

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Martin Kavšček

**OPTIMIZACIJA RASTNIH POGOJEV ZA HIDROPONSKO VZGOJO
DVEH SORT NAVADNEGA MOTOVILCA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**OPTIMIZATION OF GROWTH CONDITIONS FOR HYDROPONIC
CULTIVATION OF TWO VARIETIES OF CORN SALAD**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je bilo opravljeno v steklenjaku na poskusnem polju Oddelka za agronomijo ter na Katedri za botaniko in fiziologijo rastlin Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za biologijo BF je dne 18.05.2012 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Marjano Regvar, za somentorico doc. dr. Nino Kacjan Maršić za recenzentko pa doc. dr. Katarino Vogel Mikuš.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Aleš KLADNIK, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Marjana REGVAR, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Katarina VOGEL MIKUŠ, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Nina KACJAN MARŠIĆ, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

31.1.2013

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Martin Kavšček

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD DN
DK UDK 581.5:635.57(043.2)=163.6
KG *Valerianella locusta*/motovilec/hidroponično gojenje/rastne razmere
AV KAVŠČEK, Martin
SA REGVAR, Marjana (mentor)/KACJAN MARŠIĆ, Nina (somentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI 2013
IN OPTIMIZACIJA RASTNIH POGOJEV ZA HIDROPONSKO VZGOJO DVEH
SORT NAVADNEGA MOTOVILCA
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP XI, 55 str., 6 pregl., 12 sl., 14 pril., 61 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Hidroponsko gojenje je gojenje rastlin v vodi z ustreznimi hranili. V diplomski nalogi smo primerjali rast dveh sort navadnega motovilca ('Mas' in 'Holandski') v različnih rastnih razmerah. Motovilec smo gojili na hidroponski in klasičen način, v različnih substratih z različnimi gostotami ter z različnimi mešanicami hranil. Poskus je trajal od septembra 2009 do januarja 2010. Sorta 'Holandski' je imel večjo biomaso in pridelek od sorte 'Mas'. Povečana gostota (1620 rastlin/m^2) je negativno vplivala na pridelek rastlin, povečana vsebnost dušika v mineralnih raztopinah ni povečala biomase posameznih rastlin in pridelka. Rastline gojene pri manjši gostoti (1120 rastlin/m^2) so bile nižje ter so imele večje število listov. Potencialni pridelek se je pri rastlinah z večjo gostoto setve bolj razlikoval od realnega kot pri rastlinah z manjšo gostoto setve, kar nakazuje na večjo tekmovalnost rastlin pri večjih gostotah. Rastline gojene na hidroponski način so imele večjo vsebnost vode kot rastline gojene na šoti. Pri hidroponskem gojenju je pridelek v povprečju znašal 1363 g/m^2 , pri klasičnem gojenju v šoti pa 869 g/m^2 .

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN DN
DC UDK 581.5:635.57(043.2)=163.6
CX *Valerianella locusta*/corn salad/hydroponic growing/growth conditions
AU Kavšček, Martin
AA Regvar, Marjana (supervisor)/ KACJAN MARŠIĆ Nina (co-advisor)/VOGEL MIKUŠ Katarina (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Biology
PY 2013
TI OPTIMIZATION OF GROWTH CONDITIONS FOR HYDROPONIC CULTIVATION OF TWO VARIETIES OF CORN SALAD
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XI, 55 p., 6 tab., 12 fig., 14 ann., 61 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Hydroponic cultivation is cultivation of plants in a mineral solution. We have compared the growth of two varieties of corn salad ('Mas' and 'Holandski') under different conditions. We were cultivating corn salad on hydroponic floating system and traditionally in peat with different substrates and mineral mixtures from September 2009 to January 2010. Variety 'Holandski' had bigger yield than variety 'Mas'. Higher density of sowing (1620 plants/m^2) had a positive impact on yield of 'Holandski' variety, whereas higher concentrations of nitrogen did not have an impact on biomass of plants or yield. Plants growing at low density (1120 plants/m^2) were smaller and had less leaves. Potential yield at higher densities was bigger, which shows competition for space at higher densities. Hydroponically grown plants had higher water content than plants grown on peat. Mean yield of hydroponically grown plants was 1363 g/m^2 and mean yield of plants grown in peat was 869 g/m^2 .

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	IX
Kazalo prilog	X
Okrajšave in simboli	XI
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ONTOGENTSKI RAZVOJ RASTLINE	2
2.2 PRIVZEM HRANIL V RASTLINO	3
2.3 POTREBE RASTLIN PO HRANILNIH ELEMENTIH	4
2.3.1 Makroelementi	6
2.3.2 Mikroelementi	10
2.4 SPREMEMBE V PRIVZEMU MINERALOV TEKOM ONTOGENETSKEGA RAZVOJA	11
2.5 VPLIV SVETLOBE NA RAST RASTLIN	11
2.6 VPLIV GOSTOTE NA RAST RASTLIN	12
2.7 HIDROPONSKO GOJENJE RASTLIN	13
2.7.1 Kaj je hidroponika	13
2.7.2 Prednosti in pomanjkljivosti hidroponskega načina gojenja	13
2.7.3 Oprema potrebna za hidroponsko gojenje rastlin	14
2.7.4 Delitev hidroponskih sistemov	14
2.7.5 Opis izbranih hidroponskih sistemov	15
2.7.6 Substrati	17
2.8 MOTOVILEC (<i>Valerianella locusta</i> L.)	18

2.8.1	Naravno rastičče	18
2.8.2	Pridelovanje motovilca po svetu	18
2.8.3	Opis rastline	18
2.8.4	Rastne razmere	19
2.8.5	Gnojenje	20
3	MATERIAL IN METODE	21
3.1	ZASNOVA POSKUSA	21
3.2	MATERIAL	21
3.2.1	Opis sort	21
3.2.2	Gojitvene plošče	22
3.2.3	Hrnilna raztopina (H)	22
3.2.4	Hrnilna raztopina s povečano vsebnostjo dušika (H+N)	23
3.2.5	Gnojilna raztopina (G)	23
3.2.6	Gnojilna raztopina s povečano koncentracijo dušika (G+N)	23
3.3	METODE DELA	24
3.3.1	Setev	24
3.3.2	Oskrba rastlin	24
3.3.3	Spravilo pridelka	24
3.3.4	Statistična obdelava	25
3.3.5	Temperatura in vlaga v steklenjaku	25
3.4	NAMEN RAZISKAVE IN HIPOTEZE	28
4	REZULTATI	29
4.1	Masa rastlin	29
4.1.1	Primerjava hidroponskega in klasičnega načina gojenja	29
4.1.2	Primerjava sveže mase na različnih mešanicah nutrientov	30
4.1.3	Vsebnost suhe mase na različnih mešanicah nutrientov	32
4.2	ŠTEVILLO LISTOV	33
4.3	VIŠINA RASTLIN	34
4.4	REALNI PRIDELEK NA POVRŠINO	36
4.5	PRIMERJAVA POTENCIALNEGA IN REALNEGA PRIDELKA	37
4.6	PRIMERJAVA VPLIVA RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA IZMERJENE RASTNE PARAMETRE	39

5	RAZPRAVA IN SKLEPI	41
5.1	PRIMERJAVA RASTNIH PARAMETROV	41
5.1.1	Šota in hidroponika	41
5.1.2	Primerjava mešanic nutrientov	42
5.1.3	Gostota setve	42
5.1.4	Sorta	44
5.2	PRIDELEK RASTLIN	45
5.3	PRIPOROČILA ZA GOJENJE	46
6	POVZETEK	47
7	VIRI	49
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Količina elementov v rastlinah (Taiz in Zeiger, 2002:74).....	5
Preglednica 2: Koncentracija soli makroelementov (mg/l) ter koncentracije makroelementov v ppm (mg/l).....	22
Preglednica 3: Koncentracija mikroelementov v hranilni raztopini v ppm.....	23
Preglednica 4: Vsebnosti N, P in K v gnojilni raztopini (vrednosti so v ppm)	23
Preglednica 5: Stanje hranilne oz. gnojilne raztopine v različnih bazenih v obdobju gojenja.	27
Preglednica 6: Primerjava vplivov različnih parametrov na pridelek motovilca	40

KAZALO SLIK

Slika 1: Shematski prikaz apoplastne in simplastne transportne poti. (Taiz in Zeiger, 2006:3).....	4
Slika 2: Shema NFT sistema	16
Slika 3: Nihanje temperature v rastlinjaku	25
Slika 4: Prikaz relativne zračne vlažnosti v rastlinjaku. Vrednosti so v %	26
Slika 5: Masa rastlin (\pm standardna napaka) motovilca gojenega na hidroponskem in klasičenm sistemu.....	29
Slika 6: Masa rastlin gojenih na hidroponiki z različnimi mešanicami nutrientov in z različno gostoto	31
Slika 7: Vsebnost suhe mase pri rastlinah gojenih na različnih hidroponskih raztopinah in šoti	32
Slika 8: Število listov rastlin gojenih na različnih hidroponskih raztopinah in šoti	33
Slika 9: Višina rastlin gojenih na različnih hidroponskih raztopinah in šoti.....	34
Slika 10: Realni pridelek rastlin gojenih na različnih hidroponskih raztopinah in šoti.....	36
Slika 11: Primerjava potencialnega in realnega pridelka pri sorti 'Holandski'.....	37
Slika 12: Primerjava potencialnega in realnega pridelka pri sorti 'Masse'	38

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Tukeyev HSD diagram primerjave različnih substratov
- Priloga B: Povprečne mase rastlin \pm standardna napaka (g) in črke, ki označujejo statistično značilnost
- Priloga C: Povprečna vsebnost sušnine rastlin \pm standardna napaka in črke, ki prikazujejo statistično značilnost
- Priloga D: Povprečno število listov rastlin \pm standardna napaka in črke, ki prikazujejo statistično značilnost
- Priloga E: Povprečna višina rastlin \pm standardna napaka (cm) in črke, ki prikazujejo statistično značilnost
- Priloga F: Povprečen pridelek rastlin \pm standardna napaka (g) in črke, ki prikazujejo statistično značilnost
- Priloga G: Primerjava rastnih parametrov in pridelka različnih tretmajev s tretmajem »G Ho G1«. Prikazane so vrednosti p
- Priloga H: Rezultati Tukeyevega HSD testa primerjave mas hidroponskega in klasičnega gojenja
- Priloga I: Rezultati večsmerne ANOVE primerjave mase rastlin
- Priloga J: Tukeyev diagram podobnosti primerjave mas glede na gojitevni bazen
- Priloga K: Rezultati Tukeyevega testa primerjave suhih mas glede na gojitevni bazen
- Priloga L: Tukeyev HSD test primerjave števila listov glede na sorto, gojitevni bazen ter gostoto setve
- Priloga M: Tukeyev HSD test primerjave podobnosti pridelka glede na različni gojitevni bazen ter gostoto setve
- Priloga N: Rezultati večsmerne analize variance (večsmerna ANOVA) na pridelek motovilca

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

G1	Gostota 1120 rastlin/m ² (2 rastlini na sadilno luknjo)
G2	Gostota 1680 rastlin/m ² (3 rastline na sadilno luknjo)
G	Gnojilna raztopina, ročno zmešane soli
G+N	Gnojilna raztopina, ročno zmešane soli z višjo vsebnostjo dušika
H	Hranilna raztopina, komercialno vodotopno gnojilo
H+N	Hranilna raztopina, komercialno vodotopno gnojilo z višjo vsebnostjo dušika
Ho	Sorta 'Holandski'
Ma	Sorta 'Masse'
M1	Substrat: perlit:kamena volna (1:1)
M2	Substrat: perlit:vermikulit (1:1)
S	Substrat: šota

1 UVOD

Hidroponsko gojenje rastlin je v zadnjih letih vse pogostejši način gojenja rastlin v intenzivni pridelavi zelenjadnic in okrasnih rastlin, saj omogoča intenzivnejšo pridelavo vrtnin glede na talno gojenje. V nekaterih primerih tak način gojenja že uspešno nadomešča talno gojenje, predvsem tam, kjer so tla okužena ali drugače degradirana. Hidroponska vzgoja omogoča večji nadzor nad hranili, hkrati pa se povečuje tudi potreba po novih znanjih za pridelovalca vrtnin.

Od talnega gojenja je tako gojenje boljše predvsem zaradi večjega pridelka, boljše kontrole rastnih razmer in manjših težav povezanih s škodljivci. Omogoča tudi manjši negativni vpliv na okolje ter intenzivnejšo proizvodnjo (Morard, 1995).

2 PREGLED OBJAV

2.1 ONTOGENTSKI RAZVOJ RASTLINE

Preprosta zgradba rastlin je posledica sedentarnega načina življenja. Zaradi nezmožnosti sledenja optimalnim pogojem se morajo prilagajati lokalnemu okolju. V nasprotju z živalmi, katerih odraslo telo se v veliki meri zasnuje že med embriogenezo se organi pri rastlinah formirajo tekom celotnega življenja s programi vegetativnega razvoja (Stevees in Sussex, 1989).

Ontogeneza je neprekinjen proces. Ta proces se lahko opiše s fizikalnim časom (dnevi, meseci, leta...), kot tudi z inherentnim biološkim časom posameznega osebka (Harper, 1977).

Poglobljene študije ontogeneze večjega števila rastlinskih vrst so nam omogočile, da smo spoznali osnovne koncepte ontogeneze rastlin (Komarov in sod., 2003).

1. Neprekinjen proces razvoja rastline se lahko razdeli v različne faze. Faze so definirane na podlagi strukturnih indikacij: prisotnost ali odsotnost embrionalnih, juvenilnih ali zrelih morfoloških značilnosti; zmožnost osebka za reprodukcijo ali vegetativno razmnoževanje; razmerje med živimi in mrtvimi oziroma rastočimi in nerastočimi deli osebka.
2. Faze ontogeneze so univerzalne in se aplicirajo na vse rastlinske vrste.
3. Faze ontogeneze se lahko pri različnih rastlinskih vrstah različno izrazijo.
4. Direktna korelacija med ontogenetskim stanjem in absolutno starostjo rastline ne obstaja (Komarov in sod., 2003).

Faze ontogeneze predstavljajo celoten življenjski cikel osebka in jih lahko razdelimo v glavne faze (Gatsuk in sod., 1980):

1. **Seme** je določeno z velikostjo in biomaso, stopnjo razvoja embrija, dolžino in tipom dormance ter s količino in tipom založnih snovi.
2. **Sadika** je ponavadi delno heterotrofna – uporablja tako založne snovi iz semena, kot tudi svoje asimilate. Vsebuje primarno korenino in primarni poganjek.

3. **Juvenilna rastlina** ima preprosto zgradbo. Nekatere embrionalne strukture so še prisotne. Juvenilne rastline imajo nekatere karakteristike, ki jih ne najdemo pri odraslih rastlinah, na primer obliko listov in koreninski sistem.
4. **Nezrela vegetativna rastlina** ima strukture, ki so prehodne med juvenilno in zrelo fazo. Rastlina začne tvoriti stranske poganjke. Listi se dokončno oblikujejo, izjeme so rastline s sestavljenimi listi. Koreninski sistem vsebuje primarno korenino ali njene ostanke in sekundarne korenine. Pri nekaterih rastlinah vsebuje tudi adventivne korenine.
5. **Zrela vegetativna rastlina** ima večino lastnosti zrelih rastlin razen reproduktivnih organov. Razlikovanje med virgilnimi in nezrelimi rastlinami je pri nekaterih vrstah težko, saj sta obe fazi stopnji v ontogenezi med juvenilno in zrelo fazo rastline.
6. **Mlada reproduktivna rastlina** je zelo podobna zreli rastlini. Pojavljati se začnejo reproduktivni organi, vendar je stopnja produkcije semen še zelo nizka. Zasnova novih delov rastline je večja kot umrljivost. Rast v višino je največja.
7. **Zrela reproduktivna rastlina** ima uravnotežen razvoj novih in odmiranje starih delov rastline. Producija biomase in semen je najvišja. Osebki so na vrhuncu ontogenetskega razvoja.
8. **Pri stari reproduktivni rastlini** prevladuje odmiranje. Reproduktivna aktivnost se zmanjša, prav tako se zmanjša rast poganjkov in korenin.
9. **Senilne** rastline praktično prenehajo tvoriti semena in plodove, vegetativne strukture se poenostavijo. Znova se pojavijo juvenilni listi in rast se ustavi.

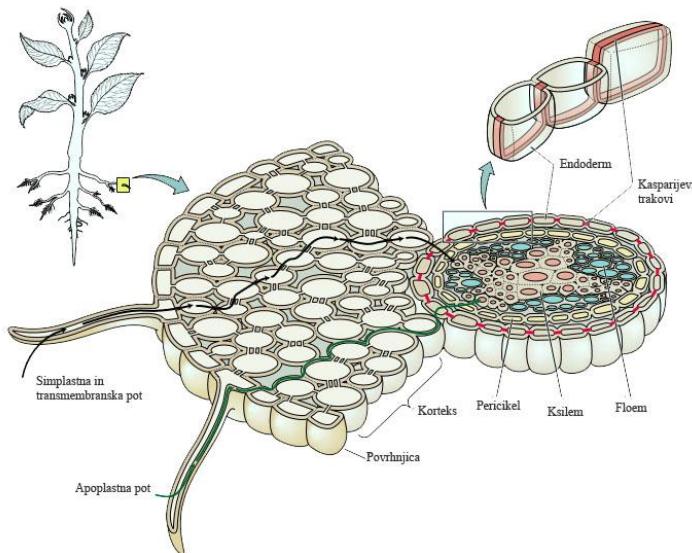
2.2 PRIVZEM HRANIL V RASTLINO

Privzem hranil v rastlino poteka v korenini rastline. Zunanja plast korenine je epidermis, notranja plast pa se imenuje skorja (korteks). Najbolj notranja plast korteksa je endodermis, ki obdaja stelo, ki sestavlja plast pericikla (Marschner, 1995).

Obstajata dve paralelni poti za raztopine mineralov do stele:

- apoplastna pot, pri kateri raztopine potujejo preko celične stene in zunajceličega prostora, ter

- simplastna pot, pri kateri raztopine potujejo iz citoplazme ene celice do citoplazme druge celice preko plazmodezem (Marschner, 1995).



Slika 1: Shematski prikaz apoplastne in simplastne transportne poti. (Taiz in Zeiger, 2006:3)

Plazmodezme so majhne luknje v celični steni, ki povezujejo protoplaste sosednjih celic. Nahajajo se ob plazemski membrani celic in omogočajo prehod določenih molekul med citosolom sosednjih celic. Karboksilne skupine v celični steni koreninskih celic delujejo kot kationski izmenjevalci, kamor difundirajo kationi iz okoliških raztopin. Epidermis ne omejuje raztopin popolnoma, temveč lahko le-te prodrejo preko apoplasta korteksa. Apoplastna pot proti prevodnemu cilindru je omejena s kasparijevimi trakovi, ki predstavljajo hidrofobno bariero v steni endodermalnih celic (Marschner, 1995).

Preko apoplastne poti poteka privzeto ionov v rastlini hitreje kot preko simplastne poti (Kuhn in sod., 2000).

2.3 POTREBE RASTLIN PO HRANILNIH ELEMENTIH

Rastlina za rast in razvoj poleg vode in CO_2 nujno potrebuje anorganske snovi. V procesu fotosinteze sončno energijo pretvarja v ATP, ki ga porabi za tvorbo organskih snovi s fiksacijo CO_2 . CO_2 in vodo dobi iz zraka skozi listne reže oz. preko korenin, anorganske snovi pa večinoma črpa s koreninskimi laski iz substrata, v katerem raste.

Dejavniki, ki določajo, da je element nujno potreben za normalno rast in razvoj rastlin so (Alloway, 1990):

- organizem ne more zaključiti svojega življenjskega cikla brez zadostne količine elementa;
- elementa ne more zamenjati nek drug element;
- element ima neposreden vpliv na organizem in sodeluje v presnovi.

Najpogostejsa delitev elementov na makroelemente in mikroelemente je po Mansonu (1990), ki jih deli na:

- makroelemente: dušik, fosfor, kalij, magnezij, kalcij, žveplo, kisik, vodik in ogljik;
- mikroelemente: železo, bor, baker, cink, mangan, kobalt in molibden.

Preglednica 1: Količina elementov v rastlinah (Taiz in Zeiger, 2002:74)

Element	Kemični simbol	Koncentracija v suhi snovi (v % ali ppm)
Pridobljeni iz vode ali CO₂		
Vodik	H	6
Ogljik	C	45
Kisik	O	45
Makroelementi		
Dušik	N	1,5
Kalij	K	1,0
Kalcij	Ca	0,5
Magnezij	Mg	0,2
Fosfor	P	0,2
Žveplo	S	0,1
Silicij	Si	0,1
Mikroelementi		
Klor	Cl	100
Železo	Fe	100
Bor	B	20
Mangan	Mn	50
Natrij	Na	10
Cink	Zn	20
Baker	Cu	6
Nikelj	Ni	0,1
Molibden	Mo	0,1

Vsebnosti mikroelementov so v ppm, vsebnosti makroelementov in neminerálnih elementov pa v %

2.3.1 Makroelementi

2.3.1.1 Dušik (N)

Rastline anorganski dušik sprejemajo v obliki amonijaka (NH_4^+) in nitrata (NO_3^-) preko plazemske membrane epidermalnih in kortikalnih celic korenin (von Wieren in sod., 1997). Za povečanje privzemne površine so apikalni deli korenin prekriti s koreninskimi laski, ki predstavljajo 70-80 % površine korenin (Marschner, 1995). Amonijak se porabi ali pretvori v druge oblike že v koreninah, nitrat pa se zaradi boljše mobilnosti skladišči v vakuolah korenin in poganjkov. Akumulacija nitrata lahko pomembno vpliva na kakovost zelenjave (Mengel in Kirkby, 1987). Ob nizki dostopnosti dušika zaradi kislega pH, nizkih temperatur in omejene mikrobne aktivnosti lahko pomemben vir dušika predstavljajo aminokisline (von Wieren in sod., 1997).

Korenine absorbirajo nitrat iz zemlje preko različnih nitrat-protonskih kotransporterjev (Crawford in Forde, 2002). Prva stopnja asimilacije nitrata v organske dušikove spojine je redukcija nitrata v nitrit v citosolu (Oaks, 1994). Nitrit je zelo reaktiv, potencialno strupen ion. Zato ga rastline takoj po nastanku transportirajo iz citosola v kloroplaste listov in v plastide v koreninah. V kloroplastih in plastidih encim nitrat-reduktaza reducira nitrit do amonija (Siegel in Wilkerson, 1989).

Rastline potrebujejo dušik v velikih količinah. Nahaja se v nukleinskih in aminokislinah ter v večini celičnih organelov. Znaki pomanjkanja dušika se zaradi visoke potrebe pokažejo izredno hitro. Na starejših listih se pojavijo kloroze in bledikavost, ki se kasneje razsiri tudi na mlajše liste. Zaradi dobre topnosti dušikovih spojin se dušik premešča iz starejših v mlajše, rastoče liste. Nadaljnje pomanjkanje povzroči sušenje in odpadanje listov. (Taiz in Zeiger, 1998). Koncentracije dušika v rastlini se spreminja z rastjo in ontogenetskim razvojem (Ingestad, 1982) in znašajo med 2 in 5 % suhe mase (Benton-Jones, 2005).

2.3.1.2 Fosfor (P)

Fosfor je eden izmed sedemnajstih esencialnih elementov potrebnih za rast rastlin (Bieleski, 1973). Ima ključno vlogo v mnogih procesih, med drugim prenosom energije, sintezo nukleinskih kislin, fotosinteze, glikolizo, celičnim dihanjem, sintezo membran in njihovo stabilnostjo, redoks reakcijami, signalnimi potmi, metabolizmom ogljikovih hidratov in fiksacijo atmosferskega dušika (Vance in sod., 2003). Udeležen je v kontroli ključnih encimskih reakcij ter regulaciji metabolnih poti (Theodorou in Plaxton, 1993). Čeprav je celokupna vsebnost P v zemlji visoka je pogosto prisoten v nedostopnih oblikah (Schachtman in sod., 1998). Fosfor rastline sprejemajo kot ortofosfat (P_i) v obliki PO_4^{3-} in $H_2PO_4^-$, ki se v prsti pojavljata v izredno nizkih koncentracijah od 0,1 do 10 μM (Hinsinger, 2001). Večina študij je ugotovila, da je privzem P najvišji med pH 5,0 in 6,0, kjer se pojavlja več fosfata v obliki $H_2PO_4^-$ (Furihata in sod., 1924).

Ob pomanjkanju fosforja rast rastlin zakrni, listi se obarvajo temno zeleno in imajo točke mrtvih celic – nekroze. Pomanjkanje lahko sproži tvorbo antocianov ter rdeče vijolično obarvanost listov in stebel. Od pomanjkanja dušika se pomanjkanje fosforja razlikuje po tem, da rdečenje listov ne spremi pojavljanje kloroz. Ob dolgotrajnem pomanjkanju fosforja starejši listi odmrejo in odpadejo. Dozorevanje rastlin se podaljša (Taiz in Zeiger, 1998).

Koncentracija v rastlini dosega od 0,05 % do 0,5 % suhe mase, najvišja je v začetku rasti in s starostjo upada (Vance in sod., 2003).

2.3.1.3 Kalij (K)

Kalij je najbolj pogost kation v rastlini, ključen je za prehrano rastlin, tropizme, encimsko homeostazo in ozmoregulacijo (Kochian in Lucas, 1988). Je aktivator mnogih encimov, kation K^+ pa prispeva k pravilnemu osmotskemu potencialu celice. Uravnava delovanje celic zapiralk listnih rež (Epstein, 1966).

Akumulacija kalija je lahko omejujoč dejavnik za rast rastline (Schroeder in sod., 1994). Trenutni modeli predvidevajo, da pri mikromolarnih koncentracijah K^+ , poteka privzem s

pomočjo kotransporta, pri višjih koncentracijah pa s kalijevimi kanalčki (Hirsch in sod., 1998).

Ob pomanjkanju se celice rež zaprejo, kar se kaže v zmanjšani transpiraciji in znižanju ravni fotosinteze. Prvi znaki pomanjkanja kalija so kloroze na robu starejših listov. Kasneje se kloroze razvijejo na vrhu lista in v medžilnem prostoru. Listi se nagubajo in nakodrajo. Stebla rastlin olesenijo in imajo nenormalno kratke internodije. Pomanjkanje kalija v celicah povzroči padec turgorja. Razvoj ksilema in floema se omeji. Odpornost na glivične bolezni, zmrzal in slane rastne razmere se zmanjša. Ob daljšem pomanjkanju poškodbe privedejo do manjše tvorbe zelene biomase, sladkorjev in drugih snovi (Marschner, 1995).

2.3.1.4 Žveplo (S)

Žveplo je strukturni element dveh aminokislin, metionina in cisteina, ki sta esencialni aminokislini primarnega in sekundarnega metabolizma rastlin. Rastline žveplo absorbirajo v obliki SO_4^{2-} aniona (Droux, 2004).

Žveplo ni samo gradnik aminokislin, ampak se pojavlja tudi kot prekurzor sinteze glutationa, kofaktor (na primer v hemu, molibdenskih centrih ter 332-lipoatu), v esencialnih vitaminih (kot biotin in tiamin) ter v sulfidnih estrih (koencim A) (Beinert, 2000). Poleg tega je žveplo gradnik sulfolipidov, komponent kloroplastnih membran (Sanda in sod., 2001).

Pomanjkanje S povzroča manjšo rast, akumulacijo nekaterih proteinov, zmanjšanje privzema CO_2 , aktivnosti rubisca in kloroze mladih listov zaradi zmanjšane fotosintezne aktivnosti (Hawkesford, 2000).

2.3.1.5 Magnezij (Mg)

Magnezij (Mg^{2+}) je najpogosteji dvovalentni kation v citosolu rastline. Vloga magnezija v rastlini je večinoma povezana z zmožnostjo interakcij z nukleofilnimi ligandi. Mg^{2+} je centralni atom v molekuli klorofila in je pomemben za pravilno delovanje mnogih encimov, kot na primer RNK polimeraze, ATPaze, protein kinaze, fosfataze, glutation

sintaze in karboksilaze (Shaul, 2002). V C3 rastlinah pride ob pomanjkanju magnezija do zmanjšane fiksacije CO₂ in posledično nižje stopnje fotosinteze (Benton-Jones, 2005).

Pomanjkanje magnezija povzroča nepopoln metabolizem sladkorjev, kloroze listov, zmanjša vsebnost klorofila, fiksacijo CO₂, stomatalno prevodnost in fotosintezno aktivnost (Yuguan s sod., 2009).

2.3.1.6 Železo (Fe)

Železo se v rastlinah nahaja v dveh valenčnih stanjih (Fe²⁺ in Fe³⁺) (Asien, 1976). Potrebno je za sintezo klorofila in tvori citokrome, ki sodelujejo pri prenosu elektronov pri fotosintezi in dihanju. Tvori tudi encim feredoksin in nitrat reduktazo. Pomaga pri prenosu energije zaradi sposobnosti menjave valence (Fe²⁺ = Fe³⁺+e⁻) (Benton–Jones, 2005).

2.3.1.7 Klor (Cl)

Potreben za delovanje fotosinteze. Deluje kot aktivator encimov med sintezo kisika iz vode (Resh, 1999).

2.3.1.8 Kalcij (Ca)

Kalcij (Ca²⁺) vzdržuje integriteto celične stene, saj je glavni strukturni element osrednje lamele celične stene. Potreben je tudi ob delitvi mitotskega vretena pri celičnih delitvah. Kalcij je vključen v prenos informacij in deluje kot sekundarni sporočevalec pri okoljskih signalih in delovanju hormonov. Je ključen element v kalmodulinu, ki v kalmodulin – kalcijevem kompleksu regulira mnoge metabolne procese.

Pomanjkanje kalcija povzroča kloroze, zvijanje mladih listov, nekroze meristemskih regij in upočasni rast (Dong in sod., 1993).

Koncentracije v rastlini so podobne mikroelementom (Wallace, 1971).

2.3.2 Mikroelementi

2.3.2.1 Mangan (Mn)

Mangan je kofaktor številnih encimov. Nujen je pri cepljenju vode v fotosistemu II. Privzem poteka preko hiperpolarizacije Ca^{2+} kanalčkov in ZIP proteinov v koreninskih celicah (Vert in sod., 2002).

Primarni učinek pomanjkanje mangana v rastlini je padec fotosintetske aktivnosti (Marschner, 1995).

2.3.2.2 Bor (B)

Bor je v naravi široko razširjen v majhnih koncentracijah (Woods, 1994). Predvideva se, da sodeluje v metabolizmu nukleinskih kislin, ogljikovih hidratov in proteinov, indol ocetne kisline, fenolov, pri sintezi celične stene ter pri integriteti in funkciji celične membrane (Marschner, 1995).

2.3.2.3 Cink (Zn)

Cink ima v rastlinah katalitično, regulatorno, strukturno in transportno vlogo. Zastopan je v vseh encimskih razredih v rastlini in je drugi najpogosteje zastopan prehodni element v rastlinah, takoj za železom (Marschner, 1995). Pri večini rastlin se koncentracije cinka v poganjkih gibljejo med 70 in 400 mg/kg (Adriano, 2001).

Zn je za rastline le redko omejujoč dejavnik, večkrat pa se pojavlja v prekomernih koncentracijah. Simptomi pomanjkanja se kažejo kot nekroze vršičkov korenin, medžilne kloroze, krajanje internodijev, zvijanje in zmanjšanje listne ploskve (Broadley in sod., 2007).

2.3.2.4 Baker (Cu)

Baker je esencialen element iz skupine prehodnih elementov. Je strukturen element v regulatornih proteinih in sodeluje v elektronskem transportu v fotosinteznem ciklu, pri

celičnem dihanju, odzivih na oksidativni stres, metabolizmu celične stene in hormonskem signaliziranju (Marschner, 1995).

2.3.2.5 Molibden (Mo)

Molibden je esencialen nutrient, saj je kofaktor nekaterih ključnih encimov v metabolizmu rastlin. Potreben je za delovanje nitrat reduktaze, sulfat oksidaze, ksantin dehidrogenaze in aldehid oksidaze, ki so udeleženi v asimilaciji nitrata, detoksifikaciji sulfida, metabolizmu purinov in pri sintezi abscizinske kisline, avksina in glukozinolatov pri rastlinah (Yoko, 2011).

Pomanjkanje molibdena je bilo opaženo pri različnih vrstah kulturnih rastlin po svetu, posebej na kislih tleh, medtem ko se toksičnost Mo pojavlja redko. Tipični znaki pomanjkanja so kloroze listov, zmanjšana rast in zvijanje listov. V večini primerov so simptomi podobni pomanjkanju dušika (Gupta, 1997).

2.4 SPREMEMBE V PRIVZEMU MINERALOV TEKOM ONTOGENETSKEGA RAZVOJA

Procesi privzema mineralov v rastlino se spreminjajo tekom razvoja rastline (Jensen, 1978). Razvoj rastline pomeni tudi razvoj kompleksnih fizioloških in strukturnih sprememb v rastlini, ki ima različne učinke na privzem ionov v korenine in premeščanje v poganjke (Clarkson in Sanderson, 1970). Za pravilno ontogenezo je potrebna stalna in zadostna količina esencialnih elementov. Privzem, transport in metabolizem različnih mineralov se spreminja tekom rasti in razvoja rastline. Pravilno razmerje med dušikom, fosforjem in kalcijem je pomembno za razvoj, kot tudi rast rastline, medtem ko imajo kalij, magnezij in žveplo predvsem podporno vlogo(Ramage in Williams, 2002).

2.5 VPLIV SVETLOBE NA RAST RASTLIN

Svetloba je eden izmed glavnih faktorjev, ki vpliva na rast rastlin (Hardey, 1929). Za učinkovito fotosintezo je pomembna predvsem svetloba vidnega spektra. Fotosintetsko aktivni del spektra (PAR) približno ustreza valovnim dolžinam vidne svetlobe 380-710 nm.

Poleg PAR ima pomemben vpliv še ultravijolična svetloba, ki sodeluje pri procesu fotoinhibicije in pri indukciji sinteze zaščitnih pigmentov, ki se sintetizirajo z naraščajočo jakostjo sevanja (Larcher, 2001).

2.6 VPLIV GOSTOTE NA RAST RASTLIN

Gostota rastlin je eden izmed najpomembnejših faktorjev, ki določa pridelek, obliko rastlin, spremeni rast in razvoj rastline ter vpliva na metabolizem in razporejanje ogljikovih hidratov (Casal, 1985). Večje gostote rastlin povečujejo tekmovanje za svetlobo, vodo in hrnilne snovi (Sangui in Salvador, 1998).

Fabek s sodelavci (2009) je ugotovil večjo biomaso pri motovilcu gojenem pri gostoti 3000 semen/m² v primerjavi z gostoto setve 2000 semen/m². Žnidarčič in Kacjan-Maršić (2008) sta ugotovila, da je biomasa motovilca največja pri rastlinah gojenih v gojitvenih ploščah s 40 celicami, in manjša pri gojenju v gojitvenih ploščah s 84 ter 160 celicami.

2.7 HIDROPONSKO GOJENJE RASTLIN

2.7.1 Kaj je hidroponika

Hidroponika je definirana kot katerakoli metoda gojenja rastlin brez zemlje kot substrata, pri kateri se anorganska hranila dovajajo izključno preko vodnega medija. Termin je leta 1937 prvi uporabil Gericke (cit. po Savvas, 2003).

Je tehnika gojenja rastlin v hranilni raztopini (voda in gnojila) z ali brez uporabe inertnih substratov, to je substratov, ki ne spreminjajo svojih kemijskih lastnosti in lastnosti drugih snovi, s katerimi so v stiku. Korenine lahko rastejo v vodi (vodne kulture), v navlaženem trdnem in inertnem mediju (agregatne kulture) ali v zraku, ki ga navlažimo z razpršilci (aeroponske kulture) (Osvald, 1997).

Najpomembnejši inertni substrati so: kamena volna, vermikulit, pesek, ekspandirana glina, včasih tudi šota ali žagovina. Hidroponsko gojenje delimo na: tekočinsko (substrata ni) in agregatno (prisotnih je eden ali več zgoraj naštetih substratov) (Jensen in Collins, 1985).

2.7.2 Prednosti in pomanjkljivosti hidroponskega načina gojenja

Hidropontski sistemi imajo tako prednosti kot slabosti glede na klasičen način gojenja.

Prednosti hidroponske vzgoje so (Osvald, 1997):

- pridelava je mogoča na površinah, ki so bile v preteklosti onesnažene in kjer običajna vzgoja ni mogoča;
- intenzivnost pridelave je visoka;
- kontinuiran pridelek in visoka donosnost;
- kolobarjenje ni potrebno, kar vodi v boljšo specializacijo in optimizacijo pridelovanja;
- pojavnost bolezni in škodljivcev je manjša; manj je potrebe po varstvu rastlin in tako tudi manjša poraba insekticidov in fungicidov, ter ukinitve uporabe herbicidov;
- zmanjšano je onesnaženje okolja s hranili in fitofarmacevtskimi sredstvi;

- ustvarjene so optimalne rastne razmere, dodajanje hranil je optimalno in usklajeno s potrebami rastlin;

Wignarajah (1995) navaja še dodatne prednosti hidroponskega gojenja:

- vsa dodana hranila so dostopna rastlinam;
- uporabljamo lahko nižje koncentracije hranil;
- pH hranilne raztopine lahko nadziramo in zagotovimo optimalen privzem hranil;
- ni izgube hranil zaradi spiranja;

Hidroponski sistemi imajo tudi pomanjkljivosti glede na klasičen način vzgoje (Osvald, 1997):

- veliki investicijski stroški;
- potrebno je dodatno znanje in natančnost vodenja proizvodnje;
- hitro širjenje bolezni in škodljivcev ob pojavu le-teh;
- ni koristnih talnih mikroorganizmov;
- vse rastline niso primerne za hidroponski način vzgoje;
- pri nekaterih tehnikah je problem majhna puferska sposobnost hranilne raztopine;
- zaradi hitrega odziva rastlin na rastne razmere je potrebno pogostejše opazovanje rastlin;
- ob izlivu hranilne raztopine obstaja možnost onesnaženja podtalnice.

2.7.3 Oprema potrebna za hidroponsko gojenje rastlin

Zavarovan prostor z ustreznim zračenjem in ogrevanjem je osnova za hidroponsko gojenje. Za vzgojo v plavajočem sistemu (floating system) potrebujemo še bazene, razpršilce za zrak, ki mešajo raztopino in vanjo dovajajo kisik ter primerne hranilne raztopine (komercialne mešanice ali mešanice iz posameznih soli).

2.7.4 Delitev hidroponskih sistemov

Hidroponske sisteme glede na uporabo hranilne raztopine delimo na odprte in zaprte (Benton-Jones, 2005):

- odprti sistemi so sistemi, kjer hranilno raztopino po uporabi zavrzemo;
- v zaprtih sistemih hranilno raztopino po uporabi zberemo in ponovno uporabimo.

Odprtji sistemi so problematični zaradi majhne učinkovitosti, saj se zavržejo voda in esencialni elementi. Pri zaprtih sistemih pa se pojavljajo problemi z dodajanjem vode in kalibracijo pravilnega pH. Do težav prihaja še ob morebitni okužbi s patogenimi organizmi, saj le-ti potem krožijo v hrnilni raztopini, v kolikor jih ne odstranimo z razkuževanjem hrnilne raztopine.

2.7.5 Opis izbranih hidroponskih sistemov

2.7.5.1 Aeroponika

Aeroponika je tehnika, pri kateri rastlinam dovajamo vodo in hrnilne snovi v obliki razprševanja megle aerosolov (Nickols, 2002). Prednost te tehnike pred ostalimi je prezračenost koreninskega sistema, saj korenine rastejo v zraku. S tem se izognemo gnitju korenin. Aeroponika omogoča veliko ekonomičnost porabe esencialnih hrnil in vode. Za gojenje se ne uporablja substrata, saj so rastline pritrjene na plastičnih nosilcih. Potrebno je kontrolirano razprševanje v določenih časovnih presledkih, čemur se prilagodi tudi sestavina hrnilne raztopine (Benton-Jones, 2005).

2.7.5.2 Namakanje s poplavljjanjem (Flood and drain system - FAD)

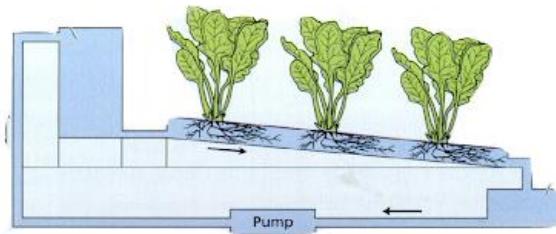
FAD sistem se danes večinoma uporablja pri ljubiteljskih pridelovalcih vrtnin (Benton-Jones, 2005). Pri tem sistemu se gojitvena greda s pomočjo vodne črpalke izmenično polni in prazni s hrnilno raztopino, ki se nahaja pod gredo. Spada med zaprte sisteme, kjer hrnilno raztopino po uporabi zavrzemo in zamenjano z novo. Problematicen je zaradi doveznosti rastlin za koreninske bolezni ter vzdrževanja, ki je sestavljen iz menjave hrnilne raztopine vsake dva do tri tedne ter zamenjave gojitvenega medija (Benton-Jones, 2005).

2.7.5.3 Tehnika hrnilnega filma (Nutrient film technique - NFT)

NFT sistem je razvil Cooper v sedemdesetih letih in je pomenila prvo večjo spremembo hidroponskega gojenja od leta 1930 (Benton-Jones, 2005).

Sistem je zgrajen iz kanalov z naklonom 1%, kamor so pritrjene rastline. Hranilna raztopina počasi (priporočen pretok 1L/min) teče po kanalu in dovaja hranila koreninam, nato pa se steka v rezervoar od koder jo zopet prečrpamo v kanal.

Prednosti NFT sistema so predvsem v nizkih začetnih stroških (Morgan, 1999), nizkih stroških pridelave (Sambo in Forta, 2005), nadzorovani porabi hranil in enostavni uporabi hranilne raztopine (Morard, 1995).



Slika 2: Shema NFT sistema

2.7.5.4 Navpični hidroponski sistem

Prednosti navpičnega hidroponskega sistema so boljša izraba prostora in dobra osvetljenost rastlin (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

2.7.5.5 Vodne kulture

Vodne kulture so najstarejši hidroponski sistemi, ki so jih uporabljali prvi raziskovalci že v 19. stoletju (Benton-Jones, 2005). Sistem je sestavljen iz posod s hranilno raztopino. Rastline so pritrjene skozi ploščo z odprtinami, hranilno raztopino pa prezračujemo s kompresorjem. Sistem zaradi slabega izkoristka hranil ni primeren za komercialno gojenje (Benton-Jones, 2005).

2.7.5.6 Plavajoči hidroponski sistem (Floating sistem)

Plavajoči sistem je hidroponski sistem gojenja rastlin, kjer so rastline posajene v inertnem substratu (kamena volna, perlit, vermiculit, glinopor...) in usidrane na stiroporne plošče. Lete plavajo v plitvih bazenih, ki so napoljeni s hranilno raztopino, v kateri se razraščajo korenine (Jakše in Kacjan-Maršić, 2008).

Plavajoči sistem je uporaben za proizvodnjo rezane zelenjave kot npr. motovilca, rukvice, berivke, dišavnice ...

Plavajoči sistem ima prednosti pred klasičnim načinom gojenja solatnic. Tako je vzdrževanje posevka precej enostavno – ni težav s plevelom, zalivanje in dognojevanje ni potrebno. Rast rastlin je nekoliko hitrejša v primerjavi z gojenjem v tleh ali organskih substratih, saj so hranila lahko dostopna in rastlina nima težav z občasnim pomanjkanjem in viškom vode. Lažje je tudi spravilo pridelka, saj rastline rastejo na mizah, ki so dvignjene od tal. Listi niso umazani, pomembno pa je, da zelenjavo takoj po spravilu spravimo v plastične vrečke (Jakše in Kacjan-Maršić, 2008).

Plavajoči sistem velja za enega cenejših hidroponskih načinov gojenja, saj je investicija manjša kot pri agregatnih sistemih. Ob izpadu električne ali okvari črpalke za zrak so posledice za rastline manj usodne, saj se zaradi velikega volumna vode pH ohranja dalj časa (Jakše in Kacjan-Maršić, 2008).

2.7.6 Substrati

Kot substrat za rast rastlin se v hidroponiki uporabljam različni materiali. Med najbolj uporabljenimi sta steklena in kamena volna, perlit in vermiculit (Morgan, 2003).

2.7.6.1 Kamena volna

Čist, nestrupen, steril in lahek material. Kamena volna dobro zadržuje vodo ter je dobro prezračena. Lahko se jo ponovno uporabi, je inertna in predstavlja idealno okolje za kalitev. Suha lahko povzroči razdraženost kože (Morgan, 2003).

2.7.6.2 Vermikulit

Sterilni, porozen in lahek material. Ima visoko kapaciteto vpijanja vode (petkratna lastna teža), hitro se prepoji z vodo (Morgan, 2003).

2.7.6.3 Perlit

Silikaten, zelo lahek substrat. Dobra kapaciteta vpijanja vode in brez kationske izmenjalne kapacitete. Ob mešanju z vermiculitom je dober substrat za gojenje rastlin (Morgan, 2003).

2.8 MOTOVILEC (*Valerianella locusta* L.)

Motovilec je enoletna zelenjadnica, ki izvira iz plevelne vrste. Ljudski izraz za motovilec je repincelj (Oskar, 2005). Po ključu za določanje semenovk Mala flora Slovenije (Martinčič in sod., 1999) je uvrščen v naslednje sistematske kategorije:

Oddelek: SPERMATOPHYTA – semenovke

Pododdelek: ANGIOSPERMAE – kritosemenke

Razred: DICOTYLEDONEAE – dvokaličnice

Podrazred: SYMPETALIDAE – zraslovenčnice

Družina: VALERIANACEAE – špajkovke

Rod: VALERIANELLA

Vrsta: LOCUSTA

2.8.1 Naravno rastišče

V naravi motovilec raste na travnikih, žitnih poljih in ob robovih polj in poti v Evropi, Severni Afriki ter Aziji od Kavkaza do Indije (Černe, 2000).

2.8.2 Pridelovanje motovilca po svetu

Po predvidevanjih motovilec izhaja s Sardinije in Sicilije. Ostanke motovilca so našli že v izkopaninah iz neolitske dobe ter v starorimskih izkopaninah. V srednjem veku so ga pobirali po poljih pozno jeseni, pozimi in zgodaj spomladji. Gojenje motovilca se je v večjem obsegu začelo v začetku 20. stoletja predvsem v Franciji, Belgiji, Švici, Nemčiji, Veliki Britaniji in Italiji (Černe, 2000). V zahodni in srednji Evropi pozimi pridelujejo motovilec predvsem v rastlinjakih zaradi njegove majhne potrebe po toploti. V Evropi je pridelava motovilca v porastu, tako so se na primer površine za gojenje v Franciji povečale iz 300 ha na 1200 ha (Černe, 2000).

V Sloveniji je bilo v letu 2000 v tržni pridelavi 20,5 ha površin (Černe, 2000).

2.8.3 Opis rastline

Motovilec je enoletnica, ki oblikuje pritlično rozeto s podolgovatimi na koncu širšimi ali v žličko oblikovanimi listi. Listi so temno zelene do rumeno zelene barve. V rozeti je

optimalno 10 do 12 listov, ki so odporni na mraz (Černe, 2000). Pri temperaturi pod 10 °C preide iz rozete v cvet in tvori belo modre cvetove. Večinoma prihaja do samooprašitve. Seme se razvije v tripredalasti plodnici. Plod je rožka (Škof, 2000). Velikost semena je odvisna od sorte in je od 1,5 mm do 2,5 mm dolgo, od 1,5 do 2 mm široko in od 0,8 do 1,2 mm debelo (Černe, 2000). Najboljša kaljivost semena je dosežena po dveh do treh letih.

Korenine razvije na površju, ob manj ugodnih pogojih zrastejo do 60 cm globoko. Stranske korenine se močneje razraščajo v širino. Pri hidroponski vzgoji so korenine bolj plitve, vendar razvijejo lepo rozeto (Černe, 2000).

2.8.4 Rastne razmere

Motovilec je izredno odporen na nizke temperature, saj prenese tudi temperature do -25°C (Černe, 2000). Nizke temperature lažje prenaša pod snežno odejo, če snega ni lahko prihaja do poškodb zaradi mraza in vetra. Manjše rastline so slabše odporne na mraz (Škof, 2000).

Motovilcu ugaja zmerno toplo in vlažno podnebje. Za uspešen vznik in nadaljnjo rast potrebuje temperaturo nad 7 °C, optimalna temperatura za vznik pa je od 15 do 20°C. Najnižja temperatura za rast je 7 do 8 °C, optimalna pa od 15 do 18 °C (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Motovilec nima posebnih zahtev glede vlage. V primerno vlažnih tleh hitreje kali in raste (Škof, 2000).

Za gojenje motovilca so najprimernejša srednje težka humozna in s kalcijem dobro oskrbljena tla, ki niso zapleveljena (Černe, 2000). Primeren je za manj kakovostna in slabše pripravljena zemljišča, čeprav daje boljše pridelke na primerno oskrbovanih in boljših tleh. Priporočljivo je rahljanje do globine 20 cm, čeprav dobro uspeva tudi na zbitih tleh (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

2.8.5 Gnojenje

V globini 30 do 60 cm naj bo pred setvijo motovilca vsebnost dušika minimalno 100kg/ha. Privzem hranil pri motovilcu je dokaj skromen, saj raste na zemljišču razmeroma malo časa. Ker v zimskem času prekriva tla ga je priporočljivo gojiti na vodovarstvenem območju, da jeseni porabi hranila, ki bi se drugače sprala v podtalje. Odvzem hranil za 10 t pridelka je 30 kg N, 12 kg P₂O₅, 45 kg K₂O, 5 kg CaO in 3 kg MgO (Černe, 2000).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 ZASNOVA POSKUSA

Poskus smo izvedli v rastlinjaku Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete jeseni in pozimi 2009/2010.

Uporabili smo dve sorte motovilca, sorto 'Holandski' proizvajalca Semenarna Ljubljana (Ho) in sorto 'Masce' proizvajalca Bejo (Ma). V gojitevne plošče iz ekspandiranega polistirena s 84 vdolbinami smo posejali semena obeh sort z gostoto dveh semen na vdolbino (G1 – manjša gostota) (1120 rastlin/m^2) in z gostoto treh semen na vdolbino (G2 – večja gostota) (1680 rastlin/m^2). Za vsako sorto in gostoto semen smo uporabili dve različni substratni mešanici: perlit in kamena volna v razmerju 1:1 (M1) ter perlit in vermiculit v razmerju 1:1 (M2).

Vsako kombinacijo smo postavili v štiri različne bazene z različnimi hranilnimi oziroma gnojilnimi raztopinami. Klasično smo rastline gojili v gojitevnih ploščah pri obeh gostotah (G1 in G2) v šotnem substratu.

3.2 MATERIAL

Hidroponski sistem je bil postavljen od 29. septembra 2009 do 8. januarja 2010. V poskusu smo primerjali dve sorte motovilca 'Holandski' in 'Masce'.

3.2.1 Opis sort

V poskusu smo uporabili dve sorte motovilca, 'Holandski' proizvajalca Semenarna Ljubljana in 'Masce' proizvajalca Bejo.

3.2.1.1 'Holandski motovilec' (Semenarna Ljubljana)

Holandski motovilec je zgodnja sorta, ki razvije veliko rozeto. Listi so rumeno zeleni, nesvetleči, dolgi, široki in hrapavi. Vsebuje veliko klorofila. Sorta je manj odporna na mraz in primerna predvsem za jesensko setev (Semenarna Ljubljana, 2007).

3.2.1.2 'Masé' (Bejo)

Ta motovilec spada v skupino sort drobnega semena. Rastlina je srčaste oblike z gladkimi, temno zelenimi listi. Zelo je odporna na bolezni (Agrocasol, 2005).

3.2.2 Gojitvene plošče

V poskusu smo uporabili plošče iz ekspandiranega polistirena (stiropor) s 84 vdolbinami, ki jih Ferk (2009) navaja kot najučinkovitejše. Površina ene gojitvene plošče je $0,15 \text{ m}^2$.

3.2.3 Hranilna raztopina (H)

Hranilno raztopino smo pripravili z mešanjem založnih raztopin makro in mikroelementov. Pripravili smo si deset litrov koncentrata, kar je zadostovalo za pet polnjenj bazenov, ki je imel 225 litrov volumna.

Koncentrat $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ smo pripravili v eni posodi, vse ostale soli pa smo zmešali v drugi posodi. Koncentracija dušika je znašala 190 ppm.

Preglednica 2: Koncentracija soli makroelementov (mg/l) in koncentracije makroelementov v ppm (mg/l)

Makroelementi Soli	mg/l	Koncentracije makroelementov v ppm (mg/l)						
		N- NO_3	N- NH_4	PO_4^{2-}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	818,8	140				200		
K_2SO_4	327,6						60,3	
KH_2PO_4	219,7			50	63			
NH_4NO_3	71,4	25	25			147		
$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	405,6					40	52,7	
Skupaj		165	25	50	210	200	40	113

Koncentrat mikroelementov smo pripravili v enolitrski posodi, ki je zadostovala za 10 polnjenj bazenov.

Preglednica 3: Koncentracija mikroelementov v hranilni raztopini v ppm

Soli	mg/l	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Fe
H ₃ BO ₃	2,86			0,5			
MnSO ₄ ×4H ₂ O	2,03		0,5				
ZnSO ₄ ×7H ₂ O	0,44			0,1			
CuSO ₄ ×5H ₂ O	0,393				0,1		
Mo klorid	0,12					0,05	
Fe kelat	50						5
mg/l		0,5	0,1	0,5	0,1	0,05	5

3.2.4 Hranilna raztopina s povečano vsebnostjo dušika (H+N)

Hranilno raztopino s povečano vsebnostjo dušika smo pripravili podobno kot normalno hranilno raztopino, povečali pa smo koncentracijo NH₄NO₃ na 214,3 mg/l. Celokupna koncentracija dušika je tako znašala 290 ppm.

3.2.5 Gnojilna raztopina (G)

Gnojilno raztopino smo pripravili z vodotopnim gnojilom Kristalon N19:P6:K20 + mikroelementi. Želeli smo pripraviti raztopino z enako koncentracijo dušika kot jo je imela raztopina H. V bazen smo zmešali 225 g gnojila (1 g gnojila/L vode).

Preglednica 4: Vsebnosti N, P in K v gnojilni raztopini (vrednosti so v ppm)

N	P	K
190	60	200

3.2.6 Gnojilna raztopina s povečano koncentracijo dušika (G+N)

Raztopino G+N smo pripravili na enak način kot gnojilno raztopino, za povečanje koncentracije dušika na 290 ppm smo dodali NH₄NO₃ v koncentraciji 142,85 mg/l.

3.3 METODE DELA

3.3.1 Setev

Gojitvene plošče smo napolnili s substratom in ročno posadili semena v vsako luknjo glede na predvideno gostoto semen. Plošče smo naključno razporedili na gojitvene mize napolnjene z vodo in vključili zračne črpalke. Kontrole plošče s šoto smo odložili na vzporedno mizo.

Po približno enem tednu so rastline vzklile in v gojitvene mize napolnjene z vodo smo dodali hranilne oz. gnojilne raztopine ter jih dobro premešali.

3.3.2 Oskrba rastlin

Dvakrat tedensko smo z multimetrom preverili abiotske dejavnike v rastlinjaku. Merili smo naslednje dejavnike:

- najnižjo temperaturo od zadnjega merjenja
- najvišjo temperaturo od zadnjega merjenja
- temperaturo v času merjenja
- temperaturo hranilne oz. gnojilne raztopine
- pH hranilne oz. gnojilne raztopine
- električno prevodnost hranilne oz. gnojilne raztopine
- % raztopljenega kisika hranilne oz. gnojilne raztopine
- koncentracijo raztopljenega kisika hranilne oz. gnojilne raztopine

Ob vsaki meritvi smo preverili ali je v bazenih dovolj vode, dotočili odtranspirirano in izhlapelo vodo ter dodali sorazmerno količino hranil.

3.3.3 Spravilo pridelka

Ob tehnološki zrelosti večine rastlin smo pridelek pospravili. Spravilo je potekalo v dopoldanskih urah, saj so takrat koncentracije amonijaka v rastlini najnižje. Iz vsake plošče smo naključno porezali rastline iz petih sadilnih lukenj, stehtali rastline, jim prešteli liste ter jim izmerili višino. Nato smo izmerjene rastline shranili v tekočem dušiku za nadaljnjo

obdelavo. Porezali smo še ostale rastline na plošči IN izmerili pridelek na celotno ploščo. Rastline shranjene v tekočem dušiku smo liofilizirali in stehtali ter tako določili suho biomaso.

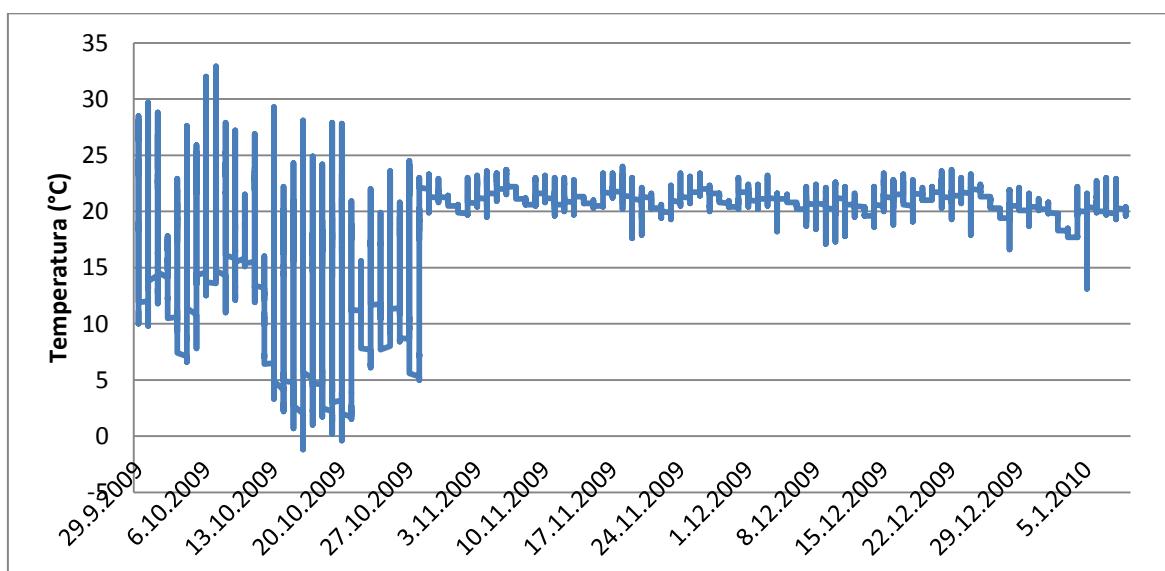
3.3.4 Statistična obdelava

Statistično obdelavo zbranih podatkov smo opravili s programom R studio 0.97.173. Dodatno smo uporabili pakete reshape2, library, ggplot2, nlme, foreign in agricolae. Za ugotavljanje razlik v masah rastlin, številu listov in pridelku smo uporabili test anova ter dvosmerna anova, za računanje statistično značilnih razlik pa smo uporabili posthoc Tukeyev test.

3.3.5 Temperatura in vlaga v steklenjaku

3.3.5.1 Prikaz stanja temperature v obdobju gojenja

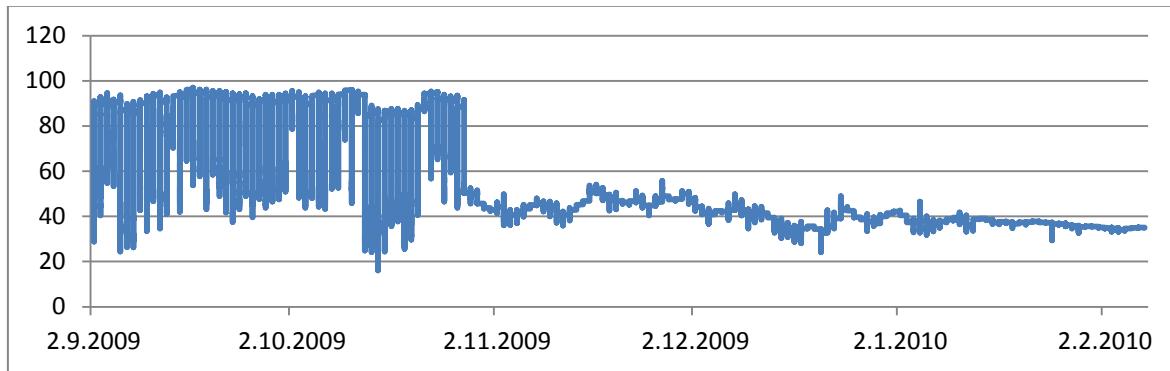
Slika 3 prikazuje nihanje temperature v rastlinjaku. V začetku je zaradi neogrevanja rastlinjaka prihajalo do večjih nihanj v temperaturi, ki pa so se po začetku ogrevanja zmanjšala.



Slika 3: Nihanje temperature v rastlinjaku

3.3.5.2 Prikaz zračne vlažnosti v obdobju gojenja

Slika 4 prikazuje nihanje relativne zračne vlažnosti v rastlinjaku. V začetku je zaradi neogrevanja rastlinjaka prihajalo do večjih nihanj v relativni zračni vlažnosti, ki pa so se po začetku ogrevanja zmanjšale.



Slika 4: Prikaz relativne zračne vlažnosti v rastlinjaku. Vrednosti so v %. Zaradi odsotnosti ogrevanja je v začetku prihajalo do velikih nihanj v zračni vlažnosti.

3.3.5.3 Stanje hrnilne in gnojilne raztopine v obdobju gojenja

Z multimetrom smo enkrat do dvakrat na teden izmerili temperaturo raztopine, koncentracijo raztopljenega kisika, % nasičenosti s kisikom in električno prevodnost.

Preglednica 5: Stanje hrnilne oz. gnojilne raztopine v različnih bazenih v obdobju gojenja

Datum		13.10.	19.10.	27.10.	30.10.	11.11.	20.11.	27.11.	3.12.	9.12.	16.12.
ura		14:30	12:00	14:20	10:00	12:15	12:20	12:10	12:40	12:20	11:50
T zraka (°C)	stanje	24	20	24	22	21	16	15	18	16	9
	min	/	10	7	13	6	14	8	7	11	7
	max	/	25	30	27	26	25	20	23	20	12
Gnojilna	T H ₂ O	17,6	14,2	21,5	15,6	18,3	17,5	17,9	18,6	17,5	17,6
	pH	8,4	7,8	7,42	7,3	7,25	7,6	7,32	7,2	7,5	7,35
	EC	0,9	0,79	0,71	0,7	0,82	0,85	0,83	0,88	0,92	0,73
	O ₂ (%)	/	93,6	85,4	93,1	92,1	94,2	93,2	92,8	92,5	93,3
Hrnilna	T H ₂ O	16,5	14,1	21,7	17,6	18,4	17,6	17,9	18,4	17,6	17,4
	pH	8,1	7,5	7,24	7,4	7,2	7,3	7,2	7,1	7,3	7,5
	EC	1,96	1,75	1,65	1,58	1,52	1,68	1,61	1,57	1,65	1,61
	O ₂ (%)	/	93,6	89,9	92,8	93,1	32,9	93,6	93,2	90,8	92,6
Gnojilna + N	T H ₂ O	17	14,4	21,5	17,8	18,2	17,7	17,5	18,2	17,4	17,2
	pH	7,9	7,9	7,41	7,3	7,4	7,4	7,1	7,3	7,2	7,4
	EC	1,2	1,31	1,15	1,25	1,21	1,15	1,29	1,24	1,3	1,22
	O ₂ (%)	/	95,5	93,2	93,1	93,2	31,9	93,5	93,6	91,6	92,9
Hrnilna + N	T H ₂ O	15,3	14	21,8	17,5	18,3	18	17,8	18,1	17,6	17,5
	pH	7,6	7,8	6,9	7,1	7,2	7,4	7	7,2	7,2	7,3
	EC	2,23	1,94	1,83	1,79	1,73	1,68	1,78	1,73	1,68	1,75
	O ₂ (%)	/	94	93,2	92,8	93,5	931	93,8	92,5	93,7	91,9

3.4 NAMEN RAZISKAVE IN HIPOTEZE

Namen naše raziskave je bil ugotoviti potrebe izbranih sort motovilca po vsebnosti nutrientov in primerjati različne načine vzgoje (substrat, gostota gojitvenih plošč, koncentracija hranilne raztopine) in izdelati priporočilo za optimalno vzgojo (gostota setve, sorta motovilca, tip substrata, količina dušika v raztopini) v komercialne namene.

S poskusom želimo dokazati naslednje hipoteze:

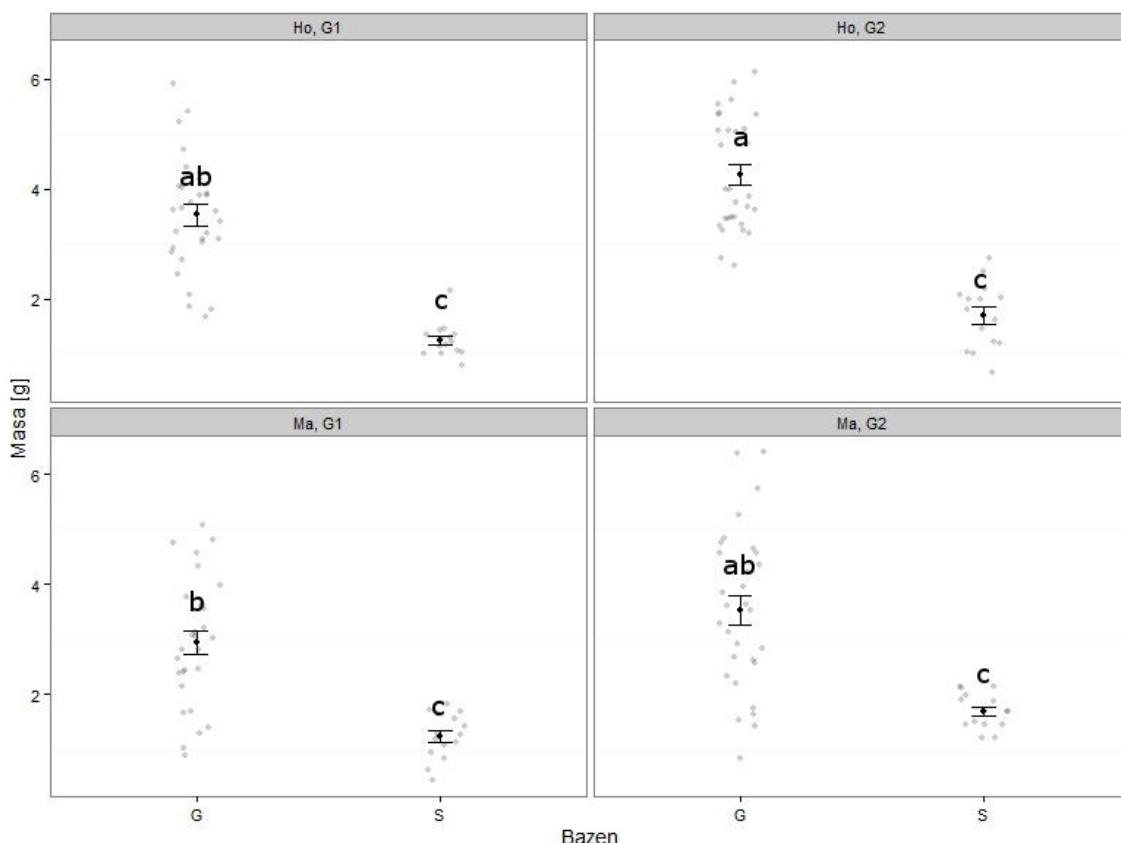
- Gojenje na hidroponski način daje večje pridelke kot gojenje na klasičen način.
- Sorti se razlikujeta tako po številu listov, višini kot tudi pridelku.
- Višja gostota rastlin ne pomeni nujno višjega pridelka.
- Način gojenja ne bo imel značilnih učinkov na morfološke značilnosti rastlin pri enaki starosti (število listov, velikost).
- Višja koncentracija dušika poveča biomaso rastlin in pridelek.
- Hranilna raztopina pripravljena iz založnih raztopin bolj učinkovito zadosti potrebam motovilca od gnojilne (Kristalon) raztopine.

4 REZULTATI

4.1 MASA RASTLIN

4.1.1 Primerjava hidroponskega in klasičnega načina gojenja

Primerjali smo maso obeh sort rastlin gojenih na šoti in gnojilni raztopini pri različnih gostotah. Substratne mešanice uporabljene pri hidroponskem gojenju (perlit:vermikulit (1:1) in perlit:kamena volna (1:1)) ne vplivajo značilno na rastne parametre (priloga A), zato smo rezultate združili, saj med njima nismo opazili razlik v masi ali pridelku rastlin.



Slika 5: Masa rastlin (\pm standardna napaka) motovilca gojenega na hidroponskem in klasičenm sistemuh

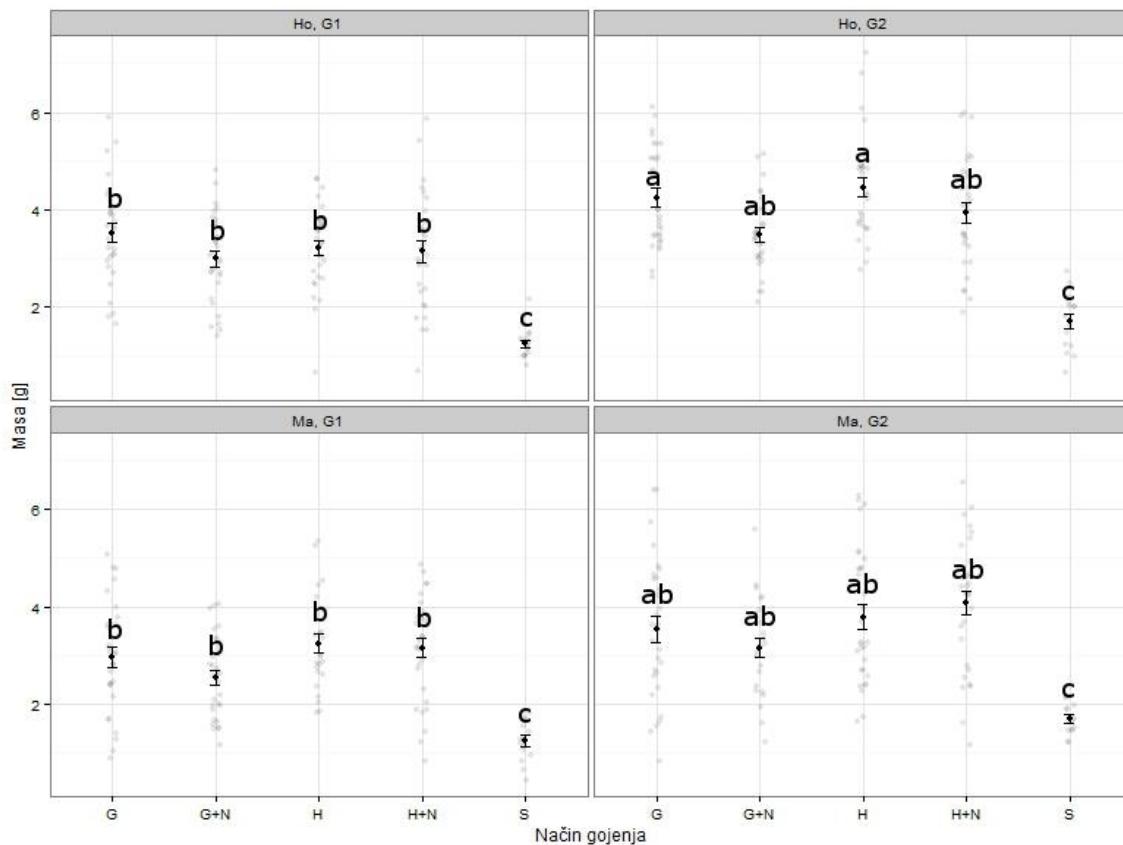
Predstavljena je srednja vrednost ($n=25$) \pm standardna napaka. Ho - sorta 'Holandski', Ma - sorta 'Masce', G1 - gostota 1120 rastlin/ m^2 , G2 - gostota 1680 rastlin/ m^2 , G - hidroponsko gojenje na gnojilni raztopini, S - šotni substrat. Analiza variance dvosmerna ANOVA ($p<0,05$). Rezultate smo testirali s posthoc Tukey-evim testom. Statistične razlike smo označili s črkami.

Pri primerjavi klasične in hidropomske vzgoje smo v vseh primerih ugotovili statistično značilno nižjo maso rastlin gojenih na klasičen način. Med različnimi gostotami pri obeh sortah gojenih na šotnem substratu nismo opazili statistično značilnih razlik. Masa rastlin sorte 'Holandski' gojena pri večji gostoti (1680 rastlin/m^2 - G2) je bila statistično značilno večja od mase rastlin sorte 'Masce' gojenih pri manjši gostoti (1120 rastlin/m^2 - G1) (slika 5).

Največjo maso so imele rastline sorte 'Holandski' gojene pri višji gostoti z gnojilno raztopino, in sicer $4,25 \pm 0,20 \text{ g}$, najnižjo pa rastline sorte 'Masce' gojene na klasičen način – $1,25 \pm 0,08 \text{ g}$. Ostale povprečne biomase rastlin so navedene v prilogi B.

4.1.2 Primerjava sveže mase na različnih mešanicah hrani

Svežo maso rastlin gojenih na hidroponski način smo primerjali glede na bazen z različnimi mešanicami hrani pri večji in manjši gostoti rastlin. Statistično značilnih razlik znotraj manjših gostot obeh sort nismo opazili (slika 6).



Slika 6: Masa rastlin gojenih na hidroponiki z različnimi mešanicami nutrientov ter z različno gostoto

Predstavljena je srednja vrednost ($n=30$) \pm standardna napaka. Ho - sorta 'Holandski', Ma - sorta 'Mas' G1 - gostota 1120 rastlin/m², G2 - gostota 1680 rastlin/m². G - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino, G+N - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino s povišano vsebnostjo N, H - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino, H+N - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino s povišano vsebnostjo N, S - klasičen način gojenja v šoti. Analiza variance dvosmerna ANOVA ($p<0,05$). Rezultate smo testirali s posthoc Tukey-evim testom. Statistične razlike smo označili s črkami.

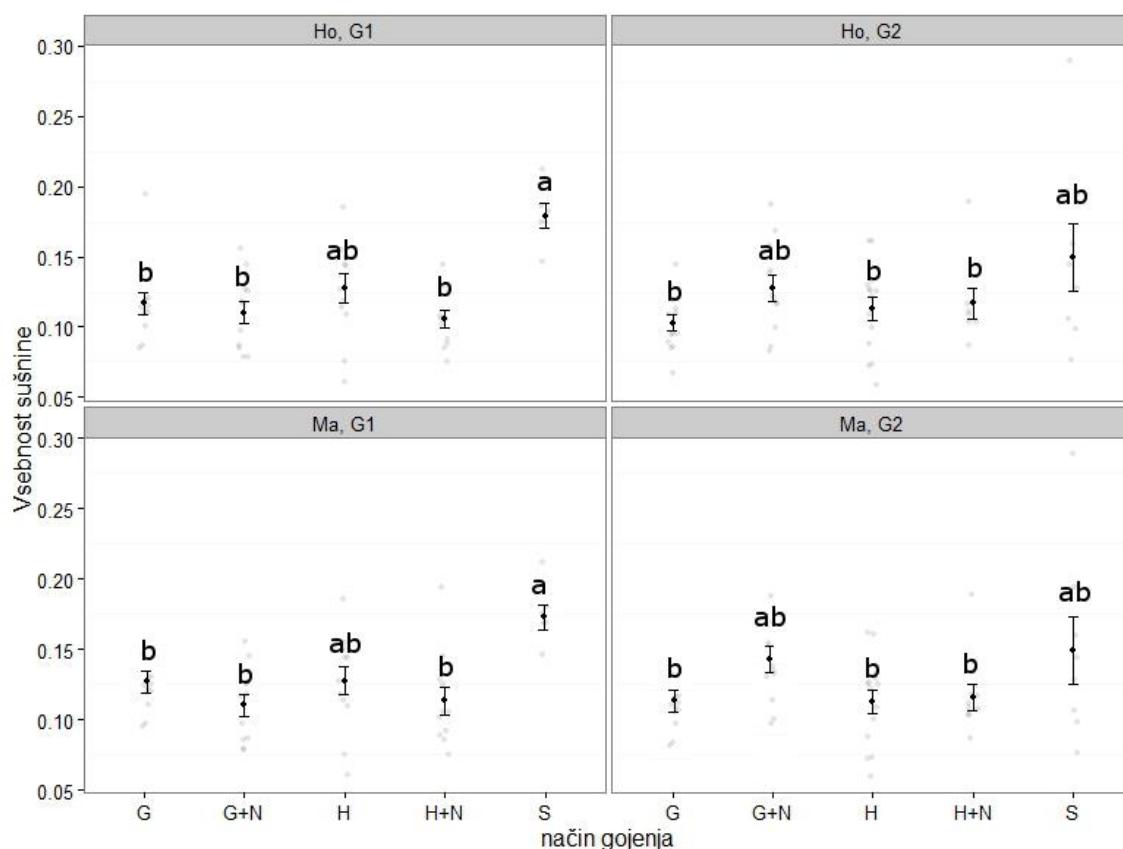
Pri večji gostoti na gnojilni (G), hranilni (H) in hranilni raztopini z dodatkom dušika (H+N), je imela sorta 'Holandski' večjo svežo biomaso od rastlin vzgojenih pod enakimi pogoji pri nižji gostoti (slika 6), sorta 'Mas' pa ni imela statistično značilnih razlik med masami.

Pri sorti 'Holandski' gojeni na hidroponski način so imele največjo maso rastline gojene na hranilni raztopini pri večji gostoti ($4,39 \pm 0,23$ g), najmanjšo pa rastline gojene na gnojilni raztopini z dodatkom dušika pri manjši gostoti ($3,02 \pm 0,14$ g). Sorta 'Mas' je dosegla največjo povprečno maso na gnojilni raztopini z dodatkom dušika pri manjši gostoti ($2,59$

$\pm 0,16$ g), največjo maso pa na hranilni raztopini z dodatkom dušika ($4,33 \pm 0,24$ g). Vrednosti ostalih povprečnih biomas so navedene v prilogi B.

4.1.3 Vsebnost suhe mase na različnih mešanicah nutrientov

Vsebnost suhe mase rastlin smo določili z liofilizacijo in tehtanjem rastlin ter ugotovili statistično značilne razlike med rastlinami gojenimi na hidroponiki ter gojenjem v šotnem substratu. Primerjali smo vsebnost sušine pri obeh gostotah gojenja (slika 7).



Slika 7: Vsebnost suhe mase pri rastlinah gojenih na različnih hidroponskih raztopinah in šoti

Predstavljena je srednja vrednost ($n=24$) \pm standardna napaka. G - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino, G+N - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino s povišano vsebnostjo N, H - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino, H+N - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino s povišano vsebnostjo N. S –klasičen način gojenja na šoti. Analiza variance dvosmerna ANOVA ($p<0,05$). Rezultate smo testirali s posthoc Tukey-evim testom. Statistične razlike smo označili s črkami.

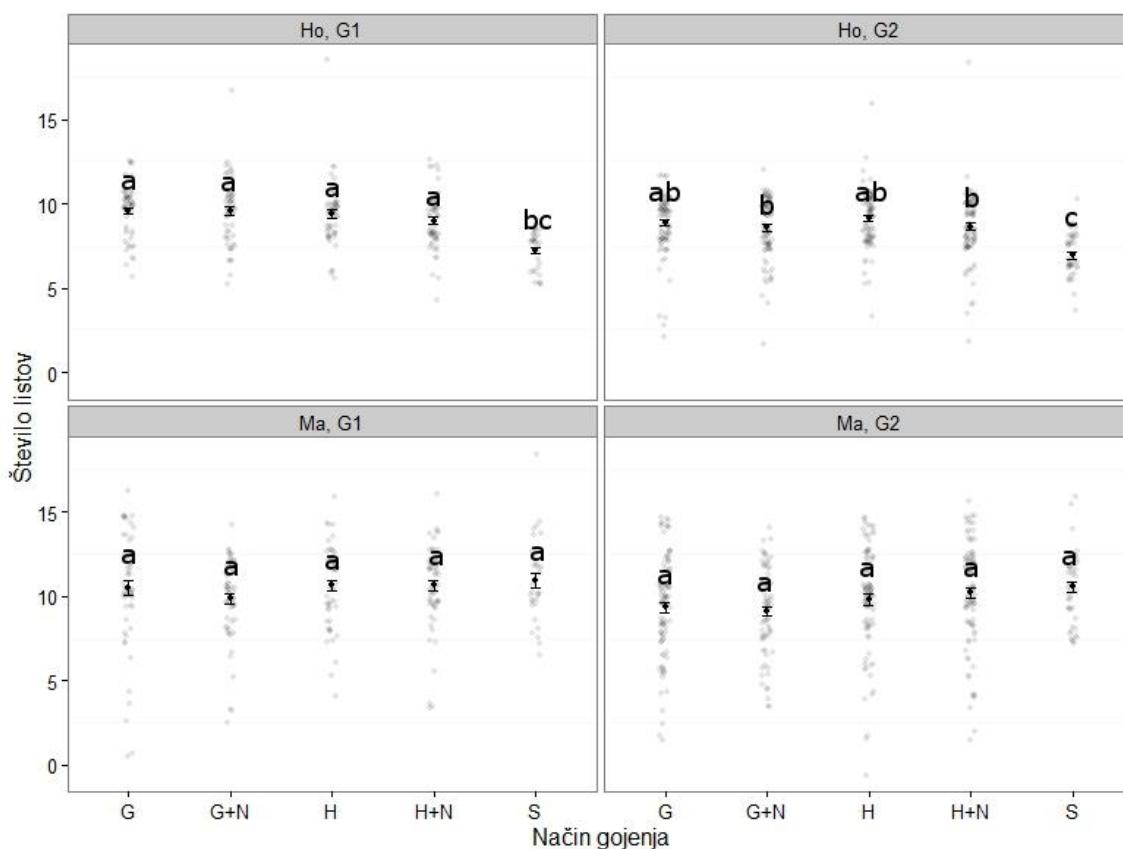
Kljub najnižjim vsebnostim sveže mase rastlin vzgojenih na šotnem substratu (slika 6) so imele rastline obeh sort gojene na klasičen način v šoti pri manjši gostoti večjo vsebnost suhe mase kot rastline gojene na hidroponski način (slika 7). Pri večji gostoti zaradi večje

variabilnosti rastlin učinek ni bil statistično značilen. Statistično značilnih razlik med obema sortama nismo opazili (priloga I).

Vse povprečne vrednosti vsebnosti suhih mas v rastlinah so navedene v prilogi C.

4.2 ŠTEVILO LISTOV

Primerjali smo število listov rastlin pri različnih gostotah. Pri sorti 'Mase' statistično značilnih razlik v številu listov nismo opazili (priloga J).



Slika 8: Število listov rastlin gojenih na različnih hidroponskih raztopinah in šoti

Predstavljena je srednja vrednost ($n=81$) \pm standardna napaka. Ho - sorta 'Holandski', Ma - sorta 'Mas', G - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino, G+N - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino s povišano vsebnostjo N, H - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino, H+N - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino s povišano vsebnostjo N, S - klasičen način gojenja v šoti. Analiza variance dvosmerna ANOVA ($p<0,05$). Rezultate smo testirali s posthoc Tukey-evim testom. Statistične razlike smo označili s črkami.

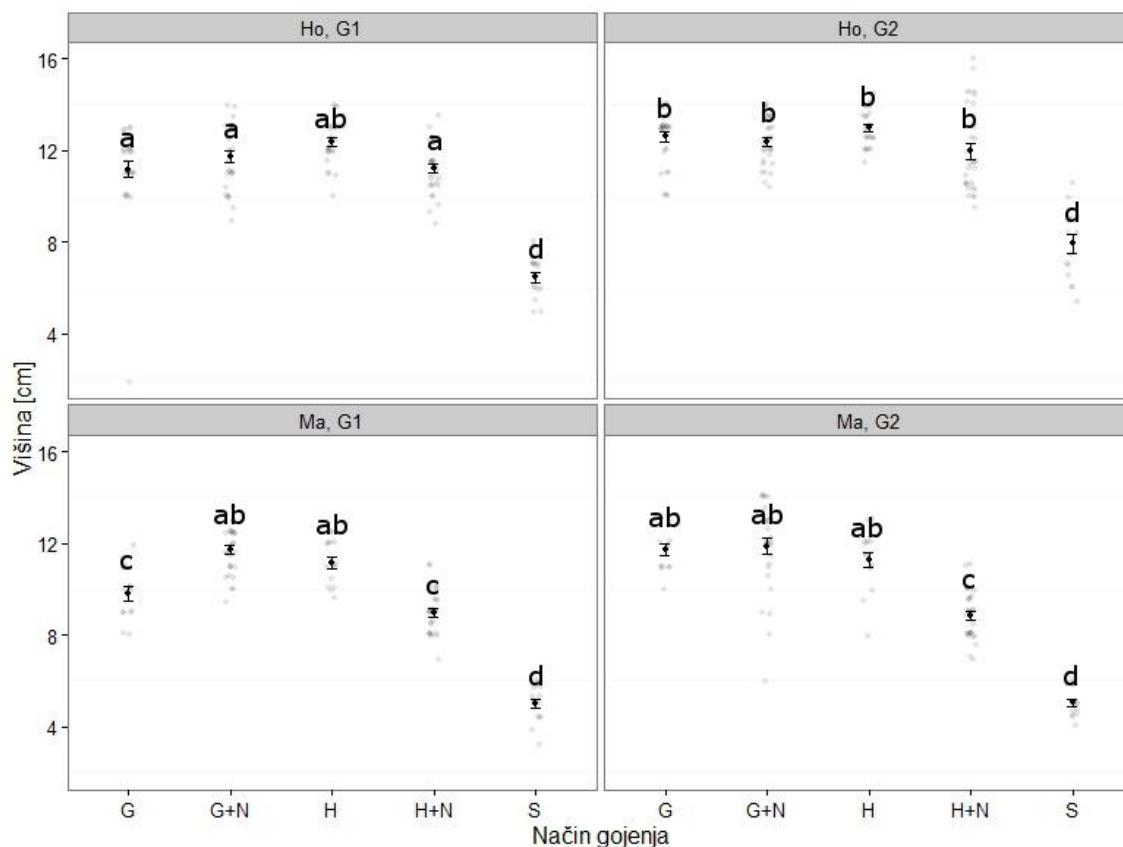
Število listov sorte 'Holandski' je bilo pri obeh gostotah setve statistično značilno manjše pri rastlinah gojenih na šotnem substratu glede na rastline gojene na hidroponiki (slika 8). Pri večji gostoti je bilo število listov statistično značilno manjše pri rastlinah gojenih v

bazenih z večjo koncentracijo dušika v gnojilni (G+N) in hranilni (H+N) raztopini v primerjavi z rastlinami vzgojenimi pri nižji gostoti.

Povprečne vrednosti števila listov so navedene v prilogi D

4.3 VIŠINA RASTLIN

Primerjali smo višino rastlin obeh sort gojenih na različnih mešanicah nutrientov ter klasično na šoti pri obeh gostotah sejanja (slika 9).



Slika 9: Višina rastlin gojenih na različnih hidroponskih raztopinah in šoti

Predstavljena je srednja vrednost ($n=30$) \pm standardna napaka. Ho – sorta 'Holandski', Ma –sorta 'Masse', G - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino, G+N - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino s povišano vsebnostjo N, H - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino, H+N - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino s povišano vsebnostjo N, S – klasično gojenje v šoti. Analiza variance dvosmerna ANOVA ($p<0,05$). Rezultate smo testirali s posthoc Tukey-evim testom. Statistične razlike smo označili s črkami.

Kljub večji suhi masi (slika 6) so bile rastline gojene na šotnem substratu statistično značilno nižje od rastlin gojenih na hidroponiki pri obeh sortah motovilca (slika 9), kar je

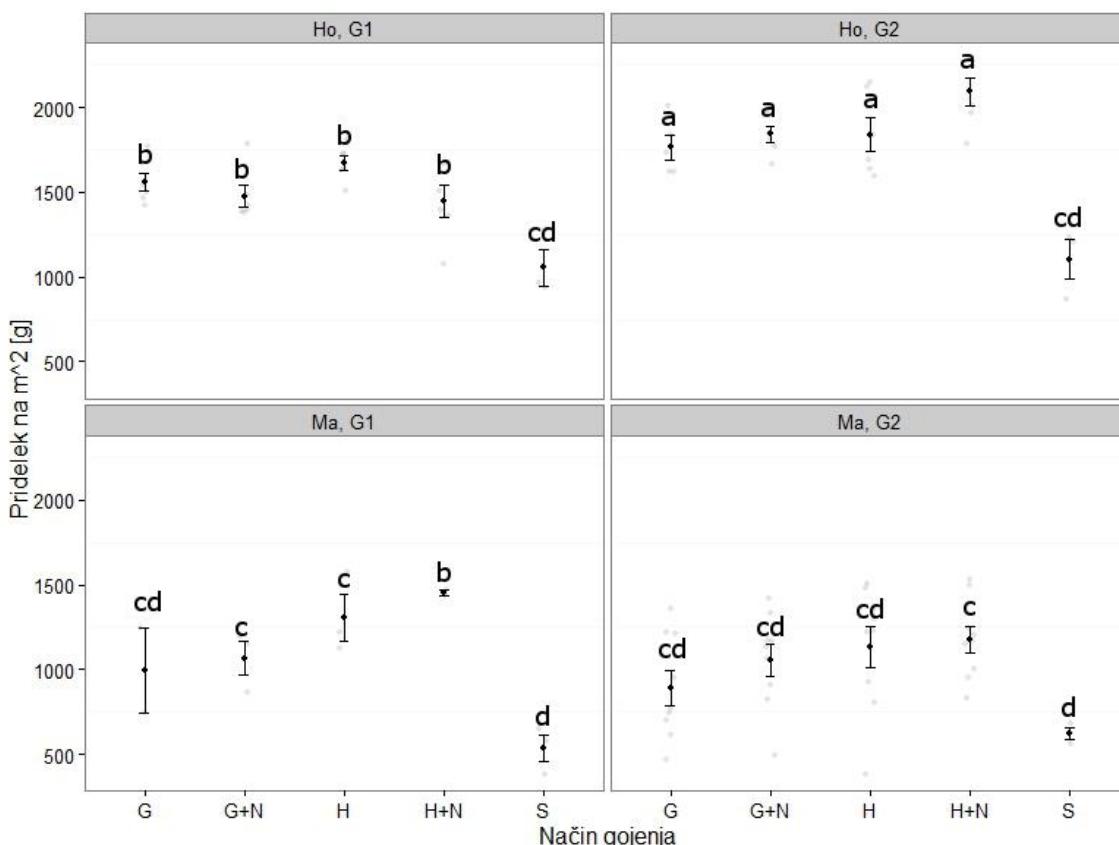
bilo dobro vidno že na pogled. Rastline sorte 'Holandski' so imele na šoti tudi manjše število listov (slika 8).

Pri sorti 'Holandski' so bile rastline gojene pri višji gostoti višje kot rastline gojene pri nižji gostoti, razen rastlin gojenih v hranilni raztopini (H) pri manjši gostoti setve (slika 9).

Primerjali smo tudi obe sorte motovilca. Rastline sorte 'Masce' vzgojene pri nižji gostoti na gnojilni raztopini (G) oziroma na hranilni raztopini z dušikom (H+N) so bile statistično značilno nižje kot rastline sorte 'Holandski' vzgojene pod enakimi pogoji. Prav tako so bile rastline sorte 'Masce' vzgojene pri višji gostoti na hranilni raztopini z dušikom (H+N) manjše od rastlin sorte 'Holandski' vzgojenih pod enakimi pogoji. Povprečne višine rastlin vseh tretmajev so navedene v prilogi E.

4.4 REALNI PRIDELEK NA POVRŠINO

Pridelek na kvadratni meter smo izračunali na osnovi pridelka v g sveže mase na eni gojitveni plošči ($0,15 \text{ m}^2$), ki smo ga pomnožili s šest, saj 1 m^2 pokrije šest gojitvenih plošč.



Slika 10: Realni pridelek rastlin gojenih na različnih hidroponskih raztopinah in šoti

Predstavljena je srednja vrednost ($n=6$) \pm standardna napaka. Ho - sorta 'Holandski', Ma - sorta 'Masce', G - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino, G+N - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino s povišano vsebnostjo N, H - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino, H+N - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino s povišano vsebnostjo N, S - klasičen način gojenja na šoti. Analiza variance dvosmerna ANOVA ($p<0,05$). Rezultate smo testirali s posthoc Tukey-evim testom. Statistične razlike smo označili s črkami.

V splošnem lahko rečemo, da so bili realni pridelki v šotnem substratu večinoma nižji od pridelkov rastlin pri hidroponski vzgoji (slika 10).

Pri sorti 'Holandski' je bil pridelek pri rastlinah gojenih na hidroponski način pri večji gostoti setve statistično značilno večji v primerjavi s pridelkom gojenim pri manjši gostoti

setve. Med različnimi mešanicami hranil nismo opazili statistično značilnih razlik (slika 10).

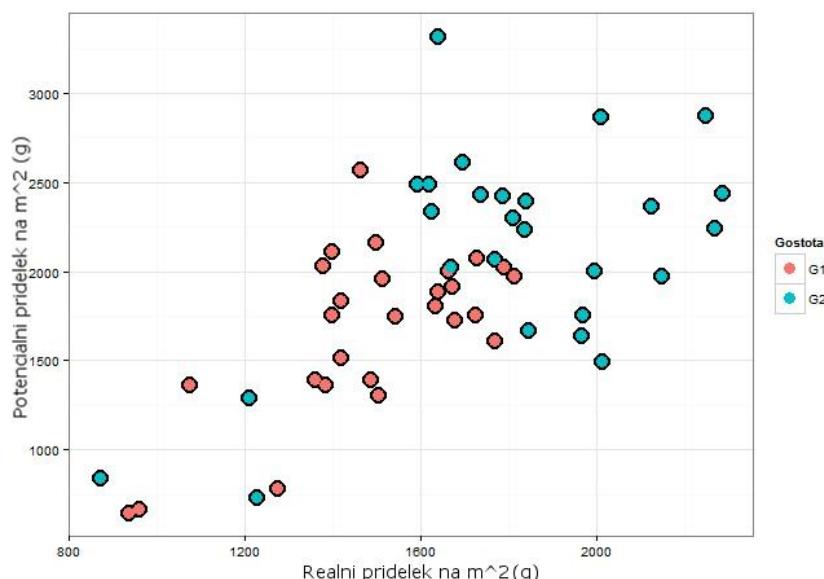
Pridelek sorte 'Masce' na hidroponski vzgoji je bil statistično značilno manjši od sorte 'Holandski'. Sorta 'Masce' pri nižji gostoti je imela zelo variabilen pridelek. Razlike med različnimi obravnavanji hidropomske vzgoje zato večinoma niso bile statistično značilne, razen na hranilni raztopini z dušikom ($H+N$) in nižji gostoti, ko je bil pridelek največji (slika 10).

Največji pridelek smo dosegli pri sorti 'Holandski' na hranilni raztopini s povečano vsebnostjo dušika ($H+N$) pri višji gostoti, najnižjega pa pri sorti 'Masce' gojeni na klasičen način v šoti pri manjši gostoti setve.

Povprečni pridelki vseh tretmajev so navedeni v prilogi F.

4.5 PRIMERJAVA POTENCIALNEGA IN REALNEGA PRIDELKA

Za izračun potencialnega pridelka smo svežo maso rastlin (g) iz petih naključno izbranih vdolbin pomnožili s številom vdolbin na eni gojitveni plošči in izračunali potencialno maso pridelka ene plošče, ki smo ga nato preračunali v pridelek na m^2 .

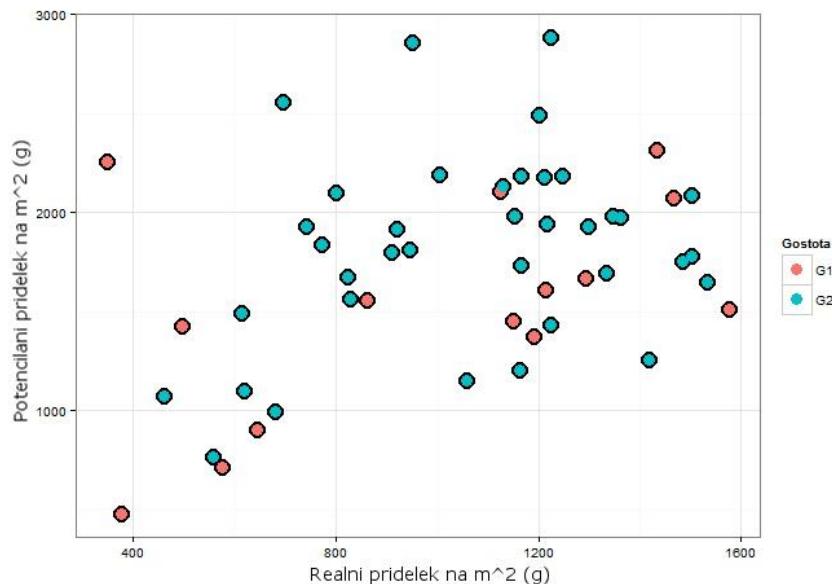


Slika 11: Primerjava potencialnega in realnega pridelka pri sorti 'Holandski'

Predstavljen je realni in potencialni pridelek (n=42). G1-gostota 1120 rastlin/m², G2-gostota 1680 rastlin/m².

Na sliki 11 smo potencialni pridelek rastlin sorte 'Holandski' narisali v odvisnosti od realnega pridelka. Iz slike lahko razberemo, da so imele rastline sorte 'Holandski' pri večji gostoti večji pridelek kot pri nižji gostoti. Prav tako je potencialni pridelek pri tej gostoti večji od dejanskega pridelka.

Potencialni pridelek rastlin gojenih na hidroponiki pri gostoti 1120 rastlin/m² je bil v povprečju večji za 20,8 %, pri gostoti 1680 rastlin/m² pa razlika v povprečju znaša 41,25 %.



Slika 12: Primerjava potencialnega in realnega pridelka pri sorti 'Massee'

Predstavljen je realni in potencialni pridelek (n=42). G1 - gostota 1120 rastlin/m², G2 - gostota 1680 rastlin/m².

Razlike med potencialnim in realnim pridelkom pri različnih gostotah sorte 'Massee' so bile bolj očitne, kot pri sorti 'Holandski' (slika 12). Rastline so imele pri nižji gostoti v povprečju potencialni pridelek večji za 32 %, pri večji gostoti pa je bil večji za 38,8 %.

4.6 PRIMERJAVA VPLIVA RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA IZMERJENE RASTNE PARAMETRE

Primerjali smo vpliv različnih dejavnikov na izmerjene rastne parametre. Kot osnovni način vzgoje za katerega smo naredili primerjave smo vzeli sorto 'Holandski' gojeno na gnojilni raztopini pri nižji gostoti setve (G1), ki je v preglednici označen z oranžno barvo. Za vsako ponovitev smo nato določili ali je statistično značilno različna od osnove. Ponovitve, ki niso značilno različne, so prav tako označene z oranžno barvo, značilno različne pa smo prikazali z zeleno (v kolikor je bila vrednost parametra večja od osnove) ali z rdečo barvo (v kolikor je bila vrednost parametra nižja od osnove) barvo (preglednica 6). Pripadajoča tabela z osnovnimi podatki je v prilogi G.

Iz preglednice lahko razberemo, da smo najvišje realne pridelke dosegli z vzgojo sorte 'Holandski', realni pridelki sorte 'Masce' so bili v vseh primerih nižji. Vzgoja sorte 'Holandski' pri višji gostoti je imela za posledico večje pridelke, kot vzgoja pri nižji gostoti, med tem ko je bila sorta 'Masce' na gostoto neobčutljiva. Večji pridelki sorte 'Holandski' so povpadali s povečano višino rastlin (razen v primeru H+N), kar kaže na to, da je višina rastlin pomemben dejavnik pri vzgoji sorte 'Holandski' in dokaj zanesljiv pokazatelj kvalitetne vzgoje, česar pa za število listov ne moremo trditi. Presenetljivo tudi parameter sveže mase rastlin ni zanesljiv pokazatelj realnega pridelka iz česar sklepamo, da je na pridelek pomembno vplivala predvsem višina rastlin.

Vzgoja v šoti je dala značilno slabše pridelke od vzgoje na hidroponski raztopini.

Najvišji pridelek smo dobili pri sorti 'Holandski' pri višji gostoti setve vendar različne mešanice nutrientov med sabo niso bile statistično značilno različne.

Preglednica 6: Primerjava vplivov različnih parametrov na pridelek motovilca

		Sveža masa rastlin	Višina	Št. listov	Realni pridelek	Poten- cialni pridelek
G	Ho	G1				
		G2				
G+N	Ma	G1				
		G2				
H	Ho	G1				
		G2				
H+N	Ma	G1				
		G2				
S	Ho	G1				
		G2				
	Ma	G1				
		G2				

Ho - sorta 'Holandski', Ma - sorta 'Masce', G - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino, G+N - hidroponsko gojenje z gnojilno raztopino s povišano vsebnostjo N, H - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino, H+N - hidroponsko gojenje s hranilno raztopino s povišano vsebnostjo N, S - klasičen način gojenja v šoti. Statistično značilne razlike glede na sorto 'Holandski' pri gostoti G1 in gnojilni raztopini smo označili z rdečo (večja vrednost) ali zeleno barvo (manjša vrednost). Oranžna barva označuje tretmaje, kjer statistično značilnih razlik ni bilo.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

V zadnjih letih prihaja vse bolj v veljavu lokalna proizvodnja hrane, posebej zelenjave, saj je Slovenija slabo preskrbljena s tovrstno pridelano zelenjavo. Po podatkih statističnega urada Slovenije iz leta 2009 je bila v Sloveniji samooskrba z zelenjavo le 37,8 %, kar nakazuje potrebo po dodatnih površinah za vzgojo zelenjave. Izdelave diplomske naloge smo se lotili, da bi preverili smotrnost gojenja motovilca na hidroponski način in da bi takšno gojenje optimizirali.

5.1 PRIMERJAVA RASTNIH PARAMETROV

5.1.1 Šota in hidroponika

Hidroponska vzgoja pozitivno vpliva na svežo biomaso rastlin. Vse rastline gojene na klasičen način v šotni podlagi so imele statistično značilno nižjo svežo biomaso kot rastline gojene na hidroponski način (slika 5 in 6). Do enakih zaključkov glede biomase rastlin so prišli tudi Fontana s sod. (2004), Miller s sod. (1989) in Nicola s sod. (2005).

Vsebnost suhe mase je bila večja pri rastlinah obeh sort gojenih na šotnem substratu pri manjših gostotah (1120 rastlin/m^2), pri večjih gostotah (1680 rastlin/m^2) statistično značilnih razlik med rastlinami gojenimi na hidroponski način in rastlinami gojenimi tradicionalno v šotnem substratu ni bilo opaziti. Fontana s sod. (2009) je ugotovil višjo vsebnost suhe mase pri motovilcu gojenem na tradicionalen način v primerjavi s hidroponiko tako pri gostoti 1067 rastlin/m^2 kot 2134 rastlin/m^2 .

Pri sorti 'Holandski' smo ugotovili statistično značilno manjše število listov pri rastlinah gojenih na šotnem substratu, kar je bilo pričakovano, glede na počasnejšo rast in nižjo biomaso rastlin gojenih na šoti. Pri sorti 'Masse' statistično značilnih razlik med različnimi načini vzgoje in pri različnih gostotah nismo opazili.

Rastline gojene v šotnem substratu so bile v vseh primerih nižje od rastlin gojenih na hidroponskem sistemu, kar je bilo pričakovano, saj so bile rastline gojene v šoti slabše

razvite. Zato ni presenetljivo, da so bili realni pridelki rastlin vzgojeni v šoti nižji od realnih pridelkov na hidroponskih raztopinah.

Realni pridelek motovilca je v splošnem sledil ugotovitvam o višini rastlin. Statistično značilna razlika se je pokazala pri različnem načinu gojenja, saj je razlika med povprečnimi vrednostmi vzgoje na hidroponiki in vzgoje na šoti pokazala kar 52,8 % večji pridelek na hidroponiki, kar je potrdilo raziskave Nicole s sod. (2004).

5.1.2 Primerjava mešanic nutrientov

Pripravili smo štiri različne mešanice nutrientov in jih primerjali med seboj. Pričakovali smo boljšo rast v raztopinah nutrientov s povečano vsebnostjo dušika ($G+N$ in $H+N$) in boljšo rast v hranilnih raztopinah, ki smo jih pripravili iz založnih raztopin soli.

Navkljub našim pričakovanjem statistično značilnih razlik tako pri sveži kot suhi biomasi rastlin nismo opazili. Očitno je že manjša vsebnost dušika zadostovala potrebam rastlin za rast. V nasprotju z nami so Fontana s sod. (2004) pri povečani vsebnosti dušika zaznali višjo svežo maso rastlin.

Prav tako nismo opazili statistično značilnih razlik v številu listov rastlin gojenih v različnih mešanicah nutrientov.

Višina rastlin sorte 'Holandski' se ni statistično značilno razlikovala med posameznimi hidroponskimi tretmaji, sorta 'Masce' pa je imela statistično značilno nižje rastline na raztopinah G in $H+N$ pri manjši gostoti setve ter $H+N$ pri večji gostoti setve.

Rastline gojene na klasičen način so imele nižji pridelek kot rastline gojene na katerikoli raztopini s hidroponskim načinom gojenja, kar potrjuje izsledke Fontane s sod.(2004) in Nicole s sod. (2005).

5.1.3 Gostota setve

Optimalna gostota je ključna za pravilen razvoj in rast rastlin. Predvidevali smo, da bodo rastline gojene pri večji gostoti bolj tekmovale za prostor in svetlobo in bodo zato višje in bodo imele večjo biomaso.

Gostota setve je pri sorti 'Holandski' pozitivno vplivala na biomaso rastlin, saj le pri raztopini H+N nismo opazili statistično značilnih razlik glede na manjšo gostoto setve. Iz rezultatov zaključujemo, da je ta sorta občutljiva na gostoto.

Pri sorti 'Masce' so imele rastline gojene pri večji gostoti statistično značilno višjo biomaso pri gojenju na hranilni raztopini s povečano vsebnostjo dušika. Tudi Fontana s sod. (2004), ki so gojili motovilec pri dveh gostotah (1063 rastlin/m^2 in 2134 rastlin/m^2), ter Zanin s sod. (2009) so ugotovili višjo biomaso rastlin pri gojenju z višjimi gostotami. Vsebnosti suhih mas se med različnimi gostotami niso statistično značilno razlikovale.

Število listov sorte 'Holandski' je bilo statistično značilno nižje pri raztopinah s povečano vsebnostjo dušika (G+N in H+N) pri višji gostoti, kar bi lahko povzročilo tekmovanje rastlin za prostor. Tudi Fontana s sod. (2004) so pri višjih gostotah ugotovili zmanjšano število listov motovilca. Pri sorti 'Masce' statistično značilnih razlik med različnimi gostotami setve nismo opazili.

Sorta 'Holandski' je bila statistično značilno višja pri večji gostoti setve razen na raztopini G+N, kjer razlik nismo opazili. Pri sorti 'Masce' so bile statistično značilno višje rastline le pri rastlinah gojenih na gnojilni raztopini pri višji gostoti. Predvidevamo, da je pri sorti 'Holandski', ki je bila večja kot sorta 'Masce', prej prišlo do tekmovanja za prostor in svetlobo med sosednjimi rastlinami, zato so imele rastline te sorte bolj izdolžene liste.

Sorta 'Holandski' je imela pri večji gostoti statistično značilno večji pridelek, kar potrjuje izsledke raziskave Nicole s sod. (2004), ki so gojili motovilec pri gostotah 1063 rastlin/m^2 in 2134 rastlin/m^2 in ugotovili povečanje pridelka pri večji gostoti.

Sorta 'Masce' ne sledi tem ugotovitvam, saj med različnimi gostotami nismo opazili statistično značilnih razlik v velikosti pridelka.

Iz slike 10 lahko razberemo, da je bil pridelek sorte 'Masce' pri manjši gostoti setve bolj konstanten kot pridelek pri večji gostoti setve. Sklepamo, da je pri večji gostoti prišlo do tekmovalnosti rastlin za svetlobo in zato slabšega preživetja rastlin na nekaterih ploščah –

na ploščah v sredini gojitvenega bazena je bilo manj prostora za rast rastlin, na ploščah ob robu gojitvenih bazenov pa je bilo prostora več.

5.1.4 Sorta

Pričakovali smo razlike v rasti in pridelku med sortama, že zaradi samih morfoloških razlik med njima. Že na pogled je bila sorta 'Holandski' višja kot sorta 'Mas'.

Vendar tako sveža kot tudi suha biomasa rastlin različnih sort nista bili statistično značilno različni.

Število listov pri nižji gostoti se ni statistično značilno razlikovalo med sortama, opazili pa smo statistično značilne razlike pri višji gostoti na raztopinah s povečano vsebnostjo dušika pri sorti 'Holandski', ki je imela manjše število listov.

Sorta 'Holandski' je bila statistično značilno višja od sorte 'Mas' pri nižji gostoti na raztopinah G in H+N ter pri večji gostoti na raztopini H+N, kar je bilo pričakovano glede na opažanja.

V vseh tretmajih smo ugotovili, da imajo rastline sorte 'Holandski' večji pridelek na kvadratni meter kot sorta 'Mas', kar je pričakovano že iz opisa morfoloških značilnosti obeh sort.

5.2 PRIDELEK RASTLIN

Potencialni pridelek je izračunan ob predpostavki, da bi vse posejane rastline preživele do tehnološke zrelosti. Primerjava različnih tretmajev potencialnega pridelka ne pokaže statistično značilnih razlik med hidroponsko vzgojo obeh sort pri obeh gostotah. Ugotovili pa smo, da je potencialni pridelek rastlin vzgojenih na šoti statistično značilno nižji.

Glede na višjo razliko med realnim in potencialnim pridelkom pri večji gostoti (slika 11 in 12) sklepamo, da je bilo tekmovanje za dobrine (predvsem prostor) med rastlinami z večjo gostoto setve večje.

Rezultati analize večsmerne variance (Priloga L) so pokazali, da ima na realni pridelek največji vpliv sorta semena, način gojenja in kombinacija gostote ter sorte motovilca.

Pričakovali smo, da bo ročno pripravljena hranilna raztopina za gojenje motovilca, pripravljena po priporočilih Resh-a (1999), rastlinam bolj učinkovito zadostila potrebe po hranilih in posledično povečala biomaso rastlin ter realni pridelek kot komercialno gnojilo Kristalon. Kljub temu pri primerjavi hranilnih in gnojilnih raztopin nismo ugotovili statistično značilnih razlik v velikosti pridelka.

5.3 PRIPOROČILA ZA GOJENJE

Glede na dobljene rezultate priporočamo gojenje motovilca sorte 'Holandski' na hidroponski način z gostoto setve 1680 rastlin/m^2 (tri rastline na setveno vdolbino pri ploščah s 84 vdolbinami). Glede na to, da med substrati nismo zaznali statistično značilnih razlik, priporočamo uporabo substratne mešanice perlit:vermikulit (1:1) zaradi lažje priprave ter manjše škodljivosti za zdravje delavcev.

Priporočamo uporabo že pripravljene gnojilne raztopine (nižja cena in lažja priprava) brez dodatka dušika, saj že nižja vsebnost dušika zadostuje za potrebe gojenja obeh sort motovilca.

Za večji pridelek priporočamo uporabo sorte 'Holandski', ki je dala večji ter bolj enakomeren pridelek, v Sloveniji pa je tudi bolj uveljavljena kot sorta 'Mas'. Za ugotovitve o kvaliteti pridelka bi bilo potrebno opraviti še dodatne raziskave.

6 POVZETEK

Motovilec je listnata solata iz družine špajkovk, ki je posebej cenjena v jesenskem, zimskem in spomladanskem času. Je enoletnica, ki ima naravna nahajališča v Evropi, Severni Afriki in Aziji.

Gojimo ga lahko na prostem ali v zavarovanem prostoru, kjer dosegamo najboljše rezultate. Možno je gojenje v zemlji ali na hidroponskem sistemu.

Namen diplomske naloge je bil optimizirati rastne razmere za vzgojo motovilca v kontroliranih razmerah na plavajočem hidroponskem sistemu.

Gojenje je potekalo v steklenjaku na poskusnem polju Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Gojenje je potekalo v jesensko zimskem obdobju od 29. septembra 2009 do 8. januarja 2010.

Poskus smo zasnovali v treh ponovitvah, uporabili smo gojitvene plošče s 84 vdolblinami. Posejali smo dve sorte motovilca, sorto 'Holandski'in sorto 'Masse'. Vsako sorto smo posadili v dveh različnih gostotah (1120 rastlin/m^2 in 1680 rastlin/m^2).

Uporabili smo dve različni mešanici za hidroponsko vzgojo, in sicer mešanico perlit:vermikulit (1:1) in mešanico perlit:kamena volna (1:1) ter klasično gojenje v šotnem substratu.

Pripravili smo štiri različne raztopine za hidroponsko gojenje. V gnojilni raztopini smo sami zmešali vsa potrebna makro in mikrohranila, v hranilni raztopini pa smo uporabili že pripravljeno komercialno vodotopno gnojilo. Obema mešanicama smo dodali še dušik do skupne koncentracije 290 ppm in tako dobili še gnojilno ter hranilno raztopino s povečano vsebnostjo dušika. Za primerjavo smo motovilec gojili še na klasičen način v šotnem substratu.

Ob tehnološki zrelosti smo naključno vzorčili pet setvenih vdolbin iz vsake plošče in izmerili nadzemno biomaso, višino rastlin ter prešteli število listov. Vzorce smo nato zmrznili v tekočem dušiku, jih liofilizirali in stehtali suho maso rastlin. Nato smo spravili še ostale rastline na vseh ploščah in stehtali celoten pridelek na ploščo ter izračunali pridelek na m^2 .

Ugotovili smo:

- Rastline gojene na hidroponiki imajo v povprečju večjo svežo biomaso, realni pridelek in so višje od rastlin gojenih na šoti.
- Sorta 'Holandski' ima večji realni pridelek in je višja od sorte 'Masce', ni pa razlike v številu listov.
- Rastline gojene v šotnem substratu pri nižji gostoti imajo večjo suho biomaso kot rastline gojene na hidroponski način.
- Realni pridelek se med različnimi načini hidroponske vzgoje ni razlikoval in je v povprečju znašal 1363 g/m^2 , je pa bil statistično značilno večji od pridelka rastlin gojenih na šoti, ki je znašal 896 g/m^2 . Največji pridelek, in sicer 2285 g/m^2 smo dobili pri sorti 'Holandski' z gostoto 1680 rastlin/m^2 s hranilno raztopino s povečano vsebnostjo dušika.
- Sorta 'Holandski' je občutljiva na gostoto setve, kar prikazujejo rezultati rastnih parametrov (število listov, višina) in pridelek rastlin, sorta 'Masce' pa ne.
- Iz dobljenih podatkov sklepamo, da bomo najboljše rezultate dobili pri vzgoji sorte 'Holandski' z gostoto treh rastlin na setveno vdolbino (1680 rastlin/m^2) in komercialnim vodotopnim gnojilom ter substratom perlit:vermikulit (1:1).
- Rastline gojene na raztopinah s povečano vsebnostjo dušika niso imele večje biomase in pridelka od rastlin gojenih z normalno vsebnostjo dušika.
- Rastline gojene na hranilnih raztopinah niso imele večjega pridelka kot rastline gojene na gnojilnih raztopinah.

7 VIRI

Aisen P. 1976. Some physiochemical aspects of iron metabolism. In Iron Metabolism: 1-14. Amsterdam: Elsevier

Beinert H. 2000. A tribute to sulfur. Eur J Biochem, 267: 5657–5664

Benton J., Jones, 2005. Hydroponics A practical guide for the soilless grower. Florida. CRC PRESS: 423 str.

Bielecki RL. 1973. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. Annual Review of Plant Physiology, 24: 225–252

Broadley M.B., White P.J., Hammond J.P., Zelko I., Lux A. 2007. Zinc in plants. New Phytologist, 173: 677-702

Casal J.J., Deregibus V.A., Sanchez R.A. 1985. Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far-red irradiation. Annals of Botany, 56: 533-559

Crawford N.M., Forde B.J. 2002. Molecular and developmental biology of inorganic nitrogen nutrition. The Arabidopsis book 1. Rockville. American society of plant physiologists, e0011

Černe M. 2000. Motovilec. Kmetovalec, 68, 10: 10-13

Clarkson D.T., Sanderson J. 1970. Relationship between the anatomy of cereal roots and the absorption of nutrients and water. Agric. Res. Counc. Letcombe Lab. Annu. Rep., Part II: 16-25.

Dong B., Wu Z.M., Tang X.K., 1993. Effects of LaCl₃ on physiological activity of cucumber roots under calcium-deficiency conditions. J Rare Earths, 11, 1: 65–68

Fabek S., Toth N., Benko B., Borošić J., Žutić I., Novak B. 2009. Lamb's Lettuce Growing Cycle and Yield as Affected by Abiotic Factors Acta Hort. (ISHS), 893:887-894

Ferk S. 2009. Hidroponsko gojenje motovilca (*Valeriana locusta* L.) v gojitvenih ploščah.
Diplomsko delo. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 35 str.

Fontana, E., Nicola, S., Hoeberechts, J., Saglietti, D. and Piovano, G. 2004. Managing traditional and soilless culture systems to produce corn salad (*Valerianella olatoria*) with low nitrate content and lasting postharverst shelf-life. Acta Hort. (ISHS) 659:763-768

Furihata T., Suzuki M., Sakurai H. 1992. Kinetic characterization of two phosphate uptake systems with different affinities in suspension-cultured *Catharanthus roseus* protoplasts. Plant Cell. Physiology, 33: 1151–1157

Gatsuk L.E., Smirnova O.V., Vorontzova L.I., Zaugolnova L.B., Zhukova L.A. 1980. Age states of plants of various growth forms:A Review. Journal of Ecology, 68, 2: 675-696

Gericke W.F. 1937. Hydroponics – crop production in liquid culture media. Science, 85: 177-178

Hawkesford M.J. 2000. Plant responses to sulphur deficiency and the genetic manipulation of sulphate transporters to improve S-utilization efficiency. J. Exp. Botany, 342:131-138

Hinsinger P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. Plant Soil, 237: 173 – 195

Hirsch R.E., Lewis B.D., Spalding E.P., Sussman M.R. 1998. A Role for the AKT1 Potassium Channel in Plant Nutrition. Science, 280: 918-921

Ingestad T. 1982. Relative addition rate and external concentration: driving variables used in plant nutrition research. *Plant Cell Environment*, 5: 443-453

Jakše M., Kacjan-Maršić N. 2012. Uzgoj listnatog povrća za rezanje na plutajoćem sustavu. V: 45th Croatian International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia, February 2010. Zbornik radova. Osjek, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayerja u Osjeku: 576-580

Jensen M.H., Collins W.L. 1985. Hydroponic vegetable production. *Horticultural Reviews*, 7: 484-553

Jensen P., 1978. Changes in ion transport in spring wheat during ontogenesis. *Physiol. Plant.* 43: 129-135

Kuhn A.J., Schroder W.H., Bauch J. 2000. The kinetics of calcium and magnesium entry into mycorrhizal spruce roots. *Planta*, 210: 488–496

Larcher W. 2001. *Physiological Plant Ecology*. Verlag Berlin Heilderberg. Springer: 513 str.

Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 1999. Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenovk. Ljubljana. Tehniška založba: 845 str.

Manson J. 1990. *Commercial Hydroponic*. Kenthurst, Kangoroo press: 170 str.

Mengel K., Kirkby E.A. 2001, *Principels of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers: 851 str.

Miller M. H., Walker G. K., Toiienaar M., Alexander K.G. 1989. Growth and yield of maize (*Zea mays* L.) grown outdoors hydroponically and in soil. *Can. J. Soil Science*, 69: 295-302

Nicola S., Hoeberects J., Fontana E. 2005. Comparison between Traditional and Soilless Culture system to Produce Rocket (*Eruca sativa*) with low nitrate content. *Acta Hort.* (ISHS), 697: 549-555

Oaks A. 1994. Primary nitrogen assimilation in higher plants and its regulation. *Can. J. Botany*, 72: 739-750

Osvald J. 1997. Hidroponsko pridelvanje vrtnin. Delovno gradivo za seminar iz vrtnarstva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 64 str.

Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2003. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana. ČZD Kmečki glas d.o.o.: 295 str.

Sangoi L., Salvador R.J. 1996. Agronomic performance of male-sterile and fertile maize genotypes at two plant populations. *Ciência Rural*, 26: 377-388

Sanda S., Leustek T., Theisen M.J., Garavito R.M., Benning C. 2001. Recombinant *Arabidopsis* SQD1 converts UDPglucose and sulfite to the sulfolipid head group precursor UDP sulfoquinovose *in vitro*. *J. Biol Chem.*, 276: 3941–3946

Savvas D., 2003. Hydroponics: A modern technology supporting the application of integrated crop management in greenhouse. *Food, Agriculture & Environment*, 1, 1: 80-86

Schachtman D.P., Reid R.J., Ayling S.M. 1998. Phosphorus Uptake by Plants:From Soil to Cell. *Plant Physiology*, 116: 447-453

Semena vrtnin. 2005. Ljubljana. Agrocasol: 45 str.

Semena za zelenjavni vrt. 2012. Semenarna Ljubljana (15.12.2012)

<http://www.semenarna.si/podrobnosti-artikla-solatnice/category/motovilec/article/motovilec-holandski-valerianella-locusta>
(15.12.2012)

Siegel L.M., Wilkerson J.Q. 1989. Structure in function of spinach ferredoxin-nitrite reductase. V: Molecular and genetic aspects of nitrate assimilation. Wray J.L., Kinghorn J.R. Oxford. Oxford science: 263-283

Stevees T.A., Sussex I.M. 1989. Patterens in plant developments. Cambridge university press: 389 str.

Škof M. 2000. Pridelovanje motovilca. Sodobno kmetijstvo, 33, 5: 237-238

Taiz L., Zeiger E. 2006. Plant physiology 4th edition. Sinauer Associates: 764 str.

Theodorou M.E., Plaxton W.C. 1993. Metabolic adaptations of plant respiration to nutritional phosphate deprivation. *Plant Physiology*, 101: 339–344

Vance C.P., Uhde-Stone C., Allan D.L. 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, 157: 423–447

Vert G., Grotz N., Dedaldechamp F., Gaymard F., Guerinot M.L., Briat J.F., Curie C. 2002. IRT1, an *Arabidopsis* transporter essential for iron uptake from the soil and for plant growth. *Plant Cell*, 14: 1223–1233

Von Wieren N, Gazzarinni S., Frommer B.W. 1997. Regulation of mineral nitrogen in plants. *Plant and soil*, 196: 191-194

Woods W.G. 1994. An introduction to boron: history, sources, users and chemistry. *Environ Health Perspect.*, 102: 5–11

Yuguan Z., Min Z., Luyang L., Zhe J., Chao L., Sitao Y., Yanmei D., Na L., Fashui H.
2009. Effects of Cerium on Key Enzymes of Carbon Assimilation of spinach Under
Magnesium Deficiency. Biol. Trace Element Res., 131: 154-164

Yoko I., Miyako K., Akira O., Atsushi F., Hajime T., Kazuki S., Masami Y.H., Toru F.
2011. Effects of molybdenum deficiency and defects in molybdate transporter MOT1
on transcript accumulation and nitrogen/sulphur metabolism in *Arabidopsis thaliana*. J.
Exp. Bot., 62, 4: 1483-1497

Zanin G., Ponchia G., Sambo P. 2009. Yield and quality of vegetables grown in a floating
system for ready-to-eat produce. Acta Hort. (ISHS), 807: 433-438

Žnidarčič D., Kacjan-Maršić N. 2008. Corn salad (*Valerianella olitoria* L.) yield response
to cell size plug trays. Acta Agriculturae Slovenica, 91: 59-66

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Marjani Regvar za mentorstvo in pomoč pri pisanju naloge, somentorici doc. dr. Nini Kacjan Maršić za pomoč pri praktični izvedbi naloge, recenzentki doc. dr. Katarini Vogel Mikuš ter predsedniku komisije doc. dr. Alešu Kladniku za popravke in pripombe, doc. dr. Matevžu Likarju za pomoč pri obdelavi podatkov ter tehnični sodelavki Mileni Kubelj za pomoč pri obdelavi vzorcev. Hvala Špeli za lektoriranje besedila.

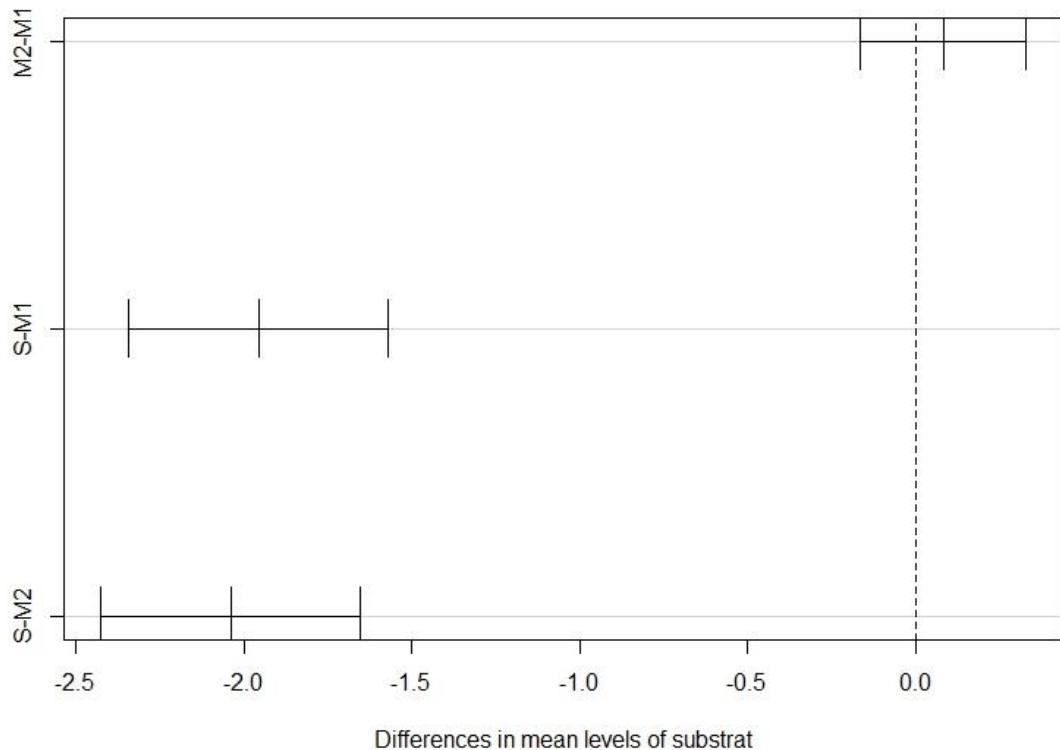
Hvala Romanu Luštriku za pomoč pri statistični obdelavi podatkov in sošolcem za pomoč pri postavitvi poskusa. Hvala tudi staršem, da so mi omogočili študij.

Posebna zahvala vsem, ki so pojedli ves vzgojen motovilec.

PRILOGE

Priloga A: Tuckeyev HSD diagram primerjave različnih substratov

95% family-wise confidence level



Priloga B: Povprečne mase rastlin ± standardna napaka (g) in črke, ki označujejo statistično značilnost

	'Holandski'				'Masce'			
	G1	G2	G1	G2				
Gnojilna	3,62 ± 0,19	a	4,25 ± 0,20	b	3,03 ± 0,24	a	3,57 ± 0,24	ab
Gnojilna z dodatkom N	3,02 ± 0,14	a	3,43 ± 0,15	ab	2,59 ± 0,16	a	3,17 ± 0,20	a
Hranilna	3,32 ± 0,17	a	4,39 ± 0,23	b	3,00 ± 0,23	a	3,27 ± 0,23	ab
Hranilna z dodatkom N	3,10 ± 0,21	a	4,03 ± 0,23	b	3,34 ± 0,22	a	4,33 ± 0,24	b
Šotni substrat	1,25 ± 0,08	c	1,70 ± 0,15	c	1,25 ± 0,11	c	1,64 ± 0,08	c

Priloga C: Povprečna vsebnost sušnine rastlin ± standardna napaka in črke, ki prikazujejo statistično značilnost

	'Holandski'				'Masce'			
	G1		G2		G1		G2	
Gnojilna	0,116 ± 0,008	b	0,102 ± 0,006	b	3,03 ± 0,24	b	3,57 ± 0,24	b
Gnojilna z dodatkom N	0,110 ± 0,008	b	0,127 ± 0,009	ab	0,111 ± 0,008	b	0,129 ± 0,009	ab
Hranilna	0,127 ± 0,010	ab	0,113 ± 0,008	b	0,129 ± 0,011	ab	0,115 ± 0,010	b
Hranilna z dodatkom N	0,105 ± 0,006	b	0,117 ± 0,011	b	0,113 ± 0,010	b	0,115 ± 0,009	b
Šotni substrat	0,179 ± 0,080	a	0,149 ± 0,024	ab	0,182 ± 0,008	a	0,153 ± 0,026	ab

Priloga D: Povprečno število listov rastlin ± standardna napaka in črke, ki prikazujejo statistično značilnost

	'Holandski'				'Masce'			
	G1	G2	G1	G2				
Gnojilna	9,67 ± 0,19	a	8,89 ± 0,19	ab	10,46 ± 0,42	a	9,33 ± 0,30	a
Gnojilna z dodatkom N	9,57 ± 0,23	a	8,57 ± 0,18	b	9,87 ± 0,30	a	9,11 ± 0,30	a
Hranilna	9,41 ± 0,24	a	9,11 ± 0,17	ab	10,64 ± 0,33	a	9,80 ± 0,31	a
Hranilna z dodatkom N	9,00± 0,21	a	8,64 ± 0,21	b	10,63 ± 0,22	a	4,33 ± 0,31	a
Šotni substrat	7,27 ± 0,18	bc	6,93 ± 0,19	c	10,93 ± 0,45	a	10,55 ± 0,31	a

Priloga E: Povprečna višina rastlin ± standardna napaka (cm) in črke, ki prikazujejo statistično značilnost

	'Holandski'				'Masce'			
	G1		G2		G1		G2	
Gnojilna	11,18 ± 0,36	b	12,61 ± 0,22	a	9,80 ± 0,29	c	11,69 ± 0,26	ab
Gnojilna z dodatkom N	11,75 ± 0,25	b	12,38 ± 0,19	a	11,70 ± 0,19	ab	11,88 ± 0,35	ab
Hranilna	12,37 ± 0,19	ab	13,00 ± 0,14	a	11,13 ± 0,26	ab	11,26 ± 0,34	ab
Hranilna z dodatkom N	11,98 ± 0,34	b	8,64 ± 0,21	a	8,97 ± 0,17	c	8,83 ± 0,19	c
Šotni substrat	6,65 ± 0,23	d	7,93 ± 0,39	d	5,00 ± 0,21	d	5,03 ± 0,15	d

Priloga F: Povprečen pridelek rastlin ± standardna napaka (g) in črke, ki prikazujejo statistično značilnost

	'Holandski'				'Masse'	
	G1	G2	G1	G2		
Gnojilna	1559,80 ± 54,60	b	1765,76 ± 73,17	a	821,33 ± 471,60	c
Gnojilna z dodatkom N	1475,01 ± 64,41	b	1841,82 ± 50,29	a	1067,58 ±103,12	c
Hranilna	1672,75 ± 43,32	b	1838,71 ± 99,84	a	1304,98 ± 137,90	c
Hranilna z dodatkom N	1446,78 ± 91,93	b	2094,05 ± 83,20	a	1132,78 ± 318,13	c
Šotni substrat	1065,07 ± 108,91	cd	1102,31 ± 115,97	cd	533,20 ± 80,51	d
					619,87 ± 35,86	d

Priloga G: Primerjava rastnih parametrov in pridelka različnih tretmajev s tretmajem »G Ho G1«.
Prikazane so vrednosti p

			Sveža biomasa	Višina	Št. listov	Realni pridelek	Potencilani pridelek
G	Ho	G1	/	/	/	/	/
		G2	0.9636747	0.0455064	0.9636747	0.9983363	0.9097175
	Ma	G1	0.8154318	0.9999999	0.8154318	0.0655064	0.9999868
		G2	0.9998633	0.9999999	1.0000000	0.0005257	0.9999969
G+N	Ho	G1	1.0000000	0.9991179	1.0000000	1.0000000	0.9968937
		G2	0.4918157	1.0000000	0.4918157	0.9220423	1.0000000
	Ma	G1	0.9999999	0.9970538	0.9999999	0.0138591	0.8851621
		G2	1.0000000	0.9999848	0.9998633	0.0363098	0.8805318
H	Ho	G1	1.0000000	1.0000000	1.0000000	0.9999996	0.9999984
		G2	0.9997266	0.9495683	0.9997266	0.9289342	0.5662285
	Ma	G1	0.6052139	0.6026999	0.6052139	0.9965845	0.9999932
		G2	1.0000000	0.8074011	1.0000000	0.1619435	1.0000000
H+N	Ho	G1	0.9984257	0.5015623	0.9984257	0.9999996	0.9999567
		G2	0.6298628	0.9999999	0.6298628	0.0519440	0.9998606
	Ma	G1	0.5231347	0.8074011	0.5231347	0.6755327	1.0000000
		G2	0.9819972	0.8043531	0.9819972	0.3313685	1.0000000
S	Ho	G1	0.0010624	0.0000000	0.0010624	0.0371659	0.0004796
		G2	0.0000009	0.0000000	0.0000009	0.0453057	0.0172272
	Ma	G1	0.0431615	0.0000000	0.4316154	0.0000272	0.0004688
		G2	0.0080682	0.0000000	0.8068246	0.0001970	0.0169857

Priloga H: Rezultati Tuckeyevega HSD testa primerjave mas hidroponskega in klasičnega gojenja

Study:

HSD Test for masa

Mean Square Error: 0.9927932

tx, means

	masa	std.err	r	Min.	Max.
G1.G.Ho	3.526333	0.18850012	30	1.66	5.90
G1.G.Ma	2.956552	0.21354230	29	0.90	5.07
G1.S.Ho	1.249333	0.08002063	15	0.80	2.15
G1.S.Ma	1.246667	0.10714772	15	0.44	1.83
G2.G.Ho	4.253333	0.18653177	30	2.61	6.12
G2.G.Ma	3.536000	0.26584915	30	0.84	6.40
G2.S.Ho	1.704667	0.15303864	15	0.67	2.75
G2.S.Ma	1.702667	0.08148308	15	1.21	2.14

alpha: 0.05 ; Df Error: 171

Critical Value of Studentized Range: 4.339996

Harmonic Mean of Cell Sizes 19.94269

Honestly Significant Difference: 0.9683375

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

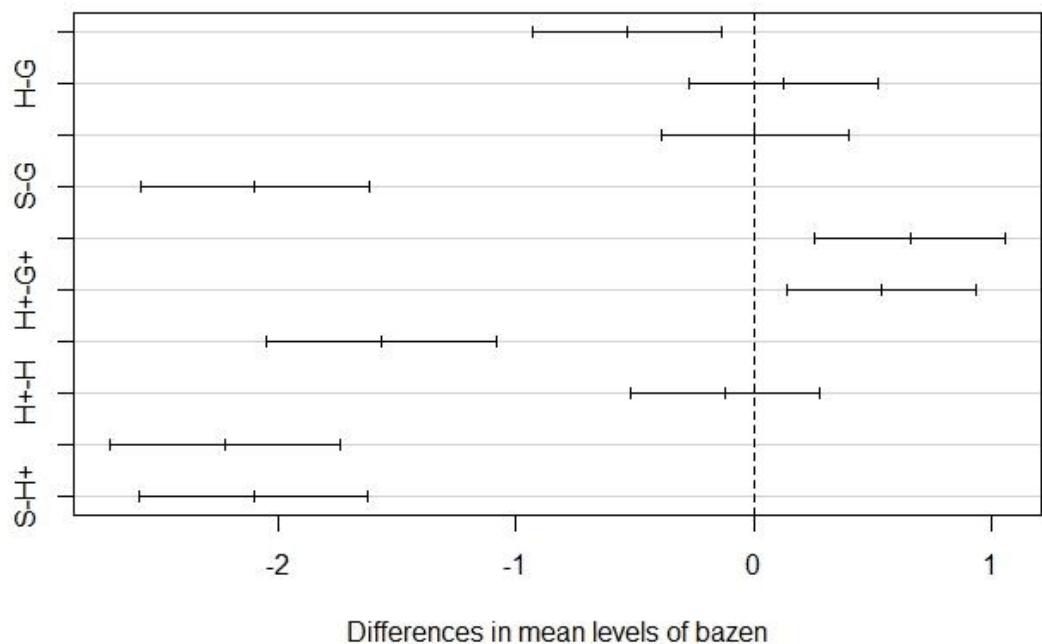
a	G2.G.Ho	4.253
ab	G2.G.Ma	3.536
ab	G1.G.Ho	3.526
b	G1.G.Ma	2.957
c	G2.S.Ho	1.705
c	G2.S.Ma	1.703
c	G1.S.Ho	1.249
c	G1.S.Ma	1.247

Priloga I: Rezultati večsmerne ANOVE primerjave mase rastlin

```
> summary(masa.rastline.aov)
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
bazen        3   29.5   9.83  8.224 2.44e-05 ***
gostota      1   64.6  64.63 54.068 9.17e-13 ***
seme         1   12.2  12.22 10.224 0.00148 **
bazen:gostota  3   2.5   0.83  0.692  0.55752
bazen:seme     3   7.9   2.62  2.195  0.08793 .
gostota:seme   1   0.6   0.64  0.531  0.46645
bazen:gostota:seme 3   3.4   1.13  0.946  0.41799
Residuals    452  540.3   1.20
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
12 observations deleted due to missingness
```

Priloga J: Tukeyev diagram podobnosti primerjave mas glede na gojitevni bazen

95% family-wise confidence level



Priloga K: Rezultati Tuckeyevega testa primerjave suhih mas glede na gojitveni bazen

Study:

HSD Test for razmerje

Mean Square Error: 0.001165722

tx, means

	razmerje	std.err	r	Min.	Max.
G1.G.Ho	0.1168333	0.008118871	12	0.08453390	0.1941392
G1.G+N.Ho	0.1145875	0.008090486	11	0.07810219	0.1556923
G1.G+N.Ma	0.1092686	0.005490486	11	0.07810219	0.1556923
G1.H.Ho	0.1275201	0.010069510	12	0.06045198	0.1852140
G1.H.Ma	0.1246771	0.013066490	12	0.06045198	0.1852140
G1.H+N.Ho	0.1053480	0.006235767	11	0.07508772	0.1444795
G1.H+N.Ma	0.1131911	0.010215053	11	0.07508772	0.1941392
G1.S.Ho	0.1812341	0.008652430	6	0.14622641	0.2117188
G1.S.Ma	0.1792115	0.001095204	6	0.14622641	0.2117188
G2.G.Ho	0.1029206	0.005736868	13	0.06739130	0.1438961
G2.G+N.Ho	0.1988767	0.010071788	12	0.08226300	0.1874598
G2.G+N.Ma	0.1279966	0.009675443	12	0.08226300	0.1874598
G2.H.Ho	0.1245267	0.008396204	14	0.05920746	0.1614958
G2.H.Ma	0.1130948	0.007985342	14	0.05920746	0.1614958
G2.H+N.Ho	0.1170155	0.010803918	8	0.08662132	0.1887160
G2.H+N.Ma	0.1159988	0.009582251	9	0.08662132	0.1887160
G2.S.Ho	0.1493953	0.023857789	8	0.07650000	0.2890000
G2.S.Ma	0.1517692	0.026579333	8	0.07650000	0.2890000

alpha: 0.05 ; Df Error: 172

Critical value of Studentized Range: 5.010166

Harmonic Mean of Cell Sizes 9.892677

Honestly Significant Difference: 0.05438669

Means with the same letter are not significantly different.

Groups	Treatments	means
a	G1.S.Ho	0.1792
a	G1.S.Ma	0.1792
ab	G2.S.Ho	0.1494
ab	G2.S.Ma	0.1494
ab	G2.G+N.Ho	0.128
ab	G2.G+N.Ma	0.128
ab	G1.H.Ho	0.1275
ab	G1.H.Ma	0.1275
b	G2.H+N.Ho	0.117
b	G1.G.Ho	0.1168
b	G2.H+N.Ma	0.116
b	G1.H+N.Ma	0.1132
b	G2.H.Ho	0.1131
b	G2.H.Ma	0.1131
b	G1.G+N.Ho	0.1103
b	G1.G+N.Ma	0.1103
b	G1.H+N.Ho	0.1053
b	G2.G.Ho	0.1029

Priloga L: Tukyev HSD test primerjave števila listov glede na sorto, gojitveni bazen ter gostoto setve

Tukey multiple comparisons of means 95% family-wise confidence level					
	Fit: aov(formula = listi ~ bazen * gostota * seme, data = listi)	\$`bazen:gostota:seme`	diff	lwr	upr
				p adj	
G+N:G1:Ho-G:G1:Ho	2.309264e-14	-1.469584509	1.46958451	1.0000000	
H:G1:Ho-G:G1:Ho	-1.500000e-01	-1.619584509	1.31958451	1.0000000	
H+N:G1:Ho-G:G1:Ho	-5.666667e-01	-2.036251176	0.90291784	0.9984257	
S:G1:Ho-G:G1:Ho	-2.300000e+00	-4.099866091	-0.50013391	0.0010624	
G:G2:Ho-G:G1:Ho	-6.777778e-01	-2.019318754	0.66376320	0.9636747	
G+N:G2:Ho-G:G1:Ho	-9.888889e-01	-2.330429865	0.35265209	0.4918157	
H:G2:Ho-G:G1:Ho	-4.555556e-01	-1.797096532	0.88598542	0.9997266	
H+N:G2:Ho-G:G1:Ho	-9.222222e-01	-2.263763199	0.41931875	0.6298628	
S:G2:Ho-G:G1:Ho	-2.633333e+00	-4.220666023	-1.04600064	0.0000009	
G:G1:Ma-G:G1:Ho	9.000000e-01	-0.569584509	2.36958451	0.8154318	
G+N:G1:Ma-G:G1:Ho	3.000000e-01	-1.169584509	1.76958451	0.9999999	
H:G1:Ma-G:G1:Ho	1.073333e+00	-0.467979903	2.61464657	0.6052139	
H+N:G1:Ma-G:G1:Ho	1.066667e+00	-0.402917842	2.53625118	0.5231347	
S:G1:Ma-G:G1:Ho	1.366667e+00	-0.433199424	3.16653276	0.4316154	
G:G2:Ma-G:G1:Ho	-2.333333e-01	-1.574874310	1.10820764	1.0000000	
G+N:G2:Ma-G:G1:Ho	-4.555556e-01	-1.862575602	0.95146449	0.9998633	
H:G2:Ma-G:G1:Ho	2.333333e-01	-1.108207643	1.57487431	1.0000000	
H+N:G2:Ma-G:G1:Ho	6.333333e-01	-0.708207643	1.97487431	0.9819972	
S:G2:Ma-G:G1:Ho	9.914729e-01	-0.616815615	2.59976135	0.8068246	
H:G1:Ho-G+N:G1:Ho	-1.500000e-01	-1.619584509	1.31958451	1.0000000	
H+N:G1:Ho-G+N:G1:Ho	-5.666667e-01	-2.036251176	0.90291784	0.9984257	
S:G1:Ho-G+N:G1:Ho	-2.300000e+00	-4.099866091	-0.50013391	0.0010624	
G:G2:Ho-G+N:G1:Ho	-6.777778e-01	-2.019318754	0.66376320	0.9636747	
G+N:G2:Ho-G+N:G1:Ho	-9.888889e-01	-2.330429865	0.35265209	0.4918157	
H:G2:Ho-G+N:G1:Ho	-4.555556e-01	-1.797096532	0.88598542	0.9997266	
H+N:G2:Ho-G+N:G1:Ho	-9.222222e-01	-2.263763199	0.41931875	0.6298628	
S:G2:Ho-G+N:G1:Ho	-2.633333e+00	-4.220666023	-1.04600064	0.0000009	
G:G1:Ma-G+N:G1:Ho	9.000000e-01	-0.569584509	2.36958451	0.8154318	
G+N:G1:Ma-G+N:G1:Ho	3.000000e-01	-1.169584509	1.76958451	0.9999999	
H:G1:Ma-G+N:G1:Ho	1.073333e+00	-0.467979903	2.61464657	0.6052139	
H+N:G1:Ma-G+N:G1:Ho	1.066667e+00	-0.402917842	2.53625118	0.5231347	
S:G1:Ma-G+N:G1:Ho	1.366667e+00	-0.433199424	3.16653276	0.4316154	
G:G2:Ma-G+N:G1:Ho	-2.333333e-01	-1.574874310	1.10820764	1.0000000	
G+N:G2:Ma-G+N:G1:Ho	-4.555556e-01	-1.862575602	0.95146449	0.9998633	
H:G2:Ma-G+N:G1:Ho	2.333333e-01	-1.108207643	1.57487431	1.0000000	
H+N:G2:Ma-G+N:G1:Ho	6.333333e-01	-0.708207643	1.97487431	0.9819972	
S:G2:Ma-G+N:G1:Ho	9.914729e-01	-0.616815615	2.59976135	0.8068246	
H+N:G1:Ho-H:G1:Ho	-4.166667e-01	-1.886251176	1.05291784	0.9999818	
S:G1:Ho-H:G1:Ho	-2.150000e+00	-3.949866091	-0.35013391	0.0038358	
G:G2:Ho-H:G1:Ho	-5.277778e-01	-1.869318754	0.81376320	0.9979538	
G+N:G2:Ho-H:G1:Ho	-8.388889e-01	-2.180429865	0.50265209	0.7873907	
H:G2:Ho-H:G1:Ho	-3.055556e-01	-1.647096532	1.03598542	0.9999995	
H+N:G2:Ho-H:G1:Ho	-7.722222e-01	-2.113763199	0.56931875	0.8836411	
S:G2:Ho-H:G1:Ho	-2.483333e+00	-4.070666023	-0.89600064	0.0000062	
G:G1:Ma-H:G1:Ho	1.050000e+00	-0.419584509	2.51958451	0.5547689	
G+N:G1:Ma-H:G1:Ho	4.500000e-01	-1.019584509	1.91958451	0.9999406	
H:G1:Ma-H:G1:Ho	1.223333e+00	-0.317979903	2.76464657	0.3441081	
H+N:G1:Ma-H:G1:Ho	1.216667e+00	-0.252917842	2.68625118	0.2669130	
S:G1:Ma-H:G1:Ho	1.516667e+00	-0.283199424	3.31653276	0.2371596	
G:G2:Ma-H:G1:Ho	-8.333333e-02	-1.424874310	1.25820764	1.0000000	
G+N:G2:Ma-H:G1:Ho	-3.055556e-01	-1.712575602	1.10146449	0.9999998	
H:G2:Ma-H:G1:Ho	3.833333e-01	-0.958207643	1.72487431	0.9999795	
H+N:G2:Ma-H:G1:Ho	7.833333e-01	-0.558207643	2.12487431	0.8698836	
S:G2:Ma-H:G1:Ho	1.141473e+00	-0.466815615	2.74976135	0.5680141	

S:G1:Ho-H+N:G1:Ho	-1.733333e+00	-3.533199424	0.06653276	0.0754668
G:G2:Ho-H+N:G1:Ho	-1.111111e-01	-1.452652087	1.23042987	1.0000000
G+N:G2:Ho-H+N:G1:Ho	-4.222222e-01	-1.763763199	0.91931875	0.9999102
H:G2:Ho-H+N:G1:Ho	1.111111e-01	-1.230429865	1.45265209	1.0000000
H+N:G2:Ho-H+N:G1:Ho	-3.555556e-01	-1.697096532	0.98598542	0.9999938
S:G2:Ho-H+N:G1:Ho	-2.066667e+00	-3.653999356	-0.47933398	0.0007193
G:G1:Ma-H+N:G1:Ho	1.466667e+00	-0.002917842	2.93625118	0.0511521
G+N:G1:Ma-H+N:G1:Ho	8.666667e-01	-0.602917842	2.33625118	0.8596337
H:G1:Ma-H+N:G1:Ho	1.640000e+00	0.098686764	3.18131324	0.0230663
H+N:G1:Ma-H+N:G1:Ho	1.633333e+00	0.163748824	3.10291784	0.0124175
S:G1:Ma-H+N:G1:Ho	1.933333e+00	0.133467243	3.73319942	0.0202732
G:G2:Ma-H+N:G1:Ho	3.333333e-01	-1.008207643	1.67487431	0.9999978
G+N:G2:Ma-H+N:G1:Ho	1.111111e-01	-1.295908935	1.51813116	1.0000000
H:G2:Ma-H+N:G1:Ho	8.000000e-01	-0.541540976	2.14154098	0.8474856
H+N:G2:Ma-H+N:G1:Ho	1.200000e+00	-0.141540976	2.54154098	0.1505145
S:G2:Ma-H+N:G1:Ho	1.558140e+00	-0.050148949	3.16642802	0.0708837
G:G2:Ho-S:G1:Ho	1.622222e+00	-0.074707802	3.31915225	0.0813911
G+N:G2:Ho-S:G1:Ho	1.311111e+00	-0.385818913	3.00804113	0.3967136
H:G2:Ho-S:G1:Ho	1.844444e+00	0.147514421	3.54137447	0.0171830
H+N:G2:Ho-S:G1:Ho	1.377778e+00	-0.319152246	3.07470780	0.3015898
S:G2:Ho-S:G1:Ho	-3.333333e-01	-2.230558776	1.56389211	1.0000000
G:G1:Ma-S:G1:Ho	3.200000e+00	1.400133909	4.99986609	0.0000001
G+N:G1:Ma-S:G1:Ho	2.600000e+00	0.800133909	4.39986609	0.0000609
H:G1:Ma-S:G1:Ho	3.373333e+00	1.514439628	5.23222704	0.0000000
H+N:G1:Ma-S:G1:Ho	3.366667e+00	1.566800576	5.16653276	0.0000000
S:G1:Ma-S:G1:Ho	3.666667e+00	1.588360323	5.74497301	0.0000001
G:G2:Ma-S:G1:Ho	2.066667e+00	0.369736643	3.76359669	0.0027047
G+N:G2:Ma-S:G1:Ho	1.844444e+00	0.095289013	3.59359988	0.0260096
H:G2:Ma-S:G1:Ho	2.533333e+00	0.836403310	4.23026336	0.0000248
H+N:G2:Ma-S:G1:Ho	2.933333e+00	1.236403310	4.63026336	0.0000002
S:G2:Ma-S:G1:Ho	3.291473e+00	1.376680148	5.20626559	0.0000003
G+N:G2:Ho-G:G2:Ho	-3.111111e-01	-1.511021838	0.88879962	0.9999956
H:G2:Ho-G:G2:Ho	2.222222e-01	-0.977688505	1.42213295	1.0000000
H+N:G2:Ho-G:G2:Ho	-2.444444e-01	-1.444355171	0.95546628	0.9999999
S:G2:Ho-G:G2:Ho	-1.955556e+00	-3.425140065	-0.48597105	0.0004472
G:G1:Ma-G:G2:Ho	1.577778e+00	0.236236801	2.91931875	0.0050250
G+N:G1:Ma-G:G2:Ho	9.777778e-01	-0.363763199	2.31931875	0.5147426
H:G1:Ma-G:G2:Ho	1.751111e+00	0.331357592	3.17086463	0.0021350
H+N:G1:Ma-G:G2:Ho	1.744444e+00	0.402903468	3.08598542	0.0007389
S:G1:Ma-G:G2:Ho	2.044444e+00	0.347514421	3.74137447	0.0032935
G:G2:Ma-G:G2:Ho	4.444444e-01	-0.755466283	1.64435517	0.9990804
G+N:G2:Ma-G:G2:Ho	2.222222e-01	-1.050475296	1.49491974	1.0000000
H:G2:Ma-G:G2:Ho	9.111111e-01	-0.288799616	2.11102184	0.4316154
H+N:G2:Ma-G:G2:Ho	1.311111e+00	0.111200384	2.51102184	0.0159373
S:G2:Ma-G:G2:Ho	1.669251e+00	0.177055817	3.16144548	0.0112608
H:G2:Ho-G+N:G2:Ho	5.333333e-01	-0.666577394	1.73324406	0.9908329
H+N:G2:Ho-G+N:G2:Ho	6.666667e-02	-1.133244060	1.26657739	1.0000000
S:G2:Ho-G+N:G2:Ho	-1.644444e+00	-3.114028954	-0.17485994	0.0112102
G:G1:Ma-G+N:G2:Ho	1.888889e+00	0.547347913	3.23042987	0.0001177
G+N:G1:Ma-G+N:G2:Ho	1.288889e+00	-0.052652087	2.63042987	0.0773415
H:G1:Ma-G+N:G2:Ho	2.062222e+00	0.642468703	3.48197574	0.0000527
H+N:G1:Ma-G+N:G2:Ho	2.055556e+00	0.714014579	3.39709653	0.0000117
S:G1:Ma-G+N:G2:Ho	2.355556e+00	0.658625532	4.05248558	0.0001671
G:G2:Ma-G+N:G2:Ho	7.555556e-01	-0.444355171	1.95546628	0.7774748
G+N:G2:Ma-G+N:G2:Ho	5.333333e-01	-0.739364185	1.80603085	0.9954591
H:G2:Ma-G+N:G2:Ho	1.222222e+00	0.022311495	2.42213295	0.0402487
H+N:G2:Ma-G+N:G2:Ho	1.622222e+00	0.422311495	2.82213295	0.0003123
S:G2:Ma-G+N:G2:Ho	1.980362e+00	0.488166928	3.47255659	0.0004745
H+N:G2:Ho-H:G2:Ho	-4.666667e-01	-1.666577394	0.73324406	0.9982381
S:G2:Ho-H:G2:Ho	-2.177778e+00	-3.647362287	-0.70819327	0.0000305
G:G1:Ma-H:G2:Ho	1.355556e+00	0.014014579	2.69709653	0.0442978
G+N:G1:Ma-H:G2:Ho	7.555556e-01	-0.585985421	2.09709653	0.9024991
H:G1:Ma-H:G2:Ho	1.528889e+00	0.109135370	2.94864241	0.0195776
H+N:G1:Ma-H:G2:Ho	1.522222e+00	0.180681246	2.86376320	0.0090386
S:G1:Ma-H:G2:Ho	1.822222e+00	0.125292198	3.51915225	0.0203565

G:G2:Ma-H:G2:Ho	2.222222e-01	-0.977688505	1.42213295	1.0000000
G+N:G2:Ma-H:G2:Ho	5.329071e-15	-1.272697518	1.27269752	1.0000000
H:G2:Ma-H:G2:Ho	6.888889e-01	-0.511021838	1.88879962	0.8860416
H+N:G2:Ma-H:G2:Ho	1.088889e+00	-0.111021838	2.28879962	0.1330715
S:G2:Ma-H:G2:Ho	1.447028e+00	-0.045166405	2.93922325	0.0701818
S:G2:Ho-H+N:G2:Ho	-1.711111e+00	-3.180695620	-0.24152660	0.0059516
G:G1:Ma-H+N:G2:Ho	1.822222e+00	0.480681246	3.16376320	0.0002802
G+N:G1:Ma-H+N:G2:Ho	1.222222e+00	-0.119318754	2.56376320	0.1285407
H:G1:Ma-H+N:G2:Ho	1.995556e+00	0.575802037	3.41530907	0.0001229
H+N:G1:Ma-H+N:G2:Ho	1.988889e+00	0.647347913	3.33042987	0.0000302
S:G1:Ma-H+N:G2:Ho	2.288889e+00	0.591958865	3.98581891	0.0003293
G:G2:Ma-H+N:G2:Ho	6.888889e-01	-0.511021838	1.88879962	0.8860416
G+N:G2:Ma-H+N:G2:Ho	4.666667e-01	-0.806030851	1.73936418	0.9991985
H:G2:Ma-H+N:G2:Ho	1.155556e+00	-0.044355171	2.35546628	0.0754668
H+N:G2:Ma-H+N:G2:Ho	1.555556e+00	0.355644829	2.75546628	0.0007878
S:G2:Ma-H+N:G2:Ho	1.913695e+00	0.421500261	3.40588992	0.0009868
G:G1:Ma-S:G2:Ho	3.533333e+00	1.946000644	5.12066602	0.0000000
G+N:G1:Ma-S:G2:Ho	2.933333e+00	1.346000644	4.52066602	0.0000000
H:G1:Ma-S:G2:Ho	3.706667e+00	2.052703871	5.36062946	0.0000000
H+N:G1:Ma-S:G2:Ho	3.700000e+00	2.112667310	5.28733269	0.0000000
S:G1:Ma-S:G2:Ho	4.000000e+00	2.102774557	5.89722544	0.0000000
G:G2:Ma-S:G2:Ho	2.400000e+00	0.930415491	3.86958451	0.0000016
G+N:G2:Ma-S:G2:Ho	2.177778e+00	0.648185725	3.70736983	0.0000888
H:G2:Ma-S:G2:Ho	2.866667e+00	1.397082158	4.33625118	0.0000000
H+N:G2:Ma-S:G2:Ho	3.266667e+00	1.797082158	4.73625118	0.0000000
S:G2:Ma-S:G2:Ho	3.624806e+00	1.908257838	5.34135457	0.0000000
G+N:G1:Ma-G:G1:Ma	-6.000000e-01	-2.069584509	0.86958451	0.9967146
H:G1:Ma-G:G1:Ma	1.733333e-01	-1.367979903	1.71464657	1.0000000
H+N:G1:Ma-G:G1:Ma	1.666667e-01	-1.302917842	1.63625118	1.0000000
S:G1:Ma-G:G1:Ma	4.666667e-01	-1.333199424	2.26653276	0.9999956
G:G2:Ma-G:G1:Ma	-1.133333e+00	-2.474874310	0.20820764	0.2330228
G+N:G2:Ma-G:G1:Ma	-1.355556e+00	-2.762575602	0.05146449	0.0751515
H:G2:Ma-G:G1:Ma	-6.666667e-01	-2.008207643	0.67487431	0.9692079
H+N:G2:Ma-G:G1:Ma	-2.666667e-01	-1.608207643	1.07487431	0.9999999
S:G2:Ma-G:G1:Ma	9.147287e-02	-1.516815615	1.69976135	1.0000000
H:G1:Ma-G+N:G1:Ma	7.733333e-01	-0.767979903	2.31464657	0.9660888
H+N:G1:Ma-G+N:G1:Ma	7.666667e-01	-0.702917842	2.23625118	0.9504942
S:G1:Ma-G+N:G1:Ma	1.0666667e+00	-0.733199424	2.86653276	0.8543612
G:G2:Ma-G+N:G1:Ma	-5.333333e-01	-1.874874310	0.80820764	0.9976577
G+N:G2:Ma-G+N:G1:Ma	-7.555556e-01	-2.162575602	0.65146449	0.9353942
H:G2:Ma-G+N:G1:Ma	-6.666667e-02	-1.408207643	1.27487431	1.0000000
H+N:G2:Ma-G+N:G1:Ma	3.333333e-01	-1.008207643	1.67487431	0.9999978
S:G2:Ma-G+N:G1:Ma	6.914729e-01	-0.916815615	2.29976135	0.9938029
H+N:G1:Ma-H:G1:Ma	-6.666667e-03	-1.547979903	1.53464657	1.0000000
S:G1:Ma-H:G1:Ma	2.933333e-01	-1.565560372	2.15222704	1.0000000
G:G2:Ma-H:G1:Ma	-1.306667e+00	-2.726420185	0.11308685	0.1173523
G+N:G2:Ma-H:G1:Ma	-1.528889e+00	-3.010669329	-0.04710845	0.0343708
H:G2:Ma-H:G1:Ma	-8.400000e-01	-2.259753519	0.57975352	0.8561637
H+N:G2:Ma-H:G1:Ma	-4.400000e-01	-1.859753519	0.97975352	0.9999288
S:G2:Ma-H:G1:Ma	-8.186047e-02	-1.755945203	1.59222427	1.0000000
S:G1:Ma-H+N:G1:Ma	3.000000e-01	-1.499866091	2.09986609	1.0000000
G:G2:Ma-H+N:G1:Ma	-1.300000e+00	-2.641540976	0.04154098	0.0707168
G+N:G2:Ma-H+N:G1:Ma	-1.522222e+00	-2.929242268	-0.11520218	0.0183507
H:G2:Ma-H+N:G1:Ma	-8.333333e-01	-2.174874310	0.50820764	0.7966094
H+N:G2:Ma-H+N:G1:Ma	-4.333333e-01	-1.774874310	0.90820764	0.9998680
S:G2:Ma-H+N:G1:Ma	-7.519380e-02	-1.683482282	1.53309469	1.0000000
G:G2:Ma-S:G1:Ma	-1.600000e+00	-3.296930024	0.09693002	0.0933908
G+N:G2:Ma-S:G1:Ma	-1.822222e+00	-3.571377654	-0.07306679	0.0304385
H:G2:Ma-S:G1:Ma	-1.133333e+00	-2.830263357	0.56359669	0.6825917
H+N:G2:Ma-S:G1:Ma	-7.333333e-01	-2.430263357	0.96359669	0.9934116
S:G2:Ma-S:G1:Ma	-3.751938e-01	-2.289986519	1.53959892	1.0000000
G+N:G2:Ma-G:G2:Ma	-2.222222e-01	-1.494919740	1.05047530	1.0000000
H:G2:Ma-G:G2:Ma	4.666667e-01	-0.733244060	1.66657739	0.9982381
H+N:G2:Ma-G:G2:Ma	8.666667e-01	-0.333244060	2.06657739	0.5330320
S:G2:Ma-G:G2:Ma	1.224806e+00	-0.267388628	2.71700103	0.2819932

H:G2:Ma-G+N:G2:Ma	6.888889e-01	-0.583808629	1.96158641	0.9306301
H+N:G2:Ma-G+N:G2:Ma	1.088889e+00	-0.183808629	2.36158641	0.2129588
S:G2:Ma-G+N:G2:Ma	1.447028e+00	-0.104299597	2.99835644	0.1036053
H+N:G2:Ma-H:G2:Ma	4.000000e-01	-0.799910727	1.59991073	0.9997906
S:G2:Ma-H:G2:Ma	7.581395e-01	-0.734055294	2.25033436	0.9616094
S:G2:Ma-H+N:G2:Ma	3.581395e-01	-1.134055294	1.85033436	0.9999988

Priloga M: Tukeyev HSD test primerjave podobnosti pridelka glede na različni gojitveni bazen ter gostoto setve

Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = pridelek ~ bazen * Gostota, data = pridelek)

\$`bazen:Gostota`	diff	lwr	upr	p	adj
G+:G1-G:G1	-35.983334	-740.05619	668.089518	1.0000000	
GP:G1-G:G1	518.612222	-185.46063	1222.685074	0.4733946	
GP+:G1-G:G1	233.012222	-471.06063	937.085074	0.9997306	
H:G1-G:G1	174.979629	-529.09322	879.052481	0.9999966	
H+:G1-G:G1	-33.072222	-737.14507	671.000630	1.0000000	
HP:G1-G:G1	406.238889	-297.83396	1110.311741	0.8658128	
HP+:G1-G:G1	444.194444	-259.87841	1148.267296	0.7539001	
S:G1-G:G1	-580.550000	-1363.08322	201.983224	0.4592408	
SP:G1-G:G1	-676.303333	-1458.83656	106.229891	0.1903705	
G:G2-G:G1	-170.740476	-812.92778	471.446828	0.9999900	
G+:G2-G:G1	-5.036667	-639.39213	629.318792	1.0000000	
GP:G2-G:G1	663.440667	29.08521	1297.796125	0.0295812	
GP+:G2-G:G1	364.656667	-277.53064	1006.843971	0.8811601	
H:G2-G:G1	38.532222	-595.82324	672.887681	1.0000000	
H+:G2-G:G1	168.003333	-466.35213	802.358792	0.9999906	
HP:G2-G:G1	880.656667	238.46936	1522.843971	0.0003097	
HP+:G2-G:G1	765.734000	131.37854	1400.089459	0.0036473	
S:G2-G:G1	-514.094445	-1296.62767	268.438780	0.6889462	
SP:G2-G:G1	-421.130000	-1203.66322	361.403224	0.9231564	
GP:G1-G+:G1	554.595556	-128.45544	1237.646553	0.2889922	
GP+:G1-G+:G1	268.995556	-414.05544	952.046553	0.9972262	
H:G1-G+:G1	210.962963	-472.08803	894.013960	0.9999010	
H+:G1-G+:G1	2.911111	-680.13989	685.962108	1.0000000	
HP:G1-G+:G1	442.222222	-240.82877	1125.273219	0.7133453	
HP+:G1-G+:G1	480.177778	-202.87322	1163.228775	0.5650070	
S:G1-G+:G1	-544.566667	-1308.24090	219.107564	0.5372806	
SP:G1-G+:G1	-640.320000	-1403.99423	123.354231	0.2355702	
G:G2-G+:G1	-134.757143	-753.82468	484.310396	0.9999996	
G+:G2-G+:G1	30.946667	-579.99272	641.886051	1.0000000	
GP:G2-G+:G1	699.424000	88.48462	1310.363385	0.0085401	
GP+:G2-G+:G1	400.640000	-218.42754	1019.707539	0.7139886	
H:G2-G+:G1	74.515556	-536.42383	685.454940	1.0000000	
H+:G2-G+:G1	203.986667	-406.95272	814.926051	0.9996947	
HP:G2-G+:G1	916.640000	297.57246	1535.707539	0.0000513	
HP+:G2-G+:G1	801.717333	190.77795	1412.656718	0.0007784	
S:G2-G+:G1	-478.111111	-1241.78534	285.563119	0.7652670	
SP:G2-G+:G1	-385.146667	-1148.82090	378.527564	0.9571436	
GP+:G1-GP:G1	-285.600000	-968.65100	397.450997	0.9942365	
H:G1-GP:G1	-343.632593	-1026.68359	339.418404	0.9581387	
H+:G1-GP:G1	-551.684444	-1234.73544	131.366552	0.2982057	
HP:G1-GP:G1	-112.373333	-795.42433	570.677664	1.0000000	
HP+:G1-GP:G1	-74.417778	-757.46877	608.633219	1.0000000	
S:G1-GP:G1	-1099.162222	-1862.83645	-335.487992	0.0001027	
SP:G1-GP:G1	-1194.915556	-1958.58979	-431.241325	0.0000120	
G:G2-GP:G1	-689.352698	-1308.42024	-70.285160	0.0128440	
G+:G2-GP:G1	-523.648889	-1134.58827	87.290496	0.2022049	
GP:G2-GP:G1	144.828444	-466.11094	755.767829	0.9999984	
GP+:G2-GP:G1	-153.955556	-773.02309	465.111983	0.9999966	
H:G2-GP:G1	-480.080000	-1091.01938	130.859384	0.3480691	
H+:G2-GP:G1	-350.608889	-961.54827	260.330495	0.8711381	
HP:G2-GP:G1	362.044444	-257.02309	981.111983	0.8517740	
HP+:G2-GP:G1	247.121778	-363.81761	858.061162	0.9961353	
S:G2-GP:G1	-1032.706667	-1796.38090	-269.032436	0.0004186	
SP:G2-GP:G1	-939.742222	-1703.41645	-176.067992	0.0026141	
H:G1-GP+:G1	-58.032593	-741.08359	625.018404	1.0000000	
H+:G1-GP+:G1	-266.084444	-949.13544	416.966552	0.9975816	

HP:G1-GP+:G1	173.226667	-509.82433	856.277664	0.9999953
HP+:G1-GP+:G1	211.182222	-471.86877	894.233219	0.9998995
S:G1-GP+:G1	-813.562222	-1577.23645	-49.887992	0.0234320
SP:G1-GP+:G1	-909.315556	-1672.98979	-145.641325	0.0045851
G:G2-GP+:G1	-403.752698	-1022.82024	215.314840	0.7012190
G+:G2-GP+:G1	-238.048889	-848.98827	372.890496	0.9975744
GP:G2-GP+:G1	430.428444	-180.51094	1041.367829	0.5607610
GP+:G2-GP+:G1	131.644444	-487.42309	750.711983	0.9999997
H:G2-GP+:G1	-194.480000	-805.41938	416.459384	0.9998459
H+:G2-GP+:G1	-65.008889	-675.94827	545.930495	1.0000000
HP:G2-GP+:G1	647.644444	28.57691	1266.711983	0.0294726
HP+:G2-GP+:G1	532.721778	-78.21761	1143.661162	0.1781171
S:G2-GP+:G1	-747.106667	-1510.78090	16.567564	0.0633225
SP:G2-GP+:G1	-654.142222	-1417.81645	109.532008	0.2031366
H+:G1-H:G1	-208.051852	-891.10285	474.999145	0.9999194
HP:G1-H:G1	231.259259	-451.79174	914.310256	0.9996286
HP+:G1-H:G1	269.214815	-413.83618	952.265812	0.9971977
S:G1-H:G1	-755.529630	-1519.20386	8.144601	0.0562132
SP:G1-H:G1	-851.282963	-1614.95719	-87.608732	0.0126500
G:G2-H:G1	-345.720106	-964.78764	273.347433	0.8957234
G+:G2-H:G1	-180.016296	-790.95568	430.923088	0.9999510
GP:G2-H:G1	488.461037	-122.47835	1099.400422	0.3162971
GP+:G2-H:G1	189.677037	-429.39050	808.744576	0.9999121
H:G2-H:G1	-136.447407	-747.38679	474.491977	0.9999994
H+:G2-H:G1	-6.976296	-617.91568	603.963088	1.0000000
HP:G2-H:G1	705.677037	86.60950	1324.744576	0.0091153
HP+:G2-H:G1	590.754370	-20.18501	1201.693755	0.0714167
S:G2-H:G1	-689.074074	-1452.74830	74.600156	0.1355519
SP:G2-H:G1	-596.109630	-1359.78386	167.564601	0.3605856
HP:G1-H+:G1	439.311111	-243.73989	1122.362108	0.7240253
HP+:G1-H+:G1	477.266667	-205.78433	1160.317664	0.5767091
S:G1-H+:G1	-547.477778	-1311.15201	216.196453	0.5268351
SP:G1-H+:G1	-643.231111	-1406.90534	120.443119	0.2284666
G:G2-H+:G1	-137.668254	-756.73579	481.399284	0.9999995
G+:G2-H+:G1	28.035556	-582.90383	638.974940	1.0000000
GP:G2-H+:G1	696.512889	85.57350	1307.452273	0.0090954
GP+:G2-H+:G1	397.728889	-221.33865	1016.796427	0.7257545
H:G2-H+:G1	71.604444	-539.33494	682.543829	1.0000000
H+:G2-H+:G1	201.075555	-409.86383	812.014940	0.9997510
HP:G2-H+:G1	913.728889	294.66135	1532.796427	0.0000555
HP+:G2-H+:G1	798.806222	187.86684	1409.745607	0.0008371
S:G2-H+:G1	-481.022222	-1244.69645	282.652008	0.7563073
SP:G2-H+:G1	-388.057778	-1151.73201	375.616453	0.9539985
HP+:G1-HP:G1	37.955556	-645.09544	721.006552	1.0000000
S:G1-HP:G1	-986.788899	-1750.46312	-223.114658	0.0010562
SP:G1-HP:G1	-1082.542222	-1846.21645	-318.867992	0.0001469
G:G2-HP:G1	-576.979365	-1196.04690	42.088173	0.1019635
G+:G2-HP:G1	-411.275556	-1022.21494	199.663829	0.6461563
GP:G2-HP:G1	257.201778	-353.73761	868.141162	0.9937507
GP+:G2-HP:G1	-41.582222	-660.64976	577.485316	1.0000000
H:G2-HP:G1	-367.706667	-978.64605	243.232718	0.8184871
H+:G2-HP:G1	-238.235556	-849.17494	372.703829	0.9975502
HP:G2-HP:G1	474.417778	-144.64976	1093.485316	0.3957552
HP+:G2-HP:G1	359.495111	-251.44427	970.434496	0.8450400
S:G2-HP:G1	-920.333333	-1684.00756	-156.659103	0.0037495
SP:G2-HP:G1	-827.368889	-1591.04312	-63.694658	0.0187768
S:G1-HP+:G1	-1024.744444	-1788.41867	-261.070214	0.0004929
SP:G1-HP+:G1	-1120.497778	-1884.17201	-356.823547	0.0000644
G:G2-HP+:G1	-614.934921	-1234.00246	4.132618	0.0538155
G+:G2-HP+:G1	-449.231111	-1060.17050	161.708273	0.4768236
GP:G2-HP+:G1	219.246222	-391.69316	830.185607	0.9991729
GP+:G2-HP+:G1	-79.537778	-698.60532	539.529761	1.0000000
H:G2-HP+:G1	-405.662222	-1016.60161	205.277162	0.6705666
H+:G2-HP+:G1	-276.191111	-887.13050	334.748273	0.9859612
HP:G2-HP+:G1	436.462222	-182.60532	1055.529761	0.5593978

HP+:G2-HP+:G1	321.539556	-289.39983	932.478940	0.9366787
S:G2-HP+:G1	-958.288889	-1721.96312	-194.614658	0.0018385
SP:G2-HP+:G1	-865.324444	-1628.99867	-101.650214	0.0099668
SP:G1-S:G1	-95.753333	-932.31654	740.809872	1.0000000
G:G2-S:G1	409.809524	-297.21543	1116.834476	0.8611734
G+:G2-S:G1	575.513333	-124.40566	1275.432327	0.2674009
GP:G2-S:G1	1243.990667	544.07167	1943.909660	0.0000002
GP+:G2-S:G1	945.206667	238.18171	1652.231619	0.0005326
H:G2-S:G1	619.082222	-80.83677	1319.001216	0.1594724
H+:G2-S:G1	748.553333	48.63434	1448.472327	0.0222776
HP:G2-S:G1	1461.206667	754.18171	2168.231619	0.0000000
HP+:G2-S:G1	1346.284000	646.36501	2046.202994	0.0000000
S:G2-S:G1	66.455555	-770.10765	903.018761	1.0000000
SP:G2-S:G1	159.420000	-677.14321	995.983205	1.0000000
G:G2-SP:G1	505.562857	-201.46210	1212.587809	0.5318830
G+:G2-SP:G1	671.266667	-28.65233	1371.185660	0.0775505
GP:G2-SP:G1	1339.744000	639.82501	2039.662994	0.0000000
GP+:G2-SP:G1	1040.960000	333.93505	1747.984952	0.0000591
H:G2-SP:G1	714.835555	14.91656	1414.754549	0.0393417
H+:G2-SP:G1	844.306667	144.38767	1544.225660	0.0036892
HP:G2-SP:G1	1556.960000	849.93505	2263.984952	0.0000000
HP+:G2-SP:G1	1442.037333	742.11834	2141.956327	0.0000000
S:G2-SP:G1	162.208889	-674.35432	998.772094	0.9999999
SP:G2-SP:G1	255.173333	-581.38987	1091.736539	0.9999177
G+:G2-G:G2	165.703810	-372.75035	704.157971	0.9999062
GP:G2-G:G2	834.181143	295.72698	1372.635305	0.0000157
GP+:G2-G:G2	535.397143	-12.26203	1083.056316	0.0637952
H:G2-G:G2	209.272698	-329.18146	747.726860	0.9976513
H+:G2-G:G2	338.743809	-199.71035	877.197971	0.7581394
HP:G2-G:G2	1051.397143	503.73797	1599.056316	0.0000000
HP+:G2-G:G2	936.474476	398.02031	1474.928638	0.0000005
S:G2-G:G2	-343.353968	-1050.37892	363.670984	0.9703180
SP:G2-G:G2	-250.389524	-957.41448	456.635429	0.9993087
GP:G2-G+:G2	668.477333	139.38831	1197.566360	0.0016201
GP+:G2-G+:G2	369.693333	-168.76083	908.147495	0.6099376
H:G2-G+:G2	43.568889	-485.52014	572.657916	1.0000000
H+:G2-G+:G2	173.040000	-356.04903	702.129027	0.9997725
HP:G2-G+:G2	885.693333	347.23917	1424.147495	0.0000028
HP+:G2-G+:G2	770.770667	241.68164	1299.859694	0.0000767
S:G2-G+:G2	-509.057778	-1208.97677	190.861216	0.4984457
SP:G2-G+:G2	-416.093333	-1116.01233	283.825660	0.8333550
GP+:G2-GP:G2	-298.784000	-837.23816	239.670162	0.9009380
H:G2-GP:G2	-624.908445	-1153.99747	-95.819417	0.0052349
H+:G2-GP:G2	-495.437333	-1024.52636	33.651694	0.0976293
HP:G2-GP:G2	217.216000	-321.23816	755.670162	0.9962609
HP+:G2-GP:G2	102.293333	-426.79569	631.382360	0.9999999
S:G2-GP:G2	-1177.535111	-1877.45410	-477.616118	0.0000014
SP:G2-GP:G2	-1084.570667	-1784.48966	-384.651673	0.0000156
H:G2-GP+:G2	-326.124445	-864.57861	212.329717	0.8105801
H+:G2-GP+:G2	-196.653333	-735.10750	341.800828	0.9989538
HP:G2-GP+:G2	516.000000	-31.65917	1063.659173	0.0921304
HP+:G2-GP+:G2	401.077333	-137.37683	939.531495	0.4513248
S:G2-GP+:G2	-878.751111	-1585.77606	-171.726159	0.0021881
SP:G2-GP+:G2	-785.786667	-1492.81162	-78.761714	0.0132000
H+:G2-H:G2	129.471111	-399.61792	658.560138	0.9999973
HP:G2-H:G2	842.124445	303.67028	1380.578606	0.0000121
HP+:G2-H:G2	727.201778	198.11275	1256.290805	0.0002948
S:G2-H:G2	-552.626667	-1252.54566	147.292327	0.3392200
SP:G2-H:G2	-459.662222	-1159.58122	240.256771	0.6895302
HP:G2-H+:G2	712.653333	174.19917	1251.107495	0.0006550
HP+:G2-H+:G2	597.730667	68.64164	1126.819694	0.0104158
S:G2-H+:G2	-682.097778	-1382.01677	17.821216	0.0659196
SP:G2-H+:G2	-589.133333	-1289.05233	110.785660	0.2295163
HP+:G2-HP:G2	-114.922667	-653.37683	423.531495	0.9999997
S:G2-HP:G2	-1394.751111	-2101.77606	-687.726159	0.0000000

SP:G2-HP:G2	-1301.786667	-2008.81162	-594.761714	0.0000001
S:G2-HP+:G2	-1279.828445	-1979.74744	-579.909451	0.0000001
SP:G2-HP+:G2	-1186.864000	-1886.78299	-486.945006	0.0000011
SP:G2-S:G2	92.964445	-743.59876	929.527650	1.0000000

Priloga N: Rezultati večsmerne analize variance (večsmerna ANOVA) na pridelek motovilca

	SORTA	GOSTOTA	SUBSTRAT	BAZEN
SORTA	*			
GOSTOTA	**	*		
SUBSTRAT	.			
BAZEN	***			*

Kode signifikantnosti: 0 ``***'; 0,001 ``**'; 0,01 ``*'; 0,05 ``.; 0,1 ``;

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Martin Kavšček

**OPTIMIZACIJA RASTNIH POGOJEV ZA
HIDROPONSKO VZGOJO DVEH SORT
NAVADNEGA MOTOVILCA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013