

ZAKLJUČNO POROČILO
O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA
NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA
PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

POVEZOVANJE UKREPOV ZA DOSEGANJE TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

2. Šifra projekta:

CRP V4-0531

3. Naslov projekta:

UPORABA SODOBNIH PRIDELOVALNIH TEHNOLOGIJ ZA DOSEGANJE VIŠJE KAKOVOSTI VRTNIN

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

UPORABA SODOBNIH PRIDELOVALNIH TEHNOLOGIJ ZA DOSEGANJE VIŠJE KAKOVOSTI VRTNIN

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

USING OF MODERN CULTIVATION TECHNOLOGIES TO PRODUCE VEGETABLE YIELD OF HIGHER QUALITY

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

kmetijstvo; gojenje vrtnin; kakovost pridelka; nitrat, lipofilni antioksidanti

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

agriculture; vegetable growing; yield quality; nitrate; lipophilic antioxidants

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, Oddelek za agronomijo

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

--

6. Sofinancer/sofinancerji:

ARRS
MKGP

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

13010

dr. Nina KACJAN MARŠIČ

Datum: 12.03.2011

Podpis vodje projekta:

doc.dr. Nina KACJAN MARŠIČ

Podpis in žig izvajalca:

prof. dr. Mihael Jožef TOMAN

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti
 b) delno
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

Cilji projekta so bili naslednji:

I. SKLOP

1. preizkusiti gojenje listnate zelenjave na plavajočem hidroponskem sistemu, v različnih terminih pridelovanja (v 1. letu raziskave)
2. modificirati hranilno raztopino in poiskati primerno za gojenje listnate zelenjave v jesensko zimskem in pomladanskem obdobju ter ovrednotiti kakovost pridelka - analiza nitratov v pridelku
3. izdelati brošuro o izdelavi, postavitvi, materialu, upravljanju in nadzoru delovanja plavajočega sistema v nizkih bazenih - za predstavitev sistema ožji in širši strokovni javnosti.

II. SKLOP

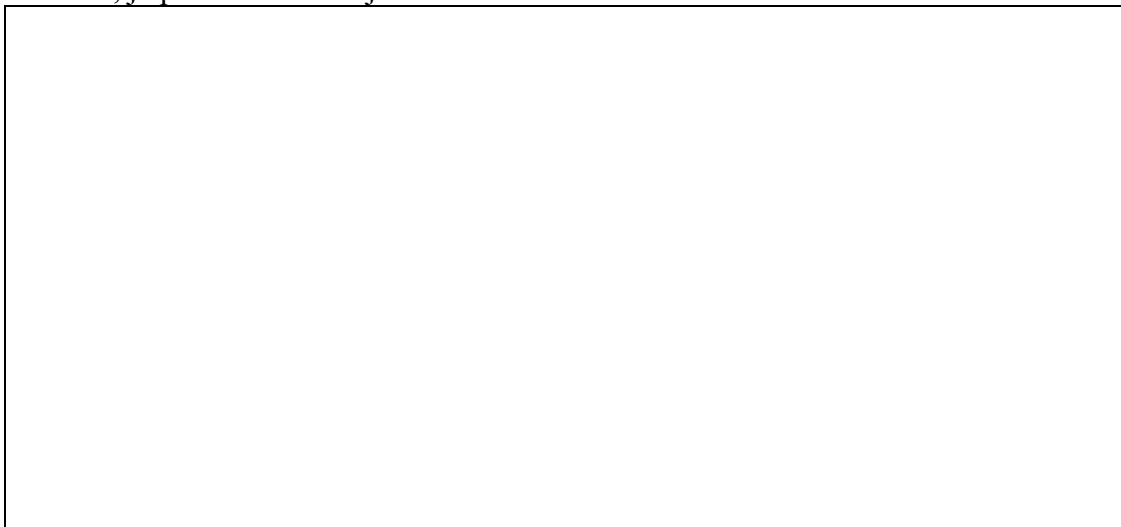
1. postavitev poskusov gojenja paradižnika na kamni volni in v tleh z namenom evalvacije kakovosti pridelka, na osnovi analize nelaterih primarnih in sekundarnih metabolitov, predvsem lipofilnih antioksidantov

V dvo in polletnem obdobju financiranja (september 2008 - februar 2011) nam je uspelo izvesti vse poskuse, vezane na I. in II. sklop raziskav, ki so bili planirani v raziskovalnem programu - vključno z vsemi kemijskimi analizami, jih izvedenoti in jih smiselno predstaviti v vsebinskem delu zaključnega poročila. V poročilu je zajet natančen opis plavajočega sistema, njegova sestava, potreben material za izdelavo, oprema za nadzor in upravljanje s sistemom, kakor tudi natančno opisana hranilna raztopina (sestava, priprava, uravnavanje tekom rasti). Hkrati so v poročilu izpostavljene prednosti in slabosti sistema in na koncu posameznega vsebinskega sklopa - poskusa podani sklepi, ki opozarjajo na pomembne ugotovitve, do katerih smo prišli pri gojenju 5 različnih vrst vrtnin, v 4 terminskih obdobjih. Za izvedbo in izdelavo vsega naštetega smo porabili čas in delovne ure, ki smo jih imeli na razpolago, tako da smo s pripravo obsežnega vsebinskega zaključnega poročila oblikovali in pripravili osnove za pripravo brošure o plavajočem sistemu. Torej delno dosežen je en izmed ciljev I. sklopa raziskav - izdelava brošure o plavajočem sistemu, za katero pa smo pripravili strokovne osnove, sama izdelava brošure pa je vezana na potreben dodaten čas in dodatna namenska sredstva.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for providing justification or explanation.

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

Glej Prilogo 1

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

² Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Predstavitev rezultatov poskusov, vezanih na raziskovalni projekt, ožji in širši strokovni javnosti, na strokovnih in znanstvenih srečanjih:

Prispevek na konferenci:

JAKŠE, Marijana, KACJAN-MARŠIĆ, Nina. Pridelava zelenjave na plavajočem sistemu = Vegetable production on a floating sistem. V: TAJNŠEK, Anton (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2008 : zbornik simpozija : proceedings of symposium, Rogaška Slatina, [4. in 5. december] 2008. Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, 2008, str. 208-215.

JAKŠE, Marijana, KACJAN-MARŠIĆ, Nina. Uzgoj lisnatog povrća za rezanje na plutajućem sustavu. V: MARIĆ, Sonja (ur.), LONČARIĆ, Zdenko (ur.). 45th Croatian and 5th International Symposium on agriculture, Opatija, Croatia, 15th-19th February 2010. Zbornik radova. Osijek: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Jurja Strossmayera u Osijeku: =Faculty of Agriculture University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, 2010, str. 576-580.

ŽNIDARČIČ, Dragan, KACJAN-MARŠIĆ, Nina. Možnosti gojenja motovilca (*Valerianella olitoria* L.) na stiropornih ploščah na poplavnih mizah = The possibilities of growing corn salad (*Valerianella olitoria* L.) on styrofoam plug trays on ebb and flow benches. V: TAJNŠEK, Anton (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2008 : zbornik simpozija : proceedings of symposium, Rogaška Slatina, [4. in 5. december] 2008. Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, 2008, str. 231-237.

KACJAN-MARŠIĆ, Nina, JAKŠE, Marijana, ŽNIDARČIČ, Dragan. Antioksidanti v zelenjadnicah, primer paradižnik. V: Slovenski zelenjadarski kongres, 21. januar 2010, Portorož. Konkurenčnost slovenskih pridelovalcev zelenjave posebne kakovosti na skupnem evropskem trgu. Koper: Agraria Koper; Maribor: Slovensko združenje za ekološko in integrirano pridelavo zelenjave, 2010], str. 14.

Interviju:

KACJAN-MARŠIĆ, Nina, FALEŽ, Marija. Tudi brez zemlje (lahko) zraste zdrava zelenjava : zelenjava, gojena v hranilni raztopini. Nedelo (Ljubl.), 30. maj 2010, leto 16, št. 22, str. 6-7, ilustr.

KACJAN MARŠIĆ, Nina, JAKŠE Marijana. Gojenje listne zelenjave za rezanje na plavajočem sistemu v plitvih bazenih. K. Ugrinović (Ur.): ZELENJADARSKE URICE - posvet za slovenske pridelovalce vrtnin in kmetijske svetovalce - Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2010.

Pomen rezultatov za razvoj novih tehnologij:

V prvem sklopu raziskovalnega projekta smo prikazali in opisali sestavo, potreben material, delovanje in upravljanje z novejšo tehnologijo za pridelovanje rezane zelenjave - plavajoč sistem. Sistem smo preizkusili za gojenje 5-tih različnih vrst vrtnin (solato, endivijo, špinačo, motovilec in rukvico) v različnih pridelovalnih terminih (jesen - zima; pomlad poletje - skozi 2 leti, torej 4 tremi). V raziskovalnem pojektu je podan natančen opis poskusov s vsemi prednostmi in slabosti sistema; prav tako smo z modifikacijo Resh-ove hranilne raztopine v smislu povečanja koncentracije dušika dokazali, da je bil pridelek večji, vsebnost nitratov v pridelku sicer tudi večja, vendar še vedno dovolj nizka - pod dovoljeno mejo, ki jo določa Pravilnik o onesnaževalcih v živilih (2003), da lahko

govorimo o kakovostnem pridelku.

DRUŽBENO-EKONOMSKI CILJI:

Za razvoj kmetijstva:

Raziskovalni projekt zajema celovit prikaz novejših tehnologij pridelovanja vrtnin na plavajočem sistemu, ki nudi možnost slovenskim pridelovalcem zelenjave, ki se zaenkrat še oklepajo tradicionalnih tehnologij pridelovanja, alternativno možnost pridelovanja tudi izvensezonskih vrtnin. V Sloveniji samooskrba zelenjave iz leta v leto pada (trenutno je manj kot 40%) in za zaustavitev tega trenda je nujno potrebno, da smo proučili sistem, ga natančno opisali in pripravili za vpeljavo v vrtnarsko prakso, saj je to sistem, ki sodi med novejših tehnologij gojenja, ki omogočajo pocenitev stroškov pridelave (varčevanje z vodo in hranili) in pridelavo visoko kakovostne sveže zelenjave, kakor tudi kasnejšo nadgradnjo - pakiranje in pripravljanje sveže zelenjave za trg. Za slovenskega potrošnika je znano, da kupuje pakirano rezano zelenjavo pridelano v Španiji, Italiji..., ta zelenjava je večinoma pridelana na plavajočem sistemu, vendar je njena kakovost zaradi dolgega transporta vprašljiva.

Razvoj in skrb za okolje:

Na vsakem od srečanj, kjer smo predstavili delne izsledke raziskav, vezanih na raziskovalni projekt, smo poudarili prednost, ki jo ima pridelovanje vrtnin na plavajočem sistemu v smislu varčevanja z vodo in hranili (bazeni so zaprti in rastline, ki plavajo vsidrane v striporne plošče, na gladini hranilne raztopine, same črpajo hranila, ki so jim stalno na voljo, zato je tudi rast pospešena in pridelek večji. Hkrati smo poudarili tudi možnost izkoriščanja degradiranih (okuženih) območij, saj pri postavitvi bazenov za plavajoči sistem ne potrebujemo kakovostne in rodovitne zemlje. Nenazadnje je pomemben tudi prihranek v delovnih urah, saj pri oskrbovalnih ukrepih odpadejo tisti, ki so vezani na namakanje, varstvo pred pleveli, čiščenje pridelka pri pripravi za trg, in bi našemu pridelovalcu omogočili pocenitev pridelave in s tem večjo konkurenčnost na trgu

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

POTENCIALNI POMEN

Za razvoj temeljnega znanja:

Določitev kakovosti pridelka paradižnika, ki smo ga gojili na hidroponu in v tleh, na osnovi analize primarnih, predvsem pa sekundarnih metabolitov, pomeni osnovo za nadaljnje raziskovanje vsebnosti predvsem tistih sekundarnih metabolitov z močnim antioksidativnim delovanjem. Znanje in izkušnje, ki smo jih dobili pri opravljanju analiz v raziskovalnem projektu bomo uporabili pri nadaljnem raziskovalnem delu, saj je ožje področje našega raziskovalnega dela usmerjeno prav v proučevanje uravnavanja prehrane rastlin z namenom izboljšanja kakovosti pridelka vrtnin iz skupine plodovk, kjer smo osredotočeni predvsem na snovi, ki pozitivno vplivajo na človekovo zdravje in zmanjšujejo nevarnost pojavnosti določenih kroničnih bolezni.

Za razvoj novih tehnologij:

Plavajoč sistem kot nova tehnologija pridelovanja prinaša velike prednosti saj omogočajo visoke pridelke listnate zelenjave, zgodnost, nadzor nad hranili, zmanjšano količino nitrata v listih, izogibanje talnim boleznim in čist pridelek pri pobiranju. Vse to so prednosti zaradi katerih se je sistem v državah kot so Italija, Francija, Španija, Nizozemska že razširil v vrtnarsko pridelavo. Ker so sistemi enostavni za postavitve in

vzdrževanje in jih lahko postavimo v enostavnih zavarovanih prostorih, kot so neogrevani ratlinjaki ali plastenjaki, bi po našem mnenju bili zanimivi tudi za slovenske pridelovalce zelenjadnic, predvsem tiste, ki si s tehnološkimi posodobitvami želijo konkurenčno nastopiti na slovenskem trgu sveže zelenjave.

DRUŽBENO -EKONOMSKI CILJI

Za razvoj kmetijstva

Iz rezultatov raziskovalnega projekta je razvidno, da je plavajoč sistem tehnologija, ki je uporabna za izvensezonsko pridelavo, ki je pri nas najbolj deficitarna; hkrati pa sistem omogoča zmanjšanje stroškov pridelave in ohranjanje kakovosti pridelane zelenjave.

V projektu je podan natančen opis materiala, ki je potreben za postavitev plavajočega sistema, za upravljanje in nadzorovanje sistema ter opisana in iz vrednotena rast in razvoj različnih vrst vrtnin (motovilca, rukvice, solate, endivije, špinače). V rezultatih so zbrani najpomembnejši podatki o primernih hranilnih raztopinah ter o količini in kakovosti pridelka, kar omogočajo prenos tovrstne tehnologije pridelovanja v prakso, ob upoštevanju sklepov, ki se nahajajo kot zaključek posameznega sklopa (poskusa) raziskovalnega projekta. Prenos takšne tehnologije v vrtnarsko prakso bi pomenil povečanje konkurenčne sposobnosti naših vrtnarjev in ker je vrtnarstvo primerno tudi za dopolnilno dejavnost na kmetijah, lahko izboljšamo socialno varnost manjših kmetij, ki so slovenska realnost.

Zdravstveno varstvo

Trend v vrtnarski pridelavi je t.i. ready-to-eat zelenjava, za katero je pomembno, da je sveže pridelana, čista in z nizko vsebnostjo nitratov. Pred 15 leti je bilo veliko raziskav usmerjenih v ugotavljanje dejanske škodljivosti sprejetega nitrata v človeški organizem, saj naj bi prišlo po sprejemu do pretvorbe NO₃⁻ v NO₂⁻, ki po hitri absorpciji v kri oksidira železo na hemoglobinu in tvori methemoglobin. S tem je onemogočen normalno delovanje eritrocitov, ki prenašajo kisik po krvnem obtoku. Motnjam zaradi methemoglobinemije so še posebej podvrženi predvsem otroci (pojav "Baby blue sindrom" – posledica prekomernih koncentracij NO₃⁻ v pitni vodi). Po redukciji nitrata v nitrit lahko pride v želodcu do tvorbe nitrozaminov, ki naj bi bili možni povzročitelji raka. Vse navedene ugotovitve o škodljivosti nitrata za človeški organizem so bile povod za številne raziskave, usmerjene v zmanjševanje vsebnosti nitrata, med katerimi jih je veliko povezanih s tehnologijami gojenja. Poskusi, povezani z akumulacijo nitrata v listnati zelenjavi so pokazali, da na kopičenje nitrata, poleg genetskega dejavnika vplivajo še dejavniki okolja (zračna vlaga, temperatura in vlažnost v predelu korenin, pH tal, zračnost tal, osvetlitev), in kmetijski dejavniki kot so različne količine in oblike dušika v tleh, uporaba herbicidov. Od naštetih imata gnojenje z dušikom in osvetlitev najmočnejši vpliv na kopičenje nitrata v pridelkih zelenjadnic. Ob slabih svetlobnih razmerah se sprejem nitratnega dušika v rastline poveča in v rastlini ostane v obliki nitrata, ki ima namesto organske komponente osmoregulacijsko funkcijo v rastlinah. V splošnem velja, da spadajo zelenjadnice, ki kopičijo dušik v družino križnic (Brassicaceae) - rukvica, redkvica, gorčica; v družino metlikovk (Chenopodiaceae) – pesa, špinača, blitva; v družino radičevk in špajkovk (Cichoriaceae in Valerianaceae) – solata in motovilec in v družino kobulnic (Apiaceae) – zelena, peteršilj. Večina od naštetih zelenjadnic se uporablja v svežem stanju in večina se jih pripravlja tudi kot t.i. ready-to-eat zelenjava. Zaradi domnevne škodljivosti nitrata za človeka, so v državah Evropske unije že sprejeli uredbe,

ki določajo njegovo količino v rastlinah, ki jih sveže uporabljamo v prehrani. Tako lahko kg solate, pridelane v obdobju od 1. oktobra do 31. marca, vsebuje največ 4500 mg NO₃⁻, solate pridelana od 1. aprila do 30. septembra, pa le 3500 mg NO₃⁻, solata, pridelana na prostem od 1. maja do 31. avgusta sme vsebovati le 2500 mg NO₃⁻ v kg sveže mase. Plavajoč sistem je pridelovalni sistem, ki omogoča natančen nadzor nad hranili v hranilni raztopini in z uravnavanjem koncentracije hranil v skladu z gojeno rastlinsko vrsto in terminom pridelovanja (predvsem temperatura, osvetlitev) uravnava kakovost pridelka listnate zelenjave.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Slovenski pridelovalci zelenjave; kmetijski svetovalci - specialisti za vrtnarstvo; večji podjetnik, ki bi rad prenesl tehnologijo celoletnega pridelovanja solate na plavajočem sistemu v prakso, saj imajo na voljo možnost izkoriščanja geotermalne vode za potrebe ogrevanja objektov pri izvensezonski pridelavi.

3.7. Število diplomantov, magistrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

6 diplomantk - U. Sojer, T. Bradač, V. Stražar, M. Kos, V. Brezovšček., I. Kregar

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

(1) COST 864 Combinig traditional and advanced strategies for plant protection in pome fruit growing

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Izmenjava mnenj in predstavitev rezultatov raziskav na delovnih sestankih in srečanjih.

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Kacjan Maršič, N., Jakše M. Gojenje listnate zelenjave na plavajočem sistemu. Zelenjadarske urice - strokovni posvet in predstavitev rezultatov poskusov za tekoče leto. KIS, Ljubljana, 2010.

³ Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:<http://www.izum.si/>

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.

Priloga 1

Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela

UPORABA SODOBNIH PRIDELOVALNIH TEHNOLOGIJ ZA DOSEGANJE VIŠJE KAKOVOSTI VRTNIN CRP V4-0531

**USING MODERN CULTIVATION TECHNOLOGIES TO PRODUCE
VEGETABLES OF HIGHER QUALITY**

Nosilka projekta:

**dr. Nina KACJAN MARŠIĆ (13010)
Univerza v Ljubljani,
Biotehniška fakulteta
Oddelek za agronomijo**

Ljubljana, 2011

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela

Projekt je sestavljen iz dveh sklopov:

I. sklop: Preizkušanje uporabnosti plavajočega sistema za gojenje listnate zelenjave – (motovilca, rukvice, solate, endivije in špinacije)

II. sklop: Proučevanje kakovosti plodov na osnovi ugotavljanja vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in karotenoidov v plodovih paradižnika glede na tehniko gojenja (hidropon/talno gojenje)

SKLOP I: PREIZKUŠANJE UPORABNOSTI PLAVAJOČEGA SISTEMA ZA GOJENJE LISTNATE ZELENJAVE – (MOTOVILCA, RUKVICE, SOLATE, ENDIVIJE IN ŠPINACE)

1.1 UVOD

Gojenje solatnic za rezanje je uveljavljeno predvsem v zemlji. Trend v vrtnarski pridelavi pa je t.i. 'ready-to-eat' zelenjava, za katero je pomembno, da je sveže pridelana, čista in ima nizko vsebnost nitrata. Za pridelovanje tovrstne rezane zelenjave se v zadnjem času vse bolj uveljavlja plavajoč sistem ('floating system'), ki ima kar nekaj prednosti pred gojenjem v tleh: ni potrebno zalivanje in dognojevanje, saj hranilno raztopino sproti obnavljamo in kar je zelo pomembno, nimamo težav s plevelom. Rast rastlin je nekoliko hitrejša v primerjavi z gojenjem v tleh ali v organskih substratih ravno zato, ker so hranila lahko dostopna in rastlina nima težav z občasnim pomanjkanjem ali viškom vode. Tudi spravilo rastlin je lahko delovno bolj prijazno, ker rastlin ne režemo pri tleh ampak jih lahko z gojitvenimi ploščami vzdignemo na višino delovnih miz, kjer jih porežemo. Prav tako listi niso umazani, pomembno pa je, da zelenjavo takoj po spravilu – rezanju, spravimo v plastične vreče, da preprečimo njihovo venenje. Listna zelenjava, ki je gojena na plavajočem sistemu, vsebuje praviloma več vode oz. ima manj sušine od zelenjave, gojene v tleh (Jakše in Kacjan Maršič, 2009).

1.2 PLAVAJOČI SISTEM

Plavajoči sistem je vrsta hidroponskega sistema za gojenje rastlin. Primeren je za gojenje predvsem listnate zelenjave. Je sistem, kjer so rastline posajene v inertnem substratu (kosmiči kamene volne, perlit, glinopor,...) in vsajene v stiropornih gojitvenih ploščah. Te plošče plavajo v plitvih bazenih, ki so napolnjeni z hranilno raztopino, v kateri se nato razraščajo korenine. Stiroporne plošče so čim bližje ena drugi, da preprečimo razvoj alg v bazenu. V raztopino dovajamo zrak ali kisik, da korenine ne propadejo (Jakše in Kacjan-Maršič, 2008). Za normalno delovanje koreninskega sistema v hranilni raztopini, je potrebno napeljati cevke za dovajanje kisika. Cevke napeljemo po dnu bazena ter jih priklopimo na kompresor (električni ventilator) s katerim nato dovajamo kisik. Kisik lahko tudi dovajamo z kroženjem vodnega sistema, ki temelji na tem, da hranilna raztopina kroži. V bazen potopimo podvodno črpalko, ki črpa vodo iz bazena, na koncu bazena pa vodo skozi cevko, ki je zunaj bazena, pošlje nazaj v bazen. Kisik pa lahko dovajamo tudi z vpihovanjem zraka v hranilno raztopino (Tesi, 2005).

Glavni problem plavajočega sistema je skrb za pH vrednosti in elektroprevodnosti hranilne raztopine. Več pozornosti je potrebno usmeriti v obogatitev raztopine s kisikom. Kadar kisik pade pod kritično koncentracijo za določeno raztopino v določenem obdobju rasti, lahko pride do stresa (Both in sod., 1999.)

Plavajoči sistem ima prednosti pred klasičnim gojenjem rastlin. Prednost je v enostavnem vzdrževanju pridelka (zalivanje ni potrebno, nimamo težav s plevelom). Rast je hitrejša kot

pri gojenju v tleh. Hranila so lahko dostopna in rastlina nima težav z občasnim pomanjkanjem. Prednost je tudi pri spravilu rastlin, saj jih ni potrebno rezati pri tleh, ampak gojitvene plošče postavimo na višino delovnih miz, kjer jih porežemo. Tako listi niso umazani, pomembno pa je da jih takoj po rezanju spravimo v plastične vreče. Listna zelenjava gojena na plavajočem sistemu ima visoko vsebnost vode in manj sušine kot rastline gojene v tleh (Nicola in sod., 2004).

Plavajoči sistem se uporablja predvsem za gojenje rezane zelenjave kot npr. motovilec, rukvica, berivka, dišavnice,...itd. tu gre za zelo mlade rastline, ki jih režemo v juvenilni fazi, ko so rozete velike približno 10 cm, zato jih lahko gojimo kar v gojitvenih ploščah, ki so namenjene za vzgojo sadik (Jakše in Kacjan-Maršič, 2008). je relativno poceni hidroponski sistem in nezahteven za uporabo. Je primeren za gojenje zelenjave s kratko rastno dobo (Jakše in Kacjan-Maršič, 2010).

Fontana in sod. (2003) opisujejo plavajoči sistem pri gojenju motovilca. Rastline so gojili v gojitvenih ploščah s 40 in 160 vdolbinami z enakomerno gostoto rastlin na m². Za substrat so uporabili perlit in šoto. Hansley (1999) piše o gojenje sadik tobaka na plavajočem sistemu. Govori o tem da ni potrebno puljenje rastlin, ni potrebno namakanje, sadike so lahko presajene kadarkoli. Nicola in sodelavci (2004) so preizkusili plavajoči sistem na navadni rukvici in motovilcu. Uporabili so gojitvene plošče z 40 in 160 vdolbinami, ki so jih napolnili s perlitom, šoto in kameno volno. Ugotovili so, da so bolj primerne za rast gojitvene plošče z 160 vdolbinami polnjene z perlitom in šoto.

1.3 VSEBNOST NITRATOV V PRIDELKU LISTNATE ZELENJAVE:

Na sprejem nitrata v rastlinah vplivajo številni dejavniki, kot so razpoložljivost dušika v tleh, padavine, temperatura, veter, vrsta tal in pH (Masclaux-Daubresse in sod., 2009). Absorpcija nitrata v pridelek je povezana z okoljskimi vprašanji in kakovostjo rastlinskih pridelkov. Rastline, ki ne sprejmejo nitrata, prispevajo k onesnaženosti tal in površinskih voda, saj se nitrat iz tal izpira. Če rastline sprejmejo preveč nitrata, ga kopičijo v rastlinskih delih. Če užiteni deli vsebujejo visoke koncentracije nitrata lahko povzročijo obolenja želodca in druge bolezni pri človeku (Bao-Ming in sod., 2004).

1.3.1 Negativni vplivi nitrata na zdravje ljudi

Zaradi povečane uporabe mineralnih dušikovih gnojil in hlevskega gnoja v intenzivnem kmetijstvu, zelenjava in pitna voda vsebujeta večje koncentracije nitratov kot v preteklosti.

Nitrat sam po sebi je razmeroma nestrupen, vendar se približno 5% vsega zaužitega nitrata v prisotnosti sline in v prebavnem traktu pretvori v bolj toksičen nitrit. Zato je prisotnost povečane vsebnosti nitrata v zelenjavi, vodi in na splošno v drugi hrani lahko resna grožnja za človeško zdravje. Najbolj znan učinek nitrata je njegova sposobnost reagiranja s hemoglobinom, ki tvori methemoglobin.



Posledica oblikovanja methemoglobina je oslABLJENA dostava kisika do tkiv. Ko delež metHb doseže 10% normalne vrednosti Hb se pojavijo klinični simptomi kot je modro obarvanje kože (cianoza). Odrasli so manj dovzetni za methemoglobinemijo kot majhni otroci, še posebej dojenčki.

Nitrit pa lahko reagira tudi z amini in amidi in nastane karcinogeni nitrozamin. Največ se ga pojavlja v želodcu. Nastane ob delovanju žlez z zmanjšanjem encimsko proizvedenega endogenega ali eksogenega nitrata (Santamaria, 2006).

1.3.2 Zakonodajni okvirji

Koncept sprejemljivega dnevnega vnosa nitrata določa skupina strokovnjakov Odbora za prehrano in kmetijstvo (JECFA), Organizacije združenih narodov in Svetovna zdravstvena organizacija (WHO). Vrednost dnevnega vnosa NO₃ je po JECFA in Evropski komisiji zdravstvenega odbora za hrano (SCF) 0-3,7 mg/kg telesne mase. Agencija za zaščito okolja (EPA) ima referenčno dozo (RfD) za nitrate NO₃-N, ki je 1,6 mg NO₃-N na kg telesne mase na dan (Santamaria, 2006).

Preglednica 1: Vsebnost vnosov NO₃⁻ iz virov poleg hrane na globalnem nivoju (Santamaria, 2006).

Regionalna prehrana	Vnos (mg/dan)	ADI (g/kg)	Prispevek k skupnemu vnosu (g/kg)			
			zelenjava	voda	žita	sadje
Bližnji vzhod	40	200	650	200	100	50
Daljni vzhod	28	100	450	300	150	100
Afrika	20	100	300	400	150	100
Latinska Amerika	55	250	650	150	50	100
Evropa	155	700	900	50	<50	50

Na podlagi drugega odstavka 6. člena zakona o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živali, izdaja minister za zdravje v soglasju z ministrom za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano pravilnik o onesnaževalcih v živilih. Živila v prometu, ki so namenjena končnemu potrošniku, morajo glede ZMV (zgornja mejna vrednosti) nitratov ustrezati pogojem iz preglednice 2 (Pravilnik o onesnaževalcih v živilih, 2003).

Preglednica 2: Zgornje mejne vrednosti za nitrate v živilih (Pravilnik o onesnaževalcih v živilih, 2003)

Živilo	Zgornja mejna vrednost (mg NO ₃ /kg sveže mase)	
sveža špinača (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	spravilo od 1. novembra do 31. marca	3000
	spravilo od 1. aprila do 31. oktobra	2500
konzervirana, globoko zamrznjena ali zamrznjena špinača		2000
sveža zelena solata (<i>Lactuca sativa</i> L.) razen solata tipa "Ledenka"		
gojena v rastlinjakih oziroma drugih zavarovanih prostorih	spravilo od 1. oktobra do 31. marca	4500
	spravilo od 1. aprila do 30. septembra	3500
	spravilo od 1. oktobra do 31. marca	4000
gojena na prostem	spravilo od 1. aprila do 30. septembra	2500
solata tipa "Ledenka"		
gojena v rastlinjakih oziroma drugih zavarovanih prostorih		2500
gojena na prostem		2000

2 NAMEN PROJEKTA IN DELOVNE HIPOTEZE

Namen raziskav, vezanih na 1. Sklop CRP projekta je vezan na preizkušanje plavajočega hidroponskega sistema, pripravljenega v plitvih bazenih (globina do 3 cm) za gojenje listnate zelenjave. V plavajočem sistemu lahko uporabljamo za gojenje rastlin gojitvene plošče z različnimi volumni setvenih vdolbin, ki jih napolnimo z inertnim substratom. Najbolj pogosto se uporabljajo gojitvene plošče s 160, 84 in 40 vdolbin/ploščo, kar pomeni 20 ml, 35 in 90 ml substrata/setveno vdolbino. Za izvedenost vpliva velikosti setvenega volumna na pridelek, moramo izenačiti gostoto tako, da posejemo po 1 seme v gojitvene plošče s 160 vdolbinami, 2 semeni v gojitvene plošče s 84 vdolbinami in 4 semena v gojitvene plošče s 40 vdolbinami. Za polnjenje gojitvenih plošč se uporablja inertni substrat. V naših poskusih smo izbrali perlit, vermikulit in kosmiče kamene volne ter mešanice med njimi. Kontrolo so nam predstavljale rastline, ki smo jih gojili v enakih gojitvenih ploščah, napolnjenih s šotnim substratom (Neuhaus, Klasman T-3).

V plavajočem sistemu običajno pripravimo hranilno raztopino po znani (objavljeni) recepturi iz različnih soli (v naših poskusih je bila to H1), v količini, s katero dosežemo želeno koncentracijo posameznega hranila. Poenostavljeno pa pripravimo hranilno raztopino z raztapljanjem vodotopnega mineralnega gnojila (v naših poskusih H2), ki vsebuje vsa potrebna makro in mikrohranila. S pravilnim izborom in preračunom potrebne mase gnojila lahko pripravimo hranilno raztopino s podobno koncentracijo hranil kot je to v standardno pripravljene hranilni raztopini.

V prvih poskusih (november 2008 – marec 2009 in marec – junij 2009), vezanih na omenjeni projekt, smo se osredotočili na preizkušanje prezimnih listnatih zelenjadnic - motovilca (*Valerianella locusta* L.) in rukvice (*Eruca sativa* Mill.) ter na pomladansko gojenje glavnote solate (*Lactuca sativa* L.). Za pripravo hranilne raztopine smo uporabili vodotopno trdno gnojilo.

V naslednjih poskusih (oktober 2009 – marec 2010) smo izmed solatnic preizkusili endivijo (*Cichorium endivia* L.) in solato za rezanje (*Lactuca sativa* L.) ter špinačo (*Spinacia oleracea* L.) v dveh obdobjih (prezimni in spomladanski termin – marec - maj 2010). Pri pripravi hranilne raztopine smo poleg hranilne raztopine pripravljene iz vodotopnega trdnega gnojila, dodali še hranilno raztopino, ki smo jo pripravili po recepturi iz soli, namenjenih hidroponskim raziskavam. V poskusih v drugem letu smo hranilno raztopino tudi modificirali tako, da smo imeli v obravnavanju raztopino z osnovno koncentracijo dušika (190 ppm N) in povečan nivo dušika 340 ppm). Zanimal nas je vpliv povečane konc. N na količino pridelka in vsebnost nitratov v pridelku

2.1 DELOVNE HIPOTEZE 1. SKLOPA RAZISKAV

Pri gojenju listnatih zelenjadnic na plavajočem sistemu smo postavili naslednje hipoteze:

Ad poskus 1:

- predvidevamo, da je plavajoč sistem v plitvih bazenih (globina do 3 cm) primeren za gojenje motovilca, rukvice, solate rezivke, špinače in endivije rezivke v jesensko zimskem obdobju; pričakujemo hitrejšo rast rastlin glede na gojenje v šotnem substratu in večji pridelek;
- predvidevamo tudi (pri motovilcu in rukvici), da gostota setve in vrsta substrata v gojitveni plošči oz. (pri endiviji, solati in špinači) da hranilna raztopina in velikost

setvenih vdolbin vplivajo na količino in kakovost pridelka oz. vsebnost nitratov v pridelku;

Ad poskus 2:

- predvidevamo, da plavajoč sistem v globljih bazenih primeren za spomaldasenko gojenje glavnote solate;
- da bo uporabljen substrat in razmerje hranil makrohranil v hranilni raztopini vplivalo na pridelek glavnote solate;

Ad poskus 3:

- predvidevamo, da je plavajoč sistem primeren za gojenje endivije za rezanje in špinače v jesensko –zimskem času;
- pričakujemo, da bo na količino pridelka vplivala sorta, velikost setvenih vdolbin in hranilna raztopina (H1 oz. H2), kakor tudi količina dušika v hranilni raztopini

Ad poskus 4:

- predvidevamo tudi, da kultivar in hranilna raztopina, kakor tudi količina dušika v hranilni raztopini vplivata na količino in kakovost pridelka pri špinači in endiviji, gojeni v pomladanskem terminu

Poskus št. 1: Gojenje motovilca in rukvice na plavajočem sistemu; obdobje gojenja: november 2008 – marec 2009

MATERIAL IN METODE DELA

Delo je potekalo v neogrevanem steklenjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete. Motovilec sorte 'Holandski motovilec' in navadno rukvico (semensko mešanico) smo posejali v gojitvene plošče velikosti 50 x 32 cm, s 84 in 160 vdolbinami. Plošče smo napolnili z različnimi **substrati**: perlit (velikost delcev 3-5 mm), vermikulit (velikost delcev 3-5 mm), kosmiči kamene volne, glinopor (velikost delcev 6-8 mm) ter šotni substrat (Neuhaus, Klasmann T-3) - kot kontrolo. Glavne sestavine šotnega substrata, ki smo ga uporabili so: mešanica slabo do srednje razgrajene bele šote in zelo razgrajene črne šote. Električna prevodnost šote je 35 mS/m (+/- 25 %). pH vrednost (H₂O) je 5,5 do 6,5. Količina dodanega gnojila (NPK: 14 - 16 -18) je 1,3 kg/m³.

V **gojitvene plošče** s 84 vdolbinami smo vstavili po 3 semena, v plošče "160" pa po 2 semeni/vdolbino. Tako smo dobili 2 gostoti setve (približno 1500 semen/m² in 1900 semen/m²). Gojitvene plošče z inertnimi substrati smo nato položili v bazen narejen na poplavni mizi v rastlinjaku, plošče napolnjene s šoto pa smo položili na sosednjo mizo in jih standardno zalivali in 1 krat na teden dognojevali z enako hranilno raztopino, kot smo jo imeli v bazenu. Delali smo v 3 ponovitvah – 1 plošča je predstavljala ponovitev. Ker smo imeli 2 rastlinski vrsti (motovilec in rukvico), 5 substratov, 2 gostoti setve in 3 ponovitve, smo skupno posejali 60 gojitvenih plošč.

Bazen/poplavno mizo, dimenzije 10 m x 1,5 m x 0,03 m smo prekrili s črno-belo PE folijo in jo napolnili z vodo – 450 litrov. V vodo smo napeljali še sistem za dovajanje zraka, ki je bil povezan s kompresorjem. Prostor, ki ni bil zapolnjen z gojitvenimi ploščami smo prekrili s centimeter debelimi stiropornimi ploščami in s tem preprečili nastajanje alg. Ko so rastline vzniknile, smo vodi v bazenu dodali hranila. Uporabili smo vodotopno mineralno gnojilo z razmerjem hranil 18:18:18 (Kristalon) z dodanimi mikrohranili: bor (0,05 %), baker (0,02 %), železo (0,14 %), mangan (0,08 %), molibden (0,008 %) ter cink (0,05 %).

Hranilna raztopina: V 450 litrov vode smo dali 250 g vodotopnega gnojila 18:18:18, kar pomeni, da smo imeli v raztopini 100 ppm N, 100 ppm P₂O₅ in 100 ppm K₂O. Sproti smo merili temperaturo raztopine, ki se je gibala med 18 in 20 °C, pH med 5,5 in 8,6 in električno prevodnost (EC), ki se je gibala med 0,7 in 1,3 mS/cm. Ko je EC padla pod 1, smo ponovno dodali hranila v raztopino. Tako smo skupno pognojili 15 m² površine, kolikor je znašala površina bazena s 750 g gnojila 18:18:18. Če to preračunamo v hranila, smo gnojili posevek s 90 kg/ha N, 90 kg/ha P₂O₅ in 90 kg/ha K₂O.

Meritve:

Prve meritve smo opravili že 14 dni po setvi, ko smo pregledali vznik semen. Pregledali smo vsako gojitveno ploščo posebej ter zapisali, koliko semen je vzkliko v posamezni vdolbinici gojitvene plošče.

Z meritvami smo nadaljevali ob pobiranju pridelka 47. ti dan po setvi, rukvico pa smo rezali 2 krat in sicer 39. dan po setvi in 57. dan po setvi. Iz vsake gojitvene plošče smo naključno izbrali vdolbine s primernim številom rastlin (v gojitvenih ploščah gostote '160' dve rastlini ter v gojitvenih ploščah gostote '84' tri rastline). Izbrali smo 10 vdolbin ter rastlinam izmerili višino, število listov ter maso.

Za višino rastline smo vzeli povprečno vrednost vseh rastlin v posamezni vdolbini. Prav tako smo za število listov v rozeti vzeli povprečno število listov v rozeti rastlin iz ene vdolbine. Šteli smo samo razvite liste. Maso rozet na vdolbino smo določili tako, da smo stehali skupaj

rastline iz ene vdolbine (3 rastline v gojitvenih ploščah '84' ter 2 rastlini v gojitvenih ploščah '160').

Ob koncu poskusa smo nabrali še rastline za ugotavljanje sušine. Nabrali smo približno 20 g rastlinskega vzorca iz vsake gojitvene plošče. Izbrali smo plošče ene ponovitve, tako da smo zajeli vse substrate ter obe velikosti gojitvenih plošč. Nato smo dali vzorce v papirnate vrečke, ločeno glede na substrat ter velikosti vdolbine gojitvene plošče. Potem pa smo vrečke z vzorci postavili v sušilnik, v katerem je bila temperatura 65 °C, za tri dni. Po treh dneh smo ponovno stehali vrečke. Na koncu pa smo tehtali tudi končni pridelek motovilca v posameznih gojitvenih ploščah. Pridelek na m² smo preračunali tako, da smo pridelek/ploščo pomnožili s 6. Šest gojitvenih plošč približno zavzema površino 1 m².

Statistična analiza rezultatov:

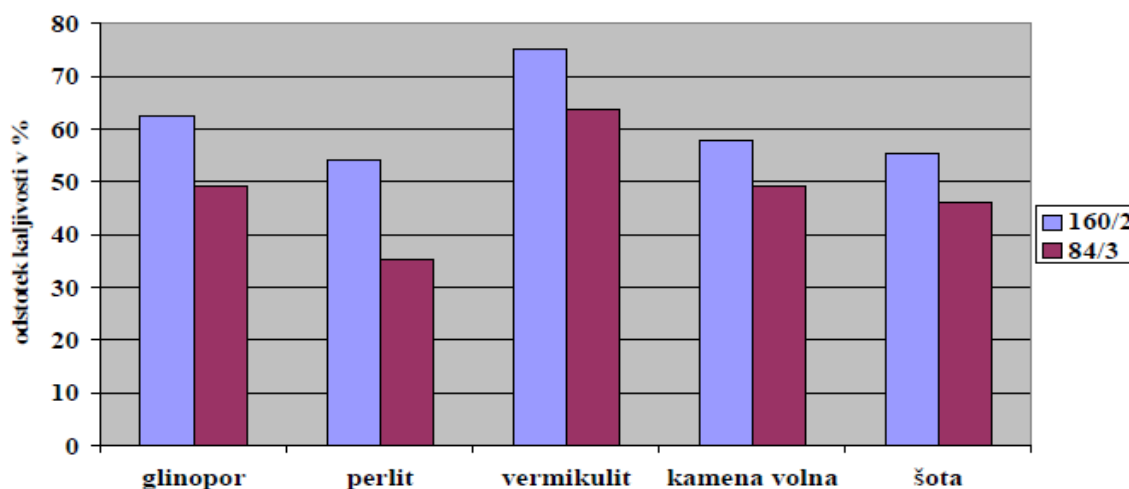
Dobljene podatke smo obdelali s pomočjo multifaktorske analize ANOVA, naredili smo še analizo za vsako obravnavanje posebej s poskusom mnogoterih primerjav (Duncan-ov test pri 5 % tveganju). Rezultati so prikazani grafično in tabelarično.

REZULTATI

Rezultati poskusa št. 1:

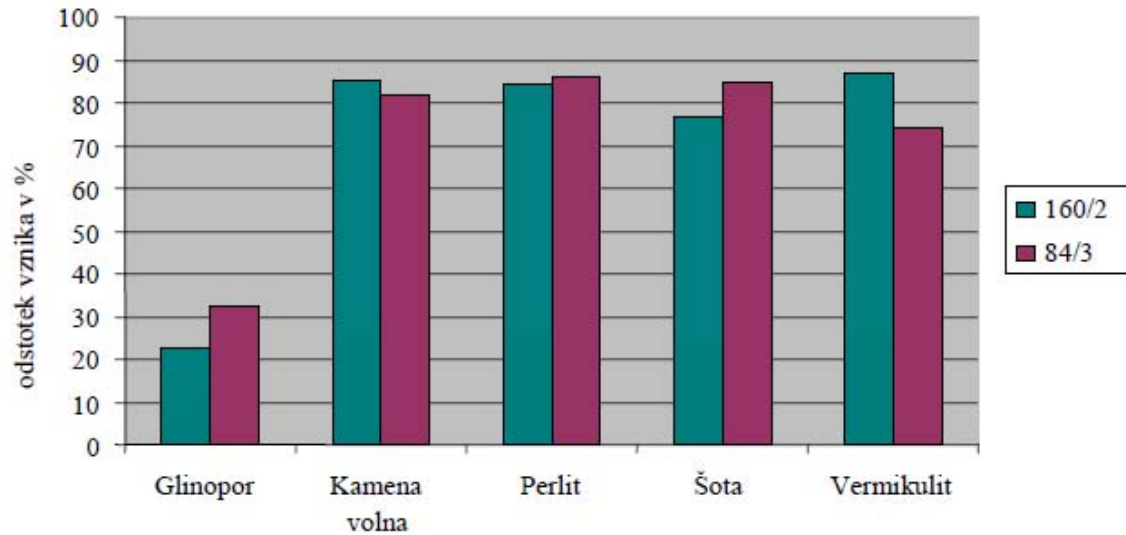
Odstotek (%) kalivosti motovilca v posameznem substratu in pri različnih volumnih vdolbin: Na splošno seme ni dobro kalilo (55,4% v povprečju), statistično značilno najboljši vznik je bil v vermikulitu (70,1 %) in najslabši v perlitu (46,0 %). Razlike so bile vidne tudi med gostotama setve. Seme je značilno bolje kalilo v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami. Največji odstotek kaljivosti je bil v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami, ki so bile napolnjene z vermikulitom. V gojitvenih ploščah s 84 vdolbinami, napolnjenimi s perlitom, pa je bil odstotek kaljivosti najmanjši, le 35 %.

Vzrok motovilca je pogosto problematičen tudi pri klasičnem gojenju z neposredno setvijo v tleh, zato svetujejo, da seme motovilca po setvi še povaljamo, da se bolje sprime s podlago in tako bolje kali. Domnevamo, da je bil vznik semen najslabši v perlitu zato, ker substrat ni bil dovolj namočen, saj ima perlit dosti manjšo kapaciteto za vodo od vermikulita in kamene volne. Domnevamo tudi, da so semena bolje kalila v manjših volumnih (160), ker se je substrat v teh vdolbinah hitreje omočil.

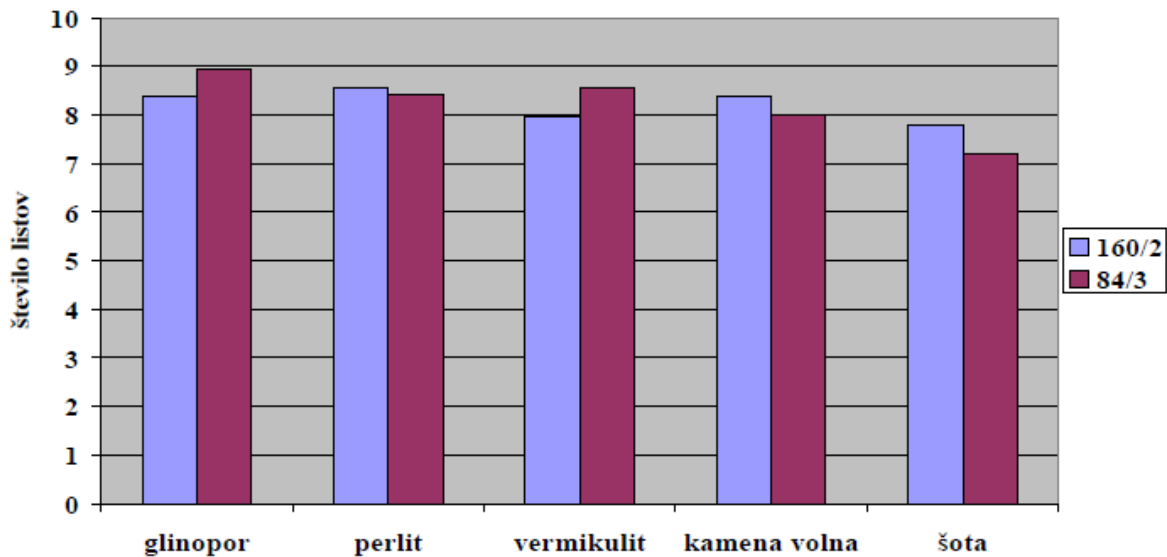


Slika 1. Odstotek kaljivosti (%) semen motovilca v različnih substratih in pri različnih gostotah.

Vznik rukvice (slika 2) je bil v povprečju boljši od vznika motovilca (70,6 %), vendar je presenetil zelo slab vznik v glinoporju, ki je bil tudi statistično značilno slabši od vznika v ostalih substratih. Pri rukvici se ugotovitev, da semena bolje kalijo v manjših volumnih vdolbin, ni potrdila.

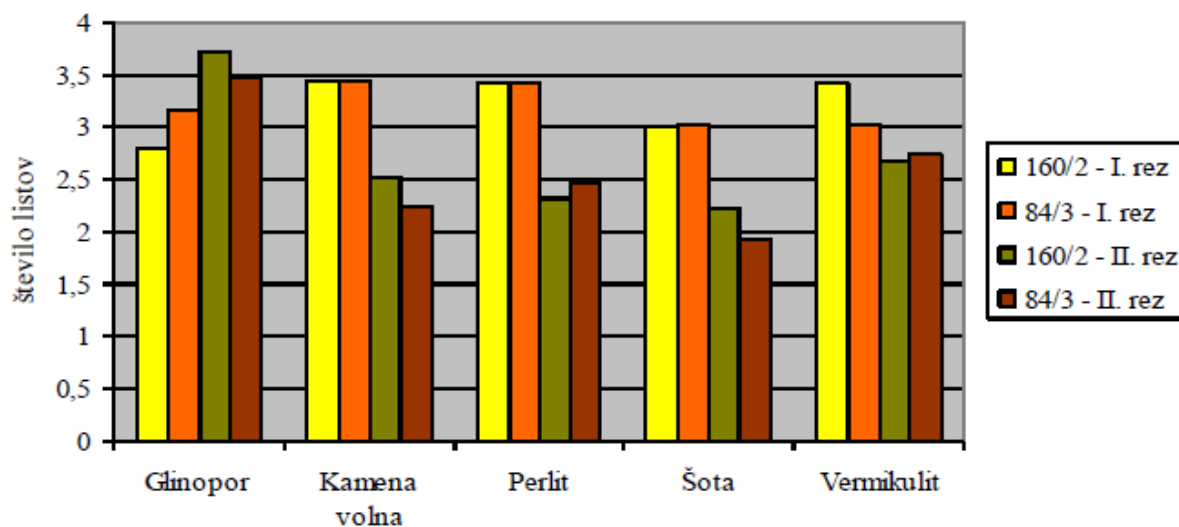


Slika 2: . Odstotek kaljivosti (%) semen rukvice v različnih substratih in pri različnih gostotah.



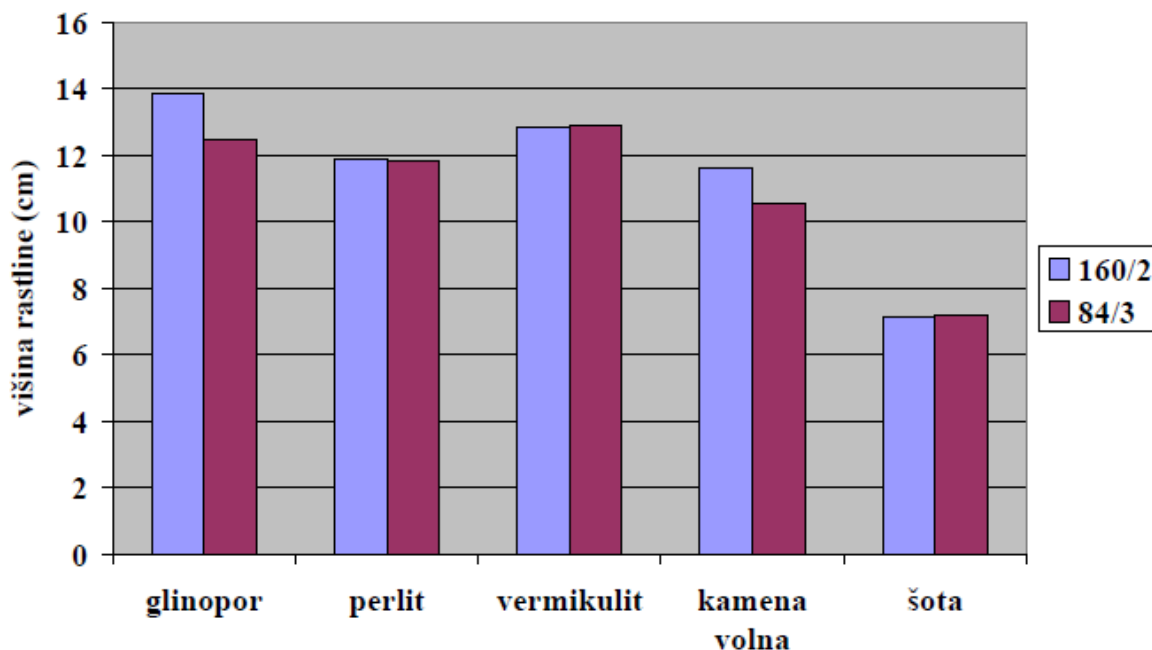
Slika 4: Število listov v rozeti rastline motovilca, gojenega na plavajočem sistemu v različnih substratih in pri različnih gostotah.

Število listov v rozetah motovilca je bilo med 7 in 9 in je bilo glede na substrat izenačeno, tako da lahko sklepamo, da substrat ni vplival na število listov v rozeti motovilca.



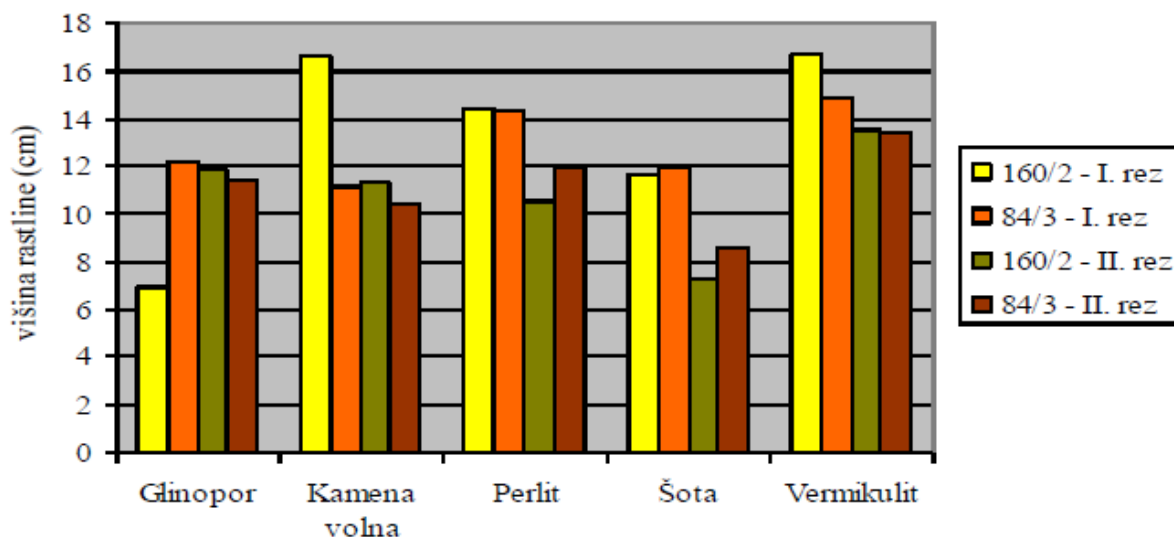
Slika 5: Število listov pri 1. in 2. rezi rukvice, gojene na plavajočem sistemu v različnih substratih in pri različnih gostotah..

Število listov je bilo pri prvi rezi statistično značilno večje v kameni volni in perlitu, pri drugi rezi pa v glinoporu, glede na ostale substrate.



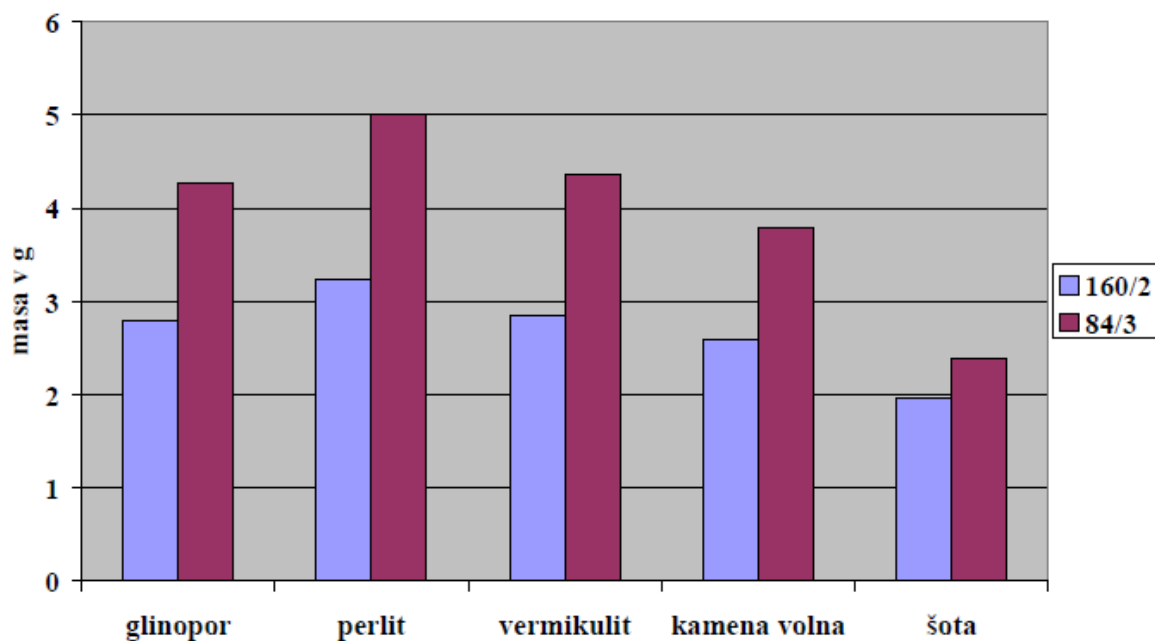
Slika 6: Višina rastlin motovilca, gojenega na plavajočem sistemu, pri različnih substratih in gostotah.

Rastline, gojene v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami so bile višje od rastlin, gojenih v gojitvenih ploščah s 84 vdolbinami. Prav tako so bile rastline na plavajočem sistemu enkrat večje od rastlin, ki smo jih gojili v šotnem substratu.



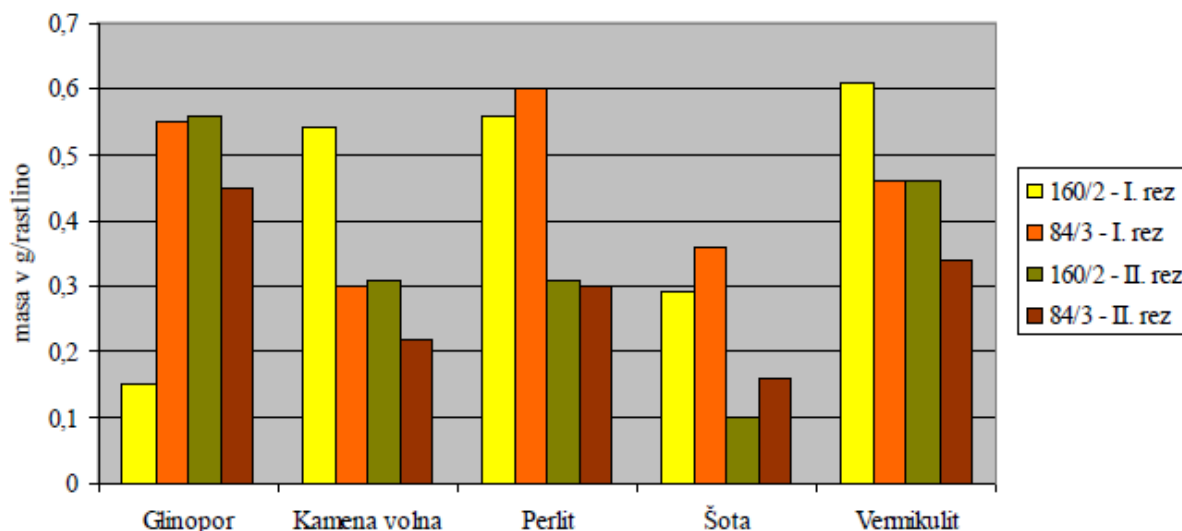
Slika 7: Višina rastlin rukvice pri 1. In 2. rezi, pri gojenju na plavajočem sistemu, pri različnih substratih in gostotah.

Rastline rukvice, ki smo jih gojili v gojitveni ploščah s 84 vdolbinami, so bile višje od rastlin, gojenih v goj. Ploščah s 160 vdolbinami. Prav tako so bile rastline gojene na plavajočem sistemu značilno večje od rastlin, gojenih v šotnem substratu. Največje so bile rastline, gojene v vermikulitu, namjajše pa rastline, gojene v šotnem substratu.



Slika 8. Povprečna masa rastlin/vdolbino (g) pri različnih substratih in gostotah.

Največjo maso so dosegle rastline pri gojenju v ploščah s 84 vdolbinami, gojene v perlitu. Masa rastlin je bila večja pri večji gostoti (v gojitvenih ploščah s 84 vdolbinami) glede na manjšo gostoto (v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami)

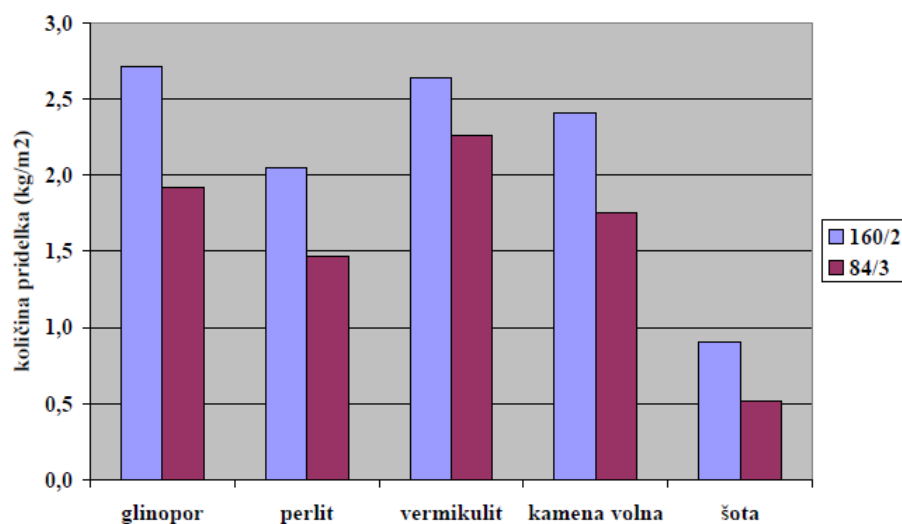


Slika 9: Povprečna masa listov/rastlino (g) pri različnih substratih in gostotah

Največja masa/rastlino smo zabeležili v perlitu in vermikulitu, medtem ko gostota ni imela statistično značilnega vpliva na maso rastlin rukvice. ,

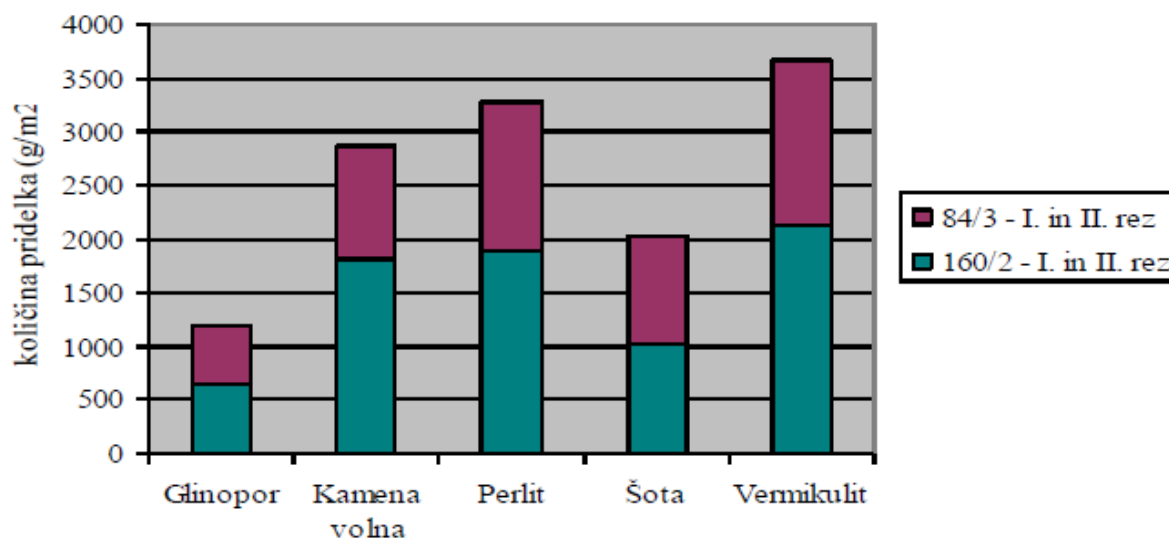
Pridelek motovilca in rukvice v različnih substratih

Pridelek smo izračunali tako, da smo 7. marca porezali motovilec na posameznih ploščah, izračunali povprečje 3 ponovitev in to množili s 6, saj je 6 gojitvenih plošč zasedlo približno 1 m².



Slika 10: Pridelek motovilca v različnih substratih, pri različnih gostotah, gojenega na plavajočem sistemu.

V povprečju smo dobili statistično značilno večji pridelek v ploščah s 160 vdolbinami (2,1 kg/m²), v primerjavi s pridelkom v ploščah s 84 vdolbinami (1,6 kg/m²), kar je razvidno s slike 10. To je bilo pričakovano, saj je bila tu večja gostota posevka, ki pa še ni negativno vplivala na kakovost rozet. Pridelek v šoti je bil značilno manjši (v povprečju 0,7 kg/m²), saj je ves čas delno zaostajal v rasti. Rastline motovilca so v šoti rastle počasneje, verjetno zaradi večjih nihanj v prehrani (dohranjevali smo jih 1 krat na teden) in v vlažnosti substrata. Med pridelki v inertnih substratih na plavajočem sistemu, ni bilo statistično značilnih razlik.



Slika 11: Pridelek rukvice v različnih substratih, pri različnih gostotah sajenja, pri gojenju na plavajočem sistemu.

Pridelek rukvice je bil večji v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami, glede na gojitvene plošče s 84 vdolbinami, domnevamo, da zaradi večje gostote, podobno kot pri motovilcu. Prav tako smo zabeležili na plavajočem sistemu večji pridelek glede na šotni substrat, kar je bilo tudi pričakovano. Najmanjše pridelke smo dobili v glinoporju (predvsem zaradi slabega vznika) in največje v vermikulitu, vendar niso bili značilno različni od pridelkov v kameni volni in perlitu.

Največ sušine smo izračunali pri rastlinah, ki so rastle v šoti (8,38 %), vendar so imele rastline iz glinoporja tudi relativno veliko sušine. Najmanj sušine so imele rastline, pridelane na kameni volni (4,47 %) (preglednica 1).

Preglednica 1: Vsebnost suhe snovi (%) v vzorcih motovilca glede na substrat

Substrat	Masa sveže	Suho+vrečka	Suho brez	% sušine
Perlit 1	28,74	5,96	0,97	3,36
Perlit 2	26,57	6,65	1,66	6,24
Povprečje				4,80
Glinopor 1	27,25	7,24	2,24	8,22
Glinopor 2	25,11	7,00	2,00	7,97
Povprečje				8,09
Šota 1	26,72	6,70	1,71	6,39
Šota 2	25,32	7,62	2,63	10,37
Povprečje				8,38
Vermikulit 1	25,99	6,63	1,63	6,28
Vermikulit 2	28,39	7,00	2,01	7,07
Povprečje				6,68
Kam.v.1	27,94	5,55	0,55	1,97
Kam.v.2	25,79	6,79	1,80	6,97
Povprečje				4,47

Preglednica 2: Vsebnost suhe snovi (%) v vzorcih rukvice, glede na substrat

Substrat	Masa sveža	Suho + vrečka	Suho brez	% sušine
Glinopor 1	25,81	8,74	3,93	15,21
Glinopor 2	26,61	8,49	3,68	13,81
Povprečje				14,51
Kam.volna 1	26,26	8,45	3,64	13,85
Kam.volna 2	28,38	8,75	3,94	13,87
Povprečje				13,86
Perlit 1	26,24	8,23	3,42	13,02
Perlit 2	25,33	8,07	3,26	12,85
Povprečje				12,94
Šota 1	28,58	10,2	5,39	18,85
Šota 2	27,28	10,1	5,29	19,38
Povprečje				19,11
Vermikulit 1	25,46	8,75	3,94	15,46
Vermikulit 2	25,55	7,86	3,05	11,92
Povprečje				13,69

Največ sušine so imele rastline rukvice, ki so rastle v šoti (19,1 %). Vse rastline iz plavajočega sistema, so imele sušino pod 15 %. Tudi okus teh rastlin je bil manj intenziven,.

SKLEPI:

Na osnovi zbranih rezultatov 1. poskusa lahko sklepamo da:

- Je plavajoč sistem v plitvih bazenih primeren za gojenje motovilca in rukvice v jesensko-zimskem obdobju, saj je bila tako velikost rastlin, število listo/rastlino, masa rastline/vdolbino kot tudi pridelek (v povprečju $1,85 \text{ kg/m}^2$) večja pri gojenju na plavajočem sistemu glede na kontrolne rastline, ki smo jih gojili v šotnem substratu, kjer je bil pridelek $0,7 \text{ kg/m}^2$.
- Tudi pri rukvici so bili rezultati podobni, pridelek na plavajočem sistemu je bil v vseh substratih, razen v glinoporu večji (v povprečju $2,9 \text{ kg/m}^2$) od pridelka v šotnem substratu, kjer je bil povprečni pridelek 1.0 kg/m^2 .
- Substrati, s katerimi smo napolnili gojitvene plošče so se izkazali primerni, razen glinopora pri rukvici. Najprimernejša sta bila perlit in vermikulit, manj pa kosmiči kamene volne (domnevamo, da zadržujejo preveliko količino vode v setveni vdolbini). Nasprotno pa ima glinopor preveliko zračnost in odcednost, ter premajhno kapaciteto za vodo, da bil se lahko rastline uspešno razvijale v njem;
- Vpliv gostote na pridelek se je pokazal kot značilen pri obeh vrtninah, večji pridelek smo dobili pri večji gostoti (1900 rastlin/m^2) – ko smo rastline gojili v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami/ploščo, v primerjavi z manjšo gostoto (1500 rastlin/m^2), ki smo jo dobili pri gojenju rastlin v gojitvenih ploščah s 84 vdolbinami. Ključ veliki gostoti rastlin, (1900 rastlin/m^2) ta še ni negativno vplivala na rast in razvoj rastlin, kar se je na koncu odrazilo v večjem pridelku.
- Vsebnost suhe snovi je bila v rastlinah pri gojenju na plavajočem sistemu manjša glede na rastline gojene v šotnem substratu; pri motovilcu je bila od 4-6% (razen pri glinoporju), v šoti pa 8,5%. Pri rukvici je bila vsebnost sušine v rastlinah na plavajočem sistemu od 13,4 -14,5%, v rastlinah iz šote pa 19%.

Poskus št. 2: Gojenje solate na plavajočem sistemu v globljih bazenih, marec – junij 2009

MATERIAL IN METODE DELA:

Rastlinski material in bazeni:

Solato smo gojili od 14. mar. do 8. jun., v plastenjaku na Laboratorijskem polju BF. Tokrat smo izkopalni v tla rastlinjaka "prave" 3 bazene, dimenzije 20 m dolžine x 1 m širine x 20-30 cm globine, saj smo rabili globji bazen za razrast koreninskega sistema solate. Bazen smo prav tako prekrili s črno-belo PE folijo in vanj natočili po 3000 litrov vode/bazen. Sadike 5-ih sort solate smo posejali 14. marca v gojitvene plošče in jih presadili 7. maja v mrežaste lončke napolnjene s kosmiči kamene volne tako, da so korenine zrastle skozi mrežo in se razrastle v hranilni raztopini. V stiroporne plošče velikosti 1 m x 0,5 m in 2 cm debele, smo naredili 10 lukenj in v njih postavili mrežaste lončke, plošče pa v bazen. Sklop je bil 20 rastlin/m² in sadilna razdalja 25 x 20 cm. Sejali smo 5 morfološko različnih sort in sicer: mehkolistno sorto 'Clarion', 'Noisette' – sorto, ki oblikuje rahlo glavo, rozetast tip solate 'Lyra' in 2 sorti v tipu Batavia - 'Vanity' in 'Leda'. Ker smo imeli 3 bazene, smo v vsakega dali vodotopno gnojilo iste firme, vendar z drugačnim razmerjem hranil. Preračunali smo tako, da je bila koncentracija dušika v vseh 3 bazenih približno 100 ppm N, različna pa je bila koncentracija fosforja in kalija v 1. in 3. bazenu.

Hranilna raztopina;

Količina vodotopnega gnojila, ki smo jo dali v posamezen bazen je bila naslednja:

Bazen 1: 1,70 kg gnojila z razmerjem 12:12:36 + ME (B,Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) na 3000 litrov vode.

Bazen 2: 1,16 kg gnojila z razmerjem 18:18:18 + ME (B,Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) na 3000 litrov vode.

Bazen 3: 1,60 kg gnojila z razmerjem 13:40:13 + ME (B,Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) na 3000 litrov vode.

Po nekaj dneh smo ugotovili, da je EC v bazenih nizka (0,68-0,84 mS/cm) kar je bilo opazno tudi v obledelosti sadik, zato smo v bazene dodali še enkrat enako količino gnojila. Prevodnost se je dvignila na približno 1 mS in barva listov se je izboljšala. V vsak bazen smo posadili po 10 rastlin vsake sorte, v 3 ponovitvah – skupno torej 30 rastlin vsake sorte v vsakem bazenu.

Meritve:

Ob spravilu (8. junij) smo merili pri 5-ih tehnološko zrelih solatah iz vsake ponovitve dolžino in maso korenin, premer kocena, maso, širino in višino glav ali rozet in število in maso odpadnih listov. V nadaljevanju prikazujemo le pomembnejše rezultate

Statistična analiza: Rezultate smo obdelali po metodi analize variance za dvofaktorski poskus (faktor 1 – sorta, faktor 2 – hranilna raztopina) ter statistično značilne vplive preizkusili z Duncanovim testom mnogoterih primerjav ($p < 0,05$) in jih prikazujemo v preglednicah in grafih.

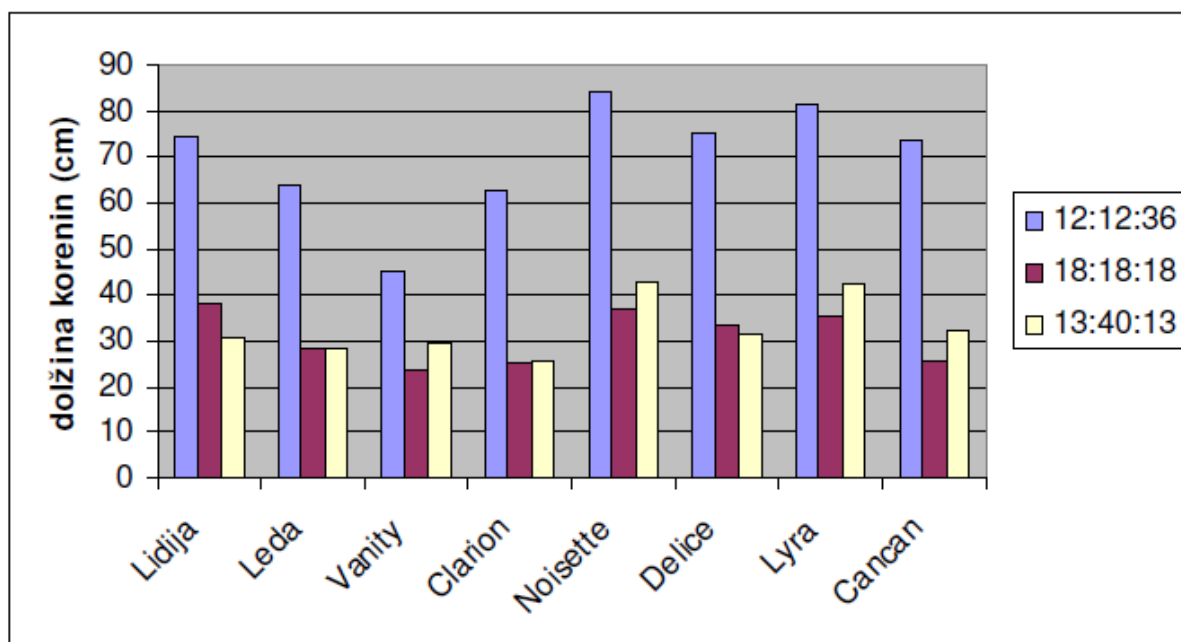
REZULTATI

Preglednica 1: Meritve T_{zraka} , $T_{\text{hranilne raztopine}}$, EC (električna prevodnost hranilne raztopine) in pH hranilne raztopine

	T zraka (°C)		T vode (°C)			EC vode (mS/cm)			pH vode		
	Min.	Max.	1.baz.	2.baz.	3.baz.	1.baz.	2.baz.	3.baz.	1.baz.	2.baz.	3.baz.
7.maj	22	28	22,8	21,3	19,8	0,7	0,8	0,7	8,1	7,8	7,5
8.maj	9	27	22,3	20,0	18,0	0,8	0,7	0,7	8,4	8,3	7,9
10.maj	9	36	19,6	20,0	19,5	1,2	1,1	1,0	8,5	8,5	8,1
14.maj	9	36	19,9	20,5	20,3	1,1	0,9	0,9	8,3	8,2	7,6
17.maj	10	35	18,5	18,7	18,6	1,1	0,9	0,9	8,2	8,2	7,6
21.maj	9	39	19,0	19,5	19,3	1,0	0,8	0,8	7,9	7,7	7,4
23.maj	10	39	19,0	20,1	20,3	1,0	0,8	0,8	7,8	7,2	7,1
28.maj	10	38	20,5	20,3	20,4	0,9	0,7	0,7	7,9	6,4	6,3
31.maj	9	35	19,0	18,8	18,9	0,8	0,7	0,7	8,0	6,5	6,3
5.jun	8	30	18,7	19,0	21,0	0,7	0,6	0,6	8,1	6,7	6,2
Povpr.	10,5	34,3	19,9	19,8	19,6	0,9	0,8	0,7	8,1	7,5	7,2

Iz preglednice je razvidno, da se temperatura ohranjala okrog $20\text{ °C} \pm 2-3\text{ °C}$, medtem ko je bila povprečna temperatura zraka med $10\text{ in }34\text{ °C}$. Rastlinjak smo ves čas poskusa zračili tako, da je imel odprta vrata in stranska okna.

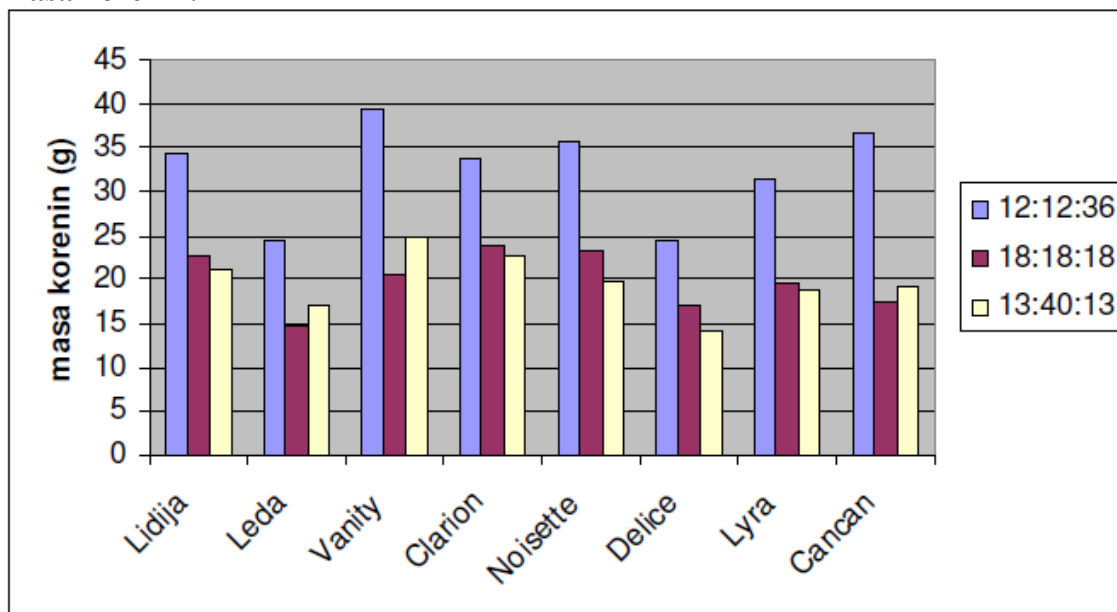
Dolžina korenin:



Slika 1: Dolžina korenin različnih sort solate, gojene na plavajočem sistemu, v različnih hranilnih raztopinah.

Ob spravi solat je bilo najprej opazno, da imajo rastline, ki so rastle v bazenu z večjo koncentracijo kalijevih ionov (12:12:36), statistično značilno najdaljši koreninski sistem (68,1 cm), sledijo korenine iz raztopine 13:40:13, s koreninami dolgimi 33,2 cm in najkrajše korenine (39,8 cm) so zrasle v raztopini 18:18:18. Tudi pri tehtanju korenin je bila masa korenin iz bazena z raztopino v razmerju 12:12:36 statistično značilno večja (33,1 g) kot v ostalih 2 bazenih.

Masa korenin:



Slika 2: Masa korenin različnih sort solate, gojene v plavajočem sistemu, z različno hranilno raztopino.

Masa rastlin:

Preglednica 2. Masa očiščenih rastlin različnih sort solate, ki smo jo gojili na plavajočem sistemu, z različnimi hranilnimi raztopinami.

Masa očiščenih rastlin (g)								
Raztop.	Pon.	Leda	Vanity	Clarion	Noisette	Delice	Lyra	Cancan
12:12:36	1	418	396	294	391	270	451	321
	2	279	469	291	382	338	355	365
	3	216	412	313	442	—	374	307
	povpr.	304	426	299	405	304	393	331
18:18:18	1	257	269	275	269	368	370	242
	2	264	388	310	278	292	355	251
	3	293	396	350	253	318	350	236
	povpr.	271	351	312	267	326	358	243
13:40:13	1	254	341	285	205	268	324	263
	2	253	306	269	253	232	312	259
	3	317	385	352	241	—	358	294
	povpr.	275	344	302	233	250	331	272

Močnejše korenine so prispevale tudi k večji masi nadzemnega dela rastlin, kjer so bile solate pridelane v raztopini z več kalija (12:12:36) značilno težje od solat iz ostalih 2 raztopin.

Značilno najlažje so bile solate pridelane v raztopini z večjim deležem fosforja (13:40:13). Na pogled pa so bile najlepše solate iz bazena, z enakomerno razporejenimi hranili (18:18:18). Te rastline so bile bolj zeleno obarvane in so imele kompaktnjšo rast.

Pridelek (kg/m²):

	Pridelek solate (kg/m ²)		
Raztopina Sorta	12:12:36	18:18:18	13:40:13
Leda	4,6	4,1	4,1
Vanity	6,4	4,9	4,8
Clarion	4,5	4,7	4,5
Noisette	6,1	3,7	3,1
Delice	3,0	4,9	2,2
Lyra	5,9	5,3	5,0
Cancan	5,0	3,6	4,1
Povprečje	5,1	4,5	4,0

Celotna površina, na kateri smo pridelovali solate, ob upoštevanju delovnih poti, je bila velika 100 m². Na 1 m² smo imeli sklop 12 rastlin solate, Povprečno smo pridelali 4,5 kg/m² solate. Povprečni pridelek vseh sort v bazenu z raztopino 12:12:36 je bil 5,1 kg/m², v bazenu z raztopino 18:18:18 4,5 kg/m², v bazenu z raztopino 13:40:13 pa 4,0 kg/m².

SKLEPI:

-

Na osnovi zbranih rezultatov lahko sklepamo, da je:

- Gojenje glavnate solate na plavajočem sistemu v globljih bazenih možno, postavitve sistema ne enostavna in poceni;
- Pridelovanje je nezahtevno – ni potrebno pletje in zalivanje, kot je to potrebno pri gojenju v zemlji, zato potrebujemo manj delovne moči, stroški pridelave so manjši;
- Vse sorte solate niso enako dobro prenašale različnih koncentracij gnojil. Boljše rezultate smo dobili pri solatah v raztopini, kjer je bilo več kalija. Večja koncentracija kalija je vplivala na bujnejšo rast korenin. Sortam, ki smo jih vključili v poskus, je najboljše ustrezala hranilna raztopina, ki smo jo pripravili z raztapljanjem vodotopnega trdnega z razmerjem NPK 12:12:36.
- Med preizkušanimi sortami smo največji pridelek dobili pri dveh sortah, 'Noisette' in 'Vanity'.

Namen dela v raziskavah II. leta projekta oktober 2009 – junij 2010 (poskus št. 3 in št. 4)

Na osnovi rezultatov poskusov v 1. letu trajanja projekta, smo v 2. letu poskuse nadgradili:

Vrste zelenjadnic:

- odločili smo se za preizkušanje listne zelenjave v jesensko zimskem in spomladanskem času z listnatimi zelenjadnicami – vključili smo špinačo (dve sorti), solat in endivijo (dve sorti);

Hranilna raztopina:

- pripravo hranilne raztopine smo modificirali in sicer smo izbrali standardno hranilno raztopino (H1) po Resh-u (1995) – ki smo jo pripravili iz soli, namenjenih hidroponskim raziskavam; vzporedno pa smo pripravili hranilno raztopino kot v 1. Letu – z raztapljanjem vodotopnega trdnega gnojila Kristalon (H2), pri tem je bila konc. makrohranil izenačena kot v H1;

Koncentracija dušika v hranilni raztopini:

- zanimalo nas je tudi, ali lahko s povečano koncentracijo dušika v hranilni raztopini pospešimo rast rastlin in s tem prispevamo k večjemu pridelku;
- hkrati pa na je zanimala tudi ali ima povečana koncentracija dušika v hranilni raztopini vpliv na večjo vsebnost nitratov v pridelku

Poskus št. 3: Gojenje solate, špinače in dveh sort endivije na plavajočem sistemu v plitvih bazenih, oktober 2009- marec 2010

MATERIAL IN METODE DELA

Rastlinski material in bazeni

Sorte:

Na začetku poskusa smo gojitvene plošče napolnili s perlitom in šotnim substratom, ki nam je služil kot kontrola. Nato smo posejali dve sorti endivije, in sicer smo izbrali sorti 'Dalmatinska kopica' (*Cichorium endivia* var. *latifolium* L.) in 'Pankalijerka' (*Cichorium endivia* var. *crispum* L.) ter solato (*Lactuca sativa* var. *capitata*) cv. 'Leda' in špinačo (*Spianica oleracea*) cv. 'Matador'.

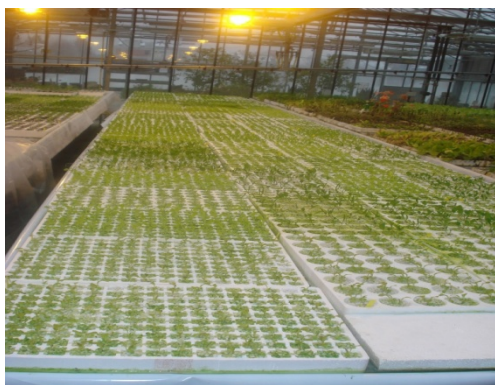
Gojitvene plošče:

V poskusu smo uporabili gojitvene plošče s tremi različnimi setvenimi volumni. Gojitvene plošče s 160 vdolbinami so imele setveni volumen 20 ml, gojitvene plošče s 84 vdolbinami so imele setveni volumen 35 ml in gojitvene plošče s 40 vdolbinami so imele setveni volumen 90 ml.

V gojitvene plošče s 160 vdolbinami smo posejali eno seme, v plošče s 84 vdolbinami dve semeni in v plošče z 40 vdolbinami štiri semena. S tako setvijo smo dobili približno enako gostoto rastlin (1000 rastlin/m²). Delali smo v treh ponovitvah, kjer ena gojitvena plošča predstavlja eno ponovitev. Skupno smo imeli 54 gojitvenih plošč. 36 plošč smo napolnili s perlitom, 18 plošč pa s šotnim substratom. Gojitvene plošče napolnjene s perlitom, smo nato postavili na vodo v pripravljen plavajoči sistem do vznika. Plavajoč sistem sta predstavljala dva bazena. Po vzniku smo v bazen 1 pripravili hranilno raztopino H1, in drugi bazen hranilno raztopino H2. Gojitvene plošče napolnjene z šotnim substratom pa so bile na suhem na gojitveni mizi, ker so predstavljale kontrolo. Prazen prostor med ploščami smo zapolnili s praznimi stiropornimi ploščami, da smo preprečili rast alg v bazenih.

Bazeni:

Plavajoči sistem smo postavili tako, da smo iz ene poplavne mize naredili dva bazena dimenzije 5m x 1,5m x 0,03m in prekrili s PE folijo ter natočili vodo do roba mize. V vsak bazen smo natočili cca. 225 litrov vode in razporedili sistem (difuzorje) za dovajanje zraka, ki smo ga povezali s kompresorjem. V prvem bazenu je bila hranilna raztopina H1, ki smo jo pripravili iz soli namenjenih za hidroponiko, v drugem bazenu je bila hranilna raztopina H2, ki bo predstavljala vodotopni gnojilo, ki smo jo pripravili z raztapljanjem vodotopnega gnojila Kristalon (19:6:20).



a) Gojivne plošče na plavajočem sistemu, b) Kompresor za dovajanje zraka.

Hranilna raztopina

V prvi bazen smo dodali hranilno raztopino, ki smo jo zmešali iz makroelementov (Preglednica 1). V nadaljevanju smo to hranilno raztopino pripravljeno iz soli (zatehte so v preglednici) elementov imenovali H1. Pripravili smo koncentrat za pripravo hranilne raztopine v dveh posodah volumna 10 l. V prvi posodi smo raztopili $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ v vodi, v drugi posodi pa smo raztopili ostala makrohranila in vodo. Po vzniku smo po 2 litra koncentrata iz posode 1 in 2 enakomerno razlili po bazenu in sicer 1 liter iz prve posode in 1 liter iz druge posode. Posebej smo pripravili še 1 liter koncentrata iz mikroelementov (Preglednica 2) in v bazen (225 l) odmerili 0,1 dcl (100 ml) in jih razlili po bazenu.

Preglednica 1: Količina makrohranil dodanih za pripravo hranilne raztopine H1 po Resh-u (1995).

Soli	Zatehtane kol. soli, mg/l	Količina na bazen, g/225 l	Makroelementi						
			N-NO ₃	N-NH ₄	PO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
Ca(NO ₃) ₂	818,8	184,23	140	-	-	-	200	-	-
K ₂ SO ₄	327,6	73,71	-	-	-	147	-	-	60,3
KH ₂ PO ₄	219,7	49,43	-	-	50	63	-	-	-
NH ₄ NO ₃	71,4	16,07	25	25	-	-	-	-	-
MgSO ₄ *7H ₂ O	405,6	91,26	-	-	-	-	-	40	52,7
mg/l			165	25	50	210	200	40	113

Preglednica 2: Količina mikrohranil dodanih za pripravo hranilne raztopine H1 po Resh-u (1995).

Soli	Zatehtane kol. soli, mg/l	Količina na bazen, g/225 l	Koncentracije mikroelementov v ppm (mg/l)					
			Mn	Zn	B	Cu	Mo	Fe
H ₃ BO ₃	2,86	0,6435	-	-	0,5	-	-	-
MnSO ₄ *4H ₂ O	2,03	0,457	0,5	-	-	-	-	-
ZnSO ₄ *7H ₂ O	0,44	0,099	-	0,1	-	-	-	-
CuSO ₄ *5H ₂ O	0,393	0,088	-	-	-	0,1	-	-
Mo klorid	0,12	0,027	-	-	-	-	0,05	-
Fe kelat	50	11,25	-	-	-	-	-	5
mg/l			0,5	0,1	0,5	0,1	0,05	5

V drugem bazenu smo imeli hranilno raztopino, ki smo jo zmešali iz vodotopnega gnojila Kristalon (19:6:20). V nadaljevanju smo to hranilno raztopino imenovali H2. V 10 litrov vode smo raztopili 225 g vodotopnega gnojila (WSF) in ga razlili po bazenu. Da smo dobili takšno koncentracijo dušika (N), fosforja (P) in kalija (K), kot je v hranilni raztopini H1 (190 mg N/l, 50 mg P₂O₅/l in 210 mg K₂O/l), smo uporabili naslednji izračun:

$$\begin{array}{l} 190 \text{ mg N} \dots\dots 1 \text{ l H}_2\text{O} \\ \underline{x \dots\dots\dots 225 \text{ l H}_2\text{O}} \\ x = 42,75 \text{ g N} \end{array} \quad \dots(1)$$

$$\begin{array}{l} \text{V } 100 \text{ g (19:6:20)} \dots\dots 6 \text{ g P}_2\text{O}_5 \\ \underline{\text{v } 225 \text{ g (19:6:20)} \dots\dots x} \\ x = 13,5 \text{ g P}_2\text{O}_5 \end{array} \quad \dots(2)$$

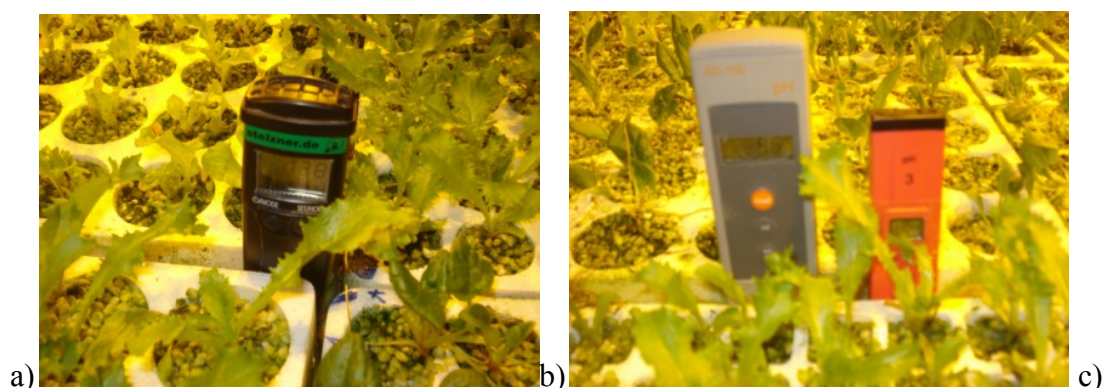
$$\begin{array}{l} \text{V } 100 \text{ g (19:6:20)} \dots\dots 20 \text{ g K}_2\text{O} \\ \underline{\text{v } 225 \text{ g (19:6:20)} \dots\dots x} \\ x = 45 \text{ g K}_2\text{O} \end{array} \quad \dots(3)$$

Torej smo dali v hranilno raztopino 2: 42,75 g dušika, 13,5 g fosforja in 45 g kalija. Poleg koncentracije N, P in K pa smo z raztapljanjem vodotopnega gnojila Kristalon v vodo dali še: 3 mg MgO/l, 3 mg S/l. in 0,025 % B, 0,004% Mo, 0,01 % Cu EDTA, 0,07 % Fe EDTA, 0,04 % Mn EDTA, 0,025 % Zn EDTA (Kristalon, Hydro)

Gojitvene plošče napolnjene s šotnim substratom (predstavljajo kontrolo), smo postavili na suho vzporedno na gojitveno mizo. V nadaljevanju bodo označene s S. Redno smo jih zalivali in dognojevali s H2 približno na 7-14 dni (10 g/10 l vode).

Meritve;

V času trajanja poskusa smo dvakrat na teden opravljali meritve temperature vode, temperaturo zraka, pH v H1 in H2 ter električna prevodnost (EC) pri H1 in H2. Meritve so predstavljene v preglednici 3.





Slika 4: a) konduktometer za merjenje EC in merjenje temperature raztopine, b) pH meter, c) naprava za merjenje temperature zraka.

Preglednica 3: Meritve v času trajanja poskusa.

Datum	Ura	T (°C) zraka	T (°C) H1	T (°C) H2	EC (mS/cm) H1	EC (mS/cm) H2	pH H1	pH H2
5. 11.	15:40	20,5	16,7	16,7	1,4	1,4	7,9	8,2
7. 11.	10:00	17,0	17,0	15,7	1,3	1,4	8,2	8,2
10. 11.	13:00	19,5	15,0	13,0	1,3	1,4	6,5	6,8
12. 11.	12:10	17,5	14,8	12,5	1,2	1,3	7,1	7,4
17. 11.	13:00	18,8	14,3	12,0	1,2	1,3	7,2	7,4
21. 11.	10:00	15,5	13,5	12,0	1,2	1,3	7,1	7,4
25. 11.	11:00	12,5	8,0	10,0	1,2	1,3	7,1	7,2
27. 11.	9:50	12,0	13,8	14,0	1,2	1,3	...	7,2
28. 11.	10:00	12,5	16,0	15,0	1,3	1,4	8,0	8,1
2. 12.	12:00	15,0	18,0	17,7	1,3	1,3	7,6	7,5
4. 12.	11:00	13,0	15,0	14,8	1,2	1,3	7,2	6,9
9. 12.	10:10	13,5	16,5	15,8	1,2	1,2	7,2	6,3
11. 12.	9:00	11,1	14,7	13,7	1,6	1,3	6,4	6,1
15. 12.	12:35	14,5	16,8	16,5	1,5	1,3	7,0	5,8
17. 12.	11:15	14,5	17,5	17,1	1,3	1,2	8,1	6,7
19. 12.	11:00	13,2	17,5	17,6	1,4	1,3	8,1	6,7
23. 12.	10:30	13,5	18,1	17,1	1,2	1,2	8,6	6,8
29. 12.	9:30	14,0	16,0	15,9	1,4	1,2	8,2	6,5
5. 1.	12:50	...	17,8	17,9	1,4	1,1	...	...
12. 1.	10:00	12,8	17,6	16,6	1,1	0,8	8,8	8,5
19. 1.	9:20	16,8	17,8	18,2	1,3	0,9	7,4	7,1
23. 1.	8:10	15,0	17,4	18,1	1,3	1,3	5,8	7,5
29. 1.	13:30	19,5	20,3	20,6	1,7	1,5	6,8	6,0
3. 2.	12:15	16,0	18,7	18,3	1,6	1,4	7,0	5,0
6. 2.	8:05	...	...	...	1,3	1,0	...	...
9. 2.	8:35	17,5	19,5	18,6	1,8	1,5	6,7	4,9
13. 2.	8:00	13,0	14,1	15,0	1,8	1,6	6,6	6,2
16. 2.	10:10	16,5	17,7	17,5	1,9	1,5	6,5	4,3
19. 2.	8:15	17,2	17,2	16,4	1,9	1,4	7,3	6,0
23. 2.	11:45	...	20,1	20,2	1,7	1,3	...	...
27. 2.	9:10	22,8	20,4	20,5	1,6	1,1	7,3	7,0

Temperatura zraka v steklenjaku se je skozi celoten poskus gibala od 11 do 22 °C, odvisno od časa meritve in od vremena. Temperaturo smo večinoma merili v dopoldanskem času. Temperatura vode, v kateri je bila hranilna raztopina H1 se je gibala od 8 do 20,5 °C, in voda v kateri je bila hranilna raztopina H2 je bila 10 do 20,5 °C.

Pobiranje pridelka – rezi, analiza in meritve rastlin:

Pri endiviji smo opravili 3 rezi, pri solati 2 in pri špinači eno rez. Za natančnejše analize rastlin smo si na vsaki gojitveni plošči naključno izbrali 10 vdolbin, ki pa niso bile robne. Vsaki rastlini v posamezni vdolbini smo izmerili višino, prešteli število listov ter stehtali maso listov. V gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami smo izmerili eno rastlino, pri 84 vdolbinah dve rastlini in pri 40 vdolbinah štiri rastline. Po opravljenih meritvah rastlin iz 10 vdolbin, smo porezali celo gojitveno ploščo in stehtali vse rastline skupaj, da smo dobili dejanski pridelok na gojitveno ploščo. Nato smo od te skupne mase porezane na gojitveni plošči, vzeli vzorec približno 100 g, ga dali v papirnato vrečko in dali sušiti v sušilnik. Sušile so se en teden na 50 °C. Po koncu sušenja smo še enkrat stehtali suhe rastline, ter odšteli maso vrečke, da smo izračunali odstotek sušine.



Slika 5: Rastline na plavajočem sistemu pripravljene na rez.

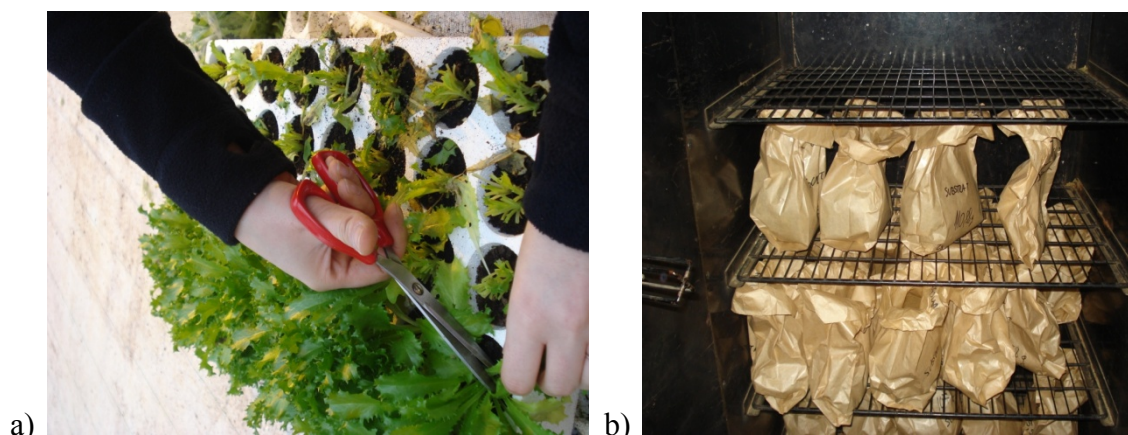
Odstotek sušine smo izračunali po postopku:

$$\% \text{ vode} = \left(\frac{\text{masa svežih listov} - \text{masa suhih listov}}{\text{masa svežih listov}} \right) \times 100 \quad \dots(4)$$

$$100 \% - \% \text{ vode} = \% \text{ sušine} \quad \dots(5)$$

Drugo rez na plavajočem sistemu smo opravili 12. in 13. 2. 2009. Kontrolne rastline smo rezali šele 6. 3. 2009. Postopek je bil enak kot pri prvi rezi le da smo vzeli samo po pet rastlin na gojitveno ploščo. Pridelok smo izračunali tako da smo maso rastlin iz posamezne plošče pomnožili s 6 (predstavlja število plošč na m²) in dobili pridelok v g/m². Nato smo ga pretvorili v kg/ m².

Po vsaki rezi smo dali rastline v sušilnik, na 50°C, da smo dobili zračno suhe vzorce – sušenje so konstantne teže. .



Slika 6: a) Opravljanje rezi, b) Vrečke rastlin v sušilnem stroju,

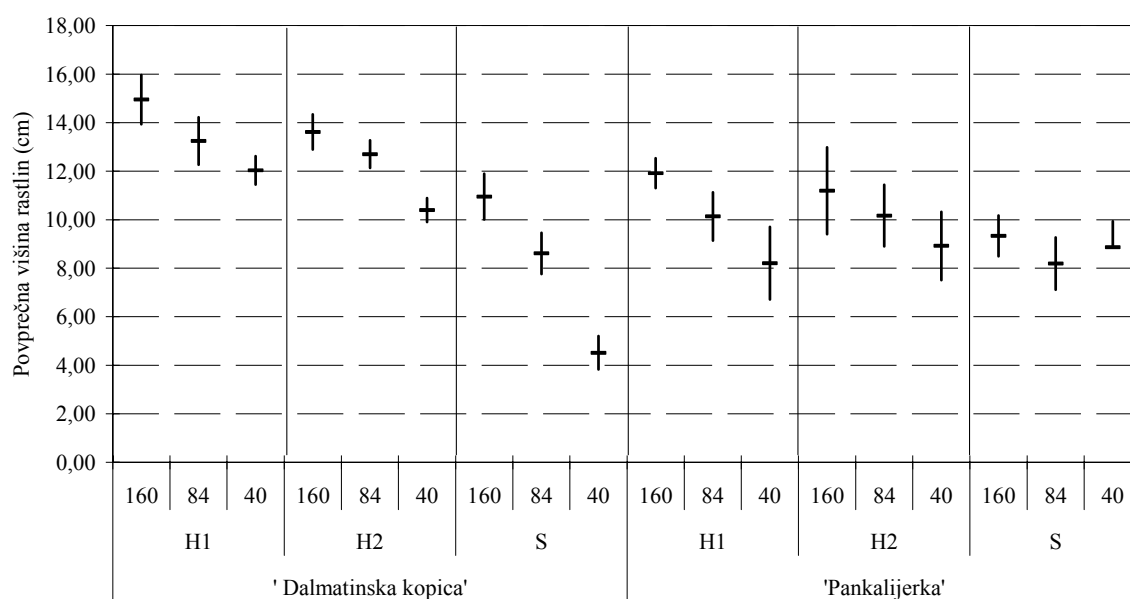
Statistična analiza podatkov

Trifaktorski poskus s preučevanimi dejavniki sorta, raztopina in velikost, smo analizirali z analizo variance (ANOVA). Kjer je ANOVA pokazala statistično značilne razlike med obravnavanji smo uporabili Duncanov preizkus mnogoterih primerjav ($\alpha=0,05$). Za analizo smo uporabili Statgraphics Centurion.

REZULTATI 3. Poskusa.

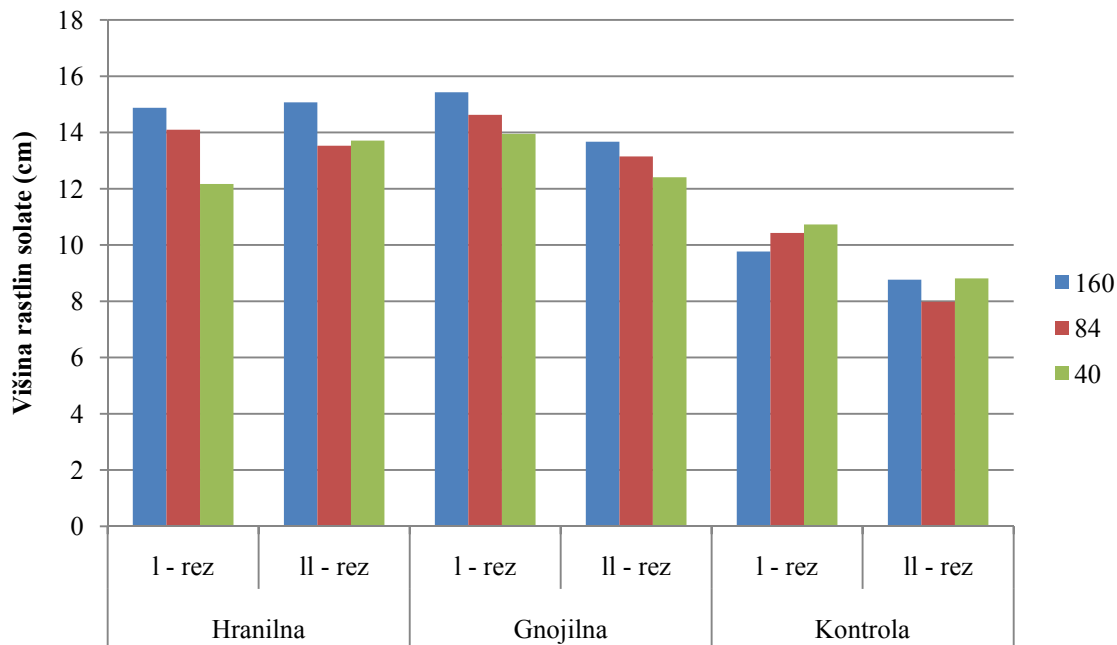
V preglednica in grafih so prikazani rezultati meritev rastlin dveh sort endivije ('Dalmatinska kopica' in 'Pankalijerka') ter solate ('Leda') in špinače ('Matador').

Višina rastlin:



Slika 7: Povprečna višina rastlin (cm) pri 1. in 2. rezi za sorto 'Dalmatinska kopica' in sorto 'Pankalijerka' gojeni na plavajočem sistemu (H1 in H2) in v šotnem substratu.

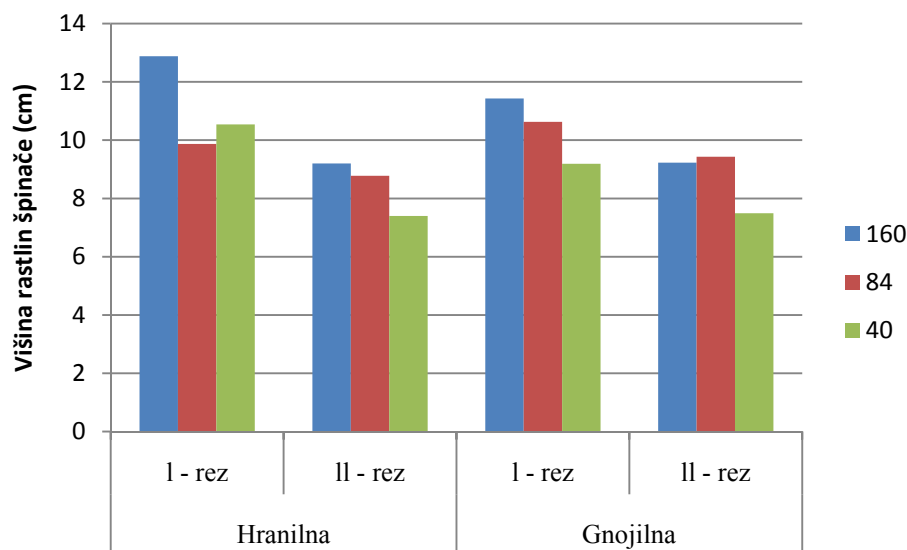
Pri endiviji so na povprečno višino rastlin vplivale sorta, raztopina in število vdolbin. Ugotovili smo, da je sorta 'Dalmatinska kopica' v povprečju višja od sorte 'Pankalijerka'. Ugotovili smo tudi, da so rastline gojene na plavajočem sistemu višje od rastlin gojenih v šotnem substratu.



Slika 8: Višina (cm) rastlin solate v hranilni raztopini (H1), gnojilni raztopini (H2) in kontroli (I. in II. rez)

Iz slike 8 je razvidno, da so bile rastline pri I. in II. rezi na plavajočem sistemu višje kot v kontroli. Rastline v ploščah s 160 vdolbinami so bile statistično značilno višje (13,36 cm) od rastlin v ploščah s 84 (13,05 cm) in 40 vdolbinami (12,42 cm).

Rastline, ki smo jih gojili v gnojilni raztopini (H2) so bile značilno višje od ostalih in najmanjše v šotnem substratu.

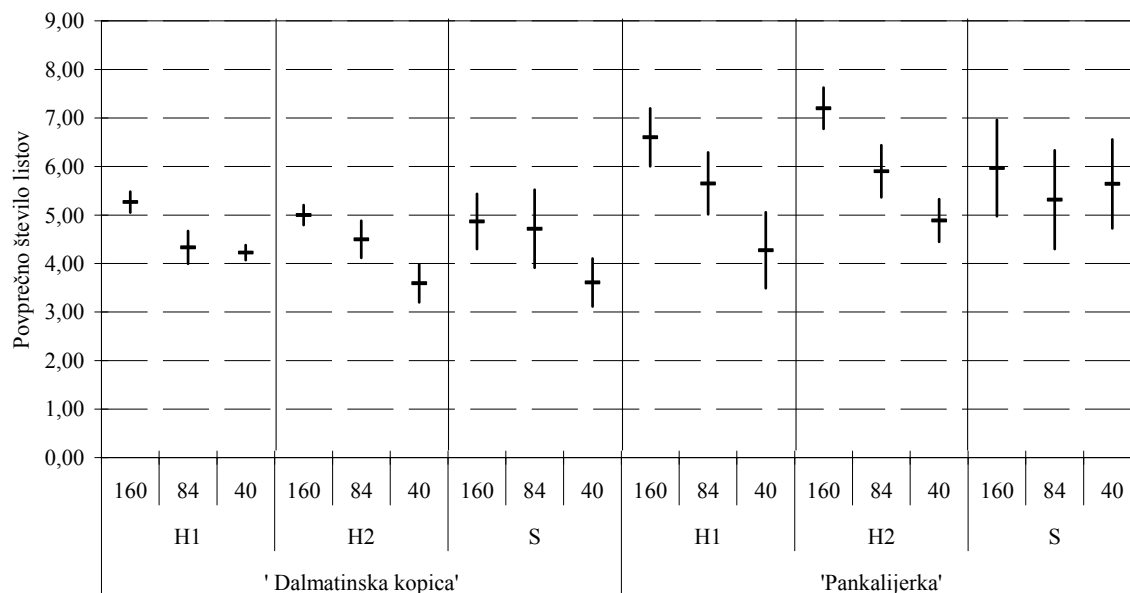


Slika 9: Višina (cm) rastlin špinače v hranilni raztopini (H1) in gnojilni raztopini (H2) (I. in II. rez)

Višina rastlin špinacije je bila pri I. rezi največja pri gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami tako v hranilni raztopini kot v gnojilni raztopini. Pri II. rezi pa so bile plošče '160' in '84' med seboj zelo izenačene

Število listov/rastlino:

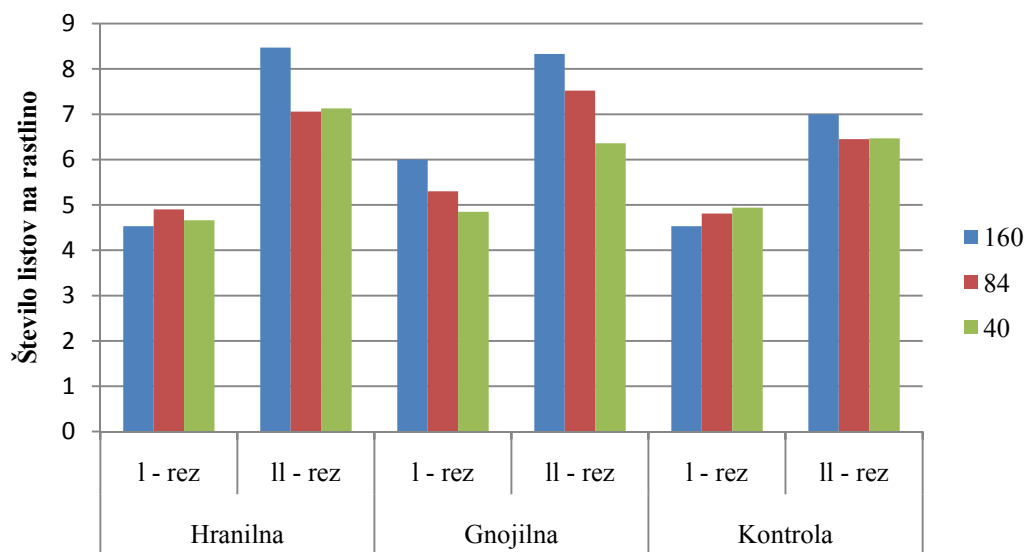
Endivija:



Slika 10: Povprečno število listov pri vseh rezeh skupaj za sorti 'Dalmatinska kopica' in sorti 'Pankalijerka' gojeni na plavajočem sistemu (H1 in H2) in v šotnem substratu.

Statistično značilne razlike v številu listov smo dobili glede na setveni volumen. Povprečno število listov pri setvenem volumnu 160 (5,8) in 84 (5,0) je bilo največje in značilno različno od volumna 40 (4,4). Statistično značilne razlike so bile tudi med sorto 'Dalmatinska kopica' in sorto 'Pankalijerka' glede na število listov. Povprečno število listov pri sorti 'Pankalijerka' (5,7) je bilo največje in značilno različno od sorte 'Dalmatinska kopica' (4,5).

Solata:

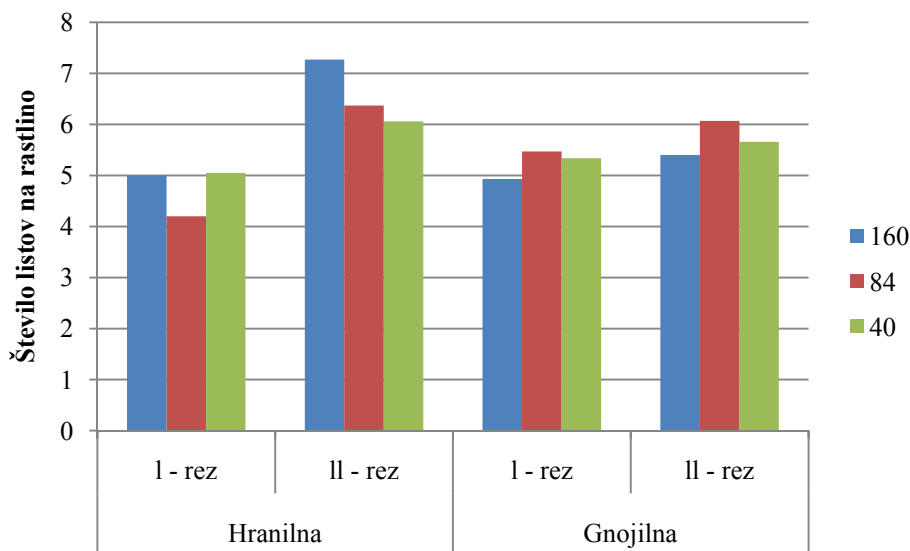


Slika 11: Število listov na rastlino solate v hranilni raztopini (H1), gnojilni raztopini (H2) in kontroli (I. in II. rez)

Na sliki 11 vidimo, da je bilo največje število listov v ploščah s 160 vdolbinami pri II. rezi tako v plavajočem sistemu kot v kontroli.

Največ listov, v povprečju 5,38 so imele rastline gojene v gnojilni raztopini (H2), sledile so rastline v kontroli s 4,74 in rastline gojene v hranilni raztopini s 4,6.

Špinača

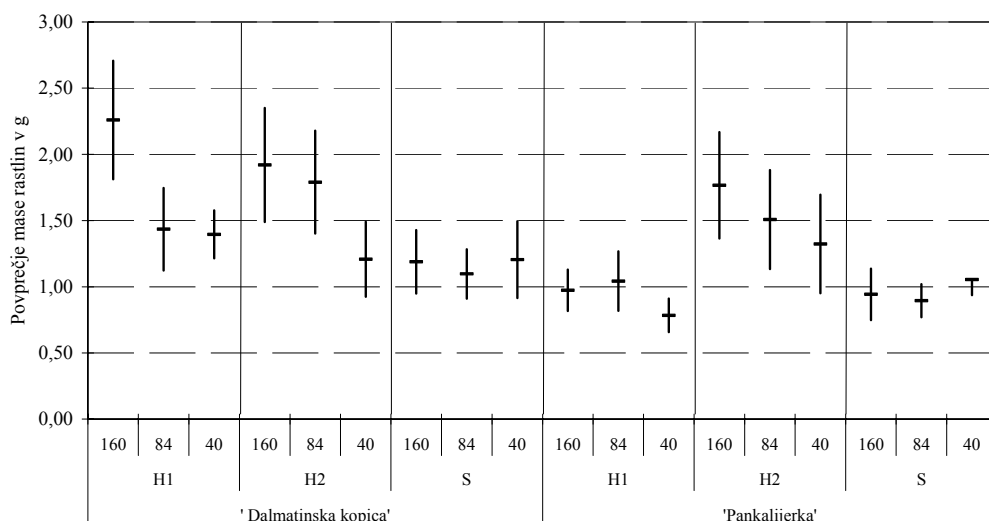


Slika 12: Število listov na rastlino špinače v hranilni (H1) in gnojilni raztopini (H2) (I. in II. rez)

Število listov na rastlino pri špinači med ploščami različnih volumnov pri gnojilni raztopini (H2) je bilo bolj izenačeno kot pri rastlinah v hranilni raztopini (H1).

Rastline, ki smo jih gojili v gnojilni raztopini (H2) so imele značilno več listov (5,25) glede na rastline v hranilni raztopini (H1).

Masa rastlin v vdolbini – endivija:



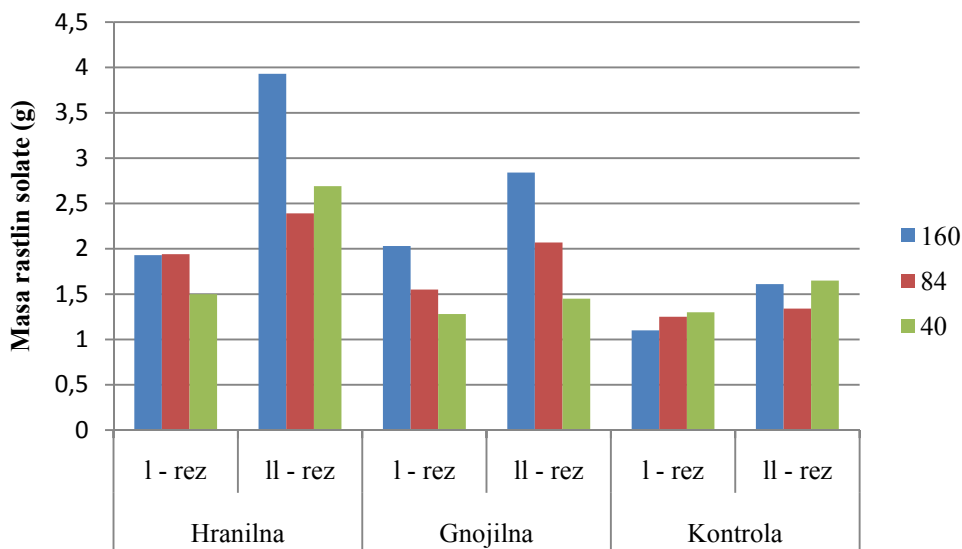
Slika 13: Povprečna masa posameznih rastlin (g) pri 1. in 2. rezi za sorto 'Dalmatinska kopica' in sorto 'Pankalijerka' gojeni na plavajočem sistemu (H1 in H2) in v šotnem substratu.

Povprečna masa rastlin v šotnem substratu je bila statistično značilno manjša od povprečne mase rastline v hranilni raztopini 1 in 2. Povprečna masa pri šoti (1,06 g) je bila najnižja in značilno manjša od povprečne mase rastlin v H1 (1,31 g) in H2 (1,58 g). Značilne so bile

tudi razlike med sortama, in sicer je bila masa pri sorti 'Dalmatinska kopica' večja (1,49 g) od povprečne mase pri sorti 'Pankalijerka' (1,42 g) (priloga C2).

Solata:

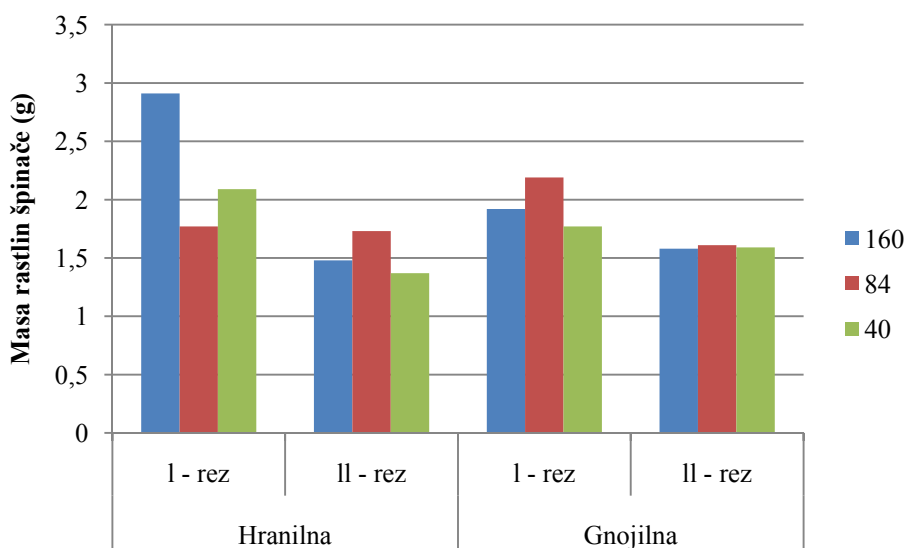
V preglednici 13 je prikazana masa rastlin solate pri obeh rezeh, kjer smo najtežje rastline dobili v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami, pri hranilni (H1) kot tudi gnojilni raztopini (H2).



Slika 14. Masa rastlin solate v hranilni in gnojilni raztopini ter kontroli (I. in II. rez)

Najtežje so bile rastline v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami pri II. rezi, medtem ko so imele rastline v ploščah '84' in '40' nekoliko nižjo maso. Če primerjamo plavajoči sistem in kontrolo, je bila kontrola slabša od plavajočega sistema.

Špinača:

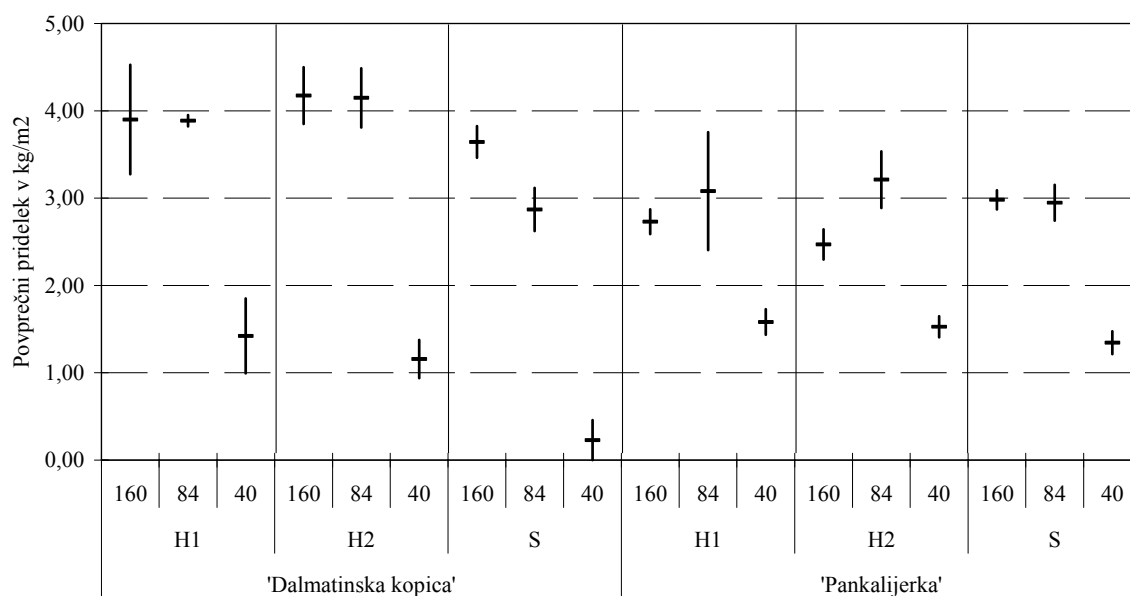


Slika 15: Masa rastlin špinače v hranilni (H1) in gnojilni raztopini (H2) (I. in II. rez)

Slika 15 kaže, da so bile najtežje rastline v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami (2,42 g), najmanjšo maso pa rastline v gojitvenih ploščah s 40 vdolbinami (1,92 g).

Pridelek (kg/m²):

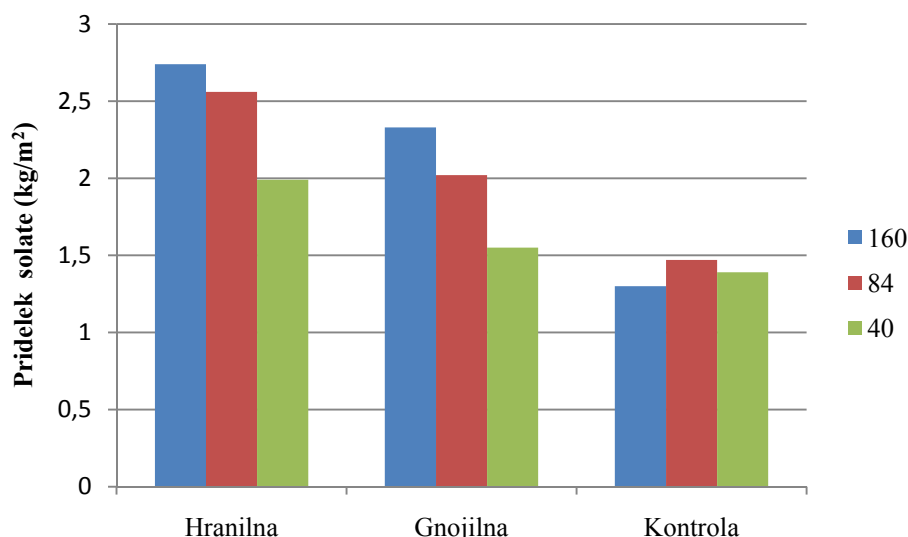
Endivija:



Slika 16: Povprečni pridelek vseh rezi skupaj pri sorti 'Dalmatinska kopica' in sorti 'Pankalijerka' gojeni na plavajočem sistemu (H1, H2) in v šotnem substratu (v kg/m²)

Pridelek obeh sort je bil v šotnem substratu statistično značilno manjši od pridelka v hranilni raztopini 1 in 2. V šotnem substratu med sortama ni bilo značilne razlike, sicer pa je v povprečju dala sorta 'Pankalierka' značilno manjši pridelek od sorte 'Dalmatinska kopica', med hranilnima raztopinama ni bilo značilnih razlik v povprečnem pridelku rezane endivije

Solata:

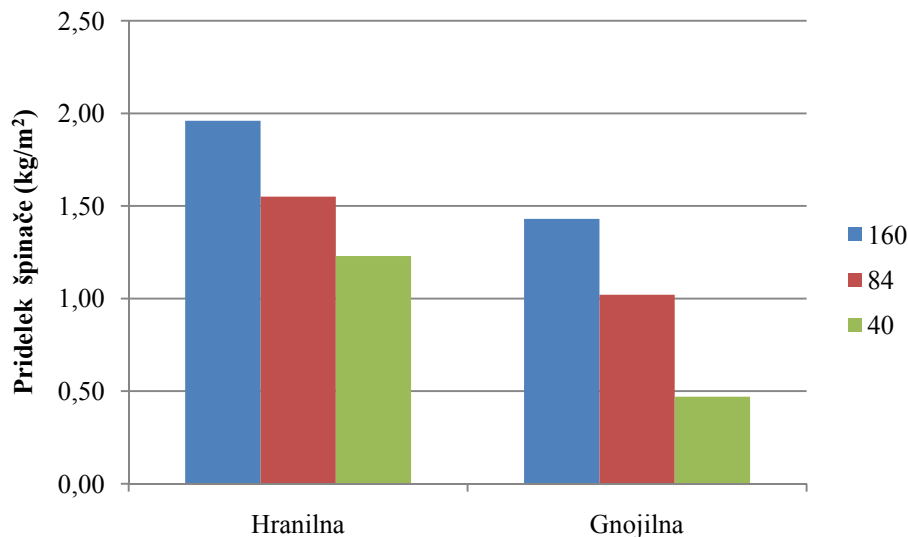


Slika 17: Pridelek solate (kg/m²) na plavajočem sistemu in v kontroli (I + II rez)

Pridelek solate je bil v gojitvenih ploščah s 160 in 84 vdolbinami statistično značilno večji kot v ploščah s 40 vdolbinami. Prav tako je test pokazal, da je bil pridelek solate značilno večji v hranilni raztopini H1 (2,37 kg/m²), sledita ji pridelek rastlin v gnojilni raztopini H2 (1,97 kg/m²) in rastline v kontroli, kjer smo dobili le 1,38 kg/m².

Špinača:

Vidimo, da je največ pridelka v ploščah s 160 vdolbinami ter da je pridelek v bazenu s hranilno raztopino boljši kot v gnojilni raztopini.

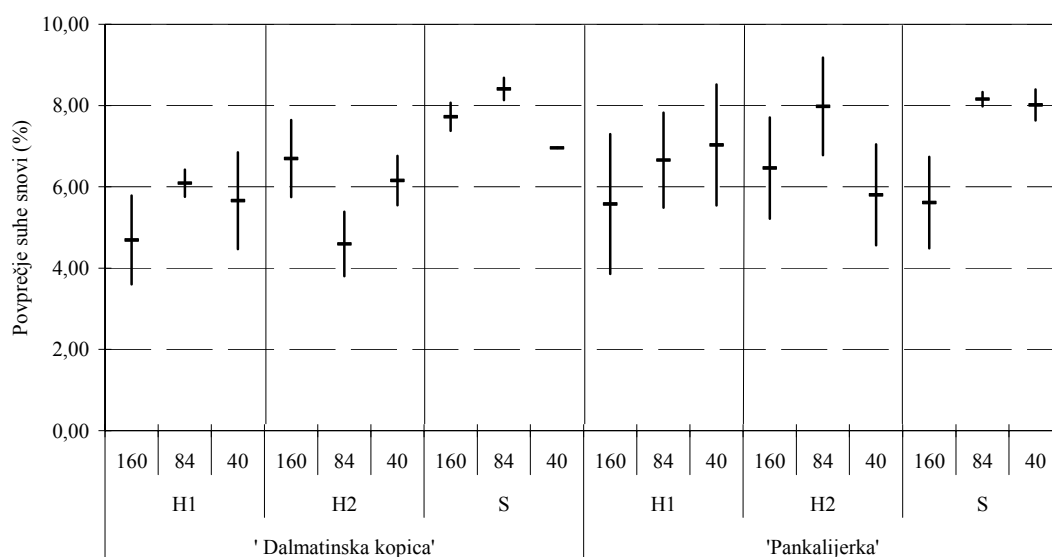


Slika 17: Pridetek špinače (kg/m²) na plavajočem sistemu (I. + II. rez)

Pridelek špinače na plavajočem sistemu je bil v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami statistično značilno večji (1,70 kg/m²). Sledijo ji plošče s 84 vdolbinami (1,29 kg/m²) in plošče gostote '40' (0,85 kg/m²). Preizkus mnogoterih primerjav je pokazal, da je pridelek v hranilni raztopini (1,58 kg/m²) statistično značilno večji kot v gnojilni raztopini (0,97 kg/m²).

Suha snov rastlin

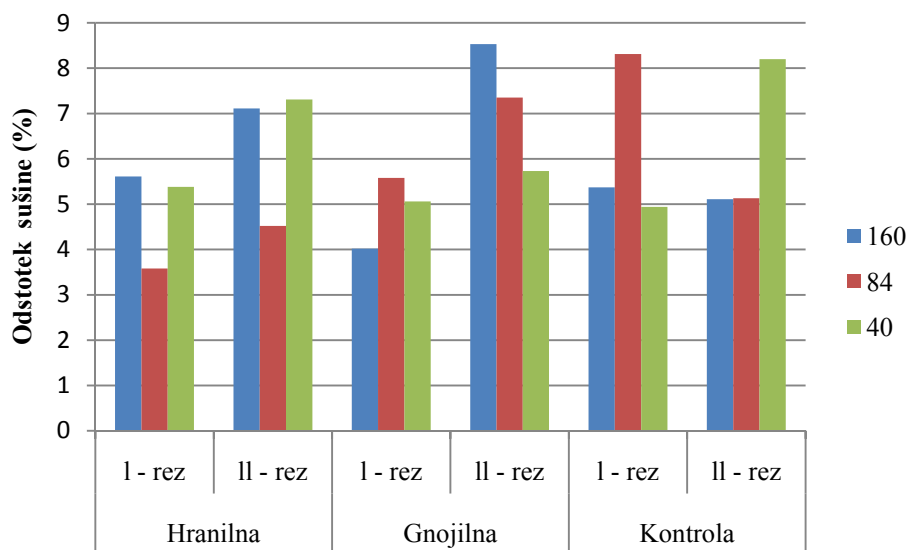
Endivija:



Slika 18: Povprečna suha snov (g) v rastlinah endivije pri sorti 'Dalmatinska kopica' in sorti 'Pankalijerka' gojeni na plavajočem sistemu (H1 in H2) in v šotnem substratu.

Povprečna suha snov pri šoti (7,47 %) je bila značilno večja in rastlin, ki smo jih gojili v hrnilni raztopini H1 (5,95 %) in H2 (6,28 %).

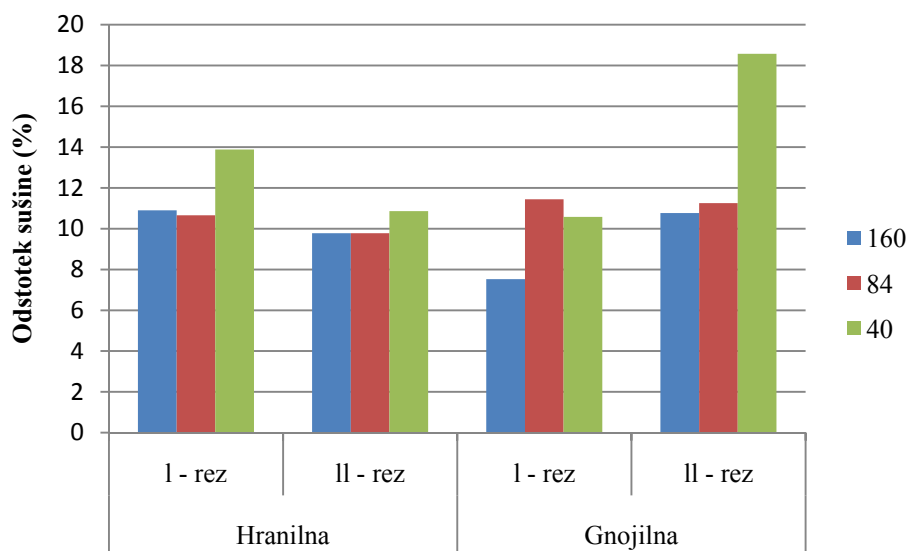
Solata:



Slika 19: Odstotek sušine solate na plavajočem sistemu in kontroli (I. in II. rez)

Pri solati niso ugotovili statistično značilno manjše sušine v rastlinah na plavajočem sistemu, glede na rastline v šotnem substratu. Največ sušine so imele rastline solate, ki so rastle v gnojilni raztopini pri II. rezi (plošče '160'), sledita ji plošči s 84 (I. rez) in s 40 vdolbinami (II. rez) v kontroli. Najmanj sušine pa so imele rastline v hranilni raztopini v ploščah s 84 vdolbinami (I. rez).

Špinača:



Slika 20: Odstotek sušine špinače na plavajočem sistemu (I. in II. rez)

Odstotek sušine v rastlinah na plavajočem sistemu je variiral med 8 in 18 %. Podatkov o sušini rastlin, ki so rastle v šotnem substratu nimamo, zaradi propada rastlin pred iztekom poskusa.

VSEBNOST NITRATOV V PRIDELKU LISTNATE ZELENJAVE:

Kakovost listnatih zelenjadnic je najpogosteje ovrednotena z vsebnostjo nitratov v pridelku, zato smo tudi mi v pridelku rastlin iz 3. Poskusa izvedli meritve nitratov.

MATERIAL IN METODE DELA - Meritve nitrata v rastlinah

Priprava rastlinskih vzorcev

Po rezi smo rastlinski material shranili v papirnate vrečke in jih posušili v sušilniku, na 50°C, do konstantne teže (pribl. 72 ur). Zračno suhe rastlinske vzorce smo zmleli z laboratorijskim mlinčkom (IKA M20) v prah in jih shranili v plastične vrečke, ki smo jih neprodušno zaprli in shranili v kartonski embalaži. Ko so bili vsi vzorci zmleti smo delo nadaljevali v laboratoriju na Centru za pedologijo in varstvo okolja.

Za ekstrakcijo smo zatehtali 1g suhega vzorca, ki smo ga nato prelili s 100 ml destilirane vode in dali na stresalnik za 30 min. Po stresanju smo prefiltrirali s filter papirjem. Prvih 20 ml filtrata smo zavrgli, nato pa smo naslednji dobljeni filtrat razredčili. Za redčitev smo vzeli 1 ml filtrata in 9 ml destilirane vode. Meritev nitrata smo izvedli s reflektometrično določitvijo z aparatom RQflex in ustreznimi testnimi lističi za nitrat (Reflectoquant, 3-90ml NO₃⁻/l, Merck).

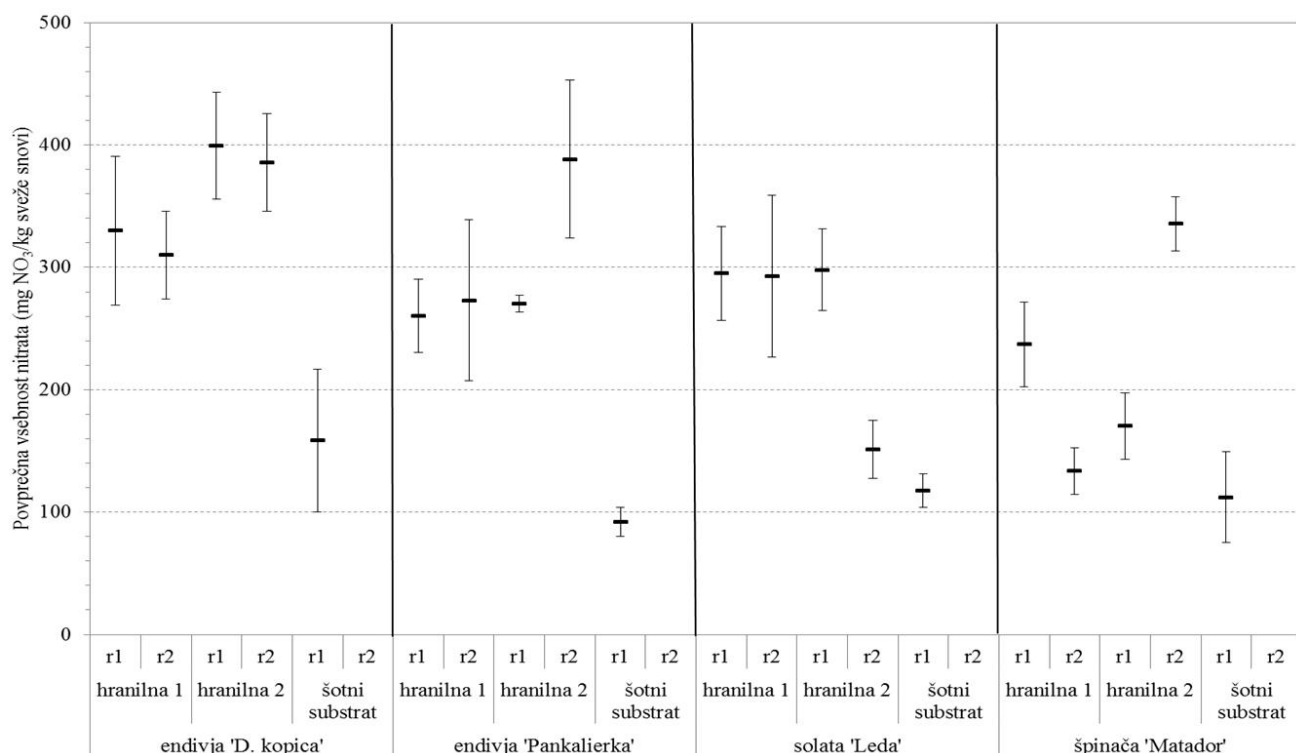
Nitratni test z RQflexom smo naredili po naslednjem postopku: na aparatu smo pritisnili tipko start, testni listič pomočili v vzorec za dve sekundi in ga otresli, da je odvečna tekočina odtekla z lističa. Ko se je na aparatu pričelo odštevanje (čas reakcije je 60 sekund), smo testni listič potisnili v aparat. Listič je moral biti pravilno obrnjen, po zadnjem pisku se je na ekranu izpisal rezultat.

Statistična analiza podatkov

Trofaktorski poskus v bločni zasnovi (plošče z enakim volumnom vdolbinic predstavljajo blok – znotraj vsakega bloka so tako ponovljena vsa obravnavanja). Preučevane dejavnike: sorto (endivija 'Dalmatinska kopica', 'Pankalierka', solata 'Leda' in špinača 'Matador'), raztopino (hranilna raztopina 1, hranilna raztopina 2 in šotni substrat) in rez (prva in druga) smo analizirali z analizo variance za trofaktorski poskus v poskusni zasnovi slučajni bloki. Kjer so se pokazale statistično značilne razlike med obravnavanji smo uporabili Duncanov preizkus mnogoterih primerjav ($\alpha=0,05$). Za analizo smo uporabili program Statgraphics.

REZULTATI

Iz slike 1 vidimo, da se vsebnost nitrata razlikuje glede na vrsto zelenjave. Pri solatnicah (pri endiviji 'D. kopica', 'Pankalierka' in solata 'Leda') so v splošnem vrednosti v plavajočem sistemu večje kot pri špinači 'Matador'. Povprečna vsebnost nitrata pri solatnicah v hranilni raztopini 1 in hranilni raztopini 2 je od 250-400 mg NO₃⁻/kg sveže mase, pri špinači pa od 110 do 350 mg NO₃⁻/kg sveže mase. Rastline, ki so rastle v šotnem substratu imajo nižje vrednosti, pod 150 mg NO₃⁻/kg sveže mase, v primerjavi z tistimi v hranilni raztopini.



Slika 1: Povprečna vsebnost nitrata (mg NO₃⁻/kg sveže snovi)

SKLEPI :

Na osnovi zbranih rezultatov smo prišli do naslednjih sklepov:

- Rastline endivije, solate in špinače, ki smo jih gojili v plavajočem sistemu v plitvih bazenih, v obdobju oktober – marec 2010, so imele hitrejšo rast, saj smo dobili statistično značilne večje rastline, večje število listov/rastlino, večja masa/rastlino in večji pridelek – glede na rastline, ki smo jih gojili v šotnem substratu;
- Pri endiviji sta se sorti razlikovali med seboj po pridelku: sorta 'Dalmatinska kopica' je imela v povprečju večji pridelek od sorte 'Pankalierka';
- Primerjava med velikostjo vdolbin pa je pokazala, da so za gojenje solate in špinače v plavajočem sistemu najbolj primerne gojitvene plošče s 160 vdolbinami. Pri njih smo namreč dobili pri solati in špinači boljše rezultate v primerjavi z ostalimi (84 in 40 vdolbin), poleg tega so pri solati v teh ploščah rastline dosegle najboljši pridelek. Pri endiviji velikost setvenih vdolbin ni vplivala na pridelek;
- Endivija gojena v šotnem substratu je imela statistično značilno večjo vsebnost suhe snovi, kot endivija gojena na plavajočem sistemu. Velikost setvenih vdolbin in sorta nista statistično značilno vplivali na vsebnost suhe snovi v rastlinah. Pri solati in špinači nismo ugotovili statistično značilnih razlik v vsebnosti suhe snovi glede na sistem gojenja.
- da je pridelek listnatih zelenjadnic, ki smo jih gojili na plavajočem sistemu vseboval več nitrata kot pridelek rastlin, ki so rastle v šotnem substratu, vendar so vrednosti 8-10 x manjše od dovoljenih vrednosti nitrata v listnati zelenjavi. V pridelku endivije in solate smo izmerili 200 do 400 mg NO₃/kg sveže mase, v špinači pa 100 do 350 mg NO₃/kg sveže mase. V rastlinah, ki smo jih gojili v šotnem substratu je bila vsebnost NO₃ pod 150 mg/kg sveže mase. Dovoljene vrednosti nitrata v pridelku listnatih zelenjadnic, pridelanih v zimskem terminu je med 2500 in 4500 mg/kg sveže mase.
- vsebnost nitrata v pridelku s plavajočega sistema se je razlikovala glede na uporabljeno hranilno raztopino in na čas rezi: v rastlinah iz hranilne raztopine 1 (pripravljena iz čistih soli po recepturi) ni bilo razlik v vsebnosti nitrata glede na termin

pobiranja, v rastlinah iz hranilne raztopine 2 (pripravljene iz vodotopnega mineralnega gnojila) pa so bile vsebnosti nitrata različne glede na vrsto vrtnine in termin pobiranja. Domnevamo, da je neenakomerna razporeditev in poraba hranil v enostavneje pripravljene hranilni raztopini 2 (z raztapljanjem vodotopnega mineralnega gnojila) verjetno vzrok za take razlike v vsebnosti nitrata, predvsem v pridelku, ki smo ga pobrali v 2. terminu.

Poskus št. 4: Gojenje dveh sort endivije in dveh sort špinače na plavajočem sistemu v plitvih bazenih, marec-junij 2010

Namen raziskave:

V pomladanskem delu drugega leta raziskav smo se odločili, da preizkusimo, kako se obnesejo endivije za rezanje in špinača, ki jih gojimo v stiropornih gojitvenih ploščah (84) na plavajočem sistemu, ob različnih načinih dodajanja hranil v bazene in pri uporabi različnih inertnih substratov (perlit; perlit+vermikulit 1:1; perlit + kosmiči kamene volne, 1:1).

MATERIAL IN METODE DELA:

Uporabili smo 2 sorti endivije in 2 sorti špinače in 4 gnojilne raztopine, tako da smo imeli 4 gojitvene bazene velikosti 5 m x 1,5 m x 0,03 m, kamor smo natočili po 220 litrov vode. V 2 bazena smo hranila dodajali s komercialnimi vodotopnimi gnojili in smo jih poimenovali G (gnojilna raztopina oz. H2) in G+N (gnojilna raztopina z dodatkom dušika oz. H2+N), v ostala 2 bazena pa smo hranila dodajali v obliki soli, po napotkih (po Resh-u, 1995) za pripravo hranilnih raztopin za listnato zelenjavo. Ta obravnavanja smo poimenovali H1 in H1+N, ker smo pri eni hranilni raztopini povišali količino dodanega dušika.

Za kontrolo smo gojili endivije tudi v gojitvenih ploščah, kjer smo kot substrat uporabili šotni substrat (šota) in jih postavili na gojitvene mize. Te rastline smo redno zalivali in 1-krat tedensko dognojevali z gnojilnima raztopinama G (H2) in G+N (H2+N).

Vse smo delali v 3 ponovitvah in 2 krat na teden beležili T zraka in merili T vode, pH in EC v »bazenih«

Hranilna raztopina v 4. poskusu:

V preglednicah 1, 2 in 3 je prikazana sestava hranilne raztopine po Resh-u, ki je primerna za gojenje listnatih zelenjadnic na hidroponskih sistemih. V osnovni Resh-ovi raztopini je konc. dušika 190 ppm, v raztopini H1+n (z več dušika) pa smo koncentracijo povečali tako8 na 340 ppm N), da smo dušik dodali z NH₄NO₃.

Preglednica 1: Količina makroelementov za pripravo hranilne raztopine H1 v posodi A

Soli	Zatehtane količine soli, mg/l	Za bazen, g/22l	Za 5 polnjenje bazenov, g/1125 l	Koncentracija makroelementov v ppm (mg/l)						
				N-NO3	N-NH4	PO42-	K+	Ca++	Mg++	SO42-
Ca(NO3)2	818,8	184,23	921,15	140				200		
K2SO4	327,6	73,71	368,55							60,3
KH2PO4	219,7	49,43	247,15			50	63			
NH4NO3	71,4	16,07	80,35	25	25		147			
MgSO4*7H2O	405,6	91,26	456,3						40	52,7
mg/l				165	25	50	210	200	40	113

Preglednica 2: Količina mikroelementov za pripravo hranilne raztopine H1 v posodi B

Soli	Zatehtane količine soli, mg/l	Za bazen, g/22l	Za 5 polnjenje bazenov, g/1125 l	Koncentracija mikroelementov v ppm (mg/l)					
				Mn	Zn	B	Cu	Mo	Fe
H3BO3	2,86	0,6435	6,435			0,5			
MnSO4*4H2O	2,03	0,457	4,57	0,5					
ZnSO4*7H2O	0,44	0,099	0,99		0,1				
CuSO4*5H2O	0,393	0,088	0,88				0,1		
Mo Klorid	0,12	0,027	0,27					0,05	
Fe. kelat	50	11,25	112,5						5
Mg/l				0,5	0,1	0,5	0,1	0,05	5

Preglednica 3: Količina makrohranil za pripravo hranilne raztopine H1 z več dušika

Soli	Zatehtane količine soli, mg/l	Za bazen, g/22l	Za 5 polnjenje bazenov, g/1125 l	Koncentracija makroelementov v ppm (mg/l)						
				N-NO3	N-NH4	PO42-	K+	Ca++	Mg++	SO42-
Ca(NO3)2	818,8	184,23	921,15	140				200		
K2SO4	327,6	73,71	368,55							60,3
KH2PO4	219,7	49,43	247,15			50	63			
NH4NO3	285,7	64,2	321,4	100	100		147			
MgSO4*7H2O	405,6	91,26	456,3						40	52,7
mg/l				240	100	50	210	200	40	113

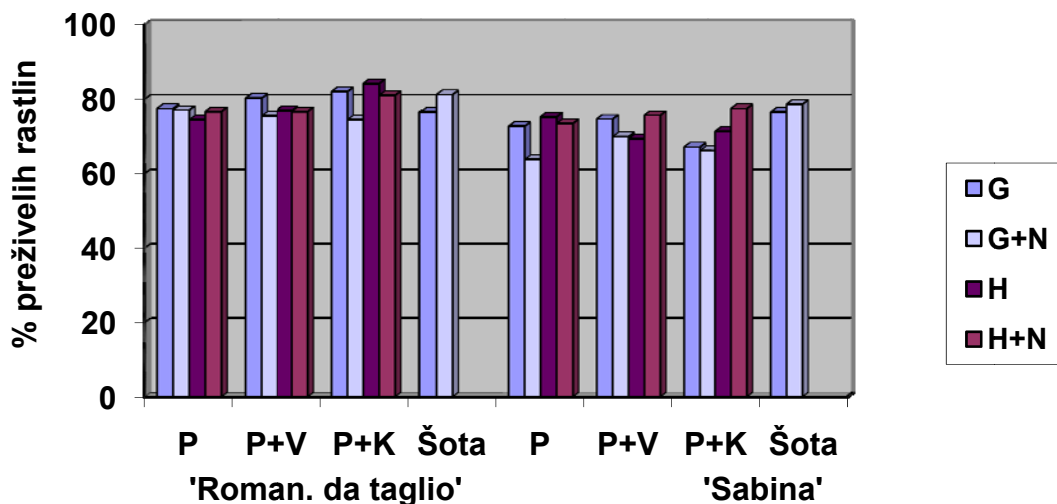
Meritve in analiza rastlin

Pridelek endivije smo pobirali 3 krat, špinačo pa samo enkrat. Meritve in analize rastlin so bile enake kot v prvih treh poskusih: pregledali smo vznik rastlin; iz petih vdolbin s po dvema rastlinama smo rastlinam prešteli število listov, stehali maso in izmerili višino. Na koncu smo izračunali pridelek v kg/m² in po sušenju v sušilniku do konstantne teže (pri 50°C) izračunali sušino v pridelku. V laboratoriju smo nato vzorcem špinače izmerili vsebnost nitratov v pridelku, v odvisnosti od sorte, hranilne raztopine in količine N v hranilni raztopini.

REZULTATI

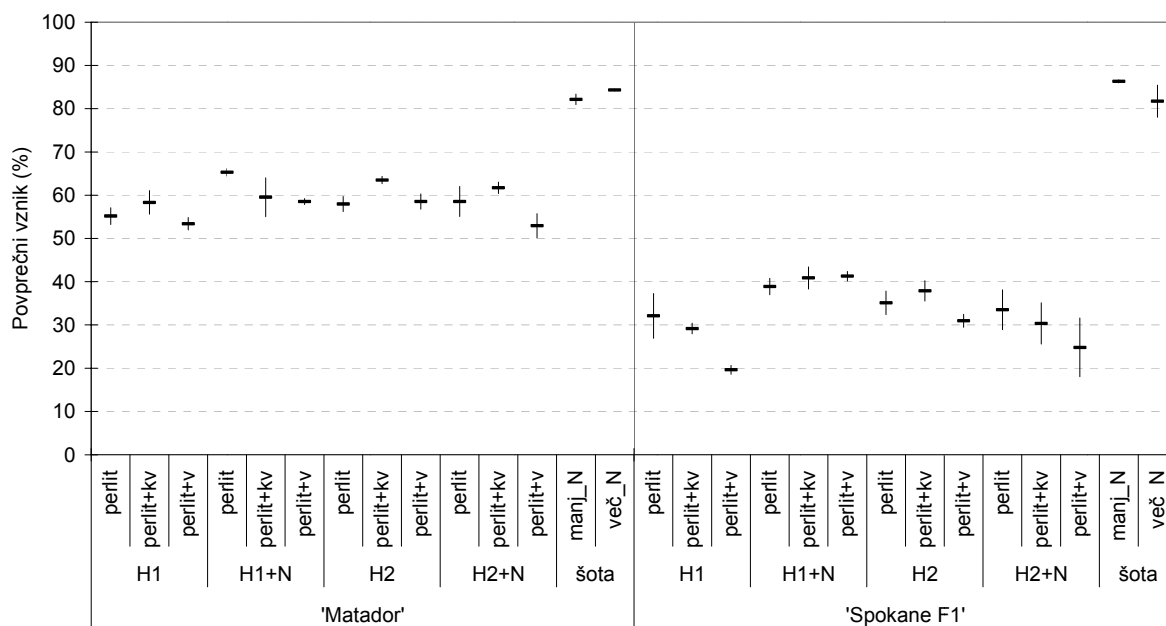
Vzник rastlin - endivija:

Število rastlin na posamezno ploščo smo preverjali na koncu poskusa. Pri obeh sortah je najmanj preživelih pri G+N, vendar razlike niso stat. značilne. Statistično značilno pa so semena bolj kalila v šoti, v primerjavi s perlitom in mešanico perlit+vermikulit.



Slika 1: Odstotek preživelih rastlin endivije pri različnih tehnologijah gojenja

Vznik rastlin - špinača:



Slika 2: Povprečni vznik v % in njegova standardna napaka po obravnavanjih

Tudi pri špinači je bilo podobno kot pri endiviji povprečni vznik rastlin precej višji v šotnem substratu kot povprečni vznik na plavajočem sistemu. Rastline sorte 'Matador' so v povprečju bolje kalile kot rastline sorte 'Spokane F1'. Povprečja vznika so na intervalu od 19,6 % do 86,3 %.

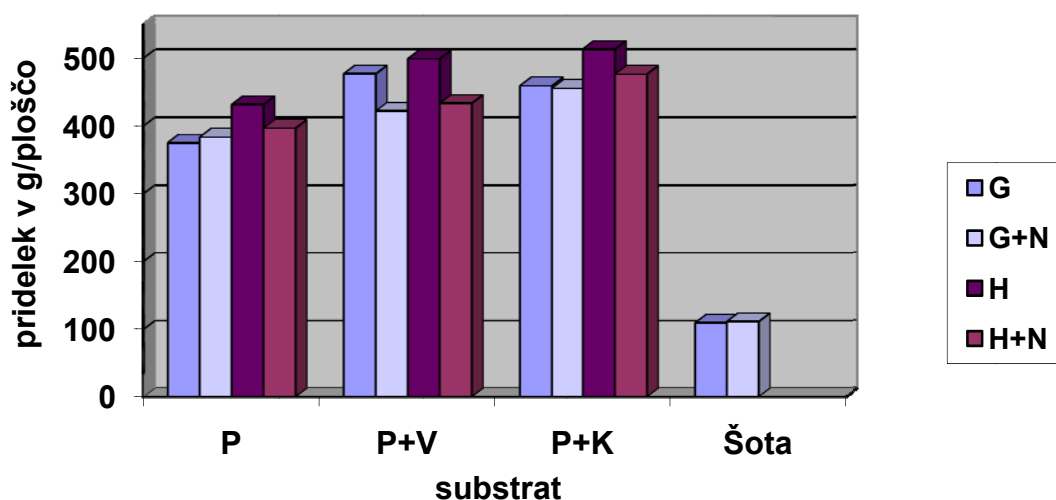
Pridelek (kg/m²) -. endivija

Statistična analiza je pokazala, da je bil pridelek največji pri uporabi hranilne raztopine (H1), medtem ko med ostalimi obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik. Pričakovali smo, da se bo dodatek dušika odrazil na večjem pridelku, a se to ni izkazalo.

Preglednica 4: Pridelek endivije 'Romanesca da taglio' pri posameznih rezeh (datumi rezi: 3,14. in 27. april)

Sorta	Gnojenje	Substrat	Pridelek v g/ploščo				Prid/m ²
			1.rez	2.rez	3. rez	Skupaj	
Romanesca	G	P	154,67	79,33	140,67	374,67	2248,00
da taglio	G	P+V	208,67	101,3	166,00	476,00	2856,00
	G	P+K	216,67	105,00	136,67	458,33	2750,00
	povp.		193,33	95,22	147,78	436,33	2618,00
	H	P	209,33	87,33	134,00	430,67	2584,00
	H	P+V	235,00	104,00	159,33	498,33	2990,00
	H	P+K	256,00	120,00	136,67	512,67	3076,00
	povp.		233,44	103,78	143,33	480,56	2883,33
	G+N	P	160,67	92,67	129,33	382,67	2296,00
	G+N	P+V	190,67	109,33	121,33	421,33	2528,00
	G+N	P+K	204,33	148,33	102,00	454,67	2728,00
	povp.		185,22	116,78	117,56	419,56	2517,33
	H+N	P	149,33	102,00	144,67	396,00	2376,00
	H+N	P+V	184,67	113,33	134,67	432,67	2596,00
	H+N	P+K	196,67	140,33	138,67	475,67	2854,00
	povp.		176,89	118,56	139,33	434,78	2608,67
	G	šota	108,67	-	-	108,67	652,00
	G+N	šota	110,67	-	-	110,67	664,00
	povp.		109,67			109,67	658,00

Glede substratov smo s statistično analizo ugotovili, da je bil pridelek v šoti najslabši, sledil je pridelek v perlitu, največji pridelek pa smo dobili v mešanih substratih – perlit+kam. volna in perlit+vermikulit. Med tema dvema substratoma ni bilo značilnih razlik (slika 3).

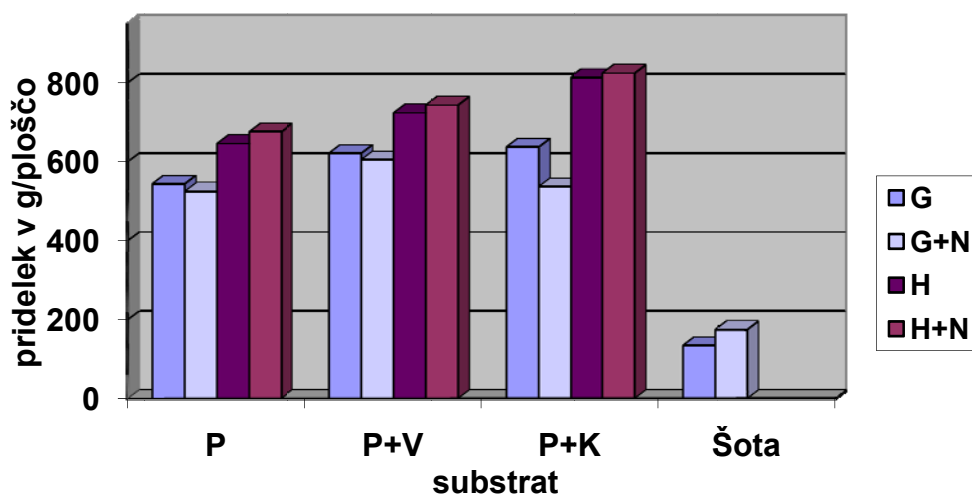


Slika 3: Pridelek endivije 'Romanesca da taglio' na posamezno ploščo, glede na substrat gojenja

Pri sorti 'Sabina' smo dobili zelo podobne rezultate glede substratov. Mešanici substratov sta se bolje obnesli kot sam perlit ali kontrola v šoti. Najboljše gnojenje je bilo s hranilno raztopino (tako H kot H+N), statistično značilno slabši pridelek pa je bil ob dodajanju hranil z vodotopnim gnojilom (obravnavanji G in G+N).

Preglednica 5: Pridelek endivije 'Sabina' pri posameznih rezeh (9 in 22. april in 4. Maj)

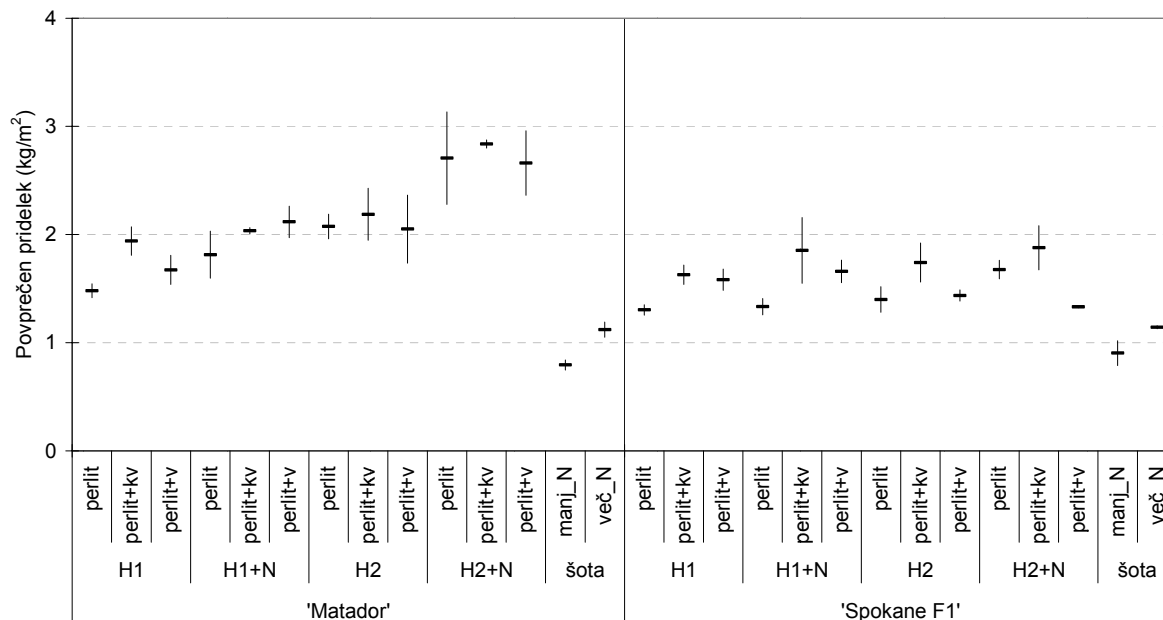
Sorta	Gnojenje	Substrat	Pridelek v g/ploščo				Prid/m ²
			1.rez	2.rez	3. rez	skupaj	
Sabina	G	P	179,33	220,00	144,00	543,33	3260,00
	G	P+V	260,00	218,00	142,67	620,67	3724,00
	G	P+K	257,00	243,00	136,67	636,67	3820,00
	povp.		232,11	227,00	141,11	600,22	3601,33
	H	P	218,33	280,67	146,00	645,00	3870,00
	H	P+V	293,33	292,00	137,33	722,67	4336,00
	H	P+K	311,67	324,00	177,33	813,00	4878,00
	povp.		274,44	298,89	153,56	726,89	4361,33
	G+N	P	200,33	222,00	102,00	524,33	3146,00
	G+N	P+V	278,00	217,33	109,33	604,67	3628,00
	G+N	P+K	203,33	224,67	108,67	536,67	3220,00
	povp.		227,22	221,33	106,67	555,22	3331,33
	H+N	P	185,33	280,00	156,67	622,00	3732,00
	H+N	P+V	252,67	304,67	185,33	742,67	4456,00
	H+N	P+K	321,33	334,00	168,00	823,33	4940,00
	povp.		253,11	306,22	170,00	729,33	4376,00
G	šota	134,00			134,00	804,00	
G+N	šota	174,00			174,00	1044,00	
povp.		154,00				924,00	



Slika 4: Pridelek endivije 'Sabina' na posamezno ploščo, glede na substrat gojenja

Iz preglednice 5 in slike 4 je razvidno, da tudi tu, dodajanje dušika v raztopino ni vplivalo na povečanje pridelka. Med obravnavanji G in G+N, ter H in H+N, ni bilo signifikantnih razlik.

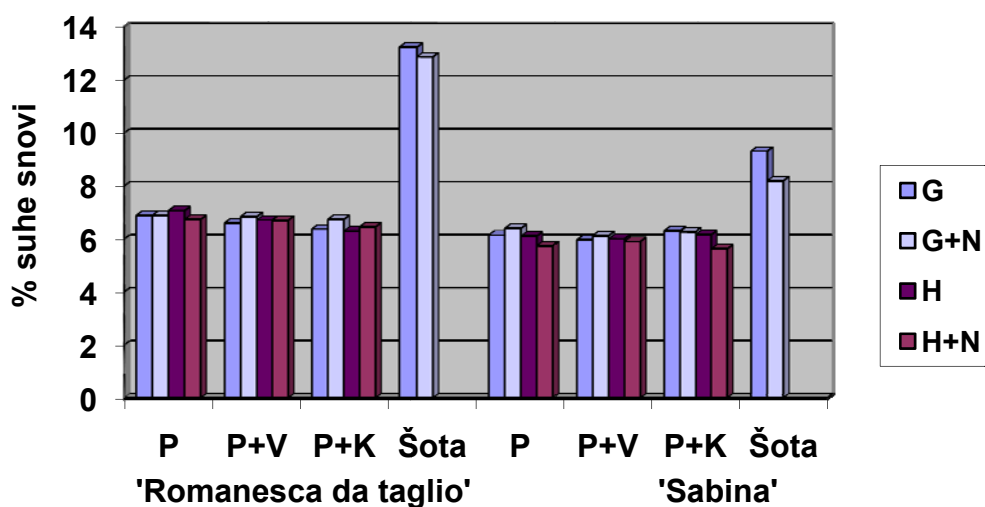
Pridelek (kg/m²) - špinača



Slika 5: Povprečen pridelek (kg/m²) in njegova standardna napaka po obravnavanjih.

Pridelek špinače je bil med 0,79 kg/m² do 2,66 kg/m². Pridelek špinače na plavajočem sistemu je znatno večji kot pridelek špinače v šotnem substratu. Več pridelka je v povprečju dala sorta 'Matador' in manj sorta 'Spokane F1'.

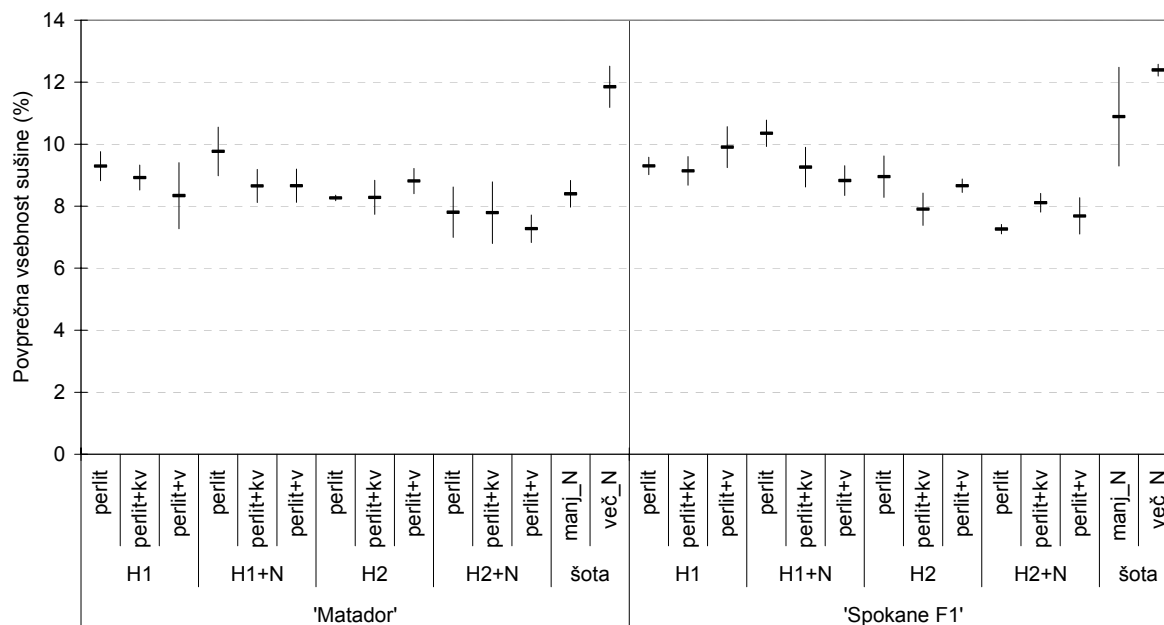
Vsebnost sušine – endivija:



Slika 6: Suha snov (%) v listih 2 sort endivije ('Romanesca da taglio' in 'Sabina') glede na tehnologijo gojenja

Sorta 'Sabina' ima malo manj sušine od 'Romanesca da taglio', kar je bilo pričakovano, glede na to, da je 'Sabina' v tipu eskarijolge, 'Romanesca da taglio' pa je kodrolistna endivija, ki ima manjše listne ploskve in bolj izražene žile. Pri obeh sortah pa je viden izrazito povečan % suhe snovi pri gojenju v šotnem substratu izven bazenov, kar je bilo tudi pričakovano, saj so v enakem obdobju rasti (50-60 dni) bile rastline v plavajočem sistemu 3 krat rezane, v šoti, izven bazenov pa samo 1 krat. Znotraj plavajočega sistema pa rastline niso imele signifikantnih razlik v odstotku suhe snovi.

Vsebnost sušine - špinača:

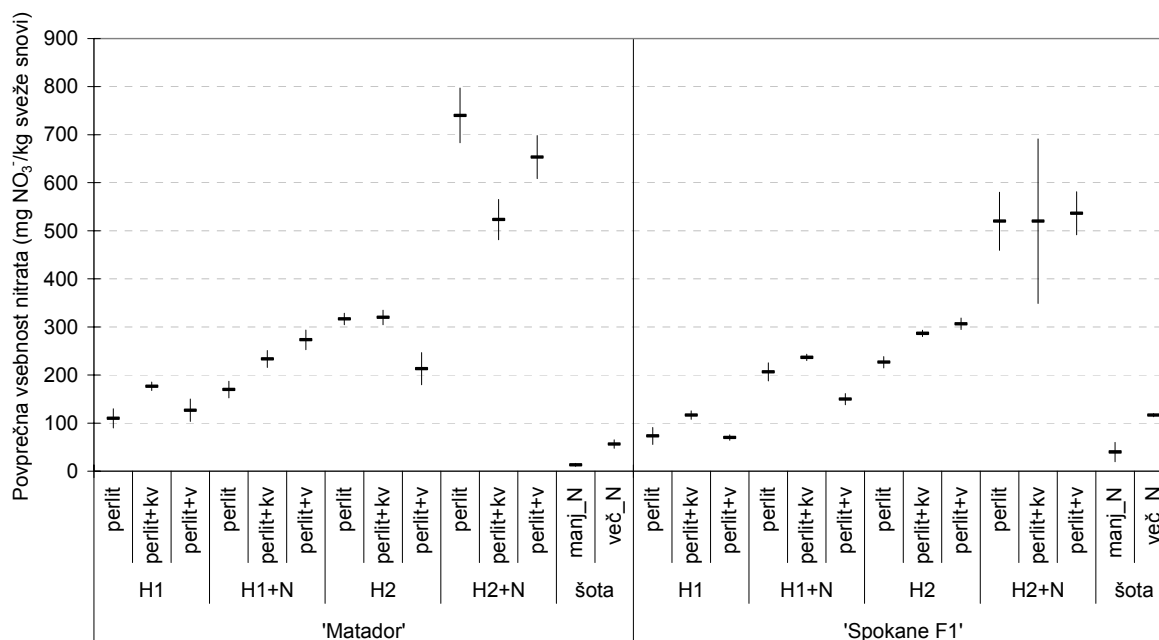


Slika 7: Povprečna vsebnost sušine v % in njena standardna napaka po obravnavanjih

Povprečja vsebnosti sušine so na intervalu od 7,3 % do 12,4 %. Obravnavanja v šotnem substratu imajo v povprečju višjo vsebnost sušine kot obravnavanja na plavajočem sistemu, od tega odstopa le obravnavanje sorte 'Matador' v šotnem substratu z manj dušika, ki sovпада z obravnavanji na plavajočem sistemu.

Vsebnost nitrata v pridelku špinače

Povprečna vsebnost nitrata ($\text{mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže snovi) v hranilni raztopini H2 z dodatkom dušika pri obeh sortah precej odstopa od ostalih podatkov. Najnižja povprečna vsebnost nitrata je bila izmerjena v šotnem substratu. Povprečna vsebnost nitrata je na širokem intervalu od $13,3 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže snovi do $740,0 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže snovi.



Slika 8. Povprečna vsebnost nitrata (mg NO₃⁻/kg sveže snovi) in standardna napaka nitrata po obravnavanjih

SKLEPI:

Na osnovi zbranih rezultatov 4. Poskusa smo prišli do naslednjih sklepov:

- Za gojenje endivije za rezanje v pomladanskem času je plavajoči sistem zelo primeren, saj daje večje pridelke glede na šotni substrat;
-
- Rastlinam endivije je bolj ustrezala hranilna raztopina, ki smo jo pripravili po recepturi (po Resh-u) v primerjavi z enostavneje pripravljeno hranilno raztopino (z raztapljanjem vodotopnega gnojila); pri špinači pa ni bilo razlik v pridelku med rastlinami, ki smo jih gojili v Resh-evi hranilni raztopini (H1) in t.i. gnojilni raztopini (H2) – pripravljene oz vodotopnega trdnega gnojila;
-
- Količina nitratov v pridelku špinače, ki smo jo gojili na plavajočem sistemu je večja od nitratov v kontrolnih rastlinah (šotni substrat), še vedno je pa veliko pod dopustno mejo (2.500 – 4.500 mg/kg sveže mase);
-
- Povečana količina dušika v hranilni raztopini je pozitivno učinkovala na rast in razvoj rastlin in vplivala na večji pridelok – pri endiviji samo v hranilni raztopini H1+N, pri špinači pa tudi v H1+N in H2+N;

Glede na pozitiven učinek povečane količine dušika v hranilni raztopini na pridelok, predlagamo za gojenje spomladanske endivije in špinače v plavajočem sistemu v plitvih bazenih uporabo modificirane hranilne raztopine po Resh-u, s 340 ppm N

II. SKLOP RAZISKAV –

PROUČEVANJE KAKOVOSTI PLODOV NA OSNOVI UGOTAVLJANJA VSEBNOSTI SLADKORJEV, ORGANSKIH KISLIN IN KAROTENOIDOV V PLODOVIH PARADIŽNIKA GLEDE NA TEHNIKO GOJENJA (HIDROPON/TALNO GOJENJE)

UVOD

Tržno naravnano okolje, v katerem živimo, pogostokrat usmerja rastlinsko produkcijo k povečevanju proizvodnje in količine pridelka, večkrat ne glede na sredstva in v nasprotju z delovanjem naravnega okolja, saj na zdravo življenje poleg zadostnih količin pomembno vpliva tudi pestrost in kakovost hrane. Visoka osveščenost potrošnikov o zdravem načinu življenja, kamor v prvi vrsti spada tudi "zdrava prehrana", je prisilila raziskovalce na področju rastlinske produkcije, da proučijo tehnike, s katerimi se da pridelati kakovosten pridelek z visoko vsebnostjo bioaktivnih snovi predvsem iz vrste sekundarnih metabolitov, saj so le te predvsem v sadju in zelenjavi tiste, ki varujejo človekovo telo pred mnogimi kroničnimi boleznimi, ki jih povzročajo prosti radikali, predvsem so to bolezni srca in ožilja ter rakava obolenja. Tako je veliko raziskav usmerjenih v proučevanje vsebnosti naravnih antioksidantov, kot so askorbinska kislina, tokoferol in nekateri pigmenti, predvsem karotenoidi. Številne raziskave so bile že opravljene na plodovih paradižnika, ki so primerni za prehrano ljudi v svežem stanju, veliko pa se ga predela v različne prehrabene izdelke. Lastnosti antioksidantov v paradižniku imajo predvsem tokoferoli in karotenoidi, med katerimi je v zadnjem času najbolj izpostavljen in proučevan likopen, ki naj bi dokazano zmanjševal možnost pojava raka na prostati in preprečeval kardiovaskularne bolezni. Strokovna literatura navaja, da je tvorba likopena v plodovih paradižnika tesno povezana z genotipom rastline (sortno značilna) kakor tudi z rastnimi razmerami (osončenje, temperatura) (Brandt in sod., 2006; Dumas in sod., 2003; Frusciante in sod., 2007). Glede na sorto se vsebnost lahko razlikuje od 20 do preko 100 mg/1 kg sveže snovi, kar pomeni, da lahko z pravilnim izborom sort in lokacije gojenja odločilno pripomoremo k večji vsebnosti sekundarnih metabolitov in s tem k bolj zdravemu in varnemu pridelku v Sloveniji pridelanega paradižnika. Po drugi strani pa lahko tistim rastlinam, ki rastejo v inertnem substratu (hidroponsko gojenje), s pravilnim kombiniranjem hranil v hranilni raztopini in prilagajanjem le-teh razvojnim fazam rastline, ter vzpostavljanjem pravilnega razmerja kationov v hranilni raztopini, povečamo biosintezo in kopičenje antioksidativnih spojin, predvsem karotenoidov, fenolnih spojin in alfa tokoferola plodovih (Fanasca in sod., 2006; 2007, Wold, 2004; Rosati, in sod., 2000).

Delovne hipoteze:

Kakovost plodov paradižnika, ki jo določa vsebnost različnih antioksidativni spojin kot nekateri primarni in sekundarni metaboliti (sladkorji, organske kisline, fotosintetski pigmenti, predvsem karotenoidi in tokoferoli) se bo razlikovala glede na tehnologijopridelovanja – hidroponsko gojenje paradižnika na kameni volni in gojenje v tleh.

MATERIAL IN METODE DELA:

Poskus za ugotavljanje kakovosti plodov visokega paradižnika smo zasnovali v marcu 2010, s setvijo in gojenjem sadik v steklenjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani. Nato smo v aprilu sadike presadili v neogrevan rastlinjak na gredico. Na vzporedno gredico pa smo postavili hidroponski sistem s kameno volno in rastline paradižnika, vzgojene v kockah kamene volne predstavili na sistem. Na gredici smo rastline sadili na razdaljo 50 cm x 50 cm, na kameni volni pa je bila razdalja med ploščami kamene volne 80 cm, razdalj rastlin v vrsti pa je bila 33 cm. V času rasti smo izvajali potrebne oskrbovalne ukrepe (namakanje dognojevanje, pinciranje, privezovanje na oporo, varstvo) in pobirali tehnološko zrel pridelek.

Hranilna raztopina: Za oskrbovanje rastlin na kameni volni smo pripravili hranilno raztopino. Koncentrat smo pripravili v dveh ločenih posodah, da ni prišlo do obarjanja. V 1000 l cisterno smo tedensko napolnili z vodo in dodali odmerek koncentrata tako, da smo v hranilni raztopini dosegli želeno koncentracijo hranil, ki je podana v preglednici. Pri vsakokratni pripravi hranilne raztopine smo dodali še 100 ml kisline (H_2SO_4 , 96%), da smo uravnali pH vrednost hranilne raztopine na 5,5-6,5 pH in EC (električno prevodnost 2-3 mS/cm). Iz cisterne smo hranilno raztopino s pomočjo črpalke črpali v namakalni sistem, ki je bil razpeljan po poskusni parceli vse do rastlin. Tako je imela vsaka rastlina v kocko kamene volne zapičen kapljač z dovodno cevko, preko katerega je rastlini po kapljicah dotekala hranilna raztopina. V začetku poskusa, ko so bile rastline še majhne, se je črpalka vklopila 4 x dnevno, za 5 minut, z rastjo rastlin in njihovih potreb po vodi in hranilih pa smo povečali pogostnost dnevnega namakanja na devetkrat dnevno, vsakič po 8 minut.

Sestava hranilne raztopine za makro in mikroelemente je prikazana v preglednicah 1 in 2.

Preglednica 1: Sestava hranilne raztopine makroelementov po Hoagland & Aronu (Resh, 1997)

Zatehte soli za pripravo 1000 l hranilne raztopine za paradižnike v hidroponu:										
Soli	Količina soli		Kol. soli mmol /l	mg/l						
	g/1000 l	za 5.000 l		N-NO ₃	N-NH ₄	PO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
KNO ₃	505,5	2.527,5	6	84			195			
KH ₂ PO ₄	136,0	680,0	1			31	39			
Ca(NO ₃) ₂	654,7	3.273,50	4	112				160		
NH ₄ NO ₃	80,0	400,0	1	14	14					
MgSO ₄ * 7H ₂ O	486,5	2.432,5	2						48	64
				196	14	31	234	160	48	64

Pripravimo koncentrat 10 l, iz katerega bomo vsakič za pripravo 1000 l hranilne raztopine vzeli po 2 l, kar pomeni, da imamo 10 l koncentrata za pripravo 5000 l hranilne raztopine. To pomeni, da zatehte pomnožimo s 5000 in količine raztopimo v 10 l posodi. Posebej raztapljamo Ca (NO₃)₂ – posoda A, ostale soli v posodi B.

Preglednica 2: Sestava hranilne raztopine mikroelementov po Hoagland & Aronu (Resh, 1997)

Zatehte soli za pripravo 1000 l hranilne raztopine za paradižnike v hidroponu:								
	kol. Soli	za 10.000 l	µg/l					
Soli	mg/l	G	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Fe
H3BO3	1,9	19			330			
MnSO4	2,2	22	550					
ZnSO4	1,4	14		327				
CuSO4	0,19	1,9				48		
Mo Klorid	0,12	1,2					48	
Fe.kelat	17 g	170						840

Pripravimo koncentrat 1 l, nato v 1000 l raztopine odmerimo 100 ml koncentrata, kar pomeni, da moramo zatehte pomnožiti z 10.000, oziroma da imamo koncentrat za 10.000 l hranilne raztopine.

Rastline, ki smo jih gojili v tleh smo fertigacijsko godnojevali po shemi, ki je navedena spodaj. Naenkrat smo fertigirali 4 gredice oz. 120 m² površine.

Datum dognojevanja	Vrsta gnojila	Količina gnojila (kg/ha)	Količina hranil (kg/ha)				Količina dodane vode (1L/120m ²)
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	
10.5	10:5:26	83,3	8,3	4,2	21,6		700
17.5	10:5:26	100	10	5	26		700
24.5	10:5:26	100	10	5	26		700
31.5	Ca(NO ₃) ₂	100	16	/	/	19	700
7.6	10:5:26	100	10	5	26		700
14.6	10:5:26	100	10	5	26		700
21.6	10:5:26	100	10	5	26		700
28.6	Ca(NO ₃) ₂	100	16	/	/	19	700
5.7	10:5:26	100	10	5	26		700
12.7	10:5:26	100	10	5	26		700
19.7	10:5:26	100	10	5	26		700
26.7	Ca(NO ₃) ₂	100	16	/	/	19	700
2.8	10:5:26	100	10	5	26		700
9.8	10:5:26	100	10	5	26		700
16.8	10:5:26	100	10	5	26		700
23.8	Ca(NO ₃) ₂	100	16	/	/	19	700
30.8	10:5:26	100	10	5	26		700
6.9	10:5:26	100	10	5	26		700
13.9	10:5:26	100	10	5	26		700
20.9	Ca(NO ₃) ₂	100	16	/	/	19	700
27.9	10:5:26	100	10	5	26		700
3.10	10:5:26	100	10	5	26		700
Skupaj			248,3	84,2	437,6	95	15400

S fertigacijo so rastline tako dobile 248kg/ha N, 84,2 kg/ha P₂O₅, 95 kg/ha CaO in 437,6 K₂O. Tako so rastline skupno z založnim in fertigacijo prejele 248,3 kg /h N,84,2 kg /ha P₂O₅, 437,6 kg/ha K₂O in 95 kg /ha CaO. Skupna poraba vode je bila 15400(1L/120m²)

V poskus sta bili vključeni dve sorti visokega paradižnika: 'Amati F1' in 'Gardel F1'.

Opis sort

'Amati F1' je indeterminanten tip debelopoldnega paradižnika za svežo uporabo. Rastlina je bujna, s kratkimi internodiji in z zelo dobro izenačenostjo čvrstih plodov. Plodovi so intenzivno rdeče barve, okrogle do ploščato okrogle oblike, primerni za transport. Teža plodov je od 180 do 220 g. Toleranten je na V (*Verticillium dahliae*), ToMV (*Tobacco mosaic virus*), F1 in F2 raso (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*), C5 (*Cladosporium fulvum*) ter N (nematode) (Zehnder, 2004).

'Gardel F1' je indeterminanten tip debeloplodnega, mesnatega paradižnika, namenjen za svežo uporabo, z izvrstno kvaliteto plodov. Rastlina je bujna, razdalja med internodiji je kratka. Plodovi so okrogli do rahlo sploščeni, v tehnološki zrelosti so škrlatno rdeče barve in nimajo zelenega obroča. Teža plodov je 190 do 220 g. Odporen je na C5 (*Cladosporium fulvum*), F1 in F2 raso (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*), FCRR (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*), ToMV (*Tobacco mosaic virus*), TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*) in V (*Verticillium dahliae*) (Semena, 2008).

Poskus smo zasnovali v 4 ponovitvah, vsako ponovitev so predstavljale 3 rastline pri gojenju v tleh in in po 4 rastline pri gojenju na kameni volni.

Kemijske analize plodov:

V času polnega pobiranja plodov (začetek septembra) smo iz vsakega obravnavanja naključno izbrali po 6 plodov, ki smo jih uporabili za kemijske analize vsebnosti sladkorjev, kislin in lipofilnih pigmentov – karotenoidov ter tokoferola.

Ekstrakcija sladkorjev in organskih kislin iz plodov

Plodove paradižnika smo razrezali in zatehtali v čašo 5 g sveže mase ter to prelili z 50 ml bidestilirane vode. To smo homogenizirali z Ultra Torrax T-25 (Ika – Labortechnik). Pripravljene vzorce smo pustili ekstrahirati na sobni temperaturi pol ure. Vmes smo večkrat premešali. Redkejši del smo odlili v centrifugirke, vzorec centrifugirali 7 minut pri 10.000 obratih, nato pa prefiltrirali skozi celulozni filter Chromafil® premerom por 0,45 µm, ter prelili v vialo. Viale z vsebino smo zamrznili pri -20 °C do analiz na HPLC.

Analiza s pomočjo visoko ločljivostne tekočinske kromatografije (HPLC)

Določanje ogljikovih hidratov s HPLC

Vzorce smo analizirali z naslednjimi aparaturami: HPLC sistemom Thermo Separation (TSP), binarno črpalko P2000 (Spectra System), avtomatskim podajalnikom vzorcev AS 1000 (Spectra System) in programsko opremo ChromQuest™ 4.0 za Windows 2000.

Analizirali smo pod kromatografskimi pogoji po Dolenc in Štampar (1997b):

Razplinjevalnik: X-ACT™ Your Research,

Mobilna faza: bi-destilirana voda,

Hitrost pretoka mobilne faze: 0,6 ml/min,

Volumen injeciranja vzorca: 20 μ l,

Analitska kolona: Phenomenex, Rezex 8 % Ca. Monos.,

Delovna temperatura kolone: 65 °C (termostat Mistral tip 800, Sparl Holland),

Temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 10 °C,

Detektor: Shodex RI-71, Čas

analize vzorca: 60 min.

Koncentracije topnih sladkorjev (fruktoza, glukoza, saharoza) in sorbitola smo izračunali po metodi eksterne standarda.

Določanje organskih kislin s HPLC

Vzorci smo analizirali z naslednjimi aparaturami: HPLC sistemom Thermo Separation (TSP), binarno Črpalko P2000 (Spectra System), avtomatskim podajalnikom vzorcev AS 1000 (Spectra System) in programsko opremo ChromQuest™ 4.0 za Windows 2000.

Analizirali smo pod kromatografskimi pogoji po Dolenc in Štampar (1997b):

Mobilna faza: 4mM H₂SO₄,

Hitrost pretoka mobilne faze: 0,6 ml/min,

Volumen injeciranja vzorca: 20 μ l,

Analitska kolona: BIO-RAD Aminex HPX-87H,

Delovna temperatura kolone: 65 °C,

Temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 10 °C,

Detektor: Knauer UV-VIS,

Valovna dolžina: 210 nm,

Čas analize vzorca: 30 min.

Koncentracije jabolčne in citronske kisline smo izračunali po metodi eksterne standarda.

Za določanje sladkorjev (glukoze in fruktoze) smo uporabili standarde proizvajalca Fluka Chemie GmbH (Buchs, Švica).

Pri določanju organskih kislin smo za jabolčno kislino uporabili standard proizvajalca Merck KGaA (Darmstadt, Nemčija), za citronsko kislino pa standarde proizvajalca Fluka Chemie GmbH (Buchs, Švica).

Razmerje med sladkorji in kislinami

razmerje med sladkorji in kislinami smo izračunali po formuli Σ sladkorjev / Σ kislin = $(X_{\text{glukoza}} + X_{\text{fruktoza}} + X_{\text{saharoza}} + X_{\text{sorbitol}}) / (X_{\text{jabolčna kislina}} + X_{\text{citronska kislina}} + X_{\text{šikiminska kislina}})$ za vsako obravnavanje posebej. .

Analiza fotosintetskih pigmentov

Vzorci za analizo pigmentov smo pripravili v laboratoriju Katedre za aplikativno botaniko, ekologijo in fiziologijo rastlin Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete po metodi, ki jo je opisal Pfeifhofer (1989).

Vzorci za analizo pigmentov smo pripravili tako, da smo v epruveto zatehtali 0,2 g zmletih liofiliziranih plodov paradižnika in ekstrahirali s 3 ml hladnega acetona. Homogenizirali smo 20 sekund na ledu. Pri tem smo uporabili homogenizator Ultra turrax (Janke & Kunkel GmbH & Co. KG). Sledilo je centrifugiranje 5 minut na 4200 obratih na minuto pri sobni temperaturi. Supernatant smo prefiltrirali skozi 0,45 µm injekcijski filter (RC-Vliesverstarkt filter, Sartorius AG) v vzorčno stekleničko za analizo. Celoten postopek ekstrakcije smo izvedli v zatemnjenem prostoru.

Analizirali smo naslednje pigmente: lutein, klorofil a, klorofil b, likopen, α-karoten in β-karoten.

Kromatografski pogoji:

HPLC sistem: Spectra-Physics (črpalka P 4000 Spectra system, avtomatski podajalnik
vzorcev AS 1000 Spectra system)

Detektor: UV-vis Spectra focus

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

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

Volumen injiciranja: 20 µl

Mobilna faza: A -100 volumskih enot acetonitrila

-10 volumskih enot bidestilirane vode

-5 volumskih enot metanola

B -2 volumski enoti acetona

-1 volumsko enoto etilacetata

Gradient: linearni gradient od 10% B do 75% B v osemnajstih minutah, nato od 75% do 70% v sedmih minutah in od 70 % do 100% v petih minutah

Pretok mobilne faze: 1 ml/min

Termostat kolone: Mistral tip 88, Spark Holland

T kolone: 5°C

T avtomatskega podajalnika vzorcev: 4°C

Detekcija: 440 nm

Trajanje analize: 30 min

Operacijski sistem: OS/2 standard ed. IBM (SYSLEVEL 5050)

Koncentracije pigmentov smo izračunali po metodi eksterne standarda. Uporabili smo standarde proizvajalca Sigma.

Analiza tokoferola

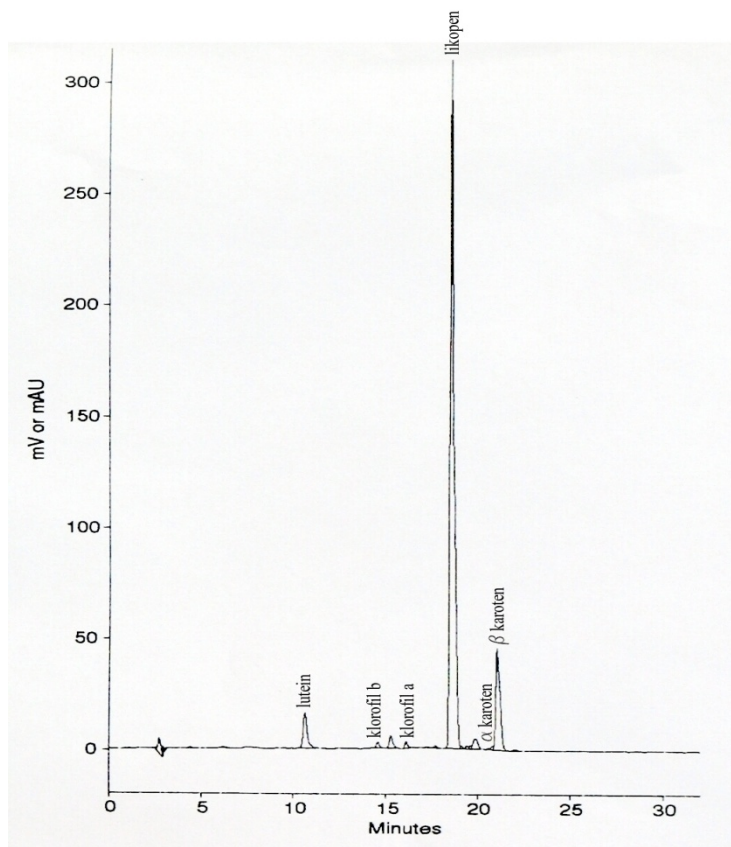
Metodo uporabljeno za analizo tokoferola sta opisala Wildi in Lütz (1996).

Ekstrakte za analizo tokoferola smo pripravili v laboratoriju Katedre za aplikativno botaniko, ekologijo in fiziologijo rastlin Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete na enak način kot ekstrakte za analizo rastlinskih pigmentov.

Kromatografski pogoji:

HPLC sistem: Spectra-Physics (črpalka P 4000 Spectra system, avtomatski podajalnik
vzorcev AS 1000 Spectra system)

Detektor: fluorescenčni detektor
Kolona: Spherisorb ODS2 5U (5 μ m, 250 x 4,6 mm)
Predkolona: Spherisorb ODS2 5U (5 μ m, 50 x 4,6 mm)
Volumen injiciranja: 20 μ l
Mobilna faza: metanol
Pretok mobilne faze: 1 ml/min
T kolone: sobna temperatura
T avtomatskega podajalnika vzorcev: 4°C
Detekcija: ekscitacija 295 nm, emisija 325 nm
Trajanje analize: 30 min



Slika 8: Kromatogram vsebnosti rastlinskih pigmentov v vzorcu paradižnika

Statistična obdelava podatkov

Zbrane podatke smo uredili tabelarično v programu Excel in jih nato statistično obdelali z enosmerno analizo variance (ANOVA) s pomočjo programa Statgraphics Plus 4.0. Razlike med obravnavanji smo testirali s testom mnogoterih primerjav, Duncanov test, pri tveganju $p < 0,05$.

REZULTATI

V preglednica so prikazani rezultati vsebnosti posameznih snovi, ki smo jih določili v plodovih 2 sort paradižnika, ki smo ga gojili na kameni volni (hidroponika) in v tleh.

Vsebnost sladkorjev

V preglednici 1 je prikazana vsebnost glukoze in fruktoze (g/kg sveže mase SM)) glede na sorto paradižnika in tehniko gojenja – talno in hidroponsko (na kameni volni)

Preglednica 1: Povprečna vsebnost sladkorjev, (glukoze in fruktoze v plodovih dveh sort paradižnika, gojenega v tleh in na kameni volni (v hidroponiki)

Sorta	Tehnika	Vsebnost glukoze (g/kg SM)	Vsebnost fruktoze (g/kg SM)	Količina sladkorjev skupaj
'Amati'	Hidropon	4,75 ab	11,51 a	16,27 a
	V tleh	3,88 a	11,16 a	15,03 a
'Gardel'	Hidropon	5,53 b	13,57 b	19,11 b
	V tleh	4,38 a	12,37 ab	16,77 a b

a, b, c ...povprečne vrednosti v stolpcu, ki so označene z isto črko, se med seboj ne razlikujejo statistično značilno pri 5 % tveganju, Duncan test mnogoterih primerjav ($p < 0.05$), $n=9$

Iz preglednice 1 je razvidno, da sta imela na vsebnost sladkorjev v plodovih paradižnika statistično značilen vpliv tako sorta, kakor tudi tehnika gojenja. Največjo vsebnost glukoze smo zabeležili v plodovih paradižnika sorte 'Gardel', gojenega na kameni volni (v hidroponiki). Tudi pri sorti 'Amati' smo v plodovih paradižnika iz hidroponskega sistema zabeležili večjo vsebnost glukoze glede na plodove iste sorte, gojene v tleh.

Vsebnost fruktoze je bila največja v plodovih sorte 'Gardel' iz hidroponskega sistema pridelovanja, prav tako tudi vsebnost skupnih sladkorjev, ki je bila statistično večja od vsebnosti fruktoze v plodovih paradižnika sorte 'Amati' pri pridelovanju v tleh in na hidroponu.

Vsebnost kislin

V preglednici 2 je prikazana vsebnost organskih kislin (citronske, jabolčne glukoze in fruktoze glede na sorto in tehniko gojenja

Preglednica 2: Povprečna vsebnost sladkorjev, (glukoze in fruktoze v plodovih dveh sort paradižnika, gojenega v tleh in na kameni volni (v hidroponiki)

Sorta	Tehnika	Vsebnost citronske kisline (g/kg SM)	Vsebnost jabolčne kisline (g/kg SM)	Vsebnost šikimske kisline (mg/kg SM)	Vsebnost organskih kislin (g/kg SM)
'Amati'	Hidropon	1,49 a	0,0114 a	0,0003464 b	1,4971 a
	V tleh	2,02 b	0,0260 b	0,0002685 b	2,0419 b
'Gardel'	Hidropon	1,34 a	0,0009 a	0,0002596 a	1,3473 a
	V tleh	1,82 ab	0,0229 b	0,0003567 a	1,8386 b

a, b, c ...povprečne vrednosti v stolpcu, ki so označene z isto črko, se med seboj ne razlikujejo statistično značilno pri 5 % tveganju, Duncan test mnogoterih primerjav ($p < 0.05$), $n=9$

Iz preglednice 2 je razvidno, da je bila vsebnost organskih kislin pri obeh sortah statistično značilno večja v plodovih paradižnika, ki smo ga gojili v tleh glede na plodove, ki smo jih pobrali s rastlin, na kameni volni (v hidroponskem sistemu).

Razmerje sladkorji/kislina v plodovih paradižnika

Preglednica 3: Povprečna vsebnost sladkorjev, (glukoze in fruktoze v plodovih dveh sort paradižnika, gojenega v tleh in na kameni volni (v hidroponiki)

Sorta	Tehnika	Vsebnost citronske kisline (g/kg SM)
'Amati'	Hidropon	11,74 ab
	V tleh	9,074 a
'Gardel'	Hidropon	14,76 b
	V tleh	9,217 a

a, b, c ...povprečne vrednosti v stolpcu, ki so označene z isto črko, se med seboj ne razlikujejo statistično značilno pri 5 % tveganju, Duncan test mnogoterih primerjav ($p < 0.05$), $n=9$

Iz preglednice 3 vidimo, da je bilo razmerje sladkorji kislina, pri obeh sortah večje v plodovih iz hidroponskega sistema glede na talno gojenje. Pri sorti 'Gardel' so bile razlike statistično značilne, pri sorti 'Amati' pa ne.

Vsebnost karotenoidov in luteina v plodovih paradižnika

V preglednici 4 so prikazane povprečne vsebnosti karotenoidov, ki smo jih določili v plodovih dveh sort paradižnika, ki smo ga gojili na kameni volni in v tleh.

Preglednica 4: Povprečna vsebnost sladkorjev, (glukoze in fruktoze v plodovih dveh sort paradižnika, gojenega v tleh in na kameni volni (v hidroponiki)

Sorta	Tehnika	Vsebnost luteina (mg/kg SM)	Vsebnost likopena (mg/kg SM)	Vsebnost α -karotena (mg/kg SM)	Vsebnost β -karotena (mg/kg SM)
'Amati'	Hidropon	0,8248 b	13,992 b	0,0812 a	3,8241 a
	V tleh	0,8227 b	13,790 b	0,0660 a	3,6444 a
'Gardel'	Hidropon	0,5287 a	10,493 a	0,0489 a	3,2273 a
	V tleh	0,5834 a	9,212 a	0,0376 a	2,7046 a

a, b, c ...povprečne vrednosti v stolpcu, ki so označene z isto črko, se med seboj ne razlikujejo statistično značilno pri 5 % tveganju, Duncan test mnogoterih primerjav ($p < 0.05$), $n=9$

Iz preglednice 4 je razvidno, da so se plodovi paradižnika v vsebnosti karotenoidov in luteina med seboj razlikovali tako glede na sorto, kot tudi glede na tehniko gojenja. Vsebnost luteina je bila sortno značilna in tehnika gojenja ni imela statistično značilnega vpliva nanj. Prav tako smo ugotovili sortno značilnost glede vsebnosti likopena, za katerega lahko rečemo, da so ga plodovi sorte 'Amati' vsebovali statistično značilno več kot plodovi sorte 'Gardel'. Tehnika gojenja na vsebnost likopena ni imela statistično značilnega vpliva. Pri vsebnosti α -karoten

in β -karotena pa nismo ugotovili vpliva ne sorte ne tehnike gojenja, saj se vsebnosti teh dveh pigmentov v plodovih niso statistično značilno razlikovale glede na sorto in tehniko gojenja.

Vsebnost tokoferolov v plodovih paradižnika

V preglednici 5 so prikazane povprečne vsebnosti tokoferolov (alfa, delta in gama), ki smo jih določili v plodovih dveh sort paradižnika, ki smo ga gojili na kameni volni in v tleh.

Preglednica 5: Povprečna vsebnost sladkorjev, (glukoze in fruktoze v plodovih dveh sort paradižnika, gojenega v tleh in na kameni volni (v hidroponiki)

Sorta	Tehnika	Vsebnost α -tokoferola (mg/kg SM)	Vsebnost δ -tokoferola (mg/kg SM)	Vsebnost γ -tokoferola (mg/kg SM)
'Amati'	Hidropon	5,602 a	0,0237 ab	0,7808 a
	V tleh	5,420 a	0,0436 b	0,8972 a
'Gardel'	Hidropon	5,369 a	0,0 a	0,6640 a
	V tleh	5,094 a	0,0290 ab	0,8972 a

a, b, c ...povprečne vrednosti v stolpcu, ki so označene z isto črko, se med seboj ne razlikujejo statistično značilno pri 5 % tveganju, Duncan test mnogoterih primerjav ($p < 0.05$), $n=9$

Iz preglednice 5 je razvidno, da se vsebnost tokoferolov v plodovih paradižnika ni bistveno razlikovala. Zasledili smo manjši trend zmanjšane količine δ -tokoferola in γ -tokoferola v plodovih paradižnika, ki smo ga gojili v hidroponu – na kameni volni glede na plodove, ki smo jih pobrali z rastlin, gojenih v tleh in trend povečane vsebnosti α -tokoferola v plodovih paradižnika, ki smo ga gojili v tleh, glede na gojenje v hidroponu.

SKLEPI

Na osnovi določitve nekaterih primarnih (sladkorjev in organskih kislin) in sekundarnih (karotenoidov in tokoferolov) smo ugotovili:

- Trend povečane vsebnosti sladkorjev v plodovih paradižnika, pridelanih v hidroponiki (pri sorti 'Gardel' so bile vsebnosti glukoze značilno večje glede na talno vzgojo, pri sorti 'Amati' pa statistično značilnih razlik ni bilo, čeprav je bila vsebnost sladkorjev, tako glukoze kot fruktoze večja v hidroponsko pridelanem paradižniku glede na talno pridelovanje.
-
- Vsebnost organskih kislin je bila pri obeh sortah večja v plodovih pobranih v tleh glede na hidroponsko pridelovanje, pri sorti 'Amati' je bila vsebnost citronske kisline statistično značilno večja v plodovih iz talne pridelave glede na hidroponiko, pri sorti 'Gardel' pa smo opazili le trend povečanja, saj značilnih razlik statistika ni potrdila.
- V vsebnosti karotenoidov so se plodovi med seboj razlikovali le glede na sorto, medtem ko tehnika gojenja ni imela statistično značilnega vpliva;
-
- Na vsebnost tokoferolov nista vplivali ne tehnika pridelovanja niti sorta, ugotovili smo le trend delnega povečanja vsebnosti δ -tokoferola in γ -tokoferola v hidroponsko pridelanih plodovih glede na pridelovanje v tleh

UPORABLJENA LITERATURA

- Fontana E., Nicola S., Hoeberechts J., salighetti D. 2003. Soiless culture system produce Ready-to-eat Corn salad (*Valerionella olitoria* l.) of high quality. Acta Horticulturae, 604: 505-509
- Hensley R. 2003. The float system for producing Tobacco transplants. Tobacco production guide. University of Tennessee. 5: 1 – 16
- Jakše M., Kacjan-Maršič N. 2010. Uzgoj listnatog povrća za rezanje na plutujućem sustavu. 45th Croatian & 5th International Symposium on agriculture. Opatija, Croatia: 576 - 580
- Nicola S., Cantliffe D. 1996. Increasing cell Size and reducing medium Compression Enhance Lettuce transplant Quality and Field Production. University of Florida: 2: 184-189.
- Nicola S., Hoeberechts J., Fontana E. 2004. Rocket (*Eruca sativa* Mill.) and Corn Salad (*Valerianella olitoria* l.): production and shelf-life of two leafy vegetable grown in a soiless culture system. Acta Horticulturae: 633: 509 - 516
<http://www.semenarna.si/solatnice?pg=semenarna-ljubljana> (4. 2. 2011)
- Pravilnik o onesneževalcih v živilih. 2003. Ur. l. RS št. 69/03
- Resh H. M. 1995. Hydroponic food production. Santa Barbara, California: 527 str.
- Ross D.S., Tefteau K.M. 1995. Greenhouse float systems for transplant production. Fact Sheet 690. Cooperative Extension Service, University of Maryland: 4 str.
- Santamaria P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 10-17
- Santamaria P., Elia A., Parente A. in Serio F. 1998. Fertilization Strategies for Lowering Nitrate Content in Leafy Vegetables: Chicory and Rocket Salad Cases. Journal of Plant Nutrition, 21, 9:1791-1803
- Tesi R., Lenzi A., Lombardi P. 2005. Effect in different O₂ levels on leafy vegetables in a floating system. Italy. Department of Agronomy and Land Management, University of Florence