropòn).

Tehnika/ datum	Vsebnost klorofila a v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) [mg/100g sveže mase] (mg/100g sveže mase $\pm 0,1$ mg/100g sveže mase)						
	28. 09.	08. 10.	15. 10.	22. 10.	28. 10.	04. 11.	12. 11.
B	10,4	9,0	7,8	4,6	5,0	3,7	3,4
F	10,5	7,7	9,6	7,4	8,0	7,7	4,4
G	9,9	6,5	12,7	4,5	10,4	5,2	5,0



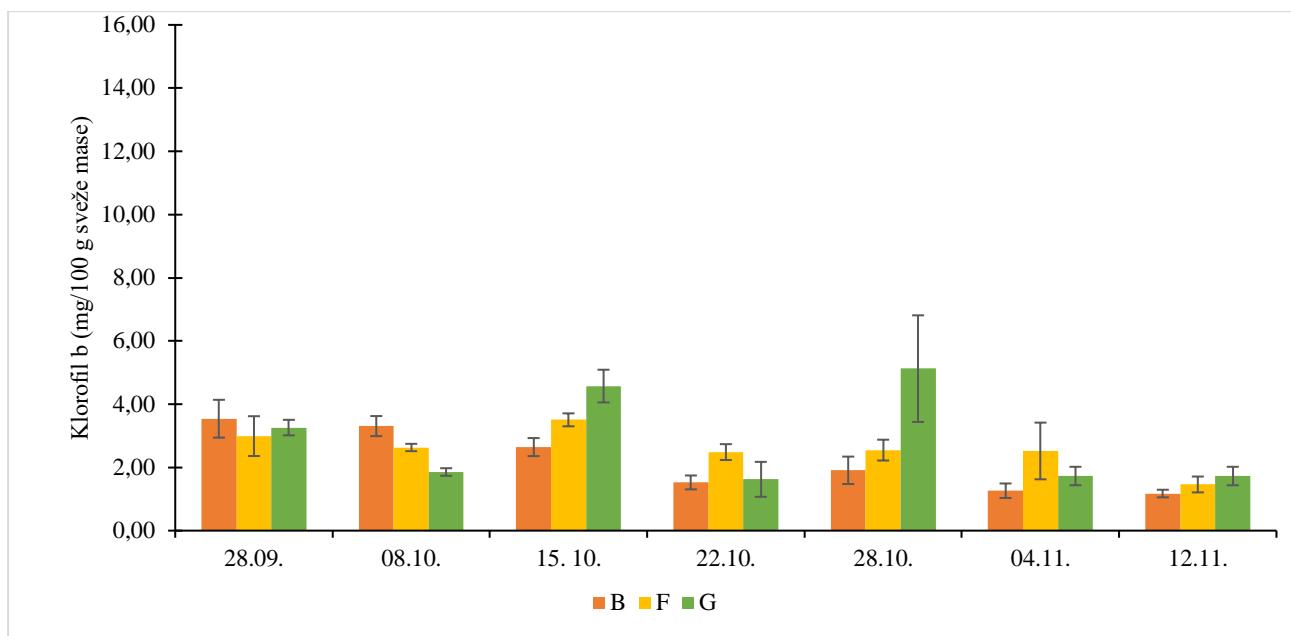
Graf 7: Vsebnost klorofila a [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropont). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.

Rezultati klorofila a na tleh s folijo so znašali 7,9 mg/100 g sveže mase (4,4 – 10,5 mg/100 g sveže mase). Nekoliko nižjo vrednost smo izmerili pri skupini, ki je rastla na golih tleh (brez folije) – ta je znašala 7,7 mg/100 g sveže mase (4,5 – 12,7 mg/100 g sveže mase). Veliko razliko v primerjavi s prej omenjenima skupinama pa smo zaznali pri skupini, ki je rastla na hidropunu. Tukaj smo zabeležili vrednost 6,3 mg/100 g sveže mase (3,4 – 10,4 mg/100 g sveže mase). Surovi podatki o vsebnosti klorofila a v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) so predstavljeni v prilogi 4.

#### 4.6.2 Vsebnost klorofila b

Tabela 13: Vsebnost klorofila b [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropont).

Tehnika/ datum	Vsebnost klorofila b v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) [mg/100g sveže mase] (mg/100g sveže mase $\pm 0,1$ mg/100g sveže mase)						
	28. 09.	08. 10.	15. 10.	22. 10.	28. 10.	04. 11.	12. 11.
B	3,5	3,3	2,6	1,5	1,9	1,3	1,2
F	3,0	2,6	3,5	2,5	2,6	2,5	1,5
G	3,3	1,7	4,6	1,6	5,1	1,7	1,7



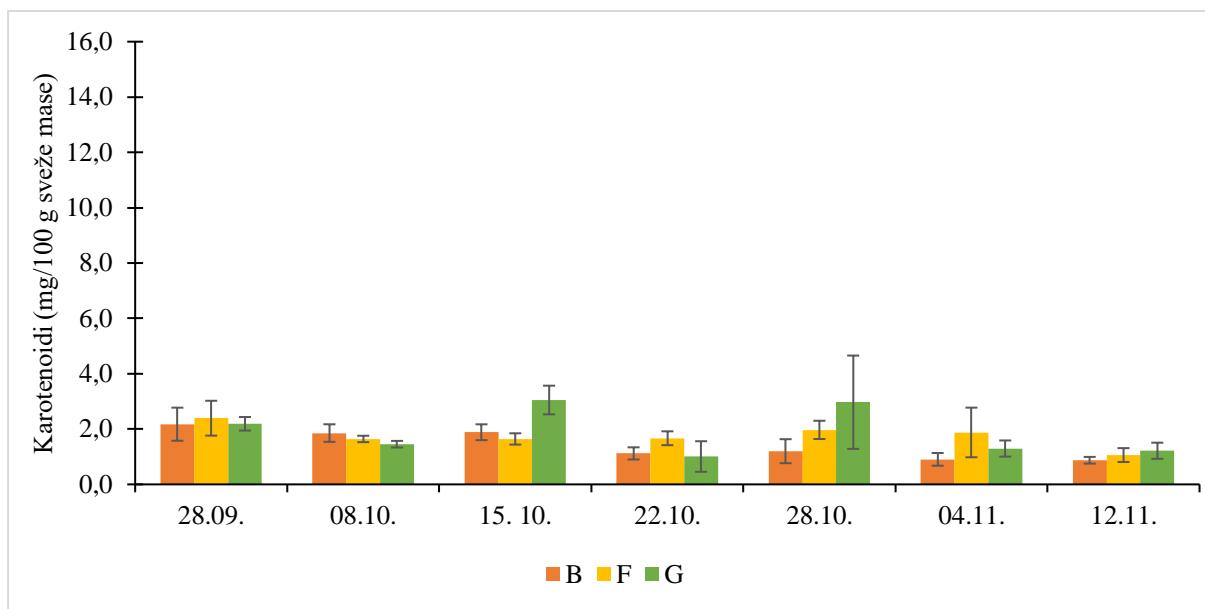
Graf 8: Vsebnost klorofila b [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropón). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.

Nekoliko višje vrednosti smo zaznali pri tehniki pridelave na golih tleh (brez folije), a se ti rezultati niso pretirano razlikovali od ostalih dveh tehnik. V povprečju vseh tedenskih meritev smo v tej skupini zabeležili 2,8 mg/100 g sveže mase (1,6 – 5,1 mg/100 g sveže mase). Od najnižje povprečne vrednosti, pri hidropónu 2,2 mg/100 g sveže mase (1,2 – 3,5 mg/100 g sveže mase), se je razlikovala za 0,6 mg/100 g sveže mase. Pri skupini, ki je rastla na tleh pokritih s folijo smo v povprečju zabeležili 2,6 mg/100 g sveže mase (1,5 – 3,5 mg/100 g sveže mase). Surovi podatki o vsebnosti klorofila b v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) so predstavljeni v prilogi 4.

### 4.6.3 Vsebnost karotenoidov

Tabela 14: Vsebnost karotenoidov [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropón).

Tehnika/ datum	Vsebnost karotenoidov v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) [mg/100g sveže mase] (mg/100g sveže mase $\pm 0,1$ mg/100g sveže mase)						
	28. 09.	08. 10.	15. 10.	22. 10.	28. 10.	04. 11.	12. 11.
B	2,2	1,9	1,9	1,1	1,2	0,9	0,9
F	2,4	1,6	1,6	1,7	2,0	1,9	1,1
G	2,2	1,5	3,1	1,0	3,0	1,3	1,2



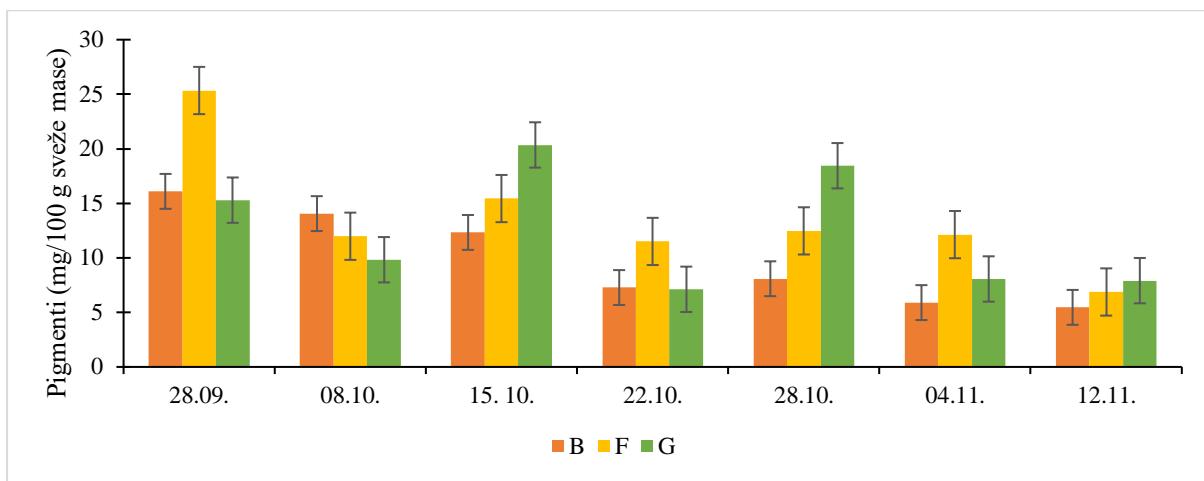
Graf 9: Vsebnost karotenoidov [mg/100g sveže mase] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) v tedenskih obravnavah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropòn). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.

Opazimo nekoliko nižje rezultate glede na izmerjeno vsebnost klorofila a in b. Tudi razlike med posameznimi tehnikami so bile izjemno majhne. Nekoliko višje vrednosti so bile zaznane pri načinu pridelave na golih tleh (brez folije) in sicer 1,9 mg/100 g sveže mase (1,0 - 3,1 mg/100 g sveže mase), nekoliko nižje pa na hidroponskem načinu in sicer 1,4 mg/100 g sveže mase (0,9 – 2,2 mg/100 g sveže mase). Razlika med najvišjo povprečno vsebnostjo karotenoidov in najnižjo je tako znašala zgolj 0,5 mg/100 g sveže mase. Med obema talnima načinoma skoraj nismo zaznali razlike. Povprečje na talnem načinu s folijo je namreč znašalo 1,8 mg/100 g sveže mase (1,1 – 2,4 mg/100 g sveže mase). Surovi podatki o vsebnosti karotenoidov v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) so predstavljeni v prilogi 4.

#### 4.6.4 Skupna količina fotosintetskih pigmentov

Tabela 15: Skupna masa vseh fotosintetskih pigmentov [mg/100g] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom).

Tehnika/ datum	Skupna masa vseh fotosintetskih pigmentov v vzorcih solate ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) [mg/100g sveže mase]						
	28. 09.	08. 10.	15. 10.	22. 10.	28. 10.	04. 11.	12. 11.
B	16	14	12	7	8	6	5
F	25	12	15	12	12	12	7
G	15	10	20	7	18	8	8



Graf 10: Skupna masa vseh fotosintetskih pigmentov [mg/100g] v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) po tedenskih meritvah; G – gola tla; F – folija (tla, zastrta s črno-belo folijo); B – bazen (hidropom). Intervali zaupanja predstavljajo vrednosti standardnih odklonov.

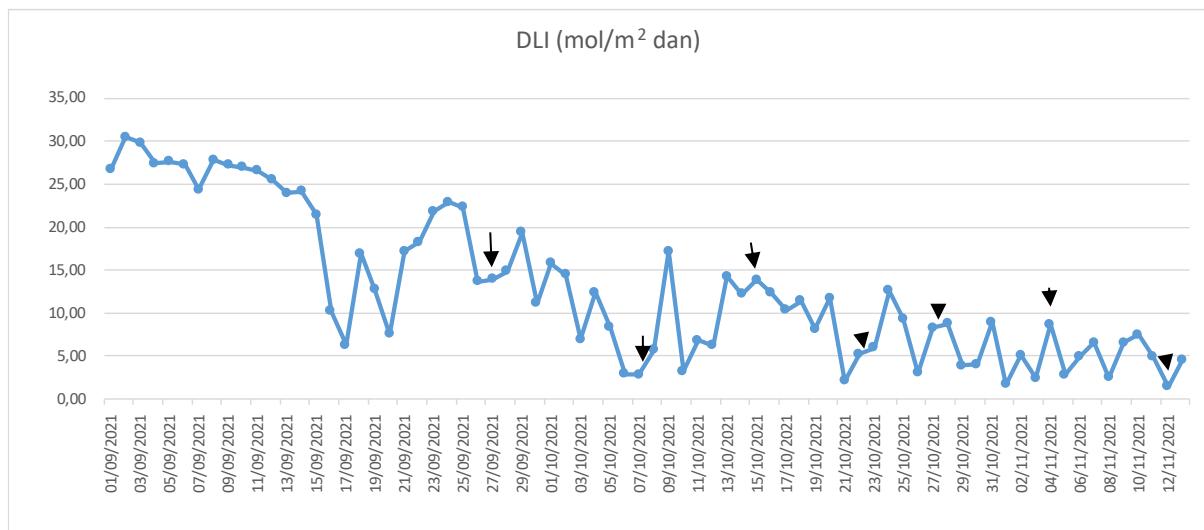
Najvišje vrednosti fotosintetskih pigmentov smo (v povprečju) zabeležili v vzorcih solate, ki so zrasli na tleh s folijo, najnižje pa v vzorcih solate, ki so zrasli na hidroponskem načinu. Vzorci solate, ki so zrastli na hidroponskem načinu so imeli skupno 9,7 mg fotosintetskih pigmentov/100 g sveže mase (5,0 – 16,0 mg fotosintetskih pigmentov/100 g sveže mase). Ti so se od najvišje povprečne vrednosti vseh tedenskih meritev pri talnem načinu s folijo razlikovali za 3,9 mg fotosintetskih pigmentov/100 g sveže mase, v slednjih smo namreč zabeležili 13,6 mg fotosintetskih pigmentov/100 g sveže mase (7,0 – 25,0 mg fotosintetskih pigmentov/100 g sveže mase). Talni način brez folije je vseboval 12,3 mg fotosintetskih pigmentov/100 g sveže mase (7,0 – 20,0 mg fotosintetskih pigmentov/100 g sveže mase). Na tem mestu je potrebno povdariti, da je bila jakost svetlobe enaka pri vseh obravnavanjih.

## 4.7 Jakost svetlobe

To smo naredili po naslednji enačbi:

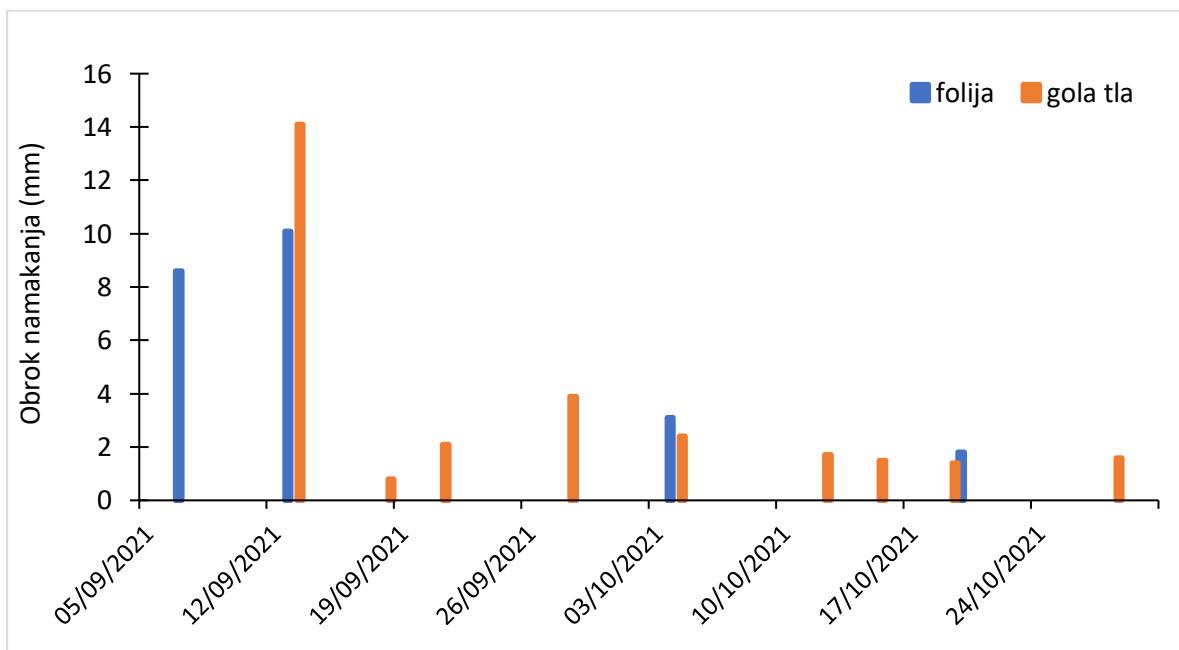
$$\left( \frac{\text{izmerjen rezultat (PPFD)} \times 3600}{1000000} \right) \times 24$$

Tako smo rezultate dobili v DLI [mol/m<sup>2</sup> dan].



Graf 11: Izmerjena dnevna jakost svetlobe zabeležena v dvo-dnevnih intervalih. Puščice označujejo datume vzorčenja

## 4.8 Obroki namakanja



Graf 12: Obroki namakanja, ki so ga sprožile sonde, glede na gola tla, ali tla, prekrita s folijo.

Skupna količina vode, ki je bila dodana v času trajanja poskusa je bila na golih tleh: 29,5 L, na tleh prekritih s folijo: 23,6 L. Namakalni sistem pod PE zastirko se je vklopil le 4 krat, na golih tleh pa 9 krat.

## 5. Diskusija

Namen raziskovalne naloge je bil ugotoviti, kako izbrani načini pridelave solate (*Lactuca sativa* L.) vplivajo na maso in velikost pridelka ter na hektarski donos. Ugotavljali smo tudi razlike v vsebnosti izbranih antioksidantov (vitamina C in karotenoidov), ter iskali morebitno povezavo med vsebnostjo fotosintetskih pigmentov in vsebnostjo nitrata v vzorcih solate (*Lactuca sativa* L.).

V poglavjih 4.1.1 in 4.1.2 so predstavljeni rezultati raziskave, katere tema je bila dinamika prirasta (mase in premera rozete) in nas je privedla do rezultatov, s katerimi smo potrdili 5-to hipotezo, *ki je predpostavljal, da bodo morfološke lastnosti (masa in premer rozet) največje pri skupini vzorcev solat (*Lactuca sativa* L.), ki bodo zrastlina hidroponskem načinu.* Tako masa kot premer rozete, sta bila največja, pri vzorcih, ki so bili vzgojeni na hidroponski način. Podobne rezultate so dobili pri raziskavi, v kateri so merili biokemijske lastnosti enake vrste solate na hidroponski in talni način (Mlakar, M., 2014). Tudi v tej raziskavi so zaznali največji premer pri rastlinah, gojenih na hidroponu. To je mogoče najpreprosteje razložiti na osnovi hranil, potrebnih za rast. V hidroponu so izračunane optimalne vrednosti posameznih hranil, ki jih solata potrebuje za rast, in so tekom celotnega poskusa konstantne ter rastlini na voljo v lahko dostopni obliki (v obliki ionov v hranilni raztopini). Pri talnem načinu je te optimalne vrednosti skoraj nemogoče doseči, saj se ioni, tako kationi, kot anioni, vežejo na talne delce ali spirajo (kot je to najpogosteje pri nitratnem ionu) v globlje plasti tal ali v podtalnico. Zato so bili rezultati, dobljeni v obeh raziskavah, pričakovani in jih lahko tako ovrednotimo za verodostojne. S hidroponskim načinom pridelave bomo torej povečali maso in premer rozet solate, če bo ta izpeljan po pravilnih postopkih.

Po izvlečkih prejšnje raziskave v kateri smo merili maso in premer rozet solate (*Lactuca sativa* L.) smo lahko potrdili tudi šesto hipotezo, *ki je predpostavljal da bo najvišji pričakovani hektarski donos zabeležen pri vzorcih solate (*Lactuca sativa* L.), ki bodo zrastli na hidroponskem načinu.* V delu raziskovalne naloge, pri katerem smo se ukvarjali s pričakovanim hektarskim donosom solate (*Lactuca sativa* L.) smo zabeležili največje vrednosti pri hidroponskem načinu pridelave. Pri ostalih (talnih) načinu pričakujemo veliko manjši hektarski donos, kar lahko podkrepimo z izvlečki prejšnje raziskave tekom katere smo merili

maso in premer rozet solate (*Lactuca sativa L.*), saj se pri računanju pričakovanega hektarskega donosa upošteva povprečna masa vzorcev solate, pobrane v tehnološki zrelosti, na koncu poskusa (*Lactuca sativa L.*).

Z rezultati meritev vpliva načina pridelave na odstotek suhe snovi v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) nismo mogli potrditi druge hipoteze. Ta je predpostavljala, da bo *največji odstotek suhe snovi zaznan v vzorcih, ki so rastli na tleh pokritih s folijo*. Naša raziskava je pokazala najvišji odstotek suhe snovi v vzorcih solate, ki so zrastli na golih tleh (brez folije). Predvidevamo lahko, da so imele rastline na golih tleh na razpolago najmanj vode zaradi večjega izhlapevanja vode iz tal, glede na tla, prekrita s folijo. Zato je bila tudi rast počasnejša in običajno imajo počasneje rastoče rastline manjše celice, ki so manj napolnjene z vodo (Taiz in sod., 2015). Pri vzorcih, ki so rasli na hidropunu, pa se je (zaradi korenin neposredno v vodni raztopini) voda kopila v rastlinskem tkivu, rastline so rastle hitreje in sklepamo lahko, da so bile njihove celice večje, bolj napolnjene z vodo (Taiz in sod., 2015). Drugo hipotezo, ki je napovedovala *najvišjo vsebnost suhe snovi pri vzorcih solate (Lactuca sativa L.), ki so zrastle na tleh s folijo*, smo tako zavrgli.

V raziskavi, ki je merila vpliv načina pridelave na vsebnost nitrata v vzorcih solate (*Lactuca sativa L.*) smo zabeležili najvišje rezultate pri hidroponskem načinu vzgoje rastlin. Te so v povprečju vseh meritev imele nekajkrat višje vsebnosti nitrata (merjeno v mg NO<sub>3</sub>/kg sveže mase), kot rastline pridelane na talni način. To lahko razložimo na podlagi izpiranja hranil iz rasline. Domnevamo, da je bilo na neprekritih tleh, zaradi pogostejšega namakanja spiranje hranil, predvsem nitrata, verjetno večje v primerjavi z načinom pridelave na foliji. Na hidroponskem načinu, ki pa je zasnovan tako, da rastline rastejo nad vodno gladino, pa je spiranje skoraj nično. Voda in nitrat se tako kopita v samih rastlinah, kar privede do drastičnega dviga nitrata v rastlinskem tkivu. Druga možnost je tudi zmanjšana zmožnost procesa fotosinteze, zaradi zmanjšane vsebnosti fotosintetskih pigmentov, kar je predstavljeno v nadaljevanju. Priporočila glede vsebnosti nitrata v solati (*Lactuca sativa L.*), ki je pridelana v zimskem obdobju je 5000 mg NO<sub>3</sub>/kg sveže mase (Commision,...2011), kar v naši raziskavi ni bilo preseženo.. Ta vrednost je bila pri hidroponski pridelavi presežena pri drugem in tretjem vzorčenju, kasneje je bila pod dovoljeno vrednostjo, na koncu, v tehnološko zrelem pridelku, za 1400 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg sveže mase. Nam sorodna raziskava, ki je merila vsebnost nitratnega dušika v izbranih vrstah solate (*Noisette, Comice, Maritima*) je zabeležila nekaj krat večje vrednosti nitratnega dušika v izbranih vrstah solate, ki so rastle na hidropunu v primerjavi s talnim načinom vzgoje (Čarni, M., 2018). Vendar je povečana vsebnost nitrata v rastlinah prej

slab pokazatelj kakovosti pridelka kot dober. Visoke vrednosti dušika so potencialno škodljive za človeški organizem, zato se moramo prekomernim količinam izogibati. Vendar lahko na osnovi rezultatov vsebnosti nitrata v pridelku solate, pridelane na hidroponski način v jesenskem času vseeno zaključimo, da končni pridelek ne vsebuje prekomernih količin nitrata, zato lahko tovrstni način pridelave priporočamo tudi za gojenje v jesenskem obdobju. S temi rezultati smo tako ovrgli prvo hipotezo, ki je predpostavljala, da *bomo zabeležili najvišje vrednosti nitrata v tehnološko zrelih vzorcih solate (Lactuca sativa L.), ki bodo zrastla na hidroponskem načinu.*

Pri ugotavljanju vpliva načina pridelave na vsebnost vitamina C smo prišli do zaključka, da ima najvišjo vsebnost vitamina C solata, ki je zrastla na hidroponskem načinu. Teh rezultatov ne moramo podkrepliti z rezultati nam sorodne raziskave, kjer so merili vpliv načina pridelave na različne vrste solate (*Lactuca sativa L. sorte Noisette, Comice, Maritima*) in dobili nam obratne rezultate – v naši raziskavi smo pri hidroponskem načinu zabeležili najvišje vrednosti vitamina C v večini terminskih vzorčevanj solate (5 od 7). V le dveh vzorčenjih smo dobili rezultate, ki se ujemajo s prej omenjeno raziskavo (Čarni, M., 2018). Del sedme hipoteze, ki predpostavlja, da bodo imele rastline, ki so zrastle na hidroponu večjo vsebnost vitamina C, smo tako potrdili.

Če pride do padca jakosti svetlobe (kot je bilo razvidno v našem primeru po tretjem vzorčenju), se nitrat sprejme v rastlino in skladišči v vakuoli, saj rastlina nima energije, da bi ga vgradila v organske molekule. Hkrati pa velja tudi, da če ima rastlina na voljo veliko dušika, in raste v optimalnih pogojih (kar se pri nas zaradi zmanjšane svetlobe ni zgodilo) vgrajuje sprejeti nitratni dušik v organske spojine in ne tvori dovolj ogljikovih spojin (sladkorjev) iz katerih nastaja vitamin C. Torej večje količine vitamina C pripisujemo predvsem manjši tvorbi dušikovih organskih spojin, kar je razvidno iz presežka nitrata. Za natančnejše utemeljitve priporočamo še meritev vsebnosti sladkorjev v listih in meritve fotosintetske aktivnosti.

V raziskavi, ki je merila vpliv načina pridelave na vsebnost fotosintetskih pigmentov smo prišli do rezultatov, ki so predstavljeni pod poglavjem 4.6. Raziskava je največja odstopanja pokazala pri vsebnosti glavnega fotosintetskega pigmenta klorofila a. Zabeležili smo razliko v vrednosti 1,6 mg/100 g sveže mase. Najvišje vrednosti smo zabeležili pri talnem načinu s folijo, najnižje pa pri hidroponskem načinu. Do enakih ugotovitev smo prišli pri raziskavi, ki je merila vpliv načina pridelava na skupno vsebnost fotosintetskih pigmentov, le da je bila pri slednji razlika med talno tehniko s folijo in hidroponom 3,9 mg/100 g sveže mase. V raziskavi, ki je merila

vpliv načina pridelave na vsebnost klorofila b, smo prišli do rezultatov, ki so pokazali najvišjo vsebnost fotosintetskih pigmentov pri skupini solate (*Lactuca sativa L.*), ki je rastla na golih tleh (brez folije), najnižje vrednosti pa pri hidroponu. Razlika je bila tokrat 0,6 mg/100 g sveže mase. Do enakih ugotovitev smo prišli pri raziskavi, ki je merila vpliv načina pridelave na vsebnost pomožnih fotosintetskih pigmentov (karotenoidov), le da je bila pri slednji razlika med talnim načinom brez folije in hidroponom 0,5 mg/100 g sveže mase. Tretjo hipotezo, *ki predpostavlja, da se vsebnost fotosintetskih pigmentov v solatah (*Lactuca sativa L.*) ne bo preveč razlikovala, glede na način pridelave* lahko tako le delno potrdimo. Res je, da nismo zaznali večjih odstopanj v količini fotosintetskih pigmentov pri obeh talnih načinih, smo pa zaznali večja odstopanja med hidropskim in talnima načinoma pridelave. Prav tako pa smo s to raziskavo zavrgli drugi del sedme hipoteze, ki predpostavlja, da *bodo imele sadike solate (*Lactuca sativa L.*), ki bodo zrastle na hidroponu najvišjo vsebnost karotenoidov*.

Glede na minimalne razlike v vsebnosti fotosintetskih pigmentov med obema talnima načinoma (z in brez folije); ki so pri meritvah klorofila a v povprečju znašala 0,2 mg/100 g sveže mase, pri meritvah klorofila b 0,3 mg/100 g sveže mase in pri meritvah karotenoidov 0,1 mg/100 g sveže mase; lahko zaključimo, da bi lahko količina fotosintetskih pigmentov vplivala na kopiranje nitrata v rastlini. To ugotovitev lahko pripisemo zmanjšani zmožnosti opravljanja fotosinteze (predvsem zaradi razlik v glavnih fotosintetskih pigmentih), kar posledično vodi v kopiranje nitrata v vakuoli, saj ga rastlina ni sposobna vgraditi v organske molekule. Za bolj verodostojno ugotovitev, bi morali meriti tudi fotosintetsko aktivnost rastlin v času trajanja poskusa. Četrto hipotezo, ki pravi da obstaja korelacija med vsebnostjo fotosintetskih pigmentov in nitrata v rastlini, lahko tako v celoti potrdimo.

## 6. Sklep

Hidroponika je način pridelave tako plodov kot listnatih zelenjadnic, ki se poskuša uveljaviti na tržišču. Po pričakovanjih smo želeli zavreči dvome, ki jih prinaša ta način. Res je, da nam hidroponika omogoča pridelavo velike biomase in velikosti rastlin, prav tako pa nam omogoča neprimerljivo večji hektarski donos, kot talni načini pridelave. Tudi vrednosti vitamina C so bile nekoliko višje kot pri ostalima talnima načinoma. Smo pa zaznali velik delež nitrata v celotnem pridelku solate, vendar te vrednosti v tehnološko zrelem pridelki ne presegajo dovoljenih vrednosti nitrata, ki ga določa uredba EU za solato, pridelano v jesensko zimskem obdobju (od oktobra do marca). Te vrednosti so tudi za 1400 mg manjše od dovoljene (5000 mg nitrata/kg sveže mase). Večjo vsebnost nitrata v pridelku solate na hidroponu glede na talno

pridelavo pripisujemo predvsem stalni dostopnosti nitrata rastlinah, katerih korenine se razvijajo v aerirani hranilni raztopini. Prav tako je bila verjetno aktivnost fotosinteze, zaradi nizke vsebnosti merjenih fotosintetskih pigmentov, nekoliko manjša glede na rastine, ki so rastle v tleh. Naša raziskava lahko tako na osnovi količine pridelka, kot tudi vsebnosti nekaterih antioksidantov in nitrata priporoči hidroponski način pridelave solate tudi v jesenskem obdobju. Predlagamo pa, da se pred nakupom vrtnine prepričamo o kakovosti samega pridelka, saj večji, težji in lepši pridelek ni vedno nujno boljši (bolj zdrav).

Da bi lahko z zagotovostjo trdili, da je vsebnost nitrata večji problem v jesenskem kot v spomladnjem času, bi morali poskus, po enaki metodologiji ponoviti še v spomladnjem času. Izboljšali bi lahko tudi interpretacijo rezultatov, z upoštevanjem napak pri izračunavanju hektarskega donosa, skupni količini fotosintetskih pigmentov ipd. Predlagamo tudi, da se tekom celotnega poskusa meri poraba hranil v vseh načinih pridelave in beleži dinamika njihovega spreminjanja. Slednje bi lahko merili z kemijskimi analizami tal, kot smo to, v sodelovanju s katedro za vrtnarstvo, izvedli pred postavitvijo poskusa. Dobljene rezultate bi predstavili kot dinamiko porabe hranil, s čimer bi še toliko bolj podkrepili padce povprečja mase in premora rozet solate (*Lactuca sativa L.*) v nekaterih obravnavanjih. Predlaga se tudi merjenje fotosintetske aktivnosti rastline. Priporočena metoda je uporaba infrardečega CO<sub>2</sub> analizatorja. Za še natančnejšo interpretacijo nitrata pa priporočamo tudi meritve sladkorjev v listih solate.

## 7. Viri in literature

- AgriFarming. (2022). Hydroponic Farming Cost and Profit Analysis. Retrieved from [https://www-agrifarming-in.translate.goog/hydroponic-farming-cost-and-profit-analysis?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=sl&\\_x\\_tr\\_hl=sl&\\_x\\_tr\\_pto=op,sc](https://www-agrifarming-in.translate.goog/hydroponic-farming-cost-and-profit-analysis?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=sl&_x_tr_hl=sl&_x_tr_pto=op,sc)
- Allie Ogletree. (2021, december 13). How Much Does It Cost to Build a Hydroponic Garden? Retrieved from <https://www.angi.com/articles/cost-build-hydroponic-garden.htm>
- Barbaste M., Berke B., Dumas M., Soulet S., Delaunay J. C., Castagnino C., Arnaudinaud. (2002). Dietary antioxidants, peroxidation and. *Journal of Nutrition*, 209-223.
- Baur R., Wijnands F., Malavolta C. . (2011). Integrated production: Objectives, principles and technical guidelines. *Darmstadt, IOBC*, 132.
- Britannica, L. (2021, September 28). *Encyclopædia Britannica*. (n.d.). Retrieved from Agricultural technology.: <https://library-eb-co-uk.eviri.ook.sik.si/levels/adult/article/agricultural-technology/111032#67807.toc>
- Brown J.R.; Chrisy M. in Smith. (1993, Oktober). Nitrate in soils and plants.

- Čarni, M. (2018). *Primerjava hidroponskega in akvaponskega gojenja solate (Lactuca sativa L.)*. Univerza v Ljubljani. Ljubljana: Univerza v Ljubljani. Retrieved from <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=105082>
- Dražigost Pokorn. (1990). NITRO ZAMINI V ŽIVILIH. *Zdrav Obzor*, 57-61.
- Eggersdorfer M., Wyss A. (2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 18-26.
- FAO/WHO. (2003). Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds. *Food and Agriculture of the United Nations/World Health Organization*.
- Gruda N. (2009). Do soilless culture systems have an influence on product quality of vegetables. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 141-147.
- Gulcin I. (2021). Antioxidant activity of food constituents an overview. *Archives of Toxicology*, 345-391.
- Herencia J. F., G.-G. P. (2011). Comparison of nutritional quality of the crops grown in an organic and conventional fertilized soil. *Scientia Horticulturae*, 882-888.
- Hotchiss JH. (1987). Nitrate, Nitrite, and Nitroso Compounds in foods. *Food Technology*, 36-127.
- Kmecl V., S. J. (28. in 29. 1.2005). *Nitrati in nitriti v zelenjavi v primerjavi z drugimi kmetijskimi pridelki*. Kmetijsko gozdarski zavod. Novo Mesto: Podgoršek J.
- L. Sinkovič, N. Marolt, A. Vončina, R. Leskovšek. (2019, januar). *SMERNICE INTEGRIRANEGA VARSTVA SOLATNIC*. Retrieved from Kmetijski inštitut Slovenije: <https://www.ivr.si/wp-content/uploads/2019/12/Smernice-IVR-solatnice.pdf>
- L. Sinkovič, N. Marolt, A. Vončina, R. Leskovšek. (2019, januar). *SMERNICE INTEGRIRANEGA VARSTVA SOLATNIC*. Retrieved from Kmetijski inštitut Slovenije: <https://www.ivr.si/wp-content/uploads/2019/12/Smernice-IVR-solatnice.pdf>
- Madhavi D. L., Deshpande S. S., Salunkhe D. K. (1996). Food antioxidants: technological, toxicological, and health perspectives. 490.
- Martin Christ. (2021). *CHRIST*. Retrieved from Freeze Drying and Vacuum Concentration (RVC): <https://www.martinchrist.de/en/freeze-drying/basics>
- Masclaux-Daubresse D., D.-V. F. (2009). Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. 1141-1157.
- Measurement, L. (©2021). *LI-COR*. Retrieved from LI-210R, Photometric Sensor: <https://www.licor.com/env/products/light/photometric.html?form=1>
- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. (2017, januar). *Kaj je integrirana pridelava?* Retrieved from GOV.SI: <https://www.gov.si/teme/integrirana-pridelava/>
- Mlakar Mirjam. (2014). *Biokemijske lastnosti talno in hidroponsko vzgojene solate*. Ljubljana: biotehnična fakulteta Ljubljana. Retrieved from <http://pefprints.pef.uni-lj.si/2137/1/MlakarMirjam.pdf>
- Natalie Olsen. (2018, May 29). *MedicalNewsToday*. Retrieved from How can antioxidants benefit our health?: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/301506>

- Putra A., Yuliando H. (2015). Soilless culture system to support water use efficiency and product quality: a review. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 283-188.
- Rice-Evans C., Miller N., Paganga G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 152-159.
- Rudan-Tasič D., Klofutar C. (2007). Fizikalnokemijske metode v živilstvu. 383.
- Shahidi F., Naczk M. (1995). Food phenolics: Sources, chemistry, effects and applications. *Technomic Publishing Company*, 331.
- Singh R., Mahdi A. A., Singh K. R., Gierke L. C., Cornelissen G. (2018). Effect of gender, age, diet, and smoking status on the circadian rhythm of ascorbic acid (vitamin C) of healthy Indians. *Journal of Applied Biomedicine*, 180-185.
- Uradni list RS št.69. (2003, julij 16). *Uradni list RS št.69*. Retrieved from 3323. Pravilnik o onesnaževalcih v živilih, stran 10723.: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2003-01-3323/pravilnik-o-onesnazevalcih-v-zivilih>
- Vidrih R., Kač M. (2000). Analitika antioksidantov. *Antioksidanti v živilstvu*, 101-114.
- Wellburn A.R. . (1994). The spectral determination of chlorophyll-a and chlorophyll-b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometer of different resolution. *Journal of Plant Physiology*, 307-313.
- Ximenes M.I.N., Rath S., Reyes F.G.R . (2000). Polarographic determination of nitrate in vegetables. *Talanta*, 49-56.
- Zveza potrošnikov Slovenije. (2021). *Nasveti za zdravo prehranjevanje*. Retrieved from ZPS: <https://www.zps.si/hrana-in-pijaa-topmenu-327/nasveti-za-zdravo-prehranjevanje/10538-antioksidanti-v-zivilih>

## Priloge

### Priloga 1

Tabela 16: Surovi podatki o masi in premeru rozet solate (*Lactuca sativa L.*) skozi tedenske obravnavne

TEHNIKA ponovitev restilna	preme rozete		povprečje masa		preme rozete		povprečje premera		mas rozet povprečje masa		preme rozete		povprečje masa		preme rozete		povprečje masa		preme rozete		povprečje masa		preme rozete		povprečje masa			
	26.9.	26.9.	26.9.	26.9.	8.10.	8.10.	8.10.	8.10.	15.10.	15.10.	15.10.	15.10.	22.10.	22.10.	22.10.	22.10.	29.10.	29.10.	29.10.	29.10.	4.11.	4.11.	4.11.	4.11.	12.11.	12.11.	12.11.	12.11.
1 G	1	1	19	17	18	26	20	26	23	90	21	200	28	25	27	122	26	20	23	160	30	25	27.5	156	30	27	28.5	151
2 G	1	2	14	10	12	10	22	19	20.5	92	21	196	26	23	25	100	25	24	25	98	24	23	23.5	138	32	27	23.5	124
3 G	2	1	17	18	18	26	17	19	18	34	20	220	30	24	27	160	25	25	25	88	20	20	20	130	32	27	29.5	270
4 G	2	2	20	17	19	30	20	16	18	48	21	104	32	30	31	176	27	24	26	200	20	23	21.5	70	38	20	29	392
5 G	3	1	18	13	16	20	19	21	20	126	23	152	28	28	28	122	23	27	25	92	21	23	22	210	32	35	33.5	372
6 G	3	2	20	17	19	26	24	21	22.5	80	25	132	27	23	25	108	25	22	24	98	25	23	24	72	35	26	30.5	281
7 G	4	1	20	12	16	24	20	23	21.5	72	24	152	30	32	31	178	28	30	29	150	23	24	23.5	232	31	31	31	248
8 G	4	2	13	16	15	24	23	22	22.5	54	23	168	33	28	31	158	30	30	30	134	24	20	22	250	32	28	30	342
9 F	1	1	24	21	23	44	34	30	32	204	27	226	39	34	37	334	40	36	38	500	34	32	33	338	40	28	34	480
10 F	1	2	20	18	19	36	33	28	30.5	230	32	238	32	32	32	270	33	32	33	310	30	34	32	424	42	40	41	532
11 F	2	1	25	20	23	58	31	29	30	256	32	272	32	26	29	294	31	30	31	314	25	30	27.5	218	40	41	40.5	576
12 F	2	2	25	19	22	48	23	27	25	194	27	142	34	27	31	234	34	29	32	272	28	26	27	270	43	36	39.5	662
13 F	3	1	21	20	21	46	34	27	30.5	300	23	242	40	30	35	308	26	26	26	198	31	30	30.5	326	32	34	33	476
14 F	3	2	20	13	17	26	27	25	26	242	28	162	32	25	29	318	30	33	32	244	33	36	34.5	446	42	42	42	224
15 F	4	1	17	19	18	30	31	28	29.5	244	27	216	30	31	31	262	35	38	37	368	30	30	30	498	38	39	38.5	580
16 F	4	2	15	16	16	24	27	27	27	152	27	144	31	34	33	366	30	30	30	298	33	30	31.5	512	39	38	38.5	690
17 B	1	1	28	26	27	150	34	37	35.5	464	31	260	35	34	35	442	40	39	40	650	30	32	31	566	49	40	44.5	640
18 B	1	2	31	27	29	186	28	27	27.5	222	30	352	32	32	32	270	33	32	33	310	30	34	32	424	42	40	40.5	650
19 B	2	1	27	22	25	146	30	29	29.5	254	33	408	40	30	35	530	34	36	35	422	28	30	29	640	40	40	40	400
20 B	2	2	27	23	25	126	29	26	27.5	222	30	426	32	32	32	270	33	32	32	422	28	30	29	640	43	34	38.5	818
21 G	3	1	27	24	26	170	32	31	31.5	298	22	424	35	32	34	458	34	40	37	452	29	28	28.5	420	37	33	35	628
22 G	3	2	23	20	22	102	29	30	29.5	380	29	138	32	32	32	392	42	40	41	590	29	29	29	612	42	40	42	640
23 G	4	1	30	28	29	164	32	33	32.5	364	28	360	40	37	39	392	42	40	41	590	29	29	29	612	42	40	41	592
24 G	4	2	26	24	25	124	33	25	29	226	28	342	32	32	32	392	42	40	41	590	29	29	29	612	42	40	41	592

## »56. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije 2022«

### Priloga 2

*Tabela 17: Surovi podatki o vsebnosti nitrata v solati (*Lactuca sativa L.*) skozi tedenske obravnavne*

		DATUM	MASA SVEŽEG	MASA SUHEG	% VODE	% SS	nitrat (mg/l)	Zatetna (g)	Volumen pred Masa tkiva/1000ml	Delež SS	Nitrat mg/g DW	Nitrat mg/100g FW	Nitrat mg/kg	Nitrat/mg/kg	
1 G	1	28/09/2021	22,87	6,307	72,4223874	27,776126	54	1,008	200	5,04	94,969	10,714,28571	1017,428571	295,474	
2 G	2		34,9	6,881	86,873106	19,512894	25	1,1524	200	5,762	94,238	4,33877126	408,77126	408,77126	
3 G	3		28,92	6,553	77,3409405	22,6590595	75	1,0500	200	5,2525	94,748	14,72789148	135,289148	135,289148	
4 G	4		29,67	6,542	87,970592	22,049208	75	1,1244	200	5,6224	94,948	13,34681444	12590,044824	12590,044824	
5 F	1		55,79	7,72	86,152394	18,839353	12	1,2104	200	6,625	93,948	1,982815968	186,2615598	186,2615598	
6 F	2		43,37	7,514	82,5984252	17,40152302	6	1,2802	200	6,401	93,599	0,937353539	87,7338385	87,7338385	
7 F	3		43,18	7,514	82,5984252	17,40152302	6	1,0693	200	5,3025	94,696	4,714753539	446,4753519	446,4753519	
8 F	4		43,18	7,514	82,5984252	16,0459523	38	1,0338	200	5,1659	94,895	5,008328265	550,925265	550,925265	
9 B	1		81,04	8,51	89,4900128	10,5009872	25	1,1421	200	5,7105	94,290	4,37790359	412,790359	412,790359	
10 B	2		78,36	8,965	88,5502339	11,4407851	17	0,5111	200	5,2555	97,445	6,652318529	6482,318529	6482,318529	
11 B	3		74,43	8,531	88,5382238	11,4617762	20	0,536	200	2,58	97,320	7,462685657	726,6856567	726,6856567	
12 B	4		78,16	8,597	89,0007677	10,9992323	63	0,5345	200	6,7672	97,320	23,57343312	2394,343312	2394,343312	
13 G	1	08/10/2021	80,212	7,671	90,456593	9,56340697	18	1,155	200	5,775	94,225	3,11688117	293,688117	293,688117	
14 G	2		68,177	7,315	89,2075751	10,7294249	34	1,1407	200	5,7036	94,297	5,961251863	562,1251863	562,1251863	
15 G	3		75,482	7,645	89,8758661	10,1241339	22	1,358	200	6,79	93,210	3,24005891	302,005891	302,005891	
16 G	4		80,979	7,803	90,3666383	9,6326174	36	1,1287	200	5,6493	94,357	6,739020112	601,9020112	601,9020112	
17 F	1		76,886	7,816	91,45693	10,1656999	56	1,1337	200	5,6685	94,332	93,9156743	931,156743	931,156743	
18 F	2		86,758	7,699	91,1258904	8,87410959	42	1,2051	200	6,0255	93,975	6,970375902	655,0375902	655,0375902	
19 F	3		93,794	8,309	91,124244	8,85775561	33	1,2224	200	6,112	93,888	5,39912466	506,921466	506,921466	
20 F	4		72,196	7,655	89,3969192	10,6030805	49	1,1337	200	5,6685	94,332	8,64426215	815,426215	815,426215	
21 B	1		66,348	7,859	88,1588033	11,8451972	49	0,54	200	2,7	97,300	18,14814815	1765,814815	1765,814815	
22 B	2		37,319	8,63	89,2041507	10,0598493	50	0,5187	200	5,2935	97,407	19,27896665	187,7896665	187,7896665	
23 B	3		49,746	6,76	86,4109677	10,3989323	51	0,5101	200	5,2505	97,450	19,9967092	1948,60792	1948,60792	
24 B	4		62,256	7,416	88,0828951	11,9121049	67	0,5144	200	2,572	97,428	26,0476672	2537,97672	2537,97672	
25 G	1	15/10/2021	97,284	9,859	89,886856	10,3810345	24	1,2806	200	6,403	93,597	3,748,243011	3508,243011	3508,243011	
26 G	2		86,838	8,8865	89,7662314	10,2373686	25	1,1064	200	5,5532	94,468	4,519,161244	426,9161244	426,9161244	
27 G	3		71,234	8,307	88,33439	11,6615661	21	1,2692	200	6,346	93,654	3,309171131	309,9171131	309,9171131	
28 G	4		105,75	9,613	90,9069627	9,09030733	13	1,1515	200	5,7575	94,243	2,25792446	212,729446	212,729446	
29 F	1		103,123	9,577	90,713032	9,2869799	54	1,2725	200	6,3625	93,638	8,48722862	794,722862	794,722862	
30 F	2		83,894	8,846	89,457418	10,5442582	24	1,1313	200	5,5655	94,344	4,242,906391	400,2906391	400,2906391	
31 F	3		97,428	9,314	90,440119	9,55898012	23	1,082	200	5,41	94,590	4,251,386322	402,1386322	402,1386322	
32 F	4		79,978	8,421	89,4708545	10,5291455	28	1,0983	200	5,4915	94,509	5,098789038	481,8789038	481,8789038	
33 B	1		112,779	9,38	91,6739819	8,32601814	47	0,5363	200	2,6815	97,319	17,52750326	1705,750326	1705,750326	
34 B	2		106,335	9,216	91,330512	8,66694879	32	0,5003	200	2,5015	97,499	12,7932461	1247,23461	1247,23461	
35 B	3		95,261	8,805	90,760122	9,23987789	35	0,5323	200	2,6615	97,339	13,15047905	1280,047905	1280,047905	
36 B	4		111,19	9,723	91,255	8,705491491	36	0,513	200	2,565	97,435	14,0308772	1367,50772	1367,50772	
37 G	1	22/10/2021	106,095	9,94	90,6310832	10,63696178	19	1,455	200	7,275	92,725	2,611683849	2421,683849	2421,683849	
38 G	2		83,46	8,111	90,216	8,281572	79,2187499	29	1,0939	200	5,4695	94,531	5,302129994	501,2129994	501,2129994
39 G	3		76,971	8,98	88,3722441	11,6277559	17	1,0481	200	5,2405	94,760	3,24396527	307,396527	307,396527	
40 G	4		74,618	8,542	88,55236	11,47446	66	1,0632	200	5,316	94,684	12,41534989	1175,534989	1175,534989	
41 F	1		82,348	8,759	89,3634332	10,6365668	34	1,0813	200	5,4065	94,594	6,288726533	594,8726533	594,8726533	
42 F	2		108,95	10,047	90,778387	10,22166131	22	1,0171	200	5,0855	94,915	4,326024973	410,624973	410,624973	
43 F	3		112,285	10,150	91,0533776	9,04662243	14	1,0425	200	5,2125	94,788	2,685,851319	2545,851319	2545,851319	
44 F	4		107,081	9,6	91,0348241	8,96517589	30	1,0544	200	5,272	94,728	5,690440061	539,0440061	539,0440061	
45 B	1		69,403	7,968	89,2539598	11,8807211	19	0,5469	200	2,7345	97,266	6,948253794	675,253794	675,253794	
46 B	2		102,249	9,185	91,0170271	8,98297294	33	0,5668	200	2,834	97,166	11,64343898	1131,433898	1131,433898	
47 B	3		78,939	7,7	90,2456327	9,7543673	59	0,6057	200	3,0285	96,972	19,48159155	1889,159155	1889,159155	
48 B	4		66,43	8,147	87,7359627	12,2640373	33	0,6029	200	3,0145	96,986	10,94708907	1061,708907	1061,708907	
49 G	1	28/10/2021	65,535	8,661	86,7811093	11,2188907	14	1,0361	200	5,1805	94,820	2,702441849	256,2441849	256,2441849	
50 G	2		79,545	9,303	88,0347332	11,6952668	17	1,0154	200	5,077	94,923	3,348434115	317,8434115	317,8434115	
51 G	3		87,45	10,177	88,33439	11,6615661	13	1,0371	200	5,1855	94,815	2,506990647	237,6990647	237,6990647	
52 G	4		81,96	9,755	88,0978526	11,9021474	6	1,011	200	5,055	94,945	1,18694362	112,694362	112,694362	
53 F	1		91,383	9,613	91,4600181	8,533398189	25	0,9822	200	4,911	95,080	2,850743229	271,0743229	271,0743229	
54 F	2		119,022	11,582	90,2600259	9,730974111	18	1,0338	200	5,5165	94,484	3,262,938457	308,2938457	308,2938457	
55 F	3		92,328	9,609	89,6001213	10,3989787	18	1,0407	200	5,2325	94,477	3,258032935	307,8803295	307,8803295	
56 F	4		91,344	7,938	89,2362936	10,7637064	27	1,1	200	5,5	94,500	4,909090909	4639,090909	4639,090909	
57 B	1		67,447	7,96	88,1981408	11,8018592	36	0,5523	200	3,2615	96,739	11,0378601	1067,78601	1067,78601	
58 B	2		83,766	8,168	90,2490271	9,75097295	37	0,5176	200	2,588	97,412	14,29675425	1392,675425	1392,675425	
59 B	3		67,959	8,73	88,72657	12,2132462	19	0,6272	200	3,136	96,864	6,058673469	568,673469	568,673469	
60 B	4		88,744	7,596	91,9405481	8,55954191	38	0,6619	200	3,0395	96,691	11,48209699	1110,209699	1110,209699	
61 G	1	04/11/2021	89,344	8,46	90,5398184	9,46901862	26	1,1322	200	5,6675	94,543	4,593639576	433,639576	433,639576	
62 G	2		70,533	9,235	86,9068379	13,0931621	12	1,104	200	5,552	94,480	2,179310343	205,3910343	205,3910343	
63 G	3		74,01	6,316	91,4600181	8,533398189	25	1,1738							

## »56. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije 2022«

### Priloga 3

*Tabela 18: Surovi podatki o vsebnosti askorbinske kisline v solati (*Lactuca sativa L.*) skozi tedenske obravnavne*

TEHNIKA	potrošec	temno	OBRAVNAVAN	MASA, VZETEGA	MASA, UVRGNA	% VODE	% SS	merek [mg/L]	Volumen preh. tečnosti / 1000ml	Dosek SS	Nivel mgDW	Nivel mgDW/PW	Nivel mgDW	Nivel mgDW/PW	NIVEL mgDW/PW	NIVEL mgDW/PW	veličina prete	akcenčna količina - potrošec	AA [mg/ml]	Adjuvanti	Adjuvanti DW	Adjuvanti DW/PW	Adjuvanti DW/PW/PW		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
1.6	1	1	2.397	17.87	6.307	9.27	7.31	25	0.392	200	1.049	6.05	36.13	218.12	194.67	194.67	0.1497	5	4.578	0.027938075	0.15940724	44.9303152	44.9303152		
2.6	2	2	3.49	20.21	6.81	13.81	5.83	6.05	38	0.2093	200	1.049	6.05	36.13	218.12	194.67	194.67	0.1497	5	6.083	0.027938076	0.15940724	44.9303152	44.9303152	
3.6	3	3	2.92	20.32	6.93	13.82	5.82	6.05	38	0.2093	200	1.049	6.05	36.13	218.12	194.67	194.67	0.1497	5	1.028	0.027938076	0.15940724	44.9303152	44.9303152	
4.6	4	4	2.92	20.32	6.93	13.82	5.82	6.05	38	0.2093	200	1.049	6.05	36.13	218.12	194.67	194.67	0.1497	5	1.028	0.027938076	0.15940724	44.9303152	44.9303152	
5.6	5	1	1	5.579	50.73	7.72	9.65	5.95	71	0.2019	200	1.048	5.95	48.10	207.9	207.9	207.9	0.1793	5	2.699	0.01712967	0.0693006	0.0807514	0.02373244	
6.6	6	1	4.337	38.37	6.88	13.88	5.88	5.98	38	0.2333	200	1.047	5.98	48.10	207.9	207.9	207.9	0.1793	5	1.8345	0.02698986	0.0849432	0.0671748	0.1503933	
7.6	7	3	4.318	38.14	7.54	25.14	5.84	6.38	47	0.2013	200	1.047	6.00	46.10	207.8	207.8	207.8	0.1716	5	18.53	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
8.6	8	4	4.317	38.11	6.92	6.07	5.69	6.03	60	0.2069	200	1.047	6.02	46.10	207.8	207.8	207.8	0.1716	5	8.263	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
9.6	9	2	3.86	7.86	6.88	13.89	5.94	5.96	59	0.2093	200	1.046	5.90	46.10	207.8	207.8	207.8	0.1705	5	5.40	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
10.6	10	8	3.86	7.86	6.88	13.89	5.94	5.96	59	0.2093	200	1.046	5.92	46.10	207.8	207.8	207.8	0.1705	5	5.40	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
11.6	11	8	3	4.743	6.94	8.31	5.51	5.51	49	0.2093	200	1.046	5.93	46.10	207.8	207.8	207.8	0.1705	5	4.25	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
12.6	12	8	3	4.743	6.94	8.31	5.51	5.51	49	0.2093	200	1.046	5.93	46.10	207.8	207.8	207.8	0.1705	5	4.25	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
13.6	13	1	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
14.6	14	6	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
15.6	15	6	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
16.6	16	6	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
17.6	17	6	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
18.6	18	6	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
19.6	19	6	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428	
20.6	20	8	2	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
21.6	21	8	2	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
22.6	22	8	2	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
23.6	23	8	2	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
24.6	24	8	2	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
25.6	25	8	2	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
26.6	26	8	2	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
27.6	27	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
28.6	28	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
29.6	29	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
30.6	30	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
31.6	31	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
32.6	32	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
33.6	33	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
34.6	34	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
35.6	35	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
36.6	36	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6555428
37.6	37	6	3	2.82	7.21	6.77	13.87	5.64	5.35	41	0.2485	200	1.045	5.35	33.14	119.84	119.84	119.84	0.1819	5	0.1819	0.02698986	0.0849432	0.0671748	17.6

»56. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije 2022«

Priloga 4

Tabela 19: Surovi podatki o vsebnosti fotosintetskih pigmentov (klorofila a in b ter karotenoidov) v solati (*Lactuca sativa* L.)

## Priloga 5

*Tabela 20: Vsebnost dovoljenih maksimalni količin nitrata (mg/kg sveže mase) v pridelkih listnate zelenjave (špinače in solate), glede na termin pridelave*

### 1. Nitrati

Živilo	Zgornja mejna vrednost (mg NO <sub>3</sub> /kg)
1.1. sveža špinača ( <i>Spinacia oleracea</i> )	spravilo od 1. novembra do 31. marca spravilo od 1. aprila do 31. oktobra
1.2. konzervirana, globoko zamrznjena ali zamrznjena špinača	2000
1.3. sveža zelena solata ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) razen solate pod točko 1.4. - gojena v rastlinjakih oziroma drugih zavarovanih prostorih - gojena na prostem	spravilo od 1. oktobra do 31. marca spravilo od 1. aprila do 30. septembra spravilo od 1. oktobra do 31. marca spravilo od 1. aprila do 30. septembra
1.4. solata tipa "Ledenka" - gojena v rastlinjakih oziroma drugih zavarovanih prostorih - gojena na prostem	2500 2000

Vir tabele: (Uradni list RS št.69, 2003)