

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marko DEVETAK

**HIDROPONSKO GOJENJE SOLATNIC NA
RAZLIČNIH GOJITVENIH PLOŠČAH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2006

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marko DEVETAK

**HIDROPONSKO GOJENJE SOLATNIC NA RAZLIČNIH
GOJITVENIH PLOŠČAH**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**HYDROPONIC GROWING OF LEAFY
VEGETABLES ON DIFFERENT PLUG TRAYS**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za vrtnarstvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer je bil izveden poskus v rastlinjaku na laboratorijskem polju, meritve pa v laboratoriju Katedre za vrtnarstvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jožeta Osvalda.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Ivan KREFT
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Jože OSVALD
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Marko Devetak

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 635.52 : 631.526.32 : 631.589 : 631.559 (043.2)
KG	vrtnarstvo/solata/ <i>Lactuca sativa</i> /hidroponika/tankoplastno gojenje/gojitvene plošče/pridelek
KK	AGRIS F01
AV	DEVETAK, Marko
SA	OSVALD, Jože (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2006
IN	HIDROPONSKO GOJENJE SOLATNIC NA RAZLIČNIH GOJITVENIH PLOŠČAH
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 47, [9] str., 18 pregl., 15 sl., 8 pril., 37 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	V raziskavi, ki je bila opravljena med novembrom 2004 in januarjem leta 2005 v rastlinjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo primerjali rast solate (<i>Lactuca sativa</i> L.) na različnih gojitvenih ploščah na NFT (Nutrient Film Technique) hidroponskem sistemu. V poskus sta bili vključeni sorti 'Marija' in 'Lusiana', njihovo rast in razvoj pa smo spremljali na treh različnih tipih gojitvenih plošč. In sicer na ploščah z gostoto setve 84 celic, na ploščah s 160 celicami ter na ploščah z režami, ki so primerne za gosto setev. Delo je bilo razdeljeno na dva dela, tako da so meritve mase in dolžine nadzemnega dela rastline bile opravljene po vsaki rezi, medtem ko smo maso korenin tehtali le po drugi rezi. Dobljene rezultate povprečne mase in standardnega odklona smo statistično obdelali in primerjali posamezne tipe gojitvenih plošč med seboj. Po prvi rezi smo iz tabele analize variance ugotovili, da je bila pri obeh sortah solate najmanjša povprečna masa sveže snovi nadzemnega dela izmerjena na ploščah z režami. Med pridelki dobljenimi na ostalih dveh tipih plošč pa ni bilo statistično značilnih razlik. Tako je bila pri sorti 'Marija' največja povprečna masa 266,9 g dobljena na ploščah s 160 celicami, najmanjša pa na ploščah z režami, 71,5 g. Pri sorti 'Lusiana' smo največjo povprečno maso dobili na ploščah s 84 celicami, 266,3 g. Na ploščah namenjenih gosti setvi pa je izplen znašal le 123,8 g. Pri drugi rezi je prišlo do statistično značilnih razlik med sorto in gostoto setve ($p \leq 0,05$). Vzrok za medsebojni vpliv med sorto in gostoto setve je v povprečni masi nadzemnega dela sorte 'Marija' pri gostoti 84 celic, ki je med obravnavanimi ploščami največja (281,2 g) in sorte 'Lusiana', ki je pri isti gostoti setve najmanjša (95,5 g). Po drugi rezi smo primerjali tudi povprečno maso koreninskih sistemov in ugotovili, da ni medsebojnega vpliva med gostoto setve in sorto ter, da ni statistično značilnih razlik med sortama.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 635.52 : 631.526.32 : 631.589 : 631.559 (043.2)
CX AGRIS F01
CC horticulture/lettuce/*Lactuca sativa*/hydroponics/NFT/nutrient film technique
/plug trays/yields
AU DEVETAK, Marko
AA OSVALD, Jože (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2006
TI HYDROPONIC GROWING OF LEAFY VEGETABLES ON DIFFERENT
PLUG TRAYS
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XI, 47, [9] p., 18 tab., 15 fig., 8 ann., 37 ref.
LA en
AL sl/en
AB The research was conducted from November 2004 to January 2005 in a greenhouse of the laboratory field of the Biotechnical Faculty involved the comparison of growing lettuce (*Lactuca sativa* L.) on different plug trays in the NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic system. The experiment was based on cultivars 'Marija' and 'Lusiana' and their growth and development was observed on three different types of plug trays: on trays with density of 84 cells, trays with 160 cells, and trays with slots suitable for a dense seeding. The research was performed in the following two parts; the measurements of mass and lengths of the above ground parts of plants were carried out on every cutting, while the mass of roots was weighed solely after the second cutting. The obtained results of average mass and standard deviation were statistically processed, and single types of growing trays were compared with each other. Following the first cutting, the variation analysis table displayed that with both cultivars of lettuce the lowest average mass of fresh substance of the above ground parts was weighed on trays with slots. Whereas, the crops grown on other types of trays showed no statistically significant differences. Thus, with 'Marija' the highest average mass was 266.9 g on trays with 160 cells, and the lowest, 71.5 g, on trays with slots, and while with 'Lusiana' the highest average mass of 266.3 g was gained on trays with 84 cells. On trays designed for dense seeding the yeald resulted only in 123.8 g. with the second cutting there appeared statistically significant diferrences between cultivars and seeding density ($p \leq 0.05$). The reason for the reciprocal influence between cultivars and seeding density lies in the average mass of leaves of 'Marija' sort with the density of 84 cells, which is the highest (281.2 g) among the trays dealt with, and 'Lusiana' cultivar, which is the lowest (95.5 g) at the same density. After the second cutting the average masses of root systems were compared. It was concluded that there is no reciprocal influence between seeding density and cultivar, and consequently that there are no statistically significant differences between the two cultivars.

KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija	III
	Key words documentation	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic	VII
	Kazalo slik	VIII
	Kazalo prilog	IX
	Okrajšave in simboli	X
1	UVOD	1
1.1	POVOD ZA RAZISKAVO	1
1.2	NAMEN RAZISKAVE	1
1.3	DELOVNA HIPOTEZA	2
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	HIDROPONSKO GOJENJE RASTLIN	3
2.1.1	Kaj je hidroponika	3
2.1.2	Delitev hidroponskih sistemov	3
2.1.3	Opis hidroponskih sistemov	3
2.1.3.1	Aeroponika	3
2.1.3.2	Vodne kulture	4
2.1.3.3.	Navpični hidroponski sistemi	4
2.1.3.4	VPH (Vertical Plain Hydroponic)	4
2.1.3.5	Navpično gojenje rastlin v visečih vrečah, napolnjenih s substratom	4
2.1.3.6	NFT (Nutrient Film Technique)	5
2.1.3.7	PPH (Plant Plain Hydroponic)	5
2.1.3.8	Gojenje vrtnin na ploščah kamene volne	5
2.1.3.9	Tankoplastno gojenje	5
2.2	PODROBNEJŠI OPIS NFT SISTEMA	6
2.3	PREDNOSTI IN SLABOSTI BREZTALNEGA GOJENJA VRTNIN	9
2.4	PRIMERJAVA MED HIDROPONIKO IN TLEMI	9
2.4.1	Uporaba hidroponike v zavarovanih prostorih	9
2.5	HRANILNA RAZTOPINA	10
2.5.1	Makro in mikro elementi	10
2.6	SUBSTRATI V HIDROPONIKI	12
2.7	GOJITVENE PLOŠČE	13
2.8	SOLATNICE	13
2.8.1	Značilnosti družine radičevk- <i>Cichoriaceae</i>	14
2.8.2	Pridelovalne razmere solate	14
2.8.3	Potrebe po vodi	16
2.8.4	Gojenje solate v zavarovanem prostoru (rastlinjaku)	17
2.9	BOLEZNI, ŠKODLJIVCI IN PREHRANSKE MOTNJE RASTLIN	17
2.9.1	Glivične bolezni rastlin	17
2.9.2	Bakterijske bolezni solate	18
2.9.3	Virusne bolezni solate	18
2.9.4	Škodljivci solatnic	19

2.9.5	Sredstva za zaščito rastlin	20
2.9.6	Prehranske motnje rastlin	20
3	MATERIAL IN METODE DELA	22
3.1	ZASNOVA POSKUSA	22
3.2	MATERIAL	22
3.2.1	Opis sort solate	22
3.2.2	Substrat Klasmann KTS1	23
3.2.3	Gojitvene plošče	24
3.2.4	Hranilna raztopina	24
3.2.5	Uporabljeni fitofarmacevtska sredstva	25
3.2.6	Material uporabljen v hidroponskem sistemu	25
3.3	METODA DELA	25
3.3.1	Pregled poteka del	25
3.3.2	Statistične metode	27
4	REZULTATI	28
4.1	PRIKAZ RELATIVNE ZRAČNE VLAGE V OBDOBJU TRAJANJA POSKUSA	28
4.2	PRIKAZ STANJA TEMPERATURE V OBDOBJU TRAJANJA POSKUSA	29
4.3	RAST NADZEMNEGA DELA RASTLIN V OBDOBJU PRED PRVO REZJO	30
4.4	REZULTATI PRVE REZI	31
4.5	RAST NADZEMNEGA DELA RASTLIN V OBDOBJU PRED RUGO REZJO	33
4.6	REZULTATI DRUGE REZI	34
4.7	DOLŽINA KORENIN GLEDE NA POSAMEZNO SORTO IN GOJITVENO PLOŠČO	36
4.8	REZULTATI MASE KORENIN	37
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	39
5.1	RAZPRAVA	39
5.1.1	Masa nadzemnega dela rastlin	39
5.1.2	Dolžina nadzemnega dela rastlin	40
5.1.3	Povprečna dolžina korenin	41
5.1.4	Masa koreninskega sistem	41
5.2	SKLEPI	42
6	POVZETEK	44
7	VIRI	45
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Okvirne površine zavarovanih prostorov na državo, kjer poteka hidroponsko gojenje rastlin (Morard, 1995).	9
Preglednica 2:	Sestava hranilne raztopine primerne za solato (<i>Lactuca sativa</i> L.) (Pimpini, 2001).	10
Preglednica 3:	Masa sestavin (g) in energetska vrednost (Kcal) v 100 g sveže snovi solate rezivke (Pimpini, 2001).	14
Preglednica 4:	Masa mineralov v mg za 100 g sveže snovi solate rezivke (Pimpini, 2001).	14
Preglednica 5:	Masa vitaminov v mg za 100 g sveže snovi solate rezivke (Pimpini, 2001).	14
Preglednica 6:	Gnojilne norme (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999a).	15
Preglednica 7:	Fitofarmaceutvska sredstva, navedena v seznamu o registriranih fitofarmaceutskih sredstvih v republiki Sloveniji (Fito-info, 12. 2. 2006).	20
Preglednica 8:	Postavitev plošč z rastlinami na hidroponskem sistemu. Črki M in L predstavljata sorti 'Marija' in 'Lusiana', 84 in 160 pa število celic gojitvene plošče. GS predstavlja ploščo, kjer je bila opravljena gosta setev oz. ploščo z režami	22
Preglednica 9:	Značilnosti substrata Klasmann KTS1 (Klasmann-Deilmann GmbH, 2006).	23
Preglednica 10:	Delež makro in mikro hranil v %.	24
Preglednica 11:	Razporeditev NPK mineralnih gnojil z dodatkom mikrohranil (ME), primernih za osnovno gnojenje in za fertiirigacijo (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003a).	24
Preglednica 12:	Povprečja mase in standardni odklon po prvi rezi. Enake črke označujejo povprečja, med katerimi ni statistično značilnih razlik.	31
Preglednica 13:	Analiza variance za maso prve rezi nadzemnega dela.	32
Preglednica 14:	Povprečja mase in standardni odklon v gramih po drugi košnji. Enake črke označujejo povprečja med katerimi ni statistično značilnih razlik.	34
Preglednica 15:	Analiza variance za maso druge rezi nadzemnega dela rastlin.	35
Preglednica 16:	Povprečja dolžin in standardni odklon koreninskih sistemov v centimetrih.	36
Preglednica 17:	Analiza variance za maso korenin.	37
Preglednica 18:	Povprečna masa in standardni odklon korenin v gramih.	38

KAZALO SLIK

Slika 1:	Shema delovanja NFT sistema (Pimpini, 2001).	6
Slika 2:	Primer NFT kanalnega sistema (Resh, 1995).	8
Slika 3:	Potek hranilne raztopine v NFT sistemu (Resh, 1995).	8
Slika 4	Poraba vode glede na razvojno fazo rastline (Osvald, 2002).	16
Slika 5:	Fizikalne sposobnosti substrata Klasmann KTS1 (Klasmann-Deilmann GmbH, 2006).	23
Slika 6:	Prikaz stanja relativne zračne vlage v obdobju od 20. 11. 2004 do 20. 12. 2004.	28
Slika 7:	Prikaz stanja relativne zračne vlage v obdobju od 20. 12. 2004 do 20. 1. 2005.	28
Slika 8:	Prikaz temperature v obdobju od 20. 11. 2004 do 20. 12. 2004.	29
Slika 9:	Prikaz temperature v obdobju od 20. 12. 2004 do 20. 1. 2005.	29
Slika 10:	Povprečna dolžina nadzemnega dela rastlin v centimetrih in njen standardni odklon po obravnavanjih glede na gojitveno ploščo in sorto solate pred prvo rezjo.	30
Slika 11:	Povprečna masa sveže snovi in standardni odklon nadzemnega dela rastlin, dobljena po prvi rezi.	31
Slika 12:	Povprečna dolžina nadzemnega dela rastlin v centimetrih in njen standardni odklon po obravnavanjih glede na gojitveno ploščo in sorto solate pred drugo rezjo.	33
Slika 13:	Povprečna masa in standardni odklon sveže snovi nadzemnega dela rastlin, dobljena po drugi rezi.	34
Slika 14:	Primerjava dolžine korenin v cm glede na ploščo in sorto.	36
Slika 15:	Povprečna masa in standardni odklon mase sveže snovi korenin v gramih glede na sorto in gojitveno ploščo.	37

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Postavitev plošč na hidroponski sistem (11.11.2004).
- Priloga B: Rastline na različnih gojitvenih ploščah (11.11.2004).
- Priloga C: Težave pri preskrbi z vodo na gojitvenih ploščah primernih za gosto setev (25.11.2004).
- Priloga D: Koreninski sistem pred prvo rezjo (2.12.2004).
- Priloga E: Koreninski sistem na gojitvenih ploščah za gosto setev pred prvo rezjo (2.12.2004).
- Priloga F: Koreninski sistem pred drugo rezjo (17.1.2005).
- Priloga G: Preglednice z masami sveže in suhe snovi nadzemnega dela rastlin glede na posamezno ploščo in sorto solate.
- Priloga H: Preglednice z masami sveže in suhe snovi koreninskega sistema rastlin glede na posamezno ploščo in sorto solate.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

NFT	Nutrient Film Technique (tankoplastno gojenje)
PPH	Plant Plain Technique
μS	mikrosiemens
%	odstotek
NO₃	nitrat
K	kalij
Ca	kalcij
Mg	magnezij
Fe	železo
Mn	mangan
Zn	cink
B	bor
Cu	baker
Mo	molibden
Cl	klor
Na	natrij
ATP	adenin trifosfat
cm	centimeter
g	gram
mg	miligram
kg	kilogram
t	tona
ha	hektar
M	sorta 'Marija'

L	sorta 'Lusiana'
GS	plošče prirejene za gosto setev
84	plošče s 84 celicami
160	plošče s 160 celicami
VKO	vsota kvadriranih odklonov
SKO	srednji kvadrirani odklon
SP	stopinje prostosti
F	Fischerjeva porazdelitev
p	verjetnost

1 UVOD

Zaradi naraščanja potreb po vrtninah so se oblikovale določene tehnike, ki pripomorejo k intenziviranju proizvodnje. Tako hidroponsko gojenje rastlin v vrtnarskih obratih že uspešno nadomešča talno gojenje. Hidroponika nam omogoča bolj nadzorovano vzgojo rastlin, od pridelovalca pa zahteva več znanja.

Hidroponsko gojenje rastlin je v primerjavi s talnim boljše predvsem zaradi možnosti večjega pridelka, težave, pogojene s škodljivci in boleznimi, so precej manjše, pridelava je intenzivnejša, negativen vpliv na okolje je manjši (Morard, 1995).

Za tak način gojenja je zelo primerna solata (*Lactuca sativa* L.). Za pridelavo te rastline najbolj ustrezajo PPH (Plant Plain Hydroponic) in NFT (Nutrient Film Technique-sistem tankih plasti) tehnike gojenja.

1.1 POVOD ZA RAZISKAVO

Zaradi potrebe po povečanju intenzivnosti pridelave oz. povečanem pridelku so se na tržišču pojavile različne gojitvene plošče. Plošče so primerne zlasti za NFT tehnike. Raziskava naj bi bila namenjena predvsem pridelovalcem, saj bi se lažje odločali za uporabo različnih gojitvenih plošč. Z raziskavo smo tudi preizkušali morebitne prednosti plošč, ki temeljijo na gosti setvi. Te plošče naj bi tudi omogočale boljše rezultate pri pridelavi solate rezivke oziroma bi na njih bilo mogoče pridobiti večjo količino listov solate na enaki površini.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Namen naše raziskave je bilo preizkušanje treh različnih tipov gojitvenih plošč, namenjenih hidroponskemu načinu gojenja rastlin. Želeli smo ugotoviti ali, dajo plošče, ki so namenjene gosti setvi večji pridelek listja kot plošče s 84 in 160 celicami. Za preučevano rastlino smo izbrali solato (*Lactuca sativa* L.), ki je sposobna hitre rasti, kar nam je omogočilo lažjo pot do rezultatov. Samo delo pa je potekalo na NFT hidroponskem sistemu, torej sistemu tankih plasti. Poskus smo postavili, tako da smo namestili tri različne tipe gojitvenih plošč na podlago z rahlim padcem. Pod ploščami je bila položena polietilenska folija, po kateri se je stekala hranilna raztopina, ki je vlažila koreninski sistem rastlin.

Za primerjavo med posameznima sortama in gojitvenimi ploščami smo uporabili povprečno maso sveže snovi nadzemnega dela rastlin, ki smo jo stehali po vsaki rezi.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Menimo, da med sortama 'Marija' in 'Lusiana', gojenima pri enakih razmerah, ni večjih razlik glede povprečne mase nadzemnega dela rastlin. Možne so le razlike zaradi gojenja v različnih tipih gojitvenih plošč, ki predstavljajo spremenjene razmere za rast solate. Kot glavnega dejavnika, ki vodi do različnih povprečnih mas pridelka, velja omeniti količino substrata v celici glede na gostoto setve.

2 PREGLED OBJAV

2.1 HIDROPONSKO GOJENJE RASTLIN

2.1.1 Kaj je hidroponika?

Hidroponika je način gojenja rastlin brez prsti oziroma brez zemlje. Korenine rastlin lahko rastejo v različnih inertnih medijih, kot so kamena volna, ekspandirana glina, šotni substrati, pesek. Ob vzdrževanju velike vlažnosti pa korenine lahko uspevajo tudi na zraku in v vodi v primeru dobrega prezračevanja.

Beseda hidroponika izhaja iz grških besed »hydro«, kar pomeni voda, in »ponos«, ki pomeni delo.

2.1.2 Delitev hidroponskih sistemov

Hidroponske sisteme v grobem razdelimo na zaprte in odprte hidroponske sisteme. Za zaprti hidroponski sistem je značilno, da hranilna raztopina v sistemu kroži, medtem ko v odprtem hidroponskem sistemu hranilno raztopino po uporabi zamenjamo.

Hidroponske sisteme lahko razdelimo tudi glede na uporabo substratov in način gojenja ter dovajanju hranilne raztopine. Sisteme lahko uporabljamo na prostem ali v zavarovanem prostoru.

2.1.3 Opis hidroponskih sistemov

2.1.3.1 Aeroponika

Aeroponika predstavlja sistem gojenja rastlin, ki temelji na vlaženju korenin s hranilno raztopino. Vlaženje pa poteka v določenih časovnih presledkih s pomočjo razprševanja z meglilnimi šobami (Demšar in Osvald, 2001). Za aeroponiko je tudi značilno, da se ne uporablja substrata kot posrednika za hranilno raztopino. Le tega nadomeščajo različni plastični nosilci, ki omogočajo sidranje rastline. Tako imajo korenine dovolj kisika, saj prosto visijo v zraku in posledično ne prihaja do gnitja (Demšar, 1998). Nadzemni del rastline je obešen na oporo.

Delo z aeroponskimi sistemi predstavlja predvsem enostavnejšo konstrukcijo, sistem je premičen in zagotovljena je večja stopnja avtomatizacije. Poleg tega pride do boljše izrabe prostora in hranil (Tesi, 2002). Obstaja pa tudi možnost vodenja več pridelovalnih ciklov. Aeroponika je ugodna tudi iz vidika sterilizacije hranilne raztopine.

Slabosti aeroponskega načina pridelave vrtnin predstavljajo visoki stroški, mašenje pršilnih šob ter večja verjetnost pojava motenj in raznih fizioloških napak. Težave se lahko pojavijo

tudi zaradi samega koreninskega sistema, ki zaradi manjšega števila koreninskih laskov slabše sprejema hranilno raztopino. Nenazadnje med pomanjkljivosti lahko uvrstimo tudi večjo potrebo po znanju, ki ga aeroponika zahteva (Osvald, 2002).

2.1.3.2 Vodne kulture

Sistem vodnih kultur temelji na gojenju rastlin v posodah oziroma bazenih s hranilno raztopino. Nadzemni del pa gleda skozi odprtine plošče, ki je nameščena na posodi. V sistem, v katerem korenine lebdi v raztopini, dovajamo zrak s pomočjo kompresorja. Pri tej obliki gojenja je potrebno redno obnavljanje hranilne raztopine (Demšar, 1998).

2.1.3.3 Navpični hidroponski sistemi

Navpični hidroponski sistem omogoča boljšo izrabo zavarovanega prostora, hkrati pa zagotavlja tudi dobro osvetljenje rastlin (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003b).

2.1.3.4 VPH (Vertical Plain Hydroponic)

Vrtnine se goji na flisni podlagi z odsevajočimi folijami, ki visijo na stojalih. Hranilno raztopino se dodaja na vrhu plošče (Osvald, 2002). Pri tem pa moramo biti pozorni, da se raztopina pravilno razporedi in da je flisna podlaga primerno navlažena.

2.1.3.5 Navpično gojenje rastlin v visečih vrečah, napolnjenih s substratom

Hranila dodajamo kapljično na vrhu vreč. Na dnu pa so drenažne odprtine, ki omogočajo, da odvečna hranilna raztopina hitro odteka. Taka oblika gojenja je primerna predvsem zaradi boljše izkoriščenosti oziroma večjega števila rastlin na kvadratni meter (Osvald, 2002). Slabost navpičnega gojenja v visečih vrečah pa je lahko prekomerna vlažnost substrata v spodnjem delu sistema zaradi gravitacijskega odtekanja raztopine.

2.1.3.6 NFT (Nutrient Film Technique)

Sistem temelji na nagnjenih plastičnih kanalih s padcem 1 do 2 %, v katerih se neprestano pretaka hranilna raztopina v tanki plasti (Osvald, 2002). Črpalka dovaja raztopino na vrh sistema v časovnih presledkih ali neprekinjeno. Na spodnjem delu se raztopina izteka iz kanalov v drenažni sistem, od tam pa v rezervoar, v katerem je črpalka, ki poskrbi za ponoven dotok hranilne raztopine. Občasno je potrebno opraviti analizo hranil v raztopini ter jo obnoviti. NFT sistem je podrobneje opisan v podglavju 2.2.

2.1.3.7 PPH (Plant Plain Hydroponic)

Tudi pri PPH načinu gojenja uporabljamo podlago z padcem (1 %). Sistem je primeren zlasti za gojenje plodovk in solatnic. Sadike lahko postavimo v kocke kamene volne ali pa v plastične lončke, katerih dno je preluknjano (Osvald in sod., 1998).

PPH sistem je zlasti ugoden zaradi enostavnosti postavitve sistema, dobra zračnost korenin; predvsem pa je ta sistem cenejši od ostalih sistemov.

2.1.3.8 Gojenje vrtnin na ploščah kamene volne

Pri obliki gojenja vrtnin na ploščah iz kamene volne se sadike sprva goji v lončkih in šele nato v kockah kamene volne. Kocko višine 75 mm se postavi na gojitveno ploščo v odprtino velikosti 100 x 100 mm. Gojitvene plošče so običajno 15 cm do 30 cm široke, 75 cm do 100 cm dolge in 75 mm visoke. Z belo polietilensko folijo na ploščah vzdržujemo čistočo in preprečujemo razvoj alg (Resh, 1995). Pridelovalno gredo predstavljata dve gojitveni plošči v razmaku 30 cm. Gojitvene plošče imajo na boku poševno drenažno zarezo, iz katere lahko odteka odvečna hranilna raztopina, ki je v sistem uvedena preko kapljičnega sistema.

2.1.3.9 Tankoplastno gojenje

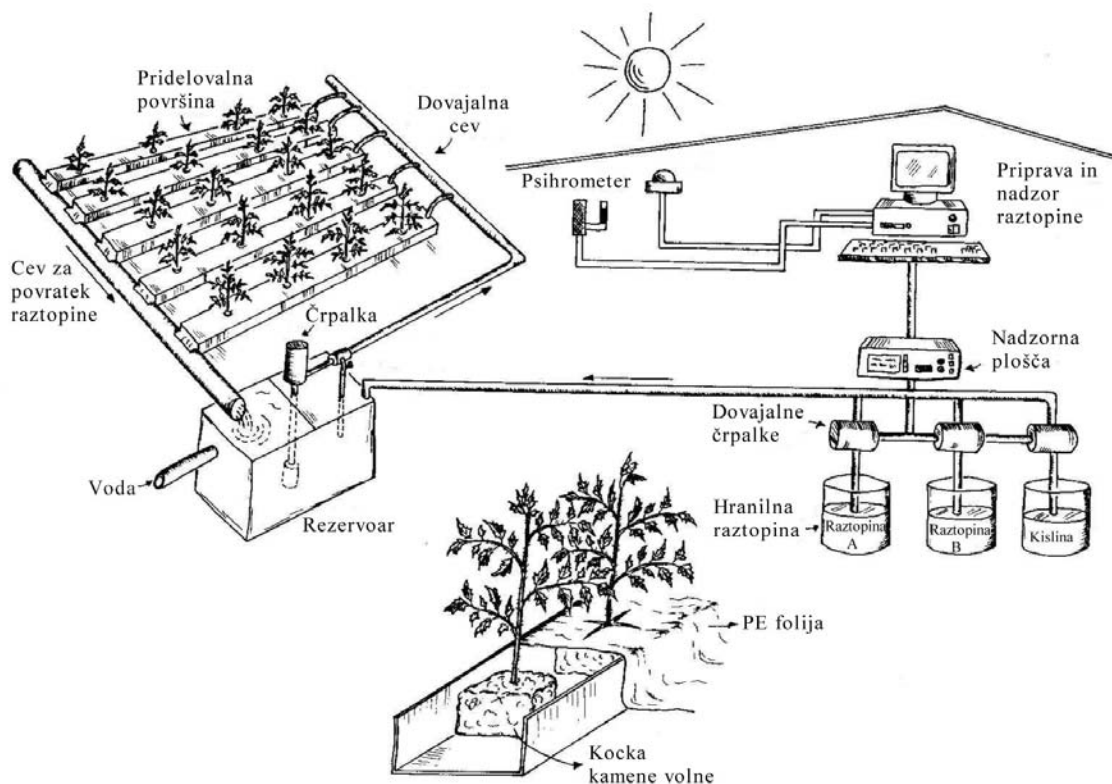
Je sistem gojenja vrtnin na tankih plasteh substrata z debelino 2 cm ali 10 cm. Kot substrat se pri tankoplastnem načinu gojenja uporablja šota, kosmiče kamene volne ali mešanice vermikulita in kremenčevega peska, šote, komposta. Uporablja se tudi sistem tankoplastnega gojenja, pri katerem je v večjih plasteh položen odpadki polipropilenskih prekrival, v katerem je nasut šotni substrat debeline 2 cm (Osvald in sod., 1998).

Pri tankoplastnem gojenju se substrat nasuje med dve polietilenske folije. Sadike, ki so bile predhodno gojene v kockah kamene volne ali v lončkih z mrežastim dnom, se položi v odprtino na substrat. Rastline oskrbujemo s hranilno raztopino preko sistema cevk ali cevi za kapljično namakanje.

2.2 PODROBNEJŠI OPIS NFT SISTEMA

NFT sistem je prvi razvil Cooper v začetku sedemdesetih let dvajsetega stoletja v Angliji (Pimpini, 2001). Sistem temelji na kroženju hranilne raztopine po mreži kanalov, kjer ta tvori tanko plast od 1 do 2 mm. V hranilno raztopino pa je namočen koreninski sistem rastline.

Prve NFT sisteme so predstavljale votle cevi, v katerih se je na dnu pretakala hranilna raztopina. Največja težava take vzgoje pa je bilo slabo zračenje zaradi zadrževanja prekomerne količine raztopine v predelu korenin (Resh, 1995). Konec sedemdesetih let so se vrstile številne raziskave, ki naj bi pripeljale do ustrezne rešitve (Adamson, 1976, cit. po Resh, 1995). Težavo so odpravili z uporabo poroznih nosilcev rastlin, ki so omogočali stekanje prekomerne količine hranilne raztopine. Prednost tega načina pa je bila tudi lateralna rast korenin.



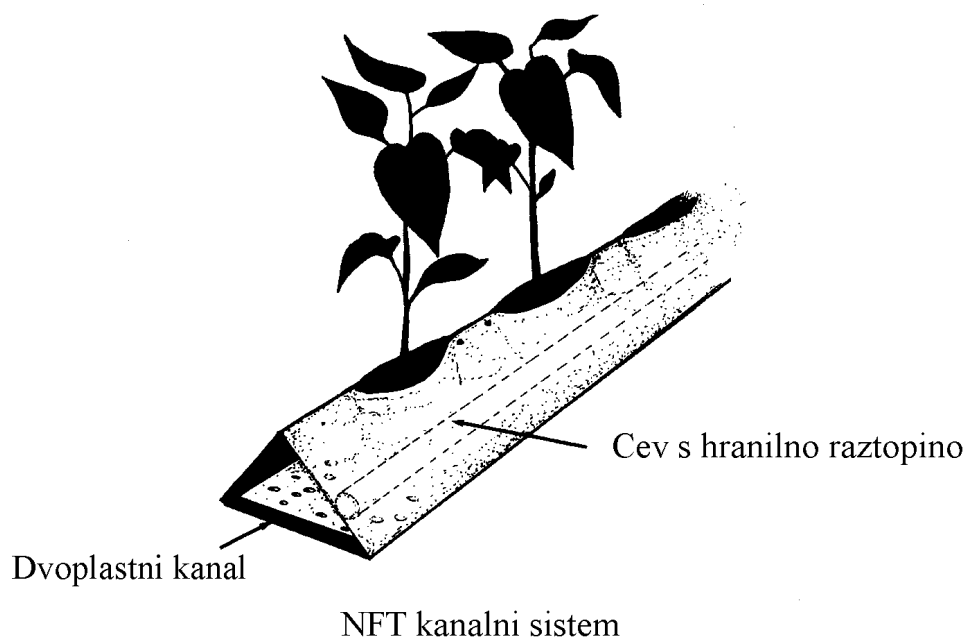
Slika 1: Shema delovanja NFT sistema (Pimpini, 2001).

Danes veljajo za upravljanje NFT sistema določeni pogoji:

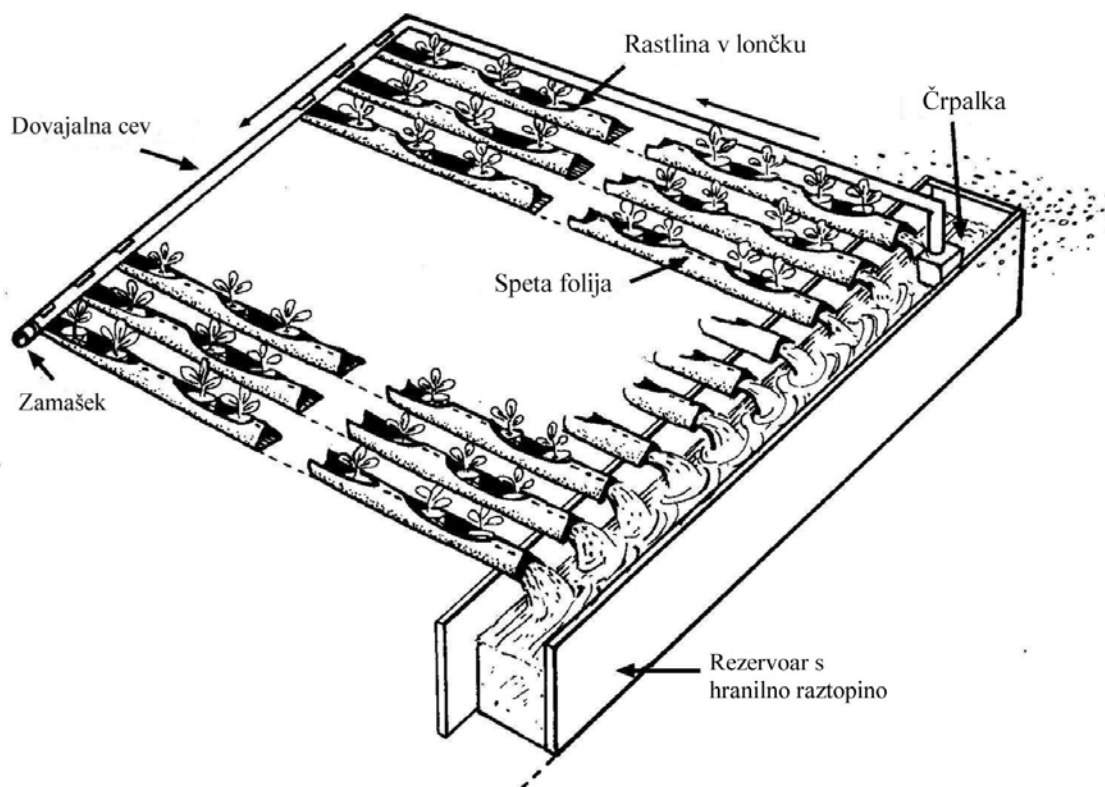
- Nagnjenost terena oz. mize, ki omogoča optimalno stekanje raztopine (Resh, 1995).
- Uporaba dvobarvne polietilenske folije; črni del folije preprečuje razvoj alg in je obrnjen proti koreninam, medtem ko beli del folije gleda proti nadzemnemu delu rastline in preprečuje prekomerno segrevanje korenin.
- Uporaba plastičnih kanalčkov širine od 15 do 25 cm, globine 5 do 10 cm in dolžine, ki ne sme presegati 20 oz. 30 m (Pimpini, 2001). Namesto plastičnih kanalčkov se lahko uporablja tudi polistirenske gojitvene plošče, pod katerimi se steka raztopina (Resh, 1995).
- Raztopino se dovaja s polietilenskimi cevmi, ki vodijo do vodne črpalke v rezervoarju za hranilno raztopino (Osvald in Kogoj-Osvald, 1996).
- Vsebnost hranil v raztopini se spremlja preko elektroprevodnosti (EC) in pH. Potrebne pa so tudi dodatne meritve, vezane na porabo določenih hranil, kot so dušik in vodik.
- Namakanje se opravlja v določenih časovnih intervalih v jutranjih in večernih delih dneva (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999b).

Prednosti NFT v zavarovanem prostoru:

- Nizki stroški pridelave (Sambo in Forte, 2005b).
- Obdelava tal ni potrebna (Palumbo, 1999).
- Hitra menjava med vrstami vrtnin.
- Nadzorovana uporaba hranil (Bar-Yosef, 1999).
- Enostavno vzdrževanje optimalne temperature korenin s segrevanjem raztopine.
- Enostavno upravljanje sistema (Pimpini, 2001).
- Zaradi uporabe substratnih lončkov, kock ne prihaja do šoka po presaditvi.
- Enostavna priprava hranilne raztopine (Morard, 1995).
- Prihranek energije zaradi vzdrževanja manjše zračne temperature v zavarovanem prostoru.
- Zaradi namakanja v časovnih intervalih ne prihaja do vodnega stresa (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999b).
- Manjša poraba vode zaradi same narave zaprtega sistema.



Slika 2: Primer NFT kanalnega sistema (Resh, 1995).



Slika 3: Potek hranilne raztopine v NFT sistemu (Resh, 1995).

2.3 PREDNOSTI IN SLABOSTI BREZTALNEGA GOJENJA VRTNIN

Med prednosti hidroponskih sistemov se uvršča predvsem možnost gojenja rastlin tudi tam, kjer zemlja ni primerna za rabo oziroma nam talne razmere tega ne dopuščajo (Perelli, 1996). Hidroponika nam omogoča intenzivnejšo pridelavo in hkrati olajša obdelavo, razkuževanje. Primerno je tudi iz okoljevarstvenega vidika, saj je manjša uporaba sredstev za varstvo rastlin in manjša poraba vode kot pri klasičnih sistemih (Pimpini, 2001). Prednost predstavlja tudi bolj nadzorovano in usklajeno dodajanje hranil glede na rastno fazo rastline, ki vodi do izenačenega pridelka in zelene kakovosti (Sambo in Forte, 2005b).

Med slabosti takega načina pridelave sodijo predvsem visoki začetni stroški, hitrejše odzivanje rastlin na slabe in dobre rastne razmere. Težave predstavlja tudi možnost hitre širitve škodljivcev in bolezni. Pri opravilih v hidroponiki je poleg izkušenosti potrebno tudi več znanja kot pri klasičnih metodah (Osvald in Kogoj-Osvald, 1996). Pomanjkljivost predstavljajo tudi koristni mikroorganizmi, ki jih ni v substratih, in dejstvo, da rastline, ki so na razpolago, niso vedno primerne za hidroponsko gojenje (Sambo in Forte, 2005a). Poleg tega je uporaba substratov omejena, saj se jih ne da ponovno uporabiti (Morard, 1995).

2.4 PRIMERJAVA MED HIDROPONIKO IN TLEMI

Med rastlinami, ki so gojene na hidroponskem sistemu, in tistimi, ki so gojene v tleh, ni fizioloških razlik (Resh, 1995). V tleh morajo biti tako organske kot anorganske komponente razgrajene v anorganske elemente, kot so kalcij, dušik, kalij, magnezij, fosfor, železo in drugi elementi, saj so le tako dostopni rastlini. Elementi se zadržujejo na talnih delcih, od koder se vključijo v talno raztopino, katero absorbira rastlina. Pri hidroponskih sistemih pa je koreninski sistem rastline stalno vlažen s hranilno raztopino (Kacjan-Maršič, 1998).

2.4.1 Uporaba hidroponike v zavarovanih prostorih

Hidroponsko gojenje rastlin je danes uveljavljeno zlasti v Veliki Britaniji, Belgiji, Franciji, ZDA, Japonski, Južnoafriški republiki in na Nizozemskem. V večini držav poteka predvsem gojenje plodovk na kameni volni, mineralnih vlaknih in v manjši meri na NFT-ju. Morard navaja, da je v Južnoafriški republiki zelo razširjena uporaba vermikulita.

Preglednica 1: Okvirne površine zavarovanih prostorov na državo, kjer poteka hidroponsko gojenje rastlin (Morard, 1995).

Država	Površina v ha
Nizozemska	3000
Francija	1000
Velika Britanija	600
Belgija	300
Japonska	400
Južnoafriška republika	300

2.5 HRANILNA RAZTOPINA

Vsaka posamezna razvojna faza rastline in način gojenja zahtevata določeno sestavo hranilne raztopine (Perelli, 2000). Pri sestavi hranilne raztopine lahko pride do težav zaradi obarjanja soli in posledično do mašenja kapalnikov. Zato je pri sestavi take raztopine potrebna previdnost pri izbiri soli (Sambo in Forte, 2005b). Raztopino se običajno pripravlja v koncentrirani obliki v dveh posodah. V prvi se raztaplja soli, ki vsebujejo kalcij, v drugi pa soli, ki se s kalcijem obarjajo in bi se v primeru raztapljanja v isti posodi vezale v težje topno obliko soli. V odprt sistem se tako dovaja obe raztopini ob namakanju, medtem ko je pri zaprtih sistemih potrebna dodatna korekcija pH raztopine z dodajanjem fosfornih in dušičnih gnojil.

Preglednica 2: Sestava hranilne raztopine primerne za solato (*Lactuca sativa* L.) (Pimpini, 2001).

Element	Koncentracija primerna za zimsko pridelavo
NO ₃	15 mM
NH ₄	5 mM
H ₂ PO ₄	3,5 mM
SO ₄	6,5 mM
K	11 mM
Ca	4,5 mM
Mg	3,5 mM
Fe	40 μM
Mn	10 μM
Zn	4 μM
B	40 μM
Cu	1 μM
Mo	0,5 μM
Cl	4
Na	<4

pH raztopine se giblje od 5,5 do 6,2, elektroprevodnost (EC) pa znaša 3000 μS cm⁻¹.

2.5.1 Makro in mikroelementi

Dušik (N)

V rastlini je dušik pomembna sestavina beljakovin (amino kislin), koencimov, nukleinskih kislin in klorofila. V primeru pomanjkanja tega elementa ostane listje majhno, blede zeleno, kasneje pa porumeni. Gnojenje z dušikom pospešuje nastanek klorofila, zato so listi rastline, ki je primerno gnojena dobro razviti in temnozeleni barve. Če je rastlina prekomerno hranjena z dušikom se slabše razvije oporno celično tkivo (Leskošek, 1993). Rastline so gosto olistane, sam koreninski sistem pa je slabše razvit.

Fosfor (P)

Fosfor je pomemben za razvoj korenin, je pomembna sestavina ATP-ja in nukleinskih kislin ter fosfolipidov. Poleg tega, fosfor tudi veča odpornost rastline na mraz. Primanjkljaj fosforja se kaže kot zakasnelo zorenje in cvetenje rastline. Resh (1995) navaja, da se ob prekomerni količini fosforja v substratu pojavi primanjkljaj bakra in cinka.

Kalij (K)

Kalij omogoča pretvorbo škroba v sladkor, pospešuje asimilacijo (Bajec, 1994). Poleg tega je kalij glavni osmotik. V primeru pomanjkanja kalija pride do velike transpiracije in listi se začnejo od listnega roba navznoter sušiti in kasneje odpadejo. V večjih količinah povzroča kalij slabšo absorpcijo mangana in cinka.

Magnezij (Mg)

Magnezij je sestavni del klorofila. Pomanjkanje se pojavi v obliki kloroze, ki se širi od konic listov. V slučaju hudega primanjkljaja pa pride do sušenja in propada listov.

Kalcij (Ca)

Kalcij krepi rastlinska tkiva, potreben pa je tudi za tvorbo sladkorja in škroba. Prisoten je v rastlinskih vakuolah v obliki kalcijevega oksalata (Leskošek, 1993). Ob pomanjkanju kalcija začnejo zgornji listi veneti, robovi se zvijajo in rumenijo. V primeru prevelike količine kalcija pa pride do pojava železove kloroze. Je antagonist magneziju.

Železo (Fe)

Pomanjkanje se izrazi zlasti na mladih listih rastline, ki postanejo svetlo do blede zeleni.

Med mikroelemente uvrščamo bor (B), baker (Cu), mangan (Mn), žveplo (S), cink (Zn), kobalt (Co), molibden (Mo), natrij (Na), silicij (Si) in klor (Cl). Mikroelemente imenujemo tudi mikrohranila, saj jih rastlina potrebuje le v zelo majhnih količinah.

Klor (Cl)

Klor je v rastlini dobro mobilni, sodeluje v procesu fotosinteze in pri odpiranju listnih rež (Pimpini, 2001). Pomanjkanje tega elementa je redko, izrazi pa se kot venenje listnih robov. Pogosteje pride do težav zaradi povečane količine klora, ki vodi do deformacij listov rastline.

Natrij (Na)

Večje količine natrija v rastlini vodijo do antagonizma tega elementa do kalija.

Mangan (Mn)

Mangan je sestavni del določenih koencimov, sodeluje pa tudi pri rasti koreninskih celic in vpliva na odpornost le-teh do patogenov. Dostopnost tega elementa je odvisna od pH substrata in količine ostalih elementov. Simptomi pomanjkanja so podobni kot pri pomanjkanju železa, razlika je le v tem, da pri pomanjkanju mangana lahko pride do rahlih vdrtin na medžilnem območju (Pimpini, 2001).

Cink (Zn)

Cink igra pomembno vlogo pri določenih encimskih reakcijah. Absorpcija je močno odvisna od pH substrata in razpoložljive količine fosforja v substratu. Vrednosti pH, kjer je absorpcija tega elementa optimalna, se giblje med 5,5 in 6,5. Znaki pomanjkanja, ki so posledica prekomerne vlage substrata, nizke temperature, pretiranega gnojenja s fosforjem, se izrazijo kot klorotične pege na listih, slabša rast in skrajšani internodiji (Pimpini, 2001).

Bor (B)

Bor sodeluje pri oploditvi in razvoju semena. Absorpcija poteka pri pH od 4,5 do 5,5 in je podobna kot pri kalciju, s katerim lahko pride tudi do tekmovanja. Znaki pomanjkanja se izrazijo na mlajših listih, ki so temno zeleni in usnjatega izgleda (Savas, 2002). Kasneje si sledijo listne kloroze in nekroze, ki so bakreno obarvane.

Molibden (Mo)

Molibden sodeluje pri metabolizmu dušika in sintezi beljakovin. Za razliko od ostalih mikrohranil je dostopen pri nevtralnem pH. Prvi znaki pomanjkanja se kažejo v klorozah in nekrozah glavnih žil na starejših listih, medtem ko so mlajši listi deformirani.

2.6 SUBSTRATI V HIDROPONIKI

Namen oziroma naloga substrata je sidranje rastline in zračenje koreninskega sistema (Osvald in sod., 1998). Omogoča pa tudi pretok vode in hranil do korenin. Vsak hidroponski sistem zahteva določen tip substrata (Greentrees Hydroponics, 2005). V hidroponiki se uporablja predvsem mineralne substrate. Med najbolj razširjenimi je ekspanzirana glina, ki zagotavlja hitro drenažo in je primerna predvsem za agregatne hidroponske sisteme. Kroglice ekspanzirane gline zagotavljajo optimalno zračnost korenin in nimajo večjega vpliva na pH hranilne raztopine.

Med pridelovalci je zelo priljubljena kamena volna (Greentrees Hydroponics, 2005). V začetku se je ta material uporabljal predvsem v gradbeništvu za izolacijo in je le kasneje postal zanimiv za potrebe vrtnarstva. Kameno volno se pridobiva iz vulkanskih kamnin ali apnenca z obdelavo pri temperaturah nad 2500° C. Kamena volna je sposobna zadržati od 10 do 15 krat več vode kot tla in zadržuje do 20 odstotkov več zraku. Zaradi teh lastnosti je ta substrat primeren za vsak hidroponski sistem. Vsekakor pa je potrebna pazljivost pri

uporabi kamene volne, saj njen pH 7,8 lahko zviša pH hranilne raztopine (Greentrees Hydroponics, 2005).

Med ostale substrate, ki se jih pogosto uporablja so tudi vermikulit, perlit in različne oblike peska. Ti substrati so inertni in nimajo večjega vpliva na pH raztopine.

2.7 GOJITVENE PLOŠČE

Gojitvene plošče se uporablja za gojenje rastlin ali sadik s koreninsko grudico. Tak način gojenja omogoča lažje presajanje.

Na trgu so prisotne predvsem polistirenske (stiroporne) in plastične (polietilenske) plošče (Tisselli, 1999). Velikost le-teh pa je 30 x 50 cm. Celice v ploščah so lahko različnih oblik, od okroglih do kvadratnih. Na dnu posamezne celice je odprtina, ki služi za odvajanje odvečne vode. Plošče se med seboj razlikujejo tudi po številu in globini celic.

2.8 SOLATNICE

Solate uvrščamo med enoletne rastline. Večina korenin se razvije do globine 60 cm, stranske pa do 30 cm in se ne razraščajo v širino (Černe, 1984). V ugodnih razmerah se glavna korenina lahko razvije tudi do globine 180 cm. Listi se razraščajo iz zelo nizkega stebela v obliki rozete in so lahko temno, svetlo, rumeno zeleni in rdeči. Obstajajo pa tudi sorte, kjer so na listih rdeče pege (Černe, 1998).

Solato uvrščamo med rastline dolgega dneva in za njo velja, da je pretežno samoprašnica. Socvetje rastline je odprto v jutranjih urah, venčni listi pa so rumeni (Giardini, 1994). Cvetni košek vsebuje 10 ali več cvetov.

Plodič je podolgovat, svetel ali temno obarvan, absolutna masa pa se giblje od 0,7 do 1,5 gramov. V praksi plodič imenujemo tudi seme. Masa litra semena ne presega 450 gramov (Pimpini, 2001), medtem ko je v litru od 245000 do 630000 semen.

Poznamo štiri osnovne oblike oz. vrste solat (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999a). Pri glavni solati (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*), se listi razvijejo na skrajšanem stebelu. V tehnološki zrelosti se glede na pridelovalne razmere in sorto pojavi bolj ali manj sklenjena glava. Glavnate solate delimo na maslenke ali mehkolistne in krhkolistne oz. ledenke.

Za maslenke je značilno, da razvijejo nežne liste, ki so bele, svetlo rumene ali zelene barve. Listni rob je gladek ali rahlo nazobčan, listne žile pa so manj poudarjene.

Ledenke pa razvijejo močnejše svetlo zelene, rumene in sivo zelene liste (Turchi A. in Turchi F., 1997). V primerjavi z maslenkami so listi močnejše narezani, gladki ali rahlo valoviti. Na splošno velja, da so ledenke za 5 do 10 dni poznejše od maslenk (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999). Zaradi visoke temperature, nepravilnega gnojenja, primanjkljaja kalcija se lahko pojavi notranje rjavenje listov. Ledenke na splošno bolje prenašajo prevoz in so manj nagnjene k venenju. Obstajajo pa tudi tako imenovani »Batavija« tip in

»Iceberg« tip solate, ki sta nastala s križanjem vezivka x rezivka in vezivka x glavната solata.

Solata berivka (*Lactuca sativa* L. var. *acephala*) ne dela glavic, ampak razvije večje število listov oblike izdolžene rozete, prerasle v steblo (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003a). Ta tip rastlin je bolj odporen na mraz in tudi bolje prenaša glivične bolezni.

Solata rezivka (*Lactuca sativa* L. var. *secalina*) razvije skledasto obliko rozete in ne tvori glav (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003a). V poletnem času ne pride do poškodb glavice. Spravilo pridelka poteka v tehnološki zrelosti, med intenzivno rastjo pa rez dvakrat do trikrat ponovimo na višini enega centimetra nad ravnim vršičkom.

Solata vezivka (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) tvori pokončno, podolgovato glavo z gladkimi rdečkastimi do zelenimi listi. Vezivka je manj odporna na mraz, primerna je predvsem za poletno pridelavo.

Preglednica 3: Masa sestavin (g) in energetska vrednost (Kcal) v 100 g sveže snovi solate rezivke (Pimpini, 2001).

Voda	Beljakovine	Sladkorji	Lipidi	Vlaknine	Energetska vrednost
95,60	1,10	2,20	0,10	1,50	14,00

Preglednica 4: Masa mineralov v mg za 100 g sveže snovi solate rezivke (Pimpini, 2001).

Natrij	Kalij	Železo	Kalcij	Fosfor
-	-	0,90	46,00	22,00

Preglednica 5: Masa vitaminov v mg za 100 g sveže snovi solate rezivke (Pimpini, 2001).

Tiamin	Riboflavin	Niacin	Vitamin A	Vitamin C	Vitamin B9
0,04	0,09	0,40	194,00	59,00	-

2.8.1 Značilnosti družine radičevk-*Cichoriaceae*

Družina radičevk ima značilen plod imenovan rožka oz. ahena, ki se razvije iz podrasle plodnice, o semenje pa je zraslo s semensko lupino. Plod se na vrhu konča s kodeljico ali papusom, ki je reducirana čaša posameznih cvetov. Kodeljica pripomore, da se lahko seme razširi na daljavo.

2.8.2 Pridelovalne razmere solate

Minimalna temperatura, ki je potrebna za vznik solate, se giblje od 2 do 3 °C, kalitev pa poteka pri 18 oz 20 °C. Za rast je najugodnejša temperatura, ki se giblje od 15 do 20 °C (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999a). Gojitveni prostor mora biti primerno osvetljen in ustrezno vlažen. Vlažnost zemljišča znaša od 75 do 85 % poljske kapacitete, relativna vlažnost zraka pa od 75 do 85 %. Povečana nasičenost substrata z vodo ali prevelika vlažnost zraka povečata možnost nastanka raznih glivičnih bolezni.

Preglednica 6: Gnojilne norme (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999a).

Gnojenje	Pridelek t/ha	Dušik kg/ha	Fosfor kg/ha	Kalij kg/ha
Gnojenje na prostem	15	60	65	100
Gnojenje v tunelih, rastlinjakih	30	100	100	170
Hidroponsko gnojenje	40	130	160	220

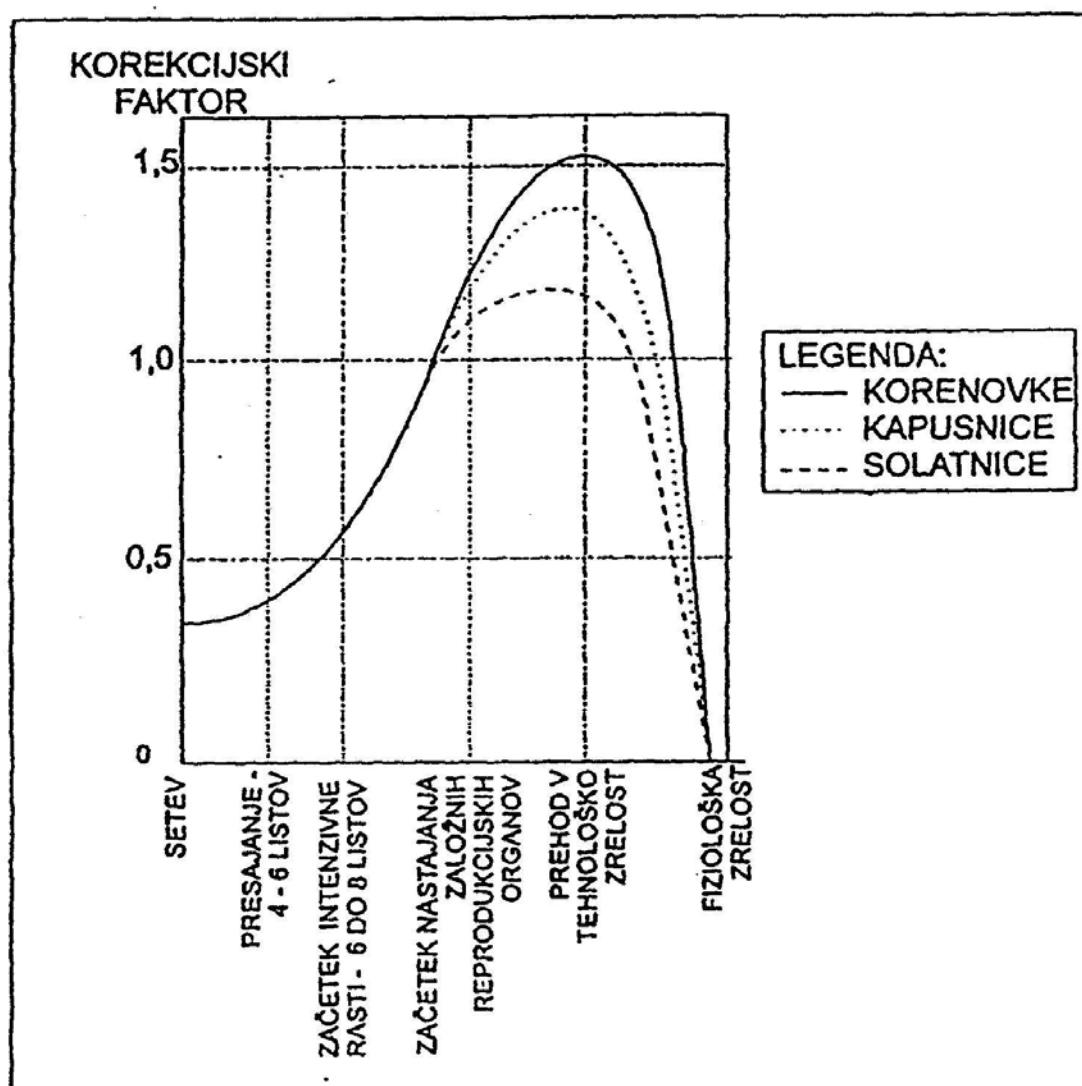
V rastlinjaku je teoretični odvzem hranil pri pridelku $2,5 \text{ kg m}^{-2}$ 6 g dušika, 2,2 g P_2O_5 , 11 g K_2O , 3 g CaO in 0,8 g MgO na m^2 . V primeru, da so tla prekisla (pH pod 6), jih apnimo.

Rast solate je v začetnih fazah počasna, tako da so potrebe po hranilih prve 4 tedne manjše (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003a). Po obdobju štirih tednov se potrebe po hranilih povečajo, zato posevek dognojujemo enkrat do dvakrat z dušikovimi gnojili. Pri pridelavi solate se je potrebno izogniti uporabi gnojil, ki vsebujejo klor. Na boljšo kakovost pridelka pa vpliva tudi dognojevanje z mikrohranili (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999a).

Zadnje dognojevanje se opravi v začetku intenzivne rasti oz. v začetku razvoja rozete. V primeru, da se izkaže povečana potreba po dodatnem gnojenju, dognojujemo fertigacijsko (Sambo in Forte, 2005b). Gnojenje z dušikom ob nepravem času predstavlja povečano vsebnost nitratov v pridelku. Ta pojav je pogosto prisoten pri intenzivnem gojenju v zavarovanih prostorih in pri zimskem gojenju.

2.8.3 Potrebe po vodi

Za uspešno pridelavo solate so priporočene vrednosti nasičenosti tal z vodo vsaj 40 % poljske kapacitete v lahkih tleh, medtem ko v težkih tleh poljska kapaciteta tal za vodo ne sme pasti pod 60 % (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999b). Rastlina potrebuje velike količine vode skozi celoten tehnološki razvoj, vendar le-ta ne sme zastajati v tleh, saj je to lahko za koreninski sistem usodno. Poleg tega je v vlažnih razmerah večja verjetnost pojava glivičnih bolezni (Agrios, 1997).



Slika 4: Poraba vode glede na razvojno fazo rastline (Osvald, 2002).

2.8.4 Gojenje solate v zavarovanem prostoru (rastlinjaku)

V gojitvenem prostoru se vzdržuje temperaturo med 12 in 20 °C čez dan, ponoči pa med 6 do 10 °C. V poznojesenskem ali zimskem času se vzdržuje temperaturo tal pri 8 °C. Previsoke temperature povzročajo uhajanje v cvet oz. pospešeno fruktifikacijo. Vlažnost zemljišča naj bi se gibala od 65 do 70 % poljske kapacitete, vlažnost zraka pa med 70 in 75 % relativne vlage (Osvald in Kogoj-Osvald, 1996). Dobra osvetlitev omogoča boljše zavijanje glav. Med rastjo je tla oz. substrat potrebno dognojati z dušikovimi ali kompleksnimi tekočimi gnojili. Za doseg večjih pridelkov se poslužujemo tudi uporabe CO₂, ki ga dodajamo zraku kratko obdobje pred spravilom (Palumbo, 1999). Dodajanje ogljikovega dioksida pozitivno vpliva na obarvanje listov in tvorbo glav, vendar je primerno le v kombinaciji z obilnejšim sončnim sevanjem.

2.9 BOLEZNI, ŠKODLJIVCI IN PREHRANSKE MOTNJE RASTLIN

2.9.1 Glivične bolezni rastlin

Bolezenska znamenja solatne plesni (*Bremia lactucae* Regel) se izrazijo zlasti na zgornji strani listov v obliki rumenih peg, na spodnji strani pa so bele plesnive prevleke. Brooks Audrey in Halstead Andrew (Brooks in Halstead, 1985) navajata, da se na okuženih listih lahko naselijo sekundarni organizmi. V zavarovanih prostorih lahko rastlina v mladostni razvojni fazi odmre, medtem ko so pri starejših rastlinah na prostem prizadeti le zunanji listi. Primarna okužba izvira na rastlinskih ostankih, kjer gliva tudi prezimi. V primeru, da so listi omočeni 5 do 8 ur in da se temperatura giblje med 15 in 17 °C, trosi hitro kalijo. Trosonosci se tvorijo na listih, ki so omočeni vsaj 5 ur. V primeru, da je delež zračne vlage dovolj velik (več kot 80 %) se na spodnji strani listov ponoči razvijejo trosi, s katerimi se gliva širi (Fito-info: Informacijski sistem za varstvo rastlin, 2006)

Pred solatno plesnijo se zavaruje posevek predvsem z uničevanjem okuženih ostankov. Namakati je potrebno zjutraj v zmernih količinah, setev mora biti redka. V primeru pojava bolezni uporabljamo fungicide, ki so za ta namen registrirani.

Padavica sadik (*Pythium debaryanum* Hesse) okužuje rastline le v zgodnjih razvojnih fazah. V primeru, da gliva okuži rastlino že v času kalitve, le-ta propade že v tleh. Bolezenska znamenja so po vzniku rastline izrazita (Brooks in Halstead, 1985).

Sprva se pokažejo na koreninskem vratu in koreninicah kot umazano rumene, kasneje rjave temne lise, ki se večajo. Okužena mesta na stebelu začnejo gniti in se kasneje posušijo ter stanjšajo. Ker rastlina izgubi oporo poleže (Osvald, 2002). Gliva se od obolele rastline širi radialno, zato so okužene rastline v bolj ali manj okuženih gnezdih. Bolezen pospešuje predvsem velika vlažnost.

Podobno kot solatna plesen (*Bremia lactucae* Regel) se tudi padavica sadik (*Pythium debaryanum* R Hesse) ohranja na odmrlih ostankih okužene rastline ali pa oblikuje trajne spore (oospore) (Agrios, 1997).

Zatiranje te glive poteka v obliki kemičnega ali fizikalnega razkuževanja substrata in z razkuževanjem semena (Santori in D'Ascenzo, 2004). Razvoj bolezni lahko preprečimo tudi s primernim gnojenjem z dušikovimi gnojili, zračenjem zavarovanih prostorov in uporabo odpornih sort.

Bela gniloba solate (*Sclerotinia minor* Jogg.) se izrazi na koreninskem vratu kot bel vatast micelij. Po poškodbi tkiva začne rastlina postopno veneti (Brooks in Halstead, 1985).

Siva gniloba solate (*Botrytis cinerea* Pers) napada zlasti oslabele rastline, gojene tako na prostem kot v zavarovanem prostoru. Bolezenska znamenja se na listih izkažejo kot blede pozneje pa rjava poškodovana mesta (Osvald, 2002). Le-tem pa sledi pojav sive prevleke. Glivi ustrezajo predvsem vlažne razmere na gojišču.

Pojav sive gnilobe solate lahko preprečimo predvsem s pravilnim prezračevanjem gojitvenega prostora in uporabo ustreznih fungicidov (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003a).

2.9.2 Bakterijske bolezni solate

Bolezenska znamenja bakterijske solatne gnilobe (*Pseudomonas marginalis* /Brown/Stevens) so pege nepravilnih oblik na zunanjih listih. Pege se po listih širijo in v zadnjem stadiju se rastlina spremeni v črno gnilo gmoto. Za bakterijo so ugodna predvsem vlažna tla (Fito-info: Informacijski sistem za varstvo rastlin, 2006).

Razvoj bolezni preprečujemo predvsem z odstranjevanjem okuženih rastlin in razkuževanjem substrata.

2.9.3 Virusne bolezni solate

Solatni mozaik (*Lactuca virus I* Jagger) se na mladih rastlinah odrazi v obliki svetlo do temnozelenih mozaičnih peg. Okužene rastline ne oblikujejo glav in zaostanejo v rasti (Fito-info: Informacijski sistem za varstvo rastlin, 2006).

Virusno obolenje zatiramo predvsem z uporabo brez virusnega semena in z nadzorom nad populacijo listnih uši (Osvald, 2002).

Kumarni mozaik pri solati (*Cucumis virus I* Doolittle/Jagger) se na starejših listih pojavi v obliki nekrotičnih peg. Rastline, ki so bile zgodaj okužene, zaostanejo v rasti (Fito-info: Informacijski sistem za varstvo rastlin, 2006).

Podobno kot pri solatnem mozaiku tudi pri kumarnem mozaiku zatiramo listne uši, ki so odgovorne za okužbo z virusi.

2.9.4 Škodljivci solatnic

Liste solate napada več vrst listnih uši. Med te škodljivce uvrščamo veliko krompirjevo uš (*Macrosiphum euphorbiae* Thomas), solatno uš (*Nasonovia ribisnigri* Mosley) ter solatno koreninsko uš (*Pemphigus bursarius* L.). V zimskem obdobju se uši zadržujejo v pred mrazom zavarovanih legah ali v rastlinjakih (Fito-info: Informacijski sistem za varstvo rastlin, 2006). Za listne uši je značilno, da liste solate sesajo in na njih ne povzročajo izrazitih poškodb, ki solato onesnažijo. Solatna koreninska uš povzroča na koreninah vataste tvorbe, rastline zaostajajo v rasti in se zvijajo.

Gosenice glagolke (*Autographa gamma* L.) povzročajo izjede na listih glavnote solate. So zeleno obarvane in imajo vzdolžne črte po vsej dolžini telesa. Na oprsju imajo tri pare oprsnih nog in tri pare nog na zadku (Brooks in Halstead, 1985).

Gosenice kapusove sovke (*Mamestra brassicae* L.) so sprva zelene, kasneje pa postanejo temno rjave z rumenimi progami vzdolž telesa. Sprva se hranijo le z zunanji listi, kasneje pa se zavrtajo v solatne glave in jih onesnažijo z iztrebki (Fito-info: Informacijski sistem za varstvo rastlin, 2006).

Poleg navedenih škodljivcev velja omeniti še ostale vrste živali, ki onemogočajo normalno rast in razvoj gojenih rastlin. To so še polži (*Arion spp.*), razne strune, bramor (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.) (Fito-info: Informacijski sistem za varstvo rastlin, 2006).

2.9.5 Sredstva za zaščito rastlin

Preglednica 7: Fitofarmacevtska sredstva, navedena v seznamu o registriranih fitofarmacevtskih sredstvih v republiki Sloveniji (Fito-info: Informacijski sistem za varstvo rastlin, 2006).

Bolezen ali škodljivec	Fitofarmacevtsko sredstvo (aktivna snov)
solatna plesen (<i>Bremia lactucae</i> Regel)	CIMOKSANIL+METIRAM, FOSETIL-AL, MANKOZEB-METALAKSIL-M, METIRAM
Padavica sadik (<i>Pythium debaryanum</i> R. Hesse)	KARBOKSIM+TIRAM
Bela gniloba solate (<i>Sclerotinia minor</i> Jogg.)	CIPRODINIL+FLUDIOKSONIL, IPRODION, VINKLOZOLIN, PROCIMIDON
Siva gniloba solate (<i>Botrytis cinerea</i> Pers)	IPRODION, TOLILFLUAMID
Velika krompirjeva uš (<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas)	DIMETOAT, PIRIMIKARB, TIAMETOKSAM, OLJE OLJNE OGRŠČICE, PIMETROZIN, MALATION
Solatna uš (<i>Nasonovia ribisnigri</i> Mosley)	DIMETOAT, PIRIMIKARB, TIAMETOKSAM, OLJE OLJNE OGRŠČICE, PIMETROZIN, AZADIRAHTIN A
solatna koreninska uš (<i>Pemphigus bursarius</i> L.)	DIMETOAT, PIRIMIKARB, TIAMETOKSAM, OLJE OLJNE OGRŠČICE, PIRETRIN
Gosenica glagolke (<i>Autographa gamma</i> L.)	BETA-CIKLUTRIN
Polži (<i>Arion spp.</i>)	METIOKARB
Bramor (<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> L.)	METIOKARB, DIAZINON, KLORPIRIFOS

2.9.6 Prehranske motnje rastlin

Prehranske motnje predstavljajo nepravilnosti v fiziologiji rastline in so posledica primanjkljaja ali presežka določenih mineralov (Marschner, 2003). Elemente razvrščamo v dve skupini. Med mobilne elemente, tiste, ki v slučaju primanjkljaja potujejo od starejših do mlajših listov, sodijo fosfor, magnezij, kalij, dušik in cink. Pri pomanjkanju le-teh se simptomi sprva prikažejo na starejših listih. Pri pomanjkanju kalcija, žvepla, bakra, broma, železa in mangana pa se simptomi kažejo zlasti na mlajših listih. Navedeni elementi niso premični, se ne selijo v rastne dele rastline in ostajajo v starejših listih (Resh, 1995).

Zlasti v hidroponskih sistemih se pri intenzivni proizvodnji lahko pojavi primanjkljaj določenih elementov. Ob prvem sumu pomanjkanja elementov Resh (1995) priporoča takojšnjo menjavo hranilne raztopine. V primeru, da je do pomanjkanja že prišlo in so simptomi znani, je uspešen nanos hranil preko listov. Poleg foliarnega gnojenja rastlin, je hranilno raztopino potrebno tudi obogatiti z elementom v primanjkljaju in to v vrednosti od 25 do 30 % (Resh, 1995).

Nepravilnosti pri prehrani predstavlja tudi prekomerna količina hranil v raztopini (Sambo, Forte, 2005). Temu pojavu se izognemo z dodatnim zalivanjem substrata in posledično izpiranjem hranil. Vsekakor se v hidroponiki pogosteje pojavijo nepravilnosti zaradi pomanjkanja hranil kot pa zaradi pribitka le-teh (Morard, 1995).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 ZASNOVA POSKUSA

Poskus smo izvedli v zimskem obdobju 2004/05. Delo je potekalo v rastlinjaku na prostoru laboratorijskega polja Biotehniške fakultete.

Uporabili smo semena dveh sort, 'Marija' in 'Lusiana' opisanih kasneje v poglavju. Semena smo postavili v tanko plast substrata Klasmann KTS1 v gojitvene plošče s 84, 160 celicami in gojitvene plošče z režami za gosto setev. V posamezne gojitvene plošče smo vstavili: po tri semena v plošče s 160 celicami, pet semen v plošče s 84 celicami, na plošče z režami pa od 10 do 15 semen na režo. Po setvi smo plošče posipali z vermikulitom, da bi izboljšali kalitev. Na poplavni mizi je bilo skupno 36 plošč.

Po kalitvi smo plošče prestavili na hidroponski sistem in začeli z opravljanjem meritev. Poskus je bil zasnovan, tako da se je zvrstilo po 18 parov plošč, z različnim številom celic v treh blokkih. V vsaki ponovitvi sta bili uporabljeni obe sorti, tako da se je zvrstila po ena sorta na dve plošči. V poskusu smo primerjali, ali se na ploščah z režami, ploščah za gosto setev razvije večja količina pridelka.

Preglednica 8: Postavitev plošč z rastlinami na hidroponskem sistemu. Črki M in L predstavljata sorti 'Marija' in 'Lusiana', 84 in 160 pa število celic gojitvene plošče. GS predstavlja ploščo, kjer je bila opravljena gosta setev oz. ploščo z režami.

M	L	M	L	L	M	M	L	M	L	L	M	M	L	M	L	L	M
84	84	160	160	GS	GS	84	84	160	160	GS	GS	84	84	160	160	GS	GS
84	84	160	160	GS	GS	84	84	160	160	GS	GS	84	84	160	160	GS	GS
BLOK 1						BLOK 2						BLOK 3					

3.2 MATERIAL

Diplomska raziskava je potekala od 22. 10. 2004 do 17. 1. 2005. v poskus smo vključili dve sorti solate. To sta bili 'Marija' in 'Lusiana'.

3.2.1 Opis sort solate

'Marija' je slovenska sorta last prof. dr. Jožeta Osvalda, nastala s pozitivno odbiro rastlin katerih lastnost je bila predvsem tvorba velikih kompaktnih glav s srednjo zbitostjo in dobra odpornost na mraz (Kristanc, 2001). Sorta spada med srednje hitro rastoče in je krhkolistna. Listi so rumeno zelene barve in rahlo mehurjasti. Sam listni rob pa je valovit. Steblo je razvejano, srednje trdo. Višina stebela se giblje med 50 in 60 cm. Rastlina razvije 8 do 12 listov v obliki rozete in liste, ki tvorijo glavico. Cvet je rumene barve.

Sorta 'Marija' je dokaj odporna na solatno plesen (*Bremia lactucae* Regel) in sivo plesen (*Botrytis cinerea* Pers) (Kristanc, 2001). V optimalnih razmerah znaša količina pridelka od 15 do 40 t/ha, medtem ko je teža posamezne glave 200 oz. 500 g.

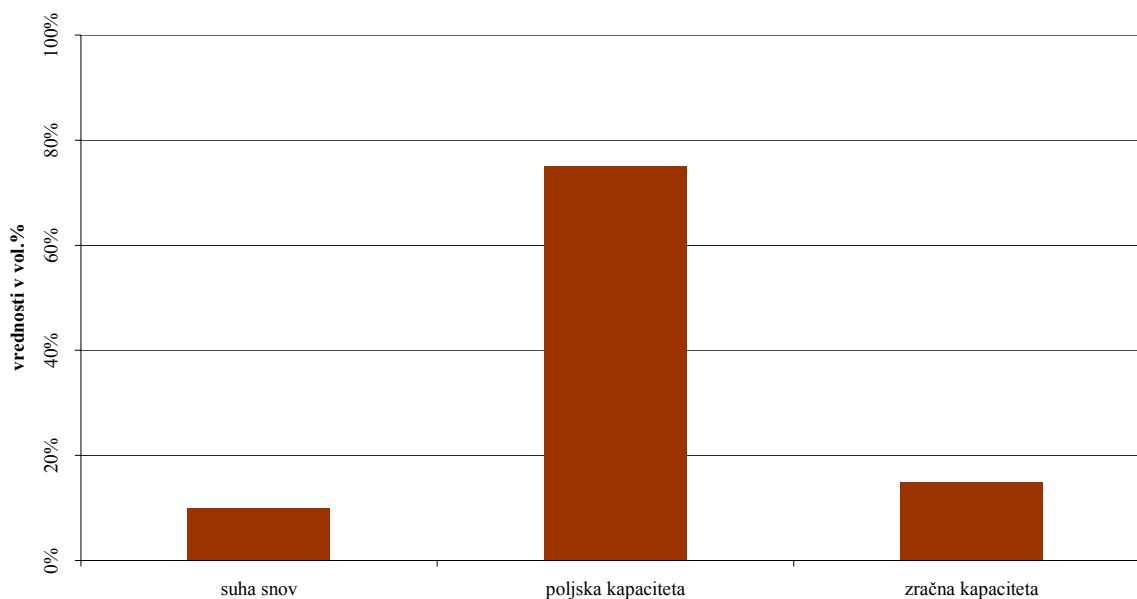
'Lusiana' je polodprti tip solate italijanskega izvora. Rastlina oblikuje kompaktno rozeto s krhkimi in podolgovatimi listi. Listni rob je valovit in rahlo nazobčan, površina je namehurjena (Kristanc, 2001). Sorta dobro prenaša visoke temperature, v rastlinjaku pa se jo lahko prideluje celo leto. Na prostem se jo prideluje zlasti v spomladanskem in poletnem času.

3.2.2 Substrat Klasman KTS1

Za kalitev v gojitvenih ploščah smo uporabili substrat Klasman KTS1, katerega izdeluje podjetje Klasman-Deilmann GmbH. Substrat je primeren predvsem v začetnih fazah razvoja rastline.

Preglednica 9: Značilnosti substrata Klasman KTS1 (Klasman-Deilmann GmbH, 2006).

pH	5,7–6
Dušik v mgNl^{-1}	140
Fosfor v $\text{mgP}_2\text{O}_5\text{l}^{-1}$	160
Kalij v $\text{mgK}_2\text{Ol}^{-1}$	180
Magnezij v mgI^{-1}	100



Slika 5: Fizikalne sposobnosti substrata Klasman KTS1 (Klasman-Deilmann GmbH, 2006).

3.2.3 Gojitvene plošče

V raziskavi smo uporabili tri tipe stiropornih oz. polistirenskih gojitvenih plošč, ki so že omenjene v podglavju 3.1.

3.2.4 Hranilna raztopina

Hranilna raztopina je vsebovala mineralno gnojilo KRISTALON-MODRI francoskega proizvajalca YARA v koncentraciji 2 mg l^{-1} . Gre za gnojilo, ki ima standardno formulo za obdobje rasti rastline. Električna prevodnost gnojila znaša $1,4 \text{ mScm}^{-1}$.

Preglednica 10: Delež makro in mikro hranil v % (Yara France, 2006).

N (skupaj)	N- NH ₄	N- NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	B	Mo	Cu EDTA	Fe EDTA	Mn EDTA	Zn EDTA
19	7,1	11,9	6	20	3	3	0,025	0,004	0,01	0,07	0,04	0,025

Potrebe solatnic po NPK mineralnih gnojilih z dodatkom mikrohranil (ME) so prikazane v preglednici 11.

Preglednica 11: Razporeditev NPK mineralnih gnojil z dodatkom mikrohranil (ME), primernih za osnovno gnojenje in za fertiirigacijo (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003a).

Obdobje rasti	Razmerje hranil (N:P:K)	Poudarek na hranilu	Vrsta NPK gnojila	Koncentracija gnojila v vodi v g/l
Obdobje po setvi	1-3-1 (1-4-1; 1-2-1)	P (fosfor)	13-36-13 + ME 11-44-11 + ME 15-30-15 + ME 15-30-15 14-11-15	0,25-0,5
Obdobje intenzivne rasti listov	1-1-1 (2-1-1; 2-1-2)	N (dušik)	20-20-20 + ME 19-19-19 + ME 18-18-18 + ME 26-12-12 + ME 21-11-21 + ME	0,5-1,0
Obdobje razvoja rozet	2-1-3(4)	K (kalij)	14-7-21 + 2 + ME 14-7-28 + 1 + ME 18-9-27 + 2 + ME 16-8-32 + 1 + ME 12-5-40 + 1 + ME 23-7-23 + ME 14-10-34 + ME	1,0-1,2

3.2.5 Uporabljena fitofarmaceutska sredstva

V poskusu smo za zatiranje padavice sadik (*Pythium debaryanum* R Hesse) uporabili fungicida Dithane M-45 in Previcur 607 SL. Dithane M-45 z aktivno snovjo, imenovano mancozeb, ki se uvršča v skupino etilenskih ditiokarbamatov, uporablja pa se ga med rastno dobo rastline (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999).

Previcur 607 SL smo uporabili predvsem z namenom, da bi razkužili tla. Osvald in Kogoj-Osvald (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999a) priporočata uporabo tega sredstva tudi za razkuževanje semena. Previcur 607 SL sodi v skupino karbamatov, aktivna snov pa je propamokarb. Je sistemski fungicid, deluje inhibirno, saj zavira rast micelija in prekine sintezo maščobnih kislin v celicah glive (Bayer crop sciences, 2006).

Odmerki uporabljenih fitofarmaceutskih sredstev so zapisani v podpoglavju 3.3.1.

3.2.6 Material uporabljen v hidroponskem sistemu

Pri raziskavi je bil uporabljen naslednji material:

- perforirana alkatenska cev
- folija, na kateri so bile postavljene plošče z rastlinami
- stiroporne plošče
- lesene deske
- črpalka
- rezervoar s hranilno raztopino
- substrat

3.3 METODA DELA

3.3.1 Pregled poteka dela

Vzgoja rastlin na poplavni mizi:

22. 10. 2004: v stiroporne plošče smo posejali semena solate. In sicer v plošče s 84 celicami pet semen, v plošče s 160 celicami po tri semena in v plošče z režami 10 do 15 semen. V plošče smo predhodno vnesli substrat in po setvi potrosili vermikulit. Po končani setvi pa smo jih postavili na poplavno mizo.

25. 10. 2004: po treh dneh na poplavni mizi je bila kalivost izenačena.

28. 10. 2004: začetek meritev; sprva smo opravljali le meritve velikosti nadzemnega dela rastline, nato smo se opazovali razvitost koreninskega sistema na različnih gojitvenih ploščah.

3. 11. 2004: pojavijo se prve težave z glivičnimi boleznimi. Na ploščah, ki se uporabljajo za gosto setev, kjer raste sorta 'Lusiana', se pojavi padavica sadik (*Pythium debaryanum* Hesse).

4. 11. 2004: vse plošče, tudi tiste, kjer ni bolezenskih znamenj, tretiramo s sredstvom PREVICUR 607 SL v odmerku 25 ml na 10 l vode in pripravkom DITHANE M-45. DITHANE M-45 smo dodali v odmerku 25 g na 10 l vode (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999a). Z obema fungicidoma skupaj smo rastline tretirali le enkrat.

8. 11. 2004 do 10. 11. 2004: padavico sadik (*Pythium debaryanum* Hesse) smo odpravili oz. jo omejili in nadaljevali z meritvami nadzemnega dela in koreninskega sistema.

Postavitev gojitvenih plošč na hidroponski sistem:

11. 11. 2004: postavitev plošč na hidroponski sistem.

15. 11. 2004 do 18. 11. 2004: meritve velikosti rastline.

22. 11. 2004: na eni plošči, kjer so rastline gosto posejane, prihaja do venenja zlasti v zgornjem delu plošče.

23. 11. 2004: na dveh ponovitvah na gojitvenih ploščah z režami se izkaže, da sorta 'Lusiana' bolje uspeva oz. je bujnejše rasti glede na sorto 'Marija'. Le v eni ponovitvi sta sorti med seboj skoraj enaki.

25. 11. 2004 do 30. 11. 2004: tudi na ploščah s 160 in 84 celicami se izkaže, da je rast 'Lusiana' bujnejša v primerjavi z 'Marija'.

2. 12. 2004: opravili smo prvo rez solate. Po rezi smo subjektivno izbrali določeno število rastlin (15) iz posameznih plošč in izmerili dolžino nadzemnega dela. Sledilo je tehtanje rastlin, kasneje pa smo rastline postavili v sušilnik.

8. 12. 2004: tehtali smo suho snov solate.

17. 1. 2005: solato smo drugič porezali in ponovno stehtali maso sveže snovi. Iz gojitvenih plošč smo odstranili korenine, jih očistili v vodi, izmerili njihovo dolžino in stehtali. V tem primeru smo naključno izbrali pet rastlin. Po tehtanju smo solato dali sušit.

24. 1. 2005: stehtali smo maso suhe snovi celotne rastline, nato smo stehtali še maso koreninskega sistema.

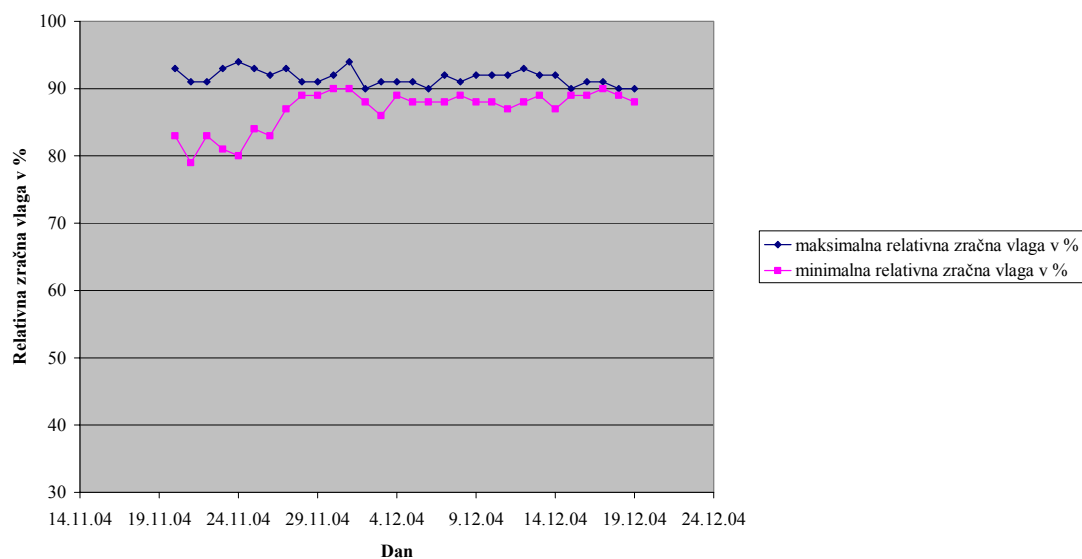
3.3.2 Statistične metode

Dvofaktorski poskus izveden v bločni zasnovi smo ovrednotili z analizo variance. Prvi proučevan faktor je predstavljala sorta solate na dveh ravneh 'Marija' in 'Lusiana', drugi pa gostota setve (84, 160 celic, gosta setev). Razlike med povprečji mase sveže snovi nadzemnega dela in mase sveže snovi koreninskega sistema smo vrednotili z Duncanovim testom mnogoterih primerjav, pri katerem smo upoštevali 5% tveganje. Statistično značilne razlike smo v preglednici označili z A in B.

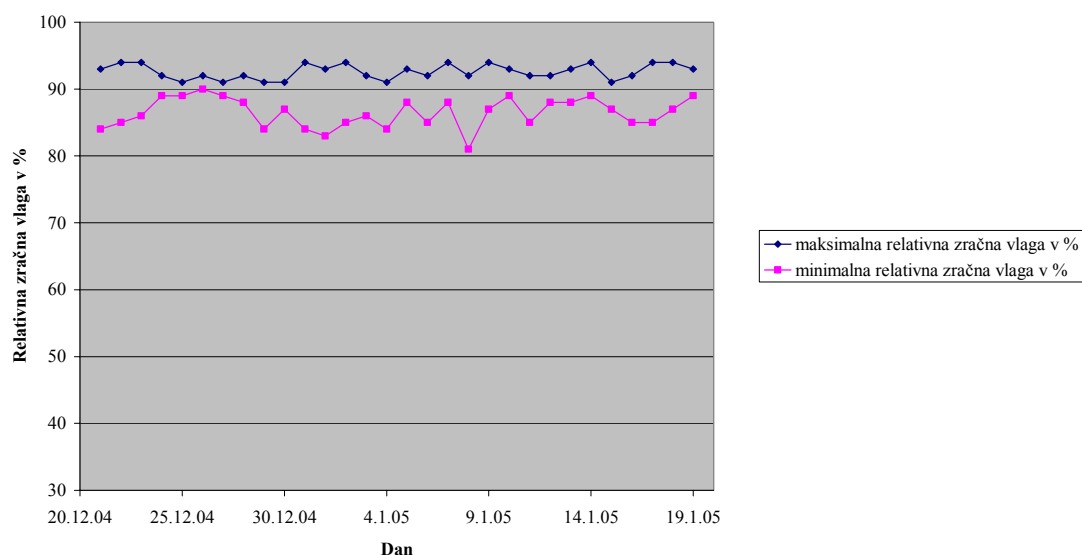
4 REZULTATI

4.1 PRIKAZ RELATIVNE ZRAČNE VLAGE V OBDOBJU TRAJANJA POSKUSA

Merjenje relativne zračne vlage je potekalo vsak dan in sicer od 20. 11. 2004 do 20. 1. 2005. Potek meritev smo razdelili na dve obdobji. Prvo je potekalo od 20. 11. 2004 do 20. 12. 2004, drugo pa od 20. 12. 2004 do 20. 1. 2005. Relativne zračne vlage nismo preučevali od samega začetka raziskave, ampak od takrat ko so bile gojitvene plošče že na hidroponskem sistemu.



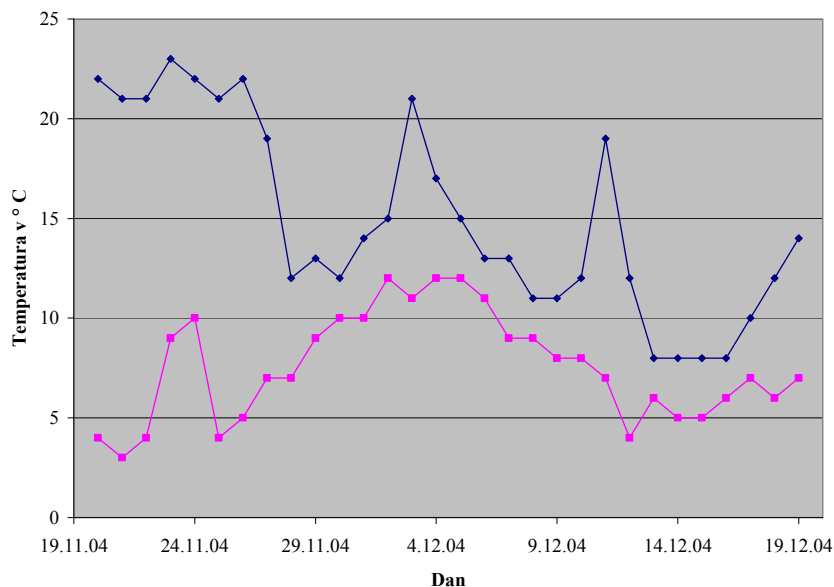
Slika 6: Prikaz stanja relativne zračne vlage v obdobju od 20. 11. 2004 do 20. 12. 2004.



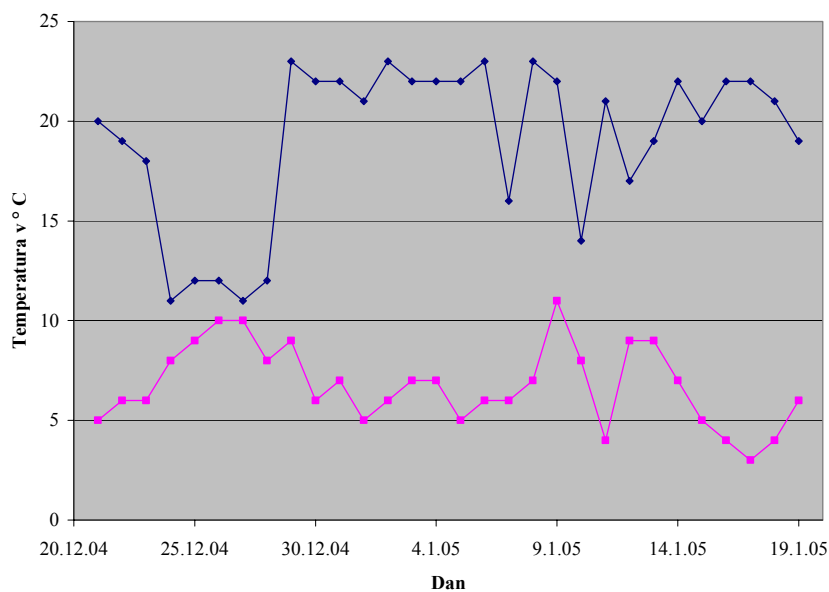
Slika 7: Prikaz stanja relativne zračne vlage v obdobju od 20. 12. 2004 do 20. 1. 2005.

4.2 PRIKAZ STANJA TEMPERATURE V OBDOBJU TRAJANJA POSKUSA

Tako kot meritev relativne zračne vlage smo tudi meritev temperature v rastlinjaku razdelili na dve obdobji. Prvo obdobje je potekalo od 20. novembra do 20. decembra 2004. drugo obdobje pa od 20. decembra 2004 do 20. januarja 2005.



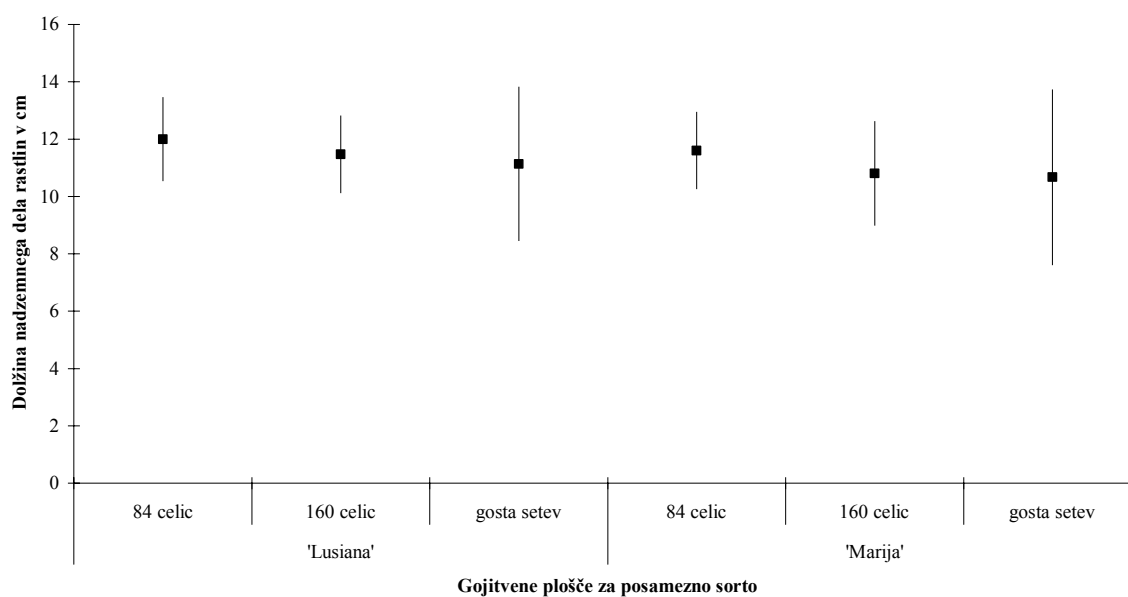
Slika 8: Prikaz temperature v obdobju od 20. 11. 2004 do 20. 12. 2004.



Slika 9: Prikaz temperature v obdobju od 20. 12. 2004 do 20. 1. 2005.

4.3 RAST NADZEMNEGA DELA RASTLIN V OBDOBJU PRED PRVO REZJO

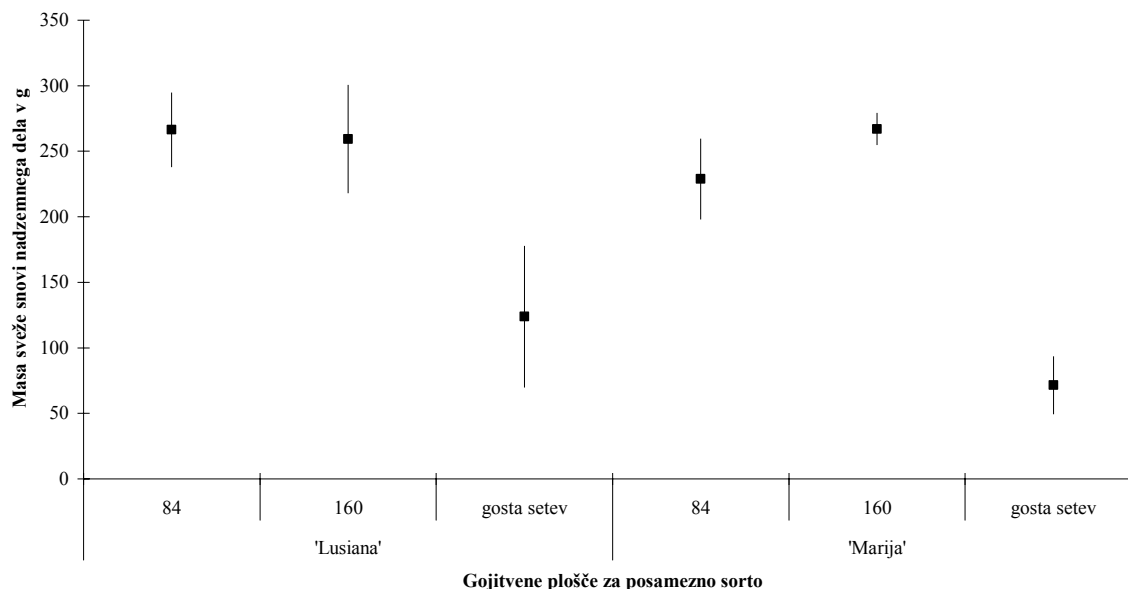
Pred prvo rezjo smo opravili še meritve nadzemnega dela na petnajstih, subjektivno izbranih rastlinah v vseh treh tipih gojitvenih plošč za vse tri ponovitve. Na osnovi lastnih opazovanj lahko rečemo, da je od 20. 11. do 20. 12. 2004 rast najhitrejša na ploščah z režami. Kasneje pa je bila rast in s tem tudi višina rastlin primerljiva v vseh treh tipih gojitvenih plošč. Slika 10 prikazuje povprečno dolžino nadzemnega dela rastlin pred prvo rezjo.



Slika 10: Povprečna dolžina nadzemnega dela rastlin v centimetrih in njen standardni odklon po obravnavanjih glede na gojitveno ploščo in sorto solate pred prvo rezjo.

4.4 REZULTATI PRVE REZI

Po prvi rezi smo stehali maso sveže snovi ter maso suhe snovi. Maso sveže snovi smo primerjali med posameznima sortama in glede na obliko gojitvene plošče.



Slika 11: Povprečna masa sveže snovi in standardni odklon nadzemnega dela rastlin, dobljena po prvi rezi.

Iz slike 11 je razvidno, da je pri obeh sortah najmanjša povprečna količina pridelka bila zabeležena na gojitvenih ploščah, prirejenih za gostoto setev. Iz preglednice analize variance (Preglednica 12) je razvidno, da ni statistično značilnega medsebojnega vpliva med sorto in gostoto setve. Med gostotami setve pa obstajajo statistično značilne razlike in sicer je pridelek v povprečju manjši na gojitvenih ploščah, namenjenih gostoti setvi. Med pridelki, dobljenimi na gojitvenih ploščah s 84 in 160 celicami, pa ni statistično značilnih razlik.

Preglednica 12: Povprečja mase in standardni odklon po prvi košnji. Enake črke označujejo povprečja, med katerimi ni statistično značilnih razlik.

Sorta	Gostota setve	Povprečna masa v g	Standardni odklon	Razlika med ploščami
'Lusiana'	84	266,3	28,4	B
	160	259,4	41,4	B
	Gosta setev	123,8	54,0	A
'Marija'	84	228,8	30,8	B
	160	266,9	12,3	B
	Gosta setev	71,5	22,2	A

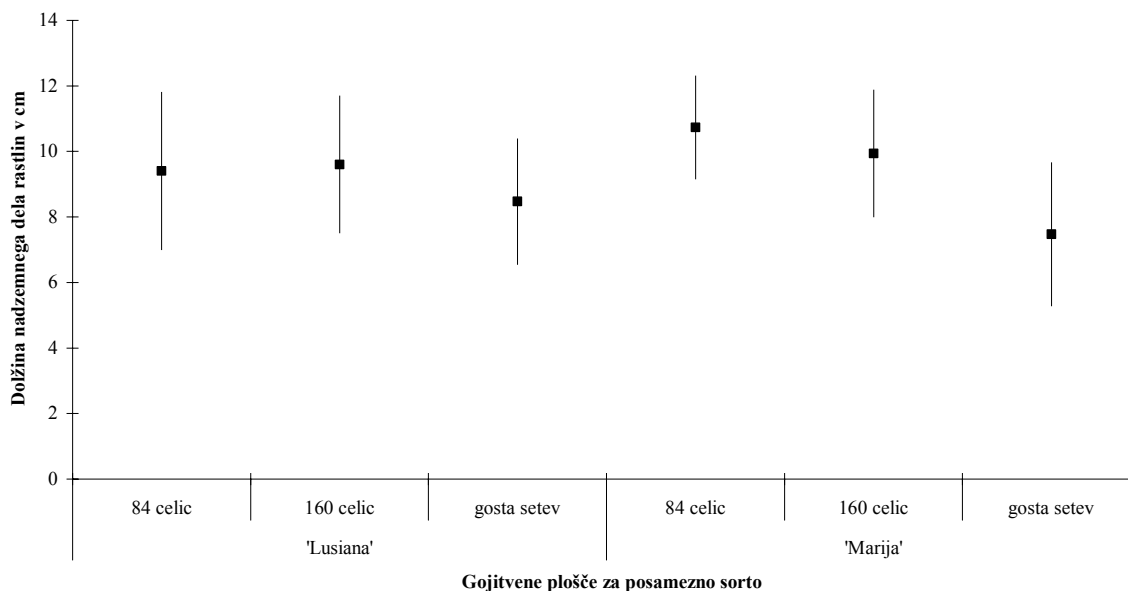
Legenda: A-vrednost določene plošče odstopa od ostalih plošč
B-vrednost je v skladu s pričakovanim rezultatom

Preglednica 13: Analiza variance za maso prve rezi nadzemnega dela.

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	p
OBRAVNAVANJA					
A: blok	5940,19	2	2970,09		
B: sorta	3391,58	1	3391,58	4,18	0,0682
C: gostota	100234,0	2	50116,8	61,75	0,0000
INTERAKCIJA					
BC	2923,98	2	1461,99	1,80	0,2147
OSTANEK	8115,85	10	811,585		
SKUPAJ	120605,0	17			

4.5 RAST NADZEMNEGA DELA RASTLIN V OBDOBJU PRED DRUGO REZJO

Podobno kot pred prvo rezjo smo tudi pred drugo, od 20. 12. 2004 do 19. 1. 2005, opravili meritve nadzemnega dela na petnajstih subjektivno izbranih rastlinah v vseh treh tipih gojitvenih plošč za vse tri ponovitve.

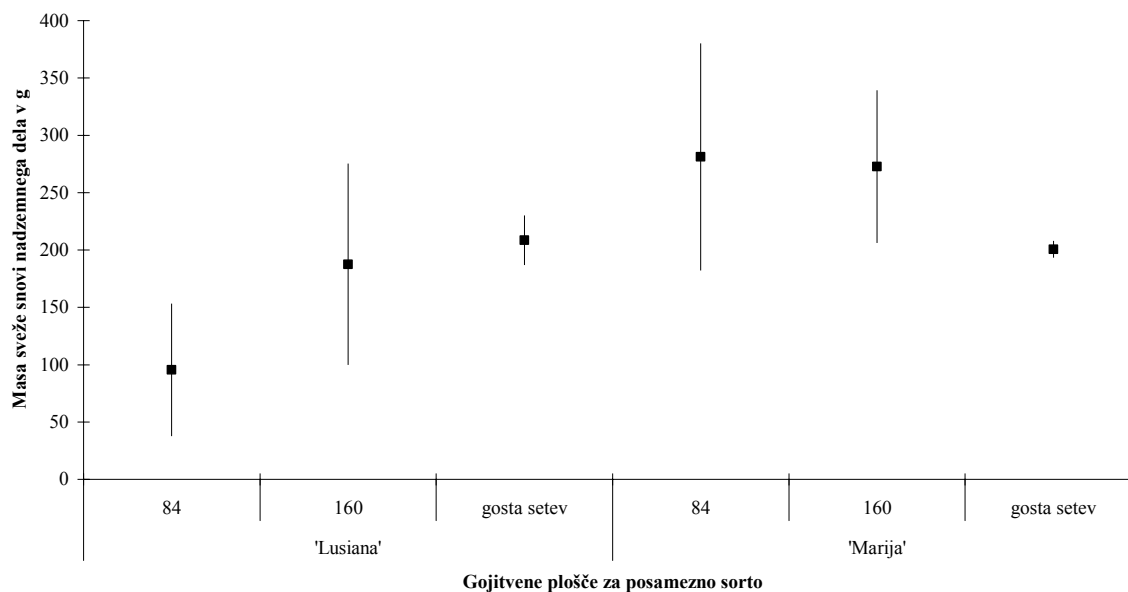


Slika 12: Povprečna dolžina nadzemnega dela rastlin v centimetrih in njen standardni odklon po obravnavanjih glede na gojitveno ploščo in sorto solate pred drugo rezjo.

Iz grafa je razvidno, da so bile najnižje rastline izmerjene na gojitvenih ploščah, prirejenih za gosto setev. Glede višine rastlin pa je izstopala sorta 'Marija'.

4.6 REZULTATI DRUGE REZI

Po drugi rezi smo prav tako kot po prvi stehali maso sveže in suhe snovi nadzemnega dela. Poleg tega smo odstranili korenine iz plošč, jih oprali v vodi in jim stehali maso sveže in suhe snovi. Pred tehtanjem mase, smo izmerili še dolžino korenin petim subjektivno izbranim rastlinam. Po drugi rezi je prišlo do statistično značilnih razlik med sortama solate.



Slika 13: Povprečna masa in standardni odklon sveže snovi nadzemnega dela rastlin, dobljena po drugi rezi.

Na sliki 13 so prikazana povprečja mase sveže snovi za določeno gostoto setve glede na sorto.

Preglednica 14: Povprečja mase in standardni odklon v gramih po drugi košnji. Enake črke označujejo povprečja, med katerimi ni statistično značilnih razlik.

Sorta	Gostota setve	Povprečna masa v g	Standardni odklon	Razlika med ploščami
'Lusiana'	84	95,5	57,8	A
	160	187,6	87,7	B
	Gosta setev	208,4	21,7	B
'Marija'	84	281,2	99,0	B
	160	272,7	66,5	B
	Gosta setev	200,6	7,4	B

Legenda: A-vrednost določene plošče odstopa od ostalih plošč
B-vrednost je v skladu s pričakovanim rezultatom

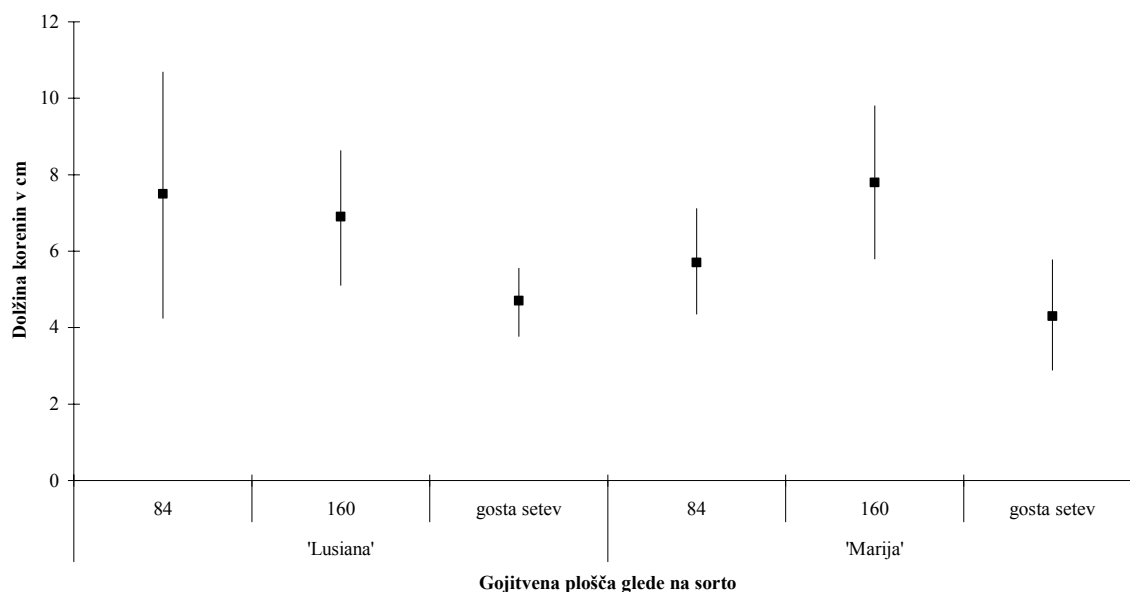
Preglednica 15: Analiza variance za maso druge rezi nadzemnega dela rastlin.

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	P
OBRAVNAVANJA					
A: blok	26945,9	2	13472,9		
B: sorta	34594,1	1	34594,1	14,06	0,0038
C: gostota	5325,51	2	2662,76	1,08	0,3754
INTERAKCIJA					
BC	28108,6	2	14054,3	5,71	0,0222
OSTANEK	24604,0	10	2460,4		
SKUPAJ	119578,0	17			

Iz rezultatov preglednice 14 je razvidno, da je prišlo do medsebojnega vpliva med sorto in gostoto setve. Med posameznimi gostotami setve pa so statistično značilne razlike. Da je prišlo do statistično značilnih razlik med sorto in gostoto setve, lahko sklepamo iz dejstva, da je na ploščah s 84 celicami sorte 'Lusiana' najmanjša povprečna masa nadzemnega dela rastlin, medtem ko je na gojitvenih ploščah sorte 'Marija' z gostoto 84 celic največja povprečna masa nadzemnega dela rastlin. Kot možen vzrok manjšega povprečnega pridelka solate sorte 'Lusiana' na ploščah s 84 celicami lahko navedemo tudi pojav sive gnilobe solate (*Botrytis cinerea* Pers). Med pridelki, dobljenimi na ostalih gojitvenih ploščah, torej na ploščah, kjer je potekala gosta setev in ploščah s 84 in 160 celicami pa ni bilo statistično značilnih razlik.

4.7 DOLŽINA KORENIN GLEDE NA POSAMEZNO SORTO IN GOJITVENO PLOŠČO

Po drugi rezi smo poleg meritve mase korenin in dolžine nadzemnega dela opravili še meritve dolžine korenin. Subjektivno smo izbrali petnajst vzorcev korenin glede na mesto rasti rastline, ki je bilo na sredini posamezne gojitvene plošče.



Slika 14: Primerjava dolžine korenin v cm glede na ploščo in sorto.

V sliki 14 lahko vidimo, da so bile najkrajše korenine, dobljene na gojitvenih ploščah, prirejenih za gosto setev.

Preglednica 16: Povprečja dolžin in standardni odklon koreninskih sistemov v centimetrih.

Sorta	Gostota setve	Povprečna dolžina v cm	Standardni odklon
'Lusiana'	84	7,5	3,2
	160	6,9	1,8
	Gosta setev	4,7	0,9
'Marija'	84	5,7	1,4
	160	7,8	2,0
	Gosta setev	4,3	1,4

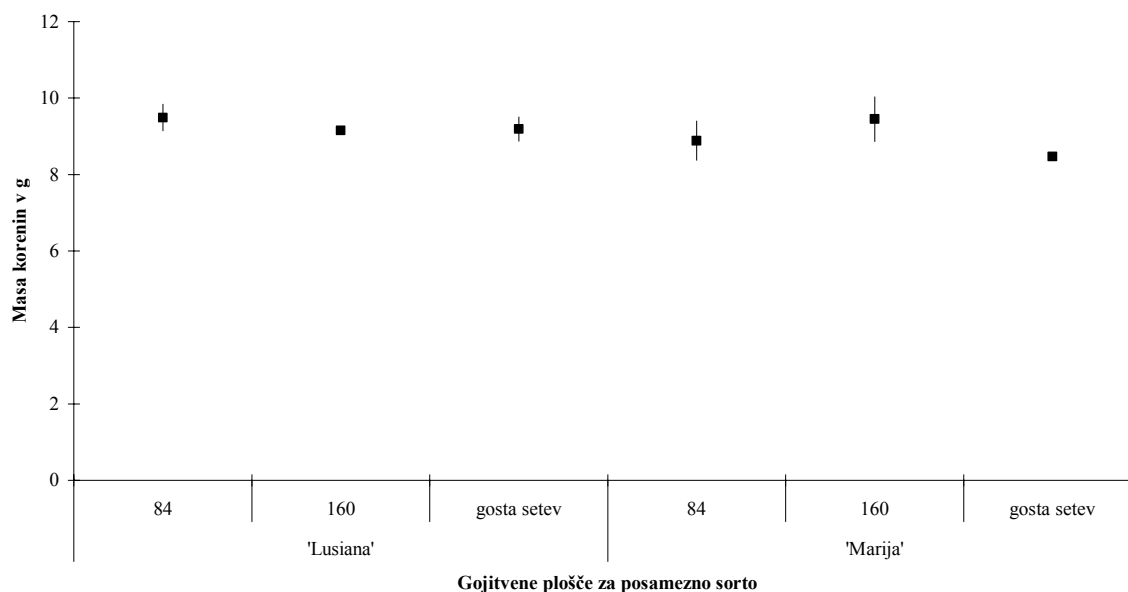
4.8 REZULTATI MASE KORENIN

Po drugi rezi smo opravili tudi tehtanje korenin in ugotavljali razlike med gostoto setve in sorto. Ponovno smo uporabili tabelo ANOVA.

Preglednica 17: Analiza variance za maso korenin.

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	P
OBRAVNAVANJA					
A: blok	0,0280778	2	0,0140389	0,08	0,9225
B: sorta	0,527022	1	0,527022	3,05	0,1111
C: gostota	0,731344	2	0,365672	2,12	0,1709
INTERAKCIJA					
BC	0,927478	2	0,463739	2,69	0,1164
OSTANEK	1,72572	10	0,172572		
SKUPAJ	3,93964	17			

Glede mase koreninskega sistema ni medsebojnega vpliva med sorto in gostoto setve. Prav tako ni statistično značilnih razlik med sortama.



Slika 15: Povprečna masa in standardni odklon mase sveže snovi korenin v gramih glede na sorto in gojitveno ploščo.

Preglednica 18: Povprečna masa in standardni odklon korenin v gramih.

Sorta	Gostota setve	Povprečna masa v g	Standardni odklon
'Lusiana'	84	9,5	0,4
	160	9,2	0,1
	Gosta setev	9,2	0,3
'Marija'	84	8,9	0,5
	160	9,5	0,6
	Gosta setev	8,5	0,1

Povprečne mase sveže snovi koreninskega sistema so se gibale med 8,5 in 9,5 gramov.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V poskusu, ki je potekal v zavarovanem prostoru na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo po dveh zaporednih meritvah, ki so se vrstile po vsaki rezi primerjali maso in dolžino nadzemnega dela ter dolžino in maso koreninskega sistema sort 'Marija' in 'Lusiana'. Dobljene vrednosti smo primerjali glede na tri različne gojitvene plošče, v katerih je rasla solata.

5.1.1 Masa nadzemnega dela rastlin

Po tehtanju sveže in suhe snovi nadzemnega dela po vsaki rezi smo ugotovili, da je pri sorti 'Marija' največja povprečna masa sveže snovi bila dosežena po drugi rezi na ploščah s 84 celicami (281,21 g na obliko gojitvene plošče). Pri sorti 'Lusiana' je bila največja povprečna masa prav tako zabeležena na ploščah s 84 celicami (266,34 g na obliko gojitvene plošče). Le ta je bila dosežena pri prvi rezi.

Pri vrednotenju povprečnih vrednosti smo maso nadzemnega dela rastlin primerjali po sortah in oblikah plošč. Tako smo v prvi rezi ugotovili, da je največja povprečna masa listov pri sorti 'Marija' bila zabeležena na ploščah s 160 celicami in sicer je znašala 266,9 gramov. Pri sorti 'Lusiana' smo največjo maso dobili na ploščah s 84 celicami, le-ta pa je bila 266,3 g. Na ploščah, prirejanih za gosto setev, smo pridelali manjše količine pridelka. Izkazale so se statistično značilne razlike med ploščami z režami in ostalimi tipi gojitvenih plošč.

Po manjši količini pridelka je izstopala zlasti sorta 'Marija' s povprečno maso 71,46 g sveže snovi. Tudi 'Lusiana' z 123,83 g listov je precej odstopala od vrednosti, dobljenih na ostalih dveh tipih plošč.

V drugi ponovitvi poskusa oz. po drugi rezi je bila največja povprečna masa za sorto 'Marija' dobljena na ploščah s 84 celicami in sicer 281,21 g sveže snovi listov. Pri sorti 'Lusiana' pa je bila največja masa zabeležena na gojitvenih ploščah za gosto setev (208,42 g). Pri drugi rezi so se pojavile statistično značilne razlike med sortama solate.

Najmanjše vrednosti sveže snovi nadzemnega dela po drugi rezi pri sorti 'Marija' so bile izmerjene na ploščah za gosto setev (200,6 g na obliko gojitvene plošče). Pri sorti 'Lusiana' pa je najmanjša masa znašala 95,5 g. Omenjeno količino pridelka smo izmerili na ploščah s 84 celicami.

5.1.2 Dolžina nadzemnega dela rastlin

Podobno kot maso smo izmerili tudi dolžino nadzemnega dela rastlin. Za primerjavo smo izbrali po pet rastlin iz vsakega niza za isto vrsto plošče. Izbira je bila subjektivna, saj smo izbirali le rastline, ki so se nahajale na sredini posameznih gojitvenih plošč. Tako je bilo skupaj odbranih petnajst rastlin na posamezno obliko gojitvene plošče.

Po prvi rezi smo pri sorti 'Marija' ugotovili, da je največja povprečna višina rastline 11,60 cm dosežena na ploščah s 84 celicami. Najnižje so bile rastline, ki so se razvile na ploščah, prirejenih za gosto setev. Na teh je dolžina znašala 10,67 cm. Na ploščah s 160 celicami pa smo izmerili povprečno višino 10,80 cm.

Primerjali smo tudi plošče glede na najvišje in najnižje zabeležene vrednosti. Tako smo ugotovili, da je najvišja rastlina rasla na ploščah, prirejenih za gosto setev, njena višina pa je znašala 16 cm. Najnižja rastlina, 3 cm, je prav tako rasla na gojitvenih ploščah primernih za gosto setev.

Na ostalih dveh tipih plošč smo zabeležili naslednje vrednosti. Pri ploščah s 160 celicami je bila vrednost zgornjega ekstrema 13 cm, spodnji pa je znašal 7 cm. Na ploščah s 84 celicami smo izmerili največjo vrednost 14 cm, najmanjšo pa 9 cm.

Tudi pri sorti 'Lusiana' je bila najvišja povprečna višina dobljena na ploščah s 84 celicami, znašala pa je 12 cm. Sledili sta plošči s 160 celicami s povprečno višino 11,47 cm in plošča za gosto setev s povprečno višino rastlin 11,13 cm.

Podobne razlike med najnižjimi in najvišjimi rastlinami so bile dobljene tudi pri sorti 'Lusiana'. Tudi v tem primeru so se le-te izrazile na ploščah, prirejenih za gosto setev. Tako je bila vrednost najvišje rastline 16 cm, najnižje pa 7 cm. Pri ostalih dveh tipih plošč so bile vrednosti enake. Torej je bila vrednost najnižje rastline 9 cm, najvišje pa 14 cm.

Pri drugi rezi pri sorti 'Marija' se je ponovno najbolje izkazala plošča s 84 celicami. Povprečna višina gojenih rastlin je tako znašala 10,73 cm. Sledili sta si plošči s 160 celicami s povprečno višino 9,93 cm in plošča primerna za gosto setev s povprečno višino rastlin 7,47 cm.

V drugi rezi smo ugotovili tudi pomembne razlike najmanjše in največje vrednosti glede na prvo rez. Tako je bila največja vrednost dobljena na ploščah s 84 in 160 celicami, znašala pa je 13 cm. Na ploščah s 84 celicami je bila najmanjša izmerjena vrednost 8 cm, na ploščah s 160 celicami pa 7 cm. Na plošči, kjer je potekala gosta setev, smo izmerili zgornji ekstrem 11 cm, spodnji pa 4 cm.

Največja povprečna višina rastlin pri sorti 'Lusiana' pa je bila dobljena na ploščah s 160 celicami. Le-ta pa je znašala 9,6 cm. Na ploščah s 84 celicami smo zabeležili 9,4 cm visoke rastline. Ponovno je bila najmanjša dobljena višina rastlin izmerjena na ploščah, prirejenih za gosto setev.

Pri italijanski sorti solate je bila najvišja rastlina izmerjena na plošči s 84 celicami, znašala pa je 15 cm. Prav tako je bila na tem tipu plošče dobljena najmanjša rastlina, 5 cm.

Najmanjše vrednosti pri ostalih dveh tipih plošč sta bili 6 cm. Zgornji ekstrem pa sta bili pri ploščah s 160 celicami 14 cm visoka rastlina, pri ploščah z gosto setvijo pa 12 cm visoka rastlina.

5.1.3 Povprečna dolžina korenin

Povprečno dolžino korenin smo izračunali iz vzorca petnajst subjektivno izbranih rastlin iz vsakega posameznega tipa plošče. Rastline smo izbirali podobno kot pri meritvah nadzemnega dela rastlin.

Načeloma naj bi največjo povprečno dolžino korenin dobili v ploščah s 84 celicami, saj so v tem tipu plošče celice največje in je zato tudi poraba substrata večja. Vendar se je vsaj v primeru 'Marija' izkazalo, da so največje povprečne dolžine korenin bile izmerjene v ploščah s 160 celicami. Dolžina pa je znašala 7,80 cm. V ploščah s 84 celicami pa je povprečna dolžina korenin znašala 5,73 cm. Podobno kot pri povprečni dolžini nadzemnega dela smo tudi pri dolžini korenin ugotovili, da so le-te najkrajše pri ploščah, namenjenih za gosto setev, 4,33 cm.

Pri sorti 'Lusiana' so nasprotno kot pri sorti 'Marija' bile zabeležene največje korenine na ploščah s 84 celicami. Povprečna dolžina le-teh je znašala 7,47 cm. Sledile so plošče s 160 celicami s povprečno dolžino 6,87 cm. Ponovno so bili najkrajši koreninski sistemi izmerjeni na ploščah, prirejenih za gosto setev. Povprečna dolžina korenin je pri omenjeni obliki gojitvenih plošč znašala 4,67 cm.

5.1.4 Masa koreninskega sistema

Subjektivno izbranim petnajstim rastlinam smo poleg dolžine izmerili še maso koreninskega sistema. Rezultate smo razvrstili po nizih in jih nato primerjali za vsako obliko gojitvene plošče.

Tako smo pri sorti 'Marija' izračunali skupno povprečno maso sveže in suhe snovi korenin vseh nizov za vsako gojitveno ploščo. Ugotovili smo, da so v ploščah, ki so prirejene za gosto setev, korenine najslabše razvite. Njihova povprečna masa je znašala 8,47 g. Pri ostalih dveh tipih gojitvenih plošč ni prišlo do statistično značilnih razlik.

V ostalih dveh tipih plošč je bila zabeležena nekoliko večja povprečna masa sveže snovi. V ploščah s 84 celicami je bila le-ta 8,88 g, medtem ko so korenine v ploščah s 160 celicami tehtale 9,45 g.

Pri ugotavljanju povprečne mase suhe snovi pri sorti 'Marija' smo prišli do zanimivega podatka, saj je bila masa korenin v vseh treh gojitvenih ploščah enaka, 7,78 g.

Pri sorti 'Lusiana' ni prišlo do bistvenih razlik v povprečju mas med posameznimi ploščami.

Največja masa sveže snovi je bila stehtana na plošči s 84 celicami in sicer je znašala 9,49 g. Sledila je plošča za gosto setev, kjer smo stehtali 9,19 g korenin. Na ploščah s 160 celicami so korenine tehtale 9,15 g.

Tudi pri povprečni masi suhe snovi korenin ni prišlo do bistvenih razlik v rezultatih. Tako na ploščah, prirejenih za gosto setev kot na tistih s 160 celicami, smo zatehtali 7,81 g korenin, medtem ko je bila na ploščah s 84 celicami masa le teh 7,84 g.

5.2 SKLEPI

V raziskavi smo dokazali, da plošče z režami ne prispevajo bistveno k povečanju pridelka oz. boljšemu koriščenju prostora. Poleg tega so rastline, gojene na teh ploščah, zaradi gostote setve tudi bolj dovzetne do nekaterih glivičnih bolezni, kot je siva gniloba solate (*Botrytis cinerea* Pers) (Pimpini, 2001). V našem poskusu je bilo največ rastlin okuženih s to glivo prav na gojitvenih ploščah z režami.

Poleg pojave bolezni je na teh ploščah prihajalo tudi do rahlega venenja rastlin predvsem na višjem delu plošče, kjer se je hranilna raztopina hitreje stekala. Tako da je bilo za normalno rast včasih potrebno dodatno namakanje rastlin.

Boljša oz. hitrejša rast je bila opažena le v začetnem obdobju rasti takoj po kalitvi. V času med prvo in drugo rezjo pa so bili zabeleženi slabši rezultati rasti in posledično tudi manjše mase pridelka za razliko od meritve druge rezi pri sorti 'Lusiana', kjer so se najboljše izkazale prav plošče z režami.

Med pozitivne lastnosti tega tipa plošč lahko prištevamo le manjšo porabo substrata in enostavnejšo, hitrejšo setev. Le-ta je potekala, tako da smo v posamezno režo stresli po dolžini od deset do petnajst semen posamezne sorte, medtem ko smo v plošče s 160 celicami posejali po tri semena na celico, v plošče s 84 celicami pa po pet semen. Poleg porabe substrata in enostavnejše setve smo v prvih dneh po kalitvi opazili še hitrejšo rast rastlin na omenjenih ploščah. Vendar se je ta rast kasneje po okužbi nekoliko zaustavila in se ni bistveno razlikovala od rasti solate v ostalih dveh tipih plošč.

Mogoče bi bilo bolje, če bi med posameznimi režami napravili še dodatne, saj so bile le-te na razmaku približno desetih centimetrov in bi na ta način še zgostili setev. Ta ukrep bi sicer omogočal še boljši izkoristek prostora, vendar bi posledično zahteval še preventivno uporabo fungicidov, saj bi bile rastline še bolj dovzetne za morebitne glivične okužbe.

Na kratko lahko strnemo prednosti in slabosti goste setve. Med slabosti prištevamo:

- večja občutljivost rastlin do raznih glivičnih bolezní
- večja poraba fitofarmaceutskih sredstev
- venenje rastlin v režah na zgornjem delu gojitvene plošče

Med pozitivne lastnosti tega tipa gojitvenih plošč pa sodi:

- manjša poraba substrata
- hitrejša rast takoj po kalitvi

6 POVZETEK

Solato (*Lactuca sativa* L.) uvrščamo v skupino solatnic. Pridelujemo jo zaradi listov, ki se razvijajo na skrajšanem steblu. Na splošno velja za zelo razširjeno zelenjavno vrsto, ki se jo lahko z uporabo zavarovanih prostorov prideluje čez celo sezono.

Rastlina zahteva za normalno rast topla in vlažna območja. Najugodnejša temperatura za rast se giblje od 15 do 20 °C. Poleg primerne temperature je za rast pomembna tudi osvetlitev in vlažnost. Glede gnojenja se potrebe po hranilih povečajo po približno štirih tednih. V tem obdobju je priporočljivo dognojevanje rastlin ali pa uporaba hranilne raztopine z različno koncentracijo od prvotno uporabljene.

Posevek solate lahko zasujemo z direktno setvijo, ki je zlasti primerna za pridelavo semena in svežo, presno porabo. Poleg direktne setve poznamo še pomladansko, poletno in prezimno pridelovanje. Za pozno jesensko in zgodnje pomladansko pridelovanje pa se uporablja gojenje pod folijo oz. gojenje v zavarovanih prostorih.

Za naš poskus smo izbrali ravno zadnje omenjeno obliko zasnove. Le-ta je bila za uporabljeno obliko hidroponskega sistema najprimernejša. Analiza je zajela tri različne tipe gojitvenih plošč. Plošče s 84 celicami, plošče s 160 celicami in plošče, prirejene za gosto setev. Na ploščah je bila tako opravljena setev 22. 10. 2004, 11. 11. 2004 pa smo plošče iz poplavnih miz prestavili na sistem.

Namen opravljenega poskusa je bil predvsem ugotoviti, ali je na ploščah, prirejenih za gosto setev mogoče pridelati več pridelka in hkrati bolje izkoristiti prostor kot na ostalih dveh tipih plošč.

Prvo rez smo opravili 2. 12. 2004 in hkrati začeli z meritvami mas listov iz različnih gojitvenih plošč. Poleg mase smo ugotavljali tudi višino nadzemnega dela rastlin. Druga meritev je bila opravljena pri drugi rezi, 17. 1. 2005. Tudi v tem primeru smo izmerili maso listov, višino nadzemnega dela ter dolžino koreninskega sistema. 24. 1. 2005 smo opravili še meritev mase koreninskega sistema.

Iz dobljenih rezultatov smo prišli do ugotovitve, da ni bistvenih razlik oziroma da so pridelki na ploščah z režami skoraj pri vsaki meritvi manjši od pridelkov na ostalih dveh vrstah plošč. Poleg tega je pri ploščah, prirejenih za gosto setev večja nevarnost venenja rastlin in večja možnost pojava gliv.

Na ostalih dveh tipih plošč pa ni bilo bistvenih razlik v masi pridelka in je bil le-ta izenačen. Poleg tega ni prihajalo do venenja rastlin in tudi napad padavice sadik (*Pythium debaryanum* R. Hesse) je bil manjši.

7 VIRI

1. Agrios G. N. 1997. Plant pathology. San Diego (California), Academic Press: 635 str.
2. Bajec V. 1994. Vrtnarjenje na prostem, pod folijo in steklom. Ljubljana, Kmečki glas: 417 str.
3. Bar-Yosef B. 1999. Advance in fertigation. *Advances in Agronomy*, 65: 2-77
4. Bayer crop sciences. 2006
<http://www.bayercropscience.si/?PID=3&CID=11&ID=36> (maj, 2006)
5. Brooks A., Halstead A. 1985. Bolezni in škodljivci vrtnih rastlin: bolezni, škodljivci in motnje na sadnem drevju, vrtninah, okrasnih rastlinah in tratah. Ljubljana, Kmečki glas: 237 str.
6. Černe M. 1984. Solatnice in kitajski kapus. Ljubljana, Kmečki glas: 80 str.
7. Demšar J. 1998. Hidroponsko gojenje solate (*Lactuca sativa* L.). Diplomaska naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 65 str.
8. Demšar J., Osvald J. 2001. Gojenje solate (*Lactuca sativa* L.) na aeroponski način z dovajanjem NO_3^- in NH_4^+ v hranilno raztopino. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. *Kmetijstvo*, 77, 2: 169-178
9. Giardini L. 1994. *Agronomia generale*-5. edizione, per Istituti Tecnici Agrari e Istituti Professionali per l'Agricoltura. Patron Editore: 295 str.
10. Greentrees Hydroponics. 2005.
<http://www.hydroponics.net/learn/hydroponicgardeningforbeginners.asp>
(december, 2005)
11. Kacjan-Maršič N. 1998. Proučevanje rasti in razvoja solate (*Lactuca sativa* L.) na aeroponiki v odvisnosti od različne prehrane. Zbornik posveta: *Kmetijstvo in okolje*, Bled 12.-13.3. 1998. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 305-311
12. Klasmann-Deilmann GmbH. 2006
<http://www.klasmann-deilmann.com/en/index.html> (maj, 2006)
13. Kristanc N. 2001. Analiza sortimenta solate (*Lactuca sativa* L.) za pomladansko gojenje. Diplomaska naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 58 str.

14. Leskošek M. 1993. Gnojenje: za velik in kakovosten pridelek, zaboljšanje rodovitnosti tal, za varovanje narave. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 197 str.
15. Marschner H. 2003. Mineral nutrition of higher plants. Second Edition, Academic Press, Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokio: 889 str.
16. Morard P. 1995. Les cultures vegetales hors sol. Agen (France), Publications agricoles: 304 str.
17. Osvald J., 2002. Splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo (gradivo za interno rabo). Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 287 str.
18. Osvald J., Kogoj-Osvald, M. 1996. Gojenje vrtnin v zavarovanem prostoru. Ponatis ČZD Kmečki glas, Ljubljana: 126 str.
19. Osvald J., Kogoj-Osvald, M. 1999a. Gojenje solate-Gojenje zelenjavnic za domače potrebe in trženje. Šempeter pri Gorici, Oswald d.o.o.: 36 str.
20. Osvald J., Kogoj-Osvald, M. 1999b. Namakanje zelenjavnic-Gojenje zelenjavnic za domače potrebe in trženje. Šempeter pri Gorici, Oswald d.o.o.: 36 str.
21. Osvald J., Kogoj-Osvald, M. 2003a. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana, Kmečki glas: 295 str.
22. Osvald J., Kogoj-Osvald, M. 2003b. Hidroponsko gojenje rastlin. SAD, 14, 11: 94-96
23. Osvald J., Gantar M., Petrović N. 1998. Hidroponsko gojenje solate (*Lactuca sativa* L.) po sistemu tankih plasti na različnih substratih. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo, 71: 151-158
24. Palumbo A.D. 1999. La coltivazione della lattuga in serra. L'Informatore agrario, 34: 75-77
25. Perelli M. 1996. Il terreno dall'A alla Z. Mira-Venezia, Edizione dr. Marino Perelli: 313 str.
26. Perelli M. 2000. Manuale di Concimazione. Arvan-Mira, Terza Edizione: 322 str.
27. Pimpini F., 2001. Principi tecnico-agronomici della fertiirrigazione e del fuori suolo. Veneto Agricoltura: 204 str.
28. Priročnik o fitofarmacevtskih sredstvih v RS. 2002. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 814 str.

29. Resh H. M. 1995. Hydroponic food production. Santa Barbara (California), Woodbridge Press: 527 str.
30. Sambo P., Forte V. 2005a. La corretta gestione della soluzione nutritiva. L'Informatore agrario, 20: 61-65
31. Sambo P., Forte V. 2005b. La nutrizione intelligente passa dalla fertirrigazione. L'Informatore agrario, 20: 55-58
32. Santori A., D'Ascenzo D. 2004. Lattuga: efficacia di alcuni fungicidi su peronospora e marciume del colletto. L'Informatore agrario, 49: 58-61
33. Savas D. 2002. Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Athens (Greece), Embryo publications: 463 str.
34. Tesi R. 2002. Colture fuori suolo in orticoltura e floricoltura. Bologna, Edagricole: 112 str.
35. Tisselli V. 1999. Tecniche di fertilizzazione a minor impatto ambientale. L'Informatore agrario, 22: 45-47
36. Turchi A., Turchi F. 1997. Orticoltura pratica. Bologna, Calderini Edagricole: 786 str.
37. Yara France. 2006
<http://www.yara.com/en/index.html> (maj, 2006)

ZAHVALA

Rad bi se zahvalil mentorju prof. dr. Jožetu Osvaldu za koristne nasvete, prijazno besedo in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se moji družini, ki mi je omogočila študij in me vedno podpirala pri mojih odločitvah.

Najlepša hvala tudi doc. dr. Damjani Kastelec za pomoč pri statistični obdelavi podatkov. Iskreno se zahvaljujem tudi g. Mateju Jeraši in mag. Draganu Žnidaršiču za pomoč pri izvajanju poskusa.

Hvala tudi sošolcem: Petru, Nataši, Mojci in Andreju, ki so mi priskočili na pomoč pri spravi pridelka ter mi tako olajšali delo.

Dodatno bi se rad zahvalil še vsem ostalim, ki ste me vedno spodbujali.

PRILOGA A

Postavitev plošč na hidroponski sistem (11.11.2004).



PRILOGA B

Rastline na različnih gojitvenih ploščah (11.11.2004).



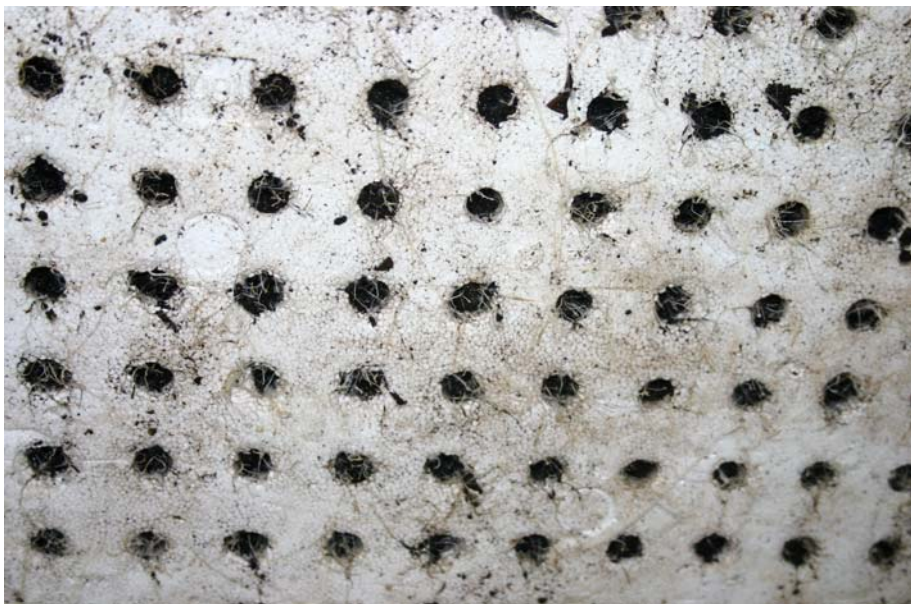
PRILOGA C

Težave pri preskrbi z vodo na gojitvenih ploščah primernih za gosto setev (25.11.2004).



PRILOGA D

Koreninski sistem pred prvo rezjo (2.12.2004).



Zgoraj: koreninski sistem na ploščah s 160 celicami

Spodaj: koreninski sistem na ploščah s 84 celicami

PRILOGA E

Koreninski sistem na gojitvenih ploščah za gosto setev pred prvo rezjo (2.12.2004).



PRILOGA F

Koreninski sistem pred drugo rezjo (17.1.2005).



Zgoraj: koreninski sistem na ploščah s 84 celicami
Spodaj: koreninski sistem na ploščah prirejenih za gosto setev

PRILOGA G

Preglednice z masami sveže in suhe snovi nadzemnega dela rastlin glede na posamezno ploščo in sorto solate.

Preglednica 1: Sorta 'Marija' (prva rez).

Blok	Plošča s 84 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča s 160 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča z gosto setvijo		Masa vrečke (g)
	Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)	
1	193,32	13,80	8,20	259,96	15,30	8,10	54,62	8,90	7,90
2	244,29	15,40	8,20	281,20	16,50	8,16	96,57	8,84	7,93
3	248,74	15,30	8,10	259,68	15,77	8,30	63,18	10,75	7,40

Preglednica 2: Sorta 'Lusiana' (prva rez).

Blok	Plošča s 84 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča s 160 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča z gosto setvijo		Masa vrečke (g)
	Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)	
1	273,14	16,10	8,07	223,12	15,45	8,02	61,49	10,37	7,78
2	75,42	10,22	8,00	304,42	17,45	8,18	157,12	13,45	7,90
3	290,78	16,55	8,00	250,60	15,90	6,70	152,87	9,70	7,93

Preglednica 3: Sorta 'Marija' (druga rez).

Blok	Plošča s 84 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča s 160 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča z gosto setvijo		Masa vrečke (g)
	Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)	
1	394,72	26,39	8,32	323,20	22,93	8,30	208,06	24,45	8,11
2	236,05	21,47	7,87	197,29	18,93	8,15	193,30	18,00	7,89
3	212,86	18,87	8,1	297,46	23,22	8,04	200,53	20,86	7,90

Preglednica 4: Sorta 'Lusiana' (druga rez).

Blok	Plošča s 84 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča s 160 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča z gosto setvijo		Masa vrečke (g)
	Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)	
1	161,75	16,53	8,02	288,50	21,70	7,98	191,14	18,86	7,90
2	69,08	11,75	7,81	130,25	14,51	7,94	201,37	18,70	7,98
3	55,54	11,21	7,88	143,99	15,92	7,78	232,74	19,95	8,01

PRILOGA H

Preglednice z masami sveže in suhe snovi koreninskega sistema rastlin glede na posamezno ploščo in sorto solate.

Preglednica 1: Masa sveže in suhe snovi koreninskega sistema v gramih stehtane po drugi rezi za sorto 'Marija'.

Blok	Plošča s 84 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča s 160 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča z gosto setvijo		Masa vrečke (g)
	Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)	
1	8,47	7,73	7,65	8,79	7,64	7,63	8,51	7,77	7,74
2	9,47	7,66	7,60	9,63	7,82	7,75	8,35	7,80	7,73
3	8,71	7,94	7,89	9,93	7,89	7,78	8,55	7,77	7,75

Preglednica 2: Masa sveže in suhe snovi koreninskega sistema v gramih stehtane po drugi rezi za sorto 'Lusiana'.

Blok	Plošča s 84 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča s 160 celicami		Masa vrečke (g)	Plošča z gosto setvijo		Masa vrečke (g)
	Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)		Masa sveže snovi (g)	Masa suhe snovi (g)	
1	9,88	7,82	7,79	9,28	7,76	7,73	9,37	7,87	7,80
2	9,40	7,86	7,78	9,11	7,92	7,89	8,81	7,79	7,75
3	9,19	7,84	7,80	9,07	7,75	7,74	9,38	7,78	7,75