

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Urša SOJAR

**GOJENJE MOTOVILCA (*Valerianella locusta* L.) NA
PLAVAJOČEM SISTEMU**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Urša SOJAR

**GOJENJE MOTOVILCA (*Valerianella locusta* L.) NA PLAVAJOČEM
SISTEMU**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**GROWING OF LAMB'S LETTUCE (*Valerianella locusta* L.) ON A
FLOATING SYSTEM**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

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

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Marijano Jakše.

Komisija za oceno in zagovor:

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

Članica: prof. dr. Marijana JAKŠE
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Nina KACJAN MARŠIČ
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 internetni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Urša Sojar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 635.57:631.53.048:631.589.2 (043.2)
KG motovilec/gojitvene plošče/rastlinjak/gostota setve/substrati/hidroponika
KK AGRIS F01
AV SOJAR, Urša
SA JAKŠE, Marijana (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2008
IN GOJENJE MOTOVILCA (*Valerianella locusta* L.) NA PLAVAJOČEM SISTEMU
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP X, 38, [7] str., 12 pregl., 6 sl., 6 pril., 36 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Poizkus smo zasnovali v obdobju od 15. januarja 2007 do 23. marca 2007 v rastlinjaku na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete. Posejali smo seme motovilca, 'Holandski motovilec'. Sejali smo v gojitvene plošče s 160 vdolbinami (2 semeni/vdolbino) in 84 vdolbinami (3 semena/vdolbino). Uporabili smo 5 različnih substratov: perlit, glinopor, vermikulit, kameno volno ter šotni substrat. Poizkus je bil zasnovan v 3 ponovitvah. Skupaj smo posejali 30 gojitvenih plošč. Gojitvene plošče napolnjene s perlitom, glinoporjem, vermikulitom ter kameno volno smo postavili na plavajoči sistem, gojitvene plošče napolnjene s šotnim substratom pa so predstavljale kontrolo in so bile na suhem na gojitvenih mizah. 14 dni po setvi smo pregledali vznik motovilca. Najboljši vznik je bil na plavajočem sistemu v gojitvenih ploščah, napolnjenih z vermikulitom (75 %), najslabši pa v gojitvenih ploščah napolnjenih s perlitom (35,2 %). Analizirali smo uporabili rastline iz 10 naključno izbranih vdolbin vsake gojitvene plošče. Prešteli smo liste, izmerili višino ter stehali rastline iz vsake vdolbine posebej. Merili smo tudi sušino rastlin. Največ suhe snovi so vsebovale rastline gojene v šoti (8,4 %), najmanj suhe snovi pa so vsebovale rastline gojene v kameni volni (4,5 %). Pri obdelavi podatkov smo primerjali povprečne vrednosti za posamezno ponovitev pri različnih substratih in velikosti vdolbin gojitvenih plošč. Dobljene rezultate smo statistično obdelali s pomočjo multifaktorske analize ANOVA. Najvišje rastline so bile v glinoporu (13,8 cm), najnižje pa v šotnem substratu (7,1 cm). Pri številu listov v rozeti ni bilo velikih razlik med obravnavanji (7,2-8,9). Največji povprečni pridelek, 3,1 kg/m², smo dobili pri rastlinah gojenih v gojitvenih ploščah gostote '160' napolnjenih s perlitom. Najmanjši pridelek pa smo dobili v gojitvenih ploščah napolnjenih s šotnim substratom (1,2 kg/m² v gojitvenih ploščah gostote '84' ter 2,0 kg/m² v gojitvenih ploščah gostote '160').

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN Dn
DC UDC 635.57:631.53.048:631.589.2 (043.2)
CX Lamb's lettuce/seed trays plates/greenhouse/seeding density/growing media/hydroponics
CC AGRIS F01
AU SOJAR, Urša
AA JAKŠE, Marijana (mentor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2008
TI GROWING OF LAMB'S LETTUCE (*Valerianella locusta* L.) ON A FLOATING SYSTEM
DT Graduation Thesis (University studies)
NO X, 38, [7] p., 12 tab., 6 fig., 6 ann., 36 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The experiment was carried out during the 15th January 2007 and 23th March 2007 in a greenhouse of the laboratory field of Biotechnical Faculty. Seeds of lamb's lettuce Holandski motovilec cultivar were sown in plug trays with 160 cells (2 seeds per cell) and 84 cells (3 seeds per cell). We used 5 different substrates: perlite, expanded clay, vermiculite, rock wool and peat. The experiment had 3 repetitions and was conducted with 30 plug trays. The plug trays filled with perlite, expanded clay, vermiculite and rock wool were put on a floating system. The control of experiment was made by plug trays filled with peat. The inspection of germination was made 14 days after sowing. The best germination was on the plug trays floating system filled with vermiculite (75 %), the worst germination was on the plug trays filled with perlite (35.2 %). Plants from 10 cells from each tray were evaluated. The leaves were counted and the height and weight of plants were measured. Average values for each repetition were compared in terms of respective densities of seedling and size of cells. Dry matter contents were measured. The highest dry matter was on the plug trays filled with peat (8.4 %) and the lowest in rock wool (4.5 %). The obtained results were statistically processed with multifactor ANOVA. The highest plants grow in expanded clay (13.8 cm), the lowest in peat (7.1 cm). The number of leaves were similar in all substrates (7.2-8.9). The highest average yield was in perlite (tray with 160 cells) 3.1 kg/m². The lowest average yield was in peat, 1.2 kg/m² (tray with 84 cells) and 2.0 kg/m² (tray with 160 cells).

KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
	Key Words documentation (KWD)	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	CILJI	1
1.3	DELOVNA HIPOTEZA	2
2	PREGLED DOSEDANJIH OBJAV	3
2.1	SISTEMATIKA IN IZVOR MOTOVILCA	3
2.1.1	Sistematika	3
2.1.2	Izvor motovilca	3
2.2	RAZŠIRJENOST PRIDELOVANJA MOTOVILCA	3
2.3	MORFOLOŠKE IN BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI	4
2.4	SORTIMENT	4
2.5	POMEN MOTOVILCA V PREHRANI	4
2.6	TEHNOLOGIJE PRIDELAVE	5
2.6.1	Načini pridelovanja	5
2.6.2	Setev	5
2.6.3	Gojenje sadik	5
2.6.4	Gojenje v gojitvenih ploščah	6
2.7	RASTNE RAZMERE	6
2.7.1	Temperature	6
2.7.2	Tla	6
2.7.3	Gnojenje	6
2.7.4	Kolobar	6
2.8	OSKRBA POSEVKA	7
2.8.1	Namakanje	7
2.8.2	Varstvo pred plevelom	7
2.9	SPRAVILO IN SKLADIŠČENJE	7
2.10	HIDROPONIKA	7
2.10.1	Zgodovina in razvoj hidroponskih sistemov	8
2.10.2	Delitev hidroponskih sistemov	8
2.10.3	Opis hidroponskih sistemov	8
2.10.3.1	Vodne kulture	8
2.10.3.2	VPH (Vertical Plain Hydroponic)	9
2.10.3.3	NFT (Nutrient Film Technique)	9
2.10.3.4	PPH (Plant Plain Hydroponic)	9
2.10.3.5	Navpično gojenje rastlin v visečih vrečah napolnjenih s substratom	9

2.10.3.6	Tankoplastno gojenje	9
2.10.3.7	Aeroponika	9
2.10.3.8	Gojenje na ploščah kamene volne	10
2.10.4	Prednosti in pomanjkljivosti hidroponskih sistemov	10
2.10.5	Hranilne raztopine	10
2.10.5.1	Prevodnost	11
2.10.5.2	pH vrednost hranilne raztopine	11
2.10.5.3	Sestava hranilne raztopine	11
2.10.5.4	Koncentracija hranilne raztopine	12
2.10.5.5	Priprava hranilne raztopine	12
2.10.6	Substrati v hidroponiki	13
2.10.6.1	Anorganski substrati	13
2.10.6.2	Substrati pridobljeni iz sintetičnih materialov	15
2.10.6.3	Organski substrati	15
2.11	PLAVAJOČI SISTEM	16
3	MATERIAL IN METODE DELA	17
3.1	ZASNOVA POSKUSA	17
3.1.1	Opis sorte	17
3.1.2	Substrati	17
3.1.3	Gojitvene plošče	18
3.1.4	Gnojila	18
3.2	METODE DELA	18
3.2.1	Potek dela	18
3.2.2	Zdravstveno stanje motovilca	19
3.2.3	Meritve	19
4	REZULTATI	20
4.1	ODSTOTEK KALJIVOSTI	20
4.2	ŠTEVILO LISTOV NA RASTLINO	22
4.3	VIŠINA RASTLINE	24
4.4	MASA ROZET	26
4.5	KOLIČINA PRIDELKA	27
4.6	SUŠINA	31
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	32
5.1	RAZPRAVA	32
5.2	SKLEPI	33
6	POVZETEK	35
7	VIRI	37
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Odstotek kaljivosti (%) semena pri sorti 'Holandski motovilec' v posameznem substratu	20
Preglednica 2: Analiza variance za % kaljivosti semen motovilca	21
Preglednica 3: Povprečno število listov na rastlino v posameznem substratu	22
Preglednica 4: Analiza variance za število listov na rastlino	23
Preglednica 5: Povprečna višina (cm) rastline v posameznem substratu	24
Preglednica 6: Analiza variance za odvisno spremenljivko višina rastline	25
Preglednica 7: Povprečna masa (g) rozet motovilca v posameznem substratu	26
Preglednica 8: Analiza variance za odvisno spremenljivko masa rozet	27
Preglednica 9: Količina pridelka (g/gojitveno ploščo) v posameznem substratu	27
Preglednica 10: Količina pridelka motovilca (g/m ²) v posameznem substratu	29
Preglednica 11: Analiza variance za odvisno spremenljivko pridelek na m ²	30
Preglednica 12: Odstotek suhe snovi motovilca	31

KAZALO SLIK

Slika 1: Odstotek (%) kaljivosti semen motovilca v posameznem substratu	20
Slika 2: Število listov na rastlino v posameznem substratu	22
Slika 3: Povprečna višina (cm) rastlin v posameznem substratu	24
Slika 4: Povprečna masa (g) rastlin/vdolbino v posameznem substratu	26
Slika 5: Primerjava količine pridelka (g/gojitveno ploščo) med posameznimi substrati ter različno gostoto setve	28
Slika 6: Primerjava količine pridelka (g/m ²) med posameznimi substrati ter različno gostoto setve.	29

KAZALO PRILOG

Priloga A: Statistična analiza za % kaljivosti semen motovilca

Priloga B: Statistične analize za število listov na rastlino

Priloga C: Statistične analize za višino rastlin

Priloga D: Statistične analize za masa rozet

Priloga E: Statistične analize za pridelek na m²

Priloga F: Meritve pH vrednosti ter elektroprevodnost hranilne raztopine v času poskusa

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšave:	Pomen:
'84'	gojitvena plošča z 84 vdolbinami
'160'	gojitvena plošča z 160 vdolbinami
84/3	gojitvena plošča z 84 vdolbinami in gostoto 3 semena na vdolbino
160/2	gojitvena plošča z 160 vdolbinami in gostoto 2 semeni na vdolbino
1. pon.	1. ponovitev
2. pon.	2. ponovitev
3. pon.	3. ponovitev
Kam.v.	kamena volna

1 UVOD

Motovilec (*Valerianella locusta* L.) je solatnica iz družine špajkovk (*Valerianaceae*), ki jo gojimo zaradi listov v jesenskem, zimskem in spomladanskem času, kot nadomestek za solato.

Motovilec je toplotno manj zahtevna vrtnina, zato ga lahko gojimo tudi na prostem, saj za svojo rast ne potrebuje veliko toplote. Vedno bolj pa je razširjeno pridelovanje motovilca v zavarovanem prostoru zaradi zgodnejšega pridelka ter možnosti pridelave skozi vse leto.

V novejšem času se uveljavlja tudi gojenje motovilca na hidroponski način. Gojenje v inertnih substratih omogoča boljše kontrolo rasti razmer. Pridelke gojen na inertnih substratih je zgodnejši ter ga ni potrebno čistiti.

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Motovilec ima pomembno vlogo v prehrani ljudi. Glede na to, da lahko pridelovanje motovilca zasnujemo na različne načine, smo se odločili za gojenje motovilca na plavajočem sistemu. Namen raziskave je bil primerjati gojenje motovilca na plavajočem sistemu z gojenjem v šotnem substratu na gojitvenih mizah. Želeli smo izvedeti kaj več o plavajočem sistemu, ki pri nas še ni uveljavljen.

Inertni substrati nudijo rastlini oporo ter ugodne fizikalne razmere za rast in razvoj koreninskega sistema. Ti substrati ne spreminjajo svojih kemijskih lastnosti in lastnosti drugih snovi, s katerimi so v stiku.

1.1 CILJI

V poskusu smo proučili razlike med pridelkom motovilca gojenega na inertnih substratih ter gojenega na šotnem substratu. Za ugotavljanje razlik pri gojenju v inertnih substratih na plavajočem sistemu ter gojenjem na gojitvenih mizah smo merili višino rastlin, število listov v rozeti, maso rastlin ter količino pridelka.

Cilj raziskave je bil ugotoviti razlike med posameznimi substrati oziroma razlike med gojenjem na plavajočem sistemu v primerjavi z gojenjem v šotnem substratu.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Pri pridelavi motovilca v gojitvenih ploščah s 84 vdolbinami (v nadaljevanju '84') in v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami (v nadaljevanju '160') ter v petih različnih substratih, od katerih je bil en kontrola (šota), smo predvidevali, da se bodo pojavile razlike med pridelkom v inertnih substratih ter pridelkom v šoti. Predvidevali smo, da bo pridelek na plavajočem sistemu zgodnejši ter večji od pridelka na šotnem substratu.

2 PREGLED DOSEDANJIH OBJAV

2.1 SISTEMATIKA IN IZVOR MOTOVILCA (*Valerianella locusta* L.)

2.1.1 Sistematika

Motovilec (*Valerianella locusta* L.) uvrščamo v (Martinčič in Sušnik, 1969):

Oddelek:	SPERMATOPHYTA – semenke
Pododdelek:	ANGIOSPERMAE - kritosemenke
Razred:	DICOTYLEDONEAE - dvokaličnice
Podrazred:	SYMPETALIDAE - zraslovenčnice
Družina:	VALERIANACEAE - špajkovke
Rod:	VALERIANELLA
Vrsta:	LOCUSTA ali OLITORIA

2.1.2 Izvor motovilca

Motovilec izvira iz plevelne vrste, ki jo najdemo na njivah. Ljudski izraz za motovilec je repincelj. Je enoletnica in ena izmed najmanj toplotno zahtevnih vrtnin, zato dobro prezimi na prostem, še bolje pa v plastenjakih (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

2.2 RAZŠIRJENOST PRIDELOVANJA MOTOVILCA

V Zahodni Evropi pridelujejo motovilec vse leto v specializiranih obratih v rastlinjakih. Pri nas je povpraševanje po njem največje jeseni, pozimi in zgodaj spomladi. Motovilec raste v naravi na travnikih, žitnih poljih in ob robovih polj v Evropi, Severni Afriki in Aziji do Kavkaza in Indije. Lahko ga gojijo tudi v višjih legah v tropskem in subtropskem pasu. Predvidevajo, da sta domovini motovilca Sardinija in Sicilija. Ostanke izkopanin pričajo, da so ga že v neolitski dobi uporabljali za prehrano. Tudi v bronasti in železni dobi kot tudi v starorimskih arheoloških najdbah so našli sledove o uporabi motovilca (Černe, 2000).

V večjem obsegu so ga začeli gojiti v začetku 20. stoletja zlasti v Franciji, Belgiji, Švici, Nemčiji, Nizozemski, Veliki Britaniji in Italiji. V zahodni in srednji Evropi pozimi pridelujejo motovilec predvsem v rastlinjakih, kjer potrebuje izredno malo toplote. V Franciji se je pridelovanje v zadnjih letih povečalo od 300 na 1200 ha, tako ga v osmih mesecih pridelajo 8500 ton in ga od tega 2500 ton izvozijo v Nemčijo. V Nemčiji ga pridelujejo na prostem na 500 ha in v rastlinjakih na 200 ha (Černe, 2000).

Po podatkih statističnega urada Republike Slovenije smo leta 2006 v Sloveniji pridelovali motovilec na površini 24,2 ha. Od tega na prostem 22,5 ha ter v zavarovanem prostoru na površini 1,7 ha. V tem času je 162 pridelovalcev pridelovalo motovilec na prostem, medtem ko je motovilec v zavarovanem prostoru pridelovalo le 33 pridelovalcev (Statistični..., 2008).

2.3 MORFOLOŠKE IN BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Motovilec uvrščamo v družino špajkovk (*Valerianaceae*). Je solatnica, ki jo uporabljamo predvsem jeseni in pozimi ter zgodaj spomladi, saj je idealen zimski nadomestek za solato. Oblikuje rozeto in pri tržni pridelavi porežemo cele rozete, medtem ko pri pridelavi na vrtovih lahko porežemo posamezne liste in se bo rastlina spet obrasla. Optimalno število je 10 do 12 listov v rozeti. Pri višjih temperaturah in dolgem dnevu rastline poženejo v cvet (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Motovilec je enoletna rastlina z razmeroma kratko rastno dobo. Na skrajšanem stebelu oblikuje liste, pri katerih pecelj večinoma ni izražen. Listi so ovalne do izdolžene oblike in rahlo kosmati. Listni rob je gladek. Rastline so rumeno do temno zelene barve (odvisno od sorte). V dolgem dnevu in pri višji temperaturi se oblikuje razvejano cvetno steblo z drobnimi plavkastimi cvetovi. Prevladuje samooplodnja. Nekatere sorte ali tipe ločimo tudi po obliki semen (Jakše, 2002b).

2.4 SORTIMENT

Od domačih selekcij so v sortno listo sprejeti 'Ljubljanski motovilec', 'Holandski motovilec', 'Pomladin', 'Zimko' in 'Žličar', ki ima značilno obliko lista v obliki žličke.

'Ljubljanski motovilec' ima bolj drobno seme od sorte 'Holandski motovilec', boljšo odpornost na nizke T ter gladek in ozek list.

'Holandski motovilec' ima debelejšo seme, bujnejšo rozeto, list je rahlo dlakav in temnejši od sorte 'Ljubljanski motovilec'.

V nekaterih poskusih sta se dobro obnesli tudi novejši sorti 'Juwahit' in 'Juwabel' od firme Enza zaden (Jakše, 2002b).

2.5 POMEN MOTOVILCA V PREHRANI

Vsebuje precej vitamina C, karotena, zato je priporočljivo jesti motovilec zgodaj spomladi za čistilno dieto. Motovilec pomirja živce, krče v mišicah, deluje kot pomirjevalo. V koreninah je valerianska kislina. V suhi rastlini je 19 % beljakovin in 30 do 34 % olj (Černe in Vrhovnik, 1992).

Ker motovilec vsebuje veliko mineralov, ugodno deluje na čiščenje krvi in kože, pospešuje izločanje vode in strupenih snovi iz telesa, olajša iztrebljanje. Pripomore, da se izognemo spomladanski utrujenosti, ker vsebuje razmeroma veliko železa. Priporočajo ga tudi ledvičnim in srčnim bolnikom, pri artritisu, sladkorni bolezni (Černe, 2000).

Zlasti zgodaj spomladi je cenjena motovilčeva solata, lahko tudi skupaj z radičem, regratom in jajci.

Motovilec mešamo tudi med druge vrtnine in pripravimo zelenjavni sok, ki ga pijemo večkrat na teden, zlasti če smo predebeli (Černe in Vrhovnik, 1992).

2.6 TEHNOLOGIJE PRIDELAVE

2.6.1 Načini pridelovanja

Pridelujemo ga na prostem, zaradi višje cene, ki jo dosega pozimi, je razširjeno tudi pridelovanje v zavarovanem prostoru. Pozimi ga lahko uspešno gojimo v neogrevanih rastlinjakih ali nizkih in visokih tunelih, zlasti na območju brez snežne odeje. Na prostem za boljšo prezimitev priporočamo neposredno prekrivanje z vlaknato folijo (Škof, 2000).

Večje pridelke in enakomernejšo oskrbo trga v zimskem obdobju dosežemo s pridelovanjem v zavarovanem prostoru (nizki tuneli, rastlinjaki). Pri gojenju v rastlinjakih posevek motovilca zasujemo s setvijo semena v dobro pripravljeno in z apnenim dušikom razkuženo zemljišče. Še pogosteje se odločamo za zasnovo posevka s sadikami pri gojenju v zavarovanih prostorih (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

Posevek motovilca zasujemo z neposredno setvijo, v novejšem času pa se, predvsem pri pridelavi v zavarovanem prostoru, uveljavlja zasnova posevka z vzgojo sadik (Škof, 2000).

Motovilec v novejšem času lahko pridelujemo tudi na hidroponski način. To je tehnika gojenja rastlin v hranilni raztopini (voda in hranila) z uporabo inertnih substratov ali brez njih. Tako hidroponiko delimo na agregatno (korenine se razvijajo v inertnih substratih), tekočinsko (korenine so stalno v hranilni raztopini) in zračno-aeroponsko (korenine so prostoviseče v zraku, ki je občasno nasičen s kapljicami hranilne raztopine) (Osvald in Petrovič, 2001).

2.6.2 Setev

Motovilec sejemo od avgusta do oktobra, redkeje od februarja do marca. Možna je terminska setev vsakih 14 dni. Priporočljivo je valjanje setvenice (po setvi za boljši vznik). Motovilec običajno sejemo v vrste na razmik 10 – 20 – 30 cm (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

Količina semena za setev je 10 do 12 kg/ha semena. Sejemo ga v globino 1 cm. Seme v ugodnih razmerah vzkali v 8 do 14 dneh. Prevladno (pomanjkanje kisika) ali presuho (pomanjkanje vlage) rastišče negativno vpliva na uspešnost kalitve semena (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.6.3 Gojenje sadik

Posevek motovilca lahko zasujemo tudi z gojenjem in presajanjem sadik. Sadike gojimo v gojitvenih ploščah. V vsako celico na plošči posejemo 5 do 8 semen. Sadike presajamo, ko imajo razvitih 4 do 6 listov, po 50 grudic na m² (200 do 400 rastlin motovilca na m² oziroma po novejših podatkih do 800 rastlinic) (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.6.4 Gojenje v gojitvenih ploščah

V preteklosti so zelenjavo gojili v gredicah v rastlinjakih ali v gredicah na prostem. V zadnjem desetletju se je celoten sistem pridelovanja zelenjave spremenil zaradi potreb po izboljšanju pridelka ter kvalitete zelenjave. En od možnih sistemov gojenja je uporaba različnih oblik embalaž za gojenje, v prvi vrsti so to gojitvene plošče. Ta sistem gojenja omogoča, da vsaka rastlina raste v svoji vdolbini in tako so rastline bolj izenačene (NeSmith and Duval, 1998).

Število rastlin na ploščo je odvisno od velikosti vdolbin v gojitvenih ploščah. Zelenjavo večinoma gojimo v gojitvenih ploščah z 30 do 300 vdolbinami (Walter in sod., 2005). Večje vdolbine na gojitvenih ploščah vodijo do zgodnejšega pridelka in so tudi lažje za upravljanje, ker večji volumen substrata zadržuje večjo količino vode ter hranil. Trend med mnogimi pridelovalci zelenjave so gojitvene plošče z večjim številom vdolbin (manjše vdolbine), tako lahko raste več rastlin na omejenem prostoru (Vavrina, 1995).

2.7 RASTNE RAZMERE

2.7.1 Temperatura

Motovilec ima skromne zahteve po toploti. Raste še pri temperaturi 4 °C. Odporen je na nizke temperature, tudi temperature pod -15 °C mu ne škodujejo. Nizke temperature lažje prenese pod snežno odejo. Če ni snega, lahko mraz in močan veter izsušita in uničita posevek. Uspešno prezimovanje je odvisno od stopnje razvitosti rastlin in odpornosti sorte proti nizkim temperaturam. Majhne rastline, ki niso pretegnjene, so manj občutljive na mraz. Seme kali pri temperaturi tal 0 °C. Če je temperatura tal 10 °C, vzkali v 16 dneh (Škof, 2000).

2.7.2 Tla

Motovilec ni posebno občutljiv za globoka in kakovostno pripravljena tla. Primeren je za manj kakovostna in slabše pripravljena zemljišča, čeprav daje večje in kakovostnejše pridelke na primerno oskrbovanih in boljših tleh. Priporočljivo je rahljanje do globine 20 cm, dobro pa uspeva tudi na zbitih tleh. Ima plitek koreninski sistem. Motovilec lahko uspešno gojimo tudi na breztaleten način (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.7.3 Gnojenje

Posevek pognojimo s kompostiranim uležanim gnojem in dodatno z mineralnimi gnojili. Okvirna gnojilna norma je: 100 kg/ha dušika (N), 80 kg/ha fosforja (P) in 100 do 130 kg kalija (K). Priporoča se večkratno dognojevanje z dušičnimi gnojili (1/3 ob setvi in 2/3 ob fazi razvoja 2. para listov). Nepravilno oziroma prepozno dognojevanje z dušikom vpliva na povečano vsebnost nitratov v pridelku (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.7.4 Kolobar

Motovilec v kolobarju pridelujemo za vrtninami, ki jih pospravimo do konca avgusta. Primerni predposevki so krompir, zelje, cvetača, kumare, paradižnik, bučke, na zelo humozni zemlji tudi čebula, česen, korenček, rdeča pesa. Zelo je pomembno, da

predposevek ne zapleveli tal in da v zemlji ne ostane preveč hranil. Čeprav se motovilec dobro prenaša, ga na isto zemljišče sejemo šele po treh letih, ne gojimo ga po solati, ker se pojavljajo na obeh vrtninah iste bolezni, ki jih povzročajo glive: *Botrytis*, *Rhizoctonia*, *Phoma*, *Sclerotinia* (Černe, 2000).

2.8 OSKRBA POSEVKA

2.8.1 Namakanje

Namakamo skladno s potrebami rastlin oziroma razvojnimi stadiji. Priporočljiva je kombinirana oskrba z vodo in hranili (fertiirigacija) pri talnem in semihidroponskem pridelovanju (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.8.2 Varstvo pred plevelom

Za varstvo motovilca pred plevelom nimamo pri nas na voljo nobenega kemičnega pripravka, zato je tukaj še toliko bolj pomembno izvajanje preventivnih ukrepov. Zelo pomembna je raba čistega semena. Pogosto si pridelovalci motovilca s semenom занesejo tudi plevele, ki jih ročno skoraj ni mogoče odstraniti, posebno še, če je motovilec sejan na široko. To je tudi eden od razlogov, da se pridelovalci odločajo za vzgojo motovilca iz sadik, saj je v tem primeru reševanje zapleveljenosti veliko bolj enostavno. Sadike motovilca so bolj konkurenčne plevelom, setev v vrste pa omogoča lažjo dostopnost za mehansko odstranjevanje plevela med vrstami (Urbančič-Zemljič, 2000).

2.9 SPRAVILO IN SKLADIŠČENJE PRIDELKA

Pospravljamo cele rastline, ko so tehnološko zrele in sicer ročno s spodrezovanjem rastlin s spodrezovalnimi vilami ali ročno s spodrezovanjem z nožem. Lahko pa pridelek pospravljamo z rezanjem listov (večkratno spravilo). Pridelek pospravljamo, preden zunanji listi začno rumeneti (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

Če je oskrba optimalna in so pridelovalne razmere ugodne, začnemo s spravilom 60 do 80 dni po setvi (pred začetkom odmiranja – rumenenja zunanjih listov). Pri pridelovanju na prostem v povprečju pridelamo 5 do 7 t/ha pridelka. Pri pridelovanju v plastenjakih dosegamo za 50 do 100 % večje pridelke (1 do 2 kg/m² oziroma 10 do 20 t/ha) (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.10 HIDROPONIKA

Beseda hidroponika izhaja iz dveh grških besed (hydro = voda in ponos = delo).

To je tehnika gojenja rastlin brez prsti oz. brez zemlje (izven zemlje) kot to obliko poimenujejo v nekaterih deželah. 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, ekspanzirana glina) (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.10.1 Zgodovina in razvoj hidroponskih sistemov

Prvi znani način gojenja rastlin s hidroponiko so plavajoči vrtovi, chimpas, na jezeru Texcoco (Mehika). Na njih so indijanski vrtnarji pridelovali zelenjavo in okrasno cvetje, s čimer so preskrbeli četrto milijona prebivalcev mesta Ciudad de Mexico (Krese, 1989).

Leta 1600 je Belgijec Jan Van Helmont s poskusom dokazal, da rastlina vse potrebne sestavine za rast dobi iz vode. Sto let kasneje sta Francoza De Saussure in Boussingault dokazala, da rastline vsebujejo ogljik, vodik, kisik in dušik. Osnovne poskuse so opravili številni znanstveniki, med katerimi sta še posebej pomembna dva nemška, Sachs v letu 1860 in Knop med letoma 1861 in 1865. Odkrili so pomembna hranila, ki jih potrebujejo rastline, in ugotovili njihove kemične formule. Poleg že znanih elementov, ki so nujno potrebni za rast rastlin, so odkrili še fosfor, žveplo, kalij, kalcij in magnezij. Dr. W. F. Gericke iz Kalifornije je leta 1940 objavil navodila za komercialno uporabo tehnike gojenja brez uporabe prsti in jo imenoval Hydroponics – hidroponika. To metodo je razvil in opisal; najprej je bila namenjena raziskavam o fiziologiji in biokemiji rastlin, šele kasneje so jo začeli uporabljati v vrtnarstvu. Sestavil je recept za učinkovito hranilno raztopino in s tem odstranil največjo oviro za razvoj hidroponike (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

V 80. letih prejšnjega stoletja so bile po površinah z breztalnih gojenjem vodilne Japonska, Nizozemska, Rusija in Italija (Jesen in Collins, 1985). Takrat je zanimanje za hidroponsko gojenje doseglo vrh. Danes so vodilne države v hidroponskem pridelovanju vrtnin Nizozemska, Kanada, Nemčija in Avstralija, medtem ko je v Sloveniji uporaba hidroponskih sistemov v širši proizvodnji zanemarljivo majhna (Osvald in sod., 2005).

2.10.2 Delitev hidroponskih sistemov

Po tem, ali se hranilna raztopina ponovno uporabi ali ne, ločimo zaprte hidroponske sisteme, kjer hranilna raztopina v sistemu kroži in odprte hidroponske sisteme, kjer hranilno raztopino po uporabi zamenjamo.

Hidroponske sisteme razvrščamo glede na način gojenja, uporabo substratov in hranilne raztopine. Sistemi so primerni za gojenje rastlin v zavarovanem prostoru ali za gojenje na prostem (Petrović, 1993).

2.10.3 Opis hidroponskih sistemov

2.10.3.1 Vodne kulture

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

2.10.3.2 VPH (Vertical Plain Hydroponic)

Rastline gojimo na flisni podlagi z odsevajočimi folijami, ki visijo na stojalih. Hranilno raztopino se dodaja na vrhu plošče. Pri tem pa moramo biti pozorni, da se raztopina pravilno razporedi in da je flisna podlaga primerno navlažena (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.10.3.3 NFT (Nutrient Film Technique)

Sistem temelji na nagnjenih plastičnih kanalih s padcem 1 do 2 %, v katerih se neprestano pretaka hranilna raztopina v tanki plasti. Črpalka dovaja raztopino na vrh sistema v časovnih presledkih ali neprekinjeno. Na spodnjem delu raztopina izteka iz kanalov v drenažni sistem, od tam pa v rezervoar, v katerem je črpalka, ki poskrbi za ponoven dotok hranilne raztopine.

2.10.3.4 PPH (Plant Plain Hydroponic)

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

2.10.3.5 Navpično gojenje rastlin v visečih vrečah, napolnjenih s substratom

Hranila dodajamo kapljično na vrhu vreč. Na dnu pa so drenažne odprtine, ki omogočajo do odvečna hranilna raztopina hitro odteka. Taka oblika gojenja je primerna predvsem zaradi boljše izkoriščenosti oziroma večjega števila rastlin na m² (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.10.3.6 Tankoplastno gojenje

Je sistem gojenja vrtnin na tankih plasteh substrata z debelino 2 cm ali 10 cm. Kot substrat se pri tankoplastnem gojenju uporablja šota, kosmiči kamene volne ali mešanice vermikulita in kremenčevega peska, šote, komposta. Pri tem sistemu se substrat nasuje med dve polietilenski foliji. Rastline oskrbujemo s hranilno raztopino preko sistema cevk ali cevi za kapljično namakanje (Osvald in sod., 1998).

2.10.3.7 Aeroponika

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

2.10.3.8 Gojenje na ploščah kamene volne

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

2.10.4 Prednosti in pomanjkljivosti hidroponskih sistemov

Prednosti hidroponskega gojenja vrtnin:

- rastline lahko gojimo tudi tam, kjer zemlja ni primerna za rast ali je onesnažena,
- visoka intenzivnost pridelovanja,
- manj naporno delo pri obdelovanju, kultiviranju, razkuževanju, zalivanju in drugem,
- manjša poraba zaščitnih sredstev,
- pri hidroponskem pridelovanju porabimo manj vode kot pri klasičnem,
- onesnaževanje okolja je manjše,
- nadzorovano in usklajeno dodajanje hranil glede na razvoj in potrebe rastlin,
- kolobarjenje ni potrebno,
- sistemi so prilagodljivi in primerni tudi za ljubiteljsko gojenje zelenjadnic in okrasnih rastlin.

Pomanjkljivosti hidroponskega pridelovanja (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b):

- začetni stroški so veliki,
- potrebna sta izkušnost in znanje pri opravljanju del,
- bolezni in škodljivci se lahko hitro razširijo,
- v substratih ni koristnih mikroorganizmov, ki živijo v zemlji,
- rastline, ki rastejo v hidroponskih sistemih, reagirajo na dobre in ravno tako na slabe rastne pogoje hitreje kot rastline, gojene na klasičen način,
- rastline, ki so na razpolago, niso vedno primerne za hidroponsko gojenje.

2.10.5 Hranilne raztopine

Kadar uporabljamo besedo hranilna raztopina, mislimo na vodo, v kateri so raztopljeni vsi elementi, ki jih rastlina potrebuje. Elementi morajo biti prisotni v raztopini v točno določenem razmerju, tako da dobimo ravno pravšnjo koncentracijo hranilne raztopine. Paziti je potrebno tudi na kislost hranilne raztopine, ki jo po potrebi uravnavamo (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

Ločimo univerzalne hranilne raztopine in specialne hranilne raztopine, ki so primerne le za določeno vrsto, razvojno fazo ali stanje rastline. Pri izbiri hranilne raztopine je treba upoštevati specifične potrebe gojene rastline po hranilih, potrebe različnih organov rastlin, spreminjanje potreb glede na starost rastlin, glede na klimatske razmere in glede na uporabljen substrat (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

Hranilna raztopina vsebuje tako makroelemente (dušik, fosfor, kalij, magnezij, kalcij in žveplo), kot tudi mikroelemente (železo, bor, baker, cink, mangan, kobalt in molibden). Makroelementi so potrebni v večjih količinah, mikroelementi pa v manjših, vendar ne smejo nikoli manjkati. V večjih količinah potrebujejo rastline tudi ogljik, kisik in vodik, ki pa jih dobijo iz zraka in vode (Manson, 1990).

2.10.5.1 Prevodnost

Pri sestavi hranilne raztopine je pomembna koncentracija hranil, ki jo merimo z enotami za prevodnost.

S prevodnostjo merimo elektroprevodnost hranilne raztopine. S povečevanjem koncentracije hranil, se povečuje tudi prevodnost, ki jo je potrebno uravnavati. Prevodnost merimo s pomočjo konduktometra; njena oznaka je EC. Enota je milisiemens na centimeter (mS/cm) in se ugotavlja pri 25 °C (Manson, 1990).

Rastlina ima razmeroma veliko potrebo po hranilnih snoveh. Da bi bile le-te zadostne, moramo dovajati hranilno raztopino s povišano vrednostjo EC. Prvi teden naj bo EC 3 mS/cm, kasneje pa jo postopno zmanjšamo na 2,8–2,5 mS/cm. Vrednosti se razlikujejo glede na višino plošč (vreč, plasti substrata). V fazi ukoreninjenja so optimalne vrednosti 4,0–4,5 mS/cm in sicer do razcveta petega socvetja (grozda pri paradižniku), potem pa se zmanjša na 3,0–3,5 mS/cm. Količina dodane vode je majhna zato, da bi pospešili ukoreninjenje (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.10.5.2 pH vrednost hranilne raztopine

pH vrednost merimo s pH metrom, in sicer dnevno, lahko pa je tudi avtomatsko nadzorovana. S pH vrednostjo ponazarjamo koncentracijo prostih vodikovih ionov v vodi, zemlji in drugih medijih. Merjenje je na logaritemski skali z vrednostmi od 0 do 14. Vrednost 7 ponazarja nevtralno reakcijo, višje vrednosti pomenijo bazičnost, nižje pa kislost medija (Manson, 1990).

Optimalni pH za večino vrtnin je 5,5 do 6,5; pri hidroponskem gojenju je zaželena pH vrednost med 6 in 6,5. Za zniževanje pH vrednosti uporabljamo dušikovo in žveplovo kislino, za zviševanje pH vrednosti pa uporabljamo apno. Ko je pH vrednost pod 4 (zelo kislina reakcija), pride do poškodb rastlinskih korenin (Manson, 1990).

Vse vode vsebujejo bikarbonat, zato je raztopina alkalna. Za doseganje pH vrednosti v raztopini 5,5–5,8 moramo bikarbonatne ione nevtralizirati s kislino. Da bi bila hranilna raztopina primerna za uporabo, moramo pustiti v vodi 0,5 meq bikarbonata (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.10.5.3 Sestava hranilne raztopine

Za vsako posamezno vrsto, razvojno fazo in način gojenja sestavimo hranilno raztopino, ki jo dovajamo gojenim rastlinam v obliki zaprtega ali odprtega sistema gojenja. Ta mora vsebovati makroelemente (dušik, fosfor, kalij, magnezij, kalcij in žveplo) v relativno

velikih količinah. Nujno potrebni, vendar v zelo majhnih količinah, pa so še mikroelementi (železo, baker, bor, mangan, cink, kobalt in molibden). Potrebni so tudi kisik, vodik in ogljik, vendar te dobiva rastlina iz zraka in vode (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.10.5.4 Koncentracije hranilne raztopine

Hranilne raztopine temeljijo na količini HCO_3^- , Ca^{2+} in Mg^{2+} v vodi, ki jo uporabimo za sestavo hranilne raztopine (namakanje). Da dosežemo njihovo pravilno sestavo, moramo dodati določeno količino kislin za nevtralizacijo HCO_3^- .

Pri gojenju vrtnin se občasno pojavljajo znaki pomanjkanja posameznih hranil. S skrbnim pregledom rastlin in znakov, ki se pojavijo na posameznih delih rastlin (listih ali poganjkih) v obliki kloroz, obarvanja, nekroz in drugih znakov deformacij, lahko ugotovimo vzroke tega pojava. Z odvzemom vzorcev listov v določeni razvojni fazi in z določenega mesta, lahko s kemično analizo listov ugotovimo stopnjo preskrbljenosti s posameznimi hranili (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.10.5.5 Priprava hranilnih raztopin

Hranilno raztopino pripravimo v dveh ločenih posodah poimenovanih posoda A in posoda B. V vsaki posodi je koncentrirana hranilna raztopina, katere koncentracija je 100–krat večja od koncentracije raztopine, s katero bomo s kapljičnim sistemom namakali. Sestavine prve raztopine so kalcijev nitrat, amon nitrat (tekoči), kalijev nitrat, dušikova kislina (38 %) in železov kelat DTPA 6 %. V drugi raztopini so dušikova kislina (38 %), fosforna kislina (59 %), kalijev nitrat, kalijev sulfat, magnezijev sulfat, mangan, cink, bor, molibden, baker (Petrovič in Osvald, 1998).

Običajno ločeno pripravljamo raztopino soli v koncentrirani obliki v dveh posodah (posoda A in posoda B). V posodi A raztapljamo soli, ki vsebujejo kalcij (Ca) v posodi B pa soli, ki se s kalcijem obarjajo in se vežejo v težje topno obliko soli, če jih raztapljamo v isti posodi. Obe komponenti (raztopini), ki sta v koncentrirani obliki, se dovajata v vodo za namakanje neposredno ob namakanju (pri odprtih sistemih). Pri zaprtih sistemih pripravimo hranilno raztopino v želeni koncentraciji v bazenu (posodi) in z njo namakamo (pri gojenju v substratih) oziroma navlažujemo koreninski sistem (pri aeroponskem gojenju, floating sistemih, gojenju v vodnih kopelih – bazenih oziroma NFT sistemih gojenja). Zaradi sprememb sestave hranilne raztopine le to korigiramo z dodajanjem koncentrirane hranilne raztopine oziroma manjkajočih hranil (v obliki soli ali kislin). Po potrebi, če se pH hranilne raztopine zniža pod optimalno vrednost za določeno (gojeno) rastlino, korigiramo pH hranilne raztopine z dodajanjem dušikove ali fosforne kisline in s tem zmanjšamo pojav obarjanja dostopnih oblik hranil. Za zviševanje pH vrednosti hranilne raztopine ali gojitvenega substrata uporabimo apno (kalcij). Pri prenizki pH vrednosti, pod 4, pride do poškodb rastlinskih korenin. Pri previsokem pH (v primeru gojenja v zaprtih sistemih v substratih – kameni volni), pride do slabše dostopnosti hranil in s tem do fizioloških motenj (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

2.10.6 Substrati v hidroponiki

Pri hidroponskem načinu gojenja vrtnin uporabljamo pri agregatnih sistemih inertne substrate. Ti substrati ne spreminjajo svojih kemijskih lastnosti in lastnosti drugih snovi, s katerimi so v stiku. Rastlini nudijo oporo in ugodne fizikalne razmere za rast in razvoj koreninskega sistema.

Substrat za hidroponsko gojenje rastlin mora izpolnjevati naslednje pogoje (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b):

- mora biti kemično inerten in stabilen,
- mora biti čist,
- mora omogočiti enostaven odtok odvečne vode,
- mora imeti ugodno razmerje voda : zrak,
- mora imeti dobro puferno izravnalno kapaciteto,
- zaželeno je, da ima substrat dobro kationsko izmenjalno kapaciteto.

Obstajajo tri glavne skupine substratov, ki so primerni za hidroponsko gojenje (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b):

- substrati pridobljeni iz kamnin so kamena volna, vermikulit, perlit, mivka, kremenčev pesek, ekspandirana glina,
- substrati pridobljeni iz sintetičnih materialov so gobaste pene (sponge foams) in ekspandirana plastika (polistirol),
- organski substrati (žagovina, šota, kokosova vlakna).

2.10.6.1 Anorganski substrati

- Kamena volna

Kamena volna je bila prvotno izdelana kot izolacijski material. 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 nalagajo eno na drugo v plasteh. Na ta način med vlakni nastane veliko por, ki se ob namakanju izmenično napolnijo z vodo in zrakom (običajno je razmerje 3 : 1). Zaradi velikega deleža por, plošče kamene volne tehtajo le okoli 80 kg/m³. Kamena volna je inertna, sterilna, biološko nerazgradljiva ter dimenzijsko stabilna. Ker ne vsebuje škodljivih primesi, bakterij, gliv, škodljivcev ter semen plevelov, ni potrebno zamudno in drago razkuževanje. Ker pore zavzemajo 96 % celotnega volumna, kamena volna hitro vpija vodo. Uporabljeni material je mogoče reciklirati (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

- Vermikulit

Vermikulit je mineral glin, ki nastaja s preperevanjem minerala biolita, če je v tleh na razpolago dovolj magnezija (Ćirić, 1984).

To 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 še s kakšnim drugim materialom.

Vermikulit, ki je uporaben v vrtnarstvu, je na voljo v različnih granulacijah (Manson, 1990):

1. delci premera 5–8 mm,
2. delci premera 3–4 mm (standardna velikost),
3. delci premera 1–2 mm,
4. delci premera 0.75–1 mm (uporabljamo za kalitev semen).

- Perlit

Perlit izhaja iz silikatnih vulkanskih kamnin. Vsebuje 2–5 % vode. Ko ga drobijo in segrevajo na 1000 °C naraste ter postane zelo lahek material z nasipno maso 130–180 kg/m³. Perlit je fizikalno stabilen in kemično inerten. Vsebuje 6,9 % aluminija (Al) in ima zato nevtralno do rahlo kislo reakcijo.

Perlit ima slabo puferno kapaciteto, nima kationske izmenjalne kapacitete, odlično zadržuje vodo, ima pa boljši odtok kot vermikulit. Zaradi teh lastnosti perlit ponavadi uporabljamo v mešanici z vermikulitom v razmerju 1:1. Uspešno ga uporabljamo pri gojenju sadik in potaknjencev (Osvald in Osvald-Kogoj, 2005b).

- Mivka

Za hidroponsko gojenje uporabljamo granitno in silikatno mivko. Kalcijeva mivka je preveč alkalna. Mivka ima majhno vezalno sposobnost za vodo, zato je potrebno ob uporabi čiste mivke pogosto (stalno) namakanje. Za izboljšanje pridelovalnih razmer jo pogosto mešamo s šoto v razmerju 1:1 do 1:3 (mivka:šota) (Osvald in Osvald-Kogoj, 2005b).

- Kremenčev pesek

Delci kremenčevega peska so večji od mivke (2–15 mm). Slabše zadržuje vodo kot mivka. Uporablja se za gojenje v obliki mešanice z drugimi substrati (Osvald in Osvald-Kogoj, 2005b).

- Žlindra

Žlindra je porozna vulkanska kamnina. Uporabljajo se delci različnih velikosti. Ima dobre fizikalne lastnosti. Njen pH je 7–10, odvisno od izvora kamnine. Za hidroponsko gojenje je primerna kot čista ali v mešanicah z drugimi substrati (Osvald in Osvald-Kogoj, 2005b).

- Ekspandirana glina - glinopor

Pridobiva se z mešanjem gline in goriva. Oblikuje se v kroglice zelenih velikosti. Na visoki temperaturi gorivo v glineni kroglici eksplodira, pri tem se prostornina kroglice zelo poveča. V notranjosti kroglice nastane veliko por, ki se ob namakanju napolnijo z vodo (Manson, 1990).

2.10.6.2 Substrati pridobljeni iz sintetičnih materialov

- Gobaste pene (spogne foams)

Uspešno se uporabljajo za hidroponsko gojenje, vendar so drage. Uporabljajo se predvsem za razmnoževanje rastlin s potaknjenci (Manson, 1990)

Primerne so za hidroponsko gojenje. Cenovno so manj ugodne (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

- Ekspandirana plastika (polistirol) - stiropor

Ima nekaj pomanjkljivosti kot so: ne zadržuje vlage, je lažja od vode, zato se pogosto izloča iz mešanic na površino. Ne daje prave opore rastlinam (Manson, 1990).

2.10.6.3 Organski substrati

- Žagovina

Žagovino trdega lesa lahko uporabljamo kot substrat za hidroponsko gojenje, vendar jo moramo najprej kompostirati. Žagovina dreves z mehkim lesom, zaradi toksičnih snovi, ni primerna za gojenje sadik in hidroponsko gojenje.

Žagovina, ki ni bila predhodno kompostirana, se bo razkrajala v času rasti gojenih rastlin in v tem času bodo mikrobi porabili dušik iz hranilne raztopine. Žagovina ima v primerjavi s šoto nekoliko slabšo kationsko izmenjalno kapaciteto (Manson, 1990).

- Šota

Šoto sestavljajo delno razkrojeni rastlinski ostanki iz močvirnatih in hladnih območij (Manson, 1990).

Šota dobro zadržuje vodo, njene lastnosti se razlikujejo glede na nahajališča. Ni inerten substrat, ker vsebuje nekatera hranila. Je kisle reakcije (pH do 4) z visoko puferno in visoko kationsko izmenjalno kapaciteto.

- Odpadna slama

Slama je zelo zračna in ima majhno kapaciteto za vodo, v vlažnem okolju pa se hitro razgradi. Ima nizko gostoto (Jakše, 2002a).

2.11 PLAVAJOČI SISTEM

Hidroponsko gojenje omogoča čiste listne produkte, preprostejše in krajše obdelovanje v industrijskem procesu in kontrolo rasti razmer. S pomočjo hidroponskega gojenja pridelamo visoko kvalitetne tržne rastline v 40 dneh, z nizko vsebnostjo nitratov.

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

Pomembno pri gojenju listnate zelenjave je znižanje vsebnosti nitratov. Nitrati negativno vplivajo na zdravje ljudi. Motovilec je ena izmed rastlin z visoko vsebnostjo nitratov (> 2500 mg/kg). Raziskave so pokazale, da motovilec gojen na plavajočem sistemu vsebuje 37 % manj nitratov kot motovilec, gojen na standardni način (Incrocci, 2001). Vsebnost nitratov v substratu je težko kontrolirati za vsako rastlino, medtem ko plavajoči sistem omogoča zmanjšanje vsebnosti nitratov (Fontana in sod., 2003).

V zadnjih petih letih se je pridelok motovilca povečal iz 156 ha na 327 ha (za 52 %) (ISTAT, 2004). Večje zahteve trgovcev po motovilcu so povrnile investicijo za izgradnjo plavajočega sistema.

Plavajoči sistem je relativno poceni hidroponski sistem in nezahteven za uporabo. Je primeren za gojenje zelenjave s kratko rastno dobo ter za gojenje zelenjave z veliko specifično težo.

Je učinkovit sistem za proizvodnjo listnate zelenjave z visoko vrednostjo, kot so bazilika, solata in špinača. Ta sistem omogoča končni pridelok, ki ga ni potrebno čistiti in potemtakem je skrajšan čas priprave zelenjave primerne za takojšnjo uporabo (Shaw, 2004). V plavajočem sistemu imajo korenine rastlin neposreden stik s hranilno raztopino in jo lahko prilagajamo posameznim rastlinam.

Glavni problem plavajočega sistema je skrb za kontrolo pH vrednosti in elektroprevodnosti hranilne raztopine, kot pri ostalih zaprtih hidroponskih sistemih. Več pozornosti je potrebno usmeriti v obogatitev raztopine s kisikom. Kadar pade kisik pod kritično koncentracijo za določeno rastlino v določenem obdobju rasti, lahko pride do stresa. Po drugi strani pa lahko dodajanje kisika hranilni raztopini privede do oksidacije hranil, in tako zmanjša njihovo dostopnost rastlinam (Both in sod., 1999).

3 MATERIAL IN METODE DE LA

3.1 ZASNOVA POSKUSA

Poskus smo izvedli v obdobju od 15.01.2007 do 23.03.2007. Delo je potekalo v rastlinjaku na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete.

Najprej smo stiroporne gojitvene plošče napolnili s substrati: glinopor, vermikulit, perlit, kosmiči kamene volne ter šoto ter nato posejali motovilec. Uporabili smo sorto 'Holandski motovilec'. V posamezne vdolbine gojitvene plošče smo vstavili po tri semena pri ploščah s 84 vdolbinami ter po dve semeni v gojitvene plošče s 160 vdolbinami. Skupno smo uporabili 30 gojitvenih plošč. Gojitvene plošče smo nato položili na plavajoči sistem, ki smo ga predhodno pripravili. Na plavajočem sistemu so bile gojitvene plošče napolnjene z glinoporjem, vermikulitom, perlitom ter kameno volno. Gojitvene plošče napolnjene s šotnim substratom pa so predstavljale kontrolo in so bile na suhem na gojitveni mizi.

Postavitev plavajočega sistema je potekala tako, da smo poplavno mizo priredili v bazen dimenzije 1,5 m x 10 m x 0,037 m napeli PE folijo ter natočili vodo do roba mize. Nato pa smo napeljali še sistem za dovajanje zraka, ki je bil povezan s kompresorjem. V pripravljen bazen smo natočili približno 360 litrov vode.

Prostor, ki ni bil zapolnjen z gojitvenimi ploščami, smo zapolnili s ploščami iz stiropora in s tem preprečili nastajanje alg.

Poskus je bil zasnovan v treh ponovitvah.

3.1.1 Opis sorte

V poizkusu smo sejali motovilec sorte 'Holandski motovilec'

'Holandski motovilec':

- je zgodnja sorta
- listi so široki, okroglasti, hrapavi, nesvetleče se rumenozelene barve,
- rastlina je bujna, rozetasta, položne rasti, listne konice so upognjene rahlo navzgor,
- srčni listi so slabo razviti, glavne žile pa so zelo vidne,
- srednje odporna proti mrazu,
- srednje hitro poganja v cvet
- daje velik pridelek (Černe in Levičnik, 1984).

3.1.2 Substrati

Gojitvene plošče smo napolnili s perlitom (velikost delcev 3-5 mm), vermikulitom (velikost delcev 3-4 mm), kosmiči kamene volne, glinoporjem (velikost delcev 4-8 mm) ter šotnim substratom kot kontrolo.

Glavne sestavine šotnega substrata, ki smo ga uporabili so: mešanica slabo do srednje razgrajene bele šote in zelo razgrajene črne šote. Električna prevodnost šote je 35 mS/m (+/- 25 %). pH vrednost (H₂O) je 5,5 do 6,5. Količina dodanega gnojila (NPK: 14 - 16 - 18) je 1,3 kg/m³.

3.1.3 Gojitvene plošče

V poizkusu smo uporabili gojitvene plošče iz stiropora dveh različnih dimenzij. Od skupno 30 plošč je imelo 15 plošč 160 vdolbin ter 15 plošč 84 vdolbin. Volumen vdolbine pri gojitvenih ploščah z 160 vdolbinami je bil približno 20 ml, pri gojitvenih ploščah z 84 vdolbinami pa približno 35 ml.

3.1.4 Gnojila

Uporabili smo vodotopno mineralno NPK gnojilo z razmerjem hranil 18–18–18 z dodanimi mikrohranili: bor (0,05 %), baker (0,02 %), železo (0,14 %), mangan (0,08 %), molibden (0,008 %) ter cink (0,05 %).

Za eno gnojenje smo porabili 250 g gnojila, ki smo ga dali v 360 l vode in tako dobili 125 ppm N, 125 ppm P₂O₅ in 125 ppm K₂O.

3.2 METODA DELA

3.2.1 Potek dela

- 15.1.2007 polnjenje gojitvenih plošč s 160 in 84 celicami s perlitom, vermikulitom, kameno volno, glinoporjem ter šotnim substratom, ki je predstavljal kontrolo,
- 16.1.2007 setev motovilca v prejšnji dan pripravljene gojitvene plošče. In sicer v plošče s 160 celicami po dve semeni ter v plošče s 84 celicami po tri semena. Po končani setvi smo gojitvene plošče postavili na plavajoči sistem,
- 22.1.2007 prvo dodajanje gnojila v plavajoči sistem. V posodi z vodo smo raztopili 250 g NPK gnojila ter ga na treh mestih vlili v plavajoči sistem.
- 2.2.2007 pregled vznika,
- 6.2.2007 dodajanje gnojila v plavajoči sistem, ponovno 250 g,
- 23.2.2007 dodajanje gnojila v plavajoči sistem, 250 g,
- 7.3.2007 prve meritve motovilca,
- 15.3.2007 menjava vode v plavajočem sistemu, brez dodatka gnojila,
- 23.3.2007 pobiranje pridelka motovilca ter zadnje meritve količine pridelka. Priprava vzorcev za merjenje sušine.
- 27.3.2007 ponovno tehtanje vzorcev motovilca po treh dneh sušenja v sušilniku,
- v plavajočem sistemu smo po potrebi dolivali vodo, ter kontrolne gojitvene plošče na suhem zalivali s prej pripravljeno hranilno raztopino, ki je bila enake koncentracije kot v plavajočem sistemu

- približno dvakrat tedensko smo opravljali meritve elektrokonduktivnosti ter pH vrednosti hranilne raztopine.

3.2.2 Zdravstveno stanje motovilca

V času poskusa nismo imeli nobenih težav z boleznimi in napadom škodljivcev. Proti koncu poskusa pa se je pojavilo rumenenje listov, posebno v času, ko smo zamenjali vodo v plavajočem sistemu ter nismo dodali gnojila. Rumenenje listov je bila posledica pomanjkanja hranil.

3.2.3 Meritve

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

Z meritvami smo nadaljevali ob pobiranju pridelka 7.03.2007. Iz vsake gojitvene plošče smo naključno izbrali vdolbine s primernim številom rastlin (v gojitvenih ploščah gostote '160' dve rastlini ter v gojitvenih ploščah gostote '84' tri rastline). Izbrali smo 10 vdolbin ter rastlinam izmerili višino, število listov ter maso.

Za višino rastline smo vzeli povprečno vrednost vseh rastlin v posamezni vdolbini. Prav tako smo za število listov v rozeti vzeli povprečno število listov v rozeti rastlin iz ene vdolbine. Šteli smo samo razvite liste. Maso rozet na vdolbino smo določili tako, da smo stehali skupaj rastline iz ene vdolbine (3 rastline v gojitvenih ploščah '84' ter 2 rastlini v gojitvenih ploščah '160').

Ob koncu poskusa smo nabrali še rastline za ugotavljanje sušine. Nabrali smo približno 20 g motovilca iz vsake gojitvene plošče. Izbrali smo plošče ene ponovitve, tako da smo zajeli vse substrate ter obe velikosti gojitvenih plošč. Nato smo dali vzorce v papirnate vrečke, ločeno glede na substrat ter velikosti vdolbine gojitvene plošče. Potem pa smo vrečke z vzorci postavili v sušilnik, v katerem je bila temperatura 65 °C, za tri dni. Po treh dneh smo ponovno stehali vrečke.

Na koncu pa smo tehtali tudi končni pridelek motovilca v posameznih gojitvenih ploščah. Pridelek na m² smo preračunali tako, da smo ploščo pomnožili s 6. Šest gojitvenih plošč približno zavzema površino 1 m².

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

4 REZULTATI

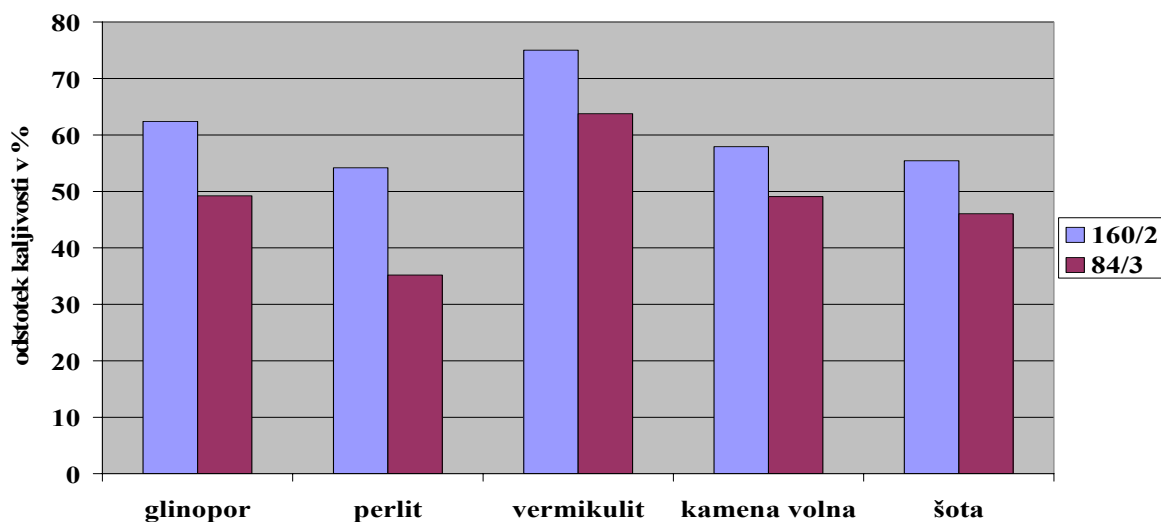
4.1 ODSOTOTEK KALJIVOSTI

Preglednica 1: Odstotek kaljivosti (%) semena pri sorti 'Holandski motovilec' v posameznem substratu.

Obravnavanje	Ponovitev	Kaljivost v %				
		Glinopor	Perlit	Vermikulit	Kamena volna	Šota
160/2	1. pon.	60,63	56,87	77,50	48,13	55,63
	2. pon.	57,81	45,00	66,87	64,06	53,75
	3. pon.	68,75	60,63	80,63	61,56	56,87
	Povprečje	62,39	54,17	75,00	57,92	55,42
84/3	1. pon.	40,87	31,75	68,65	46,03	51,98
	2. pon.	52,38	30,95	63,89	51,59	33,33
	3. pon.	54,36	42,86	58,73	49,60	52,78
	Povprečje	49,21	35,18	63,76	49,07	46,03

V preglednici 1 je prikazan odstotek kaljivosti semena sorte 'Holandski motovilec' v posameznem substratu ter dveh gostotah setve. Iz preglednice je razvidno, da je seme najbolje kalilo v vermikulitu ter najslabše v perlitu. Razlike so vidne tudi med gostotama setve. Seme je bolje kalilo v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami, torej v manjšem volumnu.

Seme je v povprečju bolje kalilo v inertnih substratih v primerjavi s kontrolo (šota), edino v perlitu je bil odstotek kaljivosti slabši v primerjavi s kontrolo.



Slika 1: Odstotek (%) kaljivosti semen motovilca v posameznem substratu.

Največji odstotek kaljivosti je bil v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami, ki so bile napolnjene z vermikulitom. V gojitvenih ploščah s 84 vdolbinami, napolnjenimi s perlitom pa je bil odstotek kaljivosti najmanjši, le 35 %.

Seme je najbolje kalilo v gojitvenih ploščah gostote '160', ki so bile napolnjene z vermikulitom.

Preglednica 2: Analiza variance za % kaljivosti semen motovilca

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	P-vrednost
OBRAVNAVANJA					
A: gostota	1140,09	1	1140,09	28,71	0,0000
B:substrat	2005,99	4	501,496	12,63	0,0000
C:ponovitev	240,711	2	120,355	3,03	0,0734
INTERAKCIJE					
AB	100,453	4	25,1133	0,63	0,6458
OSTANEK	714,82	18	39,7122		
SKUPAJ					
	4202,06	29			

Analiza variance za % kaljivosti (preglednica 2) je pokazala, da na % kaljivosti statistično značilno vpliva tako substrat kot gostota gojitvene plošče.

Preizkus mnogoterih primerjav (Priloga A1) je pokazal, da je seme statistično značilno bolje kalilo v vermikulitu v primerjavi z ostalimi substrati.

Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko % kaljivosti semen (priloga A2) je pokazal, da je gostota statistično značilno vplivala za kaljivost semen. % kaljivosti je bil statistično značilno večji pri rastlinah gojenih v gojitvenih ploščah '160'.

Preizkus mnogoterih primerjav je pokazal, da je bil % kaljivosti statistično značilno večji v gojitvenih ploščah '160' napolnjenih z vermikulitom (Priloga A3).

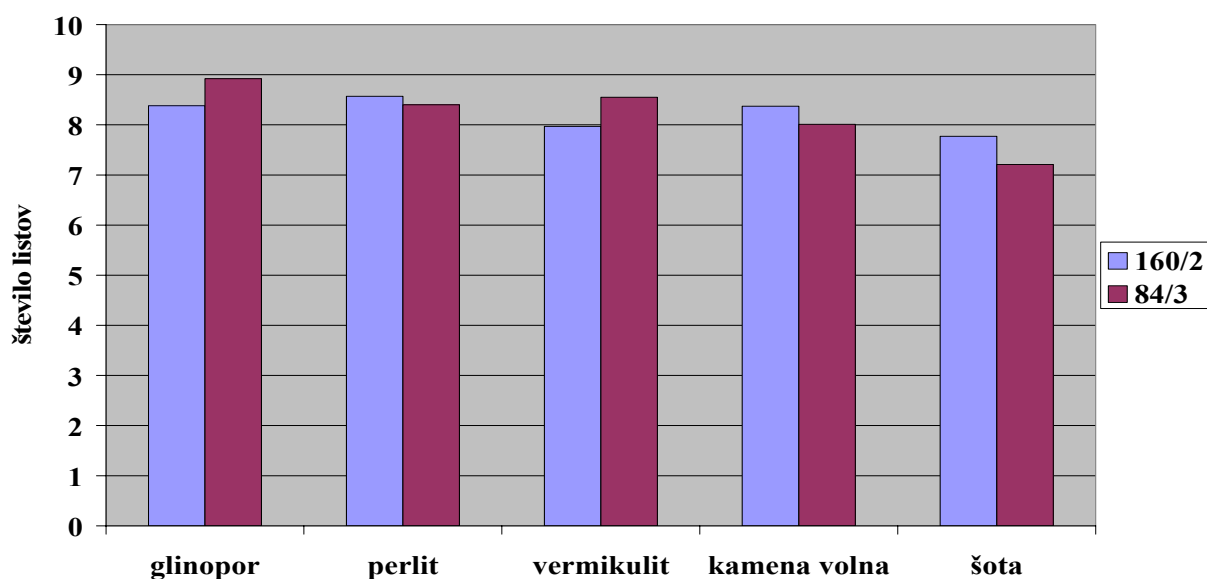
4.2 ŠTEVILO LISTOV NA RASTLINO

Preglednica3: Povprečno število listov na rastlino v posameznem substratu.

Obravnavanje	Ponovitev	Število listov				
		Glinopor	Perlit	Vermikulit	Kamena volna	Šota
160/2	1. pon.	8,65	8,90	7,60	8,00	7,80
	2. pon.	8,00	8,70	8,75	8,60	7,90
	3. pon.	8,50	8,10	7,55	8,50	7,60
	Povprečje	8,38	8,57	7,97	8,37	7,77
84/3	1. pon.	9,44	7,93	8,63	7,86	7,53
	2. pon.	8,66	8,62	8,60	8,12	6,95
	3. pon.	8,66	8,66	8,43	8,06	7,16
	Povprečje	8,92	8,40	8,55	8,01	7,21

V preglednici je prikazano povprečno število listov na rastlino.

Število listov je bilo med posameznimi substrati precej izenačeno. Iz tega lahko sklepamo, da različni substrati ne vplivajo na število listov.



Slika 2: Število listov na rastlino v posameznem substratu.

Iz slike je razvidno, da so imele rastline gojene v gojitvenih ploščah gostote '84' napolnjenih z glinoporjem največje število listov, skoraj 9. Medtem, ko so imele rastline gojene v gojitvenih ploščah gostote '160' napolnjene z vermikulitom, najmanjše število listov, 8. Rastline iz kontrole so imele manjše število listov.

Različne gostote rastlin niso značilno vplivale na število listov v rozeti gojenih rastlin, medtem ko so bile med substrati statistično značilne razlike.

Preglednica 4: Analiza variance za število listov na rastlino

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	P-vrednost
OBRAVNAVANJA					
A: gostota	0,0748491	1	0,0748491	0,13	0,7139
B: substrat	34,8754	4	8,71886	15,69	0,0000
C: ponovitev	2,15799	2	1,079	1,94	0,1456
INTERAKCIJE					
AB	13,578	4	3,39451	6,11	0,0001
OSTANEK	139,455	251	0,555597		
SKUPAJ	188,21	262			

Analiza variance za število listov na rastlino (preglednica 4) je pokazala, da na število listov statistično značilno vpliva substrat.

Preizkus mnogoterih primerjav (Priloga B1) je pokazal, da je bilo število listov statistično značilno večje v glinoporu, v primerjavi z ostalimi substrati.

Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko število listov na rastlino je pokazal, da gostota gojitvenih plošč ni statistično značilno vplivala na število listov na rastlino (Priloga B2).

Preizkus mnogoterih primerjav je pokazal statistično značilne razlike med številom listov na rastlino pri gojenju v različnih substratih ter gojenjem v gojitvenih ploščah različnih gostot (Priloga B3). Rastline, gojene v gojitvenih ploščah gostote '84', napolnjene z glinoporjem, so imele statistično značilno največje število listov na rastlino v primerjavi z rastlinami iz drugih substratov.

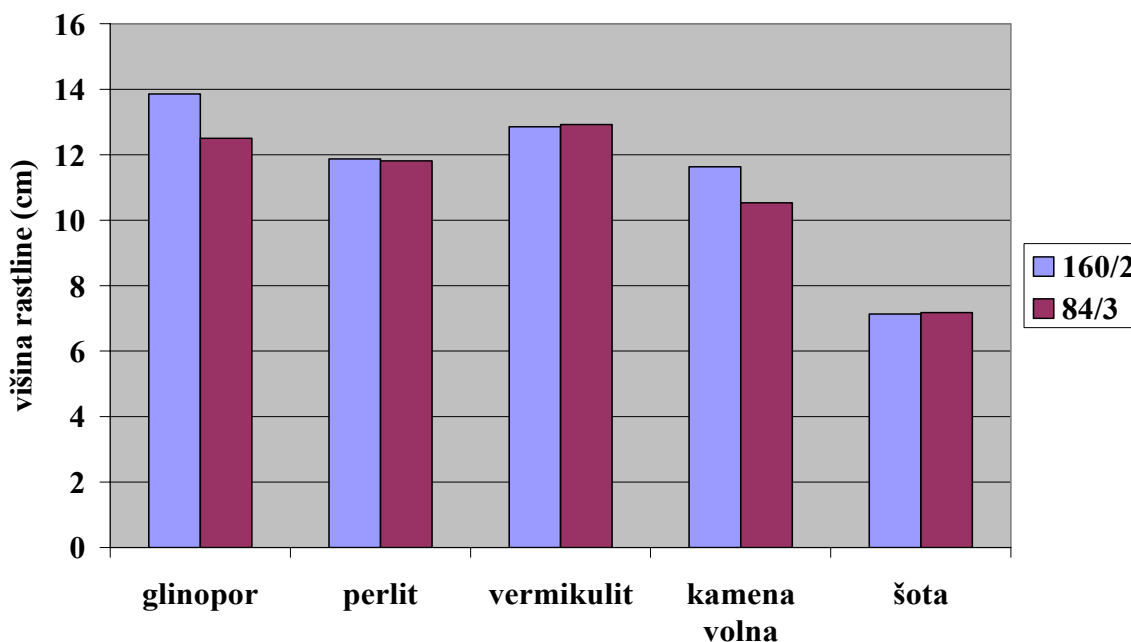
4.3 VIŠINA RASTLINE

Preglednica 5: Povprečna višina (cm) rastline v posameznem substratu.

Obravnavanje	Ponovitev	Višina rastline (cm)				
		Glinopor	Perlit	Vermikulit	Kamena volna	Šota
160/2	1. pon.	13,35	13,55	12,60	12,80	6,80
	2. pon.	13,70	10,97	14,15	11,00	7,10
	3. pon.	14,55	11,10	11,80	11,10	7,80
	Povprečje	13,86	11,87	12,85	11,63	7,13
84/3	1. pon.	13,00	11,50	12,75	10,20	7,77
	2. pon.	10,00	11,14	12,40	10,50	6,57
	3. pon.	14,50	12,80	13,60	10,90	7,20
	Povprečje	12,50	11,81	12,92	10,53	7,18

Preglednica 5 prikazuje povprečno višino rastlin. Ponovno so zelo očitne razlike med rastlinami, gojenimi v inertnih substratih v primerjavi z rastlinami, gojenimi v šoti.

Pri rastlinah gojenih v perlitu in vermikulitu gostota setve ni vplivala na višino rastline. Rastline so bile izenačene. Pri rastlinah gojenih v glinoporu in kameni volni pa so bile rastline gojene v gojitvenih ploščah gostote '160' višje od rastlin gojenih v gojitvenih ploščah gostote '84'. Najvišje rastline so bile gojene v glinoporu v gojitveni plošči gostote '160', najnižje pa v šotnem substratu, v ploščah z gostoto '160'.



Slika 3: Povprečna višina (cm) rastlin v posameznem substratu.

Rastline, gojene v gojitvenih ploščah gostote '160', so bile povprečno višje od rastlin gojenih v gojitvenih ploščah gostote '84'. Rastline, gojene v šoti so bile skoraj polovico nižje od rastlin, gojenih v inertnih substratih.

Preglednica 6: Analiza variance za odvisno spremenljivko višina rastline

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	P-vrednost
OBRAVNAVANJA					
A: gostota	9,35073	1	9,35073	5,09	0,0249
B:substrat	1168,06	4	292,016	158,99	0,0000
C:ponovitev	8,47615	2	4,23808	2,31	0,1016
INTERAKCIJE					
AB	14,7555	4	3,68888	2,01	0,0938
OSTANEK	460,996	251	1,83664		
SKUPAJ					
	1803,2	262			

Analiza variance za odvisno spremenljivko višina rastline je pokazala, da imata substrat in gostota setve statistično značilen vpliv na višino rastline.

Preizkus mnogoterih primerjav (Priloga C1) je pokazal, da so bile rastline, gojene v glinoporu ter perlitu, statistično značilno višje kot v drugih substratih, najnižje pa ponovno v šoti.

Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko višina rastlin (Priloga C2) je pokazal, da je bila višina rastlin statistično značilno višja pri rastlinah gojenih v gojitvenih ploščah gostote '160'.

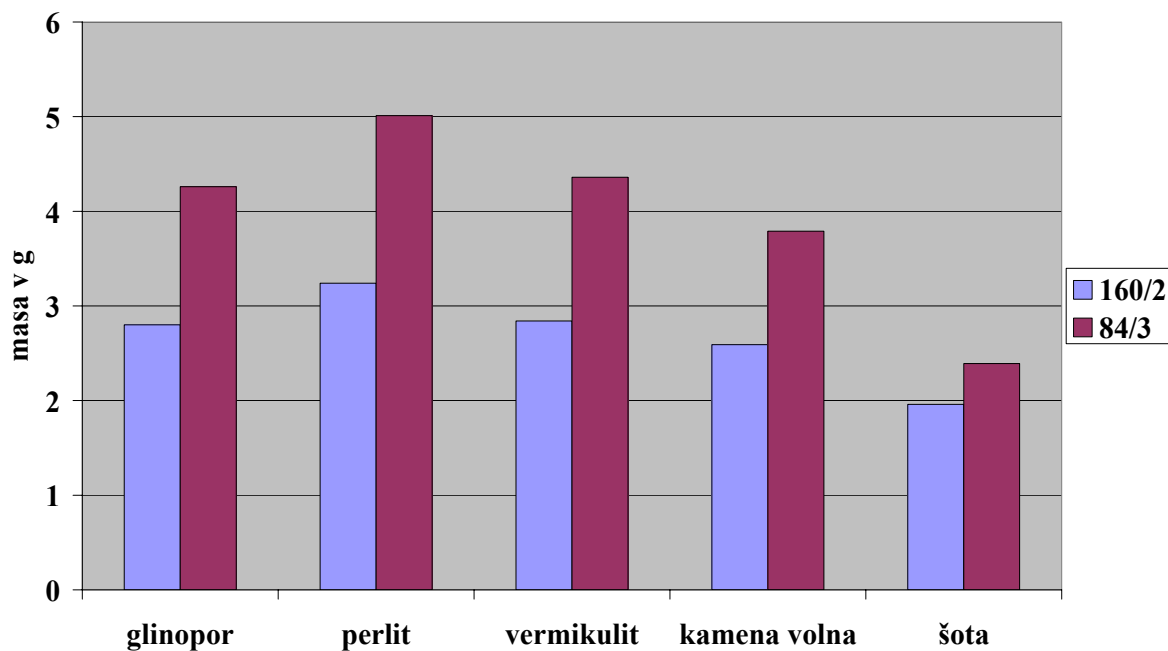
Preizkus mnogoterih primerjav (Priloga C3) je pokazal, da so rastline gojene v gojitvenih ploščah gostote '160' napolnjenih z glinoporjem, statistično značilno najvišje, v primerjavi z drugimi rastlinami.

4.4 MASA ROZET

Preglednica 7: Povprečna masa (g) rozete motovilca v posameznem substratu.

Obravnavanje	Ponovitev	Masa rastline (g)				
		Glinopor	Perlit	Vermikulit	Kamena volna	Šota
160/2	1. pon.	2,97	3,30	2,49	2,45	2,02
	2. pon.	2,34	3,27	3,33	2,87	1,76
	3. pon.	3,09	3,16	2,70	2,45	2,10
	Povprečje	2,80	3,24	2,84	2,59	1,96
84/3	1. pon.	6,75	4,16	3,92	3,44	2,78
	2. pon.	4,15	5,85	4,14	3,93	2,08
	3. pon.	4,89	5,03	5,01	4,02	2,30
	Povprečje	4,26	5,01	4,36	3,79	2,39

Preglednica prikazuje povprečne mase rozete iz naključno izbranih 10 vdolbin iz posamezne gojitvene plošče. Večjo maso so imele rastline v gojitvenih ploščah '160', v primerjavi z rastlinami gojenimi v gojitvenih ploščah '84'.



Slika 4: Povprečna masa (g) rastlin/vdolbino v posameznem substratu.

Največjo maso so dosegle rastline gojene v ploščah gostote '84' napolnjene s perlitom. Iz slike 4 je razvidno, da gostota vpliva na maso gojenih rastlin.

Preglednica 8: Analiza variance za odvisno spremenljivko masa rozet

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	P-vrednost
OBRAVNAVANJA					
A: gostota	105,865	1	105,8650	126,19	0,0000
B: substrat	102,322	4	25,5805	30,49	0,0000
C: ponovitev	1,408	2	0,7042	0,84	0,4332
INTERAKCIJE					
AB	26,428	4	6,6070	7,88	0,0000
OSTANEK	210,580	251	0,8390		
SKUPAJ	407,149	262			

Analiza variance za odvisno spremenljivko masa na rastlino je pokazala, da imata substrat in gostota statistično značilen vpliv na maso rastlin.

Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko masa na rastlino je pokazal, da je masa rastlin v glinoporu statistično značilno večja kot v drugih substratih (Priloga D1).

Preizkus mnogoterih primerjav (Priloga D2) je pokazal, da gostota rastlin statistično značilno vpliva na maso rastlin. Masa rastlin je bila statistično značilno večja pri rastlinah gojenih v gojitvenih ploščah '84'.

Preizkus mnogoterih primerjav je pokazal, da je bila masa rastlin statistično značilno največja v gojitvenih ploščah gostote '84' napolnjene z glinoporjem (Priloga D3).

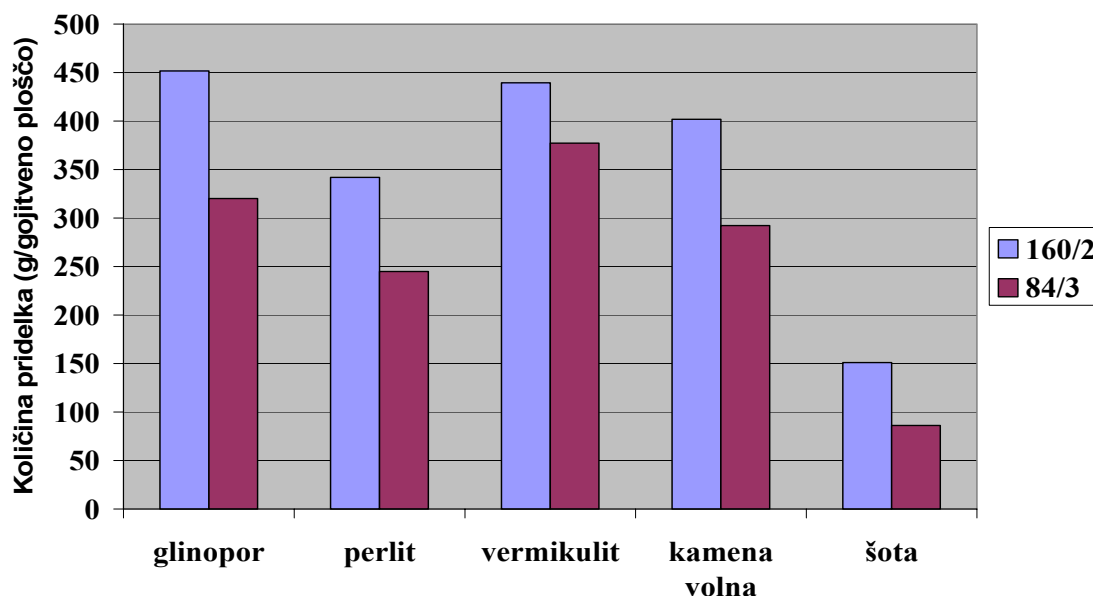
4.5 KOLIČINA PRIDELKA

Preglednica 9: Količina pridelka (g/gojitveno ploščo) v posameznem substratu.

Obravnavanje	Ponovitev	Količina pridelka (g/gojitveno ploščo)				Šota
		Glinopor	Perlit	Vermikulit	Kamena volna	
160/2	1. pon.	437,89	417,06	471,20	530,24	158,38
	2. pon.	372,27	288,16	493,64	323,31	145,50
	3. pon.	544,77	320,50	353,52	351,86	148,92
	Povprečje	451,64	341,87	439,45	401,80	150,93
84/3	1. pon.	281,08	261,73	393,01	240,03	113,23
	2. pon.	332,26	233,15	340,02	309,39	81,65
	3. pon.	347,45	239,32	398,77	327,65	63,19
	Povprečje	320,26	244,73	377,27	292,36	86,02

Preglednica 9 prikazuje končni pridelek motovilca. Povprečno je bil pridelek večji pri gojenju v inertnih substratih v gojitvenih ploščah z gostoto '160'. Pridelek v gojitvenih ploščah napolnjenih s šotnim substratom je bil precej manjši.

Na količino pridelka vplivata tako gostota setve, kot tudi posamezni substrati.



Slika 5: Primerjava količine pridelka (g/gojitveno ploščo) med posameznimi substrati ter različno gostoto setve.

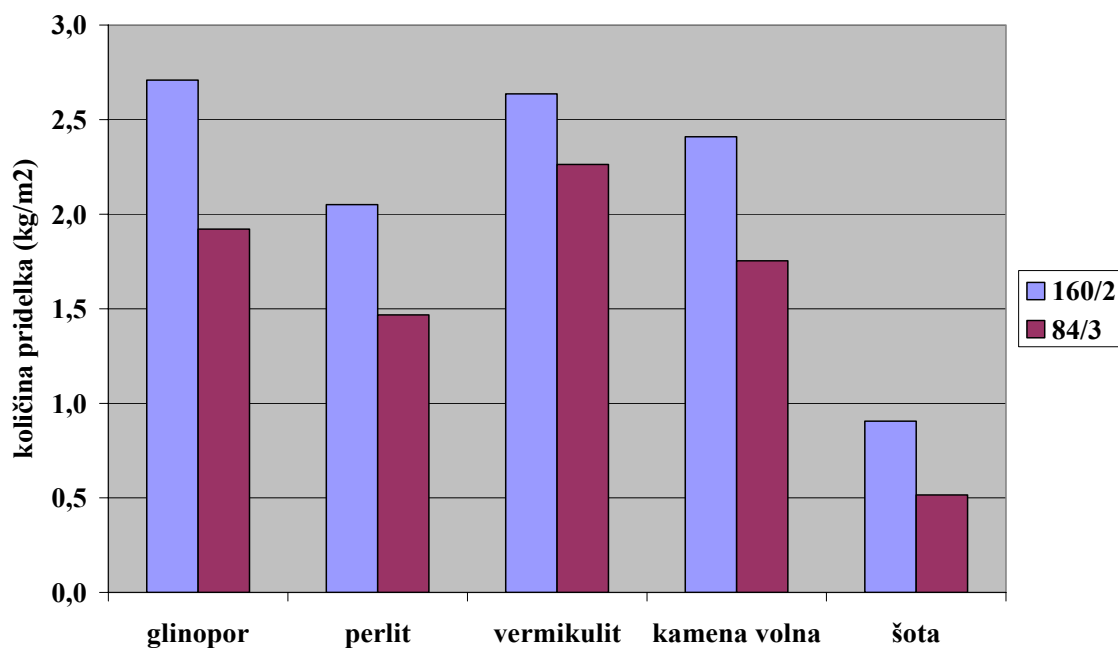
Pridelek je bil večji v inertnih substratih na plavajočem sistemu v primerjavi s pridelkom na šotnem substratu. Največ pridelka, skoraj 452 g, smo pridelali v gojitvenih ploščah gostote '160' napolnjenih z glinoporjem. Najmanj motovilca pa smo pridelali v gojitvenih ploščah napolnjenih s šotnim substratom, gostote '84'.

Največje razlike v količini pridelka glede na gostoto posevka, so se pokazale pri glinoporu. Pri vermikulitu so bile razlike v količini pridelka med gojitvenimi ploščami z različno gostoto posevka najmanjše.

Preglednica 10: Količina pridelka motovilca (g/m^2) v posameznem substratu.

Obravnavanje	Ponovitev	Pridelek m^2				
		Glinopor	Perlit	Vermikulit	Kamena volna	Šota
160/2	1. pon.	2627,34	2502,36	2827,20	3181,44	950,28
	2. pon.	2233,62	1728,96	2961,84	1939,86	873,00
	3. pon.	3268,62	1923,00	2121,12	2111,16	893,52
	Povprečje	2709,86	2051,22	2636,72	2410,82	905,60
84/3	1. pon.	1686,48	1570,38	2358,06	1440,18	679,38
	2. pon.	1993,56	1398,90	2040,12	1856,34	489,90
	3. pon.	2084,70	1435,92	2392,62	1965,90	379,14
	Povprečje	1921,56	1468,38	2263,62	1754,14	516,14

Preglednica prikazuje pridelek, preračunan na 1 m^2 površine. V gojitvenih ploščah gostote '160' so največji pridelek na m^2 dosegle rastline gojene v glinoporu $2,7 \text{ kg/m}^2$, v gojitvenih ploščah gostote '84' pa rastline gojene v vermikulitu $2,3 \text{ kg/m}^2$. Pridelek v šotnem substratu je bil precej manjši od pridelka v inertnih substratih na plavajočem sistemu. V gojitvenih ploščah '84' je bil pridelek $0,5 \text{ kg/m}^2$, v gojitvenih ploščah '160' pa $0,9 \text{ kg/m}^2$.



Slika 6: Primerjava količine pridelka (kg/m^2) med posameznimi substrati ter različno gostoto setve.

Večji pridelek na m^2 so dosegle rastline gojene v gojitvenih ploščah gostote '160'. V šotnem substratu smo pridelali najmanj pridelka.

Preglednica 11: Analiza variance za odvisno spremenljivko pridelek na m²

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	P-vrednost
OBRAVNAVANJA					
A: gostota	1,33123	1	1,33123	28,28	0,0000
B:substrat	4,12651	4	1,03163	21,91	0,0000
C:ponovitev	469223,0	2	234612,0	0,50	0,6081
INTERAKCIJE					
AB	4,55679	4	1,1392	2,42	0,0490
OSTANEK	1,18158	251	470751,0		
SKUPAJ	1,90348	262			

Analiza variance za odvisno spremenljivko pridelek na m² je pokazala, da imata tako gostota gojitvene plošče kot tudi substrat statistično značilen vpliv na količino pridelka.

Preizkus mnogoterih primerjav (Priloga E1) je pokazal, da je pridelek motovilca statistično značilno največji v gojitvenih ploščah napolnjenih z glinoporjem ter gojitvenih ploščah napolnjenih s perlitom.

Preizkus mnogoterih primerjav je pokazal, da so statistično značilne razlike med gostotama posevka (Priloga E2). V gojitvenih ploščah gostote '84' je bil pridelek na m² statistično značilno večji od pridelka v gojitvenih ploščah gostote '160'.

Preizkus mnogoterih primerjav je pokazal, da je bil največji pridelek v gojitvenih ploščah gostote '160', napolnjenih s perlitom (Priloga E3).

4.6 SUŠINA

Preglednica 12: Odstotek suhe snovi motovilca.

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

Preglednica 12 prikazuje delež suhe snovi motovilca. Največ suhe snovi vsebuje motovilec gojen v šotnem substratu (8,4 %). Sledi motovilec gojen v inertnih substratih na plavajočem sistemu. Največ suhe snovi vsebuje motovilec, gojen v glinoporu (8,1 %), sledi vermikulit (6,7 %), perlit (4,8 %) ter kamena volna (4,5 %).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Gojenje motovilca na plavajočem sistemu je ena izmed tehnik, ki omogoča gojenje motovilca skozi vse leto. Ta način gojenja daje večji ter zgodnejši pridelek, ki je primeren za takojšnjo uporabo.

Z meritvami smo želeli preveriti ali substrat in tehnika gojenja vplivata na rast in razvoj motovilca. Da bi ugotovili vpliv substrata ter velikosti vdolbin v gojitvenih ploščah na morfološke lastnosti rastlin, smo merili višino rastlin, maso rastlin ter število listov na rastlino, pregledali smo vznik motovilca, ter določili delež suhe snovi v rastlinah motovilca.

Najboljši vznik je bil v gojitvenih ploščah s 84 vdolbinami, napolnjenih z vermikulitom (35 %). Najslabši pa v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami, napolnjenih s perlitom (75 %). Statistična analiza je pokazala, da sta na vznik motovilca statistično značilno vplivala tako substrat kot gostota posevka. Glede na rezultate lahko sklepamo, da ima vermikulit najbolj primerno razmerje voda : zrak za kalitev semen.

Največje povprečno število listov na rastlino so dosegle rastline v gojitvenih ploščah gostote '84' napolnjene z glinoporjem. Povprečno število listov je bilo 8,9. Najmanjše število listov pa so dosegle rastline v gojitvenih ploščah napolnjenih s šotnim substratom. V gojitvenih ploščah gostote '84' je bilo povprečno število listov 7,2 ter v gojitvenih ploščah gostote '160' 7,8. Statistična analiza je pokazala, da je na število listov na rastlino statistično značilno vplival substrat, medtem ko gostota gojitvenih plošč ni statistično vplivala na število listov na rastlino.

Rastline so bile v povprečju višje v gojitvenih ploščah gostote '160'. Najvišje rastline smo izmerili v glinoporu, pri gostoti '160' povprečno 13,8 cm. Sledile so rastline gojene v vermikulitu. Tu so bile rastline glede na gostoto gojitvenih plošč precej izenačene (v '160' 12,8 cm ter v '84' 12,9 cm). Od rastlin gojenih v inertnih substratih so bile najnižje v kameni volni (v gojitvenih ploščah '160' 11,6 cm ter v gojitvenih ploščah '84' 10,5 cm). Skupno pa so bile rastline najnižje v šotnem substratu približno 7 cm.

Statistična analiza je pokazala, da sta tako gostota posevka, kot tudi substrat statistično značilno vplivala na višino rastlin.

Glede na dobljene rezultate lahko sklepamo, da so bile rastline v gojitvenih ploščah z 160 vdolbinami višje zaradi večje gostote setve, rastline so imele manj prostora ter manj svetlobe.

V povprečju je bila masa rastlin večja v gojitvenih ploščah gostote '84'. Največjo maso so dosegle rastline gojene v perlitu (5,0 g), sledili pa so vermikulit (4,4 g), glinopor (4,3 g), ter kamena volna (3,8 g). V gojitvenih ploščah gostote '160' so imele rastline precej manjšo maso. Ponovno se je kot najslabši substrat izkazal šotni substrat, kjer so rastline dosegle maso 1,9 g ('160') oziroma 2,4 g ('84').

Na maso rastlin je statistično značilno vplival substrat, medtem ko gostota posevka na maso rastlin ni imela statistično značilnega vpliva.

Količina pridelka na m² je bila večja v gojitvenih ploščah gostote '160'. Največji pridelek je bil dosežen v glinoporu 2,7 kg/m², sledili so vermikulit 2,6 kg/m², kamena volna 2,4 kg/m² ter perlit 2,1 kg/m². V gojitvenih ploščah gostote '84' pa so največji pridelek dosegle rastline gojene v vermikulitu 2,3 kg/m², sledili so glinopor 1,9 kg/m², kamena volna 1,7 kg/m² ter perlit 1,5 kg/m². V šotnem substratu je bil pridelek najnižji 0,9 kg/m² (gojitvene plošče '160') oziroma 0,5 kg/m² (gojitvene plošče '84').

Statistična analiza je pokazala, da sta na količino pridelka statistično značilno vplivala tako substrat kot tudi gostota posevka.

Povprečen pridelek v zavarovanem prostoru je 1 do 2 kg/m² (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a). Naš pridelek je bil v povprečju 2 kg/m², tako da so rezultati primerljivi.

Kot smo predvidevali, so se pojavile razlike med motovilcem, gojenim na plavajočem sistemu ter motovilcem, gojenim na gojitvenih mizah v šotnem substratu. V povprečju je seme bolje kalilo v substratih na plavajočem sistemu kot v šotnem substratu. Rastline, gojene na plavajočem sistemu, so imele večje število listov v rozeti in so bile precej višje ter so imele večjo maso od rastlin, gojenih na šotnem substratu. V splošnem so rastline, gojene na plavajočem sistemu, dosegle boljše rezultate od rastlin gojenih na šotnem substratu.

Žnidarčič in Kacjan-Maršič (2008) poročata, da so bile rastline gojene v gojitvenih ploščah z večjim volumnom vdolbin višje ter so imele večjo maso kot rastline gojene v gojitvenih ploščah z manjšim volumnom vdolbin. V našem poskusu je volumen vdolbin gojitvenih plošč prav tako vplival na maso ter višino rastlin. Vendar so bile v našem poskusu rastline višje v gojitvenih ploščah z manjšim volumnom vdolbin. Masa rastlin pa je bila tudi v našem primeru večja v gojitvenih ploščah z večjim volumnom vdolbin.

Prednost plavajočega sistema je tudi v tem, da rastlin ni potrebno dodatno zalivati, ker so ves čas v stiku z vodo. Rastlin ni potrebno pleti, tako da nimamo dodatnega dela ter stroškov povezanih z zatiranjem plevela.

5.2 SKLEPI

V raziskavi smo dokazali, da se rast motovilca, gojenega na plavajočem sistemu, razlikuje od motovilca gojenega na šotnem substratu, v številu listov v rozeti, višini rastline, masi rastline ter tudi končnem pridelku.

Motovilec, gojen na plavajočem sistemu, je imel statistično značilno večje število listov od motovilca, gojenega v šotnem substratu. Velikost vdolbin gojitvenih plošč ni statistično značilno vplivalo na število listov.

Rastline gojene v inertnih substratih na plavajočem sistemu, so bile statistično značilno višje od rastlin gojenih v šotnem substratu. Višina rastlin v inertnih substratih je znašala od 10,5 cm do 13,9 cm. Višina rastlin gojenih v šotnem substratu je bila precej nižja, 7,1 cm v gojitvenih ploščah '160' ter 7,2 cm v gojitvenih ploščah velikosti '84'.

Masa rastlin je bila prav tako statistično značilno večja pri rastlinah gojenih v inertnih substratih. Največjo maso so dosegle rastline gojene v gojitvenih ploščah velikosti '160',

napolnjene s perlitom (3,2 g), medtem ko so rastline gojene v šoti dosegle maso 2,0 g (gojitvene plošče s 160 vdolbinami) oziroma 2,4 g (gojitvene plošče s 84 vdolbinami).

Količina pridelka na m² je bila večja pri motovilcu gojenem na plavajočem sistemu. V šotnem substratu je bil pridelek statistično značilno manjši v primerjavi s pridelkom v inertnih substratih.

Na osnovi zbranih rezultatov lahko sklepamo, da z gojenjem motovilca na plavajočem sistemu dosegamo boljše rezultate v primerjavi z gojenjem na šotnem substratu. Za doseganje večje mase rastlin ter pridelka je najbolj primeren perlit, za število listov v rozeti pa je primeren glinopor. Glede na te rezultate lahko sklepamo, da bi verjetno boljše rezultate dosegali, če bi nekatere substrate zmešali med seboj.

Za gojenje motovilca so bolj primerne gojitvene plošče s 160 vdolbinami. Dajejo boljše rezultate v primerjavi z gojitvenimi ploščami s 84 vdolbinami. Odstotek kaljivosti ter pridelek sta bila večja v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami.

6 POVZETEK

Motovilec uvrščamo v družino špajkovk (*Valerianacea*). Pridelujemo ga zaradi listov, ki rastejo v rozeti. Je solatnica, ki jo uporabljamo predvsem jeseni in pozimi ter zgodaj spomladi, saj je idealen zimski nadomestek za solato.

Motovilec ima skromne zahteve po toploti. Raste še pri temperaturi 4 °C. Odporen je na nizke temperature, tudi temperature pod -15 °C mu ne škodujejo. Nizke temperature lažje prenese pod snežno odejo.

Posevek motovilca zasujemo z neposredno setvijo, v novejšem času pa ga lahko pridelujemo tudi na hidroponski način.

Namen raziskave je bil primerjati gojenje motovilca na plavajočem sistemu, z gojenjem v šotnem substratu, na gojitvenih mizah. Želeli smo izvedeti kaj več o plavajočem sistemu, ki pri nas še ni uveljavljen. Menili smo, da bo pridelek na inertnih substratih zgodnejši ter tudi večji od pridelka na šotnem substratu. Preizkusili smo dve velikosti gojitvenih plošč (plošče s 160 celicami ter plošče z 84 celicami), ter pet substratov (glinopor, perlit, vermikulit, kamena volna ter šotni substrat).

Sistem vodnih kopeli je sestavljen iz posod, v katerih je hranilna raztopina. Na posodah je nameščena plošča z odprtinami, kamor namestimo rastline, tako da korenine lebdijo v hranilni raztopini, v katero ves čas dovajamo zrak s pomočjo kompresorja.

Pri tej tehniki gojenja so rastline vložene s pomočjo sidranja (plošče ali mreža) v vodne bazene s hranilno raztopino. Rastline preko korenin sprejemajo hranilno raztopino, obogateno s kisikom in hranili, ki so potrebna za rast. V tem sistemu je potrebno redno preverjanje in obnavljanje hranilne raztopine.

Motovilec smo gojili v gojitvenih ploščah, napolnjenimi z omenjenimi substrati. Poskus je bil zasnovan v treh ponovitvah, tako da smo skupaj porabili 30 gojitvenih plošč (15 plošč s 160 celicami ter 15 plošč z 84 celicami). Za meritve smo uporabili rastline iz 10 naključno izbranih vdolbin vsake gojitvene plošče. Merili smo število listov na rastlino, višino rastlin, vznik motovilca ter delež suhe snovi.

Rezultati poskusa so potrdili delovno hipotezo, saj je bil pridelek motovilca, gojenega v inertnih substratih, večji od pridelka v šotnem substratu. S pomočjo multifaktorske analize ANOVA smo ugotovili statistično značilne razlike med posameznimi substrati. V povprečju je seme bolje kalilo na plavajočem sistemu v primerjavi s semeni posejanimi v šotnem substratu. Največji odstotek kaljivosti je bil v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami, ki so bile napolnjene z vermikulitom (75 %). V gojitvenih ploščah s 84 vdolbinami, napolnjenimi s perlitom pa je bil odstotek kaljivosti najmanjši (35 %). Največje število listov je motovilec dosegel v gojitvenih ploščah s številom vdolbin '84', napolnjenih z glinoporjem (skoraj 9 listov). Na višino rastline sta statistično značilno vplivala tako velikost vdolbin, kot tudi substrat. Najvišje rastline smo izmerili v gojitvenih ploščah velikosti '160', napolnjenih z glinoporjem (povprečno 13,9 cm). Tudi na maso rastlin je imel substrat statistično značilen vpliv. Največjo maso so dosegle rastline v gojitvenih ploščah napolnjenih s perlitom (3,2 g/vdolbino v ploščah s 160 vdolbinami ter 5,0

g/vdolbino v ploščah s 84 vdolbinami). Največji delež suhe snovi so vsebovale rastline gojene v šotnem substratu (8,4 %). Med inertnimi substrati pa je največji delež suhe snovi vseboval motovilec gojen v glinoporu (8,1 %).

7 VIRI

1. Bajec V. 1994. Vrtnarjenje na prostem, pod folijo in steklom. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 417 str.
2. Both A.J., Albright L.D., Scholl S.S., Langhans R.W. 1999. Maintaining constant root environment in floating hydroponics to study root-shoot relationships. *Acta Horticulturae*, 501:215-221
3. Černe M., Vrhovnik I. 1992. Vrtnine vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 219 str.
4. Černe M. 2000. Motovilec. *Kmetovalec*, 68, 10: 10-13
5. Černe M., Levičnik S. 1984. Solatnice in kitajski kapus. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 80 str.
6. Ćirić M. 1984. Pedologija. 1. izd. Sarajevo, Svjetlost, 311 str.
7. Demšar J. 1998. Hidroponsko gojenje solate (*Lactuca sativa* L.). Diplomaska naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 65 str.
8. Demšar J., Osvald J. 2001. Gojenje solate (*Lactuca sativa* L.) na aeroponski način z dovajanjem NO_3^- in NH_4^+ v hranilno raztopino. Zbornik Biotehniške fakultete v Ljubljani, *Kmetijstvo*, 77, 2: 169-178
9. Faostat database. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://faostat.fao.org/> (17.7.2008)
10. Fontana E., Nicola S., Hoeberechts J., Saglietti D. 2003. Soilless culture systems produce ready-to-eat salad (*Valerianella olitoria* L.) of high quality. *Acta Horticulturae*, 604: 505-509
11. Fontana E., Nicola S., Hoeberechts J., Saglietti D., Piovano G. 2004. Managing traditional and soilless culture system to produce corn salad (*Valerianella olitoria*) with low nitrate content and lasting postharvest shelf-life. *Acta Horticulturae*, 659: 763-768
12. Gonnella M., Serio F., Conversa G., Santamaria P. 2004. Production and nitrate content in lamb's lettuce grown in floating system. *Acta Horticulturae*, 644: 61-68
13. Incrocci L., Lorenzini O., Malorgio F., Pardossi A., Tognoni F. 2001. Valutazione quanti-qualitativa della produzione di rucola (*Eruca vesicaria* L. Cav.) e basilico (*Ocimum basilicum* L.) ottenuta in suolo e floating system utilizzando acque irrigue con differenti contenuti di NaCl. *Italus Hortus* 8(6):92-97
14. ISTAT. Istituto Nazionale di Statistica. 2004 www.istat.it (17.7.2008)
15. Jakše M. 2002a. Gradivo za vaje iz predmeta vrtnarstvo. Splošni del. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 31 str.
16. Jakše M. 2002b. Gradivo za vaje iz predmeta vrtnarstvo. Zelenjadarstvo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo: 49 str.

17. Jensen M. H., Collins W. L. 1985. Hydroponic vegetable production. *Horticulturae Reviews*, 7: 484-552
18. Krese. 1989. Hidroponika. Ljubljana, Kmečki glas: 44 str.
19. Manson J. 1990. Commercial hydroponics. Kenthurst, Kangaroo Press: 170 str.
20. Martinčič A., Sušnik F. 1969. Mala flora Slovenije. Praprotnice in Semenke. Ljubljana, DZS: 214 str.
21. NeSmith D.S., Duval J.R. 1998. The effect of container cell size. *HortTech.*, 8, 4: 495-498
22. Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994a. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, Kmečki glas: 238 str.
23. Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994b. Gojenje vrtnin v zavarovanem prostoru. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 126 str.
24. Osvald J., Gantar M., Petrovič N. 1998. Hidroponsko gojenje solate (*Lactuca sativa* L.) po sistemu tankih plasti na različnih substratih. Zbornik Biotehniške fakultete v Ljubljani, Kmetijstvo, 71: 151-158
25. Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2003. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana, Kmečki glas: 295 str.
26. Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005a. Splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 591 str.
27. Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005b. Hidroponsko gojenje vrtnin. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 287 str.
28. Osvald J., Petrovič N. 2001. Hidroponika, *Sodobno kmetijstvo*, 33, 6: 280-283
29. Petrovič N. 1993. Hidroponsko gojenje vrtnin. Diplomaska naloga. Ljubljana. BF, Oddelek za agronomijo: 47 str.
30. Resh H. M. 1995. Hydroponic food production. Santa Barbara (California), Woodbridge Press: 527 str.
31. Statistični urad Republike Slovenije. Pridelava zelenjadnic po vrstah na prostem in v zaščitenem prostoru, Slovenija, po letih.
<http://www.stat.si> (18.8.2008)
32. Škof M. 2000. Pridelovanje motovilca. *Sodobno kmetijstvo*, 33,5: 237-238
33. Urbančič-Zemljič M. 2000. Varstvo solatnic pred plevelom. *Sodobno kmetijstvo*, 33, 5: 237-238
34. Vavrina C. S. 1995. Watermelon transplant age: Influence on fruit yield. *HortScience*, 28: 789-790
35. Walter S. A., Riddle A. A., Schmidr M. E. 2005. Container cell volume and transplant age influences muskmelon development and yield. *Vegetable Science*, 11, 1: 47-55
36. Žnidarčič D., Kacjan-Maršič N. 2008. Corn salad (*Valerianella olitoria* L.) Yield response to cell size of plug trays. *Acta agriculturae Slovenica*, 91, 1: 59-66

ZAHVALA

Zahvalila bi se prof. dr. Marijani Jakše za koristne nasvete ter pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Hvala g. Mateju Jeraši ter sošolki Tini Bradač za pomoč pri izvajanju poskusa.

PRILOGA A

Statistična analiza za % kaljivosti semen motovilca

Priloga A1: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko % kaljivosti pri gojenju v različnih substratih

substrat	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
perlit	6	44,67	a
šota	6	50,72	ab
kamena volna	6	53,49	b
glinopor	6	55,80	b
vermikulit	6	69,38	c

Priloga A2: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko % kaljivosti pri gostotah gojitvenih plošč '160' in '84'

substrat	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
84	15	48,65	a
160	15	60,98	b

Priloga A3: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko % kaljivosti pri gostoti gojitvenih plošč glede na substrat

obravnava	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
84-perlit	3	35,18	a
84-šota	3	46,03	b
84-Kvolna	3	49,07	bc
84-glinopor	3	49,20	bc
160-perlit	3	54,17	c
160-šota	3	55,42	cd
160-Kvolna	3	57,92	d
160-glinopor	3	62,39	e
84-vermikulit	3	63,76	ef
160-vermikulit	3	75,00	f

*Pri vrednostih z enakimi črkami ni statistično značilnih razlik

PRILOGA B

Statistične analize za število listov na rastlino

Priloga B1: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko število listov pri gojenju v različnih substratih

substrat	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
šota	57	7,51	a
k volna	58	8,19	b
vermikulit	60	8,26	b
perlit	52	8,43	b
glinopor	36	8,73	c

Priloga B2: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko število listov pri gostotah gojitvenih plošč '160' in '84'

gostota	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
160	150	8,21	a
84	133	8,24	a

Priloga B3: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko število listov pri gostoti gojitvenih plošč glede na substrat

obravnavanja	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
84-Kvolna	28	8,03	b
84-glinopor	6	9,08	d
84-perlit	22	8,31	b
84-vermikulit	30	8,56	b,c
84-šota	27	7,26	a
160-Kvolna	30	8,37	b
160-glinopor	30	8,38	b
160-perlit	30	8,57	b,c
160-vermikulit	30	7,97	a,b
160-šota	30	7,77	a,b

*Pri vrednostih z enakimi črkami ni statistično značilnih razlik

PRILOGA C

Statistične analize za višino rastlin

Priloga C1: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko višina rastline pri gojenju v različnih substratih

substrat	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
šota	57	7,22281	a
k volna	58	11,0754	b
vermikulit	60	11,7185	c
perlit	52	12,9000	d
glinopor	36	13,3993	d

Priloga C2: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko višina rastlin pri gostotah gojitvenih plošč '160' in '84'

gostota	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
84	113	11,05	a
160	150	11,48	b

Priloga C3: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko višina rastlin pri gostoti gojitvenih plošč glede na substrat

obravnava	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
84-šota	27	7,21	a
160-šota	30	7,23	a
84-Kvolna	28	10,52	b
160-Kvolna	30	11,63	b,c
84-perlit	22	11,67	b,c
160-perlit	30	11,77	b,c
160-vermikulit	30	12,88	c
84-vermikulit	30	12,92	c
84-glinopor	6	12,93	c
160-glinopor	30	13,87	d

*Pri vrednostih z enakimi črkami ni statistično značilnih razlik

PRILOGA D

Statistične analize za masa rozet

Priloga D1: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko masa rozet pri gojenju v različnih substratih

substrat	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
šota	57	2,25	a
k volna	58	3,19	b
vermikulit	60	3,60	c
perlit	52	3,85	c
glinopor	36	4,25	d

Priloga D2: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko masa rozet pri gostotah gojitvenih plošč '160' in '84'

gostota	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
160	150	2,71	a
84	113	4,15	b

Priloga D3: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko masa rozet pri gostoti gojitvenih plošč glede na substrat

obravnava	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
160-šota	30	2,08	a
84-šota	27	2,42	a
160-Kvolna	30	2,59	a,b
160-glinopor	30	2,80	a,b
160-vermikulit	30	2,84	a,b
160-perlit	30	3,24	b
84-Kvolna	28	3,79	b,c
84-vermikulit	30	4,36	c
84-perlit	22	4,46	c
84-glinopor	6	5,71	d

*Pri vrednostih z enakimi črkami ni statistično značilnih razlik

PRILOGA E

Statistične analize za pridelek na m²

Priloga E1: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko pridelek na m² pri gojenju v različnih substratih

substrat	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
šota	57	1607,83	a
k volna	58	2197,61	b
vermikulit	60	2461,83	b,c
perlit	52	2681,26	c,d
glinopor	36	2785,21	d

Priloga E2: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko pridelek m² pri gostotah gojitvenih plošč '160' in '84'

gostota	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
160	113	2092,04	a
84	150	2601,45	b

Priloga E3: Preizkus mnogoterih primerjav za odvisno spremenljivko pridelek na m² pri gostoti gojitvenih plošč glede na substrat

obravnava	število vrednosti	srednja vrednost	homogenost skupin *
84-šota	27	1223,09	a
84-Kvolna	28	1909,77	a,b
160-šota	30	1992,58	a,b
84-vermikulit	30	2196,87	b
84-perlit	22	2247,48	b
160-Kvolna	30	2485,44	b
160-glinopor	30	2687,42	b,c
160-vermikulit	30	2726,78	b,c
84-glinopor	6	2882,99	b,c
160-perlit	30	3115,04	d

*Pri vrednostih z enakimi črkami ni statistično značilnih razlik

PRILOGA F

Preglednica F1: Meritve pH vrednosti ter elektroprevodnost hranilne raztopine v času poskusa.

datum/ ura	pH	EC (ms/cm)	T vode (°C)	opombe
22.1.07/13.10	7,60	1,50	17,8	oblačno
	8,05	4,51		
	7,76	1,29		
29.1.07/12.20	7,08	1,22	23,1	sončno
	7,27	1,22		
	7,12	1,27		
1.2.07/10.30	6,15	1,29	21,3	oblačno
	6,23	1,20		
	6,16	1,37		
4.2.07/10.30	8,66	0,72	19,6	oblačno
	8,60	0,72		
	7,22	1,08		
7.2.07/10.10	7,93	1,55	19,6	oblačno
	7,74	1,56		
	6,78	1,61		
12.2.07/9.45	5,60	1,57	18,9	oblačno
	5,70	1,54		
	5,65	1,66		
15.2.07/12.30	6,32	1,58	21,5	delno oblačno
	5,61	1,53		
	5,52	1,74		
16.2.07/12.00	6,15	1,53	21,0	delno oblačno
	5,81	1,52		
	5,95	1,12		
19.2.07/8.55	8,43	0,76	18,0	oblačno
	8,09	0,76		
	6,62	1,25		
21.2.07/9.00	8,41	0,76	18,5	oblačno
	8,08	0,68		
	6,97	1,20		
26.2.07/10.25	6,99	1,27	19,6	delno jasno
	7,00	1,25		
	7,12	1,15		
28.2.07/9.30	5,77	1,26	19,2	oblačno
	5,78	1,23		
	5,96	1,23		