

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anže VODEB

**HIDROPONSKO GOJENJE MESEČNE REDKVICE (*Raphanus sativus*
L. var. radicula Pers) V PLAVAJOČIH STIROPORNIH PLOŠČAH**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**HYDROPONIC CULTIVATION OF RADISH (*Raphanus sativus* L. var.
radicula Pers) IN FLOATING STYROPORE PLUG TRAYS**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija. 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 prof. dr. Marijano Jakše.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc Batič

Član: prof. dr. Marijana Jakše

Član: doc. dr. Nina Kacjan-Maršič

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

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

Anže Vodeb

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD	Vs
DK	UDK 635.152:631.589.2:631.559(043.2)
KG	vrtnarstvo/mesečna redkvice/ <i>Raphanus sativus</i> var. <i>radicula</i> /hidroponika/plavajoče plošče/pridelek
KK	AGRIS F01/F08
AV	VODEB, Anže
SA	JAKŠE, Marijana (mentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2012
IN	HIDROPONSKO GOJENJE MESEČNE REDKVICE (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>radicula</i> Pers) V PLAGAJOČIH STIROPORNIH PLOŠČAH
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	IX, 36 str., 18 pregl., 6 sl., 29 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Poskus smo izvedli v rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani, v obdobju od 25. maja do 13. julija 2010, ko so bile dolžine dneva in dnevne temperature neprimerne za uspešno pridelavo mesečne redkvice. Poskus smo izvedli, da vidimo ali bodo redkvice dosegle tehnološko zrelost in zato, da bi videli razliko med različnimi hranilnimi raztopinami. Poskus smo izvajali v stiropornih ploščah, ki so plavale v gojitvenih bazenih. Uporabili smo plošče s 40 in 84 vdolbinami, v katere smo posejali sorto 'Tinto F1'. Za rastni substrat smo uporabili mešanico perlita in kamene volne v razmerju 2:1. Vse dele poskusa smo izvajali v 3 ponovitvah in 4 bazenih. V 1. bazenu je bila hranilna raztopina pripravljena iz gnojila (R1), v 2. bazenu iz posameznih soli (R2), z enakim razmerjem hranil kot tista v 1., v 3. bazenu je bila identična hranilna raztopina kot v 1. bazenu z dodatnim dušikom (R1+N), ter v 4. bazenu hranilna raztopina enaka 2. bazenu z dodanim dušikom (R2+N). Plošče napolnjene s šoto (kontrolni posevek) smo položili neposredno na gojitvene mize in jih dvakrat tedensko dognojevali z R1 in R1+N. V času poskusa smo opravljali meritve pH vrednosti, EC vrednost, ter merili temperaturo hranilnih raztopin. Ob doseženi tehnološki zrelosti, ko je premer hipokotilnega gomolja dosegel 2,5 cm smo ustrezno razvite redkvice pobrali, izmerili maso celotnih rastlin (g), višino listov (cm), število listov na rastlino, širino in višino hipokotila (cm), ter stehali maso hipokotilnega gomolja (g). Pridelek smo pobirali trikrat in sicer 29. 06., 06. 07. in 13. 07.. Največ pridelka smo pobrali na ploščah s 84 vdolbinami, ki so plavale na hranilni raztopini R2 (1774 g/m ²), sledile so plošče s 40 vdolbinami plavajoče na isti hranilni raztopini (1694 g/m ²). Povprečno najmanjše pridelke, poleg kontrolnega posevka na šoti (502 g/m ² , R1+N/40), smo dobili pri ploščah s 40 vdolbinami plavajočih na hranilni raztopini R1+N (1068 g/m ²), sledile so plošče s 84 vdolbinami, ki so plavale na isti hranilni raztopini (1300 g/m ²). Povprečno najširše hipokotilne gomolje smo izmerili na hranilni raztopini R2 na plošči s 40 vdolbinami (2,8 cm). Povprečno najtežje hipokotile smo stehali na hranilni raztopini R2, na ploščah s 40 vdolbinami (9,3 g).

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN Vs
DC UDC 635.152:631.589.2:631.559(043.2)
CX vegetable growing/radish/ *Raphanus sativus* var. *radicula*/hydroponics/floating plug trays/crop yields
CC AGRIS F01/F08
AU VODEB, Anže
AA JAKŠE, Marijana (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of agronomy
PY 2012
TI HYDROPONIC CULTIVATION OF RADISH (*Raphanus sativus* L. var. *radicula* Pers) IN FLOATING STYROPORE PLUG TRAYS
DT Graduation thesis (higher professional studies)
NO IX, 36 p., 18 tab., 6 fig., 29 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The experiment took place in one of the Biotechnical Faculty greenhouses in Ljubljana, from May 25th to July 13th 2010, when the day's length and temperatures are considered unsuitable for cultivation of radish. The experiment was conducted to see whether the radishes reached technological maturity and also to see the difference between nutrient solutions used. Experiment was carried out in styropore plug trays, which were floating in pools with nutrient solutions. We used plug trays with 40 and 84 cells per tray, where a radish 'Tinto F1' was sown. As growing medium, we used a mixture of perlite and rock wool in a 2:1 ratio. All parts of the experiment were conducted in 3 replications in 4 pools. In the 1st pool we used fertilizer based nutrient solution (R1), the second pool was filled with a nutrient solution prepared from individual salts (R2), with the same proportions of nutrients than that in the 1st pool. Solution in the 3rd pool was identical to the nutrient solution of the 1st pool only with additional N (R1+N), the 4th pool nutrient solution was equal to the one used in 2nd pool with the addition of N (R2+N). Plug trays filled with peat (control crop) were placed directly on cultivation tables and fertilized twice a week with solutions R1 and R1+N. During the experiment, we measured pH level, EC value and temperature of nutrient solutions. Having reached technological maturity, when the diameter of radishes reached 2.5 cm, appropriate radishes were picked and plants were measured for: total mass of picked plants (g), leaf height (cm), number of leaves per plant, width and height of the hypocotyl (cm) and weighed the hypocotyl mass (g). Radishes were harvested three times, on 29th June, 6th July and on 13th July. The biggest yield was measured in trays with 84 cells, which were floating on the nutrient solution R2 (1774 g/m²), this was followed by trays with 40 cells floating on the same nutrient solution (1694 g/m²). The lowest average yields, in addition to control crop on peat (502 g/m², R1+N/40), were collected on trays with 40 cells, floating on nutrient solution R1+N (1068 g/m²), followed by trays with 84 planting holes that were floating on the same nutrient solution (1300 g/m²). In average the widest hypocotyls were measured floating on R2, in trays with 40 cells (2.8 cm). The heaviest hypocotyls were measured on R2, on trays with 40 planting cells (9.3 g).

KAZALO VSEBINE

	Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
	Key words documentation (KWD)	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic	VII
	Kazalo slik	VIII
	Okrajšave in simboli	IX
1	UVOD	1
1.1	NAMEN RAZISKAVE	1
1.2	DELOVNA DOMNEVA	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	IZVOR IN RAZŠIRJENOST MESEČNE REDKVICE	2
2.2	MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI	2
2.2.1	Cvet in plod	2
2.2.2	Hipokotilni stebelni gomolj	2
2.2.3	Listi	2
2.2.4	Seme	3
2.2.5	Cilji selekcije	3
2.4	VPLIV RASTNIH RAZMER NA GOJENJE MESEČNE REDKVICE	3
2.4.1	Svetloba	3
2.4.2	Temperatura zraka	3
2.4.3	Tla	4
2.4.4	Temperatura tal	4
2.4.5	Zračna vlaga	4
2.5	NAČIN UPORABE IN SESTAVA MESEČNE REDKVICE	4
2.6	TEHNOLOGIJA PRIDELAVE MESEČNE REDKVICE	6
2.6.1	Rastne razmere	6
2.6.2	Termini setve	7
2.6.3	Spravilo	7
2.7	VARSTVO	8
2.7.1	Fiziološke (neparazitske) bolezni	8
2.7.2	Rastlinske bolezni	8
2.7.3	Škodljivci	9
2.8	HIDROPONIKA	10
2.8.1	Zgodovinski pregled razvoja hidroponike	10
2.8.2	Delitev hidroponskih sistemov	11
2.8.3	Prednosti in slabosti hidroponskega gojenja rastlin	11
2.8.4	Plavajoči sistem	12
2.8.5	Substrati	12
2.8.5.1	Mineralni substrati	12
2.8.5.2	Organski substrati	13
2.8.5.3	Sintetični substrati	14
3	MATERIAL IN METODE DELA	15

3.1	MATERIAL	15
3.1.1	Priprava hranilnih raztopin	15
3.2	METODE DELA	18
3.2.1	Vremenske razmere v času poskusa	18
3.2.2	Setev	18
3.2.3	Redčenje	18
3.2.4	Meritve pobranih redkvic	18
3.2.5	Meritve pobranih redkvic	19
3.3	POTEK DEL	20
4	REZUTATI MERITEV	21
4.1	VZNIK	21
4.2	RASTNE RAZMERE V ČASU POSKUSA	21
4.3	MASA RASTLINE	22
4.4	VIŠINA ROZETE	23
4.5	ŠTEVILO LISTOV NA RASTLINO	24
4.6	ŠIRINA HIPOKOTILNEGA GOMOLJA	25
4.7	VIŠINA HIPOKOTILA	26
4.8	MASA HIPOKOTILNEGA GOMOLJA	27
4.9	PRIDELEK	28
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	30
5.1	RAZPRAVA	30
5.2	SKLEPI	32
6	POVZETEK	33
7	VIRI	34

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Vpliv osvetlitve in gostote rastlin na maso listov in gomoljev mesečne redkvice	3
Preglednica 2:	Priporočene temperature za gojenje mesečne redkvice v zaščitenem prostoru, ki so odvisne od letnega časa	4
Preglednica 3:	Osnovne sestavine hipokotila v %	5
Preglednica 4:	Glavni minerali in vitamini hipokotila v mg/100g sveže redkvice	5
Preglednica 5:	Povprečen odvzem hranil pri različno velikih pridelkih mesečne redkvice	7
Preglednica 6:	Možni termini setve in spravila mesečne redkvice	7
Preglednica 7:	Količina makrohranil dodanih za pripravo raztopine v posodi B	17
Preglednica 8:	Količina mikrohranil dodanih za pripravo raztopine v posodi C	17
Preglednica 9:	Količina makrohranil dodanih za pripravo raztopine v posodi D	17
Preglednica 10:	Opravila v času poskusa	20
Preglednica 11:	Meritve rastnih razmer opravljenih v času poskusa	21
Preglednica 12:	Preglednica povprečnih mas pobranih rastlin skupaj s koreninami v gramih	22
Preglednica 13:	Preglednica povprečne višine listov v centimetrih	23
Preglednica 14:	Preglednica povprečnega števila listov na rastlino	24
Preglednica 15:	Preglednica povprečnih vrednosti širin hipokotilnih gomoljev v centimetrih	25
Preglednica 16:	Preglednica povprečnih vrednosti višin hipokotilnih gomoljev v centimetrih	26
Preglednica 17:	Preglednica povprečnih mas hipokotilnih gomoljev v gramih	27
Preglednica 18:	Količina pridelka mesečne redkvice v (g/m^2) glede na hranilno raztopino in št. vdolbin v plošči	28

KAZALO SLIK

Slika 1:	Povprečne mase celotnih rastlin skupaj s koreninami	23
Slika 2:	Povprečne višine rozet pobranih redkvic	24
Slika 3:	Povprečno število listov na rastlino	25
Slika 4:	Povprečne širine hipokotilnih gomoljev	26
Slika 5:	Povprečne višine hipokotilnih gomoljev	27
Slika 6:	Povprečne mase hipokotilnih gomoljev	28

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšave:	Pomen:
I.E.	Internacionalna Enota - je enota za merjenje količine snovi, glede na njeno biološko aktivnost oz. efekt
W/m ²	Wattov na kvadratni meter
EC	elektroprevodnost
mS	milisiemens
R1	hranilna raztopina iz gnojila
R2	hranilna raztopina iz posameznih soli
R1+N	hranilna raztopina iz gnojila z dodatnim dušikom
R2+N	hranilna raztopina iz posameznih soli z dodatnim dušikom

1 UVOD

V zadnjih nekaj letih mesečna redkvice (*Raphanus sativus* L.), zaradi vse večjega povpraševanja v državah severne Evrope, postaja zaradi tržnega potenciala vedno bolj priljubljena pridelovalna kultura tudi v Sloveniji. Zaradi rastoče potrebe po sveži zelenjavi, tudi izven rastne dobe, so pridelovalci pričeli uporabljati različne pridelovalne tehnike, ki omogočajo pridelavo v zaprtih prostorih skozi celo leto, saj so rastne razmere prilagojene gojeni kulturi.

Pri pridelovanju vrtnin se lahko odločamo tudi za tako imenovano hidroponsko ali breztalno gojenje, tako na prostem, kot v zavarovanih, primerno ogretyh in osvetljenih prostorih. Takšno gojenje je sicer veliko zahtevnejše in dražje kot talno gojenje, vendar pa so tu predvsem prednosti v izrabi zemljišč, kjer so rastne razmere manj ugodne. Kot nadomestilo za tla lahko uporabimo trdne inertne substrate (pesek, perlit, prod, vermikulit, kameno volno, itd.), organske substrate, flišne materiale in vodne raztopine (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994).

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Pri našem poskusu gojenja mesečne redkvice nas je predvsem zanimalo, če bodo redkvice, sploh tako pozno poleti (dolžina dneva in intenziteta osvetlitve) dosegle tehnološko zrelost in ne bodo zaradi dolžine trajanja osvetlitve prešle v generativno fazo. Kot že omenjeno, lahko rastne razmere v zavarovanih prostorih prilagodimo potrebam gojene rastline. Ravno tako ima rastlina, gojena v hidroponskem bazenu, vedno na voljo vodo, ki preprečuje večja nihanja temperatur v območju korenin in s tem zmanjšuje pogostost temperaturnih šokov za rastlino. Obenem pa voda vsebuje natančno odmerjena hranila, potrebna v posamezni fazi rasti rastline. Gojenje v hidroponskem sistemu nam omogoča tudi intenzivnejšo pridelavo, ob uporabi manjše količine fitofarmaceutskih sredstev, saj so pridelki redkeje okuženi z boleznimi ali napadeni s strani škodljivcev. Običajno tako pridelana zelenjava raste hitreje in je nekoliko večja.

Raziskave smo se torej lotili, da bi ugotovili, če bodo mesečne redkvice sploh tehnološko dozorele tako pozno poleti. Za raziskavo smo uporabili seme sorte 'Tinto F1', ki velja za poletno sorto (Vilmorin, 2011), zato smo pričakovali, da bo tudi v poletnem času razvila primerne hipokotilne gomoje. Poleg tega pa bomo v štirih bazenih primerjali štiri različne hranilne raztopine in dve gostoti setve.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Pri gojenju mesečne redkvice, med rastlinami, gojenimi v različnih hranilnih raztopinah, ne pričakujemo večjih razlik. Večjo razliko v kakovosti in količini pridelka pričakujemo le med gojenjem na plavajočem sistemu in na mizah, kjer smo gojili kontrolne rastline v šoti. Zaradi dolžine dneva in visokih temperatur, lahko namesto izoblikovanja hipokotilnega gomolja pričakujemo cvetenje rastlin.

2 PREGLED OBJAV

2.1 IZVOR IN RAZŠIRJENOST MESEČNE REDKVICE

Beseda *Raphanus* je grškega izvora in približno prevedena pomeni "hiter pojav", ki pa se nanaša na hitro kalitev te rastline.

Izvirala naj bi iz Kitajske, kjer so tudi odkrili največ divjih oblik rastline. Njeni začetki segajo v sedmo stoletje pred našim štetjem. Iz Kitajske se je razširila na osrednjo Azijo in kasneje v Egipt (Texas ... , 2012). Sredozemske dežele so jo gojile že v 5. in 6. stoletju p.n.š. (Faust, 1996).

2.2 MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Mesečna redkvice je enoletna rastlina in je tujeprašnica.

2.2.1 Cvet in plod

V obdobju dolgih dni (≥ 12 ur) sorazmerno hitro oblikuje do 80 cm visoko razvejano cvetno steblo (Geissler, 1979). Beli, roza ali vijoličasti cvetovi zacvetijo na vrhu racemoznega socvetja. Cvet je sestavljen iz štirih časnih listov in štirih navzkrižnih venčnih listov. Andrecej ima šest prašnikov, zunanja dva sta krajša, notranji štirje pa daljši. Nadrasli ginecej sestavljata dva plodna lista. Na dnu cveta so temno zeleni bradavičasti nektarji (Pavlek, 1985).

Po oploditvi se iz plodnice razvije lusk, dolg 3-5 cm, zadebeljen in s koničastim kljunom. Vsebuje do 8 semen, ko dozori se ne razpoči (Pavlek, 1985).

2.2.2 Hipokotilni stebelni gomolj

Po velikosti je gomolj (zadebeljen hipokotil) droban, srednje velik in velik. Po obliki je okrogel, ploščato okrogel, cilindričen in šiljast. Zunanja barva gomolja je bela, bela z rožnatim odtenkom, rdeča, škrlatno rdeča, temno rdeča, lahko tudi z vijoličnim odtenkom. Ves hipokotilni gomolj je enakomerno obarvan, ali pa je obarvana le 1/3, 1/2, 2/3 itd., ostali del je bel. Meso je belo ali belo z rožnatim odtenkom. Značilna oblika in barva se pokažeta le v najugodnejših razmerah za rast in razvoj posevka. Kemična sestava in količina eteričnih olj, ki dajejo svojevrsten okus, se menjata pri posameznih sortah. Enako tudi nagnjenost k puhlosti (Leskovec, 1969). Iz zadebeljenega hipokotila se razvija okrogel do ovalen gomolj. Obstajajo tudi sorte, ki so podolgovate in pri katerih je tudi korenina zadebeljena (Krug, 1986). Odebeljen hipokotil prehaja v glavno korenino, iz katere izraščajo tanke stranske korenine. Koreninski sistem je slabo in plitvo razraščan (Geissler, 1979).

2.2.3 Listi

Listi mesečne redkvice se ločijo po velikosti, obliki in barvi. Po velikosti so majhni, srednje veliki in veliki. Listna rozeta je bolj ali manj bujna, deloma pokončna ali pokončne rasti. Po obliki je list ovalen, podolgovato ovalen, lirast, celorob, cel, pernato narezan ali napiljen. Barva lista je zelena ali temno zelena. Listna ploskev je bolj ali manj dlakava.

Pecelj je kratek, srednje dolg ali dolg, nežen ali bolj grob (Leskovec, 1969). Klična lista sta dlakava po celi površini (Vardjan, 1987).

2.2.4 Seme

Seme mesečne redkvice je nepravilne okrogle oblike, svetlo rjave barve (Pavlek, 1985). Dolgo je 2,5 do 3,5 mm, povprečnega premera 2 do 3 mm. Ob ugodni temperaturi začne kaliti po petih do desetih dneh (Geissler, 1979). V enem gramu je približno 100 do 160 semen. Kaljivost semena je 86-100 %, kaljivost traja štiri do pet let (Pavlek, 1985).

2.2.5 Cilji selekcije

Jakše (2002) povzame cilje sledeče:

- odpornost na uhajanje v cvet,
- odpornost na nizke in visoke temperature,
- tanka, lepo obarvana lupina,
- sočno nepekoče meso, odporno na puhlost in olesenelost,
- čim krajša rastna doba.

2.4 VPLIV RASTNIH RAZMER NA GOJENJE MESEČNE REDKVICE

2.4.1 Svetloba

Vpliv svetlobe na rast in razvoj mesečne redkvice je sorazmerno velik. Pomanjkanje svetlobe negativno vpliva na debeljenje hipokotila (Krug, 1986). Za hiter vegetativni razvoj, ki je pomemben pri kakovosti pridelka, potrebuje mesečna redkvice kratek dan (Jakše, 1993).

Preglednica 1: Vpliv osvetlitve in gostote rastlin na maso listov in gomoljev mesečne redkvice (g/m², 33 dni po setvi pri dnevni temperaturi 20 °C in nočni temperaturi 15 °C, ob 16 urni osvetlitvi) (Krug 1986: 305)

Osvetlitev v W/m ²	Setvena razdalja v cm			
	3 x 3 (1198 redkev/m ²)		9 x 9 (121 redkev/m ²)	
	Masa listov	Masa gomoljev	Masa listov	Masa gomoljev
	g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²
3,4	160	30	30	20
13,7	210	280	80	190

2.4.2 Temperatura zraka

Mesečna redkvice je sorazmerno odporna na nizke temperature zraka. Odrasle rastline redkvic prenesejo od -5 °C do -6 °C. Najugodnejša temperatura za rast redkvic je 16 °C (Bajec, 1994). Kratkotrajne zmrzali do -3 °C ne povzročijo poškodb in redkvice rastejo, četudi počasi, pri temperaturi do 6 °C. Višje temperature pospešijo tvorbo listov na škodo debelitve hipokotila. V poletnih mesecih lahko kratkoročno prenesejo 35 °C, medtem ko v zimskih mesecih že temperatura okrog 20 °C ovira tvorbo gomoljev. Prekoračitev

temperaturnega optimuma ima zaradi hitrejšega razvoja listov, negativnejši vpliv na oblikovanje hipokotila (Geissler, 1979). Visoka temperatura in suša povzročata zelo oster okus gomoljev (Fabrizio, 1996). Če je mesečna redkvice dalj časa izpostavljena višjim temperaturam ob najmanj 12-urni osvetlitvi, navadno požene cvetno steblo (Jakše, 1993). Najugodnejša temperatura zraka za rast in razvoj je odvisna od trajanja osvetlitve (Geissler, 1979).

Preglednica 2: Priporočene temperature za gojenje mesečne redkvice v zavarovanem prostoru, ki so odvisne od letnega časa (Geissler, 1979: 227)

Mesec	Temperature v °C	
	dnevne	nočne
Januar	8-10	4-6
Februar	10-12	6-8
Marec	12-15	8-10
April	15-18	10-12
September	12-15	8-10
Oktober	10-12	6-8
November	8-10	4-6
December	6-8	4-6

2.4.3 Tla

Zaradi kratke rastne dobe morajo biti vsa hranila na razpolago v kratkem časovnem obdobju. Prevelike vsebnosti dušika in majhna oskrba s kalijem neugodno vpliva na razmerje list-gomolj. Na vsebnost kalcija ni posebno zahtevna. Pomanjkanje mikroelementov pri mesečni redkvice ni opazno (Geissler, 1979).

2.4.4 Temperatura tal

Mesečna redkvice ni posebno zahtevna za temperature tal. Najugodnejše temperature tal za razvoj so od 10 °C do 13 °C (Geissler, 1979). Seme kali že pri temperaturi 2 °C do 3 °C (Bajec, 1994).

2.4.5 Zračna vlaga

Zračna vlaga naj ne preseže 80%, sicer se prekomerno razvije listna masa in lahko nastopi gnitje listov (Geissler, 1979).

2.5 NAČIN UPORABE IN SESTAVA MESEČNE REDKVICE

Kemična sestava mesečne redkvice je v ozki povezavi s pedoklimatskimi razmerami v času rasti in delno s kultivarjem (Geissler, 1979). Zdravilna vrednost mesečne redkvice in redkve je enaka, le da je potrošnja mesečne redkvice večja (Lešič in sod., 2004). V spodnjih dveh tabelah so prikazane osnovne sestavine in pa vitamini in minerali v hipokotilu.

Preglednica 3: Osnovne sestavine hipokotila v % (Lešič in sod., 2004: 242)

Osnovne sestavine užitnega dela redkvice - hipokotila	%
Voda	93,1–95,5
Vlakna	1,5
Ogljikovi hidrati	1,85–7,0
Sladkor	1
Surove beljakovine	0,5–1,55
Surove maščobe	0,1–0,2
Minerali	0,79–1,0

Preglednica 4: Glavni minerali in vitamini hipokotila v mg/100g sveže redkvice (Lešič in sod., 2004: 242)

Glavni minerali in vitamini sveže redkvice	mg/100g
Natrij	9–25
Kalij	250–290
Magnezij	0,1–2
Kalcij	20–37
Fosfor	21,3–36
Železo	0,05–0,2
Žveplo	41
Karoten	0,012–0,03
Vitamin B ₁	0,018–0,09
Vitamin B ₂	0,02–0,053
Vitamin B ₃	0,2–0,3
Vitamin B ₆	0,045–0,077
Vitamin C	16–50

Grenčine v mesečni redkvici ugodno delujejo na izločanje slin, obnovo krvi in pospešujejo tek, zato naj jo uživajo otroci, ki so slabokrvni. Tudi pri bronhialni astmi je uživanje mesečne redkvice izredno koristno, posebej, če sok pomešamo z medom (Černe in Vrhovnik, 1992).

Mesečna redkvica vsebuje veliko eteričnih olj in mineralnih soli (Ca, K, Na, Mg), ki vežejo odvečne kisline v telesu, pospešujejo tudi uriniranje in čiščenje ledvic, sečevoda in mehurja. Glede vitaminskega bogastva so rdeče sorte bolj bogate od belih (Vardjan, 1987).

Mesečna redkvica pa poleg mineralnih soli vsebuje tudi vitamine A, B in D. Vsebnost vitaminov v mesečni redkvici na 100 g užitnega dela redkvice (Gugenhan, 1978):

Vitamin: A (I.E.) = 30 (potrebna dnevna količina je 5000)
 B₁ (v mg) = 0,05 (potrebna dnevna količina je 1,5)
 C (v mg) = 24 (potrebna dnevna količina je 75)

Količina eteričnih olj (sulforagena) v različnih sortah mesečne redkvice se giblje od 8,4 do 50 mg/100 g (Pavlek, 1985).

Redkvica je zdrava korenovka, ki jo uporabljamo surovo kot prigrizek h kruhu, pivu, siru

in drugim jedem (Fabrizio, 1996). Za prehrano uporabljamo liste in gomolje. Pikanten okus jim dajejo eterična olja. Z redkvico okrasimo narezke (Osvald in Kogoj-Osvald, 1996). Mlade liste redkvic lahko uživamo surove, starejše liste pa pripravljamo kot špinačo (Biggs, 1999). Mesečno redkvico jemo v različnih solatah, izredno pa je priljubljena tudi presna redkvica, ki jo zlasti pri artritisu priporočajo jesti vsak dan skupaj z listi. Okus redkvice je veliko bolj izrazit v zunanjem delu (Černe in Vrhovnik, 1992).

Redkvice so dosti bolj uporabne za vse vrste solat, kot si običajno mislimo. Seme lahko nakaljujemo, mlado zelenje pa lahko gojimo za rezanje. V ta namen potrebujemo veliko semena, zato pustimo nekaj rastlin zgodnje setve, da semenijo. Ko odcvetijo lahko plodove, dokler so še zeleni in krhki, vlagamo v kis ali uživamo presne in so prava poslastica. Redkvice z majhnimi koreninami gojimo večinoma za presno uporabo, debelejšje korenске sorte, ki jih lahko spravimo za ozimnico, pa za jesenske mesece (Larkcom, 1987).

2.6 TEHNOLOGIJA PRIDELAVE MESEČNE REDKVICE

Mesečna redkvica je rastlina z zelo kratko rastno dobo (20 do 25 dni poleti, 30 do 40 dni spomladi in jeseni). Običajno jo gojimo na prostem. Če imamo na voljo ogrevan pridelovalni prostor, jo pridelujemo za celoletno oskrbo. Za normalno oskrbo jo moramo zaradi prehitre tehnološke prezrelosti in manj uspešnega skladiščenja (dan do dva) sejati terminsko v več zaporednih setvah. Na specializiranih vrtnarskih obratih za gojenje redkvice sejejo 25- do 30- krat, ponekod tudi do 80- krat letno. Za nepretrgano oskrbo, z vedno sočnimi in okusnimi redkvicami, priporočajo naslednjo setev, ko vznikne zadnja (Osvald in Kogoj-Osvald, 1996).

Redkvico lahko intenzivno gojimo na prostem v toplotno ugodnejšem obdobju leta, pozimi pa v zavarovanem prostoru. Za zimsko gojenje so priporočljivi ogrevani zavarovani prostori (ogrevani rastlinjaki in lokalno ogrevana tla), spomladi pa lahko pridelamo zgodnejše redkvice tako, da posevek prekrivamo s polietilenskimi (PE) in polipropilenskimi (PP) prekrivali. S primernim terminskim programom setve in gojenja, lahko oskrbujemo trg s to vrtnino vse leto. Za gojenje v zavarovanem prostoru so primerne zgodnje sorte, ki imajo malo listne površine (Osvald in Kogoj-Osvald, 1996).

V poletni vročini postane redkvica hitro puhla in kmalu sili v cvet. Zaradi višjih temperatur potrebuje veliko vlage, zato jo je treba zaliti celo dvakrat na dan (Vardjan, 1987).

2.6.1 Rastne razmere

Redkvice morajo rasti hitro. Če rastejo počasi, to je več kot štiri tedne, so pekoče in niso sočne ter hrustljave. Za hitro rast potrebujejo rodovitna in stalno vlažna tla. Če rastejo v težkih tleh, imajo oster okus. Ne prenašajo gnojenja s hlevskim gnojem. Od hranil potrebujejo predvsem kalij in fosfor, manj pa dušik. Preobilica dušika pospešuje razvoj listov, zastaja pa rast podzemnih delov. Najprimernejša so dušikova gnojila, ki hitro delujejo. Pomanjkanje hranil povzroča kosmatost listov (Bajec, 1994). Gnojenje s svežim hlevskim gnojem ali gnojnico pospešuje črvivost gomoljev (Fabrizio, 1996). Pri redkvici lahko zaradi pomanjkanja bora v kasnejši fazi vegetacije, pride do abnormalnosti,

občutljiva pa je tudi na klor (Pavlek, 1985).

Preglednica 5: Povprečni odvzem hranil pri različno velikih pridelkih mesečne redkvice (Geissler, 1979: 229)

Pridelek kg/m ²	Skupna rastlinska masa kg/m ²	Odvzem hranil v g/m ²				
		N	K	P	Ca	Mg
1,0	1,5	3,1	3,4	0,4	1,9	0,25
1,5	2,0	5,2	5,8	0,7	2,6	0,40
2,0	2,5	7,2	7,9	1,0	3,5	0,55
2,5	3,0	9,2	10,0	1,3	4,2	0,70
3,0	3,5	11,3	12,2	1,6	4,9	0,85

2.6.2 Termini setve

V rastlinjak sejemo pozimi, v zaprto gredo ali tunel pa od februarja do aprila, od aprila do konca maja sejemo na prosto. Nato s setvijo prenehamo do konca avgusta in nadaljujemo do decembra (Bajec, 1994). Rastnim razmeram so prilagojeni tudi termini setve, kar je razvidno iz preglednice (Geissler, 1979).

Preglednica 6: Možni termini setve in spravila mesečne redkvice (Geissler, 1979: 227)

Setveni termin	Spravilo	Čas gojenja v tednih	Povprečni pridelek	
			Število rastlin/m ²	kg/m ²
Januar	Konec februarja do sredine marca	7	200	1,8
Februar	Sredi marca do začetka aprila	6	250	2,0
Marec	Začetek aprila do konca aprila	5	300	2,5
April	Konec aprila do sredine maja	4	350	2,8
September	Sredi oktobra do sredine novembra	6	200	1,8
Oktober	Sredi novembra do sredine decembra	7	150	1,0
November	Začetek januarja do konca januarja	9	150	1,0
December	Začetek februarja do konca februarja	9	150	1,5

2.6.3 Spravilo

Redkvice pospravljamo in vežemo v šopke, ko postanejo tehnološko zrele, ko imajo normalno razvite in sočne gomolje (Osvald in Kogoj-Osvald, 1996). Zgodnje sorte pobiramo 35 do 40 dni po setvi. Pozimi je ta doba daljša, 50 do 55 dni. Ko redkvice doseže 15 mm, jo poberejo. Predebele redkvice so pogosto puhle (Bajec, 1994). Poletne redkvice so okrogle, dosežejo 2,5 cm premera, ali podolgovate, ki so običajno dolge 5 cm, čeprav obstajajo sorte ('Ledena sveča' in nekatere japonske poletne sorte), ki zrastejo tudi do 15 cm (Larkcom, 1987). Ker je rast posevka neizenačena, najprej pospravimo debelejšje gomolje in jih takoj uporabimo. Najboljše je, da vsakokrat napulimo le toliko redkvic, kot jih potrebujemo. Redkvice, ki ni v zemlji, hitro izgubi svežost in krhkost, zaradi česar močno trpi okusnost (Gugenhan, 1978). Pobiramo jo v nekaj dnevni presledkih od enega do dva tedna. Lepe, zdrave in nepoškodovane rastline izpulimo in jih 10 do 20 vežemo v šope (Geissler, 1979). Premer gomoljev mesečne redkvice okroglih sort mora biti 15 do 40

mm, pri podolgovato ovalnih in koničastih pa najmanj 15 mm (Geissler, 1979). V toplem obdobju pridelek pobereemo v dveh do štirih dneh, ker hipokotilni gomolji hitro prezorijo, postanejo puhli, gobasti ali pekoči (Osvald in Kogoj-Osvald, 1996).

2.7 VARSTVO

Mesečna redkvice ima zaradi kratke rastne dobe malo boleznih in škodljivcev (Fabrizio, 1996).

2.7.1 Fiziološke (neparazitske) bolezni

Pomanjkanje ali presežek hranilnih snovi

- presežek dušika:

Pretirane količine dušika povzročajo pokanje gomoljev (Vardjan, 1987)

- pomanjkanje bora:

Pri redkvici postane ob nezadostni oskrbi z borom zunanja plast redkvine korenine hrapava in razpokana. V notranjosti gomolja nastanejo otoki temnorjavega tkiva. Listi ostanejo majhni in skodrani. Listni peclji so krhki (Maček, 1991).

Sprememba okusa raznih organov

- plehek okus redkvice:

Med celicami gomoljev nastanejo pretirano veliki vmesni prostori. Gomolj postane gobast in plehkega okusa. Ta motnja nastaja predvsem pri prestarih posevkih. Povzročata jo pomanjkanje vode in hranilnih snovi. Različne sorte so za ta pojav različno dovzetne (Maček, 1991).

2.7.2 Rastlinske bolezni

Pomembnejše glivične bolezni

- *Peronospora brassicae* Gäum. (kapusova plesen) – Okužuje predvsem mlade rastlinice. Na zgornji strani listov se pojavijo rumene do rjavkaste pege, ki so včasih črno obrobljene. Na spodnji strani pa zraste belkasta do sivkasta prevleka trosonoscev in trosov. Na gomolju redkvice nastanejo črne grintave, raztrgane pege, ki so večkrat prepredene z belim micelijem. Okuženi gomolji so na prerezu temnosivi ali sivorjavi.

Zatiranje: Okužene ostanke moramo globoko zakopati. Zemljo za setev moramo razkužiti. Seme lahko razkužimo v vroči vodi. Sejati ne smemo prepogosto, da vlaga med rastlinami lahko hitro izhlapi. Mlade rastline škropimo s pripravki na podlagi bakra, diklofluanida, mancozeba, metirama, maneba ali propineba (Maček, 1991).

- *Alphanomyces raphani* Kendr. (črnenje korenov) – Tkivo nekoliko starejšega gomolja se tik pod povrhnjico obarva sivomodro. Obarvanje se širi navznoter in lahko objame gomolj v obliki kolobarja. Gomolji so deformirani in razpokani. Na nadzemnih organih se obolenje ne pozna. Opazimo ga šele pri spravilu. Drugih organov gliva ne okužuje, zato tudi prenos s semenom ni mogoč.

Zatiranje: S peštrim in širokim kolobarjem preprečimo okužbo. Okužene rastline globoko zakopljemo ali sežgemo (Maček, 1991).

- ***Helicobasidium purpureum*** (Tul.) Pat. (vijoličasta morilka korenin) – Gliva okuži gomolje, zlasti v spodnjem delu. Tkivo je nekoliko uleknjeno in prevlečeno s temnovijoličastimi hifami glive. Na mestih, kjer se gliva naseli na tkivo, začne le to gniti. Bolezen izhaja iz okuženih tal.

Zatiranje: Neposrednih gospodarsko opravičljivih zatiralnih ukrepov ni. Najboljši ukrep je pester in širok kolobar. Tudi odvajanje vode iz vlažnih tal je koristno. Alkalna reakcija tal pospešuje pojav bolezni (Maček, 1991).

- ***Pythium debaryanum*** Hesse (padavica sadik) – Posebno izrazita je ta bolezen v toplih gredah ali v rastlinjakih, kjer glivi ustreza zlasti toplota in vlaga. Gliva lahko okužuje rastlinice le v prvi dobi njihovega razvoja. Če se okuži že med kalitvijo, tedaj rastlinice sploh ne vzniknejo. Posamezne rastlinice ali pa gnezda rastlin poležejo in se kmalu povsem osušijo.

Zatiranje: Razkuževanje tal s klasičnim sredstvom formalinom, organskimi Hg-pripravki ali organskimi fungicidi (vapamom, tiranom, itd.) Razkuževanje semena z organskimi Hg-pripravki. Če se padavica pojavi, moramo okužene rastline z zemljo odstraniti, preostale pa zaliti s pripravki na podlagi kaptana, mancozeba, diflonata, itd. (Maček, 1991).

- ***Cauliflower mosaic virus*** (cvetačni mozaik) – Ta virusna bolezen lahko okuži vse kapusnice. Poleg teh so lahko gostiteljske rastline še številne vrste iz družin križnic. Cvetačni mozaik pa ne more okužiti rastlinskih vrst iz drugih družin. Začetna bolezenska znamenja so najprej malo, pozneje pa izrazito prosojne žile, ki jih omejuje izrazito zeleno listno tkivo. Na listni ploskvi nastanejo klorotične pege, v katerih so vključene manjše bele ali svetlorjave pegice, nebolela listna ploskev je motno zelena. Če je okužba močna, so rastline toge, listi pa krhki, rastline ostanejo majhne. Pri višjih temperaturah se bolezenska znamenja nekoliko maskirajo. Virus se ne prenaša s semenom ali zemljo. Prenasalci so predvsem listne uši. Rastlina se okuži z virusom že po kratki dobi sesanja. Virus lahko prezimuje.

Zatiranje: Merkantilne in semenske posevke kapusnic moramo gojiti ločeno, vsaj v razdalji 2 km. Prezimujoče kapusnice moramo pred pomladansko saditvijo odstraniti s koceni vred. V obeh vrstah posevkov moramo zatirati listne uši (Maček, 1991).

2.7.3 Škodljivci

Pogosteje se pojavljajo

- ***Phyllotreta* sp.** (bolhači) – Nekatere vrste so enobarvne (*Ph. atra* F., *Ph. nigripes* F.), nekatere pa imajo rumeno progo na krilih (*Ph. nemorum* L., *Ph. undulata* K.). Zajedajo majhne luknjice na listih, posebno dokler so rastline na razvojni stopnji sejančkov. Bolhači zrastejo od 1,5 do 3 mm in so navadno črni, temno modri ali temno zeleni, le včasih pa imajo rumeno progo na krilih. Bolhači dobro skačejo. V sušnih obdobjih moramo redkvico zalivati, ker tako hitreje preraste občutljiv razvoj sejančka.

Zaščita: Kemično uničujemo, ko je uničene več kot 10 % listne površine. Uporabljamo sredstva, ki vsebujejo diazinon, malation, pirimifos, metil, alfametrin, beta-ciflutrin, cipermetrin, deltametrin ali lambda cihalotrin (Maček, 1991).

- ***Delia brassicae* B.** (kapusova muha) – Odrasla je podobna hišni muhi, je sive barve, dolga 5 do 7 mm. Žerke kapusove muhe delajo ozke rjave rove znotraj odebeljenih delov mesečne redkvice, objedajo tudi korenine in ustavijo rast. Jajčeca so ovalna, bele barve, dolga do 10 mm. Nimajo nog in vidne glave.

Zaščita: Uničujemo okužene rastline.

- ***Elateridae*** (strune) – Objedajo korenine in gomolje in s tem močno zmanjšajo kvaliteto. Poškodovane gomolje napadajo glivice in bakterije.

Zaščita: Posevek zavarujemo z dodatkom insekticidnih zrn ob pripravi zemlje. Uporabimo lahko sredstva, ki vsebujejo foksim (Maceljski, 1979).

2.8 HIDROPONIKA

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

To je tehnika gojenja rastlin brez tal oz. brez zemlje (izven zemlje) kot to obliko poimenujejo v nekaterih deželah. Korenine lahko rastejo v zraku (ob vzdrževanju velike vlažnosti), v vodi (z dobrim prezračevanjem), ali v različnih inertnih substratih (pesek, mivka, različni gradbeni materiali, kamena volna, ekspandirana glina). V vodi je raztopljena točno določena količina hranil (ustrezne koncentracije), ki je potrebna za rast rastlin (Osvald in Osvald-Kogoj, 2005b).

2.8.1 Zgodovinski pregled razvoja hidroponike

Prvi znani način gojenja rastlin s hidroponiko so plavajoči vrtovi, *chimpas*, na jezeru Texcoco. Na njih so indijanski vrtnarji pridelovali zelenjavo in okrasno cvetje, s čimer so preskrbeli četrto milijona prebivalcev mesta Ciudad de Mexico. Španci so ob svojem prihodu te vrtove spregledali, izgubili pa so se tudi vsi zapisi in z njimi vse izkušnje. Podobni vrtovi so bili tudi v Kašmirju v Indiji (Krese, 1989).

Začetki 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. Poskusil je gojiti rastline na vodi, tako da je vanjo vmešal različne koncentracije prsti (Krese, 1989).

V 19. stoletju so znanstveniki prišli do pomembnih odkritij o prehrani rastlin. 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 (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

Dr. W. F. Gericke 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, 2005a).

Med drugo svetovno vojno so s pomočjo hidroponike v angleških in ameriških vojaških bazah na pustih otokih v Pacifiku in Atlantiku pridelali na milijone ton zelenjave. Leta 1948 so angleški znanstveniki vpeljali hidroponiko med preproste in revne Bengalce, ki so imeli malo zemlje za obdelavo. Želeli so poenostaviti in poceniti pridelovanje zelenjave brez prsti. Uporabili so stare zabojnike, jih preluknjali, namesto prsti pa so vanje nasuli droben pesek in mivko. Na dno so položili večje kamne, nanje pa nasuli mešanico petih delov drobnega peska in enega dela mivke. Nekatere vrste zelenjave so sejali tako na stalno mesto, nekatere pa so posejali samo v mivko in jih potem presadili. Gnojila so začeli dodajati šele, ko so bile rastline visoke 1 cm, potem pa enkrat na teden. V času močnega deževja so jih zaradi spiranja dodajali pogosteje. Zaradi preprostosti se je ta način gojenja hitro razširil še v Indijo in drugam po svetu. Uporaba hidroponike je omogočila spremembo ravnega medija in odpravila odvisnost rastlin od zemlje. S tem so nadomestili dve glavni funkciji, ki ju opravlja zemlja, to sta opora rastlinam in preskrba z vsemi potrebnimi hranili in vodo. V vseh hidroponskih sistemih je način gnojenja rešen na podoben način, tako da vsa potrebna hranila za posamezno vrsto rastlin raztopijo v vodi in nato raztopino na različne načine dovajajo do rastlinskih korenin (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

2.8.2. Delitev hidroponskih sistemov

Po tem, ali se hranilna raztopina ponovno uporabi ali ne, razlikujemo:

- zaprte hidroponske sisteme, kjer hranilna raztopina v sistemu kroži
- odprte hidroponske sisteme, kjer hranilno raztopino po uporabi zamenjamo

Hidroponske sisteme razvrščamo glede na način gojenja, uporabo substratov in hranilne raztopine. Sistemi pa so primerni tako za gojenje rastlin v zavarovanem prostoru, kot tudi za gojenje na prostem.

2.8.3 Prednosti in slabosti hidroponskega gojenja rastlin

Prednosti hidroponskega gojenja rastlin (Osvald in Osvald-Kogoj, 2005a):

- rastline lahko gojimo tudi tam, kjer tla niso primerna za rast ali so onesnažena
- velika intenzivnost pridelovanja
- manj naporno delo pri obdelovanju, kultiviranju, razkuževanju, zalivanju in drugem
- manjša poraba zaščitnih sredstev
- pri hidroponskem načinu pridelovanja 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 Osvald-Kogoj, 2005a):

- začetni stroški so visoki
- potrebna sta izkušnost in znanje pri opravljanju del
- bolezni in škodljivci se lahko hitro razmnožijo
- koristnih mikroorganizmov, ki živijo v zemlji, v substratih ni

- rastline, ki rastejo v hidroponskih sistemih, reagirajo na dobre in ravno tako na slabe rastne razmere, hitreje kot rastline, gojene na klasičen način.

2.8.4 Plavajoči sistem

Pri tej tehniki gojenja so rastline vložene s tehniko sidranja (plošče ali mreža) v vodne bazene s hranilno raztopino. Rastline s svojimi koreninami sprejemajo iz hranilne raztopine potrebna hranila za rast (Osvald in Osvald-Kogoj, 2005b).

Zrak v bazene dovajamo s pomočjo kompresorja. Pri uporabi tega sistema moramo opravljati sprotne meritve in hranilno raztopino primerno obnavljati.

2.8.5 Substrati

Uporabili smo mešanico inertnega perlita in kamene volne. Ta substrata uvrščamo med mineralne substrate. Poleg mineralnih, pa poznamo še sintetične in naravne organske substrate.

2.8.5.1 Mineralni substrati

Kamena volna:

Kamena volna je prvotno izdelana kot izolacijski material. Narejena je iz mešanice kamnin bazalta, diabaza in koksa, ki jih stalijo pri 1600 °C, 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). Ker pore zavzemajo 96% celotnega volumna, kamena volna hitro vpija vodo. 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 (Osvald in Osvald-Kogoj, 2005a).

Prednosti kamene volne:

- ima specifične lastnosti ob namakanju in dodajanju hranil
- kemijsko inerten material, razen manjših vplivov na spremembo pH hranilne raztopine
- zaradi majhne sorptivne sposobnosti ne zadržuje hranil in omogoča hitro menjavo hranilne raztopine z novo oz. sestavinsko drugačno
- ne spreminja razmerja hranil v sami raztopini
- ne vpliva na dostopnost posameznih hranil in vode
- ima velik delež por, ki zadržujejo oboje; vodo s hranili in zrak
- razmerje voda:zrak se ne poruši tudi pri prekomernem vlaženju, saj odvečna tekočina odteče
- sterilnost

Pomanjkljivosti kamene volne:

- po določenem času se na površino kamene volne naselijo alge. To sicer nima vpliva na pridelek, vendar se lahko po daljšem obdobju razvije neprepusten sloj, ki onemogoča pretok hranilne raztopine skozi kameno volno

- lahko postane prevlažna za rastline, ki ne prenesejo prevelike vlažnosti
- pojavlja se problem odlaganja odpadkov kamene volne

Perlit:

Perlit izhaja iz silikatnih vulkanskih kamnin. Vsebuje 2-5 % vode. Ko ga drobijo in segrevajo na 1000 °C, naraste in 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 (Osvald in Osvald-Kogoj, 2005a).

Vermikulit:

Je sljuda, ki jo ekspandirajo s termično šok metodo pri 1100 °C, kar povzroči izhlapevanje interfoliarnih molekul vode in dobimo plastovit material. Je lahek in porozen (96 %) material z dobro kapaciteto za vodo (45–50 %). Ni kemično inerten, saj adsorbira pretežno K⁺ in NH₄⁺ ione in oddaja Mg⁺⁺. Material je drobljiv in se hitro zbije tako, da lahko nastanejo neprodušne plasti. Največ ga uporabljamo pri setvah v gojitvene plošče, kjer ga potrosimo kot tanko vrhnjo plast, da preprečimo hitro izsuševanje (Jakše, 2002).

Glinopor:

Je ekspandirana glina, kar pomeni, da kroglice gline tretirajo pri 1100 °C, tako da voda hipoma izpari. Dobimo trde rjave porozne kroglice, ki imajo dobro trajnost in slabo vodno kapaciteto (odvisno od granulacije, ki je lahko od 4–10 mm). Velja za inerten substrat (Jakše, 2002).

2.8.5.2 Organski substrati

Šota:

Organski substrat, ki smo ga uporabili je bila šota. Šota nastane z nepopolno razgradnjo različnih ostankov rastlin, ki so se razvile v vodnem okolju ob pomanjkanju zraka. V grobem razlikujemo temno šoto (rjava in črna), ki je starejšega izvora in močno razgrajena (humificirana), in svetlo šoto, ki je mlajša in manj razgrajena z debelejšimi vlakni. Kljub organskemu izvoru šota ne vsebuje patogenov. Največja nevšečnost pri šoti je, da po izsušitvi spremeni svoje fizikalne lastnosti in nastopijo težave pri dehidraciji (Jakše, 2002).

Kokosova vlakna in kokosov prah:

Kokosova vlakna in prah nastanejo kot stranski proizvod pri pridobivanju vlaken iz kokosovih orehov. Kokosova vlakna so zelo porozna in imajo slabo kapaciteto za vodo, prah pa ima dobro kapaciteto za vodo in manj zračnih por. Vrednosti pH se gibljejo med 5 in 6. Material ni inerten in posledično reagira z gnojili, ter ima precejšnjo izmenjalno sposobnost za hranilne elemente (Aendekerk in sod., 2000).

Skorja:

Skorja je odpadni produkt papirnic, žag...Uporabljamo smrekovo, borovo, evkaliptusovo, topolovo skorjo, ki se med seboj zelo razlikujejo. V vrtnarstvu se redko uporablja sveža skorja, ker je lahko fitotoksična (posebno če vsebuje ostanke lesa) in pogosto vsebuje parazite (glive) ter jajčeca in larve insektov. Zato skorjo večinoma zmeljejo in kompostirajo

(8 – 10 mesecev). Je lahek in porozen substrat z majhno vodno kapaciteto in pH vrednostjo med 4 in 5,5 (Jakše, 2002).

Kompostirano žaganje:

Se uporablja kot dodatek drugim organskim in mineralnim substratom.

Uporabimo pa lahko tudi riževe pleve, odpadno slamo, grozdne tropine...

2.8.5.3 Sintetični substrati

Polistiren (stiropor):

Je bele barve, zelo lahek in znan kot izolator. Ne moremo ga uporabljati samega saj ne zadržuje vode. Pogosto ga uporabljamo zdrobljenega kot dodatek organskim substratom, kjer izboljša zračnost in zmanjša težo substrata (Jakše, 2002).

Poliuretan:

Je v obliki trde pene (uporabljajo ga v okrasnem vrtnarstvu za izdelavo ikeban). Je inerten, zelo lahek in ga lahko zlomimo v manjše kose, ter ga uporabimo samostojno v hidroponskih tehnikah ali kot dodatek. Je relativno drag in ima slabo kapaciteto za vodo (Jakše, 2002).

Poliakrilamid:

V obliki zrn, granul, ki nase vežejo vodo in tvorijo želatinasto snov. Pri uporabi moramo biti pazljivi, da se ne izsuši, ker postane tekmeč rastlini, za vezavo vode (Jakše, 2002).

3 MATERIAL IN METODE DELA

Poskus je potekal v steklenjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani, v bazenih (prirejenih gojitvenih mizah), od 25. maja do 9. julija 2010. Biotehniška fakulteta leži na 300 metrih nadmorske višine in na 45° zemljepisne širine.

3.1 MATERIAL

V poskusu smo uporabili semena mesečne redkvice hibridne sorte 'Tinto F1', francoskega proizvajalca semen, Vilmorin. Po navodilih proizvajalca je sorta primerna za gojenje na prostem in v zavarovanih prostorih. Nekatere karakteristike sorte, ki so jih navedli so: zgodnost, listje je bujno in povprečne dolžine, temno zelene barve in je čvrsto pričvrščeno na hipokotilni gomolj, ki je lepe enakomerne in okrogle oblike, škrlatno rdeče barve, zelo odporen na puhlost, rahlo podvržen pokanju ob zrelosti. Seme je bilo tretirano s fungicidoma Iprodion in Thiram. Velikost semen je 2,6 mm do 2,8 mm (Vilmorin, 2010).

Za gojenje mesečne redkvice smo uporabili stiroporne gojitvene plošče z gostoto vdolbin 40 in 84 na ploščo. Skupaj smo uporabili 18 plošč s 40 in 18 plošč s 84 vdolbinami. Od tega smo jih 12 (s 40 in 84 vdolbinami) napolnili z inertnim substratom, ki je bil mešanica perlita in kamene volne v razmerju 2:1. Ostalih 6 plošč, s 40 in 84 vdolbinami, smo napolnili s šoto, te plošče so nam služile kot kontrolni vzorec.

Ko so bile plošče primerno napolnjene z rastnim substratom, smo v vsako vdolbino posejali dve semeni, približno 5 mm pod površino. Dve semeni smo uporabili zato, da smo si zagotovili 100 % vznik. Ko so bila vsa semena posejana, smo vdolbine z mineralnim substratom dodobra zalili z vodo in jih zložili na gladino hranilnih raztopin v prirejenih gojitvenih mizah (bazenih). Plošče s šoto smo prav tako zalili z vodo in jih dali kaliti na gojitvene mize.

Plavajoči sistem smo naredili tako, da smo priredili gojitvene mize dimenzij 1,5 m x 5 m in globine 0,037 m. Vanje smo položili črnobelo PE folijo in mizo napolnili z vodo do roba. Prostornina posameznega bazena je sicer 277,5 dm³, mi pa smo jih napolnili z 225 dm³ vode. Za boljšo rast korenin je bil v vodo speljan tudi sistem za dovod zraka, ki je ob pomoči kompresorja preko cevk dovajal dodaten zrak v vodo. Zaradi hitre rasti alg, v razpoložljivih ugodnih razmerah, smo neprekrte dele bazena prekrili s praznimi stiropornimi ploščami. Tako nastale alge bi s svojim razvojem porabljale hranila naših gojenih rastlin, ter oteževala redna opravila.

V 1. bazenu smo uporabili NPK gnojilo z mikroelementi, ki smo ga poimenovali R1. V 2. bazenu smo imeli hranilno raztopino pripravljeno iz posameznih soli (R2), V 3. bazenu smo imeli isto NPK gnojilo kot v prvem, le da smo mu dodali N (R1+N), ter v 4. bazenu raztopino enako tisti iz drugega, kateri smo dodali N (R2+N). Plošče napolnjene s šoto smo zalivali ročno, z raztopino iz 1. ali 3. bazena.

3.1.1 Priprava hranilnih raztopin

V prvem bazenu je tako bila hranilna raztopina R1, ki smo jo pripravili tako, da smo v 10 l vode raztopili 225 g vodotopnega gnojila Kristalon (19:6:20+3) z dodanimi mikroelementi in jo nato enakomerno razlili po celotni površini bazena. Da bomo dobili enako koncentracijo dušika (N), fosforja (P) in kalija (K) kot pri hranilni raztopini R2 (190 mg

N/1, 50 mg P₂O₅/l in 210 mg K₂O/l), smo uporabili naslednji izračun:

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

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

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

Torej smo dali v raztopino 42,75 g dušika, 13,5 g fosforja in 45 g kalija.

Drugi bazen je vseboval hranilno raztopino pripravljeno iz posameznih soli (R2). To hranilno raztopino smo dobili tako, da smo napolnili dve posodi prostornine 10 l (posoda A in B) in sicer prvo (posoda B) z mešanico Ca(NO₃)₂ in vode, v drugi posodi (posoda A) pa smo napravili mešanico makrohranil in vode (glej preglednico 7). Vsebina sodov je zadostovala za petkratno polnjenje bazenov (225 l x 5 = 1125 l). Posebej, v posodi C, smo pripravili še 1 l koncentrata z mikroelementi (glej preglednico 8). V bazen smo odmerili liter koncentrata iz posode A in liter koncentrata iz posode B, ter odmerili 1 dcl koncentrata iz posode C. V tretjem bazenu smo imeli hranilno raztopino (R1+N) pripravljeno iz vodotopnega, predpripravljenega gnojila z dodanim dodatnim dušikom (N). Raztopino R1+N smo dobili tako, da smo enaki količini gnojila Kristalon (19:6:20) kot pri hranilni raztopini R1, dodali 100 mg N/ l z 142,85 mg/ l NH₄NO₃, ali skupno 32,1 g NH₄NO₃ na bazen (225 l).

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

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

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

$$\begin{array}{l} 0,14285 \text{ g NH}_4\text{NO}_3 \dots 1 \text{ l H}_2\text{O} \\ \underline{x \text{ g NH}_4\text{NO}_3 \dots 225 \text{ l H}_2\text{O}} \\ x = 32,1 \text{ g NH}_4\text{NO}_3 \end{array}$$

V četrtem bazenu smo imeli hranilno raztopino R2+N, pripravljeno iz enake količine makrohranil kot R2, kateri smo dodali še dodatni dušik, s tem da smo zatehtali večjo

količino NH_4NO_3 (glej preglednico 9).

Gojitvene plošče napolnjene s šoto, ki so predstavljale kontrolo, smo postavili na gojitveno mizo in jih redno zalivali, ter dognojivali s hranilno raztopino R2.

Preglednica 7: Količina makrohranil dodanih za pripravo raztopine v posodi B

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

Preglednica 8: Količina mikrohranil dodanih za pripravo raztopine v posodi C

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

Preglednica 9: Količina makrohranil dodanih za pripravo hranilne raztopine v posodi D

Soli	Zatehtane kol. soli, mg/l	Količina na bazen, g/225l	Makroelementi						
			N-NO ₃	N-NH ₄	PO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ²⁻
Ca(NO ₃) ₂ Ločeno v posodi A	818,8	184,23	140	-	-	-	200	-	-
K ₂ SO ₄	327,6	73,71	-	-	-	147	-	-	60,3
KH ₂ PO ₄	219,7	49,43	-	-	50	63	-	-	-
NH ₄ NO ₃	214,3	48,2	75	75	-	-	-	-	-
MgSO ₄ *7H ₂ O	405,6	91,26	-	-	-	-	-	40	52,7
mg/l			215	75	50	210	200	40	113

3.2 METODE DELA

3.2.1 Vremenske razmere v času poskusa

Povprečna majska temperatura v Ljubljani je bila 15,3 °C, kar je za 0,7 °C nad dolgoletnim povprečjem. Najvišja temperatura izmerjena v maju je bila 26,8 °C najnižja temperatura pa je bila 4,9 °C. Količina sončnega obsevanja je bila manjša kot je običajno za mesec maj, sonce je skupno obsevalo 181 ur, kar je za približno 14 % manj v primerjavi z dolgoletnim povprečjem. Maja nismo zabeležili niti enega jasnega dne (jasen je dan s povprečno oblačnostjo pod eno petino) in pa devet oblačnih dni (oblačen je dan s povprečno oblačnostjo nad štiri petine) (Cegnar in Gorup, 2010a).

Junij je bil opazno toplejši od dolgoletnega povprečja. V Ljubljani so tako junija namerili povprečno temperaturo 20,3 °C, kar je za 2,5 °C topleje od dolgoletnega povprečja. Od sredine minulega stoletja, kar potekajo meritve, je bil junij le šestkrat toplejši. Imeli smo 19 toplih dni (topli so dnevi z najvišjo dnevno temperaturo 25 °C in več), najvišja izmerjena temperatura je bila 31,8 °C, najnižja pa 7,9 °C. Sonce je skupno obsevalo 281 ur, kar je 27 % nad dolgoletnim povprečjem. Zabeležili pa so šest oblačnih in šest jasnih dni (Cegnar in Gorup, 2010b).

Julija je bila povprečna temperatura 22,9 °C, kar je za 3 % nad dolgoletnim povprečjem in je po podatkih drugi najtoplejši julij odkar potekajo meritve. Julija so zabeležili petnajst vročih dni (vroči so dnevi, ko temperatura doseže ali preseže 30 °C), bilo je štiriindvajset toplih dni (štiri dni več kot v dolgoletnem povprečju), najvišja izmerjena dnevna temperatura je bila 35,9 °C, temperaturni minimum pa je znašal 11,9 °C. Izmerili so 299,5 ur sončnega obsevanja (15 % več kot dolgoletno povprečje), ter šest jasnih in dva oblačna dneva (Cegnar in Gorup, 2010c).

3.2.2 Setev

V vsako vdolbino v gojitveni plošči smo v substrat vstavili dve semeni, plošče zalili z vodo, jih zložili v ustrezne bazene in jih tako pustili kaliti 10 dni. Plošče napolnjene s šoto smo zložili neposredno na gojitvene mize in jih zalili z vodo.

3.2.3 Redčenje

Ker smo želeli 100 % zapolnitev vdolbin, smo v vdolbino vložili dve semeni. Ker sta v večini primerov iz vdolbin pognali obe semeni je bilo potrebno sejančke redčiti. Vnekaj vdolbinah ni pognalo nič, za kar lahko sklepamo, da v vdolbine nista bili vstavljeni semeni oz., da smo vdolbino pri sejanju spregledali ali pa semeni nista bili dovolj zaliti pred polaganjem v bazen. V takšne vdolbine smo pikirali rastline, dvojno odgnanih semen in tako poskrbeli za 100 % napolnjenost vdolbin. V veliki večini so se pikirane rastlinice ukoreninile in normalno rasle, sejančki se niso ukoreninili le v dveh ali treh primerih.

3.2.4. Pobiranja

Pri poskusu smo opravili tri pobiranja mesečnih redkvic. I. pobiranje smo opravili 29. 06. 2010, II. pobiranje redkvic smo opravili teden kasneje in sicer 06. 07. 2010, ter III. pobiranje, ki smo ga opravili 13. 07. 2010. Pobirali smo tehnološko zrele hipokotilne

gomolje premera 25 mm oz. večje. Pobrali smo vse redkvice s plošče, ki so ustrezale temu pogoju. Na prvih desetih rastlinah, pobranih s posamezne ponovitve, smo opravili vse zastavljene meritve (masa celotne rastline, povprečna višina in število listov na rastlino, ter višina, širina in masa hipokotilnega gomolja), na ostalih, če je število pobranih rastlin presehalo količino desetih, smo presežkom rastlin izmerili skupno maso celotnih rastlin in vsoto mas hipokotilnih gomoljev in vrednosti vključili pri obdelavi podatkov.

3.2.5 Meritve pobranih redkvic

Vse redkvice, katerih hipokotilni gomolji so dosegli premer 25 mm, smo pobrali in na njih izvedli meritve mase celotne rastline s koreninami, povprečno višino rozete in število listov na rastlino, izmerili smo tudi višino, širino, ter maso hipokotilnega gomolja. Meritve smo opravili s pomočjo tehtnice, ravnila in kljunastega merila. Iz merjenih vrednosti smo izračunali povprečja. Če smo pri posameznem obravnavanju pobrali več kot 10 redkvic, smo prvim desetim izmerili vse zastavljene parametre, vsem ostalim smo izmerili le skupno maso celotnih rastlin in skupno maso gomoljev.

Redkvice smo pobirali trikrat. V poskusu smo uporabili 3 ponovitve (tri plošče) za posamezno obravnavanje hranilne raztopine. Tri plošče imajo skupno površino 0,5 m², zato smo morali dobljene količine pridelka na m² množiti s faktorjem 2, da smo dobili količino pridelka v g/m².

3.3 POTEK DEL

Preglednica 10: Opravila v času poskusa

DATUM	OPRAVILO
25.05.2010	Mletje kamene volne, mešanje perlita in kamene volne v razmerju 2:1, polnjenje plošč z rastnim substratom in šoto.
26.5.2010	Dokončali polnjenje plošč z rastnim substratom, vstavili semena v substrat, plošče prvič omočili in položili na gladino hranilne raztopine. V vse štiri bazene dolili 80 l vode.
28.05.2010	Prvič opravljene meritve T, EC in pH hranilne raztopine.
31.05.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine.
04.06.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, poredčili dvojno vznikle redkvice, dolili vodo (R1=60 l; R1+N=40 l; R2=50 l; R2+N=40 l) in prvič ustrezno dognjili.
07.06.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, ter dolili vodo (R1=60 l; R1+N=40 l; R2=50 l; R2+N=30 l), pikirali sejančke.
08.06.2010	Pikirali sejančke v prazne vdolbine.
10.06.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, prvič zalili kontrolni posevek na šoti s hranilno raztopino, ter v bazene dolili vodo (R1=50 l; R1+N=40 l; R2=50 l; R2+N=40 l) in ustrezno dognjili.
15.06.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, dolili vodo v bazene (R1=80 l; R1+N=70 l; R2=70 l; R2+N=70 l) in ustrezno dognjili.
18.06.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, zalili šoto in dolili vodo (R1=50 l; R1+N=30 l; R2=30 l; R2+N=30 l) in ustrezno dognjili.
22.06.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, dolili vodo v bazene (R1=80 l; R1+N=50 l; R2=60 l; R2+N=70 l) in ustrezno dognjili.
25.06.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, dolili vodo (R1=60 l; R1+N=30 l; R2=50 l; R2+N=70 l) in ustrezno dognjili.
29.06.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, dolili vodo (R1=70 l; R1+N=50 l; R2=70 l; R2+N=80 l) in ustrezno dognjili, opravili prvo spravilo in meritve pobranih rastlin (masa celotne rastline, povp. višina in število listov, ter višina, širina in masa hipokotilnega gomolja).
01.07.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, dolili vodo (R1=80 l; R1+N=50 l; R2=70 l; R2+N=80 l) in ustrezno dognjili.
05.07.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, dolili vodo (R1=50 l; R1+N=40 l; R2=50 l; R2+N=60 l).
06.07.2010	Opravili drugo spravilo in meritve pobranih rastlin (masa celotne rastline, povp. višina in število listov, ter višina, širina in masa hipokotilnega gomolja).
09.07.2010	Opravljene meritve T, EC, pH hranilne raztopine, dolil vodo (R1=100 l; R1+N=60 l; R2=60 l; R2+N=80 l).
13.07.2010	Opravili tretje spravilo in meritve pobranih rastlin (masa celotne rastline, povp. višina in število listov, ter višina, širina in masa hipokotilnega gomolja).

Temperaturo vode smo merili z digitalnim termometrom, ki smo ga vstavili v vodo na vsaj treh različnih mestih posameznega bazena. Na enak način smo izmerili tudi EC in pH hranilne raztopine, EC smo merili s pomočjo digitalnega EC metra, pH pa s pomočjo digitalnega pH metra. S tako pridobljenimi meritvami smo izračunali povprečno temperaturo vode, ter vrednosti pH in EC vrednosti posameznega bazena in rezultat zapisali v razpredelnico meritev.

4 REZULTATI MERITEV

4.1 VZNIK

Opazili smo, da je bil vznik iz plošč s šotnim substratom mnogo hitrejši in bolj enakomeren. Semena sejana v šoti so vzkalila nekaj dni prej, kot se je to zgodilo pri inertnih substratih. V ploščah s šoto so semena kalila v 99 % primerov. Plošče oz. semena, ki so plavala v hranilni raztopini R1, so kalila v nekaj manj kot 75 % primerov. Pri raztopini z dodanim dodatnim dušikom (R1+N) smo opazili, da je seme vzkalilo v nekaj več kot 90 %. V raztopini R2 smo dobili zelo podobne rezultate, kot pri hranilni raztopini R1. V raztopini R2+N smo opazili 80 % vznik semen vstavljenih v vdolbino. Pri vseh inertnih substratih pa so semena nekoliko hitreje vzniknila iz plošč s 40 vdolbinami, kot pa iz tistih s 84 vdolbinami.

4.2 RASTNE RAZMERE V ČASU POSKUSA

Preglednica 11: Meritve rastnih razmer opravljenih v času poskusa

Dat.	Ura	T zraka (°C)			R1			R2			R1+N			R2+N		
		stanje	min	max	T (°C)	pH	EC (mS/cm)	T (°C)	pH	EC (mS/cm)	T (°C)	pH	EC (mS/cm)	T (°C)	pH	EC (mS/cm)
28.05.	14:40	25,0	15,0	32,0	23,0	7,1	1,54	23,0	7,3	1,90	22,8	6,8	2,3	22,7	8,0	2,43
31.05.	12:05	14,0	14,0	32,0	14,3	6,9	1,73	14,3	8,3	2,01	14,1	6,7	2,2	14,0	7,6	2,58
04.06.	8:40	16,0	15,0	28,0	15,6	6,8	1,63	15,6	8,1	2,02	15,4	6,5	2,19	15,3	7,7	2,47
07.06.	9:00	24,0	15,5	33,5	19,9	6,4	1,54	19,9	8,0	1,84	19,6	6,3	1,98	19,6	7,4	2,24
10.06.	10:45	31,0	19,0	33,0	22,8	6,1	1,53	22,8	7,7	1,82	23,3	6,0	1,92	22,9	7,1	2,21
15.06.	9:00	26,0	21,0	36,0	20,1	6,2	1,56	20,1	7,6	1,85	20,0	6,0	1,99	19,8	7,2	2,19
18.06.	9:15	23,0	20,0	33,0	20,7	6,0	1,61	20,7	7,7	1,85	20,2	6,2	2,04	19,8	6,8	2,25
22.06.	9:05	21,0	20,0	22,0	15,4	6,3	1,65	15,4	7,9	1,92	15,1	5,9	2,08	15,3	7,5	2,32
25.06.	11:05	27,5	19,5	29,0	19,1	6,2	1,51	19,1	7,6	1,78	18,5	5,6	1,96	18,7	6,3	2,22
28.06.	11:25	30,0	23,0	31,5	22,1	5,8	1,27	22,1	7,5	1,64	22,0	5,4	1,55	21,6	6,1	1,91
01.07.	15:30	32,0	22,0	32,0	26,9	5,8	1,30	26,9	7,5	1,49	26,6	5,6	1,59	26,4	6,0	1,92
05.07.	9:35	24,0	19,5	31,5	21,2	6,4	1,38	21,2	7,6	1,64	21,0	5,6	1,77	20,8	5,9	1,91
09.07.	12:15	30,5	16,5	35,0	21,5	6,2	1,48	21,5	7,4	1,72	21,9	5,6	1,91	21,6	5,7	1,99

Kot je razvidno iz preglednice 11, smo v nekajdnevnih intervalih opravljali meritve temperature, elektroprevodnosti ter pH vrednosti hranilne raztopine. Temperatura hranilne raztopine je bila običajno nekoliko stopinj nižja od temperature v prostoru. V zgodnejših urah je bila razlika med temperaturo prostora in hranilne raztopine manjša, kot v popoldanskem času, ko je bil prostor mnogo toplejši od hranilne raztopine. Poleg temperature hranilne raztopine smo merili tudi elektroprevodnost (EC) hranilne raztopine. Elektroprevodnost smo merili v milisiemensih na centimeter (mS/cm) in se je gibala od 1,27 do 1,73 mS/cm v hranilni raztopini R1, v raztopini R2 se je koncentracija gibala med 1,49 in 2,02 mS/cm. V hranilni raztopini R1+N se je vrednost EC gibala med 1,55 in 2,30 mS/cm in med 1,91 in 2,58 mS/cm v hranilni raztopini R2+N. Izmerjene pH vrednosti so

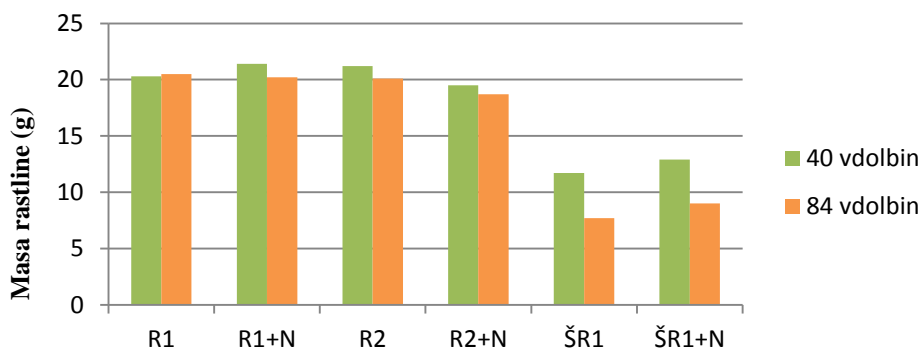
se gibale med 7,1 in 5,8 v raztopini R1, pri raztopini R2 so se vrednosti gibale med 8,3 in 7,3. Pri hranilni raztopini R1+N smo izmerili vrednosti pH od 6,8 do 5,4 ter pri raztopini R2+N od 8 do 5,7. Poleg meritev hranilne raztopine smo beležili tudi trenutno temperaturo prostora, ter najvišjo in najnižjo dnevno temperaturo v prostoru.

4.3 MASA RASTLINE

Preglednica 12: Povprečna masa (g) pobranih redkvic skupaj s koreninami, pri različnih obravnavanjih in 3 pobiranjih

Št. vdolbin		40				84			
Hranilna raztopina	Pobiranje	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna masa rast. v g	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna masa rast. v g
R1	I.	17,8	19,0	22,6	19,8	15,2	18,9	17,7	17,3
	II.	18,1	19,0	22,8	19,9	21,8	20,5	19,6	20,6
	III.	16,7	19,5	27,7	21,3	22,1	24,3	24,3	23,6
R1+N	I.	16,3	19,1	18,9	18,1	18,0	18,0	16,2	17,4
	II.	25,6	25,0	25,7	25,4	24,1	22,9	22,5	23,2
	III.	22,0	22,2	18,0	20,7	14,3	22,8	23,0	20,0
R2	I.	19,0	22,2	20,0	20,4	14,9	18,4	20,5	17,9
	II.	22,5	21,6	23,3	22,5	24,0	20,4	24,9	23,1
	III.	18,1	26,0	18,2	20,8	16,3	19,7	21,8	19,3
R2+N	I.	17,9	16,0	18,5	17,5	15,8	15,0	18,4	16,4
	II.	20,8	22,0	20,6	21,1	19,5	19,1	19,0	19,2
	III.	21,3	18,7	20,0	20,0	21,1	20,0	20,4	20,5
Šota R1	I.	12,0	8,0	11,5	10,5	8,0	8,0	8,0	8,0
	II.	14,1	13,7	11,9	13,2	6,7	/	8,0	7,4
	III.	11,2	13,5	9,5	11,4	/	/	/	/
Šota R1+N	I.	14,8	11,0	12,5	12,8	10,0	/	8,0	9,0
	II.	17,0	12,0	14,4	14,5	/	/	/	/
	III.	12,8	10,0	11,0	11,3	/	/	/	/

Preglednica 12 prikazuje povprečno maso celotne rastline. Navedene so povprečne meritve vseh štirih hranilnih raztopin, ter v kontrolni šoti. Po opravljenih meritvah lahko opazimo, da med ploščami, ki so plavale na hranilnih raztopinah ni večjih razlik. Večja razlika je opazna le ob primerjavi s kontrolno šoto, pri kateri je povprečna masa rastlin manjša v primerjavi z redkvicami pobranimi s plavajočega sistema. Največjo povprečno maso celotnih rastlin so dosegale rastline, ki so rasle v ploščah s 40 vdolbinami v hranilni raztopini R1+N in so dosegle 21,4 g. Najmanjšo maso so dosegale rastline plošč s 84 vdolbinami, plavajočimi na hranilni raztopini R2+N (18,7 g). Kontrolni posevek je bil najtežji pri ploščah s 40 vdolbinami in je bil zalivan s hranilno raztopino Šota R1+N (12,9 g) in najlažje rastline pa so rasle v ploščah s 84 vdolbinami in bile zalivane s Šota R1 (7,7 g) (Slika 1).



Slika 1: Povprečne mase (g) celotnih rastlin s koreninami v vseh 3 pobiranjih in različnih obravnavanjih

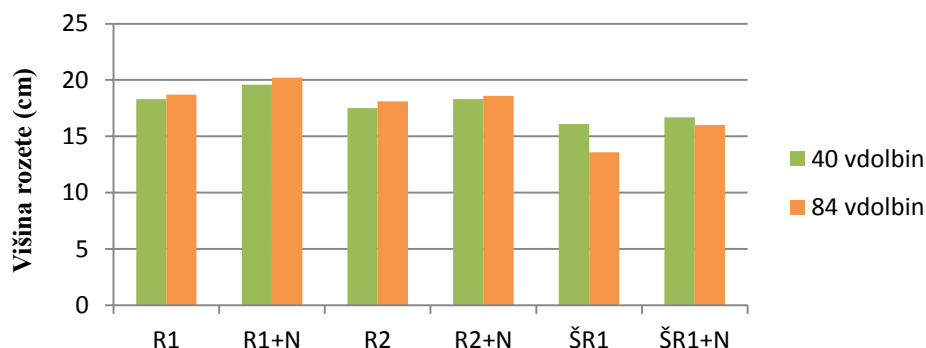
4.4 VIŠINA ROZETE

Preglednica 13: Povprečna višina listov mesečne redkvice (cm), pri različnih obravnavanjih in 3 pobiranjih

Št. vdolbin		40				84			
Obravnavanje	Pobiranje	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna višina (cm)	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna višina (cm)
R1	I.	17,5	17,1	17,5	17,4	18,7	16,7	16,8	17,4
	II.	18,8	19,4	20,0	19,4	19,8	19,4	20,3	19,8
	III.	16,7	18,8	19,1	18,2	19,1	19,1	18,9	19,0
R1+N	I.	17,8	19,4	19,0	18,8	22,3	17,8	17,6	19,2
	II.	22,8	22,0	21,3	22,0	21,3	23,0	22,5	22,3
	III.	19,0	17,0	18,0	18,0	20,4	18,3	18,9	19,2
R2	I.	18,6	16,2	16,8	17,2	15,3	19,4	19,1	17,7
	II.	18,6	17,1	17,8	17,8	18,2	19,7	18,9	19,4
	III.	17,7	18,3	16,6	17,5	17,8	18,0	16,2	17,3
R2+N	I.	18,9	16,6	18,4	18,0	16,9	18,0	18,9	17,9
	II.	18,9	18,2	18,1	18,4	19,2	19,6	17,3	18,7
	III.	20,3	16,7	18,1	18,4	20,3	19,0	18,1	19,1
Šota R1	I.	14,0	16,0	16,0	15,3	12,5	18,0	14,5	15,3
	II.	17,2	17,3	17,5	17,3	10,7	/	13,0	11,9
	III.	16,7	15,3	14,8	15,6	/	/	/	/
Šota R1+N	I.	16,3	15,0	15,3	15,5	16,0	/	16,0	16,0
	II.	19,4	15,8	16,2	17,1	/	/	/	/
	III.	16,6	19,0	16,5	17,4	/	/	/	/

V preglednici 13 so navedene meritve oz. povprečja izmerjenih višin listov rastlin. Iz le te lahko zopet razberemo, da so rastline, ki so rasle na plavajočem sistemu, višje kot kontrolne posejane v šoti. Razlike med ponovitvami plavajočega sistema so malenkostne, najvišje so zrasle rastline v ploščah s 84 vdolbinami, plavajočimi na hranilni raztopini R1+N (20,2 cm), najnižji listi pa so zrasli na ploščah s 40 vdolbinami plavajočimi na hranilni raztopini R2 (17,5 cm). Najvišje kontrolne rastline smo izmerili na ploščah s 40

vdolbinami zalivanih s Šota R1+N (16,7 cm), najnižje rozete pa smo izmerili v ploščah s 84 vdolbinami zalivanih s Šota R1 (13,6 cm).



Slika 2: Povprečne višine rozet redkvic (cm) pri različnih obravnavanjih in 3 pobiranjih

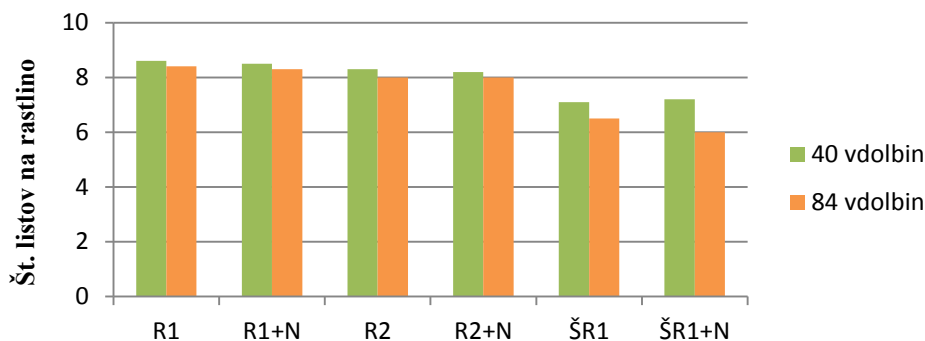
4.5 ŠTEVILO LISTOV NA RASTLINO

Preglednica 14: Povprečno število listov na rastlino, pri različnih obravnavanjih in pri 3 pobiranjih

Št. vdolbin		40				84			
Obravnavanje	Pobiranje	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečno št. listov na rastlino	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečno št. listov na rastlino
R1	I.	7,5	8,1	8,1	7,9	7,5	7,2	7,2	7,3
	II.	8,9	8,8	9,0	8,9	8,2	8,3	8,0	8,2
	III.	9,3	8,5	9,0	8,9	9,5	9,9	9,4	9,6
R1+N	I.	7,3	8,1	8,3	7,9	7,3	7,4	7,9	7,5
	II.	8,5	8,9	9,3	8,9	8,1	8,3	8,7	8,4
	III.	8,8	8,4	8,8	8,7	9,1	8,6	9,1	9,0
R2	I.	6,9	7,2	7,9	7,3	6,9	7,2	7,9	7,3
	II.	8,0	9,0	8,8	8,6	8,4	7,7	8,2	8,1
	III.	8,9	10,0	8,6	9,1	8,4	8,3	9,6	8,7
R2+N	I.	7,0	7,6	7,5	7,4	7,3	6,8	7,9	7,3
	II.	8,0	8,7	8,0	8,2	8,3	7,8	8,0	8,0
	III.	8,7	10,0	8,8	9,1	8,9	8,4	8,4	8,6
Šota R1	I.	7,0	6,0	8,0	7,0	7,5	5,0	10,0	7,5
	II.	7,9	8,0	7,9	7,9	5,3	/	5,5	5,4
	III.	7,4	7,0	5,2	6,5	/	/	/	/
Šota R1+N	I.	8,1	7,5	8,0	7,9	7,0	/	5,0	6,0
	II.	7,6	6,6	8,0	7,4	/	/	/	/
	III.	6,4	6,3	6,5	6,4	/	/	/	/

Največje število listov smo opazili na ploščah s 84 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R1 (8,6). Najmanjše število smo prešteli na ploščah s 84 vdolbinami plavajočimi na hranilni raztopini R2+N in R2 (8,0). Razlike med kontrolno šoto in plavajočimi

ploščami so tokrat manjše, vendar pri plavajočih rastlinah povprečno opazimo 1 list več. Tako smo največje število listov na rastlino izmerili v ploščah s 40 vdolbinami, pri hranilni raztopini Šota R1+N (7,2) in najmanjše pri isti hranilni raztopini le v ploščah s 84 vdolbinami (6,0).



Slika 3: Povprečno število listov na rastlino za vsa obravnavanja in 3 pobiranja

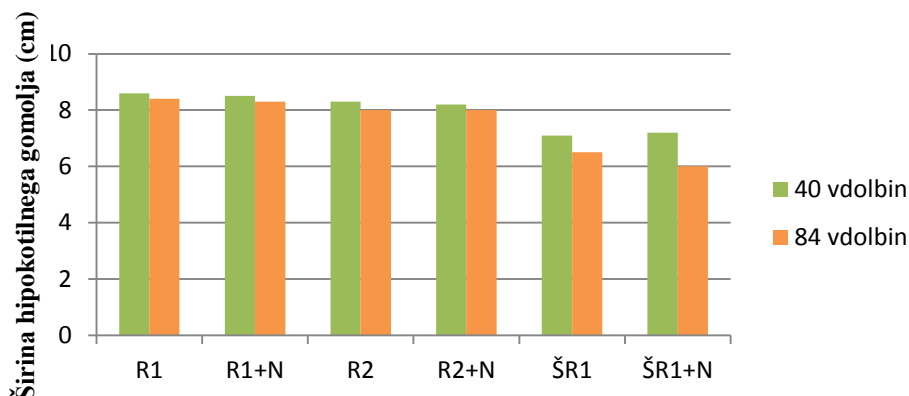
4.6 ŠIRINA HIPOKOTILNEGA GOMOLJA

Preglednica 15: Širina hipokotilnega gomolja (cm), pri različnih obravnavanjih in pri 3 pobiranjih

Št. vdolbin		40				84			
Obravnavanje	Pobiranje	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna širina v cm	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna širina v cm
R1	I.	2,5	2,6	3,6	2,9	2,4	2,7	2,6	2,6
	II.	2,5	2,5	2,8	2,6	2,6	2,5	2,7	2,6
	III.	2,5	2,3	2,9	2,6	2,6	2,3	2,6	2,5
R1+N	I.	2,3	2,4	2,5	2,4	2,2	2,4	2,4	2,4
	II.	2,7	2,3	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5
	III.	2,3	2,4	2,4	2,3	2,4	2,3	2,4	2,4
R2	I.	2,8	2,9	2,7	2,8	2,5	2,6	2,9	2,7
	II.	2,8	2,8	3,0	2,9	2,8	2,7	3,0	2,9
	III.	2,6	2,9	2,7	2,7	2,5	2,6	2,7	2,6
R2+N	I.	2,6	2,6	2,7	2,7	2,5	2,5	2,7	2,6
	II.	2,9	2,7	2,7	2,8	2,8	2,6	2,7	2,7
	III.	2,5	2,6	2,6	2,6	2,4	2,3	2,9	2,5
Šota R1	I.	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,3	2,2
	II.	2,5	2,3	2,3	2,3	1,8	/	2,2	2,0
	III.	1,9	2,1	1,9	2,0	/	/	/	/
Šota R1+N	I.	2,4	2,2	2,4	2,3	2,0	/	2,0	2,0
	II.	2,3	2,3	2,2	2,3	/	/	/	/
	III.	2,0	2,0	2,3	2,1	/	/	/	/

Preglednica 15 prikazuje povprečja izmerjenih širin hipokotilnih gomoljev. Povprečno najširše hipokotile smo izmerili na ploščah s 40 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R2 (2,8 cm), najožje pa smo izmerili na ploščah s 40 in 84 vdolbinami, plavajočimi na hranilni raztopini R1+N (2,4 cm). Pri kontrolnem posevku smo najožje

hipokotile izmerili pri ploščah s 84 vdolbinami zalivanih s Šota R1+N (2,0 cm) in najširše pri ploščah s 40 vdolbinami zalivanih s Šota R1+N (2,2 cm).



Slika 4: Povprečne širine hipokotilnih gomoljev (cm), za vsa obravnavanja in 3 pobiranjih

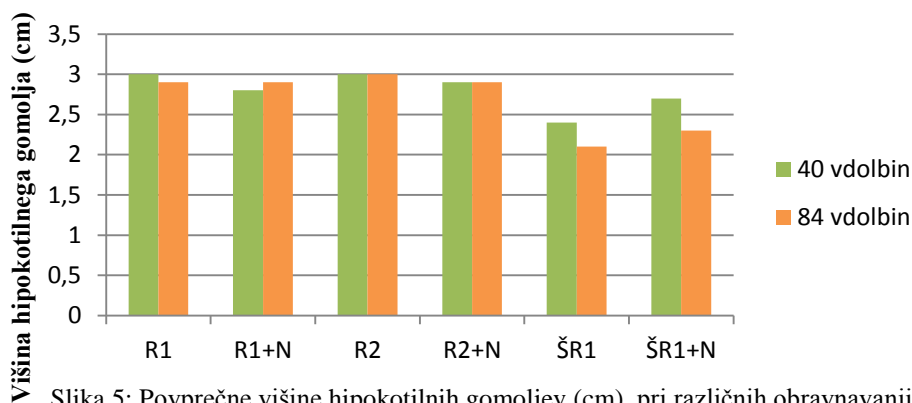
4.7 VIŠINA HIPOKOTILNEGA GOMOLJA

Preglednica 16: Višina hipokotilnega gomolja(cm), pri različnih obravnavanjih in 3 pobiranjih

Št. vdolbin	Obravnavanje	Pobiranje	40				84			
			1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna višina v cm	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna višina v cm
R1		I.	3,0	3,1	3,6	3,2	2,6	3,2	3,0	3,0
		II.	2,7	2,7	2,8	2,8	3,0	3,0	2,8	2,9
		III.	2,6	3,0	3,2	2,9	2,8	2,9	2,9	2,9
R1+N		I.	2,5	2,6	2,7	2,6	3,0	2,9	2,8	2,9
		II.	3,1	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	2,8	3,0
		III.	2,8	2,7	2,4	2,7	2,9	2,8	2,7	2,8
R2		I.	3,2	3,2	3,0	3,1	2,7	2,8	3,2	2,9
		II.	3,2	3,1	3,0	3,1	3,3	3,1	3,3	3,3
		III.	2,7	2,8	2,6	2,7	2,5	2,9	2,9	2,8
R2+N		I.	2,9	3,0	3,1	3,0	2,6	2,8	3,0	2,8
		II.	3,0	3,1	3,1	3,1	2,9	2,8	3,0	2,9
		III.	2,7	2,4	2,8	2,6	2,9	3,0	2,9	2,9
Šota R1		I.	2,3	2,3	2,5	2,4	2,2	2,2	2,3	2,2
		II.	2,7	2,5	2,4	2,5	1,8	/	2,2	2,0
		III.	2,0	2,5	2,7	2,4	/	/	/	/
Šota R1+N		I.	2,4	2,9	2,7	2,7	2,2	/	2,3	2,3
		II.	2,8	2,7	2,8	2,8	/	/	/	/
		III.	2,7	2,3	2,5	2,5	/	/	/	/

Manjša razlika je opazna med kontrolno šoto in plavajočimi gojitvenimi ploščami. Kot običajno je višina izmerjenih plavajočih hipokotilnih gomoljev malce večja kot pri kontrolni šoti. Najvišje hipokotile smo izmerili pri pobiranju plošče s 40 vdolbinami

plavajoče na R1 (3 cm) in pri pobiranju plošč s 40 in 84 vdolbinami, plavajočimi na hranilni raztopini R2 (3 cm). Najnižje hipokotilne gomolje smo tokrat izmerili pri pobiranju plošč s 40 vdolbinami, plavajoče na hranilni raztopini R1+N (2,8 cm). Pri kontrolnem posevku smo najvišje gomolje izmerili na ploščah s 40 vdolbinami zalivanih s Šota R1+N (2,7 cm) in najnižje v ploščah s 84 vdolbinami zalivanih s Šota R1, kjer so povprečno merili 2,1 cm (Slika 5).



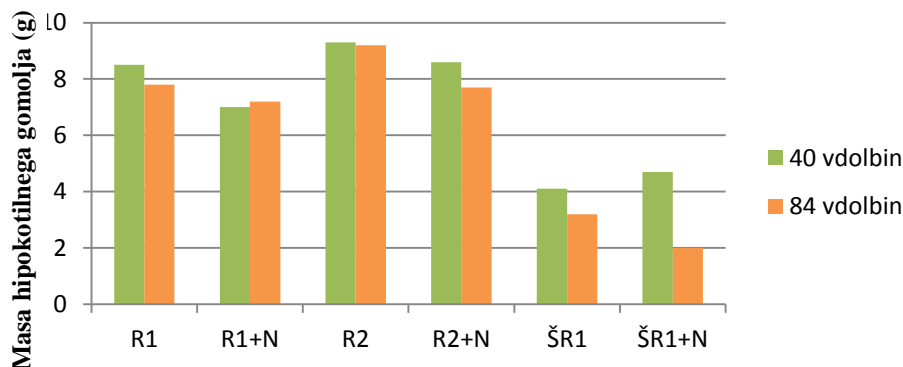
Slika 5: Povprečne višine hipokotilnih gomoljev (cm), pri različnih obravnavanjih in 3 pobiranjih

4.8 MASA HIPOKOTILNEGA GOMOLJA

Preglednica 17: Masa hipokotilnih gomoljev (g), pri različnih obravnavanjih in 3 pobiranjih

Št. vdolbin		40				84			
Obravnavanje	Pobiranje	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna masa v g	1. pon.	2. pon.	3. pon.	Povprečna masa v g
R1	I.	8,7	8,1	11,6	9,5	7,1	8,3	8,5	8,0
	II.	7,3	7,2	9,7	8,1	8,2	8,0	8,3	8,2
	III.	6,0	5,5	12,2	7,9	8,1	5,4	8,2	7,3
R1+N	I.	6,4	6,7	7,6	6,9	7,0	7,6	6,3	7,0
	II.	9,2	7,0	9,4	8,5	9,4	7,9	7,6	8,3
	III.	5,8	6,2	4,6	5,5	6,7	6,5	5,4	6,2
R2	I.	10,0	12,7	11,2	7,6	7,0	8,6	11,1	8,9
	II.	10,8	11,2	13,0	11,7	11,0	9,1	13,2	11,1
	III.	7,9	9,7	8,1	8,5	5,6	7,6	9,0	7,6
R2+N	I.	8,8	8,3	9,3	8,8	8,2	7,3	9,5	8,3
	II.	9,9	10,2	9,1	9,7	8,9	8,1	8,1	8,4
	III.	7,3	7,3	7,3	7,3	6,4	6,0	6,6	6,4
Šota R1	I.	4,0	4,0	4,3	4,1	3,0	4,0	4,5	3,8
	II.	5,8	5,3	4,4	5,1	1,0	/	4,0	2,5
	III.	2,3	4,0	3,2	3,2	/	/	/	/
Šota R1+N	I.	6,8	4,0	6,3	5,7	2,0	0	2,0	2,0
	II.	5,2	4,6	4,6	4,8	/	/	/	/
	III.	3,8	3,0	4,0	3,6	/	/	/	/

Razlika v masi hipokotilnih gomoljev med kontrolo in plavajočim sistemom je očitna. Pridelek s plavajočega sistema je kvantitativno mnogo večji. Redkvice pobrane s plavajočega sistema so bile tudi sočnejše, imele so manj vročinskih poškodb na povrhnjici hipokotila, ter bolj mil okus. Najtežje so bile redkvice pobrane s plošč s 40 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R2 (9,3 g), najlažje pa smo izmerili ob pobiranju s plošč s 40 vdolbinami, plavajočimi na hranilni raztopini R1+N. Na kontrolnem posevku smo najtežje hipokotilne gomolje pridelali v ploščah s 40 vdolbinami, zalivanih s Šota R1+N (4,7 g) in povprečno najlažje na ploščah s 84 vdolbinami zalivanih s Šota R1+N (2 g).



Slika 6: Povprečna masa hipokotilnih gomoljev (g), pri različnih obravnavanjih in 3 pobiranjih

4.9 PRIDELEK IN CVETENJE REDKVIC

Pri primerjavi rezultatov med kontrolo in plavajočim sistemom je očitno, da je pridelek s plavajočega sistema pri vseh hranilnih raztopinah večji od tistega posajenega v kontrolni šoti. Razlike so tudi med ploščami s 40 in 84 vdolbinami. Količina končnega pridelka je zelo podobna, vendar moramo upoštevati, da smo pri setvi plošč s 84 vdolbinami porabili enkrat več semen in porabili več časa za setev.

Preglednica 18: Končni pridelek in število pobranih mesečnih redkvic, glede na hranilno raztopino in število vdolbin v plošči

Hranilna raztopina in št. vdolbin	Pridelek v (g/m ²)	% v cvet	Število pobranih	% pobranih	Hranilna raztopina in št. vdolbin	Pridelek (g/m ²)	% v cvet	Število pobranih	% pobranih
R1/40	1468	11,7	81	67,5	R1/84	1610	24,6	102	40,5
R2/40	1694	9,2	80	66,7	R2/84	1774	19,4	95	37,7
R1+N/40	1068	30	74	61,7	R1+N/84	1300	43,3	91	36,1
R2+N/40	1678	12,5	94	78,3	R2+N/84	1462	29,8	92	36,5
Šota R1/40	428	30	52	43,3	Šota R1/84	52	86,5	9	3,6
Šota R1+N/40	502	43,3	49	40,8	Šota R1+N/84	8	94,1	2	0,8

Največji odstotek pobranih redkvic pri posameznem obravnavanju, smo zabeležili na ploščah s 40 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R2+N (78,3 %). Najmanjši odstotek pobranih redkvic v skupini plošč s 40 vdolbinami, poleg kontrolne šote, smo zabeležili pri hranilni raztopini R1+N (61,7 %). Največji odstotek pobranih redkvic v

skupini plošč s 84 vdolbinami, smo zabeležili na ploščah plavajočih na hranilni raztopini R1 in najmanjšega na hranilni raztopini R1+N.

Največji odstotek redkvic, ki so ušle v cvet na ploščah s 40 vdolbinami, smo izmerili v ploščah plavajočih na hranilni raztopini R1+N, kjer je v povprečju v cvet ušlo 30 % rastlin. Najmanjši odstotek rastlin pobeglih v cvet v ploščah s 40 vdolbinami smo izmerili na hranilni raztopini R2 (9,2 %). Največji odstotek cvetočih rastlin na ploščah s 84 vdolbinami smo izmerili na hranilni raztopini R1+N (43,3 %), najmanjši odstotek pa smo izmerili na ploščah plavajočih na hranilni raztopini R2 (19,4 %).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Z gojenjem mesečne redkvice v stiropornih ploščah na plavajočem sistemu smo želeli ugotoviti, kako različne hranilne raztopine in različna gostota rastlin, vplivajo na rast rastlin in njihov pridelek. Za kontrolni posevek smo uporabili stiroporne plošče, ki smo jih napolnili s šoto in po potrebi zalivali. Tako smo lahko primerjali razliko med pridelkom pridelanim na plavajočem sistemu in tistim pridelanim na šoti. Za ugotavljanje uspešnosti razvoja rastlin smo merili naslednje parametre: masa celotne rastline v gramih, povprečna višina listov v cm, število listov na rastlino, višina in širina hipokotilnega gomolja v mm, ter masa hipokotilnih gomoljev v gramih.

Največje povprečne mase rastlin smo izmerili na hranilni raztopini R1+N v ploščah s 40 vdolbinami, kjer so rastline v povprečju tehtale 21,4 g. Tesno so sledile rastline plavajoče v hranilni raztopini R2 pobrane v ploščah s 40 vdolbinami, ki so v povprečju dosegle 21,2 g. Rastline, ki so rasle v kontrolni šoti, so dosegale znatno manjše povprečne mase, tako smo najtežje redkvice pri kontrolnem posevku pobrali v ploščah s 40 vdolbinami zalivanih s hranilno raztopino R1+N (12,9 g), najlažje kontrolne rastline smo pobrali na ploščah s 84 vdolbinami zalivanih s R1 (7,7 g). Glede na rezultate lahko sklepamo, da so večje mase dosegale rastline, ki so rasle v ploščah s 40 vdolbinami, saj so imele boljšo osvetljenost in več prostora za razvoj hipokotila kot tiste, ki so rasle v ploščah s 84 vdolbinami.

Povprečno najvišje rozete smo izmerili na ploščah s 84 vdolbinami na hranilni raztopini R1+N, kjer je povprečje znašalo 20,2 cm. Najnižje smo izmerili v ploščah s 40 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R2 (17,5 cm). Povprečja višin rozete pri ploščah s 84 vdolbinami so dosegale večje vrednosti v primerjavi s ploščami, ki so imele 40 vdolbin. Najvišje rozete pri kontroli so dosegle rastline v ploščah s 40 vdolbinami, ki so bile zalivane s hranilno raztopino R1+N (16,7 cm), najnižje rozete pri kontrolnem posevku so dosegle plošče s 84 vdolbinami zalivane z R1 (13,6 cm). Analiza podatkov nam pokaže, da hranilnim raztopinam dodani dušik (N) vpliva na višanje rozete, ki nima koristi z vidika pridelave hipokotilnih gomoljev. Najvišje rozete so rasle v ploščah s 84 luknjami.

Največje povprečno število listov pri rastlinah smo prešteli na rastlinah pobranih s plošč s 40 vdolbinami na hranilni raztopini R1, ki je v povprečju znašalo 8,6 lista na rastlino, najmanjše število listov smo tokrat prešteli na ploščah s 84 vdolbinami plavajočih na hranilnih raztopinah R2 in R2+N, kjer smo v obeh primerih v povprečju prešteli 8 listov na rastlino. Največje povprečno število listov pri kontrolnem posevku (7,2), smo prešteli na ploščah s 40 vdolbinami zalivanih z R1+N, najmanjše povprečno število listov na rastlino smo prešteli na ploščah s 84 vdolbinami prav tako zalivanih z R1+N in je znašalo 6 listov na rastlino. Iz analiziranih podatkov torej ni moč opaziti razlike med ploščami plavajočimi na različnih hranilnih raztopinah, opaznejša razlika je zopet le med kontrolno in plavajočim posevkom.

Najširše hipokotilne gomolje smo izmerili pri ploščah s 40 vdolbinami, na hranilni raztopini R2 in so dosegli povprečno širino 2,8 cm. Najožje gomolje s plavajočega sistema smo pobrali na ploščah s 40 in 84 vdolbinami plavajoče na hranilni raztopini R1+N, kjer so

merili 2,4 cm. Kontrolne vrednosti so tudi tokrat manjše. Tako smo najširše gomolje na kontroli pobrali na ploščah s 40 vdolbinami (2,2 cm), zalivanih s hranilno raztopino R1+N, najozje gomolje smo izmerili v ploščah s 84 vdolbinami, zalivane s hranilno raztopino R1+N in so merili 2 cm. Meritve pridobljene s plavajočega sistema so tudi tokrat boljše od tistih, ki smo jih pridobili na kontrolnem posevku.

Povprečno najvišje hipokotilne gomolje smo izmerili pri ploščah s 40 in 84 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R1 in R2. Na ploščah s 40 in 84 vdolbinami plavajočih na hranilni raztopini R2, smo tako kot pri tistih s 40 vdolbinami plavajočimi na hranilni raztopini R1, v povprečju izmerili 3,0 cm visoke hipokotilne gomolje. Najnižji gomolji so bili pobrani na ploščah s 40 vdolbinami, plavajočih na R1+N. Najvišje gomolje kontrolnega posevka smo izmerili na ploščah s 84 vdolbinami zalivanih s hranilno raztopino R1+N, kjer smo izmerili 2,7 cm visoke hipokotilne gomolje. Najnižji gomolji pri kontrolnem posevku so rasli v ploščah s 84 vdolbinami, zalivanih z R1 (2,1 cm).

Povprečno največjo maso hipokotilnih gomoljev smo izmerili pri rastlinah na ploščah s 40 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R2 in so v povprečju tehtale 9,3 g. Najmanjše povprečne mase smo prav tako izmerili na ploščah s 40 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R1+N, kjer je povprečna masa glavic znašala 7 g. Največje povprečne mase hipokotilnih gomoljev kontrolnega posevka so znatno manjše, tako največja povprečna masa gomoljev kontrolnega posevka zalivanega s hranilno raztopino R1+N, v ploščah s 40 vdolbinami znaša 4,7 g. Najmanjša povprečna masa pridelka kontrolnega posevka znaša 2 g in je bila izmerjena na ploščah s 84 vdolbinami, zalivanih s hranilno raztopino R1+N.

Ob analizi podatkov smo največji pridelek na m² dobili pri ploščah s 84 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R2 (1774 g/m²). Na omenjenih ploščah smo pobrali 190 rastlin na m² pri tem smo pobrali redkvice iz 37,7 % vdolbin. Drugi največji pridelek (1694 g/m²) smo izmerili na ploščah s 40 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R2, kjer smo pobrali 160 rastlin na m² in tako pobrali 66,7 % redkvic. Tretji največji pridelek (1678 g/m²) smo zopet izmerili na ploščah s 40 vdolbinami plavajočih na hranilni raztopini R2+N in tako pobrali 78,3 % redkvic. V primerjavi s ploščami, ki so imele 84 vdolbin, je bil odstotek pobranih redkvic na ploščah s 40 vdolbinami povprečno skoraj enkrat večji.

Kontrolni posevek, ki je rasel v ploščah s 40 vdolbinami, je imel nekoliko manjši odstotek pobranih redkvic v primerjavi s plavajočimi 40 vdolbinskimi ploščami in sicer 40,8 % (98 rastlin na m²) pri rastlinah raslih v šoti, zalivanih z R1+N, ter 43,3 % (104 rastline na m²) pri rastlinah zalivanih s hranilno raztopino R1. Kontrolni posevek v ploščah s 84 vdolbinami, ki je bil zalivan s hranilno raztopino R1+N, je dosegel le 0,8 % pobranih redkvic s 4 rastlinami na m², ter 3,6 % (18 rastlin na m²) na ploščah zalivanih s hranilno raztopino R1.

Naša delovna domneva o pričakovanih razlikah med redkvicami iz plavajočega sistema, ter kontrolnim posevkom v šotnem substratu, je bila ob končanem poskusu potrjena. Prav tako smo potrdili domnevo, da se bodo pokazale razlike med gojitvenimi ploščami z različno gostoto vdolbin. Analiza pridobljenih podatkov je pokazala, da večjih razlik med hranilnima raztopinama ni bilo.

5.2 SKLEPI

S poskusom smo dokazali, da je pridelava mesečne redkvice v poletnem času na plavajočem hidroponskem sistemu uspešnejša od gojenja v šotnem substratu. Na plavajočem sistemu so rastline rastle hitreje in imele boljši pridelek. Pridelek redkvic s plavajočega sistema je bil opazno večji od tistih raslih v šotnem substratu, kar še dodatno opraviči uporabo plavajočega sistema.

Primerjava podatkov pridobljenih v poskusu je pokazala, da so za gojenje mesečne redkvice na plavajočem sistemu bolj primerne plošče s 40 vdolbinami. Plošče s 40 vdolbinami zahtevajo manj dela ob polnjenju plošč s substratom, pri vstavljanju semen v substrat, rastline dobijo več svetlobe (ne silijo v višino) in po pridobljenih meritvah sodeč prinašajo boljše rezultate (masa, višina in širina hipokotilnega gomolja, količina pridelka).

Primerjava meritev glede na različne hranilne raztopine (R1, R1+N, R2 in R2+N), ni pokazala večjih razlik v kakovosti ali količini pobranih redkvic. Hranilnim raztopinam dodani dušik ni vplival na kakovost oziroma na velikost hipokotilnih gomoljev, njegovi vplivi so bili vidni le pri številu in višini listov in ne pri kakovosti pobranih mesečnih redkvic. Poskus je tako pokazal, da dodajanje dušika hranilnim raztopinam ni potrebno, ker ne prinaša zelenih rezultatov. Večjih razlik v količini in kakovosti pridelka med raztopinama R1 in R2 nismo opazili. Raztopina R1 je pripravljena iz predpripravljenega gnojila in je lažja za uporabo. Raztopina R2, ki je pripravljena iz posameznih soli, katere priprava je zahtevnejša in zamudnejša v primerjavi z R1, ne prinaša boljših rezultatov.

6 POVZETEK

Mesečna redkvice (*Raphanus sativus* L. var. *radicula* Pers.) spada v družino križnic (Brassicaceae) in jo gojimo predvsem zaradi zadebeljenih hipokotilov. Zaradi občutljivosti na fotoperiodizem jo na prostem sadimo pretežno spomladi, saj ji ugajajo milejše temperature, jeseni pa vzgojo preselimo v zavarovani prostor. Daljši in vroči poletni dnevi ji zaradi intenzitete osvetlitve in posledične vročine običajno ne ugajajo.

Plavajoči sistem je oblika hidroponskega načina gojenja rastlin, kjer na bazenu oz. poplavni mizi plavajo stiroporne gojitvene plošče s posajenimi rastlinami. V našem poskusu smo uporabili štiri bazene. Kapaciteta vsakega je bila 225 l. Prvi je vseboval hranilno raztopino pripravljeno iz gnojila, drugi je vseboval enako raztopino z dodatnim N, v tretjem bazenu je bila raztopina pripravljena iz posameznih soli, tako da je vsebovala enako količino hranil kot raztopina v prvem bazenu, ter v četrtem bazenu raztopina enaka raztopini tretjega bazena, z dodanim dodatnim dušikom. Na gladinah hranilnih raztopin so bile položene plavajoče stiroporne plošče, na dnu katerih so skozi dno gojitvenih vdolbin prodirale korenine rastlin, ki so tako dobivale vsa potrebna hranila za razvoj.

Namen raziskave je bil primerjava gojenja mesečne redkvice na plavajočem sistemu in v šotnem substratu, v bolj vročih poletnih dneh, ob višjih temperaturah ter močnejši in daljši osvetljenosti. Predvidevali smo, da bodo redkvice gojene na plavajočem hidroponskem sistemu uspevale bolje kot tiste gojene v šotnem substratu. Rezultati so pokazali, da je plavajoči sistem primernejši, saj so rastline imele ves čas dostopna hranila. Hkrati pa je hranilna raztopina zmanjševala temperaturno nihanje v območju korenin.

Uporabili smo stiroporne gojitvene plošče s 40 in 84 vdolbinami na ploščo. Za gojitveni substrat smo uporabili mešanico perlita in kamene volne v ploščah na plavajočem sistemu, ter šoto za kontrolni posevek. V poskusu smo uporabili 36 plošč, 24 smo jih napolnili z mešanico perlita in kamene volne, preostalih 12 plošč smo napolnili s šotnim substratom.

Rezultati poskusa so potrdili delovni domnevi, da je gojenje mesečne redkvice možno tudi v vročih poletnih mesecih, ter da je gojenje mesečne redkvice na plavajočem sistemu uspešnejše od gojenja na šotnem substratu.

Po obdelavi podatkov nismo opazili značilnega vpliva posamezne hranilne raztopine. Rezultati, ki smo jih pridobili z različnih hranilnih raztopin, so si bili zelo podobni. Povprečna masa celotnih rastlin je bila največja pri ploščah s 40 vdolbinami na hranilni raztopini R1+N (21,4 g). Najvišje rozete smo izmerili pri ploščah s 84 vdolbinami, na hranilni raztopini R1+N in so v povprečju v višino merile 20,2 cm. Največje število listov na rastlino smo izmerili pri rastlinah pobranih na ploščah s 40 vdolbinami na hranilni raztopini R1. Največja širina hipokotilnih gomoljev je bila izmerjena v ploščah s 40 vdolbinami na hranilni raztopini R2 (2,8 cm). Najvišje hipokotilne gomolje smo izmerili na ploščah s 40 in 84 vdolbinami plavajočimi na hranilni raztopini R1 in R2, kjer so dosegli povprečno višino 3,0 cm (R1/40, R2/40, R2/84). Povprečno najtežje gomolje smo izmerili pri ploščah s 40 vdolbinami na hranilni raztopini R2 (9,3 g). Največji odstotek pobranih redkvic (78,3 %) smo dosegli na ploščah s 40 vdolbinami, plavajočih na hranilni raztopini R2+N, sledil mu je odstotek plošč s 40 vdolbinami plavajočimi na hranilni raztopini R1 (67,5 %), najmanjši odstotek pobranih redkvic smo izračunali v ploščah s 84 vdolbinami polnjenimi s šotnim substratom zalivanim z R1+N (0,8 %).

7 VIRI

Aendekerck T. G. L., Cevat H., Dolmans N., van Elderen C., Kipp J. A., de Kreij C., Sonnevel C., Verhagen J. B. G. M., Wever G. 2000. International substrate manual. Naaldwijk, Boomteelt Praktikonderzoek: 94 str.

Bajec V. 1994. Vrtnarjenje na prostem, pod folijo in steklom. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 419 str.

Biggs M. 1999. Zelenjava. Ljubljana, DZS: 256 str.

Cegnar T., Gorup T. 2010a. Podnebne razmere v maju 2010. Naše okolje, 17, 5: 3-22
http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/NASE%20OKOLJE2010_05.pdf

Cegnar T., Gorup T. 2010b. Podnebne razmere v juniju 2010. Naše okolje, 17, 6: 3-23
http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/NASE%20OKOLJE%202010_06.pdf

Cegnar T., Gorup T. 2010c. Podnebne razmere v juliju 2010. Naše okolje, 17, 7: 3-22
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/NASE%20OKOLJE%202010%2007.pdf>

Černe M., Vrhovnik I. 1992. Vrtnine, vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 215 str.

Fabrizio N. 1996. Vrtnarski pripomoček. Nova Gorica, samozaložba: 292 str.

Faust J. L. 1996. Hail the speedy radish, in all its forms. The New York Times, preko nytimes.com: archives.
<http://www.nytimes.com/1996/03/03/nyregion/gardening-hail-the-speedy-radish-in-all-its-forms.html?scp=1&sq=&st=nyt> (julij 2011)

Geissler T. 1979. Gemüseproduktion unter Glas und Platten. DDR: 272 str.

Gugenhan E. 1978. Zelenjava z domačega vrta. Ljubljana, Založba CZNG: 160 str.

Jakše M. 1993. O mesečni redkvici. Kmečki glas, 7: 10

Jakše M. 2002. Gradivo za vaje iz predmeta vrtnarstvo. Zelenjadarstvo. Študij ob delu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za vrtnarstvo: 44 str.

Krese M. 1989. Hidroponika. Ljubljana, Kmečki glas: 44 str.

Krug H. 1986. Gemüseproduktion ein Lehr-und Nachschlagewerg für Studium und Praxis. Berlin in Hamburg, Paul Parey: 446 str.

- Larkcom J. 1987. Solatni vrt. Ljubljana, Založba CZNG: 166 str.
- Leskovec E. 1969. Morfološke značilnosti važnejših zelenjadnic. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 53 str.
- Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić D. 2004. Povrčarstvo. Agronomski fakultet Zagreb. Čakovec: Zrinski d.d.: 656 str.
- Maceljki M. 1979. Zaštita povrća od štetočinja. Zagreb, Znanje d.d.: 436 str.
- Maček J. 1991. Posebna fitopatologija. Patologija vrtnin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 232 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 240 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1996. Gojenje vrtnin v zavarovanem prostoru. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 126 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005a. Hidroponsko gojene vrtnin, breztalni načini gojenja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 194 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005b. Vrtnarstvo: Splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo: 591 str.
- Pavlek P. 1985. Specialno povrčarstvo. Zagreb, Fakultet poljoprivrednih znanosti: 384 str.
- Smerdu F. 1974. Zdravje iz rastlin. Ljubljana, Prešernova družba: 195 str.
- Texas AgriLife extension service: Asians eat giant radishes. Texas, Texas A&M System
<http://aggie-horticulture.tamu.edu/archives/parsons/publications/vegetabletravelers/radishes.html> (junij 2012)
- Vardjan F. 1987. Vrtno zelenjadarstvo. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 285 str.
- Vilmorin - informacije o semenu 'Tinto F1':
<http://www.vilmorin.com/english.aspx> (december 2011)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Marijani Jakše za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi staršem in vsem bližnjim za potrpežljivost.