

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andreja LAMUT

**GOJENJE ŠPINAČE (*Spinacia oleracea* L.) NA
PLAVAJOČEM SISTEMU V RAZLIČNIH
SUBSTRATIH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andreja LAMUT

**GOJENJE ŠPINAČE (*Spinacia oleracea* L.) NA PLAVAJOČEM
SISTEMU V RAZLIČNIH SUBSTRATIH**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**GROWING OF SPINACH (*Spinacia oleracea* L.) ON A FLOATING
SYSTEM IN DIFFERENT SOILLESS SUBSTRATES**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija oddelka za agronomijo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Nino Kacjan-Maršič in za somentorico dr. Damijano Kastelec.

Komisija za oceno in zagovor:

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

Članica: doc. dr. Nina Kacjan-Maršič
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Damijana Kastelec
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Rok Mihelič
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana, se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki identična tiskani verziji.

Andreja Lamut

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 635.41: 631.589.2: 631.526.32: 631.559 (043.2)
KG	Špinača/ plavajoči sistem/inertni substrati/steklenjak/hidroponika
KK	AGRIS F01/F08
AV	LAMUT, Andreja
SA	KACJAN-MARŠIČ, Nina (mentorica)/KASTELEC, Damijana (somentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2011
IN	GOJENJE ŠPINAČE (<i>Spinacia oleracea</i> L.) NA PLAVAJOČEM SISTEMU V RAZLIČNIH SUBSTRATIH
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 39, [12] str., 12 pregl., 14 sl., 9 pril., 43 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V diplomski nalogi smo preučevali gojenje špinače (<i>Spinacia oleracea</i> L.) na plavajočem sistemu v različnih substratih. Poskus je potekal od 04.03.2009 do 25.04.2009 v ogrevanem steklenjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete. Gojitvene plošče smo napolnili s 3 različnimi substrati, perlit, perlit-vermikulit in perlit-kamena volna. Seme špinače sort 'Matador' in 'Spokane F1' smo posejali v plošče s 84 vdolbinami, v vsako po 2 semeni in jih položili na vodno gladino v bazene. Gojitvene mize smo razdelili na 4 bazene, ki smo jih najprej napolnili z vodo, do vznika. Po vzniku smo v njih pripravili 4 hranilne raztopine: H1 - hranilna raztopina pripravljena po standardni recepturi iz soli, namenjenih za hidroponiko (konc. N je bila 190 mg/l), H1+N – hranilna raztopina pripravljena kot H1 (konc. N je bila 340 mg/l), H2 – raztopina pripravljena iz vodotopnega gnojila Kristalon (19:6:20) (konc. N je bila 190 mg/l) in H2+N – hranilna raztopina pripravljena kot H2 (konc. N je bila 340 mg/l). Poskus smo zasnovali v 3 ponovitvah, 1 gojitvena plošča je predstavljala 1 ponovitev. Za kontrolo smo rastline gojili v šotnem substratu. Te plošče smo položili na vzporedno gojitveno mizo in jih namakali po potrebi ter enkrat tedensko dognjevali s H2 (6 plošč) in s H2+N (6 plošč). Med izvajanjem poskusa smo dvakrat tedensko beležili temperaturo zraka, temperaturo vode, pH in električno prevodnost (EC) hranilnih raztopin in vsebnost kisika v hranilnih raztopinah. Pred spravilom pridelka smo opravili vzorčenje, pri katerem smo iz 5 vdolbin vsake plošče uporabili 10 rastlin in jim prešteli število listov v rozeti, stehtali maso rozete in izmerili višino. Nato smo stehtali maso rastlin, ki smo jih porezali na 1 gojitveni plošči. Iz te mase smo vzeli 50 g svežega vzorca in ga dali na sušenje. Suhe vzorce smo zmleli, stehtali in izračunali delež sušine. V laboratoriju smo naredili še meritve nitrata in celotnega dušika. Ugotovili smo, da je sorta 'Matador' (1,96 kg/m ²) dala večji pridelek kot sorta 'Spokane F1' (1,49 kg/m ²). Pridelek na plavajočem sistemu je bil večji (1,85 kg/m ²) kot pridelek v šotnem substratu (0,99 kg/m ²). Vsebnost nitrata je bila večja na plavajočem sistemu (296,1 mg NO ₃ ⁻ /kg sv. snovi) in manjša v šotnem substratu (56,7 mg NO ₃ ⁻ /kg sveže snovi). Večji delež sušine so imele rastline v šotnem substratu (10,8 %) kot tiste na plavajočem sistemu (8,6 %).

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Dn
 DC UDC 635.41: 631.589.2: 631.526.32: 631.559 (043.2)
 CX Spinach/ floating system/ soilless substrates/ glasshouse/ hydroponics
 CC AGRIS F01/F08
 AU LAMUT Andreja
 AA KACJAN-MARŠIĆ, Nina (supervisor)/KASTELEC, Damijana (co-supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
 PY 2011
 TI GROWING OF SPINACH (*Spinacia oleracea* L.) ON A FLOATING SYSTEM IN DIFFERENT SOILLESS SUBSTRATES
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO X, 39, [12] p., 12 tab., 14 fig., 9 ann., 43 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB In our research the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.), grown in different substrates, on a floating system were studied. The experiment was conducted from the 4th of March 2009 till 25th of April 2009, in a glasshouse, on the Laboratory field of the Biotechnical Faculty in Ljubljana. Plug trays were filled with 3 different substrates, perlite and the mixtures of perlite-vermiculite and perlite-rock wool. Seeds of spinach varieties Matador and Spokane F1 were sown into plug trays with 84 cells, 2 seeds in each cell. Plug trays were put on a floating system, made from four pools, which were first filled with water until emergence. Then we prepared 4 nutrition solutions: H1 – nutrient solution prepared by a standard recipe of salt intended for hydroponics (N conc. was 190 ppm), H1 + N - nutrient solution prepared as H1 (N conc. was 340 ppm), H2 - solution prepared from water-soluble fertilizer Kristalon (19:6:20) (N conc. was 190 ppm) and H2 + N - nutrient solution prepared as H2 (N conc. was 340 ppm). The experiment was designed in 3 repetitions, 1 tray represented 1 repetition. Control plants were grown in peat substrate. These trays were put into parallel growing table and irrigated if necessary and fertilized once a week with H2 (6 trays) and with H2+N (6 trays). During the growing period air temperature, temperature of water, pH and electrical conductivity (EC) of nutrient solutions and the oxygen content in the nutrient solution were recorded twice a week. For analysis plants from 5 cells were taken from each tray. We counted the number of leaves in rosettes, weighed the plants and measured plant height. The yield from the whole plug tray was also measured. From this mass 50 g of fresh sample was taken and placed on drying. Dried samples were grind, weigh and calculate the proportion of dry matter. In laboratory, the nitrate and total nitrogen were measured. Results showed that cultivar Matador (1.96 kg/m²) had higher yield than the cultivar Spokane F1 (1.49 kg/m²). The yield on the floating system was higher (1.85 kg/m²) than yield in peat substrate (0.99 kg/m²). Nitrate content was higher in plants from the floating system (296.1 mg NO₃⁻/kg FW) and lower in plants from peat substrate (56.7 mg NO₃⁻/kg FW). Plants grown in peat substrate had higher dry matter (10.8%) than plants grown on the floating system (8.6%).

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	NAMEN RAZISKAVE	1
1.2	DELOVNA HIPOTEZA	1
2	PREGLED DOSEDANJIH OBJAV	2
2.1	BOTANIČNA OPREDELITEV, SISTEMATIKA IN ZGODOVINA ŠPINAČE	2
2.1.1	Botanična opredelitev špinače	2
2.1.2	Sistematika špinače	2
2.1.3	Zgodovina špinače	2
2.2	MORFOLOŠKE IN BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI ŠPINAČE	2
2.3	RASTNE RAZMERE	3
2.3.1	Temperatura	3
2.3.2	Tla in kolobar	3
2.3.3	Gnojenje	3
2.4	OBDOBJE IN NAČINI GOJENJA	4
2.4.1	Setev	4
2.4.2	Gojenje v zavarovanem prostoru	4
2.5	SPRAVILO	4
2.6	BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI ŠPINAČE	5
2.6.1	Bolezni	5
2.6.2	Škodljivci	5
2.7	DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KAKOVOST PRIDELKA ŠPINAČE	6
2.7.1	Nitrat v rastlinah	6
2.8	HIDROPONSKO GOJENJE VRTNIN	7
2.8.1	Zgodovina hidroponike	7
2.8.2	Rastline, ki so primerne za gojenje na hidroponski način	7
2.8.3	Razširjenost hidroponike	8
2.8.4	Oblike hidroponskega gojenja	8
2.8.4.1	Plavajoči sistem	8
2.8.4.2	Druge oblike hidroponike	8
2.8.5	Substrati	8
2.8.5.1	Anorganski substrati	9
2.8.6	Hranilna raztopina	9
2.8.6.1	Priprava hranilne raztopine	10
2.8.6.2	Električna prevodnost in pH hranilne raztopine	10
2.8.6.3	Vodotopna trdna gnojila	10
3	MATERIALI IN METODE DELA	11

3.1	ZASNOVA POSKUSA	11
3.2	MATERIALI	11
3.2.1	Hranilna raztopina in gnojila	11
3.2.2	Substrati	13
3.2.3	Gojitvene plošče	13
3.2.4	Sortiment	13
3.2.5	Preostali materiali uporabljeni v poskusu	14
3.3	METODE DELA	14
3.3.1	Meritve morfoloških lastnosti v času poskusa	14
3.3.2	Zdravstveno stanje špinače	15
3.3.3	Priprava rastlinskih vzorcev	15
3.3.4	Meritve nitrata in dušika v špinači	15
3.3.5	Statistična analiza podatkov	16
4	REZULTATI	17
4.1	VZNIK	17
4.2	ŠTEVILO LISTOV V ROZETI	19
4.3	VIŠINA RASTLINE	21
4.4	PRIDELEK ŠPINAČE	22
4.5	VSEBNOST SUŠINE	25
4.6	VSEBNOST DUŠIKA IN NITRATA	27
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	30
5.1	RAZPRAVA	30
5.1.1	Vznik	30
5.1.2	Število listov	30
5.1.3	Višina rastlin	31
5.1.4	Masa rastlin	31
5.1.5	Pridelek špinače	31
5.1.6	Suha snov	32
5.1.7	Vsebnost nitrata	32
5.1.8	Vsebnost dušika	33
5.2	SKLEPI	33
6	POVZETEK	35
7	VIRI	37
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Količina makroelementov za pripravo hranilne raztopine H1	12
Preglednica 2: Količina mikroelementov za pripravo hranilne raztopine H1	12
Preglednica 3: Količina makrohranil za pripravo hranilne raztopine H1 z več dušika	12
Preglednica 4: Trenutna, minimalna in maksimalna temperatura zraka, temperatura, pH, EC in O ₂ hranilnih raztopin H1 in H1+N v času poskusa	14
Preglednica 5: Trenutna, minimalna in maksimalna temperatura zraka, temperatura, pH, EC in O ₂ hranilnih raztopin H2 in H2+N v času poskusa	15
Preglednica 6: Analize variance (ANOVA) za povprečni vznik (%)	17
Preglednica 7: Analiza variance (ANOVA) za povprečno število listov na rastlino	20
Preglednica 8: Analize variance (ANOVA) za povprečno višino rastline (cm)	21
Preglednica 9: Analize variance (ANOVA) za povprečni dejanski pridelek (kg/m ²)	24
Preglednica 10: Analize variance (ANOVA) za povprečno vsebnost sušine (%)	26
Preglednica 11: Analize variance (ANOVA) za povprečno vsebnost dušika (%)	27
Preglednica 12: Analiza variance (ANOVA) za povprečno vsebnost nitrata (mg NO ₃ ⁻ /kg sveže snovi)	28

KAZALO SLIK

Slika 1: Povprečni vzniki (%) in njegova standardna napaka po obravnavanjih	17
Slika 2: Grafični prikaz povprečnega vznika med sortama za obravnavanja v šotnem substratu in na plavajočem sistemu	18
Slika 3: Povprečni vzniki (%) po ravneh proučevanih dejavnikov. Standardne napake povprečij so: <i>šota</i> 2,0 %, <i>sorta</i> 0,8 %, <i>raztopina</i> 1,2 %, <i>substrat</i> 1,0 %.	18
Slika 4: Povprečno število listov in standardna napaka povprečnega števila listov po obravnavanjih	19
Slika 5: Povprečja števila listov rastline po ravneh proučevanih dejavnikov. Standardne napake povprečij so: <i>šota</i> 0,3 lista, <i>sorta</i> 0,1 lista, <i>raztopina</i> 0,2 lista in <i>substrat</i> 0,1 lista. Prekrivata se substrata perlit in perlit+kv.	20
Slika 6: Povprečna višina rastline (cm) in njena standardna napaka po obravnavanjih	21
Slika 7: Povprečja višine rastline po ravneh proučevanih dejavnikov. Standardne napake povprečij so: <i>šota</i> 0,7 cm, <i>sorta</i> 0,3 cm, <i>raztopina</i> 0,4 cm in <i>substrat</i> 0,3 cm.	22
Slika 8: Primerjava dejanskega in potencialnega pridelka (kg/m ²) med sortama 'Matador' in 'Spokane F1'	23
Slika 9: Povprečen pridelek (kg/m ²) in njegova standardna napaka po obravnavanjih.	23
Slika 10: Grafični prikaz medsebojnega vpliva med sorto in raztopino za povprečni dejanski pridelek špinače	24
Slika 11: Povprečna vsebnost sušine (%) in njena standardna napaka po obravnavanjih	25
Slika 12: Povprečna sušina po ravneh proučevanih dejavnikov. Napake povprečij so: <i>šota</i> 0,4 %, <i>sorta</i> 0,2 %, <i>raztopina</i> 0,3 % in <i>substrat</i> 0,2 %. Prekrivata se mešanici substratov perlit+v in perlit+kv.	26
Slika 13: Povprečna vsebnost nitrata (mg NO ₃ ⁻ /kg sveže snovi) in standardna napaka nitrata po obravnavanjih	28
Slika 14: Povprečna vsebnost nitrata (mg NO ₃ ⁻ /kg sveže snovi) po ravneh proučevanih dejavnikov, standardne napake povprečij so: <i>šota</i> 24,3 mg NO ₃ ⁻ /kg sveže snovi, <i>sorta</i> 9,2 mg NO ₃ ⁻ /kg sveže snovi, <i>raztopina</i> 14,0 mg NO ₃ ⁻ /kg sveže snovi, <i>substrat</i> 12,1 mg NO ₃ ⁻ /kg sveže snovi. Prekrivajo se vsi substrati (perlit, perlit+kv, perlit+v).	29

KAZALO PRILOG

- PRILOGA A: Povprečna masa rastline s standardno napako
PRILOGA B: Povprečen potencialni pridelek s standardno napako
PRILOGA C: Povprečno število listov s standardno napako in statistična analiza
PRILOGA D: Povprečna višina rastline s standardno napako in statistična analiza
PRILOGA E: Povprečen pridelek s standardno napako in statistična analiza
PRILOGA F: Povprečna vsebnost sušine s standardno napako in statistično analizo
PRILOGA G: Povprečni vznik s standardno napako in statistično analizo
PRILOGA H: Vsebnost nitrata v špinači s standardno napako in statistično analizo
PRILOGA I: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav po obravnavanjih

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Oznaka:	Pomen:
več_N	oznaka za obravnavanja v šotnem substratu z več dušika
manj_N	oznaka za obravnavanja v šotnem substratu z manj dušika
H1	oznaka za obravnavanja v hranilni raztopini H1
H1+N	oznaka za obravnavanja v hranilni raztopini H1 z več dušika
H2	oznaka za obravnavanja v hranilni raztopini H2
H2+N	oznaka za obravnavanja v hranilni raztopini H2 z več dušika
perlit+kv	mešanica perlita in kamene volne
perlit+v	mešanica perlita in vermikulita
M	sorta 'Matador'
S	sorta 'Spokane F1'
p	perlit
kv	kamena volna
v	vermikulit
ppm	parts per milion pomeni v prevodu milijonti delec (ppm= mg/l)
konc.	koncentracija
conc.	concentration v prevodu pomeni koncentracija
EC	električna prevodnost

1 UVOD

Talni način gojenja je prisoten že od nekdaj, pred nekaj stoletji pa se je pojavila alternativa klasičnemu gojenju rastlin, ki pa se je uveljavila šele pred kratkim. To je hidroponski način gojenja rastlin, pri katerem tla niso več potrebna (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

Hidroponski način gojenja je še posebej dobrodošel ob težavah, kot so pomanjkanje rodovitne zemlje in vode, preveliki ostanki pesticidov v tleh, zasoljena tla, talni škodljivci ter neugodne vremenske razmere.

Plavajoči sistem je hidroponska tehnika, pri kateri so stiroporne plošče napolnjene z inertnimi substrati in plavajo v bazenih, ki so napolnjeni s hranilno raztopino. V raztopino so dodana hranila, ki se v vodi raztopijo. Prisoten je stalen dovod kisika ali zraka. Tako so rastline ves čas preskrbljene s kisikom in hranili (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

Ta način gojenja nam poleg nadzora nad oskrbo z vodo in hranili, omogoča tudi večji nadzor nad pH raztopine, temperaturo vode, boleznimi in škodljivci. Ta sistem pomeni tudi zmanjšanje delovne sile, manjšo porabo vode, večjo produktivnost. Posevka ni potrebno zalivati, prav tako ni potrebna predhodna priprava tal (Jakše in Kacjan Maršič, 2008; Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

Postavitev sistema je enostavna in precej hitra. Začetni stroški pa so visoki. Negativna stran plavajočega sistema je tudi to, da ni primeren za gojenje vseh rastlin. Potrebna je tudi več znanja kot pri klasičnem načinu gojenja (Jakše in Kacjan-Maršič, 2008; Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Špinača predstavlja pomembno vlogo v prehrani ljudi. Običajno jo pridelujemo v zemlji in le redko v hidroponskem sistemu. Zanimalo nas je ali je špinača primerna za gojitev v hidroponiki in kako se bo nanjo odzvala. Za polnjenje gojitvenih plošč lahko uporabimo različne substrate, zato smo v poskusu uporabili 3 najpogostejše (perlit, perlit+vermikulit, perlit+kamena volna) z namenom, da ugotovimo, kateri med njimi je najprimernejši za gojenje špinače. Hranilna raztopina po določeni veljavni recepturi pri plavajočem sistemu je običajno pripravljena iz soli, namenjenih za hidroponiko. Lahko pa jo pripravimo tudi z raztapljanjem vodotopnega trdnega gnojila, kar je predvsem bolj enostavno. V našem poskusu nas je zanimalo ali priprava hranilne raztopine vpliva na rast in pridelek špinače. Namen poskusa je bil primerjati gojenje špinače na plavajočem sistemu v gojitvenih ploščah napolnjenih z različnimi substrati in v različnih raztopinah s kontrolo gojenja v šotnem substratu na gojitvenih mizah in ugotoviti razlike v količini in kakovosti pridelka.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Pri gojenju špinače v različnih substratih (perlitu, mešanici perlit+vermikulit in perlit+kamena volna) in različnih hranilnih raztopinah (H1 in H2) z različno koncentracijo N smo predvidevali, da se bodo pojavile razlike v pridelku špinače glede na substrat, hranilno raztopino in koncentracijo N. Predvidevali smo tudi, da se bo pridelek razlikoval glede na sorto špinače in da bo na plavajočem sistemu večji in zgodnejši od pridelka v šotnem substratu.

2 PREGLED DOSEDANJIH OBJAV

2.1 BOTANIČNA OPREDELITEV, SISTEMATIKA IN ZGODOVINA ŠPINAČE

2.1.1 Botanična opredelitev špinače

Špinača poleg rdeče pese in blitve spada v družino lobodovk (*Chenopodiaceae*). V to skupino spadajo vrtnine, ki razvijejo pecljate liste. Sem spadajo tudi plevelne vrste, kot sta loboda, kislica in novozelandska špinača iz družine *Aizoaceae* (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.1.2 Sistematika špinače

Sistematika je povzeta po Martinčič (1999):

Deblo: *Spermatophyta* - semenke
 Poddeblo: *Magnoliophytina* (*Angiospermae*) - kritosemenke
 Razred: *Magnoliopsida* (*Dicotyledoneae*) - dvokaličnice
 Podrazred: *Caryophyllidae*
 Red: *Caryophyllales* - klinčkovci
 Družina: *Chenopodiaceae* - metlikovke (lobodovke)
 Rod: *Spinacia* - špinača
 Vrsta: *Oleracea* - navadna

2.1.3 Zgodovina špinače

Špinača je doma v jugozahodni Aziji. Kot prvi so jo gojili Perzijci, Grki in Rimljani pa je niso poznali. Kitajci so jo gojili v 7. stoletju našega štetja. V Evropo je prispela okoli leta 1100, ko so jo Mavri zanesli v Španijo. V 13. stoletju so v Nemčiji poznali dve različici, špinačo z bodečimi semeni, ki so jo naslednje stoletje veliko gojili na evropskih samostanskih vrtovih, in špinačo z gladkimi semeni, ki je bila prvič omenjena leta 1522. Ime izvira iz perzijske besede *spanahi*, to besedo so evropski jeziki prevzeli prek poznolatinskega izraza *spanachia* (Biggs, 1999). V 16. stol. je špinača začela izpodrivati druge rastline, predvsem lobodo, mangold in še druge listnate rastline, ki so jih dotlej gojili po vrtovih (Černe, 1998).

2.2 MORFOLOŠKE IN BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI ŠPINAČE

Je enoletna vrtnina, ki jo gojimo zaradi listov, ki se rozetasto oblikovani razvijejo na nizkem reduciranem stebelu. Listi so srednje veliki, svetlo do temnozeleni, delno mesnati. Imajo značilno obliko in so lahko rahlo podolgovati, koničasti oziroma suličasti, z gladkim ali narezanim listnim robom. Oblika se spreminja in je različna po posameznih razvojnih fazah (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a). Ima rozetasto rast, rozeta je lahko pokončna, delno pokončna ali vodoravna (Jakše, 2004). Korenine so razmeroma močne (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a). Špinača je vetrocvetka, oprahuje jo veter. Je tujeprašna rastlina (Černe, 1998). Spada v skupino dolgodnevnic. Dolg dan in visoke temperature pospešujejo prehod rastline v generativno fazo razvoja (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

Špinača je običajno dvodomna rastlina, redko enodomna. Seme je lahko gladko ali bodičasto z dvema ali tremi bodicami. Špinača je tetramorfna rastlina (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a), kar pomeni, da se lahko v posevku v času cvetenja pojavijo (Lešić in sod., 2004):

- ekstremno moške rastline, ki imajo samo moške cvetove, malo listja na cvetnem steblu, zgodaj cvetijo in po cvetenju hitro propadejo;
- vegetativno moške rastline, ki imajo samo moške cvetove, imajo pa več listja na cvetnem steblu in cvetijo nekoliko kasneje kot ekstremno moške rastline;
- enodomne rastline imajo moške in ženske cvetove, veliko listja na cvetnem steblu in cvetijo kasneje;
- ženske rastline cvetijo zelo pozno, imajo veliko listov na cvetnem steblu in samo ženske cvetove.

Bolj cenjene so ženske rastline, saj razvijejo več listne mase in kasneje poženejo v cvet. Pri špinači je v listnem peclju manj vitaminov in oksalatov ter nitratov kot pa v listih. Cvetno steblo zraste približno 1 m visoko. Plod je orešek. Pri listih je pomembna mehurjavost, zaradi česar ima rastlina boljšo odpornost na nizke temperature. Špinača je dober indikator za ugotavljanje kakovosti in izenačenosti zemljišč. Je tudi zelo nitrifilna. Dušik kopiči v nitratni obliki, kar ni zaželeno, saj lahko prekomerne količine nitrata povzročajo zdravstvene težave (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.3 RASTNE RAZMERE

2.3.1 Temperatura

Špinača ni toplotno zahtevna rastlina. Minimalna temperatura za vznik je 4 °C, optimalna pa 20 do 30 °C (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a). V ugodnih razmerah seme vzkali v 5 do 6 dneh, v slabih pa lahko vzkali šele po 30 dneh. Optimalna temperatura za rast je 15 do 18 °C, raste pa že pri 6 do 8 °C. Brez škode špinača prenese lažje zmrzali do -8 °C. V pokritem prostoru temperatura ne sme biti višja od 20 °C, uravnavamo jo z zračenjem (Bajec, 1994).

2.3.2 Tla in kolobar

Za setev špinače izberemo globoka ter plodna tla z rahlo kislo do nevtralno reakcijo, pH 6,5-7,5. V primeru večje kislosti je potrebno apnenje. Za setev špinače izberemo zemljišča na sončnih legah. Na njih dosegamo kvalitetnejše pridelke z manjšo vsebnostjo nitratov v primerjavi s senčnimi legami (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.3.3 Gnojenje

Odvzem hranil s pridelkom 25 t/ha je 150 kg N/ha, 45 kg P₂O₅/ha, 200 kg K₂O/ha in 35 kg MgO/ha. Gnojenje špinače je odvisno predvsem od zaloga hranil v tleh, upoštevati se morajo rastlinski ostanki od prejšnje kulture, ki lahko v tleh pusti veliko količino hranil. Zaradi možnosti prekomernega kopičenja nitratov v listih, je potrebno gnojiti previdno, odvisno od namena uporabe špinače, predkulture, sezone pridelave, načina pridelave in sorte. Gnojenje s kalijem v obliki kalijevega klorida ima prednost, saj klor zmanjšuje kopičenje nitratov v listih (Lešić in sod., 2004).

2.4 OBDOBJE IN NAČINI GOJENJA

2.4.1 Setev

Špinačo sejemo v jesenskem ali pomladanskem času. Pri gojenju v tleh sejemo ročno ali s sejalicami, v vrste na medvrstni razmik 15 do 25 cm ali v obliki trakov, 5 vrstic v traku z medvrstno razdaljo 15 cm ter s 40 do 50 cm širokim voznim, oskrbovalnim pasom. Pogosta je tudi ročna setev na široko (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a). Poraba semena na 1 ha je 25 do 40 kg (Lešić in sod., 2004).

Špinačo sejemo konec avgusta ali v začetku septembra v primerno pripravljeno zemljišče. V kolikor želimo dober vznik, je potrebno zemljišče oziroma posevek redno namakati, da nam rastline hitro vzniknejo. Vznik nastopi 6-8 dni po setvi, v sušnih, razmerah pa posevek vznikne šele po 14.-20. dneh (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

Špinačo sejemo od marca do maja v primerno pripravljeno zemljišče. Priporoča se čim zgodnejša setev v primerno toplja in vlažna tla (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.4.2 Gojenje v zavarovanem prostoru

Špinačo lahko uspešno gojimo v ustrezno ogrevanih prostorih od novembra do aprila. Pogoji za takšno pridelovanje pa je, da izberemo primerne – zgodnje sorte, ki so manj fotoperiodično občutljive (zelo zgodnje sorte) in sorte, ki so odporne proti pepelasti plesni. Pri oskrbi posevka pazimo, da špinačnih listov ne vlažimo preveč. Sejemo gosteje kot pri gojenju na prostem (od 60 do 90 kg semena/ha) in prekrivamo seme s tanjšo plastjo peska ali kompostnega substrata ali pa sejemo v vrste na medvrstno razdaljo 12 do 20 cm. Globina setve je 2 do 4 cm. Priporočljivo je, da v rastnem prostoru vzdržujemo razmere brez mraza. Po vzniku je treba prostor dobro prezračevati in ohranjati temperaturo od 10 do 15 °C.

Špinača je precej odporna proti mrazu, še posebej mlade rastline, ki dobro prenesejo občasne nizke temperature. Če je potrebno, posevek namakamo in dohranjujemo (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994).

2.5 SPRAVILO

Pridelek pospravljamo s spodrezovanjem rastlin ali košnjo listov. S pravilom pričenemo, ko rastline razvijejo 5 do 6 listov ter s košnjo nadaljujemo vse do cvetenja. Oberemo mlade, nežne liste, nekaj pa jih pustimo, da rastlina raste naprej. Najbolje je pridelek pobirati zjutraj v hladu. Na 1 m² pridelamo od 1,3 do 2,5 kg. Pozimi (od novembra do aprila) lahko opravimo več košenj, zato je pridelek večji, od 3 do 5 kg/m² oz. 30 do 50 t/ha (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.6 BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI ŠPINAČE

2.6.1 Bolezni

Špinačna plesen (*Peronospora farinosa* f. *sp. spinaciae*)

Na zgornji strani listov nastanejo zabrisane rumene pege, na spodnji strani pa vijolično sive plesnive prevleke (Maček, 1991a). V deževnem vremenu sta lahko okužba in razvoj bolezni hitra, kar se kaže v počrnelih listih in/ali mrtvih rastlinah (Raid in Kucharek, 2006). Na prevleki so spore, ki jih med rastno dobo raznaša veter (Maček, 1991b). Patogen je obligatni parazit, ki prezimi v špinači, semenu in v obliki spolnih spor v tleh (Raid in Kucharek, 2006).

Varstvo: kolobarjenje, da se izognemo prekrivanju zimske in spomladanske špinače. Obdelava semena z vročo vodo na 52 °C za 125 minut, da se znebimo glive v semenu (Raid in Kucharek, 2006).

Padavica sadik različnih gojenih rastlin (*Pythium debaryanum*, *Aphanomyces laevis*, *Rhizoctonia solani*)

Pojavlja se na vseh vrtninah, ki jih direktno sejemo ali razmnožujemo s sadikami. Prav pogosta je pri vrtninah (špinači, kumarah, korenju, peteršilju, solati, šparglju, redkvici, grahu) pa tudi na poljščinah (tobaku, sladkorni in krmni pesi, lupini) in na sadikah iglavcev v gozdnih drevesnicah. Gliva *Pythium debaryanum* okužuje rastline le v prvi dobi njihovega razvoja. Ko postanejo starejše, okužba ni več mogoča. Če se okužba izvrši že med kalitvijo, rastlinica sploh ne vznikne (Maček, 1991b). Koreninski vrat se razbarva, porjavi, počrni. Okuženi del začne gniti, se posuši in rastlinica pade (Maček, 1991a).

Varstvo: fizikalno in kemično razkuževanje tal, setev odpornih sort, razkuževanje semena (Maček, 1991b).

2.6.2 Škodljivci

Strune (Elateridae)

Strune so ličinke hroščev pokalic. Napadajo podzemne dele vseh gojenih in samoniklih rastlin, vse rastline jim ne ustrezajo enako. Največ strun je na travnikih, pašnikih, deteljiščih in žitih. Strune za svoje življenje potrebujejo tekočo vodo, v suši propadejo, enako tudi v tleh, ki so zasičena z vodo. Ob pomanjkanju vode se intenzivno prehranjujejo, da nadoknadijo manjkajočo vodo v telesu, zato v sušnih obdobjih spomladi povzročijo največjo škodo (Vrabl, 1992).

Zatiranje: Za neposredno zatiranje se odločimo, ko število strun presega kritično število ali prag škodljivosti. Uspešno zatiranje je mogoče opraviti le pred setvijo. Število strun v tleh lahko ugotovimo z izkopavanjem jam, z vabami (Vrabl, 1992).

Listne uši (Aphidoidea)

So ene najbolj pogostih in neprijetnih vrtnih škodljivcev (Hamilton, 1991). Uničujoče delovanje zelenih in črnih listnih uši na listih in poganjkih takoj opazimo (Hessayon,

1997). Vse napadajo predvsem mlade rastne vršičke, kjer srkajo rastlinske sokove in s tem povzročajo deformiranost rastlin (Hamilton, 1991).

Polži (Gastropoda)

Polžem odgovarja zmerna letna temperatura, visoka vlažnost v okolju in predvsem mile zime. Mrzle zime, sušne pomladi in poletja pa jim niso po godu. Prijajo jim zapleveljena zemljišča, zaraščena groba in grudasta tla. Polži s hišico imajo radi apnenčasta tla (Milevoj, 2007). Podnevi se običajno skrivajo, razen ob deževnih dnevih. Rastline objedajo ponoči. Na listu puščajo scefrane robove in značilno srebrno sled, ki se na koncu svetlika (Vrabl, 1992). Gospodarsko škodljivi so večinoma le polži brez hišice, zlasti iz družine slinarjev (Limacidae) in družine lazarjev (Arionidae) (Vrabl, 1990).

Lazarji se hranijo pretežno z rastlinsko hrano, redkeje z odpadki in mrhovino (Milevoj, 2007).

Slinarji se gibljejo hitreje od lazarjev. Pri nas živijo predvsem na obdelovalnih zemljiščih (Milevoj, 2007).

Varstvo: Vsi ukrepi obdelave in rahljanja tal delujejo na polže neugodno, pa tudi gnojila in nekateri herbicidi (Vrabl, 1992).

Pesna muha (*Pegomya hyoscyami*)

Pesna muha je škodljivka pese in špinače, živi pa tudi na plevelih iz družine razhudnikovk (Solanaceae) in lobodnic (Chenopodiaceae) (Maček, 1991a). Ličinke žerke se zavrtajo v liste in tam vrtajo najprej ožje rove, pozneje pa se rovi razširijo in napihnejo (Vrabl, 1992). Zaradi tega se listi sušijo (Maček, 1991a). Rovi so svetlejši ali celo beli, tako da je poškodba zelo značilna (Vrabl, 1992). Pri nas je nevarna le v letih, ko poleti prevladuje hladno in vlažno vreme, vročina in suša jo ovirata pri razmnoževanju (Maček, 1991a).

Varstvo: Ob pojavu škodljivke listje operemo (Maček, 1991a).

2.7 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KAKOVOST PRIDELKA ŠPINAČE

Rastline špinače, ki so dobro preskrbljene s hranili, vsebujejo več beljakovin, aminokislin in askorbinske kisline, hkrati pa tudi nitrata in oksalata. Poleg gnojenja vpliva na večjo vsebnost nitrata, ki v rastlinah ni zaželen, tudi tip tal, rastne razmere, predvsem osvetlitev. V listnem peclju špinače je nitrata 3-8 krat več kot v listni ploskvi, zato je pridelek kakovostnejši (z manj nitrata), če liste špinače porežemo (pri tem je delež peclja majhen). Z oksalati pa je ravno obratno, listna ploskev vsebuje več oksalata kot listni pecelj (Lešić in sod., 2004).

2.7.1 Nitrat v rastlinah

Mnoge rastline, posebno listnata zelenjava, lahko kopičijo nitrat v večjih količinah-tudi do 10 % suhe mase. Kopičenje nitrata je odvisno od okoljskih dejavnikov, predvsem od količine in oblike dodanega dušika ob gnojenju, jakosti osvetlitve, temperature, namakanja in dolžine dneva. Tako je vsebnost nitrata večja v zimskem času, ko je osvetlitev zelo majhna. Nitrat v rastlinah je problematičen zato ker se manjši delež NO_3^- v prebavnem traktu ljudi pretvori v nitrit, ki reagira s hemoglobinom in tvori methemoglobin zaradi

katerega je oslabljen prenos kisika po krvi (bolezen se imenuje methemoglobinemija) (Blom-Zandstra, 1989). Zato je v nekaterih vrstah vrtnin določena zgornja meja vsebnosti nitrata, ki jo za živila v prodaji, določa Pravilnik o onesnaževalcih v živilih. Ta določa zgornjo mejno vrednost ($\text{mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže mase) za svežo špinaco pridelano med 1. novembrom in 31. marcem $3000 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže mase, za spravilo med 1. aprilom in 31. oktobrom pa $2500 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže mase (Pravilnik o onesnaževalcih v živilih, 2003).

2.8 HIDROPONSKO GOJENJE VRTNIN

Beseda hidroponika izhaja iz dveh grških besed (*hydro* = voda in *ponos* = delo). To je tehnika gojenja rastlin brez prsti oz. brez zemlje. Korenine lahko rastejo v zraku (ob vzdrževanju visoke vlažnosti), v vodi (z dobrim prezračevanjem) ali v različnih inertnih medijih (pesek, mivka, različni gradbeni materiali, kamena volna, šotni substrati, glinopor, žagovina). V vodi je raztopljena točno določena količina hranil, ki so potrebna za rast rastlin (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.8.1 Zgodovina hidroponike

Prvi znani način gojenja rastlin v hidroponiki so plavajoči vrtovi – *chinampas* na jezeru Texcoco. Na njih so indijanski vrtnarji pridelali zelenjavo (koruzo, solato, fižol, papriko, paradižnik) in okrasno cvetje za četrto milijono prebivalcev mesta Ciudad de Mexico (Krese, 1989). Zgodovinarji so našli egipčanske hierogliffe, ki izhajajo izpred več tisoč let pred našim štetjem in prikazujejo gojenje rastlin v vodi (Roberto, 2003).

Začetki laboratorijske hidroponike segajo tri stoletja nazaj, ko je angleški znanstvenik John Woodward v upanju, da bo odkril, od kod rastlina prejema hrano, iz vode ali prsti, gojil rastline v vodi (Krese, 1989). S poskusi so nadaljevali vse do 20. stoletja, vendar pa je šele leta 1920 Dr. W. F. Geriche s kalifornijske univerze prenesel gojenje rastlin v vodi iz laboratorija na prosto; izkoristil je kalifornijsko sonce in dosegel čudovite uspehe. Druga svetovna vojna je pospešila razvoj hidroponike, tako da so v ameriških in angleških vojaških bazah pridelali na milijone ton zelenjave za prehrano vojakov in civilistov. (Krese, 1989).

2.8.2 Rastline, ki so primerne za gojenje na hidroponski način

Za gojenje na plavajočem sistemu niso primerne vse vrste rastlin. Rastline z majhnimi koreninami in kratko rastno dobo na splošno dobro uspevajo na plavajočih sistemih. Korenine rastlin, ki jim ustrezajo vlažne razmere, bolje uspevajo na plavajočih sistemih kot tiste, ki imajo raje suhe razmere za rast (Sweat in sod., 2007).

Agronom T. Eastwood je v Angliji že leta 1947 objavil seznam zelenjave, ki jo je najlažje gojiti na hidroponski način. Na seznam je uvrstil paradižnik, kumare, jajčevce, papriko, radič, gorčico, čebulo, grah, različne solate, kitajsko zelje, zeleno in špinaco (Krese, 1989).

2.8.3 Razširjenost hidroponike

V Evropi je pridelava na hidroponskih sistemih najbolj razširjena v Italiji (7500 ha), Franciji (5000 ha), Nemčiji (3750 ha), sledijo Nizozemska in Belgija. V ZDA je pridelava svežih vrtnin razširjena na 6800 ha in vrtnin za predelavo na 7700 ha (Lešić in sod., 2004).

2.8.4 Oblike hidroponskega gojenja

2.8.4.1 Plavajoči sistem

Pri tej tehniki gojenja so rastline vložene s pomočjo sidranja (plošče ali mreže) v vodne bazene s hranilno raztopino. Rastlina s svojimi koreninami sprejema iz hranilne raztopine obogatene s kisikom in hranili potrebna hranila za rast (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a). Rastlinjaki s plavajočim sistemom, ki so jih razvili v Južni Ameriki, so bili prvotno namenjeni za gojenje sadik tobaka (Ross in Tefteau, 1995).

Zanimanje za gojenje na plavajočem sistemu v vrtnarstvu se povečuje predvsem zaradi primernosti sistema za gojenje že pripravljenih zelenjave (ready-to-eat) (Zanin in sod, 2008).

Med hidroponskimi tehnikami je plavajoči sistem najenostavnejši in najcenejši način pridelave mladih-baby listov zelenjadnic in pride v poštev na območjih, kjer talne razmere klasične pridelave vrtnin ne omogočajo (Gonnella in sod., 2002).

Vzdrževanje posevka, ki ga pridelujemo na plavajočem sistemu, je enostavno, prihrani veliko dela in časa, saj zalivanje, dognojevanje in odstranjevanje plevela ni potrebno. Strahu, da bi rastline v suhih razmerah ostale brez vode praktično ni. Rast rastlin na plavajočem sistemu je nekoliko hitrejša v primerjavi s klasičnim gojenjem v tleh ali v organskih substratih, ker so hranila lažje dostopna (Jakše in Kacjan-Maršić, 2008; Ross in Tefteau, 1993).

2.8.4.2 Druge oblike hidroponike

Poleg plavajočega sistema med oblike hidroponskega gojenja štejemo še NFT (Nutrient Film Technique), aeroponsko gojenje vrtnin, sistem gojenja na ploščah iz kamene volne, PPH (Plant Plain Hydroponic), navpično gojenje v visečih vrečah, napolnjenih s substratom in tankoplastno gojenje (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.8.5 Substrati

Substrat je medij, v katerem se lahko rastlina ukorenini. Na splošno je to en ali kombinacija različnih materialov (Kehdi, 2009).

Pri hidroponskem načinu gojenja vrtnin pri agregatnih sistemih uporabljamo inertne substrate. Ti ne spreminjajo svojih kemijskih lastnosti in lastnosti drugih snovi, s katerimi so v stiku. Substrati tako rastlini nudijo oporo in ugodne fizikalne razmere za rast in razvoj koreninskega sistema. Substrat za hidroponsko gojenje rastlin mora biti kemično inerten in stabilen, mora biti čist, omogočiti mora enostaven odtok odvečne vode, imeti mora ugodno razmerje vode in zraka, mora imeti dobro puferno izravnalno kapaciteto (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

S stališča pridelovalca mora biti substrat zanesljiv, ekonomičen in lahek. Mora biti enostaven za uporabo in enostaven za odstranitev. Idealno bi bilo, če po uporabi ne onesnažuje okolja oz. je biološko razgradljiv (Kehdi, 2009).

Za hidroponsko gojenje so primerni substrati pridobljeni iz kamnin, kot so kamena volna, vermikulit, perlit, mivka, kremenčev pesek, ekspanzirana glina; substrati pridobljeni iz sintetičnih materialov, kot so gobaste pene in ekspanzirana plastika ter organski substrati kot so žagovina, šota in kokosova vlakna (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.8.5.1 Anorganski substrati

Kamena volna

Narejena je iz mešanice kamnin bazalta, diabaza in koksa, ki jih stalijo na visoki temperaturi, dodajo hidrofilna sredstva in to "lavo" prek posebnih rotorjev v močnem zračnem toku izoblikujejo v nitke s premerom 0,005 mm ter jih v plasteh nalagajo eno na drugo. Tako med vlakni nastane veliko por, ki se ob namakanju izmenično napolnijo z vodo in zrakom, običajno je to razmerje 3:1. Ker imajo plošče kamene volne velik delež por, tehtajo le okoli 80 kg/m³. Kamena volna je inertna, sterilna in biološko nerazgradljiva ter dimenzijsko stabilna. Ne vsebuje škodljivih primesi, bakterij, gliv, škodljivcev ter semen plevelov, zato ni potrebno zamudno in drago razkuževanje. Ker pore zavzamejo kar 96 % celotnega volumna, kamena volna hitro vpija vodo (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

Vermikulit

Je mineral, pridobljen iz sljude in je hidratizirani Mg-Al-Fe silikat. Vezana voda se pri tem postopku upari in razmakne plasti, tako da je tu dovolj prostora za zadrževanje vode in zraka. Vermikulit lahko zaradi določenih nečistoč deluje nekoliko bazično. Ima dobro izravnalno kapaciteto in visoko kationsko izmenjalno kapaciteto. Vermikulit se bolje obnese v mešanici s kakšnim drugim materialom (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

Problem z vermikulitom – in glavni razlog, da ni uporabljen sam – je, da se po letu uporabe razgradi, kar vodi v zamašitev por in s tem poslabšanje zračnih razmer v substratu (Coene, 2000).

Perlit

Perlit izhaja iz silikatih vulkanskih kamnin. Vsebuje od 2 do 5 % vode. Ob drobljenju in segrevanju na 1000 °C naraste ter postane zelo lahek z nasipno maso 130-180 kg/m³. Je fizikalno stabilen in kemično inerten. Vsebuje 6,9 % aluminija in ima zato nevtralno do rahlo kislo reakcijo. Ima slabo puferno kapaciteto, nima kationske izmenjevalne kapacitete, zadržuje vodo, ima pa večjo odcednost za vodo kot vermikulit. Zaradi teh lastnosti perlit navadno uporabljamo v mešanici z vermikulitom v razmerju 1:1. Uspešno ga uporabljamo pri gojenju sadik kot dodatek šotnemu substratu in pri ukoreninjanju potaknjencev (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.8.6 Hranilna raztopina

Hranilna raztopina vsebuje za rast in razvoj rastlin potrebna hranila v obliki lahko topnih soli. Mednje štejemo dušik, fosfor, kalij, magnezij, kalcij, železove kelate in žveplo. To so t.i. makrolementi. Nujno potrebni, vendar v zelo majhnih količinah so tudi mikroelementi kot so baker, bor, mangan, cink in molibden. Potrebni so še kisik, vodik in ogljik, ki jih rastlina pridobiva iz zraka in vode (Osvald in Petrovič, 2001). Elementi morajo biti v raztopini v točno določenem razmerju, tako da dobimo ravno pravšnjo koncentracijo

hranilne raztopine. Poznanih je nekaj 100 receptur za pripravo hranilnih raztopin. Razlikujemo univerzalne in specialne hranilne raztopine, ki so namenjene le za določene vrste rastlin (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.8.6.1 Priprava hranilne raztopine

Pri sestavi hranilnih raztopin moramo biti pozorni na lastnosti posameznih komponent (soli), da ne pride pri mešanju komponent do obarjanja in kasneje do zamašitve namakalnega sistema (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a). Raztopino soli v koncentrirani obliki pripravljamo ločeno v dveh posodah. V prvi posodi raztapljamo soli, ki vsebujejo Ca, v drugi posodi pa soli, ki se s kalcijem obarjajo in se vežejo v težje topno obliko soli, če jih raztapljamo v isti posodi. Obe komponenti se dovajata v vodo za namakanje neposredno ob namakanju pri odprtih sistemih. Pri zaprtih sistemih korigiramo pH hranilne raztopine z dodajanjem dušičnih ali fosfornih kislin in s tem zmanjšamo pojav obarjanja dostopnih oblik hranil (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.8.6.2 Električna prevodnost in pH hranilne raztopine

Koncentracijo hranil merimo z električno prevodnostjo hranilne raztopine. S povečevanjem koncentracije hranil, se povečuje tudi električna prevodnost. Meri se s konduktometrom, njena oznaka je EC, izražena je v milisiemensih na centimeter (mS/cm) in se ugotavlja pri 25 °C. EC spreminjamo skladno z razvojem rastlin in razvojnimi fazami (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

Pri hidroponskem gojenju je zaželena pH vrednost hranilne raztopine med od 5,5 do 6,5 (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b). Vrednost pH vode za namakanje naj bi bila 5,8 do 6 pH. pH vode se spreminja glede na količino raztopljenih plinov, še posebej ogljikovega dioksida. pH določa, katera hranila so dostopna rastlinam in v kakšni količini (Wang in sod., 2009).

2.8.6.3 Vodotopna trdna gnojila

Vodotopna trdna gnojila so večinoma sestavljena gnojila, katerih osnovna lastnost je dobra in hitra topnost. Njihova uporaba se je v zadnjih letih močno razširila in povečala. Danes so vodotopna trdna gnojilna nepogrešljiva pri vzgoji sadik v gojitvenih ploščah, pri domačem negovanju lončnic in balkonskih enoletnic kakor tudi pri fertigaciji. Pogosto se pripravljajo v koncentriranih – tako imenovanih založnih raztopinah. Koncentracija raztopine se lahko izraža v odstotkih (primer: 1:100 = 1 %) ali v enoti ppm (ppm=mg/l=mg/kg) (Jakše, 2002).

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 ZASNOVA POSKUSA

Poskus je potekal v ogrevanem steklenjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Špinačo dveh sort 'Matador' in 'Spokane F1' smo posejali v gojitvene plošče iz stiroporja s 84 setvenimi vdolbinami, ki smo jih napolnili z različnimi substrati oz. njihovimi mešanicami: perlit, perlit z vermikulitom in perlit s kameno volno ter šotnim substratom kot kontrolo. Seme smo sejali ročno in sicer v posamezne vdolbine gojitvene plošče smo vstavili po dve semeni. Gojitvene plošče smo nato položili v štiri bazene – sprva napolnjene s čisto vodo (brez hranil). Po vzniku smo v 4 bazenih pripravili štiri različne raztopine: hranilna raztopina H1, hranilna raztopina H1 z več dušika in hranilna raztopina H2 ter hranilna raztopina H2 z več dušika. Plošče napolnjene s šoto smo naložili na sosednjo mizo. Poskus je bil zasnovan v treh ponovitvah, kar pomeni, da je bilo na plavajočem sistemu skupno 72 gojitvenih plošč in 12 plošč napolnjenih s šotnim substratom (2 sorti, 3 substrati, 4 hranilne raztopine, 3 ponovitve).

Bazen, ki smo ga postavili na gojitveni mizi in je meril $10\text{ m} \times 1,5\text{ m} \times 0,03\text{ m}$, smo prekrili s PE folijo in bazen napolnili z vodo do roba. Nato smo v vodo napeljali sistem za dovajanje zraka, ki je bil povezan s kompresorjem.

3.2 MATERIALI

3.2.1 Hranilna raztopina in gnojila

V posameznem bazenu je bilo 225 l vode.

V prvem bazenu je bila hranilna raztopina H1. Tako smo poimenovali hranilno raztopino, ki smo jo pripravili po znani recepturi (Resh, 1999) iz soli namenjenih za hidroponiko. Koncentrat za hranilno raztopino smo pripravili v dveh posodah volumna 10 l. V prvi posodi (posoda A) smo pripravili mešanico $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ in vode, v drugi posodi (posoda B) pa mešanico preostalih makrohranil in vode (preglednica 1). Tako pripravljena mešanica je zadostovala za petkratno polnjenje bazenov ($225\text{ l} \times 5 = 1125\text{ l}$). V bazen smo odmerili 2 l koncentrata iz posode A in 2 l iz posode B ter hranilno raztopino premešali.

Posebej smo pripravili še 1 l koncentrata mikrohranil (preglednica 2), ki je zadostoval za 10 polnjen in v bazen odmerili 100 ml koncentrata. Koncentracija dušika je bila 190 ppm. Vsakič, ko smo bazen dopolnili z vodo, smo dodali ustrezno količino hranil-koncentrata.

Preglednica 1: Količina makroelementov za pripravo hranilne raztopine H1

Soli	Zatehtane količine soli, mg/l	Za bazen, g/22l	Za 5 polnjenje bazenov, g/1125 l	Koncentracija makroelementov v ppm (mg/l)						
				N-NO ₃	N-NH ₄	PO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
Ca(NO ₃) ₂	818,8	184,23	921,15	140				200		
K ₂ SO ₄	327,6	73,71	368,55				147			60,3
KH ₂ PO ₄	219,7	49,43	247,15			50	63			
NH ₄ NO ₃	71,4	16,07	80,35	25	25					
MgSO ₄ *7H ₂ O	405,6	91,26	456,3						40	52,7
mg/l				165	25	50	210	200	40	113

Preglednica 2: Količina mikroelementov za pripravo hranilne raztopine H1

Soli	Zatehtane količine soli, mg/l	Za bazen, g/22l	Za 5 polnjenje bazenov, g/1125 l	Koncentracija mikroelementov v ppm (mg/l)					
				Mn	Zn	B	Cu	Mo	Fe
H ₃ BO ₃	2,86	0,6435	6,435			0,5			
MnSO ₄ *4H ₂ O	2,03	0,457	4,57	0,5					
ZnSO ₄ *7H ₂ O	0,44	0,099	0,99		0,1				
CuSO ₄ *5H ₂ O	0,393	0,088	0,88				0,1		
Mo Klorid	0,12	0,027	0,27					0,05	
Fe. kelat	50	11,25	112,5						5
Mg/l				0,5	0,1	0,5	0,1	0,05	5

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

Soli	Zatehtane količine soli, mg/l	Za bazen, g/22l	Za 5 polnjenje bazenov, g/1125 l	Koncentracija makroelementov v ppm (mg/l)						
				N-NO ₃	N-NH ₄	PO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
Ca(NO ₃) ₂	818,8	184,23	921,15	140				200		
K ₂ SO ₄	327,6	73,71	368,55				147			60,3
KH ₂ PO ₄	219,7	49,43	247,15			50	63			
NH ₄ NO ₃	285,7	64,2	321,4	100	100					
MgSO ₄ *7H ₂ O	405,6	91,26	456,3						40	52,7
mg/l				240	100	50	210	200	40	113

V drugem bazenu je bila hranilna raztopina H2, za pripravo katere smo uporabili vodotopno gnojilo Kristalon 19:6:20 z mikroelementi (0,025 % B, 0,004 % Mo, 0,01 % Cu EDTA, 0,07 Fe EDTA, 0,04 % Mn EDTA in 0,02 % Zn EDTA) . Ker smo želeli izenačeno koncentracijo makrohranil oz. vsaj dušika (190 ppm), smo na osnovi izračuna zatehtali 225 g vodotopnega trdnega gnojila in ga raztopili v 10 litrski posodi ter ga enakomerno vmešali v vodo v bazenu.

Izračun:

V 100 g vodotopnega trdnega gnojila je 19 g N, 6 g P in 20 g K, te količine smo preračunali na 225 g in dobili vrednosti: 42,75 g N, 13,5 g P in 45 g K. Koncentracija dušika je bila 190 ppm.

190 ppm N = 190 mg N/kg

v 100 mg WSF (19:6:20).....19 mg N

v 1000 mg WSF/l = 1 g WSF/l.....190 mg N/l = 190 ppm

100 g.....19 g N

225 g.....x

$$x = 225 \text{ g} \times 19 \text{ g N} / 100 \text{ g} = 42,75 \text{ g N}$$

100 g.....6 g P

225 g.....x

$$x = 225 \text{ g} \times 6 \text{ g P} / 100 \text{ g} = 13,5 \text{ g P}$$

100 g.....20 g K

225 g.....x

$$x = 225 \text{ g} \times 20 \text{ g K} / 100 \text{ g} = 45 \text{ g K}$$

V tretjem bazenu (preglednica 3) je bila hranilna raztopina H1 z več dušika (H1+N). Koncentracijo N smo povečali iz 190 ppm na 340 ppm tako, da smo povečali količino NH_4NO_3 (64,2 g/225 l vode). Vsebnost ostalih makroelementov je bila enaka.

V četrtem bazenu je bila hranilna raztopina H2 z več dušika (H2+N). Hranilno raztopino H2 z več dušika smo pripravili kot raztopino H2, le da smo za četrti bazen dodali še 428,6 mg NH_4NO_3 /l (koncentracija dušika je bila 340 ppm).

3.2.2 Substrati

Gojitvene plošče smo napolnili z različnimi substrati: perlit, perlit pomešan z vermikulitom (1:1 v/v) in perlit pomešan s kosmiči kamene volne (1:1 v/v). Kontrolne rastline smo gojili v šotnem substratu. Velikost delcev perlita je bila 3-5 mm, vermikulita pa 3-4 mm.

Glavne sestavine uporabljenega šotnega substrata Klastmann TS 3 so bile mešanice slabo do srednje razgrajene bele šote in zelo razgrajene črne šote. Električna prevodnost šote je 35 mS/m ($\pm 25\%$), pH vrednost (H_2O) je od 5,5 do 5,6 (Klastmann, 2002).

3.2.3 Gojitvene plošče

V poskusu smo uporabili stiroporne gojitvene plošče z 84 setvenimi vdolbinami. Volumen vdolbine je 35 cm³.

3.2.4 Sortiment

'Matador'

Špinača sorte 'Matador' je srednje zgodnja sorta s temno zelenimi, velikimi, svetlečimi, grobimi listi. Rozeta je velika. Dobro prezimi, kmalu gre v cvet. Primerna je za zgodnjo spomladansko in jesensko setev (Semenarna Ljubljana, 2008).

'Spokane F1'

Rastline so odporne na špinačno plesen. Je dvodomen hibrid, ki gre zelo počasi v cvet in je dober za poletno proizvodnjo. Ima okrogle, temno zelene liste. Odlična je za svežo porabo in industrijsko predelavo (Bejo katalog, 2008).

3.2.5 Preostali materiali uporabljeni v poskusu

Tehtnica, škarje, ravnilo, mlinček, stresalnik, epruvete, filter papir, lij, lističi za meritve nitrata, naprava za meritev celotnega dušika.

3.3 METODE DELA

3.3.1 Meritve morfoloških lastnosti v času poskusa

V času poskusa smo dvakrat tedensko merili temperaturo zraka v steklenjaku, temperaturo vode, pH in električno prevodnost hranilne raztopine ter vsebnost kisika vseh štirih bazenih (preglednica 4, preglednica 5).

Pred spraviom pridelka smo pregledali gojitvene plošče in zapisali vznik oz. koliko semen je kalilo.

Za natančnejšo analizo nekaterih morfoloških lastnosti rastlin smo iz petih slučajno izbranih vdolbin analizirali rastline: prešteli smo liste v rozeti, stehali maso in izmerili višino, stehali pridelek posamezne gojitvene plošče, sveže in suhe vzorce, ki smo jih zmleli in pripravili za analizo.

Preglednica 4: Trenutna, minimalna in maksimalna temperatura zraka, temperatura, pH, EC in O₂ hranilnih raztopin H1 in H1+N v času poskusa

Datum	Ura	T zraka °C			H1				H1+N			
		stanje	min	max	T (°C)	pH	EC (mS/cm)	O ₂ (%)	T (°C)	pH	EC (mS/cm)	O ₂ (%)
09.03.	14:00	13,0			18,5	7,3	1,93	71,25	13,1	7,3	1,78	
12.03.	10:00	19,7	7	29	20,8	7,7	1,92	72,25	21,0	7,8	2,20	68,50
16.03.	11:50	25,0	5	30	20,4	7,7	1,91	228,00	18,9	7,8	1,94	68,25
19.03.	11:50	19,0	8	32	15,0	7,4	0,78	58,00	14,0	7,7	0,80	60,50
23.03.	11:30	20,0	4	33	16,2	7,2	0,97	59,50	15,4	7,2	1,05	58,75
26.03.	9:45	19,6	7	35	15,1	7,3	0,91	59,50	15,1	6,8	1,06	57,75
30.03.	12:00	15,0	8	28	14,5	6,8	1,00	78,50	14,1	6,4	1,05	63,50
01.04.	11:30	18,0	13	33	15,0	7,0	0,99	63,00	14,6	6,4	1,04	61,50
06.04.	12:00	28,0	8	32	16,1	6,5	1,01	62,50	16,4	6,9	0,99	61,25
08.04.	11:00	25,0	11	35	13,5	7,2	1,01	66,00	14,0	6,9	1,00	64,25
15.04.	11:00	28,0	14	22	13,0	7,1	1,00	58,75	12,6	6,8	1,07	61,25
22.04.	9:00	15,0	8	22	11,6	6,8	1,10	46,75	11,5	6,7	0,96	55,75
24.04.	10:30	13,0	9	32	11,4	7,1	1,08	53,00	11,0	7,0	0,97	52,00

Preglednica 5: Trenutna, minimalna in maksimalna temperatura zraka, temperatura, pH, EC in O₂ hranilnih raztopin H2 in H2+N v času poskusa

Datum	Ura	T zraka °C			H2				H2+N			
		stanje	min	max	T (°C)	pH	EC (mS/cm)	O ₂ (%)	T (°C)	pH	EC (mS/cm)	O ₂ (%)
09.03.	14:00	13,0			13,0	7,3	1,63		18,3	7,3	2,98	
12.03.	10:00	19,7	7	29	21,0	8,2	1,50	69,8	20,9	8,1	2,42	71,00
16.03.	11:50	25,0	5	30	19,4	7,5	1,52	69,8	18,9	8,0	1,63	72,25
19.03.	11:50	19,0	8	32	14,0	7,8	0,74	64,3	14,0	7,9	0,95	64,00
23.03.	11:30	20,0	4	33	15,9	7,3	0,82	64,0	15,9	7,2	1,20	66,25
26.03.	9:45	19,6	7	35	15,0	6,6	0,75	66,8	15,7	6,4	1,19	63,75
30.03.	12:00	15,0	8	28	14,0	6,6	0,81	69,0	14,2	6,3	0,72	75,50
01.04.	11:30	18,0	13	33	14,8	6,2	0,80	68,3	15,0	6,2	1,25	62,75
06.04.	12:00	28,0	8	32	15,9	6,6	0,75	69,8	16,0	6,4	1,21	64,50
08.04.	11:00	25,0	11	35	14,3	6,2	0,74	70,8	13,2	6,4	1,23	62,50
15.04.	11:00	28,0	14	22	12,7	6,2	0,69	46,8	12,7	6,2	1,35	63,00
22.04.	9:00	15,0	8	22	11,8	6,3	0,65	53,8	11,4	6,5	1,39	55,50
24.04.	10:30	13,0	9	32	11,1	6,2	0,64	66,5	11,0	6,1	1,40	65,75

3.3.2 Zdravstveno stanje špinače

V času poskusa nismo opazili pojava bolezni, opazili pa smo škodljivce in sicer uši, ki smo jih zatirali s škropljenjem z insekticidom Actara (3 %).

3.3.3 Priprava rastlinskih vzorcev

Po rezi smo iz vsake gojitvene plošče od celotnega pridelka ene gojitvene plošče vzeli 50 g rastlinskega materiala, ga shranili v papirnate vrečke in posušili v sušilniku na 50 °C. Suhe vzorce smo zmleli z laboratorijskim mlinčkom IKA M20 v prah, jih zaprli v plastične vrečke in shranili v kartonsko škatlo. Ko so bili vsi vzorci zmleti, smo z delom nadaljevali v laboratoriju na Centru za pedologijo in varstvo okolja.

3.3.4 Meritve nitrata in dušika v špinači

Za ekstrakcijo smo zatehtali 1 g suhega vzorca in ga prelili s 100 ml destilirane vode ter ga dali na stresalnik za 30 minut. Vzorce smo prefiltrirali s pomočjo filter papirja in prvih 15-20 ml filtrata zavrgli. Dobljeni filtrat smo razredčili. Za razredčitev smo vzeli 1 ml filtrata in 9 ml destilirane vode. Meritve nitrata smo izvedli z reflektometrično določitvijo z aparatom RQflex in ustreznimi testnimi lističi za nitrat (Reflectoquant, 3-90 ml NO₃⁻/l, Merck).

Na reflektormetru smo pritisnili start, testni listič pomočili v filtrat, počakali dve sekundi in ga otresli, da je odvečna tekočina odtekla z lističa. Ko se je na aparatu pričelo odštevanje, smo listič vstavili v aparat in počakali. Po zadnjem pisku se je na ekranu izpisal rezultat.

Meritve celotnega dušika smo opravili z aparatom Vario Max CN. Vse tri ponovitve posameznega obravnavanja smo zmešali skupaj, da smo dobili 28 vzorcev. V posodice iz nerjavečega jekla smo zatehtali suhe vzorce.

Oksidacijska kolona je segreta na primerno delovno temperaturo. Avtomatska ročica pobere posodico z vzorcem iz avtomatskega vzorčevalca. Iz ročice začne v posodico vpihovati helij, da izpodrine zrak. Ko se vzorec spusti v oksidacijsko kolono, se skozi ročico dovaja kisik. Iz strani v oksidacijsko kolono dovajamo tudi helij, ki služi kot nosilni plin. Po popolnem sežigu vzorca pridejo iz oksidacijske kolone, H_2O , CO_2 , SO_2 , NO_2 , halogeni, O_2 in He. Pred redukcijsko kolono imamo sušilno kolono, ki iz plinov odstrani vodo. Plini gredo nato na redukcijsko kolono, v kateri je volfram, ki reducira pline in veže žveplo. Na koncu redukcijske kolone je tudi srebrna volna, ki veže halogene in tako na izhodu iz redukcijske kolone dobimo CO_2 , N_2 in He. Ogljikov dioksid se nato veže na adsorpcijski koloni, ki adsorbira CO_2 , ko je hladna in sprosti CO_2 , ko je vroča, N_2 in He pa gresta na TCD detektor. Adsorpcijska kolona se nato segreje, da se sprosti CO_2 in gre skupaj s He na detektor (Inštalacija..., 2006).

3.3.5 Statistična analiza podatkov

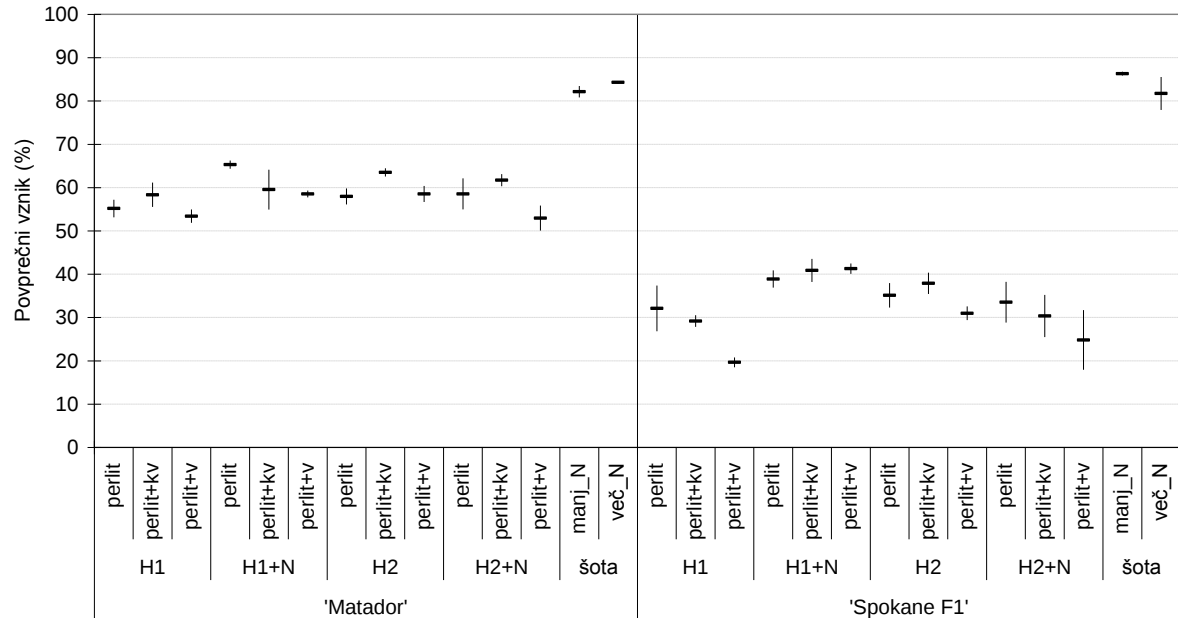
Proučevani dejavniki v našem poskusu so bili: *sorta* ('Matador', 'Spokane F1'), *raztopina* (hranilna raztopina H1, hranilna raztopina H1 z več dušika, hranilna raztopina H2, hranilna raztopina H2 z več dušika), *šota* (manj dušika, več dušika), *substrat* (perlit, perlit-kamena volna, perlit-vermikulit). Prve štiri ravni dejavnika raztopina so bile aplicirane na treh različni substratih.

Poskus predstavlja nepopoln faktorski poskus, ker sta obravnavanji na šoti vsebinsko drugačni kot ostala obravnavanja v raztopinah, substrat pri šoti ni potreben. Na poskus lahko gledamo kot na dva faktorska poskusa, prvi je dvofaktorski 2×3 poskus: *sorta* ('Matador', 'Spokane F1') $\times$ *šota* (manj_N, več_N, ni šote), drugi pa trofaktorski $2 \times 4 \times 3$ poskus: *sorta* ('Matador', 'Spokane F1') $\times$ *raztopina* (H2, H2+N, H1, H1+N) $\times$ *substrat* (perlit, perlit+vermikulit, perlit+kamena volna). Skupaj imamo 28 obravnavanj v treh ponovitvah, po tri plošče za vsako obravnavanje, poskusna enota je ena plošča. Znotraj vsake ponovitve je vzorčenih 5 vdolbin s po dvema vzniklima rastlinama. Skupno variabilnost, ki sicer pripada 28-tim obravnavanjem s 27 stopinjami prostosti v tabeli ANOVA v grobem razdelimo na dva dela, v prvem delu preverimo vpliv različnih ravni dejavnika *šota* in njegove interakcije s *sorto*, v drugem delu pa ovrednotimo tro-faktorski poskus s tremi glavnimi vplivi, tremi dvojnimi in eno trojno interakcijo dejavnikov *sorta*, *raztopina* in *substrat*. Skupaj se variabilnost med obravnavanji v tabeli ANOVA razdeli na devet delov. Za tako analizo variance moramo podatke primerno urediti. Vsaka ponovitev (plošča) mora imeti svojo vrednost naslednjih spremenljivk: *sorta* z dvema vrednostma: »'Matador'« ali »'Spokane F1'«, *šota* s tremi vrednostmi: »manj_N«, »več_N« in »ni« (za ponovitve v raztopinah); *raztopina* s petimi vrednostmi: »H2«, »H2+N«, »H1«, »H1+N« in »ni« (za ponovitve s šoto); in *substrat* s štirimi vrednostmi: »perlit«, »perlit+kv«, »perlit+v« in »ni« (za ponovitve s šoto).

Analizo variance (ANOVA) in preizkus mnogoternih primerjav (Duncan test pri $\alpha = 0,05$) smo naredili s pomočjo programa R, rezultati so prikazani tabelarično in grafično. Drugi del preglednic in grafov je narejen s pomočjo programa Excel.

4 REZULTATI

4.1 VZNIK



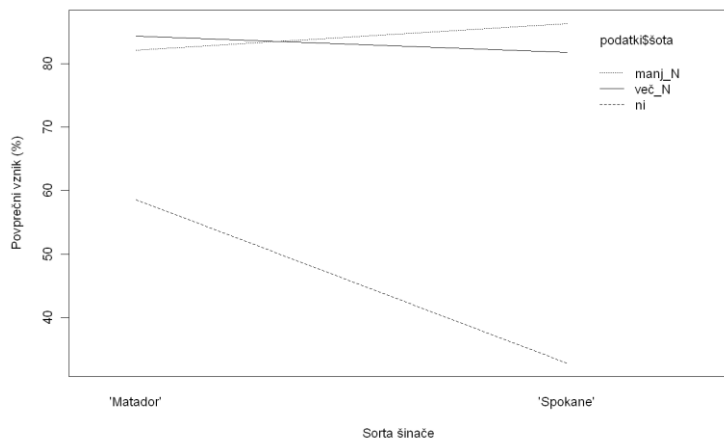
Slika 1: Povprečni vznik (%) in njegova standardna napaka po obravnavanjih

Povprečni vznik v šotnem substratu je bil precej večji kot povprečni vznik na plavajočem sistemu. Rastline sorte 'Matador' so v povprečju bolje kalile kot rastline sorte 'Spokane F1'. Povprečja vznika so na intervalu od 19,6 % do 86,3 %.

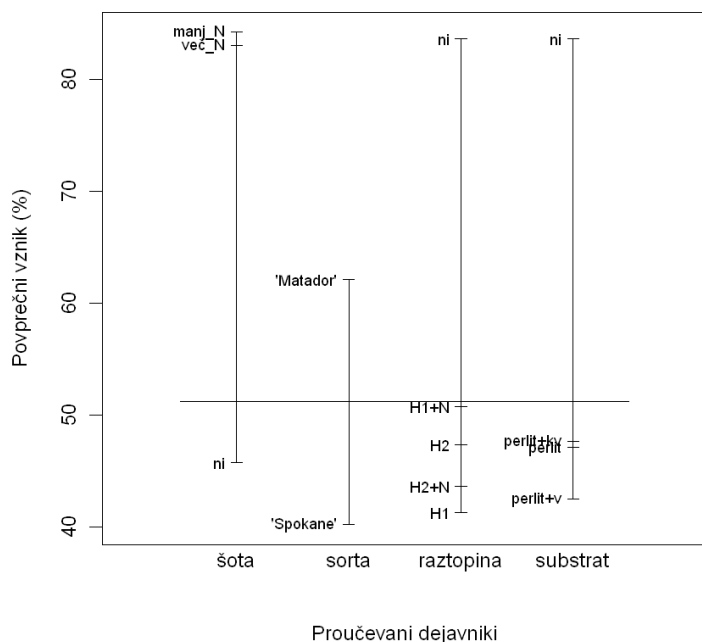
Preglednica 6: Analize variance (ANOVA) za povprečni vznik (%)

Vir variabilnosti	SP	VKO	SKO	F statistika	p-vrednost	
OBRAVNAVANJA						
šota	2	14750.7	7375.3	305.3279	0,0000	***
sorta	1	10111.3	10111.3	418.5912	0,0000	***
raztopina	3	927.6	309.2	12.8009	0,0000	***
substrat	2	382.1	191.1	7.9096	0,0009	***
INTERAKCIJE						
šota*sorta	2	1844.3	922.2	38.1763	0,0000	***
raztopina*substrat	6	157.3	26.2	1.0854	0,3824	
sorta*raztopina	3	178.1	59.4	2.4579	0,0723	.
sorta*substrat	2	18.5	9.3	0.3835	0,6832	
sorta*raztopina*substrat	6	188.5	31.4	1.3006	0,2721	
Ostanek	56	1352.7	24.2			

ANOVA je pokazala, da je statistično značilna dvofaktorska interakcija, *šota* x *sorta*. Statistično značilni so tudi vsi štirje glavni vplivi (preglednica 6). Interakcija je predvsem posledica razlik v povprečnem vzniku na plavajočem sistemu med sortama (slika 2), zato ji glede na izbrani model analize variance, ni potrebno posvečati posebne pozornosti. V nadaljevanju bomo analizirali samo razlike v povprečnem vzniku za glavne proučevane dejavnike (slika 3).



Slika 2: Grafični prikaz povprečnega vznika med sortama za obravnavanja v šotnem substratu in na plavajočem sistemu



Slika 3: Povprečni vznik (%) po ravneh proučevanih dejavnikov. Standardne napake povprečij so: šota 2,0 %, sorta 0,8 %, raztopina 1,2 %, substrat 1,0 %.

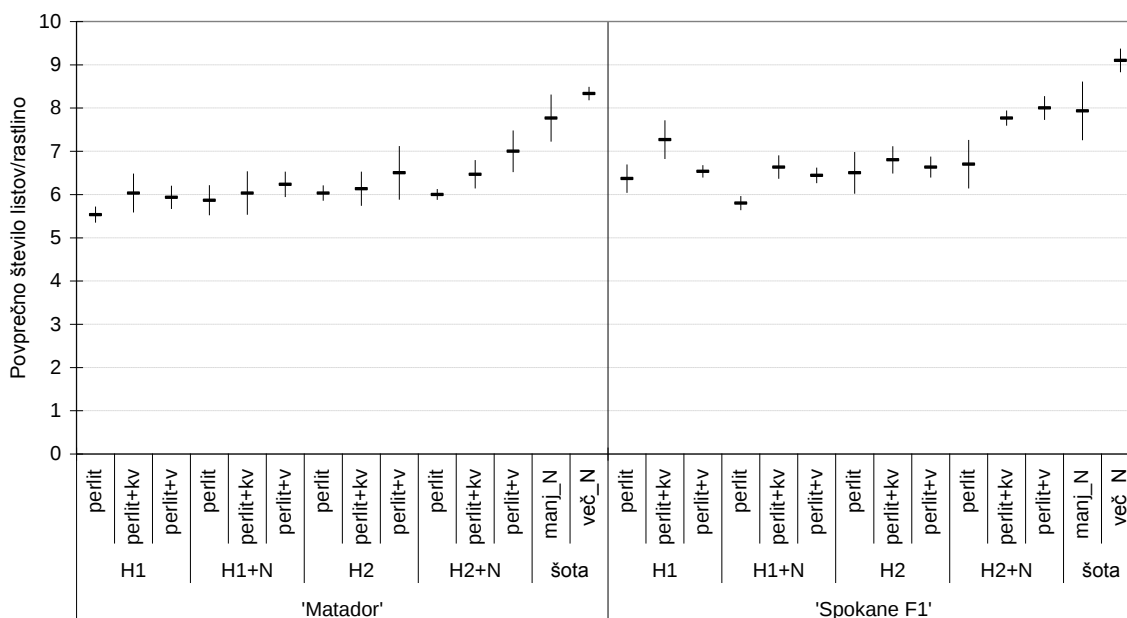
Duncanov preizkus mnogoternih primerjav je pokazal, da obravnavanja med raztopinami dajejo statistično različen povprečni vznik od obravnavanj v šotnem substratu. Med obravnavanji v šotnem substratu z manj_N ($84,2 \% \pm 2,0 \%$) oz. z več_N ($83,0 \% \pm 2,0 \%$) pa ni statistično značilnih razlik. Podatki nakazujejo, da je povprečni vznik v šotnem substratu v povprečju precej večji kot pri obravnavanjih na plavajočem sistemu ($45,8 \% \pm 2,0 \%$).

Povprečni vznik pri sorti 'Matador' je $62,1 \% \pm 0,8 \%$ in je v povprečju precej večji kot pri sorti 'Spokane F1' ($40,2 \% \pm 0,8 \%$).

Duncanov preizkus mnogoternih primerjav je pokazal, da povprečni vznik pri obravnavanjih v šotnem substratu ($83,6 \% \pm 1,2 \%$) statistično značilno odstopa od ostalih obravnavanj v raztopini. Med obravnavanjema H1+N ($50,7 \% \pm 1,2 \%$) in H2 ($47,3 \% \pm 1,2 \%$) ni statistično značilnih razlik, ravno tako jih ni med obravnavanjema H2+N ($43,7 \% \pm 1,2 \%$) in H1 ($41,3 \% \pm 1,2 \%$).

Duncanov test mnogoternih primerjav je pokazal, da je povprečni vznik v substratu perlit+v ($42,5 \% \pm 1,0 \%$) statistično značilno različen od povprečij pri ostalih dveh substratih. Podatki nakazujejo, da je večji povprečni vznik v substratu perlit+kv ($47,7 \% \pm 1,0 \%$).

4.2 ŠTEVILO LISTOV V ROZETI



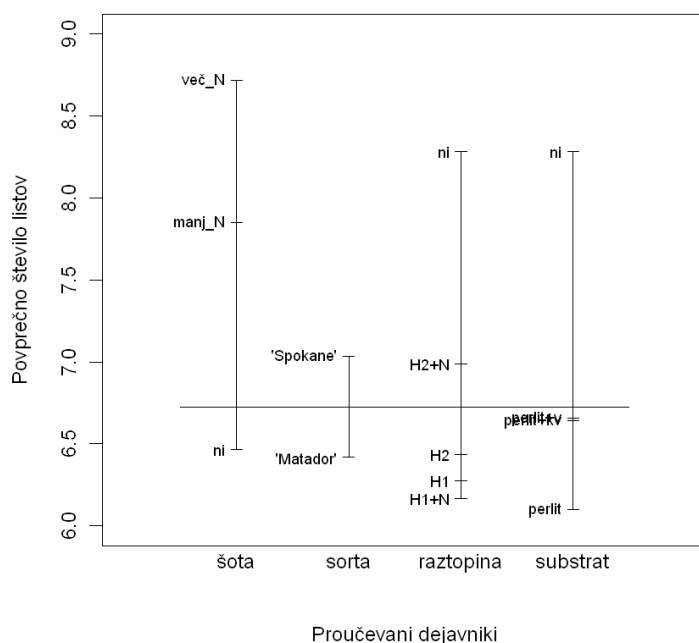
Slika 4: Povprečno število listov in standardna napaka povprečnega števila listov po obravnavanjih

Število listov v rozeti smo na posamezni gojitveni plošči prešteli na rastlinah iz petih izbranih vdolbin. V statistično analizo smo vključili povprečja izračunana na teh rastlinah. Povprečja števila listov na rastlino so na intervalu od 5,5 lista do 9,1 lista na rastlino špinače. V večini primerov je to povprečje okoli 6 listov na rastlino, odstopanja se vidijo le pri rastlinah, ki so rasle v šotnem substratu.

Preglednica 7: Analiza variance (ANOVA) za povprečno število listov na rastlino

Vir variabilnosti	SP	VKO	SKO	F statistika	p-vrednost	
OBRAVNAVANJA						
šota	2	36.189	18.0943	46.3669	0,0000	***
sorta	1	7.937	7.9366	20.3375	0,0000	***
raztopina	3	7.179	2.3930	6.1322	0,0011	**
substrat	2	4.851	2.4255	6.2154	0,0036	**
INTERAKCIJE						
šota*sorta	2	0.347	0.1734	0.4443	0,6435	
raztopina*substrat	6	2.038	0.3397	0.8704	0,5225	
sorta*raztopina	3	1.772	0.5905	1.5132	0,2211	
sorta*substrat	2	0.868	0.4340	1.1121	0,3360	
sorta*raztopina*substrat	6	0.264	0.0441	0.1130	0,9945	
Ostanek	56	21.854	0.3902			

ANOVA je pokazala, da za število listov v rozeti špinače ni značilnih medsebojnih vplivov proučevanih dejavnikov. Obstajajo pa statistično značilne razlike med ravni vseh proučevanih dejavnikov (Slika 5).



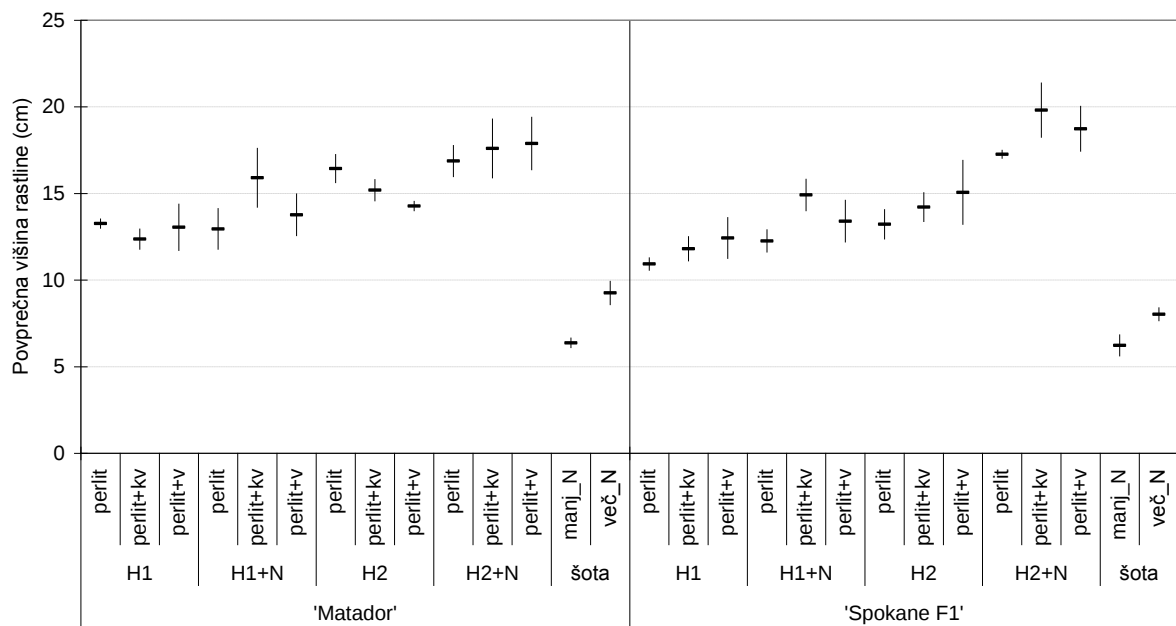
Slika 5: Povprečja števila listov rastline po ravneh proučevanih dejavnikov. Standardne napake povprečij so: šota 0,3 lista, sorta 0,1 lista, raztopina 0,2 lista in substrat 0,1 lista. Prekrivata se substrata perlit in perlit+kv.

Duncanov preizkus mnogoternih primerjav je pri $\alpha = 0,05$ pokazal, da povprečno število listov pri obravnavanjih na plavajočem sistemu ($6,5 \text{ lista} \pm 0,3 \text{ lista}$) statistično značilno odstopa od obravnavanj v šotnem substratu. Med obravnavanjema s šoto z manj_N ($7,9 \text{ lista} \pm 0,3 \text{ lista}$) oz. več_N ($8,7 \text{ lista} \pm 0,3 \text{ lista}$) pa je ravno tako statistično značilna razlika v povprečnem številu listov. Podatki nakazujejo, da je število listov na plavajočem sistemu v povprečju nižje kot pri obravnavanjih v šotnem substratu (priloga C2).

Povprečno število listov na rastlino pri sorti 'Spokane F1' je $7,0 \text{ lista} \pm 0,1 \text{ lista}$ in je statistično značilno večje kot pri sorti 'Matador' je ($6,4 \text{ lista} \pm 0,1 \text{ lista}$).

Pri dejavniku *substrat* obravnavanja v perlitu po povprečnem številu listov na rastlino ($6,1 \text{ lista} \pm 0,1 \text{ lista}$) značilno odstopajo od obravnavanj v mešanicah perlit+v in perlit+kv ($6,6 \text{ lista}$ pri perlit+kv, $6,7 \text{ lista}$ pri perlit+v na rastlino). Podatki nakazujejo, da pri perlitu lahko pričakujemo večje število listov.

4.3 VIŠINA RASTLINE



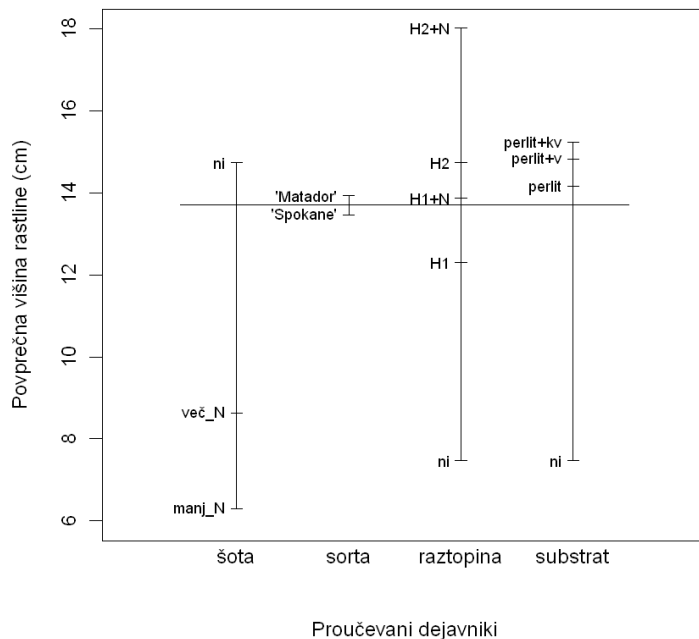
Slika 6: Povprečna višina rastline (cm) in njena standardna napaka po obravnavanjih

Višino rastlin smo dobili z merjenjem desetih rastlin iz petih vdolbin vsake gojitvene plošče. Dobljene meritve smo preračunali na povprečja petih rastlin. Povprečja višin rastlin špinače so na intervalu od 6,2 cm do 19,8 cm. Povprečna višina rastline (cm) v šotnem substratu je nižja kot na plavajočem sistemu.

Preglednica 8: Analize variance (ANOVA) za povprečno višino rastline (cm)

Vir variabilnosti	SP	VKO	SKO	F statistika	p-vrednost	
OBRAVNAVANJA						
šota	2	558.56	279.278	87.0578	0,0000	***
sorta	1	5.08	5.082	1.5843	0,2134	
raztopina	3	314.73	104.909	32.7029	0,0000	***
substrat	2	14.16	7.082	2.2077	0,1194	
INTERAKCIJE						
šota*sorta	2	1.02	0.509	0.1587	0,8536	
raztopina*substrat	6	20.62	3.436	1.0710	0,3908	
sorta*raztopina	3	16.18	5.394	1.6815	0,1814	
sorta*substrat	2	9.26	4.630	1.4433	0,2448	
sorta*raztopina*substrat	6	8.87	1.479	0.4609	0,8342	
Ostanek	56	179.65	3.208			

ANOVA je pokazala, da za višino rastline špinače ni značilnih medsebojnih vplivov proučevanih dejavnikov. Rezultati so statistično značilni pri proučevanima dejavnikoma šota in raztopina ($p=0,0000$).

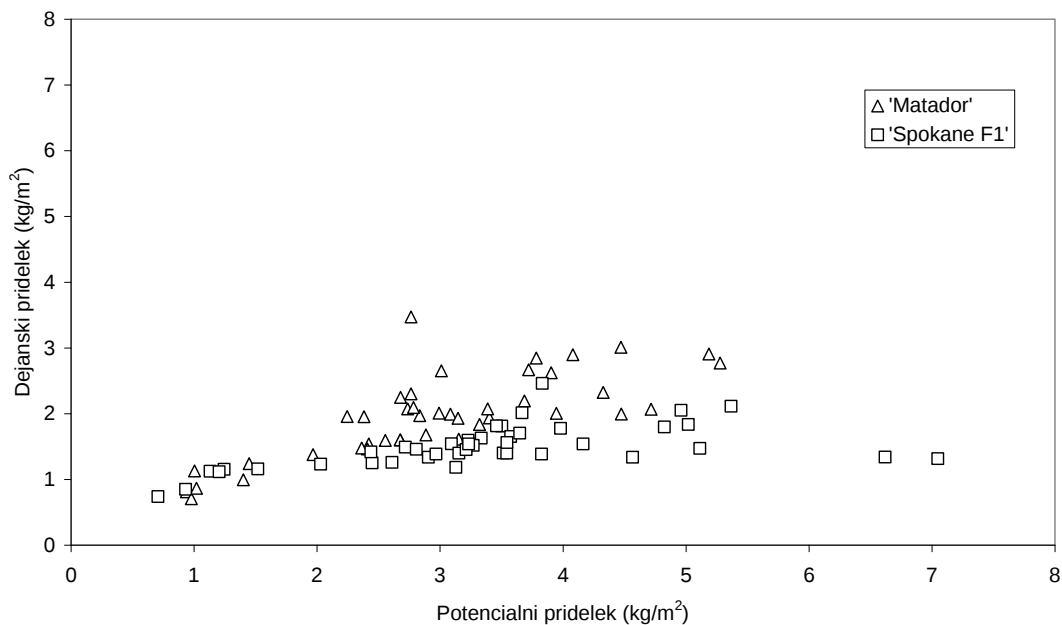


Slika 7: Povprečja višine rastline po ravneh proučevanih dejavnikov. Standardne napake povprečij so: šota 0,7 cm, sorta 0,3 cm, raztopina 0,4 cm in substrat 0,3 cm.

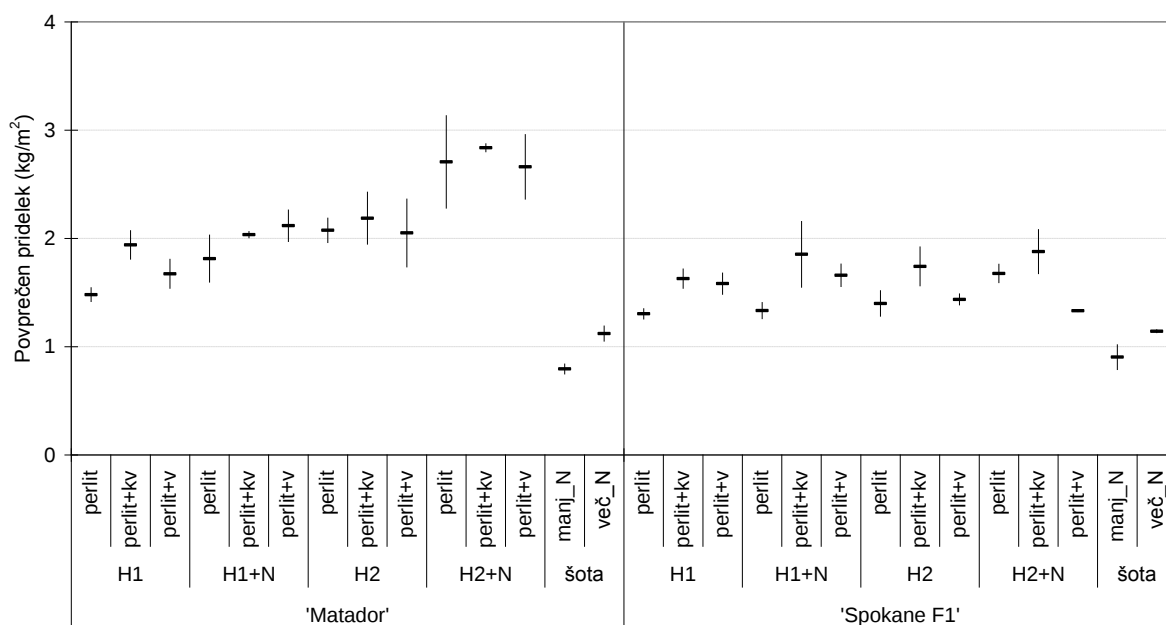
Duncanov preizkus mnogoternih primerjav je pokazal, da obstajajo statistično značilne razlike v povprečni višini rastlin špinače, med obravnavanji v šotnem substratu z več_N (8,6 cm ± 0,7 cm) in manj_N (6,3 cm ± 0,7 cm), obe povprečji se statistično značilno razlikujeta od povprečja obravnavanj na plavajočem sistemu (14,7 cm ± 0,7 cm). Podatki nakazujejo, da je višina rastline v povprečju znatno večja pri obravnavanjih na plavajočem sistemu. Ko primerjamo povprečja višine rastlin špinače za obravnavanja na plavajočem sistemu, dajeta raztopini H2+N in H1 statistično značilno drugačne rezultate od ostalih dveh. Podatki nakazujejo, da so rastline špinače v povprečju najvišje pri raztopini H2+N (18,0 cm ± 0,4 cm) in najnižje pri raztopini H1 (12,3 cm ± 0,4 cm).

4.4 PRIDELEK ŠPINAČE

Iz vsakega platoja smo vzeli po deset rastlin iz petih vdolbin in jim izmerili maso, na podlagi teh meritev smo izračunali potencialni pridelek. Po končanem vzorčenju smo porezali vse rastline špinače in ti podatki predstavljajo dejanski pridelek. Primerjava dejanskega in potencialnega pridelka (slika 8) je pokazala, da je izračunani potencialni pridelek špinače pri obeh sortah znatno višji od dejanskega, kar je verjetno posledica tega, da je bilo vzorčenje posameznih rastlin špinače narejeno pristransko, ne po principu slučajnosti. V statistično analizo bomo zato vključili samo dejanski pridelek.



Slika 8: Primerjava dejanskega in potencialnega pridelka (kg/m^2) med sortama 'Matador' in 'Spokane F1'



Slika 9: Povprečen pridelek (kg/m^2) in njegova standardna napaka po obravnavanjih.

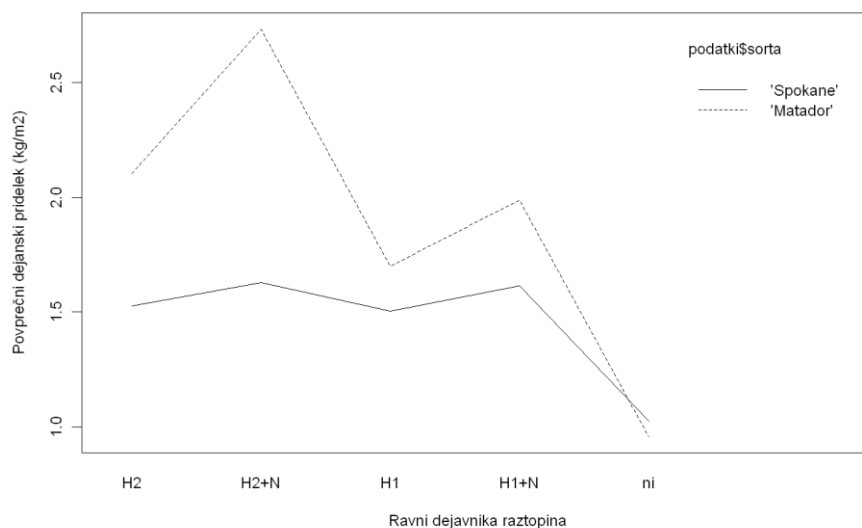
Povprečja pridelka so na intervalu od $0,79 \text{ kg/m}^2$ do $2,66 \text{ kg/m}^2$. Priderek špinače na plavajočem sistemu je znatno večji kot pridelek špinače v šotnem substratu. Več pridelka je v povprečju dala sorta 'Matador'.

Preglednica 9: Analize variance (ANOVA) za povprečni dejanski pridelek (kg/m^2)

Vir variabilnosti	SP	VKO	SKO	F statistika	p-vrednost	
OBRAVNAVANJA						
šota	2	217701	108851	45.7440	0,0000	***
sorta	1	130617	130617	54.8915	0,0000	***
raztopina	3	87722	29241	12.2883	0,0000	***
substrat	2	29225	14613	6.1410	0,0039	**
INTERAKCIJE						
šota*sorta	2	28369	14185	5.9610	0,0045	**
raztopina*substrat	6	13634	2272	0.9549	0,4640	
sorta*raztopina	3	58519	19506	8.1975	0,0001	***
sorta*substrat	2	2033	1017	0.4273	0,6544	
sorta*raztopina*substrat	6	5724	954	0.4009	0,8753	
Ostanek	56	133255	2380			

Analiza variance je pokazala, da sta statistično značilni dve dvofaktorski interakciji, *šota x sorta* in *sorta x raztopina* (preglednica 9). Statistično značilni so tudi vsi štirje glavni vplivi, od katerih pa zaradi značilnosti omenjenih interakcij lahko analiziramo samo glavni vpliv dejavnika *substrat* (priloga E3).

Duncanov preizkus mnogoternih primerjav je pokazal, da je povprečen pridelek v substratu perlit+kv ($2,01 \text{ kg/m}^2 \pm 0,06 \text{ kg/m}^2$) statistično značilno različen od povprečij pri ostalih dveh substratih. Podatki nakazujejo, da pri substratu perlit+kv lahko pričakujemo v povprečju večje pridelke špinače.



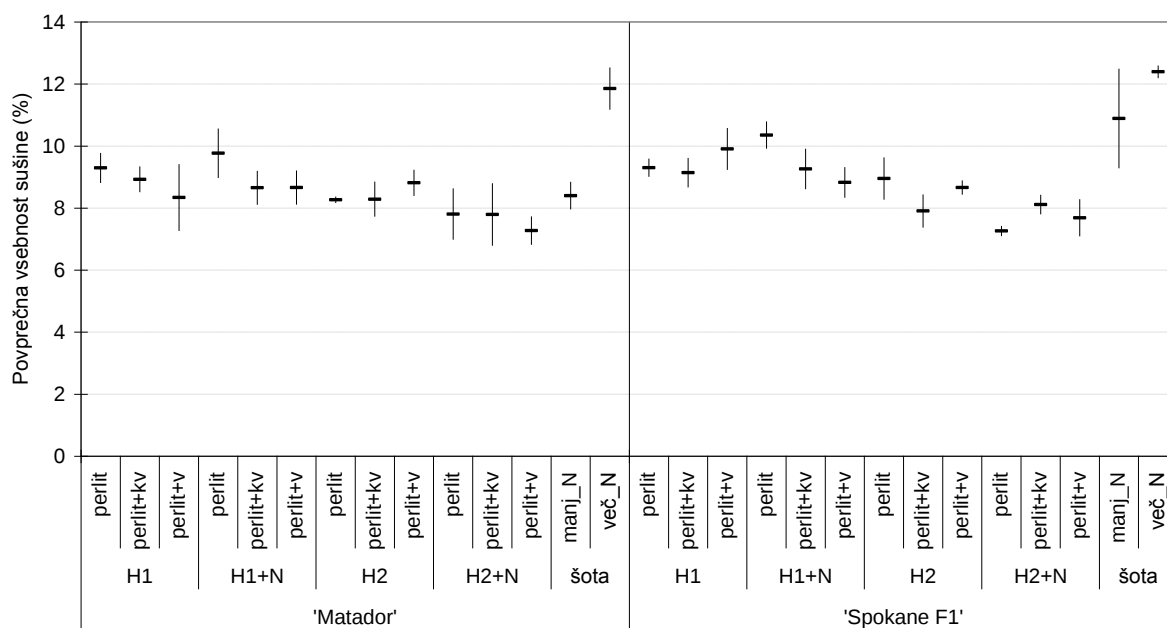
Slika 10: Grafični prikaz medsebojnega vpliva med sorto in raztopino za povprečni dejanski pridelek špinače

Interakcija *sorta x raztopina* je v tem primeru statistično značilna, kar pomeni, da imajo hranilne raztopine različen vpliv pri eni kot pri drugi sorti (slika 10). Pri sorti 'Matador' raven dejavnika raztopina H2+N statistično značilno odstopa od ostalih raztopin, podatki nakazujejo večji dejanski pridelek. Pri sorti 'Spokane F1' pa ni statistično značilnih razlik v povprečnem dejanskem pridelku med raztopinami. Popolne razmejitve med sortama ni, 'Matador' v H2 in H2+N sicer značilno odstopa od vseh obravnavanj s sorto 'Spokane F1',

pri H1 pa se rezultati prepletajo. Med obravnavanji v šotnem substratu ni značilnih razlik, vsa pa dajejo značilno nižje pridelke od obravnavanj na plavajočem sistemu.

4.5 VSEBNOST SUŠINE

Pri pobiranju pridelka smo po končanem tehtanju z vsakega platoja vzeli 50 g vzorca in ga dali v sušilnico. Po sušenju smo ga zmelili v mlinčku in stehtali. Vsebnost sušine smo tako dobili s pomočjo izračuna: $(m_{\text{sveže snovi}} - m_{\text{suhe snovi}} / m_{\text{sveže snovi}}) \times 100 \%$. Dobljene rezultate smo preračunali še na povprečja in sicer tako, da smo dobljeni rezultat delili s 3, saj so bile po tri ponovitve.



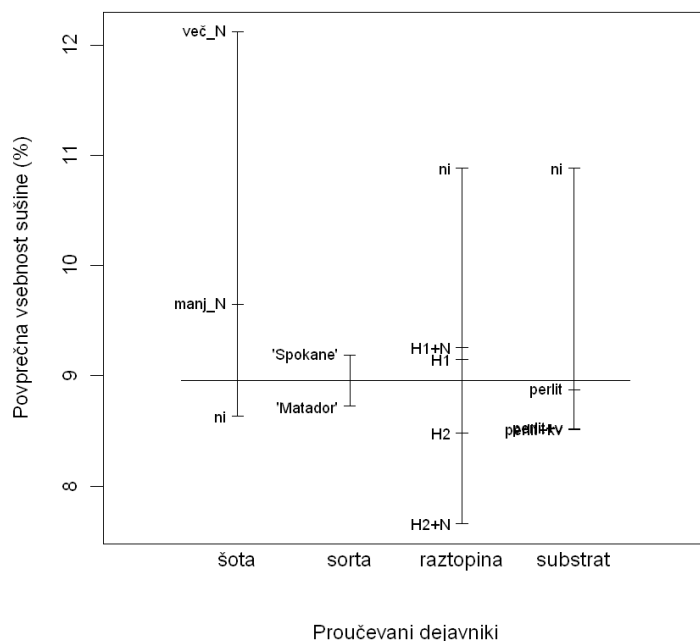
Slika 11: Povprečna vsebnost sušine (%) in njena standardna napaka po obravnavanjih

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

Preglednica 10: Analize variance (ANOVA) za povprečno vsebnost sušine (%)

Vir variabilnosti	SP	VKO	SKO	F statistika	p-vrednost	
OBRAVNAVANJA						
šota	2	70.446	35.223	29.8511	0,0000	***
sorta	1	4.550	4.550	3.8561	0,0545	.
raztopina	3	29.371	9.790	8.2970	0,0001	***
substrat	2	2.070	1.035	0.8772	0,4216	
INTERAKCIJE						
šota*sorta	2	6.707	3.354	2.8421	0,0667	.
raztopina*substrat	6	6.323	1.054	0.8930	0,5064	
sorta*raztopina	3	1.030	0.343	0.2911	0,8316	
sorta*substrat	2	0.389	0.194	0.1647	0,8486	
sorta*raztopina:substrat	6	3.739	0.623	0.5281	0,7846	
Ostanek	56	66.078	1.180			

Analiza variance je pokazala, da za povprečno vsebnost sušine ni značilnih medsebojnih vplivov proučevanih dejavnikov. Rezultati so statistično značilni pri proučevanima dejavnikoma *šota* ($p=0,0000$) in *raztopina* ($p=0,0001$).



Slika 12: Povprečna sušina po ravneh proučevanih dejavnikov. Napake povprečij so: *šota* 0,4 %, *sorta* 0,2 %, *raztopina* 0,3 % in *substrat* 0,2 %. Prekrivata se mešanici substratov perlit+v in perlit+kv.

Duncanov preizkus mnogoternih primerjav je pokazal, da povprečna vsebnost sušine v šotnem substratu z več_N statistično značilno odstopa od obravnavanja šota z manj_N in obravnavanj na plavajočem sistemu. Podatki nakazujejo, da je povprečna vsebnost sušine v šoti z več_N ($12,1 \% \pm 0,4 \%$) večja kot pri šoti z manj_N in tudi večja od povprečij pri obravnavanjih na plavajočem sistemu ($8,6 \% \pm 0,4 \%$).

Povprečna vsebnost sušine v H2+N statistično značilno odstopa od ostalih obravnavanj. Podatki nakazujejo, da je pri obravnavanju H2+N ($7,7 \% \pm 0,3 \%$) povprečna vsebnost sušine v povprečju nižja od ostalih obravnavanj v raztopini (priloga F3).

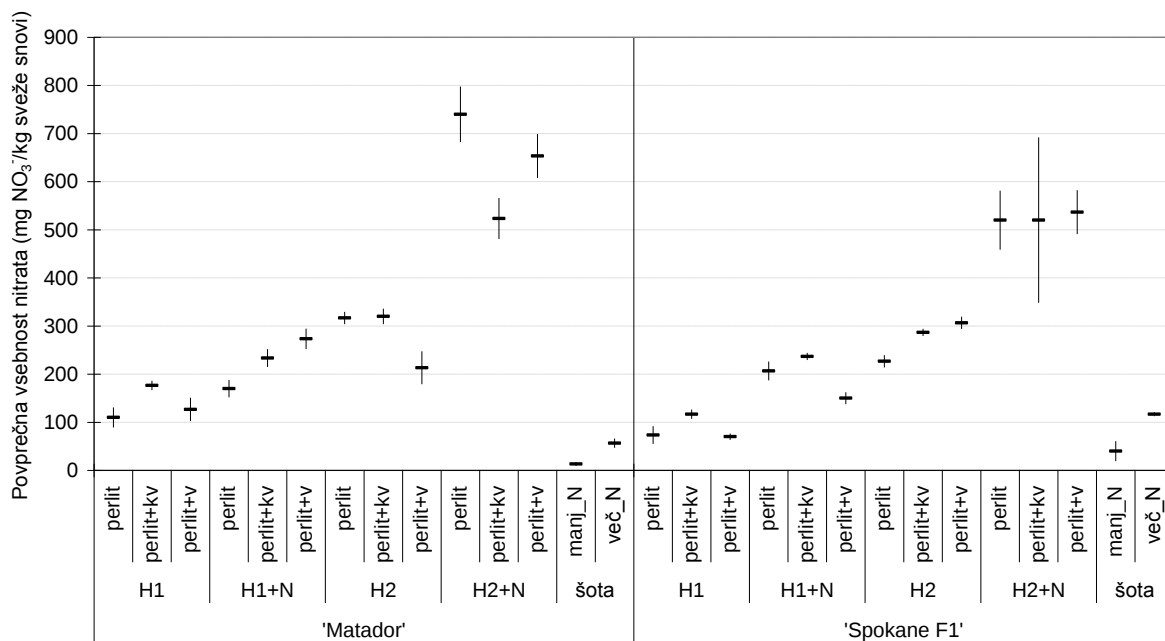
4.6 VSEBNOST DUŠIKA IN NITRATA

Preglednica 11: Analize variance (ANOVA) za povprečno vsebnost dušika (%)

Vir variabilnosti	SP	VKO	SKO	F statistika	p-vrednost	
OBRAVNAVANJA						
šota	2	58.089	29.0444	131.2719	0,0000	***
sorta	1	1.935	1.9353	8.7468	0,0045	**
raztopina	3	65.011	21.6704	97.9437	0,0000	***
substrat	2	0.261	0.1303	0.5889	0.5584	
INTERAKCIJE						
šota*sorta	2	4.572	2.2858	10.3311	0.0002	***
raztopina*substrat	6	3.286	0.5477	2.4756	0.0340	*
sorta*raztopina	3	6.434	2.1447	9.6933	0,0000	***
sorta*substrat	2	1.267	0.6337	2.8642	0.0654	.
sorta*raztopina*substrat	6	4.316	0.7194	3.2513	0.0082	**
Ostanek	56	12.390	0.2213			

Analiza variance je pokazala, da je statistično značilna dvofaktorska interakcija, *sorta* x *substrat* (preglednica 9). Statistično značilen je tudi vpliv dejavnika *substrat*.

Duncanov preizkus mnogoternih primerjav za povprečno vsebnost dušika je pokazal, da med obravnavanjema 'Matador' v H2+N v perlitu in 'Matador' v H2+N v perlit+kv statistično značilne razlike ne obstajajo, se pa statistično značilno razlikujeta od ostalih obravnavanj. Podatki nakazujejo, da je povprečna vsebnost nitrata največja pri sorti 'Matador' v H2+N v substratu perlit in najmanjša pri sorti 'Matador' v šotnem substratu z manj_N, ki statistično značilno odstopa od ostalih obravnavanj. Statistično značilno od vseh obravnavanj odstopa še obravnavanje 'Spokane F1' v šotnem substratu z manj_N (priloga I).



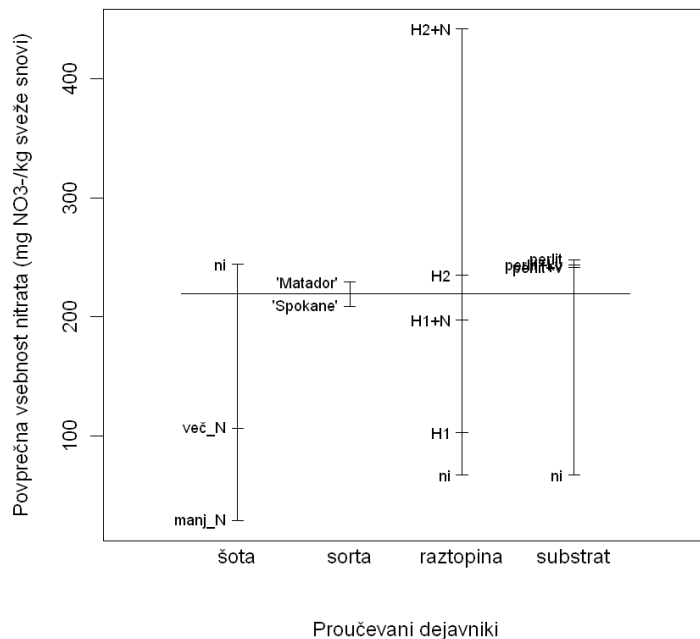
Slika 13: Povprečna vsebnost nitrata (mg NO₃⁻/kg sveže snovi) in standardna napaka nitrata po obravnavanjih

Povprečna vsebnost nitrata (mg NO₃⁻/kg sveže snovi) v H2+N pri obeh sortah precej odstopa od ostalih podatkov. Najmanjša povprečna vsebnost nitrata je bila izmerjena v šotnem substratu. Povprečna vsebnost nitrata je na širokem intervalu od 13,3 mg NO₃⁻/kg sveže snovi do 740,0 mg NO₃⁻/kg sveže snovi.

Preglednica 12: Analiza variance (ANOVA) za povprečno vsebnost nitrata (mg NO₃⁻/kg sveže snovi)

Vir variabilnosti	SP	VKO	SKO	F statistika	p-vrednost	
OBRAVNAVANJA						
šota	2	341649	170824	48.2921	0,0000	***
sorta	1	9527	9527	2.6932	0,1064	
raztopina	3	1110159	370053	104.6140	0,0000	***
substrat	2	581	290	0.0821	0,9213	
INTERAKCIJE						
šota*sorta	2	22455	11228	3.1740	0,0495	*
raztopina*substrat	6	22608	3768	1.0652	0,3943	
sorta*raztopina	3	14092	4697	1.3280	0,2744	
sorta*substrat	2	3483	1742	0.4923	0,6138	
sorta*raztopina*substrat	6	61165	10194	2.8819	0,0161	*
Ostanek	56	198090	3537			

Analiza variance je pokazala, da sta statistično značilni dvofaktorska interakcija, *šota* x *sorta*, in trofaktorska interakcija, *sorta* x *raztopina* x *substrat* (preglednica 10). Rezultati so statistično značilni pri proučevanima dejavnikoma *šota* in *raztopina* ($p = 0,0000$).



Slika 14: Povprečna vsebnost nitrata (mg NO₃⁻/kg sveže snovi) po ravneh proučevanih dejavnikov, standardne napake povprečij so: šota 24,3 mg NO₃⁻/kg sveže snovi, sorta 9,2 mg NO₃⁻/kg sveže snovi, raztopina 14,0 mg NO₃⁻/kg sveže snovi, substrat 12,1 mg NO₃⁻/kg sveže snovi. Prekrivajo se vsi substrati (perlit, perlit+kv, perlit+v).

Duncanov preizkus mnogoternih primerjav je pokazal, da obravnavanja z raztopinami dajejo značilno različno povprečno vsebnost nitrata od obravnavanj v šotnem substratu. Med obravnavanjema s šoto z manj_N (28,2 mg NO₃⁻/kg sveže snovi ± 24,3 mg NO₃⁻/kg sveže snovi) oz. več_N (105,7 mg NO₃⁻/kg sveže snovi ± 24,3 mg NO₃⁻/kg sveže snovi) pa prav tako obstajajo statistično značilne razlike v povprečni vsebnosti nitrata. Podatki nakazujejo, da je vsebnost nitrata v povprečju precej večja pri obravnavanjih na plavajočem sistemu (244,3 mg NO₃⁻/kg sveže snovi ± 24,3 mg NO₃⁻/kg sveže snovi) in manjša v šotnem substratu z manj_N.

Povprečna vsebnost nitrata pri obravnavanju H2+N (442,4 mg NO₃⁻/kg sveže snovi ± 14,0 mg NO₃⁻/kg sveže snovi) statistično značilno odstopa od ostalih obravnavanj v raztopini. Podatki nakazujejo, da je vsebnost nitrata v povprečju v H2+N večja kot pri ostalih raztopinah. Med H2 in H1+N statistično značilne razlike ne obstajajo. Obravnavanja v šotnem substratu in v H1 statistično značilno odstopajo od ostalih obravnavanj v raztopini, med njima pa statistično značilne razlike ne obstajajo. Podatki nakazujejo, da je pri obravnavanjih v šotnem substratu povprečna vsebnost nitrata (67,0 mg NO₃⁻/kg sveže snovi ± 14,0 mg NO₃⁻/kg sveže snovi) manjša od obravnavanj v raztopinah.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Špinača je enoletna rastlina, ki jo pridelujemo zaradi listov. Gojimo jo lahko tudi v zimskem času in sicer v zavarovanem prostoru, kjer jo lahko pridelujemo tudi s hidroponsko tehniko. Ena od možnosti je plavajoči sistem.

Gojenje špinače na plavajočem sistemu še ni razširjeno. Zanimalo nas je, če je plavajoči sistem primeren za gojenje špinače. Želeli smo ugotoviti, če substrat s katerim napolnimo gojitvene plošče in hranilna raztopina, ki je pripravljena na klasičen (običajen) način z raztapljanjem soli za hidroponiko (H1) in z raztapljanjem vodotopnega trdnega gnojila (H2) ter vsebuje različno koncentracijo N (več 340 ppm in manj 190 ppm) vplivata na rast in razvoj špinače. To smo preverili z meritvami, ki so obsegale maso rastlin, število listov, višino rastlin. Opravili smo še meritve pridelka, vsebnost sušine, vznik, vsebnosti nitrata in dušika.

5.1.1 Vznik

Razlike pri odstotku vzniklih rastlin so se pokazale pri vseh proučevanih dejavnikih. Pri dejavniku *šota* je bil največji odstotek vznika pri rastlinah, ki so rasle v šotnem substratu (83,6 %) v primerjavi z rastlinami, ki so rasle na plavajočem sistemu (45,8 %). Med raztopinami sta se bolje odrezali H1+N (50,7 %) in H2 (47,3 %), slabše H2+N (43,7 %) in H1 (41,3 %). Na splošno so bolje kalile rastline sorte 'Matador' (62,1 %) kot rastline sorte 'Spokane F1' (40,2 %). Zanimivo pa je, da je bila največja kaljivost ravno pri sorti 'Spokane F1' in sicer v šotnem substratu z manj_N (86,3 %), najmanjša pa spet pri sorti 'Spokane F1' v H1 v substratu perlit+v.

Pri dejavniku substrat razlike med mešanico perlit+kv (47,7 %) in perlitom (47,1 %) niso bile velike, nekoliko nižji je bil vznik pri substratu perlit+v (42,5 %). Na odstotek vznika so tako vplivali vsi obravnavani dejavniki.

Povprečja vznika so na intervalu od 19,6 % do 86,3 %. Predvidevamo, da je vzrok v tako velikih razlikah genetsko pogojen (razlike med sortama). Opazili smo, da so imela semena špinače pri vzniku v inertnih substratih težave z orientacijo korenice navzdol. Po vzniku se korenica, ki se razvije prva po vzniku semena, ne 'zna' orientirati in usmeriti navzdol, zato se pogosto posuši na površini substrata in propade. V šotnem substratu tovrstnih težav pri vzniku nismo zasledili, saj je bil razvoj korenine in nadzemnega dela normalen – rast korenine navzdol in razvoj kličnih listov navzgor. Tudi Jakše in Kacjan-Maršič (2010) sta pri vzniku motovilca in rukvice na plavajočem sistemu v štirih različnih substratih in šotnem substratu kot kontroli ugotovili, da je motovilec slabše kalil na substratih glinopor in perlit, najboljše pa na substratu vermikulit, ko ta ni bil uporabljen v mešanici s perlitom.

5.1.2 Število listov

Število listov na rastlino špinače je bilo v povprečju večje pri rastlinah, ki so rasle v šotnem substratu. Več listov so imele rastline špinače v šotnem substratu z več_N (8,7 lista), nekoliko manj v šotnem substratu z manj_N (7,9 lista) in najmanj na plavajočem

sistemu (6,5 lista). Največ listov so imele rastline špinače pri sorti 'Spokane F1' v šotnem substratu z več_N (9,1 lista). Znotraj plavajočega sistema so imele največ listov rastline sorte 'Spokane F1' v H2+N (8,0 lista).

Glede na raztopino so imele največ listov rastline, ki so rasle v H2+N (7,0 lista), najmanj pa v H1 (6,3 lista) in H1+N (6,2 lista). Med substrati sta se najboljše odrezala mešanica perlita+v (6,7 lista) ter mešanica perlit+kv (6,6 lista), najmanj listov pa so imele rastline, ki so rasle v perlitu (6,1 lista). Razlike v številu listov so bile opazne tudi glede na sorto. Več listov je v povprečju imela sorta 'Spokane F1' (7,0 lista), manj pa sorta 'Matador' (6,4 lista).

Iz poskusa smo ugotovili, da so imele rastline, ki so rasle v šotnem substratu več listov, ki pa so bili manjši v primerjavi z velikostjo listov na plavajočem sistemu. Na podlagi statistične analize smo ugotovili, da so na število listov vplivali vsi proučevani dejavniki.

5.1.3 Višina rastlin

Rastline, ki so rasle v šotnem substratu so že od samega začetka zaostajale v rasti, zato smo pričakovali, da bodo ob koncu poskusa nižje od rastlin, ki so rasle na plavajočem sistemu. Rastline na plavajočem sistemu so tako zrasle višje (14,7 cm) kot tiste v šotnem substratu (7,5 cm), pri katerem so bile višje rastline v šotnem substratu z več_N (8,6 cm), nižje pa pri šotnem substratu z manj_N (6,3 cm).

Glede na raztopino so bile najvišje rastline, ki so rasle v H2+N (18,0 cm), najnižje pa v H1 (12,3 cm). Med sortama ni bilo razlik. Ravno tako ni bilo razlik med substrati. Predvidevamo, da je večja količina dušika v H2+N pospešila rast rastlin, kar se je na koncu poskusa odrazilo v večjih rastlinah.

5.1.4 Masa rastlin

Iz rezultatov našega poskusa smo ugotovili, da je bila povprečna masa rastlin večja pri rastlinah gojenih na plavajočem sistemu (6,96 g), kar nas ni presenetilo, saj so rastline v šotnem substratu (2,24 g) rasle počasneje, verjetno zaradi nihanj v dovajanju hranil (dodajali smo jih enkrat tedensko) in v vlažnosti substrata (zalivali smo po potrebi).

Na maso so poleg dejavnika *šota*, vplivali še *sorta*, *substrat* in *raztopina*. Od raztopin je najbolj odstopala H2+N, pri kateri smo dobili tudi največjo maso (9,16 g), med ostalimi raztopinami statističnih razlik ni bilo. Med sortama se je bolje izkazala 'Spokane F1' (6,67 g/rastlino), slabše pa sorta 'Matador' (5,91 g/rastlino). Med substrati sta bili boljši mešanica perlit+kv, kjer je bila povprečna masa 7,72 g/rastlino ter mešanica perlit+v (7,34 g/rastlino), kjer je bila masa rastlin večja od mase rastlin v šotnem substratu (2,24 g/rastlino).

5.1.5 Pridelek špinače

Pridelek špinače na plavajočem sistemu je bil značilno večji v primerjavi s pridelkom v šotnem substratu. Na pridelek špinače so vplivali šota, sorta, raztopina in substrat. Med vsemi obravnavanji pri dejavniku *šota* so bile statistične razlike. Največji je bil pridelek na plavajočem sistemu (1,85 kg/m²), manjši v šotnem substratu z več_N (1,13 kg/m²) in najmanjši v šotnem substratu z manj_N (0,85 kg/m²). Manjši pridelek v šotnem substratu

je bil pričakovani, saj so rastline gojene v šotnem substratu delno zaostajale v rasti, rast na plavajočem sistemu pa je bila hitrejša. Večji pridelek je dala sorta 'Matador' ($1,96 \text{ kg/m}^2$) v primerjavi s sorto 'Spokane F1' ($1,49 \text{ kg/m}^2$).

Na plavajočem sistemu so imele največji pridelek rastline gojene v substratu perlit+kv ($2,01 \text{ kg/m}^2$), najmanjši pa v substratu perlit ($1,72 \text{ kg/m}^2$). Največji pridelek je bil pri sorti 'Matador' v H1+N v substratu perlit+kv ($2,84 \text{ kg/m}^2$), najmanjši pa pri sorti 'Matador' v šotnem substratu z manj_N ($0,79 \text{ kg/m}^2$).

Glede na to, da je pričakovani pridelek špinače pri gojenju v tleh v pomladanskem času 10 do 20 t/ha ($1-2 \text{ kg/m}^2$), v jesenskem pa $15-30 \text{ t/ha}$ (Lešić in sod., 2004) ugotavljamo, da je pridelek v našem poskusu pri večini obravnavanj znotraj pričakovanih vrednosti, na plavajočem sistemu ob večji količini dušika v hranilni raztopini pa je celo večji ($28,4 \text{ t/ha}$).

Plavajoči sistem so v svoji raziskavi uporabili tudi Fontana in sod. (2003), kjer so gojili motovilca in primerjali s klasičnim gojenjem v tleh. Ugotovili so, da je pridelek motovilca, pri gostoti rastlin 1067 rastlin/m^2 na plavajočem sistemu značilno večji ($1,12 \text{ kg/m}^2$) glede na pridelek pri klasičnem gojenju ($0,55 \text{ kg/m}^2$). Prav tako poročata Jakše in Kacjan-Maršič, (2008) o značilno večjem pridelku motovilca gojenega na plavajočem sistemu v ploščah s 84 vdolbinami ($1,6 \text{ kg/m}^2$) glede na šotni substrat ($0,7 \text{ kg/m}^2$).

5.1.6 Suha snov

Na vsebnost suhe snovi v rastlinah špinače sta vplivala dejavnika *šota* in *raztopina*. Največji delež suhe snovi so vsebovale rastline gojene v šotnem substratu z več_N ($12,1 \%$). Manj suhe snovi so imele rastline gojene v šotnem substratu z manj_N ($9,7 \%$) in na plavajočem sistemu ($8,6 \%$). Delež suhe snovi se med sortama ni statistično razlikoval (sorta 'Matador' – $8,7 \%$, sorta 'Spokane F1' – $9,2 \%$). Prav tako se delež suhe snovi glede na uporabljeno raztopino ni veliko razlikoval (H1+N – $9,3 \%$, H1 – $9,2 \%$, H2 – $8,5 \%$), od vseh je izstopala H2+N, v kateri so imele rastline najmanjši delež suhe snovi ($7,7 \%$).

Do podobnih ugotovitev sta prišli tudi Jakše in Kacjan-Maršič (2010), ki navajata, da so imele rastline motovilca, rukvice in solate, gojene v šotnem substratu več suhe snovi ($19,1\%$) v primerjavi z rastlinami, ki so rasle na plavajočem sistemu. Tudi Nicola in sod. (2004) poročajo o večjem deležu suhe snovi v rastlinah rukvice, gojenih v šotnem substratu ($15,9 \%$) glede na rastline, gojene na plavajočem sistemu ($11,2 \%$).

5.1.7 Vsebnost nitrata

Na podlagi analize smo ugotovili, da sta na vsebnost nitrata vplivala dejavnika *šota* in *raztopina*. Vrednosti nitrata na plavajočem sistemu so bile od $70,0 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže snovi pa do $740,0 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže snovi, vrednosti nitrata v šotnem substratu pa precej manjše, od $13,3 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže snovi do $116,7 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže snovi. Največjo vsebnost nitrata so imele rastline sorte 'Matador' v H2+N v substratu perlit ($740,0 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ sveže snovi). Med sortama in substrati statistično značilnih razlik ni bilo. Razlike pa so bile opazne še glede na uporabljeno raztopino. Največja vsebnost nitrata je bila pri

rastlinah gojenih na plavajočem sistemu v H₂+N (442,4 mg NO₃⁻/kg sveže snovi). Ugotavljamo, da več nitrata vsebujejo rastline na plavajočem sistemu. Domnevamo, da so bila hranila v hranilnih raztopinah stalno in lažje dostopna kot v šotnem substratu in je bil zato sprejem dušika v obliki NO₃⁻ iona boljši.

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Nicola in sod. (2004), ki so v rastlinah motovilca gojenega na plavajočem sistemu ugotovili večjo vsebnost NO₃⁻ (333 mg NO₃⁻/kg sveže snovi) glede na rastline v šotnem substratu (142 mg NO₃⁻/kg sveže snovi).

Vse vrednosti NO₃⁻, ki smo jih določili v rastlinah iz našega poskusa so veliko manjše od dovoljenih vrednosti za špinačo, ki so predpisane s pravilnikom o onesnaževalcih in sicer je lahko v pridelku špinače, ki jo pridelujemo v zimskem obdobju (november – marec) 3000 mg NO₃⁻/kg sveže mase, špinača, pridelana v toplejšem obdobju, ko je tudi sončno sevanje močnejše pa 2500 mg NO₃⁻/kg sveže mase (Pravilnik o onesnaževalcih v živilih, 2003).

5.1.8 Vsebnost dušika

Delež dušika v rastlinah špinače je bil od 2,1 % (sorta 'Matador' v H₁+N v perlitu) do 8,5 % (sorta 'Matador' v šotnem substratu z manj_N). Vsebnost dušika je bila manjša pri rastlinah gojenih v šotnem substratu v primerjavi z rastlinami gojenimi na plavajočem sistemu, z izjemo sorte 'Spokane' v šotnem substratu z več_N (4,5 %). Domnevamo, da so imele več dušika rastline na plavajočem sistemu zaradi stalnega in lažjega dostopa do hranil v hranilnih raztopinah. Rastline v šotnem substratu smo dognojevali enkrat tedensko in namakali po potrebi, zaradi tega je verjetno prišlo do občasnega pomanjkanja hranil.

5.2 SKLEPI

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da se rast in razvoj špinače razlikuje na plavajočem sistemu od špinače gojene v šotnem substratu. Ugotovili smo, da je špinača primerna za gojenje na plavajočem sistemu.

Rastline na plavajočem sistemu so bile v povprečju težje (6,96 g), višje (14,7 cm), imele so večji dejanski pridelek (1,85 kg/m²) glede na kontrolne rastline v šotnem substratu. Rastline, ki so rasle v šotnem substratu pa so imele v povprečju več listov (8,3 lista), več suhe snovi (10,9 %) in so boljše kalile (83,6 %) v primerjavi z rastlinami na plavajočem sistemu.

Večjo povprečno vsebnost dušika so imele rastline špinače gojene na plavajočem sistemu (5,7 %), manjšo pa rastline gojene v šotnem substratu (3,5 %).

Najbolje od raztopin se je odrezala hranilna raztopina H₂+N, saj so rastline, ki so rasle v tej raztopini imele večjo povprečno maso rastline (9,16 g), višje rastline (18,0 cm) in večji povprečni pridelek. Slaba stran te raztopine pa sta večja povprečna vsebnost nitrata na svežo snov (442,4 mg NO₃⁻/kg sveže snovi) in večja povprečna vsebnost dušika (8,5 % pri rastlinah sorte 'Matador' v H₂+N substrat perlit).

Med sortama so bile opazne razlike. Sorta 'Spokane F1' je imela v povprečju večjo maso rastline (6,67 g), več listov (7,0 lista) in večji delež sušine (10,9 %). Sorta 'Matador' pa je imela večji povprečni pridelek ($1,96 \text{ kg/m}^2$) in precej večji povprečni vznik (62,1 %). Povprečna vsebnost dušika je bila večja pri sorti 'Matador'.

Zanimivo je dejstvo, da so rastline sorte 'Matador' bolje kalile kot rastline sorte 'Spokane F1' in imele večji pridelek, a manjšo maso posamezne rastline. Rastline sorte 'Spokane F1' so slabše kalile, zaradi česar so imele rastline več prostora za razrast in so tako posledično razbile večjo maso rastlin.

Rastline gojene v substratu perlit so bile najlažje (5,83 g), imele najmanj listov (6,1 lista) in najmanjši pridelek ($1,72 \text{ kg/m}^2$), zato bi lahko rekli, da se je perlit med substrati odrezal najslabše. Pri masi rastline, številu listov med mešanicama substratov perlit+v in perlit+kv ni bilo statistično značilnih razlik. Pri pridelku je bil najboljši substrat perlit+kv ($2,01 \text{ kg/m}^2$), sledi mu perlit+v ($1,81 \text{ kg/m}^2$) in kot najslabši perlit ($1,72 \text{ kg/m}^2$).

Vzvik je bil boljši v substratu perlit+kv (47,7 %) in perlit (47,1 %), slabši pa v substratu perlit+v (42,5 %). Med vsemi tremi substrati pa ni bilo razlik pri višini rastline, deležu suhe snovi in vsebnosti nitrata.

6 POVZETEK

Špinača je enoletna zelenjadnica, ki spada v družino lobodovk. Gojimo jo zaradi listov, še posebej so cenjene ženske rastline, ki razvijejo več listne mase. Pridelujemo jo lahko skozi celo leto, od septembra do februarja pa predvsem v zavarovanem prostoru. Toplotno ni zahtevna, saj za vznik potrebuje le 4 °C. Optimalna temperatura za prezimitev je med -3 in -16 °C. Sušo slabo prenaša, zato je potrebno vzdrževati optimalno vlažnost in posevek namakati.

Hidroponsko gojenje vrtnin pri nas še ni močno razširjeno, ima pa kar nekaj pomembnih prednosti pred klasičnim gojenjem, zato nas je zanimalo ali je špinača primerna za gojenje na plavajočem sistemu in kako se bo z razvojem in pridelkom odzvala na hidroponski način pridelave. Pri poskusu smo tako uporabili dve sorti špinače, 'Matador' in 'Spokane F1', štiri raztopine in sicer, hranilno raztopino H1+N, hranilno raztopino H1 in hranilno raztopino H2+N ter hranilno raztopino H2. Uporabljeni so bili še trije substrati, perlit, perlit+v in perlit+kv. Rastline za kontrolo so rasle v šotnem substratu v gojitvenih ploščah, postavljenih na gojitveno mizo, pri katerih smo razlikovali dohranjevanje rastlin z več dušika (šota z več N) in z manj dušika (šota z manj N). Poskus smo izvedli v treh ponovitvah, rastline v posamezni gojitveni plošči so predstavljale eno ponovitev. Po sušenju vzorcev so sledile še analize v laboratoriju, kjer smo določevali vsebnost nitrata in celotnega dušika v rastlinskih vzorcih špinače.

Plavajoči sistem sta predstavljala dva prirejena bazena velikosti 10 m × 1,5 m × 0,03 m. Vsak bazen je bil razdeljen na dve polovici, tako da je bila v vsaki polovici ena izmed štirih različnih raztopin. Stiroporne gojitvene plošče smo napolnili s tremi različnimi substrati. V gojitvene plošče s 84 vdolbinami smo dali po dve semeni špinače.

Ugotovili smo, da so bile rastline na plavajočem sistemu v povprečju težje (6,96 g), višje (14,7 cm), imele so tudi večji dejanski pridelek (1,85 kg/m²) glede na kontrolne rastline. Rastline, ki so rasle v šotnem substratu pa so imele v povprečju več listov (8,3 lista), več suhe snovi (10,9 %) in so bolj kalile (83,6 %) v primerjavi z rastlinami na plavajočem sistemu.

Večjo povprečno vsebnost celotnega dušika so imele rastline špinače gojene na plavajočem sistemu (5,7 %), manjšo pa rastline gojene v šotnem substratu (3,5 %).

Najbolje od raztopin se je odrezala hranilna raztopina H2+N, saj so rastline, ki so rasle v tej raztopini imele večjo povprečno maso rastline (9,16 g), višje rastline (18,0 cm) in večji povprečni pridelek. Slaba stran te raztopine pa sta večja povprečna vsebnost nitrata na svežo snov (442,4 mg NO₃⁻/kg sveže snovi primer pri rastlinah sorte 'Matador' v hranilni raztopini H2+N, v substratu perlit), a še vedno je ta vrednost veliko pod dovoljeno mejo za nitrat v listnati zelenjavi (2500 oz. 3000 mg NO₃⁻/kg sveže snovi).

Med sortama so bile opazne razlike. Sorta 'Spokane F1' je imela v povprečju večjo maso rastline (6,67 g), več listov (7,0 lista) in večji delež sušine (10,9 %). Sorta 'Matador' pa je imela večji povprečni pridelek (1,96 kg/m²). Povprečna vsebnost dušika je bila večja pri sorti 'Matador'. Rastline sorte 'Matador' so bolj kalile kot rastline sorte 'Spokane F1' in

imele večji pridelek. Zaradi slabše kalitve in s tem manjšega števila rastlin/gojitveno ploščo, so imele rastline sorte 'Spokane F1' več prostora za razrast, kar se je odrazilo v večji masi/rastlino glede na sorto 'Matador'.

Rezultati poskusa kažejo, da je špinača primerna za gojenje na plavajočem sistemu, kar potrjuje našo delovno hipotezo. Ugotovili smo, da lahko na plavajočem sistemu dosežemo kakovosten pridelek. Ker ni potrebno pripravljati zemlje za setev, zalivati, pleti, nam to precej olajša pridelavo. Rastline gojene na plavajočem sistemu vsebujejo več vode, kar smo tudi dokazali s poskusom. Posledično to verjetno vpliva na slabšo skladiščno sposobnost pridelka.

7 VIRI

- Bajec V. 1994. Vrtnarjenje na prostem, pod folijo in steklom. Ljubljana, Kmečki glas: 417 str.
- Bejo katalog. 2008. Semena vrtnin. Warmenhuizen, Holland: 45 str.
- Biggs M. 1999. Zelenjava: priročnik o gojenju, pobiranju in pripravi zelenjave. Ljubljana, DZS: 255 str.
- Blom-Zandstra M. 1989. Nitrat accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Annals of Applied Biology*, 115: 553-561
- Coene T. 2000. The ins and outs of soilless gardening. V: The best of the growing edge. Knutson A. (ed.). New Moon Publishing, Inc. 2: 10-15
- Černe M., Vrhovnik I. 1992. Vrtnine: vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, Kmečki glas: 219 str.
- Černe M. 1998. Špinača: v našem vrtu. Naša žena, 80-81
- Černe M. 2000. Pridelovanje špinače. *Kmetovalec*, 68, 9: 5
- Fontana E., Nicola S., Hoeberechts J., Saglietti D. 2003. Soilless culture systems produce ready-to-eat corn salad (*Valerianella olitoria* L.) of high quality. *Acta Horticulturae*, 604: 505-509
- Gonnella M., Serio F., Conversa G., Santamaria P. 2003. Yield and quality of lettuce grown in floating system using different sowing density and plant spatial arrangements. V: VI International symposium on protected cultivation in mild winter climate: Product and process innovation. *Acta Horticulturae*, 614:687-692
- Hamilton G. 1991. Naravno vrtnarjenje. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 288 str.
- Hensley R. 2003. The float system for producing tobacco transplants. Tobacco production guide. University of Tennessee, 5: 1 – 16
- Hessayon D.G. 1997. Zelenjava: popoln priročnik za gojenje in pripravo zelenjave in sočivja. Ljubljana, Mladinska knjiga: 144 str.
- Inštalacija Vario Max CN + TOC mode – zapiski. 2006. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (interno gradivo)
- Jakše M. 2002. Gradivo za vaje iz predmeta vrtnarstvo: Splošni del. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 33 str.
- Jakše M. 2004. Gradivo za vaje iz predmeta vrtnarstvo: Zelenjadarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 51 str.
- Jakše M., Kacjan-Maršič N. 2008. Pridelava zelenjave na plavajočem sistemu. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2008: zbornik simpozija. Rogaška Slatina, 4-5.12.2008. Tajnšek A.(ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 208-215
- Jakše M., Kacjan-Maršič N. 2010. Uzgoj lisnatog povrća za rezanje na plutajućem sustavu. V: 45th Croatian and 5th International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia, February 2010. Zbornik radova. Osijek, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayerja u Osijeku: 576-580

- Kehdi N. 2010. Water as a Substrate: Aeroponics and aero-hydroponics. Maximum Yield, 7: 130-134
- Klasmann. 2002. Ljubljana, Cvetlice Dornig d.o.o.: 4 str. (Katalog substratov)
- Krese M. 1989. Hidroponika. Ljubljana. Kmečki glas: 44 str.
- Lešić R., Borošić J., Herak-Čustić M., Poljak M., Romić D. 2004. Povrčarstvo. Čakovec, Zrinski: 656 str.
- Maček J. 1991a. Za zdrave rastline. Celje, Mohorjeva družba: 187 str.
- Maček J. 1991b. Posebna fitopatologija: Patologija poljščin. 3 izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Agronomski oddelek: 285 str.
- Martinčič A. 1999. Mala flora Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.
- Milevoj L. 2007. Kmetijska entomologija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 182 str.
- Nicola S., Hoeberechts J., Fontana E. 2004. Rocket (*Eruca sativa* Mill.) and Corn Salad (*Valerianella olitoria* L.): Production and shelf-life of two leafy vegetables grown in a soilless culture system. Acta Horticulturae, 633: 509-516
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994. Gojenje vrtnin v zavarovanem prostoru. Ljubljana, Kmečki glas: 126 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2003. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana, Kmečki glas: 295 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005a. Vrtnarstvo: splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 591 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005b. Hidroponsko gojenje vrtnin: breztalni načini gojenja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 194 str.
- Osvald J., Petrovič N. 2001. Hidroponika. Sodobno kmetijstvo, 34, 1: 15 -17
- Pravilnik o onesnaževalcih v živilih 2003. Ur.l. RS št. 69/03
- Raid R., Kucharek T. 2006. Florida plant disease management guide: Spinach. University of Florida: 2 str.
- Resh H. M. 1995. Hydroponic food production. Santa Barbara, Woodbridge Press Publishing Company, California: 527 str.
- Roberto K. 2003. How to Hydroponics. Futuregarden: 104 str.
- Ross D.S., Tefteau K.M. 1995. Green house float systems fot transplant. University of Maryland, Fact Sheet 690: 4 str.
- R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>
- Semenarna Ljubljana. 2008. Ljubljana, Semenarna Ljubljana: 51 str. (Katalog semen)
- Squire D. 2010. Vrtni škodljivci in bolezni: osnovni priročnik za prepoznavanje ter zatiranje škodljivcev in bolezni na vrtnih rastlinah. Kranj, Narava: 80 str.

- Sweat M., Tyson R., Hochmuth R. 2007. Building a floating hydroponic garden. University of Florida: 6 str.
- Vrabl S. 1992. Škodljivci poljščin. Ljubljana, Kmečki glas: 142 str.
- Zanin G., Ponchia G., Sambo P. 2009. Yield and quality of vegetables grown in a floating system for ready-to-eat produce. V: International symposium on strategies towards sustainability of protected cultivation in mild winter Climate. Acta Horticulturae, 807, 2: 433-438
- Wang Y. T., Orzolek M., Flora F. 2009. Managing pH in the greenhouse environment. University of Maryland, Cooperative Extension, Central Maryland Research and Education Center, Fact Sheet 866: 2 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Nini Kacjan-Maršić za pomoč in strokovne nasvete pri izvajanju diplomskega poskusa ter pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi somentorici doc. dr. Damijani Kastelec pri opravljanju statističnega dela diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi prof. dr. Marijani Jakše za pomoč pri izvajanju poskusa.

Hvala vsem, ki so mi pomagali pri izvajanju poskusa.

Hvala staršem za vso moralno, finančno in materialno podporo pri šolanju in izdelavi diplomske naloge.

PRILOGE

PRILOGA A

Povprečna masa rastline s standardno napako

Priloga A1: Povprečna masa rastline (g) in njena standardna napaka

Sorta	Raztopina	Substrat	Povprečje (g)	Standardna napaka
'Matador'	H1	perlit	5,28	0,28
		perlit+kamena volna	6,20	0,89
		perlit+vermikulit	6,22	0,85
	H1+N	perlit	6,78	1,06
		perlit+kamena volna	8,69	0,91
		perlit+vermikulit	9,51	0,42
	H2	perlit	4,67	0,41
		perlit+kamena volna	5,96	0,39
		perlit+vermikulit	5,73	0,52
	H2+N	perlit	5,23	0,08
		perlit+kamena volna	6,43	0,71
		perlit+vermikulit	7,50	0,58
	šota	manj dušika	1,94	0,05
		več dušika	2,55	0,28
'Spokane F1'	H1	perlit	5,47	0,76
		perlit+kamena volna	7,07	0,11
		perlit+vermikulit	7,25	0,71
	H1+N	perlit	7,73	1,15
		perlit+kamena volna	10,21	0,24
		perlit+vermikulit	12,06	1,52
	H2	perlit	5,43	0,42
		perlit+kamena volna	7,12	1,26
		perlit+vermikulit	6,92	0,49
	H2+N	perlit	6,03	0,64
		perlit+kamena volna	7,02	0,34
		perlit+vermikulit	6,56	0,51
	šota	manj dušika	1,83	0,24
		več dušika	2,63	0,20

PRILOGA B

Povprečen potencialni pridelek s standardno napako

Priloga B1: Povprečen potencialni pridelek (g/gojitveno ploščo) in njegova standardna napaka

Sorta	Raztopina	Substrat	Povprečje (g/gojitveno ploščo)	Standardna napaka
'Matador'	H1	perlit	443,44	23,50
		perlit+kamena volna	522,82	71,49
		perlit+vermikulit	520,43	74,73
	H1+N	perlit	732,75	129,71
		perlit+kamena volna	798,57	34,96
		perlit+vermikulit	729,97	76,14
	H2	perlit	481,17	100,01
		perlit+kamena volna	481,28	43,66
		perlit+vermikulit	500,53	32,82
	H2+N	perlit	439,48	6,83
		perlit+kamena volna	629,66	48,95
		perlit+vermikulit	540,16	59,55
	šota	manj dušika	163,04	3,96
		več dušika	214,09	23,53
'Spokane F1'	H1	perlit	459,54	64,08
		perlit+kamena volna	608,78	59,33
		perlit+vermikulit	593,59	8,82
	H1+N	perlit	649,29	96,46
		perlit+kamena volna	1011,29	126,61
		perlit+vermikulit	857,82	19,76
	H2	perlit	456,25	35,56
		perlit+kamena volna	581,41	41,10
		perlit+vermikulit	598,43	105,74
	H2+N	perlit	506,15	53,68
		perlit+kamena volna	550,95	42,46
		perlit+vermikulit	589,53	28,82
	šota	manj dušika	153,86	20,40
		več dušika	220,51	16,47

PRILOGA C

Povprečno število listov s standardno napako in statistična analiza

Priloga C1: Povprečno število listov in njego standardna napaka

Sorta	Raztopina	Substrat	Povprečje	Standardna napaka
'Matador'	H1	perlit	6,03	0,17
		perlit+kamena volna	6,13	0,38
		perlit+vermikulit	6,50	0,61
	H1+N	perlit	6,00	0,12
		perlit+kamena volna	6,47	0,32
		perlit+vermikulit	7,00	0,47
	H2	perlit	5,53	0,18
		perlit+kamena volna	6,03	0,44
		perlit+vermikulit	5,93	0,26
	H2+N	perlit	5,87	0,34
		perlit+kamena volna	6,03	0,49
		perlit+vermikulit	6,23	0,28
	šota	manj dušika	7,77	0,54
		več dušika	8,33	0,15
'Spokane F1'	H1	perlit	8,05	0,39
		perlit+kamena volna	6,50	0,47
		perlit+vermikulit	6,80	0,31
	H1+N	perlit	6,63	0,23
		perlit+kamena volna	6,70	0,55
		perlit+vermikulit	7,77	0,17
	H2	perlit	8,00	0,26
		perlit+kamena volna	6,37	0,32
		perlit+vermikulit	7,27	0,44
	H2+N	perlit	6,53	0,13
		perlit+kamena volna	5,80	0,15
		perlit+vermikulit	6,63	0,26
	šota	manj dušika	6,44	0,17
		več dušika	7,93	0,67

Priloga C2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »šota«. Med povprečji z enako črko (a, b, c) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Šota	Povprečno število listov $\pm$ standardna napaka	
več_N	8,717 $\pm$ 0,255	a
manj_N	7,850 $\pm$ 0,255	b
ni	6,467 $\pm$ 0,255	c

Priloga C3: Analiza za dejavnik »sorta«. Med povprečji z enako črko (a, b) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Sorta	Povprečno število listov $\pm$ standardna napaka	
'Spokane F1'	7,034 $\pm$ 0,096	a
'Matador'	6,419 $\pm$ 0,096	b

Priloga C4: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »raztopina«. Med povprečji z enako črko (a, b, c) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Raztopina	Povprečno število listov $\pm$ standardna napaka	
ni	8,283 $\pm$ 0,147	a
H2+N	6,989 $\pm$ 0,147	b
H2	6,433 $\pm$ 0,147	c
H1	6,278 $\pm$ 0,147	c
H1+N	6,168 $\pm$ 0,147	c

Priloga C5: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »substrat«. Med povprečji z enako črko (a, b) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Substrat	Povprečno število listov $\pm$ standardna napaka	
perlit+v	6,659 $\pm$ 0,128	a
perlit+kv	6,642 $\pm$ 0,128	a
perlit	6,100 $\pm$ 0,128	b

PRILOGA D

Povprečna višina rastline s standardno napako in statistična analiza

Priloga D1: Povprečna višina rastline (cm) in njena standardna napaka

Sorta	Raztopina	Substrat	Povprečje (cm)	Standardna napaka
'Matador'	H1	perlit	16,44	0,82
		perlit+kamena volna	15,19	0,62
		perlit+vermikulit	14,27	0,28
	H1+N	perlit	16,87	0,90
		perlit+kamena volna	17,60	1,71
		perlit+vermikulit	17,88	1,52
	H2	perlit	13,26	0,27
		perlit+kamena volna	12,36	0,59
		perlit+vermikulit	13,05	1,34
	H2+N	perlit	12,95	1,18
		perlit+kamena volna	15,90	1,70
		perlit+vermikulit	13,77	1,21
	šota	manj dušika	6,38	0,28
		več dušika	9,25	0,68
'Spokane F1'	H1	perlit	13,22	0,85
		perlit+kamena volna	14,21	0,84
		perlit+vermikulit	15,06	1,85
	H1+N	perlit	17,26	0,24
		perlit+kamena volna	19,81	1,57
		perlit+vermikulit	18,73	1,30
	H2	perlit	10,93	0,36
		perlit+kamena volna	11,81	0,70
		perlit+vermikulit	12,43	1,18
	H2+N	perlit	12,26	0,65
		perlit+kamena volna	14,91	0,91
		perlit+vermikulit	13,40	1,21
	šota	manj dušika	6,23	0,61
		več dušika	8,02	0,37

Preiloga D2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »šota«. Med povprečji z enako črko (a, b, c) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Šota	Povprečna višina rastline $\pm$ standardna napaka (cm)	
ni	14,732 $\pm$ 0,731	a
več_N	8,638 $\pm$ 0,731	b
manj_N	6,305 $\pm$ 0,731	c

Priloga D3: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »raztopina«. Med povprečji z enako črko (a, b, c, d, e) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Raztopina	Povprečna višina rastline $\pm$ standardna napaka (cm)	
H2+N	18,026 $\pm$ 0,422	a
H2	14,732 $\pm$ 0,422	b
H1+N	13,866 $\pm$ 0,422	c
H1	12,306 $\pm$ 0,422	d
ni	7,472 $\pm$ 0,422	e

PRILOGA E

Povprečen pridelek s standardno napako in statistična analiza

Priloga E1: Povprečen pridelek (g/gojitveno ploščo) in standardna napaka povprečnega pridelka

Sorta	Raztopina	Substrat	Povprečje (g/gojitveno ploščo)	Standardna napaka
'Matador'	H1	perlit	345,73	18,86
		perlit+kamena volna	364,45	40,16
		perlit+vermikulit	341,64	52,38
	H1+N	perlit	450,95	71,22
		perlit+kamena volna	472,87	6,21
		perlit+vermikulit	443,45	49,74
	H2	perlit	246,67	10,78
		perlit+kamena volna	323,31	22,02
		perlit+vermikulit	278,79	22,37
	H2+N	perlit	302,16	36,21
		perlit+kamena volna	339,16	4,92
		perlit+vermikulit	352,82	24,39
	šota	manj dušika	132,37	7,76
		več dušika	186,75	11,70
'Spokane F1'	H1	perlit	233,02	19,71
		perlit+kamena volna	290,24	29,99
		perlit+vermikulit	239,33	8,52
	H1+N	perlit	279,32	14,31
		perlit+kamena volna	312,96	33,96
		perlit+vermikulit	221,73	1,25
	H2	perlit	217,16	8,08
		perlit+kamena volna	271,27	14,98
		perlit+vermikulit	263,62	16,43
	H2+N	perlit	222,18	12,59
		perlit+kamena volna	308,79	50,71
		perlit+vermikulit	276,42	17,42
	šota	manj dušika	150,49	19,10
		več dušika	190,46	2,26

Priloga E2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »substrat«. Med povprečji z enako črko ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Substrat	Povprečni dejanski pridelek $\pm$ standardna napaka (kg/m ²)	
perlit+kv	2,012 $\pm$ 0,060	a
perlit+v	1.813 $\pm$ 0,060	b
perlit	1.723 $\pm$ 0,060	b

Priloga E3: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za obravnavanja določena kot kombinacija dejavnikov *šota*, *sorta* in *raztopina*. Med povprečji z enako črko ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Obravnavanja	Povprečja±standardna napaka (kg/m ²)	
'Matador' H2+N	2,735±0,098	a
'Matador' H2	2,104±0,098	b
'Matador' H1+N	1,988±0,098	bc
'Matador' H1	1,698±0,098	cd
'Spokane F1' H2+N	1,628±0,098	cd
'Spokane F1' H1+N	1,615±0,098	cd
'Spokane F1' H2	1,525±0,098	d
'Spokane F1' H1	1,504±0,098	d
več_N_'Spokane F1'	1,143±0,169	e
več_N_'Matador'	1,120±0,169	e
manj_N_'Spokane F1'	0,903±0,169	e
manj_N_'Matador'	0,794±0,169	e

PRILOGA F

Povprečna vsebnost sušine s standardno napako in statistično analizo

Priloga F1: Povprečna vsebnost sušine (%) in njego standardna napaka

Sorta	Raztopina	Substrat	Povprečje (%)	Standardna napaka
'Matador'	H1	perlit	8,27	0,09
		perlit+kamena volna	8,29	0,55
		perlit+vermikulit	8,81	0,41
	H1+N	perlit	7,81	0,81
		perlit+kamena volna	7,79	0,99
		perlit+vermikulit	7,27	0,44
	H2	perlit	9,29	0,47
		perlit+kamena volna	8,93	0,40
		perlit+vermikulit	8,34	1,07
	H2+N	perlit	9,77	0,78
		perlit+kamena volna	8,65	0,53
		perlit+vermikulit	8,66	0,54
	šota	manj dušika	8,40	0,43
		več dušika	11,85	0,67
'Spokane F1'	H1	perlit	8,95	0,67
		perlit+kamena volna	7,91	0,52
		perlit+vermikulit	8,66	0,22
	H1+N	perlit	7,26	0,15
		perlit+kamena volna	8,11	0,30
		perlit+vermikulit	7,69	0,59
	H2	perlit	9,30	0,28
		perlit+kamena volna	9,14	0,46
		perlit+vermikulit	9,91	0,66
	H2+N	perlit	10,35	0,42
		perlit+kamena volna	9,26	0,64
		perlit+vermikulit	8,83	0,48
	šota	manj dušika	10,89	1,59
		več dušika	12,39	0,19

Priloga F2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »šota«. Med povprečji z enako črko (a, b) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Šota	Odstotek sušine $\pm$ standardna napaka (%)	
več_N	12,123 $\pm$ 0,443	a
manj_N	9,645 $\pm$ 0,443	b
ni	8,635 $\pm$ 0,443	b

Priloga F3: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »raztopina«. Med povprečji z enako črko (a, b, c,) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Raztopina	Odstotek sušine $\pm$ standardna napaka (%)	
ni	10,884 $\pm$ 0,256	a
H1+N	9,253 $\pm$ 0,256	b
H1	9,151 $\pm$ 0,256	b
H2	8,481 $\pm$ 0,256	b
H2+N	7,656 $\pm$ 0,256	c

PRILOGA G

Povprečni vznika s standardno napako in statistično analizo

Priloga G: Povprečni vznik (%) in standardna napaka odstotka vznika

Sorta	Raztopina	Substrat	Povprečje (%)	Standardna napaka
'Matador'	H1	perlit	57,95	1,75
		perlit+kamena volna	63,49	0,87
		perlit+vermikulit	58,52	1,77
	H1+N	perlit	58,54	3,50
		perlit+kamena volna	61,71	1,31
		perlit+vermikulit	52,95	2,81
	H2	perlit	55,16	1,95
		perlit+kamena volna	58,33	2,73
		perlit+vermikulit	53,40	1,45
	H2+N	perlit	65,28	0,86
		perlit+kamena volna	59,52	4,50
		perlit+vermikulit	58,52	0,71
	šota	manj dušika	82,13	1,23
		več dušika	84,30	0,20
'Spokane F1'	H1	perlit	35,11	2,75
		perlit+kamena volna	37,89	2,35
		perlit+vermikulit	30,96	1,49
	H1+N	perlit	33,53	4,62
		perlit+kamena volna	30,35	4,77
		perlit+vermikulit	24,80	6,79
	H2	perlit	32,11	5,18
		perlit+kamena volna	29,17	1,23
		perlit+vermikulit	19,64	1,03
	H2+N	perlit	38,88	1,90
		perlit+kamena volna	40,87	2,58
		perlit+vermikulit	41,27	1,10
	šota	manj dušika	86,30	0,35
		več dušika	81,73	3,70

Priloga G2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »šota«. Med povprečji z enako črko (a, b) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Šota	Odstotek vznika $\pm$ standardna napaka (%)	
manj_N	84,217 $\pm$ 2,008	a
več_N	83,017 $\pm$ 2,008	a
ni	45,753 $\pm$ 2,008	b

Preiloga G3: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »sorta«. Med povprečji z enako črko (a, b) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Sorta	Odstotek vznika $\pm$ standardna napaka (%)	
'Matador'	62,133 $\pm$ 0,759	a
'Spokane F1'	40,190 $\pm$ 0,759	b

Priloga G4: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »raztopina«. Med povprečji z enako črko (a, b, c) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Raztopina	Odstotek vznika $\pm$ standardna napaka (%)	
ni	83,617 $\pm$ 1,160	a
H1+N	50,733 $\pm$ 1,160	b
H2	47,328 $\pm$ 1,160	b
H2+N	43,650 $\pm$ 1,160	c
H1	41,300 $\pm$ 1,160	c

Priloga G5: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »substrat«. Med povprečji z enako črko (a, b) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Substrat	Odstotek vznika $\pm$ standardna napaka (%)	
perlit+kv	47,667 $\pm$ 1,004	a
perlit	47,079 $\pm$ 1,004	a
perlit+v	42,513 $\pm$ 1,004	b

PRILOGA H

Vsebnost nitrata v špinači s standardno napako in statistično analizo

Priloga H1: Vsebnost nitrata (mg NO₃-/kg sveže snovi) in njegova standardna napaka

Sorta	Raztopina	Substrat	Povprečje (mg NO ₃ -/kg sveže snovi)	Standardna napaka
'Matador'	H1	perlit	316,67	12,02
		perlit+kamena volna	320,00	15,28
		perlit+vermikulit	213,33	33,33
	H1+N	perlit	740,00	56,86
		perlit+kamena volna	523,33	41,77
		perlit+vermikulit	653,33	44,85
	H2	perlit	110,00	20,00
		perlit+kamena volna	176,67	8,82
		perlit+vermikulit	126,67	23,33
	H2+N	perlit	170,00	17,32
		perlit+kamena volna	233,33	17,64
		perlit+vermikulit	273,33	20,28
	šota	manj dušika	13,33	3,33
		več dušika	56,67	8,82
'Spokane F1'	H1	perlit	226,67	12,02
		perlit+kamena volna	286,67	6,67
		perlit+vermikulit	306,67	12,02
	H1+N	perlit	520,00	60,28
		perlit+kamena volna	520,00	170,98
		perlit+vermikulit	536,67	44,85
	H2	perlit	73,33	17,64
		perlit+kamena volna	116,67	8,82
		perlit+vermikulit	70,00	5,77
	H2+N	perlit	206,67	18,56
		perlit+kamena volna	236,67	6,67
		perlit+vermikulit	150,00	11,55
	šota	manj dušika	40,00	20,00
		več dušika	116,67	3,33

Priloga H2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »šota«. Med povprečji z enako črko (a, b, c) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Šota	Vsebnost nitrata $\pm$ standardna napaka (mg NO ₃ -/kg sveže snovi)	
ni	244,341 $\pm$ 24,280	a
več_N	105,733 $\pm$ 24,280	b
manj_N	28,197 $\pm$ 24,280	c

Priloga H3: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za dejavnik »raztopina«. Med povprečji z enako črko (a, b, c) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Raztopina	Vsebnost nitrata $\pm$ standardna napaka (mg NO ₃ -/kg sveže snovi)	
H2+N	442,360 $\pm$ 14,018	a
H2	235,200 $\pm$ 14,018	b
H1+N	197,564 $\pm$ 14,018	b
H1	102,241 $\pm$ 14,018	c
ni	66,965 $\pm$ 14,018	c

PRILOGA I

Priloga I1: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav po obravnavanjih. Med povprečji z enako črko (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n) ni statistično značilnih razlik pri $\alpha = 0,05$.

Obravnavanja	Povprečna vsebnost dušika (%)	
Matador H2+N perlit	8,497	a
Matador H2+N perlit +kamena volna	8,423	a
Matador H2+N perlit+vermikulit	7,097	b
Spokane F1 H2 perlit+vermikulit	6,893	bc
Spokane F1 H2 perlit	6,787	bcd
Matador H2 perlit	6,200	cde
Matador H2 perlit+vermikulit	5,997	def
Spokane F1 H2+N perlit+kamena volna	5,873	efg
Spokane F1 H2 perlit	5,623	efg
Spokane F1 H2 perlit+kamena volna	5,537	efg
Matador H1+N perlit+kamena volna	5,530	efg
Spokane F1 H1+N perlit	5,447	efgh
Spokane F1 H2 perlit+vermikulit	5,390	efgh
Matador H2 perlit+kamena volna	5,373	efghi
Spokane F1 H1+N perlit+vermikulit	5,257	fghij
Spokane F1 H1+N perlit+kamena volna	5,217	fghij
Matador H1+N perlit	5,170	fghijk
Matador H1 perlit+vermikulit	5,107	fghijk
Matador H1+N perlit+vermikulit	5,027	ghijkl
Spokane F1 H1 perlit+vermikulit	5,000	ghijkl
Matador H1 perlit+kamena volna	4,967	ghijkl
Spokane F1 šota večN	4,543	hijkl
Spokane F1 H1 perlit	4,470	ijkl
Spokane F1 H1 perlit+kamena volna	4,387	ijkl
Matador H1 perlit	4,283	kl
Matador šota večN	4,197	l
Spokane F1 šota manjN	3,293	m
Matador šota manjN	2,100	n