

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andraž ARNEŽ

**KAKOVOST IN KOLIČINA PLODOV HIDROPONSKO  
PRIDELANEGA PARADIŽNIKA (*Lycopersicon esculentum*  
Mill.)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andraž ARNEŽ

**KAKOVOST IN KOLIČINA PLODOV HIDROPONSKO  
PRIDELANEGA PARADIŽNIKA (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**QUALITY AND YIELD OF HYDROPONICALLY GROWN TOMATO  
FRUITS (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Poskus je bil opravljen v rastlinjaku na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Analize plodov so bile opravljene v laboratoriju Katedre za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo in v laboratoriju Katedre za aplikativno botaniko, ekologijo, fiziologijo rastlin in informatiko.

Študijska komisija oddelka za agronomijo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Nino Kacjan-Maršič in za somentorja izr. prof. dr. Roberta Veberiča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc Batič  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: izr. prof. dr. Robert Veberič  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

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

Andraž Arnež

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

|    |  |
|----|--|
| ŠD | Dn   |
| DK | UDK 635.64: 631.589.2: 631.559 (043.2)   |
| KG | Paradižnik/tehnologije gojenja/talno gojenje/hidroponsko gojenje/pridelek/primarni metaboliti/sekundarni metaboliti/kamena volna   |
| KK | AGRIS F01  |
| AV | ARNEŽ, Andraž  |
| SA | KACJAN MARŠIČ, Nina (mentorica)/VEBERIČ, Robert (somentor)   |
| KZ | SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  |
| ZA | Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo   |
| LI | 2013   |
| IN | KAKOVOST IN KOLIČINA PLODOV HIDROPONSKO PRIDELANEGA PARADIŽNIKA ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)  |
| TD | Diplomsko delo (univerzitetni študij)  |
| OP | IX, 39, [7] str., 7 pregl., 5 sl., 6 pril., 30 vir.  |
| IJ | sl   |
| JI | sl/en  |
| AI | V diplomskem delu smo proučevali količino pridelka in vsebnost nekaterih primarnih in sekundarnih metabolitov v plodovih paradižnika, ki smo ga gojili na kameni volni in v tleh. Poskus je potekal v neogrevanem rastlinjaku na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani od 6. marca do 18. oktobra 2009. Preučevali smo dve sorti paradižnika ('Amati F1' in 'Gardel F1') in dve tehnologiji gojenja (talno in hidroponsko). Poskus smo zasnovali v štirih ponovitvah. Tehnološko zrele plodove smo obirali od 15. julija do 16. oktobra. Skupaj smo imeli enajst obiranja. Po obiranju smo iz vsakega obravnavanja naključno izbrali šest plodov in izmerili njihovo maso, velikost in barvo, debelino perikarpa, vsebnost skupnih sladkorjev (°Brix) ter suho snov. Vzorce smo nato pripravili za kemijsko analizo sladkorjev, organskih kislin, vitamina C, karotenoidov in fenolnih spojin, ki smo jih opravili v laboratoriju na HPLC-ju. Po koncu obiranja plodov smo izmerili višino rastlin. Ugotovili smo, da je bil pridelek večji na hidroponu ('Amati' 239,55 t/ha, 'Gardel' 167,24 t/ha) v primerjavi s talnim gojenjem ('Amati' 88,29 t/ha, 'Gardel' 55,82 t/ha). Pridelek na kameni volni je bil zgodnejši od talnega za en teden. Število plodov na rastlino je bilo večje na hidroponu ('Amati' 49,50, 'Gardel' 42,44) v primerjavi s talnim gojenjem ('Amati' 20,42 in 'Gardel' 12,92 plodov/rastlino). Tehnologija gojenja je vplivala na nekatere lastnosti plodov: perikarp je bil debelejši pri hidroponsko pridelanem paradižniku ('Amati' 8,6 mm, 'Gardel' 7,9 mm) v primerjavi s talnim ('Amati' 7,5 mm, 'Gardel' 6,5 mm). Rastline hidroponsko gojenega paradižnika ('Amati' 313,63 cm, 'Gardel' 317,63 cm) so bile višje od talno gojenih ('Amati' 278,79 cm, 'Gardel' 240,50 cm). Imele so več socvetij (v povprečju enajst socvetij) v primerjavi s talno gojenimi rastlinami (devet socvetij). Pri analiziranju primarnih in sekundarnih metabolitov smo ugotovili vpliv na vsebnost jabolčne kisline, ki je bila večja v talno gojenih plodovih ('Amati' 30 mg/kg sveže mase, 'Gardel' 20 mg/kg sveže mase) v primerjavi s hidroponsko gojenimi ('Amati' in 'Gardel' 10 mg/kg sveže mase). |

### KEY WORD DOCUMENTATION

DN Dn  
 DC UDC 635.64: 631.589.2: 631.559 (043.2)  
 CX Tomato/production technology/soil production/hydroponic production/crop growth/primary metabolites/secondary metabolites  
 CC AGRIS F01  
 AU ARNEŽ, Andraž  
 AA KACJAN-MARŠIČ, Nina (supervisor)/VEBERIČ, Robert (co-supervisor)  
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy  
 PY 2013  
 TI QUALITY AND YIELD OF HYDROPONICALLY GROWN TOMATO FRUITS (*Lycopersicon esculentum* Mill.)  
 DT Graduation Thesis (University studies)  
 NO IX, 39, [7] p., 7 tab., 5 fig., 6 ann., 30 ref.  
 LA sl  
 AL sl/en  
 AB The diploma thesis studies the yield and content of some primary and secondary metabolites in tomato fruits grown in rockwool and soil. The experiment was carried out from March 6th 2009 until October 18th 2009 in the unheated greenhouse on the laboratory field of Biotechnical Faculty in Ljubljana. The research was based on 2 tomato cultivars ('Amati F1', 'Gardel F1') and 2 growing technologies (soil, hydroponic). The experiment was performed in 4 repetitions. The technologically ripe fruits were picked from July 15th until October 16th; altogether 11 times. After picking, 6 random fruits were chosen and measured by: weight, size, color, pericarp thickness, total soluble solids (°Brix) and dry substance. The samples were then prepared for the chemical analysis of sugars, organic acids, vitamin C, carotenoids and phenolic compounds, which was performed in a laboratory with HPLC. After the last harvest, the plant height was measured. The results showed a yield difference between the hydroponic ('Amati' 239.55 t/ha, 'Gardel' 167.24 t/ha) and soil grown plants ('Amati' 88.29 t/ha, 'Gardel' 55.82 t/ha). The harvest in rockwool happened 1 week earlier than the one in soil. The amount of fruits per plant in hydroponic growing ('Amati' 49.50, 'Gardel' 42.44) was larger compared to soil growing ('Amati' 20.42 and 'Gardel' 12.92 fruits per plant). The growth technology also influenced some fruit characteristics: thicker pericarp of hydroponic grown tomatoes ('Amati' 8.6 mm, 'Gardel' 7.9 mm) compared to soil grown tomatoes ('Amati' 7.5 mm, 'Gardel' 6.5 mm). The hydroponic grown tomato plants ('Amati' 313.63 cm, 'Gardel' 317.63 cm) were higher from the soil grown plants ('Amati' 278.79 cm, 'Gardel' 240.50 cm). The hydroponic plants also had more inflorescences (11 on average) in comparison to soil grown plants (9). In the content of primary and secondary metabolites, the effect was noticed only in the content of malic acid: higher in the soil grown plants ('Amati' 30 mg/kg per fresh weight, 'Gardel' 20 mg per kg fresh weight) compared to hydroponic grown plants ('Amati' and 'Gardel' 10 mg per kg fresh weight).

## KAZALO VSEBINE

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
|              | Ključna dokumentacijska informacija                            | III       |
|              | Key words documentation  | IV        |
|              | Kazalo vsebine   | V         |
|              | Kazalo preglednic  | VII       |
|              | Kazalo slik  | VIII      |
|              | Kazalo prilog  | IX        |
| <b>1</b>     | <b>UVOD</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1          | NAMEN RAZISKAVE  | 1         |
| 1.2          | DELOVNA HIPOTEZA   | 1         |
| <b>2</b>     | <b>PREGLED DOSEDANJIH OBJAV</b>                                | <b>2</b>  |
| 2.1          | BOTANIČNA OPREDELITEV, SISTEMATIKA<br>IN ZGODOVINA PARADIŽNIKA | 2         |
| <b>2.1.1</b> | <b>Botanična uvrstitev paradižnika</b>                         | <b>2</b>  |
| <b>2.1.2</b> | <b>Razširjenost pridelovanja paradižnika</b>                   | <b>2</b>  |
| 2.2          | HRANILNA VREDNOST IN VPLIV NA ZDRAVJE                          | 2         |
| 2.3          | MORFOLOŠKE IN BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI PARADIŽNIKA                 | 4         |
| 2.4          | RASTNE RAZMERE   | 5         |
| <b>2.4.1</b> | <b>Temperatura</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2.4.2</b> | <b>Osvetlitev</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2.4.3</b> | <b>Tla in podnebje</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2.4.4</b> | <b>Voda</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2.4.5</b> | <b>Potrebe po hranilih</b>                                     | <b>6</b>  |
| 2.5          | FIZIOLOŠKE MOTNJE  | 6         |
| <b>2.5.1</b> | <b>Pojav črne lise na temenu plodov</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>2.5.2</b> | <b>Neenakomerna obarvanost plodov</b>                          | <b>6</b>  |
| 2.6          | BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI  | 7         |
| 2.7          | GOJENJE PARADIŽNIKA V ZAVAROVANEM PROSTORU                     | 7         |
| 2.8          | GOJENJE PARADIŽNIKA V TLEH                                     | 8         |
| <b>2.8.1</b> | <b>Priprava tal za saditev</b>                                 | <b>8</b>  |
| <b>2.8.2</b> | <b>Nega nasada</b>   | <b>8</b>  |
| 2.9          | HIDROPONSKO GOJENJE PARADIŽNIKA                                | 8         |
| <b>2.9.1</b> | <b>Vrste hidroponskih sistemov</b>                             | <b>8</b>  |
| <b>2.9.2</b> | <b>Substrati, ki jih uporabljamo pri hidroponskih sistemih</b> | <b>9</b>  |
| <b>2.9.3</b> | <b>Kamena volna</b>  | <b>9</b>  |
| <b>2.9.4</b> | <b>Sistem gojenja na ploščah iz kamene volne</b>               | <b>9</b>  |
| <b>2.9.5</b> | <b>Hranilna raztopina</b>                                      | <b>10</b> |
| <b>2.9.6</b> | <b>Oskrba hidroponskega sistema</b>                            | <b>10</b> |
| 2.10         | OBIRANJE PLODOV IN SKLADIŠČENJE                                | 10        |
| <b>3</b>     | <b>MATERIAL IN METODE DELA</b>                                 | <b>11</b> |
| 3.1          | MATERIAL   | 11        |
| <b>3.1.1</b> | <b>Uporabljeni material</b>                                    | <b>11</b> |
| <b>3.1.2</b> | <b>Gnojenje in fertigacija</b>                                 | <b>11</b> |
| 3.1.2.1      | V tleh   | 11        |

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| 3.1.2.2      | Na hidroponu                                    | 12 |
| 3.2          | METODE DELA                                     | 12 |
| <b>3.2.1</b> | <b>Zasnova poskusa</b>                          | 12 |
| <b>3.2.2</b> | <b>Potek opravil v poskusu</b>                  | 13 |
| <b>3.2.3</b> | <b>Oskrba posevka</b>                           | 14 |
| <b>3.2.4</b> | <b>Meritve</b>                                  | 14 |
| <b>3.2.5</b> | <b>Analitske metode</b>                         | 14 |
| 3.2.5.1      | Analiza suhe snovi                              | 15 |
| 3.2.5.2      | Metoda HPLC                                     | 15 |
| 3.2.5.3      | Analiza rastlinskih pigmentov in tokoferola     | 15 |
| 3.2.5.4      | Analiza vitamina C                              | 17 |
| 3.2.5.5      | Analiza sladkorjev in kislin                    | 17 |
| 3.2.5.6      | Statistična obdelava                            | 18 |
| <b>4</b>     | <b>REZULTATI</b>                                | 19 |
| 4.1          | TEMPERATURA IN VLAGA V ČASU POSKUSA             | 19 |
| 4.2          | PRIDELEK  | 19 |
| <b>4.2.1</b> | <b>Šeštevek povprečnih količin pridelka</b>     | 19 |
| <b>4.2.2</b> | <b>Tržni in netržni pridelek</b>                | 20 |
| 4.3          | NEKATERE LASTNOSTI PLODOV IN RASTLIN            | 22 |
| 4.4          | KEMIJSKE ANALIZE PLODOV                         | 24 |
| <b>4.4.1</b> | <b>Suha snov, sladkorji in organske kisline</b> | 24 |
| <b>4.4.2</b> | <b>Barvila, vitamin C in tokoferoli</b>         | 25 |
| <b>5</b>     | <b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>                       | 28 |
| 5.1          | RAZPRAVA  | 28 |
| <b>5.1.1</b> | <b>Pridelek</b>                                 | 28 |
| <b>5.1.2</b> | <b>Nekatere lastnosti plodov in rastlin</b>     | 29 |
| <b>5.1.3</b> | <b>Kemijske analize plodov</b>                  | 30 |
| 5.2          | SKLEPI  | 34 |
| <b>6</b>     | <b>POVZETEK</b>                                 | 36 |
| <b>7</b>     | <b>VIRI</b>                                     | 38 |

ZAHVALA  
 PRILOGE

## KAZALO PREGLEDNIC

|   |    |
|---|----|
| Preglednica 1: Hranilna vrednost paradižnika  | 3  |
| Preglednica 2: Količina vitaminov   | 3  |
| Preglednica 3: Povprečne lastnosti plodov dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh   | 23 |
| Preglednica 4: Povprečna vsebnost topne suhe snovi, suhe snovi in sladkorjev v plodovih dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh | 24 |
| Preglednica 5: Povprečna vsebnost organskih kislin v plodovih dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh                           | 25 |
| Preglednica 6: Povprečna vsebnost barvil v plodovih dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh                                     | 26 |
| Preglednica 7: Povprečna vsebnost vitamina C in tokoferolov v plodovih dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh                  | 27 |



## KAZALO SLIK

|  |    |
|--|----|
| Slika 1: Temperature v rastlinjaku v času poskusa                                      | 19 |
| Slika 2: Kumulative mase plodov na rastlino (kg) po datumih obiranja                   | 20 |
| Slika 3: Kumulativno število plodov na rastlino po datumih obiranja                    | 20 |
| Slika 4: Prikaz količine tržnega in netržnega pridelka pri posameznih obravnavanjih    | 21 |
| Slika 5: Prikaz deleža mase tržnega in netržnega pridelka pri posameznih obravnavanjih | 22 |

## KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Fertigacijski načrt in sestava hranilne raztopine

PRILOGA B: Prikaz načrta poskusa

PRILOGA C: Masa tržnega pridelka

PRILOGA D: Delež mase netržnega pridelka

PRILOGA E: Višina rastlin

PRILOGA F: Število socvetij

## 1 UVOD

Paradižnik (*Lycopersicon esculentum* L.) uvrščamo v družino razhudnikovk (Solanaceae). V tropskem območju perujskih Andov je bil kot divja vrsta razširjen v obliki drobnoplodnih vrst. Od tod se je pridelovanje razširilo na širše območje Amerike, v Evropo ga je leta 1498 prepeljal Kolumb (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999).

Paradižnik je toplotno zahtevna vrtnina, zato ga v naših podnebnih razmerah, poleg gojenja na prostem, vse pogosteje gojimo tudi v zavarovanih prostorih. Njegova pridelava je tako stalnejša in kakovostnejša. Pridelujemo ga zaradi plodov, ki jih uporabljamo v tehnološki in fiziološki zrelosti. Ti vsebujejo vitamine, kisline, mineralne snovi, uporabljamo jih kot presno zelenjavo ali predelane v sok, mezgo in druge prehranske izdelke (Lesić in sod., 2004).

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

### 1.1 NAMEN RAZISKAVE

Paradižnik ima pomembno vlogo v prehrani ljudi. Na kakovost pridelka poleg okoljskih dejavnikov vpliva tudi tehnologija gojenja. Za paradižnik je znano, da je njegova tržna pridelava predvsem v severni Evropi vezana na gojenje na hidroponskem sistemu. Vendar pa tako pridelana hrana v našem okolju ni ravno najbolje sprejeta, saj ji očitajo, da je manj okusna. To verjetno izvira iz dejstva, da je večina zelenjave na našem trgu, ponujene v izvensezonskem času (jeseni in pozimi), pridelane na hidroponskih sistemih. Tako pridelana zelenjava je zaradi manjše jakosti sončnega sevanja v času gojenja dejansko manj okusna in aromatična. V naši raziskavi nas je zanimalo, ali se hidroponsko pridelani plodovi paradižnika, ki smo ga gojili v zanj primernih rastnih razmerah (pomlad in poletje), po kakovosti razlikujejo od plodov paradižnika, ki smo ga sočasno gojili klasično v tleh.

Namen poskusa je bil primerjati količino in kakovost plodov dveh sort indeterminantnega paradižnika, ki smo jih gojili v hidroponskem sistemu in klasično v tleh.

### 1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevali smo, da bo pridelek indeterminantnega paradižnika, gojenega v kameni volni, večji in zgodnejši od pridelka rastlin, gojenih v tleh. Menili smo še, da se plodovi v vsebnosti nekaterih primarnih metabolitov, glede na tehnologijo gojenja, ne bodo razlikovali. Vsebnost sekundarnih metabolitov v plodovih paradižnika pa se bo razlikovala glede na tehnologijo pridelovanja.

## 2 PREGLED DOSEDANJIH OBJAV

### 2.1 BOTANIČNA OPREDELITEV, SISTEMATIKA IN ZGODOVINA PARADIŽNIKA

#### 2.1.1 Botanična uvrstitev paradižnika

Paradižnik (*Lycopersicon esculentum* Mill.) spada v družino razhudnikovk (Solanaceae). Številni predstavniki te družine so razširjeni po vsem svetu. Sem spadajo tako zelo strupene kot tudi zdravilne rastline, kot so volčja češnja (*Atropa belladonna* L.), navadni kristavec (*Datura stramonium* L.), črni zobnik (*Hyoscyamus niger* L.) in zelo razširjen tobak (*Nicotiana tabacum* L.). Za proizvodnjo hrane so pomembni krompir (*Solanum tuberosum* L.), paradižnik (*Lycopersicon esculentum* Mill.), paprika (*Capsicum annuum* L.) ter jajčevac (*Solanum melongena* L.). Razhudnikovke so zelnate rastline, redkeje lesnate, so enoletnice in v ugodnih razmerah lahko tudi trajnice. Plodovi so večinoma sočne jagode z velikim številom semen. Večina vrst vsebuje alkaloidne v različnih delih rastlin (Lešić in sod., 2004).

#### 2.1.2 Razširjenost pridelovanja paradižnika

Od začetka 20. stoletja proizvodnja paradižnika stalno narašča. Leta 2011 so ga v svetovnem merilu v povprečju gojili že na 4.734.356 hektarjih, kar predstavlja 45. mesto po površini v proizvodnji hrane. V svetu največ paradižnika letno posadijo na Kitajskem (985.903 ha), sledita Indija (865.000 ha) in Turčija (269.584 ha). V Evropi ga največ letno posadijo v Rusiji (117.000 ha), sledita Italija (103.858 ha) in Ukrajina (85.900 ha). Največji povprečni pridelek v svetu in Evropi dosežejo na Nizozemskem (478.85 t/ha), v Belgiji (460.83 t/ha) in na Norveškem (423.77 t/ha). V Sloveniji gojimo paradižnik na 201 hektarju in ga letno pridelamo v povprečju 27,42 t/ha (FAOSTAT, 2013).

Velika proizvodnja paradižnika je v mediteranskem področju: v Italiji, Španiji, Grčiji in Franciji, kjer je najugodnejša klima za njegovo rast. Pridelava na prostem je možna in ponekod razširjena vse do 50° severne geografske širine, sicer v severnih krajih vzgajajo paradižnik najpogosteje v zavarovanih prostorih (Lešić in sod., 2004).

### 2.2 HRANILNA VREDNOST IN VPLIV NA ZDRAVJE

Paradižnik je zaradi mnogih načinov uporabe razširjen po vsem svetu. Največ ga porabimo svežega v solatah, pomemben je tudi kot sestavina mnogih jedi. Uporabljamo ga v predelovalni industriji, predvsem za koncentrate, sokove in pelate (sterilizirani olupljeni celi plodovi). Kakšna je hranilna vrednost paradižnika, lahko razberemo iz Preglednice 1. Vrednosti so podane v odstotkih in v miligramih v 100 gramih sveže mase in se nanašajo na sveže plodove. Poraba paradižnika je razmeroma velika v poletnih mesecih in je eden glavnih virov vitaminov (Lešić in sod., 2004). V Preglednici 2 so podane približne količine vitaminov v miligramih v 100 g svežega paradižnika.

Preglednica 1: Hranilna vrednost paradižnika (Sies in Stahl, 1996, cit. po Lešič in sod., 2004)

| Snov              | Odstotni delež (%) | Minerali | Vsebnost (mg/100 g sveže mase) |
|-------------------|--------------------|----------|--------------------------------|
| Voda              | 92,0–95,2          | Natrij   | 2,6–32,7                       |
| Čiste beljakovine | 0,4–1,25           | Kalij    | 92–376                         |
| Čiste maščobe     | 0,2–0,95           | Magnezij | 13–20                          |
| Ogljikovi hidrati | 1,87–9,00          | Kalcij   | 10–21                          |
| Vlaknine          | 0,30–0,95          | Fosfor   | 7–53                           |
| Minerali          | 0,60–0,61          | Železo   | 0,4–1,2                        |
|                   |                    | Žveplo   | 13–20                          |

Preglednica 2: Količina vitaminov (mg/100 g sveže mase) (Sies in Stahl, 1996, cit. po Lešič in sod., 2004)

| Vitaminski             | Vsebnost (mg/100 sveže mase) |
|------------------------|------------------------------|
| Karoten                | 0,15–2,3                     |
| Vitamin E              | 0,36                         |
| Vitamin K              | 0,4–0,8                      |
| Vitamin B <sub>1</sub> | 0,016–0,08                   |
| Vitamin B <sub>2</sub> | 0,02–0,09                    |
| Vitamin B <sub>3</sub> | 0,3–0,85                     |
| Vitamin B <sub>5</sub> | 0,28–0,34                    |
| Vitamin B <sub>6</sub> | 0,074–0,15                   |
| Biotin                 | 0,004                        |
| Folna kislina          | 0,0086                       |
| Vitamin C              | 15–59                        |

Zeleni plodovi paradižnika vsebujejo alkaloid solanin, ki se v času zorenja razgradi. Plodovi se obarvajo rumeno, rožnato in rdeče zaradi likopena, ksantofila in karotena. Okus paradižnika je odvisen od razmerja med sladkorji in kislinami, nanj vplivata še čvrstost in struktura ploda (Janse, 1994, cit. po Lešič in sod., 2004).

Svež plod paradižnika vsebuje 5–7 % suhe snovi. V njej predstavljajo skupni sladkorji 48 %, od tega je 25 % fruktoze, 22 % glukoze in 1 % saharoze. Sladkorji skupaj z organskimi kislinami predstavljajo 60–70 % suhe snovi v paradižnikovem soku. Sorte, ki jih gojimo za svežo porabo, imajo navadno več sladkorjev od sort, ki jih gojimo za predelavo. Maksimalno količino sladkorjev imajo le plodovi, ki dozori na rastlini. Kisline dosežejo največjo vrednost pred polno zrelostjo ploda. Koncentracija jabolčne kisline se zmanjšuje, medtem ko se koncentracija citronske kisline povečuje do polne zrelosti. Poleg sladkorjev in kislin na okus vplivajo tudi aromatične spojine (več kot 400 spojin z nizkim vreliščem) (Hobson, 1995, cit. po Lešič in sod., 2004).

Paradižnik pozitivno vpliva na zdravje ljudi, predvsem na srce in ožilje. Znižuje krvni tlak in vpliva na izločanje vode iz organizma. Priporoča se pri različnih dietah, pri sladkorni bolezni ter pri boleznih ledvic in jeter. Pozitivno vpliva na kožo, predvsem pri sončnih opeklinah, priporočljiv je za ljudi z dermatološkimi težavami (Lešič in sod., 2004).

Paradižnik vsebuje likopen, zato je pomemben vir vnosa karotenoidov v človeško telo. Dnevna potreba za odraslega človeka je okoli tri miligrame. Glavni vir likopena je paradižnik in predstavlja 90 % likopena v človeški prehrani. Svež paradižnik vsebuje okoli 30 mg likopena/kg sveže mase, paradižnikov sok do 150 mg/l, kečap pa okoli 100 mg/kg (Sies in Stahl, 1999, cit. po Lešič in sod., 2004). Na količino likopena v plodovih vplivajo

zrelost plodov, kultivar in način pridelave. Likopen je pomemben antioksidant in regulator celične rasti. Raziskave kažejo, da deluje preventivno proti razvoju različnih tipov rakavih obolenj. Paradižnik vsebuje tudi  $\alpha$ -,  $\beta$ - in  $\gamma$ -karoten ter lutein (Lešić in sod., 2004).

### 2.3 MORFOLOŠKE IN BIOLOŠKE ZNAČILNOSTI PARADIŽNIKA

Paradižnik je enoletna rastlina, v ugodnih razmerah tudi trajnica. Glavna korenina lahko doseže globino do enega metra in se razveja do 1,5 metra premera. Glavnina korenin se razvije v površinski plasti do globine 30 centimetrov. Steblo je zelno, na bazi premera dveh centimetrov in pokrito z dlačicami. Ima malo sklerenhima, zato obtežena rastlina s plodovi in listi brez opore poleže. Poznamo tri tipe gojitvenih oblik: determinanten, indeterminanten in semideterminanten (vmesni) tip. Pri indeterminantnem tipu je vegetacijski vrh aktiven toliko časa, dokler ima rastlina ugodne razmere za rast. Po prvem socvetju razvije tri liste, sledi drugo socvetje, spet trije listi in v tem zaporedju naprej. Iz pazduh listov se razvijajo sekundarna stebila. Če jih ne odstranjujemo (pinciramo), se na njih razvijajo listi in socvetja v enakem zaporedju kot na primarnem stebelu (Lešić in sod., 2004).

List paradižnika zraste do 50 centimetrov, je dlakav in ima dolg pecelj (Lešić in sod., 2004). Paradižnik ima dva tipa listov. Prvi je »pravilen« in je prekinjeno lihopernato razrezan, menjaje si sledijo velike in male krpe. Drugi tip je »nepravilen«, krompirjev list. Listi paradižnika izražajo pod kotom 45–50° (Klenar in Praprotnik, 1991).

Cvetovi paradižnika so bele ali rumenkaste barve, tvorijo grozdasto socvetje, ki je lahko enostavno, dvojno ali sestavljeno (Jakše, 2002). Cvetovi se razvijejo, ko je dan dolg 12–14 ur. Paradižnik cveti postopoma, dva do trije cvetovi naenkrat, celotno rastno obdobje. Cvet sestavlja pet čašnih listov, ki so na osnovi zrasli v cevko, pet ali šest venčnih listov (so trioglate oblike), pet prašnikov in pestič (Černe, 1988).

Paradižnik je samooplodna rastlina in v ugodnih razmerah cveti vso rastno dobo (Osvald in Kogoj-Osvald, 2007). Plod paradižnika je dva- do dvajsetprekatna jagoda. Za presno rabo uporabljamo plodove na prehodu iz zelene v rdečo obarvanost, za predelavo pa take, ki so fiziološko zreli. Plodovi so lahko okrogli, ploščati, hruškasti, podolgovati, rahlo kvadratasti ali pa nepravilnih oblik (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005a).

Plod sestavljata mesnati del (stena perikarpa in pokožica) in pulpa (placenta, o semenje in mezdra). Nedorozrel plod je navadno svetlo do temnozeleno barve, zrel plod pa je lahko rumen, oranžen, rožnat, rdeč ali rdečevijoličen. Velikost plodov se ocenjuje glede na premer: zelo majhni (< 3 cm, okoli 15 g), majhni (3–5 cm, 30–50 g), srednji (5–8 cm, 50–100 g), veliki (8–10 cm, 100–150 g) in zelo veliki (> 10 cm, več kot 150 g) (Lešić in sod., 2004).

Seme paradižnika je sploščene in ovalne oblike, dolgo do pet milimetrov, široko do štiri in debelo do dva milimetra. Pokrito je z gostimi dlačicami. V enem gramu je lahko 250–350 semen. V ugodnih razmerah je sposobno kaliti več let (Lešić in sod., 2004).

## 2.4 RASTNE RAZMERE

### 2.4.1 Temperatura

Ugodne temperature za rast paradižnika so od 20 do 25 °C podnevi in od 13 do 17 °C ponoči. Optimalne temperature za kalitev semena so od 20 do 25 °C, minimalna pa 13 °C. Rastlina je še posebej občutljiva na temperaturne razmere na začetku rasti – osem dni po razvoju kotiledona in še okoli dva tedna zatem. Temperatura vpliva na čas diferenciacije cvetov, na hitrost rasti plodov in na nastanek pigmentov, nizke temperature povzročajo poznejše cvetenje. Rdeča barva se ne razvije pri temperaturah nižjih od 16 °C. Kadar je toplotna oskrba rastlin neenakomerna, lahko pride do neenakomerne obarvanosti plodov. Ti so zelo občutljivi na nizke temperature, usodne so tiste, ki so nižje od –0,5 °C (Lešić in sod., 2004).

### 2.4.2 Osvetlitev

Odločilni pomen za rast paradižnika ima tudi intenziteta osvetlitve, še posebej v stadiju sadik. Če je osvetlitev slaba (senčne lege, pregosti posevki), rastlina razvije tanka, nežna stebela, posledica je majhen in pozen pridelek (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999). Velika intenziteta osvetljenosti lahko negativno vpliva na povišano temperaturo v okolici listov, zmanjša se fotosintetska aktivnost, rastlina zapira listne reže, zato podnevi veni, kar pa vpliva na razvoj plodov. Poleti se v zavarovanih prostorih zato priporoča senčenje. Šibka intenziteta osvetlitve pozimi lahko povzroča votlost plodov, ki so nastali iz prvih cvetov, saj prekati niso zapolnjeni s pulpo, zmanjša se tudi vsebnost suhe snovi (Lešić in sod., 2004).

### 2.4.3 Tla in podnebje

Paradižnik je toploljubna rastlina, zato so pri vzgoji na prostem pomembne omejujoče temperature v različnih fazah rasti. Količina in razporeditev padavin nista pomembni le zaradi oskrbe rastlin z vodo, pač pa tudi zaradi relativne zračne vlage, ki vpliva na oploditev in izvedbo potrebnih gojitvenih ukrepov. Prepogoste padavine in velika zračna vlaga pa omogočajo razvoj večjega števila bolezni. Kritično je obdobje v času zasnoave, razvoja in zorenja plodov, takrat lahko pogoste padavine naredijo največ škode (Lešić in sod., 2004).

Z uporabo različnih tehnologij gojenja lahko paradižnik uspeva na različnih tleh, najprimernejša pa so globoka, rahla, topla, peščeno glinasta ali glinasto peščena tla, strukturna in bogata s hranili. Pomembna je prepustnost tal za vodo, saj slabo uspeva na tleh, kjer voda zastaja. Ustrezen pH tal je med 6 in 7, če je nižji od 5, je treba tla apniti (Černe, 1988).

### 2.4.4 Voda

Paradižnik ima velike potrebe po vodi, ob pomanjkanju odpadajo cvetovi, plodovi se ne razvijejo ali so drobni. Z zalivanjem poskrbimo, da vsebujejo tla od 60 do 70 % poljske kapacitete tal za vodo. Če po daljši suši nenadoma zelo povečamo količino vode v tleh, začnejo plodovi pokati. Priporočena je zmerna relativna zračna vlažnost, 50–60%, manjša

vlažnost povzroča odpadanje cvetov in slab razvoj plodov (Černe, 1988). Pri večji zračni vlažnosti je oplodnja slabša, večji je pojav bolezni, predvsem paradižnikove plesni (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999).

#### 2.4.5 Potrebe po hranilih

Za gojenje paradižnika so priporočene količine hranil: 100–150 kg/ha dušika, 200–250 kg/ha fosforja in 150–200 kg/ha kalija. Priporočljivo je večkratno dognojevanje posevka z dušikom v času rasti. Izogniti se moramo premočnemu gnojenju z dušikom, saj ta podaljšuje vegetativno rast in zmanjšuje razvoj cvetov in plodov. Pri nezadostni oskrbi z dušikom je celotna rastlina slabše razvita, listi so manjši, pridelek je zgodnejši, z drobnejšimi in slabo razvitimi plodovi (Osvald in Kogoj-Osvald, 1999).

Paradižniku ustreza gnojenje z organskimi gnojili, priporočljivo je gnojenje s 25–40 t/ha hlevskega gnoja ali katerega drugega ustreznega organskega gnojila. Hlevski gnoj naj bo dobro kompostiran, saj je paradižnik občutljiv na produkte razgradnje organske snovi (Lešić in sod., 2004).

Krug (1986, cit. po Lešić in sod., 2004) za začetno gnojenje priporoča 32 kilogramov  $P_2O_5$ , 160 kilogramov  $K_2O$  in 20 kilogramov  $MgO$  na hektar. Za povprečen pridelek 40 t/ha priporoča neposredno pred setvijo gnojenje z 80 kg/ha N. Pri nizkih temperaturah tal ( $\leq 14$  °C) rastlina slabo izkoristi fosfor, zato pri neposredni setvi spomladi priporoča uporabo kombiniranega gnojila 4–14–11. Ko dosežejo plodovi na prvem socvetju velikost oreha, takrat z gnojenjem 50–60 kg N/ha zagotovimo dobro prehranjenost plodov na tretjem in nadaljnjih socvetjih, z gnojenjem s 50 kg/ha  $K_2O$  pa zagotovimo boljše kakovost plodov. Pri gnojenju v času rasti plodov se je treba izogibati amonijskemu dušiku, ker lahko pospeši pojav črne lise na temenu plodov. Sprejem dušika in fosforja je enakomeren skozi celotno vegetacijo, sprejem kalija pa je povečan v času rasti plodov. V tleh z visoko ali nizko pH-vrednostjo predstavlja problem pomanjkanje mikroelementov (Lešić in sod., 2004).

### 2.5 FIZIOLOŠKE MOTNJE

#### 2.5.1 Pojav črne lise na temenu plodov (ang. blossom end rot)

Črna lisa na temenu plodov se lahko pojavi zaradi majhne koncentracije kalcija v plodovih, slabe aktivnosti korenin, velike transpiracije oz. pomanjkanja vode, velike zračne vlažnosti, ki preprečuje transpiracijo ter oskrbo in mobilizacijo kalcija v plodovih, ter velike koncentracije soli v tleh ali substratu. Plodovi so najobčutljivejši, ko dosežejo 40–70 % polne velikosti. Na odmrlo tkivo se naselijo saprofitski mikroorganizmi, ki nadaljujejo s propadom plodov (Lešić in sod., 2004).

#### 2.5.2 Neenakomerna obarvanost plodov (ang. green back)

Pogosteje se pojavlja pri sortah z več klorofila v perikarpu plodov. Okrog pečlja ploda nastane zelen ali pa rumen obroč tršega tkiva, ko je plod zrel. Pojavlja se takrat, ko so temperature visoke ali ko je preskrbljenost plodov s kalijem nezadostna. Vzrok za to je



lahko tudi neustrezno razmerje dušika in kalija. Plodovi, pokriti z listjem, se pogosteje izognejo temu pojavu (Lešić in sod., 2004).

## 2.6 BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI

Paradižnik je izpostavljen velikemu številu bolezni in škodljivcev. Različne bolezni povzročajo bakterije, glive, mikoplazme in virusi. Škodo povzročajo še nematode in insekti, ki so lahko škodljivi, neposredno ali posredno s prenašanjem virusov, zato so najpomembnejši preventivni ukrepi. Nujno je kontroliranje števila škodljivcev v tleh, ki lahko po sajenju naredijo veliko škodo. Če je mogoče, gojimo sorte, ki so odporne proti določenim škodljivcem. Veliko bolezni se prenaša s semenom, zato je pomemben ukrep tudi dezinfekcija semen. Sadike je v času gojenja priporočljivo poskropiti s fungicidom, saj si s tem zagotovimo zdrave rastline. Po presajanju je potrebno redno škropljenje proti glivičnim boleznim listov, stebela in plodov (Lešić in sod., 2004).

Najpogostejši bolezni na paradižniku sta črna listna pegavost paradižnika (*Alternaria dauci* f. sp. *solani* (Ell. & Mart.) Sorauer) in paradižnikova plesen (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). Ostale manj pogoste bolezni so: kumarni mozaik na paradižniku (*Cucumis virus 1*), okrogla listna pegavost paradižnika (*Septoria lycopersici* Ciccarone & Boerema), plutavost paradižnikovih korenin (*Pyrenochaeta lycopersici* R. Schnider & Gerlach), bela gniloba (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), pritlehna trohnoba paradižnikovega stebela (*Phytophthora nicotianae* Breda de Haan, *P. capsici* Leonian, *P. Cryptogea* Pethybr. & Laff., *P. citricola* Sawada), verticilijska in fuzarijska uvelost paradižnika (*Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold in *Fusarium oxysporum* Schl. E. Fr.), bakterijska pegavost paradižnikovih plodov (*Pseudomonas* tomato (Okabe) Young et al.), bakterijski rak paradižnika (*Corynebacterium michiganense* (Spiekermann & Kotthoff) Davis et al.), paradižnikov mozaik (*Nicotiana virus 1*) in lucernin mozaik na paradižniku (*Alfalfa mosaic virus*) (Celar, 1999).

Najpogostejši škodljivci na paradižniku so: rastlinjakov ščitkar (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood), listne uši (*Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Aphis gossypii* Glover, *Myzus persicae* Sulzer, *Aulacorthum solani* Kaltenbach) in navadna pršica (*Tetranychus urticae* Koch) (Gomboc, 1999).

## 2.7 GOJENJE PARADIŽNIKA V ZAVAROVANEM PROSTORU

Sezono gojenja paradižnika je možno podaljšati od nekaj tednov pa vse do celoletnega gojenja z uporabo zavarovanega prostora, ki ga izberemo glede na velikost načrtovane naložbe, glede na stroške vzdrževanja ustrezne klime in potreb po pridelku v času neugodnih rastihih razmer na prostem. Spomladi, jeseni in pozimi je zaželena velika osvetlitev, majhna zračna vlaga med letom ter mile zimske temperature. Pomemben je tudi poceni vir energije za ogrevanje, neprekinjena oskrba z elektriko, vir kakovostne vode in kar je bistveno, primeren trg (Lešić in sod., 2004).

## 2.8 GOJENJE PARADIŽNIKA V TLEH

### 2.8.1 Priprava tal za saditev

Vsako leto je priporočljivo termično ali kemično steriliziranje tal, s katerim se izognemo boleznim in škodljivcem, ki lahko ostanejo v tleh od predhodnega posevka. Z globoko obdelavo tal (do 30 cm) omogočimo rastlini dober razvoj korenin. Tla pred saditvijo po potrebi navlažimo in površinsko obdelamo s frezo. Priporočljivo je prekrivanje tal s črno polietilensko zastirko, pod katero napeljemo cevi za oskrbo z vodo in hranili. Tla pod zastirko se hitreje segrejejo, kar pospeši rast rastlin in zmanjšuje rast plevelov. Sadimo 3–4 rastline/m<sup>2</sup> (odvisno od bujnosti sorte in planirane velikosti rastlin), kar zahteva razmik 30–40 centimetrov med rastlinami in 80 centimetrov med vrstami. V času saditve naj bo temperatura tal višja od 15 °C. Sadimo na prej označena mesta in na koncu sadike dobro zalijemo (Lešić in sod., 2004).

### 2.8.2 Nega nasada

Na konstrukcijo zavarovanega prostora nad vsako vrsto napeljemo pocinkano žico, debelo 2–3 milimetre. Na žico privežemo plastične vrvice, ki visijo nad vsako rastlino. Drugi del vrvice napeljemo okrog rastline pri površini tal, brez zatezanja. Ko rastlina raste, njen vrh postopoma prepletamo okoli vrvice.

Iz pazduh listov se razvijajo stranski poganjki, dolgi 5–8 centimetrov, ki jih odstranjujemo (pinciramo) najmanj enkrat tedensko. Stare in rumene liste postopoma odstranjujemo in odnašamo iz zavarovanega prostora, saj ne vplivajo na oskrbo z asimilati, lahko pa so vir glivičnih okužb. Če temperatura v rastlinjaku preseže 30 °C, ga je treba zračiti in zamegljevati.

V zavarovanih prostorih, kjer ni vetra, za pospeševanje opravevanja in oploditve izvajamo mehanske dražljaje s tresenjem pocinkane žice (Lešić in sod., 2004).

## 2.9 HIDROPONSKO GOJENJE PARADIŽNIKA

Hidroponika je tehnika gojenja rastlin brez prsti. Korenine lahko rastejo v zraku (vzdrževati moramo veliko vlažnost), v vodi (ki mora biti dobro prezračevana), v različnih inertnih medijih (pesek, mivka, kamena volna, različni gradbeni materiali, ekspanzirana glina), v šotnem substratu in žagovini. V vodi raztopimo točno določeno količino mikro- in makrohranil, ki jih rastline potrebujejo za rast (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

S hidroponskim gojenjem lažje nadzorujemo pridelavo in omogočamo optimalne razmere rastlinam od setve do spravila, pridelava je intenzivnejša, pridelki so običajno večji, zmanjšano je tudi tveganje za pojav bolezni in škodljivcev (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

### 2.9.1 Vrste hidroponskih sistemov

Poznamo več vrst hidroponskih sistemov: tekočinski sistem, aeroponski sistem, sistem vodnih kopeli, tankoplastni – polhidroponski sistem in agregatni sistem, kamor spada tudi

sistem gojenja na ploščah iz kamene volne, ki smo ga uporabili v našem poskusu (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

### **2.9.2 Substrati, ki jih uporabljamo pri hidroponskih sistemih**

Substrat je medij, ki rastlini omogoča ukoreninjenje. Sestavlja ga lahko eden ali pa kombinacija različnih materialov (Kehdi, 2009). Substrate za hidroponsko gojenje delimo v tri skupine: substrati, pridobljeni iz kamnin (kamena volna, vermikulit, perlit, mivka, kremenčev pesek, ekspanzirana glina), substrati, pridobljeni iz sintetičnih materialov (gobaste pene in ekspanzirana plastika), in organski substrati (žagovina, šota, kokosova vlakna) (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b). Substrat naj bo kemično inerten, zanesljiv, ekonomičen, lahek, enostaven za uporabo in enostaven za odstranitev. Zaželeno je, da po uporabi ne onesnažuje okolja oz. je biološko razgradljiv (Kehdi, 2009).

### **2.9.3 Kamena volna**

Kamena volna je naraven proizvod, narejen iz bazalta, magmatske kamnine. Da izdelajo kameno volno, pridobljeni bazalt ponovno utekočinijo v pečeh pri temperaturi 1.500 °C in ga v vrtečih komorah spredejo v niti, ki se nato v pečeh z vročim zrakom pri 230 °C strdijo. Potem jih stisnejo v plošče, ki jih pozneje razrežejo in zavijejo v folijo. Iz 1 m<sup>3</sup> bazalta lahko pridelajo približno 50 m<sup>3</sup> kamene volne (Grodan, 2012).

Kamena volna je inertna, sterilna, dimenzijsko stabilna in biološko nerazgradljiva. Hitro vpija vodo, saj pore zavzemajo 96 % celotnega volumna (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

### **2.9.4 Sistem gojenja na ploščah iz kamene volne**

Sadike najprej gojimo v gojitvenih ploščah, ko razvijejo prve prave liste, jih vstavimo v kocke iz kamene volne (višina kocke je 7,5 centimetra). Na gojitvenih ploščah izstrižemo odprtine 10 × 10 centimetrov in vanje postavimo kocke z dobro ukoreninjenimi rastlinami.

Navadno so gojitvene plošče dolge 75–100, široke 15–30 in visoke 7,5 centimetra ter ovite v belo-črno polietilensko folijo (bela barva na zunanji strani poveča odboj svetlobe). Folija zmanjšuje izhlapevanje hranilne raztopine, preprečuje razvoj alg na zunanji plasti plošč in vzdržuje čistočo. Gojitvenim ploščam po dobri namočitvi na boku naredimo poševno drenažno zarezo, kjer lahko odvečna hranilna raztopina izteka iz plošče.

Pridelovalna gredica je najpogosteje sestavljena iz dveh gojitvenih plošč, z razmikom 30 centimetrov. Med ploščama so tla malo poglobljena, nagnjena v eno smer in prekrita s folijo, da odvečna raztopina odteka v rezervoar.

Hranilno raztopino rastlinam dovaja računalniško voden kapljični namakalni sistem (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

### 2.9.5 Hranilna raztopina

Hranilno raztopino sestavlja voda, v kateri so v točno določenem razmerju raztopljeni vsi elementi, ki so nujni za rast rastlin. Hranilne raztopine so lahko univerzalne in specialne, namenjene le za določeno vrsto rastlin oz. razvojno fazo.

Za sestavo hranilne raztopine je potrebnih devet makroelementov (C, H, O, N, P, Ca, S, K, Mg) in sedem mikroelementov (Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo). Nekateri elementi, kot so aluminij, silicij, kobalt, so pomembni samo za posamezne rastlinske vrste, za druge pa niso nujno potrebni (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

V hranilni raztopini je treba nujno nadzorovati električno prevodnost (EC), z enoto mS/cm. EC pove, kolikšna je koncentracija ionov v raztopini, in se povečuje s povečevanjem koncentracije hranil. Za gojenje plodovk v kameni volni je priporočljiva EC 2–3 mS/cm, odvisno od vrste rastline, faze rasti in časa gojenja. Merimo tudi pH hranilne raztopine, najprimernejša vrednost za sprejem hranil je 5,5–6,5 (Resh, 1997).

Za pripravo hranilne raztopine uporabimo lahkotopna in komercialno pripravljena vodotopna gnojila, za elemente v sledovih pa kelate. Skupna koncentracija soli v vodi ne sme presegati 0,2 g/l. Priporočena temperatura raztopine je okoli 20 °C, višje temperature lahko povzročijo usedline mineralnih soli. Pomembna je sposobnost mešanja in skladnost med elementi, solmi in hranili (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

### 2.9.6 Oskrba hidroponskega sistema

Za hidroponsko gojenje se priporoča uporaba popolnoma novega ali temeljito očiščenega celotnega gojitvenega prostora (mize, substrat, pomožni material, namakalni sistem in rastlinjak). Z zagotavljanjem čistoče sistema brez bolezenskih povzročiteljev se izognemo inicialni kontaminaciji.

Vsakodnevno ali celo večkrat dnevno je treba nadzorovati drenažo glede na količino vode pri namakanju, vlažnost substrata, EC in pH raztopine, EC in pH v ploščah ter delovanje kapljačev. Spremljati moramo minimalno in maksimalno temperaturo ter vlažnost zraka v rastlinjaku (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005b).

## 2.10 OBIRANJE PLODOV IN SKLADIŠČENJE

Plodove obiramo v tistem delu dneva, ki ni vroč, zgodaj zjutraj ali pa pozno popoldne. Obiramo jih s čašnimi listi in delom peclja v času rožnate ali pa rdeče obarvanosti plodov, odvisno od časa od obiranja do prodaje (Jakše, 1985). Paradižnik, namenjen trgu, mora biti zdrav, nepoškodovan, čvrst, enakomerne barve in velikosti. Količina pridelka je odvisna od dolžine gojenja, lahko dosežemo od 15 do 50 kg/m<sup>2</sup> (Lešić in sod., 2004). Obrani plodovi intenzivno dihajo in porabljajo rezervne snovi ter med skladiščenjem izgubljajo maso, zato naj bo temperatura prostora, kjer so plodovi paradižnika shranjeni, 8–10 °C, relativna zračna vlaga pa 85% (Pavlek, 1985).

### 3 MATERIAL IN METODE DE LA

#### 3.1 MATERIAL

##### 3.1.1 Uporabljeni material

V poskusu smo uporabili dve hibridni sorti paradižnika (*Lycopersicon esculentum* Mill.), 'Amati F1' in 'Gardel F1' (v nadaljevanju 'Amati' in 'Gardel').

Za meritve v rastlinjaku smo uporabili: tehtnico za merjenje mase plodov, meter za merjenje višine rastlin, digitalno kljunasto merilo za merjenje višine, širine in debeline perikarpa plodov, kromometer Minolta CR-10 za merjenje barve plodov ( $L^*$  in  $h^\circ$ ), digitalni refraktometer METTLER TOLEDO za merjenje vsebnosti topne suhe snovi ter merilec temperature in vlage VOLTCRAFT DL-120 TH. V laboratoriju smo za pripravo vzorcev za kemične analize uporabili: homogenizator Ultra-turrax (Janke & Kunkel GmbH & Co. KG), centrifugo, injekcijski filter, HPLC, povezan z računalnikom, liofilizator, hladilno omaro, gospodinjski mešalec, vialo, magnetno mešalo, pH-meter, mlinček z vodnim hlajenjem ter sterilizator.

Opis sort:

'Amati' je hibridna sorta indeterminantnega paradižnika z debelimi plodovi, namenjenimi sveži uporabi. Ima močno, bujno rast in kratke internodije. Plodovi so ploščato-okrogle oblike, čvrsti, izenačeni, imajo maso od 180 do 220 gramov, so intenzivne rdeče barve ter primerni za transport. Sorta je primerna za gojenje v rastlinjakih, tunelih in na prostem (Jenjić, 2004).

Odporen je na ToMV (*Tobacco mosaic virus*), V (*Verticillium dahliae* Kleb.), F1 raso in F2 raso (*Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *lycopersici* (Sac.) Sny. & H.), C5 (*Cladosporium fulvum* Cooke) ter N (nematode) (Zehnder, 2004).

'Gardel' je hibridna sorta indeterminantnega paradižnika z debelimi, mesnatimi plodovi, namenjenimi sveži uporabi. Rastlina je bujna, s kratkimi internodiji. Plodovi so okrogle do rahlo ploščate oblike, imajo maso od 190 do 220 gramov, so škrlatno rdeče barve in nimajo zelenega obroča. Primeren je za gojenje v rastlinjakih, tunelih in na prostem (Jenjić, 2004).

Odporen je na C5 (*Cladosporium fulvum* Cooke.), F1 raso in F2 raso (*Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *lycopersici* (Sac.) Sny. & H.), FCRR (*Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker), ToMV (*Tobacco mosaic virus*), TYLCV (*Tomato yellow leaf curl virus*) in V (*Verticillium dahliae* Kleb.) (Semena, 2008).

##### 3.1.2 Gnojenje in fertigacija

###### 3.1.2.1 V tleh

Preden smo posadili paradižnike, smo tla temeljno pognojili z mineralnim gnojilom NPK v razmerju 7 : 20 : 30, z odmerkom 500 kg/ha. S tem smo v tla vnesli 35 kg N/ha,

100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha in 150 kg K<sub>2</sub>O/ha. Za površino, ki je bila velika 30 m<sup>2</sup>, smo porabili 1,5 kg gnojila. Rastline smo v času rasti redno namakali, enkrat tedensko pa tudi dognojili z vodotopnim gnojilom. Dognojevanje s fertigacijo smo izvajali na štirih gredicah hkrati, torej je bila velikost parcele 120 m<sup>2</sup>. Uporabljen fertigacijski načrt je prikazan v Prilogi A1.

S fertigacijo smo rastline oskrbeli s 136 kg/ha N, 44 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 230 kg/ha K<sub>2</sub>O in 57 kg/ha CaO. S talnim gnojenjem in fertigacijo so rastline skupno prejele 171 kg/ha N, 144 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 380 kg/ha K<sub>2</sub>O in 57 kg/ha CaO.

### 3.1.2.2 Na hidroponu

Za pripravo hranilne raztopine smo najprej naredili koncentrat v dveh ločenih posodah, da ni prišlo do obarjanja. Nato smo v tisočlitrsko cisterno nalili koncentrat ter preostanek napolnili z vodo. S tem smo dobili koncentracijo hranil, podano v Prilogah A2 in A3. Koncentratu smo vsakič dodali 100 mililitrov kisline (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 96%), da smo uravnali pH na 5,5–6,5 in EC na 2–3 mS/cm. S pomočjo črpalke smo hranilno raztopino po namakalnem sistemu dovajali v vsako kocko kamene volne z rastlino. Ko so bile rastline še majhne, se je samodejna črpalka vklopila štirikrat dnevno za pet minut (ob 8., 11., 14. in 16. uri). Z rastjo rastlin se je povečala potreba po vodi in hranilih, zato smo hranilno raztopino dovajali devetkrat dnevno po osem minut (ob 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15. in 16. uri).

Za oskrbo rastlin z makroelementi smo pripravili deset litrov koncentrata, iz katerega smo ga za vsako polnjenje tisočlitrske cisterne vzeli dva litra. Iz desetih litrov koncentrata smo torej pripravili pet tisoč litrov hranilne raztopine. Zatehte, prikazane v Prilogi A2, smo pomnožili s 5 in količine raztopili v posodi z volumnom deset litrov. Uporabili smo dve posodi, v posodi A smo raztapljali Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, v posodi B pa ostale soli ter se tako izognili obarjanju.

Za oskrbo rastlin z mikroelementi smo pripravili liter koncentrata, iz katerega smo ga za vsako polnjenje tisočlitrske cisterne vzeli sto mililitrov. Iz litra koncentrata smo torej pripravili deset tisoč litrov hranilne raztopine. Zatehte, prikazane v Prilogi A3, smo pomnožili z 10.000 in količine raztopili v posodi z litrskim volumnom.

Rastline smo oskrbovali s hranili od 24. aprila do 18. oktobra 2009. Če odštejemo 30 % odtok hranilne raztopine iz rež v ploščah kamene volne, smo v sistem dovedli skupno 1.098 kg N/ha, 152 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha in 1.147 kg K<sub>2</sub>O/ha.

## 3.2 METODE DELA

### 3.2.1 Zasnova poskusa

Poskus je potekal od 6. marca do 18. oktobra 2009 v neogrevanem rastlinjaku na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

V proučevanje smo vključili dve sorti paradižnika ('Amati' in 'Gardel'), dva načina gojenja (talno in hidroponsko) in štiri ponovitve (posamezno ponovitev so predstavljale štiri rastline na hidroponu in šest rastlin v tleh).

Uspešno aklimatizirane sadike smo posadili v neogrevan rastlinjak. V tla smo posadili 48 rastlin, po 24 rastlin sorte 'Amati' in sorte 'Gardel' (Priloga B1).

V tleh smo imeli dve obravnavanji – 'Amati' in 'Gardel' in za vsako obravnavanje štiri ponovitve. Posamezno ponovitev je predstavljalo šest rastlin. Skupaj smo imeli osem parcel. Posamezna parcela je bila velika 0,75 m<sup>2</sup>, sadilna razdalja je bila 50 × 50 cm (4 rastline/m<sup>2</sup>). Obravnavanja po parcelah smo razporedili naključno.

Na hidropon smo posadili 32 rastlin, po 16 rastlin vsake izbrane sorte (Priloga B2).

Na hidroponu smo imeli dve obravnavanji – 'Amati' in 'Gardel' ter za vsako obravnavanje štiri ponovitve. Posamezno ponovitev so predstavljale štiri rastline. Skupaj smo imeli osem parcel. Posamezna parcela je bila velika 1,2 m<sup>2</sup>, sadilna razdalja je bila 50 centimetrov v vrsti in 120 centimetrov med ploščami (3,3 rastline/m<sup>2</sup>). Obravnavanja po parcelah smo razporedili naključno.

V poskusnem obdobju smo v rastlinjaku merili dnevne in nočne temperature zraka s pomočjo termografa. Iz izmerjenih temperatur ob 7., 14. in 21. uri smo izračunali srednje dnevne temperature zraka, ki so prikazane v rezultatih.

### 3.2.2 Potek opravil v poskusu

Semena paradižnika smo 6. marca 2009 v ogrevanem steklenjaku posejali v gojitvene plošče, napolnjene s setvenim substratom.

23. aprila, ko so bile rastline dovolj razvite, smo vzeli 20 rastlin sorte 'Amati' in 20 rastlin sorte 'Gardel', s korenin odstranili vso zemljo in jih presadili v kocke kamene volne. V večje lončke z zemljo smo presadili po 25 rastlin sort 'Amati' 'Gardel'.

Sadike smo 20. maja presadili v neogrevan rastlinjak, in sicer v tla in na hidropon. V času poskusa smo spremljali rast in razvoj rastlin ter obirali tehnološko zrele tržne in netržne plodove.

Hranilno raztopino smo prvič pripravili 24. aprila. Rastline v kameni volni smo zalivali vsake štiri dni, dokler jih nismo prestavili na hidroponski sistem.

Pridelek smo prvič obrali 15. julija. Vsak obrani paradižnik smo stehali in zapisali, na kateri etaži (socvetju) je bil pobran. Do 16. oktobra smo opravili enajst obiranj in na koncu izmerili višino posamezne rastline.

V tleh smo iz šestih rastlin v ponovitvi naključno izbrali tri in njihove plodove pozneje analizirali v laboratoriju.

Na hidroponu smo iz štirih rastlin v ponovitvi naključno izbrali tri in njihove plodove analizirali v laboratoriju.

Pri obiranjih 28. julija, 6. avgusta, 20. avgusta, 3. septembra in 9. septembra 2009 smo z vnaprej izbranih rastlin obrali tri tehnološko zrele plodove, opravili meritve in jih zamrznili za kasnejšo analizo v laboratoriju.

### 3.2.3 Oskrba posevka

V času rasti smo izvajali tudi naslednje ukrepe:

- redno odstranjevanje zalistnikov (pinciranje): rezanje s škarjami, ko so veliki 4–5 centimetrov,
- navijanje rastlin okoli vrvice in pritrjevanje na vrvico,
- fertigacija,
- tedenska priprava hranilne raztopine,
- nadzorovanje pojava bolezni in škodljivcev,
- odstranjevanje uvelih in posušenih listov,
- škropljenje:
  - 15. julij: proti fitoftori: Ridomil 30 g/10 l vode,
  - 22. julij in vsakih 7–10 dni: Calboron 30 g/10 l vode,
  - 20. avgust: proti rastlinjakovim škitkarjem: Confidor SL 200 5 ml/10 l vode.

### 3.2.4 Meritve

Merili smo maso in število obranih plodov ter beležili datume obiranja. Ločili smo tržne in netržne plodove (majhne, deformirane in poškodovane zaradi pojava črne lise na temenu plodov).

Po zadnjem obiranju 18. oktobra smo izmerili višino posamezne rastline in prešteli opljene cvetove.

V laboratoriju smo z digitalno tehtnico izmerili maso plodov (g), z digitalnim kljunastim merilom pa višino in širino (mm).

S kromometrom smo izmerili barvo plodov na dveh nasprotnih straneh vsakega ploda. Instrument nam rezultat poda v koordinatah  $L^*$  in  $h^\circ$ . V meritvi  $L^*$  predstavlja relativno svetlost ploda na lestvici od 0 do 100 (0 = črna, 100 = bela). Večja kot je vrednost, svetlejši je plod. Parameter  $h^\circ$  (ang. Hue angle) oz. barvni kot označuje v območju od  $0^\circ$  do  $360^\circ$  barvo ploda, kjer je  $0^\circ$  rdeča,  $90^\circ$  rumena,  $180^\circ$  zelena in  $270^\circ$  modra barva.

Plodove smo prerezali in z digitalnim kljunastim merilom izmerili debelino perikarpa (mm). Z refraktometrom smo izmerili vsebnost topne suhe snovi v plodovih ( $^\circ\text{Brix}$ ).

Narezane plodove smo dali v vrečke, na katere smo napisali obravnavanje, ponovitev, številko rastline in številko ploda ter jih zamrznili na  $-20^\circ\text{C}$ .

### 3.2.5 Analitske metode

Vzorci smo pripravili in analizirali v laboratoriju Katedre za aplikativno botaniko, ekologijo-fiziologijo rastlin in informatiko ter v laboratoriju Katedre za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete. V tleh smo



analizirali sedemdeset vzorcev (39 sorte 'Amati', 31 sorte 'Gardel'), na hidroponu pa šestindevetdeset (49 sorte 'Amati', 47 sorte 'Gardel'), skupno torej 166 vzorcev.

### 3.2.5.1 Analiza suhe snovi

V papirnate vrečke smo odmerili 100 gramov paradižnika in ga dali v sušilnik na 60 °C za štiri dni oz. da se je vzorec posušil do konstantne teže. Po sušenju smo ga stehtali in zmleli v mlinčku ter shranili v temnih plastičnih posodah z neprodušnim pokrovom za nadaljnje kemijske analize. Vsebnost sušine smo dobili s pomočjo izračuna:

- delež vode:  $(m_{\text{sveže snovi}} - m_{\text{suhe snovi}} / m_{\text{sveže snovi}}) \times 100 \%$
- delež suhe snovi:  $100 \% - \text{delež vode} \%$  ... (1)

### 3.2.5.2 Metoda HPLC

V laboratoriju smo biokemijske analize izvedli s pomočjo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti – HPLC (High Performance Liquid Chromatography). To je separacijska tehnika, ki temelji na porazdelitvi vzorca med mobilno fazo (tekočina majhne viskoznosti) in stacionarno fazo (trdna snov). V kromatografskem procesu potuje mobilna faza skozi stacionarno v določeni smeri, pri čemer prihaja do sorpcije in desorpcije s stacionarno fazo. Separacija vzorca je posledica razlik v porazdelitvenih konstantah posameznih komponent, ki nastanejo zaradi različnih termodinamskih lastnosti topljencev. Topljenci z večjo afiniteto do mobilne faze pridejo hitreje iz kolone kot topljenci, ki se zadržujejo v stacionarni fazi. Vrstni red eluiranja je odvisen od velikosti porazdelitvenih koeficientov glede na stacionarno fazo. Molekulske sile med molekulami topljenca in molekulami obeh faz vplivajo na porazdelitev – močnejše kot so sile med molekulami topljenca in molekulami v stacionarni fazi, počasneje se topljenec eluira (Šircelj, 2001).

Uporabimo lahko separacijo z gradientnim izpiranjem, kjer lahko sestavo mobilne faze med postopkom spreminjamo, polarnost mobilne faze pa ostane nespremenjena (Pečavar, 1998).

HPLC je nepogrešljiva metoda za ločevanje in določevanje večine organskih in anorganskih spojin. Prednosti metode so hitrost, občutljivost, ločljivost, majhna množina vzorca ter večkratna uporaba kolone. Z razvojem visokotlačnih črpalk, ki omogočajo konstantne pretoke brez pulziranja, in z napredkom tehnologije izdelave kolon ter različnih detektorjev je postala nepogrešljiva metoda za separacijo in določevanje večine organskih in anorganskih spojin (Pečavar, 1998).

### 3.2.5.3 Analiza rastlinskih pigmentov in tokoferola

Za analizo rastlinskih pigmentov smo uporabili metodo, ki jo je opisal Pfeifhofer (1989), za analizo tokoferola pa metodo, ki sta jo opisala Wildi in Lütz (1996).

V epruveto smo zatehtali 0,2 gramov zmletih liofiliziranih plodov paradižnika in ekstrahirali s 3 mililitri hladnega acetona. Homogenizirali smo 20 sekund na ledu. Uporabili smo homogenizator Ultra turrax (Janke & Kunkel GmbH & Co. KG). Sledilo je petminutno centrifugiranje na 4.200 obratih/minuto pri sobni temperaturi. Supernatant smo

prefiltrirali skozi 0,45 µm injekcijski filter (RC-Vliesverstarkt filter, Sartorius AG) v vzorčno stekleničko za analizo. Celoten postopek ekstrakcije je potekal v zatemnjenem prostoru. Analizirali smo naslednje pigmente: lutein, klorofil a in b, likopen, α- in β-karoten.

Kromatografski pogoji za analizo rastlinskih pigmentov:

- sistem HPLC: Spectra-Physics (črpalka P 4000 Spectra system, avtomatski podajalnik vzorcev AS 1000 Spectra system),
- detektor: UV-vis Spectra focus,
- kolona: Spherisorb ODS2 5U (5 µm, 7,5 x 4,6 mm),
- volumen injiciranja: 20 µl,
- mobilna faza:
  - A - 100 volumskih enot acetronitri,  
- 10 volumskih enot bidestilirane vode,  
- 5 volumskih enot metanola,
  - B - 2 volumski enoti acetona,  
- 1 volumska enota etilacetata,
- gradient: linearni gradient od 10 % B do 75 % B v osemnajstih minutah, nato 75 % do 70 % v sedmih minutah in od 70 % do 100 % v petih minutah,
- pretok mobilne faze: 1 ml/min,
- termostat kolone: Mistral tip 88, Spark Holland,
- temperatura kolone: 5 °C,
- temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 4 °C,
- detekcija: 440 nm,
- trajanje analize za vzorec: 30 min,
- operacijski sistem: OS/2 standard ed. IBM (SYSLEVEL 5050).

Kromatografski pogoji za analizo tokoferola:

- sistem HPLC: Spectra-Physics (črpalka P 4000 Spectra System, avtomatski podajalnik vzorcev AS 1000 Spectra System),
- detektor: fluorescenčni detektor,
- kolona: Spherisorb ODS2 5U (5 µm, 250 x 4,6 mm),
- predkolona: Spherisorb ODS2 5U (5 µm, 50 x 4,6 mm),
- volumen injiciranja: 20 µl,
- mobilna faza: metanol,
- pretok mobilne faze: 1 ml/min,
- temperatura kolone: sobna temperatura,
- temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 4 °C,
- detekcija: ekscitacija 295 nm, emisija 325 nm,
- trajanje analize za vzorec: 30 min.

Koncentracije rastlinskih pigmentov in tokoferola smo izračunali po metodi eksterne standarda. Uporabili smo standarde proizvajalca Sigma. Rezultate smo preračunali na vsebnost v mg/kg sveže mase vzorca.

#### 3.2.5.4 Analiza vitamina C

Za analizo vitamina C smo uporabili metodo, ki sta jo opisala Plestenjak in Golob (2003).

Pripravili smo 2% raztopino metafosforne kisline, s katero smo preprečili oksidacijo vitamina C. Koščke plodov paradižnika smo zmleli v gospodinjskem mešalcu in dodali metafosforno kislino v razmerju 1 : 0,5 (10 g  $\text{HPO}_3$  : 5 g paradižnikove mezge). Vzorce smo homogenizirali z Ultra-Turraxom, IKA T-25 in jih zamrznili na  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ . Odmrznjene vzorce smo odpipetirali v ependorfke, sledilo je desetminutno centrifugiranje pri hitrosti 16,1 rpm/cf (Eppendorf centrifuga 5415D). Nato smo vzorce prefiltrirali v vialo (velikost por filtra:  $0,45\text{ }\mu\text{m}$ ).

Kromatografski pogoji za analizo vitamina C:

- gradientna črpalka: Maxi star, Knauer,
- kolona: Aminex HPX-87 H, 300 x 7,8 mm; Bio Rad,
- predkolona: Spherisorb ODS2 5U ( $5\text{ }\mu\text{m}$ , 50 x 4,6 mm),
- mobilna faza: 0,004 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,
- pretok mobilne faze: 0,6 ml/min,
- volumen injiciranja: 20  $\mu\text{l}$ ,
- detekcija: UV-VIS, 245 nm, Knauer.

Koncentracijo vitamina C smo izračunali po metodi eksterne standarda. Uporabili smo standarde proizvajalca Sigma. Rezultate smo preračunali na vsebnost v mg/kg sveže mase vzorca.

#### 3.2.5.5 Analiza sladkorjev in kislin

Za analizo sladkorjev in kislin smo uporabili metodo, ki sta jo opisala Dolenc in Štampar (1997).

Zatehtali smo 10 gramov paradižnika, narezanega na koščke, in prelili s 25 mililitri bidestilirane vode. Sledila je homogenizacija s pomočjo Ultra turraxa T-25 (Ika-Labor Technik). Vzorce smo nato pol ure ekstrahirali pri sobni temperaturi, vmes smo večkrat premešali. Ekstrakte smo centrifugirali sedem minut pri 10.000 obratih/minuto, nato pa smo jih prefiltrirali skozi celulozni filter Chromafil<sup>®</sup> (Macherey – Nagel) s premerom por  $0,45\text{ }\mu\text{m}$ , v vialo.

Analizirali smo naslednje komponente:

- sladkorji: glukoza, fruktoza, skupni sladkorji,
- organske kisline: citronska kislina, jabolčna kislina, skupne kisline.

Kromatografski pogoji za analizo sladkorjev:

- sistem HPLC: Thermo Separation Products (črpalka P 2000 Spectra System, avtomatski podajalnik vzorcev AS 1000 Spectra system, programska oprema ChromQuest™ 4.0 za Windows 2000),
- kolona: Phenomenex Rezex 8 % Ca Monosaharid,
- temperatura kolone: 65 °C (termostat Mistral, tip 800, Sparl Holland),
- temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 4 °C,
- mobilna faza: bidestilirana voda,
- pretok mobilne faze: 0,6 ml/min,
- volumen injiciranja: 20 µl,
- detekcija: Shodex R1-71,
- trajanje analize za vzorec: 45 min.

Kromatografski pogoji za analizo organskih kislin:

- sistem HPLC: Thermo Separation Products (črpalka P 2000 Spectra System, avtomatski podajalnik vzorcev AS 1000 Spectra system, programska oprema ChromQuest™ 4.0 za Windows 2000),
- kolona: Aminex HPX 87 H, 300 x 7,8 mm; Bio Rad,
- temperatura kolone: 65 °C,
- temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 10 °C,
- mobilna faza: 4 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,
- pretok mobilne faze: 0,6 ml/min,
- volumen injiciranja: 20 µl,
- detekcija: UV-VIS, 245 nm, Knauer,
- trajanje analize za vzorec: 30 min.

Koncentracije glukoze, fruktoze, jabolčne kisline in citronske kisline smo izračunali po metodi eksterne standarda. Uporabili smo standarde proizvajalca Sigma. Rezultate smo preračunali na vsebnost v g/kg sveže mase

#### 3.2.5.6 Statistična obdelava

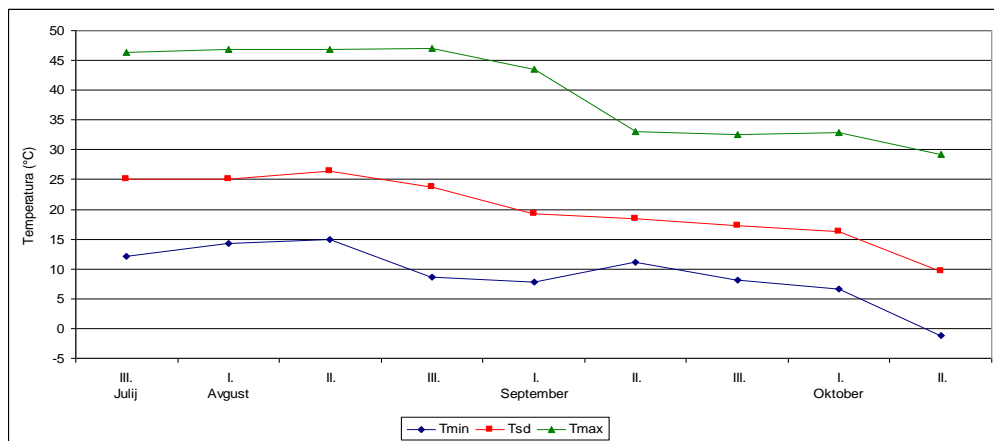
S programom Microsoft Office Excel 2003 smo dobljene podatke uredili tabelarično in izdelali grafe. Rezultate smo obdelali s statističnim programom Statgraphics Plus 4.0. Statistično analizo smo naredili z metodo analize variance (ANOVA) pri 95% stopnji zaupanja. Ugotavljali smo, ali so razlike v količini in kakovosti pridelka statistično značilne glede na sorto in način gojenja. Statistično značilne razlike med obravnavanji smo izračunali s preizkusom mnogoterih primerjav (Duncanov test,  $p \leq 0,05$ ).

## 4 REZULTATI

### 4.1 TEMPERATURA IN VLAGA V ČASU POSKUSA

Povprečna temperatura zraka v juliju in avgustu je bila okrog 25 °C, v septembru se je spustila na 17–20 °C in v oktobru na 10 °C. Največja razlika med minimalno in maksimalno temperaturo je bila 38,4 °C, in sicer v tretji dekadi avgusta. Najmanjša razlika med minimalno in maksimalno temperaturo pa je bila 21,9 °C v drugi dekadi septembra. Maksimalna temperatura zraka je bila 47 °C v tretji dekadi avgusta, minimalna temperatura pa je bila ob zaključku poskusa (Slika 1), to je v drugi dekadi oktobra, in sicer –1,2 °C.

Menimo, da so bile temperaturne razmere v našem poskusu v skladu s potrebami paradižnika, saj so ugodne temperature za rast od 20 do 25 °C.



Legenda: I. – 1. dekada, II. – 2. dekada, III. – 3. dekada, T<sub>min</sub> – minimalna temperatura zraka, T<sub>sd</sub> – srednja dnevna temperatura zraka, T<sub>max</sub> – maksimalna temperatura zraka

Slika 1: Temperature v rastlinjaku v času poskusa

V času poskusa smo v rastlinjaku merili tudi relativno zračno vlažnost. Povprečna zračna vlažnost je bila 71,9%, najmanjša, ki smo jo zabeležili, je bila 16,1%, največja pa 97%.

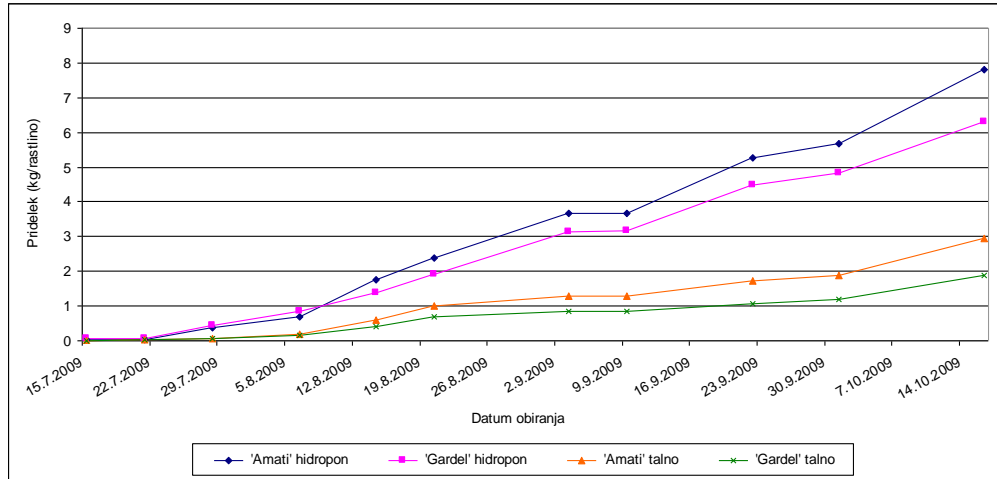
Za gojenje paradižnika je primerna 50–60% relativna zračna vlažnost, torej je bila naša nekoliko večja. Če je vlaga prevelika, se lahko pojavita slaba oplodnja ali povečana okužba s fitoforo, česar v poskusu nismo opazili.

### 4.2 PRIDELEK

#### 4.2.1 Seštevek povprečnih količin pridelka

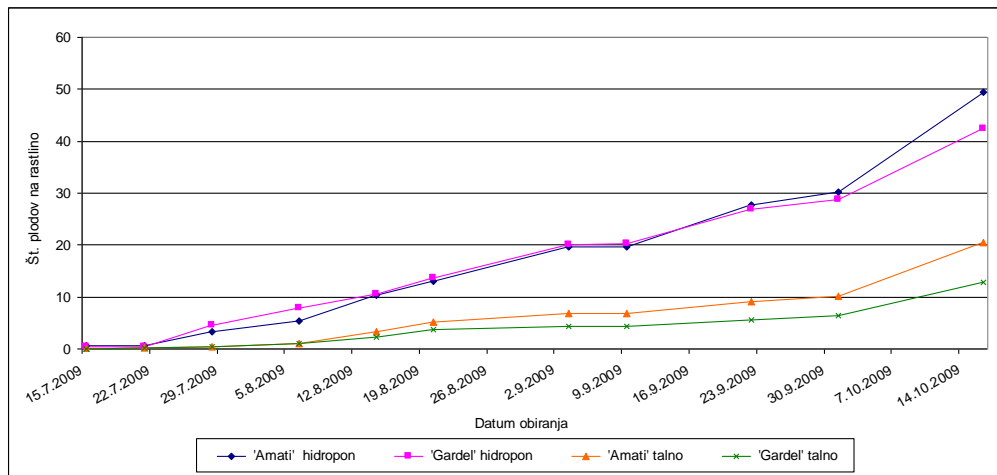
Iz Slike 2 je razvidno, da se je pobiranje tehnološko zrelih plodov na hidroponu začelo en teden prej kot v tleh. Pri obeh sortah, 'Amati' in 'Gardel', smo obrali večji pridelek plodov na rastlino pri gojenju na hidroponu v primerjavi s talnim gojenjem. Največja masa obranih plodov na rastlino je bila pri sorti 'Amati' na hidroponu, in sicer 7,8 kilograma na rastlino (257,7 t/ha). Sledili sta sorta 'Gardel' na hidroponu – 6,31 kilograma na rastlino (208,2 t/ha), ter 'Amati' v tleh – 2,9 kilograma na rastlino (94,1 t/ha). Najmanjša masa obranih

plodov na rastlino je bila pri sorti 'Gardel', gojeni v tleh, in sicer 1,9 kilograma na rastlino (60,2 t/ha).



Slika 2: Kumulative mase plodov na rastlino (kg) po datumih obiranja

Slika 3 prikazuje, da je bilo največje število plodov obranih pri sorti 'Amati' na hidroponu (49,5 plodov na rastlino), najmanjše pa pri sorti 'Gardel' v tleh (12,9 plodov na rastlino). S slike je razvidno, da smo tako pri sorti 'Amati' kot pri sorti 'Gardel' obrali večje število plodov na rastlino pri gojenju na hidroponu v primerjavi s talnim gojenjem.



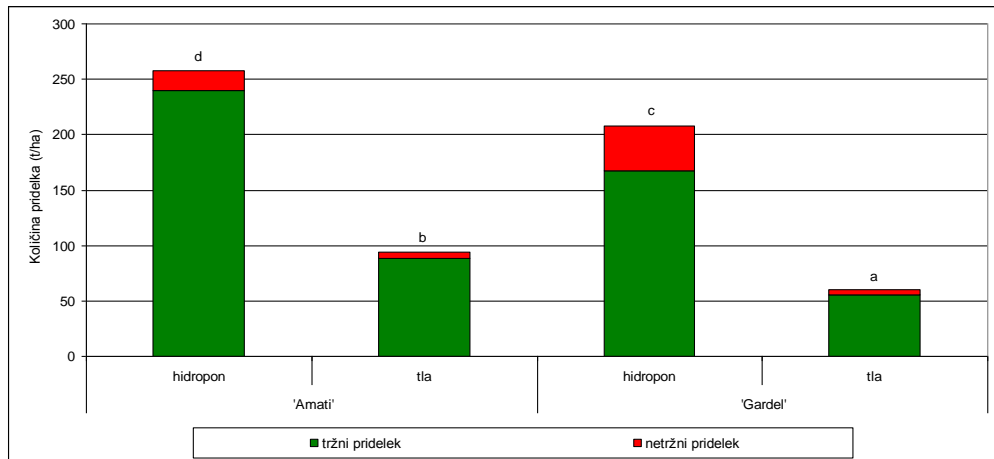
Slika 3: Kumulativno število plodov na rastlino po datumih obiranja

#### 4.2.2 Tržni in netržni pridelok

Pri obeh sortah smo več **tržnega pridelka** pobrali na rastlinah, gojenih na hidroponu. Največji tržni pridelok smo dosegli pri sorti 'Amati' na hidroponu (239,6 t/ha), sledili so 'Gardel' na hidroponu (167,2 t/ha), 'Amati' v tleh (88,3 t/ha) in 'Gardel' v tleh (55,8 t/ha) (Slika 4).

Analiza variance za maso tržnega pridelka (Priloga C1) pokaže, da obstaja značilen medsebojni vpliv (interakcija) med sorto in tehnologijo ( $p = 0,0335$ ). Na maso tržnega

pridelka sta imela zelo značilen vpliv oba dejavnika: sorta ( $p = 0,0000$ ) in tehnologija ( $p = 0,0000$ ). Ker je interakcija med sorto in tehnologijo statistično značilna, naredimo Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za povprečja po obravnavanjih, določenih s kombinacijami dejavnikov sorta in tehnologija. Ta test ( $\alpha = 0,05$ ) (Priloga C2) je pokazal, da so se mase tržnih pridelkov med seboj statistično značilno razlikovale pri vseh štirih obravnavanjih. V povprečju je bila masa tržnega pridelka največja pri sorti 'Amati' na hidroponu ( $7259,1 \text{ g} \pm 224,26$ ), najmanjša pa pri sorti 'Gardel' v tleh ( $2870,9 \text{ g} \pm 183,11$ ).

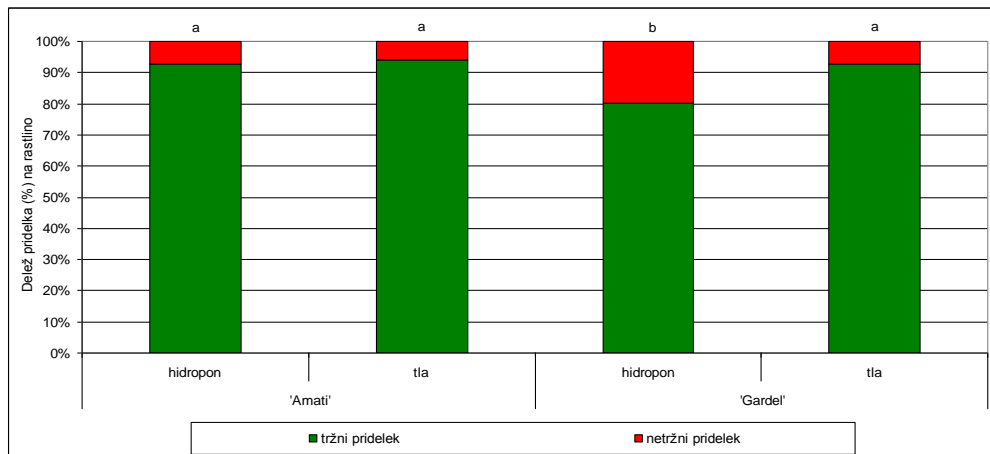


\*Črke a, b, c in d označujejo statistično značilne razlike med masami tržnega pridelka.  
 Slika 4: Prikaz količine tržnega in netržnega pridelka pri posameznih obravnavanjih

Drugačna je bila slika pri **deležu mase netržnega pridelka** posameznih obravnavanj. Največji odstotni delež netržnega pridelka smo dosegli pri sorti 'Gardel' na hidroponu (19,68 %), sledili so 'Gardel' v tleh (7,39 %), 'Amati' na hidroponu (7,10 %) in 'Amati' v tleh (6,02 %) (Slika 5).

Analiza variance deleža mase netržnega pridelka (Priloga D1) pokaže, da obstaja značilen medsebojni vpliv med sorto in tehnologijo ( $p = 0,0017$ ). Najznačilnejši vpliv na delež mase netržnega pridelka ima dejavnik tehnologija ( $p = 0,0001$ ), sledi ji sorta ( $p = 0,0003$ ). Ker je interakcija med sorto in tehnologijo statistično značilna, v nadaljevanju naredimo Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za povprečja po obravnavanjih, določenih s kombinacijami dejavnikov sorta in tehnologija.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) (Priloga D2) je pokazal, da je bil delež mase netržnega pridelka pri sorti 'Gardel' na hidroponu ( $20,4 \% \pm 1,85$ ) statistično značilno večji od obravnavanj 'Amati' v tleh, 'Gardel' v tleh in 'Amati' na hidroponu. Med zadnjimi tremi nismo ugotovili statistično značilnih razlik v deležu mase netržnega pridelka.



\*Črki a in b označujeta statistično značilne razlike med deležem mase netržnega pridelka.  
Slika 5: Prikaz deleža mase tržnega in netržnega pridelka pri posameznih obravnavanjih

#### 4.3 NEKATERE LASTNOSTI PLODOV IN RASTLIN

V Preglednici 3 so prikazani rezultati meritev nekaterih lastnosti plodov, kot so masa, višina in širina, barva (parametra  $L^*$  in  $h^\circ$ ) in debelina perikarpa.

Pri **masi plodov** nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede na obravnavanja. Najmanjše plodove smo izmerili pri sorti 'Amati' v tleh ( $210,0 \text{ g} \pm 21,38$ ), največje pa pri sorti 'Gardel' na hidroponu ( $243,7 \text{ g} \pm 21,38$ ).

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila **višina plodov** sorte 'Gardel' na hidroponu ( $71,1 \text{ mm} \pm 2,39$ ) statistično značilno večja od sorte 'Amati' na hidroponu ( $62,0 \text{ mm} \pm 2,39$ ). Med obema omenjenima sortama, gojenima v tleh, nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik pri sorti 'Amati', gojeni v tleh in na hidroponu.

Pri **širini plodov** nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Najširše plodove smo izmerili pri sorti 'Amati' na hidroponu ( $76,4 \text{ mm} \pm 2,50$ ), najmanjšo širino pa pri isti sorti v tleh ( $74,0 \text{ mm} \pm 2,50$ ).

Prav tako nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede **svetlosti barve plodov** (parameter  $L^*$ ). Obe skrajni vrednosti smo izmerili pri sortah v tleh – najmanjšo pri sorti 'Amati' ( $33,0 \pm 0,43$ ), največjo pa pri sorti 'Gardel' ( $34,1 \pm 0,43$ ).

Pri **parametru  $h^\circ$**  (barvni kot) nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Najmanjša izmerjena vrednost barve  $h^\circ$  je bila pri sorti 'Gardel' na hidroponu ( $37,9^\circ \pm 0,84$ ), največja pa pri isti sorti v tleh ( $40,2^\circ \pm 0,84$ ).

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila **debelina perikarpa** sorte 'Amati' na hidroponu ( $8,6 \text{ mm} \pm 0,30$ ) statistično značilno večja od sort 'Amati' v tleh ( $7,5 \text{ mm} \pm 0,30$ ) in 'Gardel' v tleh ( $6,5 \text{ mm} \pm 0,30$ ). Tudi pri sorti 'Gardel' smo ugotovili statistično značilno razliko med načinoma gojenja. Na hidroponu je bila debelina perikarpa večja kot pri talnem gojenju. Če primerjamo sorti pri posamezni tehnologiji gojenja, ugotovimo, da je



bila pri talnem gojenju debelina perikarpa statistično značilno večja pri sorti 'Amati' ( $7,5 \text{ mm} \pm 0,30$ ) v primerjavi s sorto 'Gardel' ( $6,5 \text{ mm} \pm 0,30$ ). Pri hidroponskem gojenju med sortama ni bilo statistično značilnih razlik.

Preglednica 3: Povprečne lastnosti plodov dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh, izražene v gramih in milimetrih

| Sorta    | Tehnologija | Masa ploda (g) | Višina ploda (mm) | Širina ploda (mm) | Barva L* | Barva h° | Debelina perikarpa (mm) |
|----------|-------------|----------------|-------------------|-------------------|----------|----------|-------------------------|
| 'Amati'  | tla         | 210,0          | 65,8 a b          | 74,0              | 33,0     | 39,5     | 7,5 b                   |
|          | hidropon    | 222,6          | 62,0 a            | 76,4              | 33,4     | 38,0     | 8,6 c                   |
| 'Gardel' | tla         | 223,1          | 67,2 a b          | 75,8              | 34,1     | 40,2     | 6,5 a                   |
|          | hidropon    | 243,7          | 71,1 b            | 75,6              | 33,8     | 37,9     | 7,9 b c                 |

\*Oznake imajo le parametri, pri katerih smo ugotovili statistično značilne razlike.

Analiza variance za **višino rastlin** (Priloga E1) pokaže, da obstaja značilen medsebojni vpliv med sorto in tehnologijo ( $p = 0,0192$ ). Najznačilnejši vpliv na višino rastlin ima dejavnik tehnologija ( $p = 0,0000$ ). Sorta na višino rastlin ni vplivala statistično značilno ( $p = 0,0561$ ). Ker je interakcija med sorto in tehnologijo statistično značilna, v nadaljevanju naredimo Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za povprečja po obravnavanjih, določenih s kombinacijami dejavnikov sorta in tehnologija.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) (Priloga E2) je pokazal, da so bile rastline, gojene v tleh, statistično značilno manjše od rastlin, gojenih na hidroponu. Pri rastlinah, gojenih v tleh, smo ugotovili, da je bila višina sorte 'Amati' ( $278,8 \text{ cm} \pm 7,40$ ) statistično značilno večja od sorte 'Gardel' ( $240,5 \text{ cm} \pm 7,40$ ). Pri rastlinah, gojenih na hidroponu, nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede višine rastlin.

Analiza variance za **število socvetij** (Priloga F1) pokaže, da ni značilnega medsebojnega vpliva med sorto in tehnologijo ( $p = 0,2130$ ). Najznačilnejši vpliv na število socvetij ima dejavnik tehnologija ( $p = 0,0000$ ). Sorta na število socvetij ni vplivala statistično značilno ( $p = 0,3639$ ). Ker interakcija med sorto in tehnologijo ni statistično značilna, v nadaljevanju naredimo Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za povprečja po obravnavanjih, določenih z dejavnikoma sorta in tehnologija.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) (Priloga F2) je pokazal, da glede števila socvetij ni bilo statistično značilnih razlik med sortama 'Amati' in 'Gardel'.

Z Duncanovim testom ( $\alpha = 0,05$ ) (Priloga F3) ugotovimo, da so imele rastline, gojene na hidroponu, statistično značilno večje število socvetij ( $10,9 \pm 0,28$ ) v primerjavi z rastlinami, gojenimi v tleh ( $9,0 \pm 0,23$ ).

#### 4.4 KEMIJSKE ANALIZE PLODOV

##### 4.4.1 Suha snov, sladkorji in organske kisline

V Preglednici 4 so prikazani rezultati vsebnosti topne suhe snovi, suhe snovi in sladkorjev v plodovih pridelanega paradižnika.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila **vsebnost topne suhe snovi** v plodovih sorte 'Gardel' na hidroponu ( $6,0 \text{ }^\circ\text{Brix} \pm 0,12$ ) statistično značilno večja od sorte 'Amati' v tleh ( $5,5 \text{ }^\circ\text{Brix} \pm 0,12$ ) in na hidroponu ( $5,6 \text{ }^\circ\text{Brix} \pm 0,12$ ) ter tudi od sorte 'Gardel' v tleh ( $5,5 \text{ }^\circ\text{Brix} \pm 0,12$ ). V tleh med sortama nismo ugotovili statistično značilnih razlik, prav tako ni bilo razlik pri sorti 'Amati', gojeni v tleh in na hidroponu.

Pri **deležu suhe snovi** v plodovih nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Najmanjši delež suhe snovi smo izmerili pri sorti 'Amati' na hidroponu ( $5,9 \% \pm 0,33$ ), največji pa je bil pri sorti 'Gardel', prav tako na hidroponu ( $6,5 \% \pm 0,33$ ).

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila vsebnost **glukoze** pri sorti 'Gardel' na hidroponu ( $5,54 \text{ g/kg SM} \pm 0,30$ ) statistično značilno večja od sort 'Gardel' ( $4,39 \text{ g/kg SM} \pm 0,30$ ) in 'Amati' ( $3,88 \text{ g/kg SM} \pm 0,30$ ) v tleh. Pri sorti 'Amati' nismo ugotovili statistično značilnih razlik med gojenjem v tleh in na hidroponu. V tleh nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede na gojeno sorto, enako je bilo pri gojenju na hidroponu.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila vsebnost **fruktoze** pri sorti 'Gardel' na hidroponu ( $13,57 \text{ g/kg SM} \pm 0,59$ ) statistično značilno večja od sorte 'Amati' v tleh ( $11,16 \text{ g/kg SM} \pm 0,59$ ) in na hidroponu ( $11,51 \text{ g/kg SM} \pm 0,59$ ). Pri sorti 'Amati' nismo ugotovili statistično značilnih razlik med gojenjem v tleh in na hidroponu, enako je bilo pri sorti 'Gardel'. V tleh nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede na gojeno sorto.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila vsebnost **skupnih sladkorjev** pri sorti 'Gardel' na hidroponu ( $19,11 \text{ g/kg SM} \pm 0,81$ ) statistično značilno večja od sorte 'Amati' v tleh ( $15,04 \text{ g/kg SM} \pm 0,81$ ) in na hidroponu ( $16,27 \text{ g/kg SM} \pm 0,81$ ). Pri sorti 'Amati' nismo ugotovili statistično značilnih razlik med gojenjem v tleh in na hidroponu, enako je bilo pri sorti 'Gardel'. V tleh nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede na gojeno sorto.

Preglednica 4: Povprečna vsebnost topne suhe snovi, suhe snovi in sladkorjev v plodovih dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh, izražena v  $^\circ\text{Brix}$ , % in g/kg sveže mase (SM)

| Sorta    | Tehnologija | Vsebnost topne suhe snovi ( $^\circ\text{Brix}$ ) | Delež suhe snovi (%) | Glukoza (g/kg SM) | Fruktoza (g/kg SM) | Skupni sladkorji (g/kg SM) |
|----------|-------------|---|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|
| 'Amati'  | tla         | 5,5 a   | 6,1                  | 3,88 a            | 11,16 a            | 15,04 a                    |
|          | hidropon    | 5,6 a   | 5,9                  | 4,75 a b          | 11,51 a            | 16,27 a                    |
| 'Gardel' | tla         | 5,5 a   | 6,4                  | 4,39 a            | 12,38 a b          | 16,77 a b                  |
|          | hidropon    | 6,0 b   | 6,5                  | 5,54 b            | 13,57 b            | 19,11 b                    |

\*Oznake imajo parametri, pri katerih smo ugotovili statistično značilne razlike.

V Preglednici 5 so prikazani rezultati vsebnosti organskih kislin v plodovih pridelanega paradižnika.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila vsebnost **citronske kisline** pri sorti 'Amati' v tleh (2,02 g/kg SM  $\pm 0,17$ ) statistično značilno večja od sorte 'Gardel' na hidroponu (1,34 g/kg SM  $\pm 0,17$ ). Pri sorti 'Amati' nismo ugotovili statistično značilnih razlik med gojenjem v tleh in na hidroponu, enako velja za sorto 'Gardel'. V tleh nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede na sorto, enako je bilo pri gojenju na hidroponu.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila vsebnost **jabolčne kisline** pri sortah 'Amati' (0,03 g/kg SM  $\pm 0,003$ ) in 'Gardel' (0,02 g/kg SM  $\pm 0,003$ ) v tleh statistično značilno večja od sort 'Amati' (0,01 g/kg SM  $\pm 0,003$ ) in 'Gardel' (0,01 g/kg SM  $\pm 0,003$ ) na hidroponu. V tleh nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede na sorto, enako je bilo pri gojenju na hidroponu.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila vsebnost **skupnih organskih kislin** pri sorti 'Amati' v tleh (2,04 g/kg SM  $\pm 0,17$ ) statistično značilno večja od sorte 'Gardel' na hidroponu (1,35 g/kg SM  $\pm 0,17$ ). Pri sorti 'Amati' nismo ugotovili statistično značilnih razlik med gojenjem v tleh in na hidroponu, enako je bilo pri sorti 'Gardel'. V tleh nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede na sorto, enako je bilo pri gojenju na hidroponu.

Preglednica 5: Povprečna vsebnost organskih kislin v plodovih dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh, izražena v g/kg sveže mase (SM)

| Sorta    | Tehnologija | Citronska kislina (g/kg SM) | Jabolčna kislina (g/kg SM) | Skupne organske kisline (g/kg SM) |
|----------|-------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 'Amati'  | tla         | 2,02 b                      | 0,03 b                     | 2,04 b                            |
|          | hidropon    | 1,49 a b                    | 0,01 a                     | 1,50 a b                          |
| 'Gardel' | tla         | 1,82 a b                    | 0,02 b                     | 1,84 a b                          |
|          | hidropon    | 1,34 a                      | 0,01 a                     | 1,35 a                            |

\*Oznake imajo parametri, pri katerih smo ugotovili statistično značilne razlike.

#### 4.4.2 Barvila, vitamin C in tokoferoli

V Preglednici 6 so prikazani rezultati vsebnosti barvil v plodovih pridelanega paradižnika.

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila vsebnost **luteina** pri sorti 'Gardel' v tleh (0,58 mg/kg SM  $\pm 0,06$ ) in na hidroponu (0,53 mg/kg SM  $\pm 0,06$ ) statistično značilno manjša od sorte 'Amati' v tleh (0,82 mg/kg SM  $\pm 0,06$ ) in na hidroponu (0,82 mg/kg SM  $\pm 0,06$ ). Pri sorti 'Amati' nismo ugotovili statistično značilnih razlik med gojenjem v tleh in na hidroponu, enako je bilo pri sorti 'Gardel'.

Pri **klorofilu a** nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Najmanjšo vrednost smo izmerili pri sorti 'Gardel' v tleh (1,39 mg/kg SM  $\pm 0,37$ ), največjo pri isti sorti na hidroponu (2,19 mg/kg SM  $\pm 0,37$ ).

Prav tako nismo ugotovili statistično značilnih razlik pri meritvi **klorofila b**. Najmanjšo vrednost smo izmerili pri sorti 'Gardel' v tleh (0,96 mg/kg SM  $\pm 0,23$ ), največjo pa pri sorti 'Amati' na hidroponu (1,57 mg/kg SM  $\pm 0,23$ ).

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila vsebnost **likopena** pri sorti 'Amati' v tleh (13,79 mg/kg SM  $\pm 1,32$ ) in na hidroponu (13,99 mg/kg SM  $\pm 1,32$ ) statistično značilno večja od sorte 'Gardel' v tleh (9,21 mg/kg SM  $\pm 1,32$ ). Pri sorti 'Amati' nismo ugotovili statistično značilnih razlik med gojenjem v tleh in na hidroponu, enako je bilo pri sorti 'Gardel'.

Pri  **$\alpha$ -karotenu** nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Najmanjšo vrednost smo izmerili pri sorti 'Gardel' v tleh (0,04 mg/kg SM  $\pm 0,01$ ), največjo pa pri sorti 'Amati' na hidroponu (0,08 mg/kg SM  $\pm 0,01$ ).

Prav tako nismo ugotovili statistično značilnih razlik pri vsebnosti  **$\beta$ -karotena**. Najmanjšo vrednost smo izmerili pri sorti 'Gardel' v tleh (2,70 mg/kg SM  $\pm 0,41$ ), največjo pa pri sorti 'Amati' na hidroponu (3,82 mg/kg SM  $\pm 0,41$ ).

Preglednica 6: Povprečna vsebnost barvil v plodovih dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh, izražena v mg/kg sveže mase (SM)

| Sorta    | Tehnologija | Lutein<br>(mg/kg SM) | Klorofil a<br>(mg/kg SM) | Klorofil b<br>(mg/kg SM) | Likopen<br>(mg/kg LM) | $\alpha$ -karoten<br>(mg/kg SM) | $\beta$ -karoten<br>(mg/kg SM) |
|----------|-------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 'Amati'  | tla         | 0,82 b               | 1,86                     | 1,32                     | 13,79 b               | 0,07                            | 3,64                           |
|          | hidropon    | 0,82 b               | 2,08                     | 1,57                     | 13,99 b               | 0,08                            | 3,82                           |
| 'Gardel' | tla         | 0,58 a               | 1,39                     | 0,96                     | 9,21 a                | 0,04                            | 2,70                           |
|          | hidropon    | 0,53 a               | 2,19                     | 1,56                     | 10,49 a b             | 0,05                            | 3,23                           |

\*Oznake imajo le parametri, pri katerih smo ugotovili statistično značilne razlike.

V Preglednici 7 so prikazani rezultati vsebnosti vitamina C in tokoferolov v plodovih pridelanega paradižnika.

Pri vsebnosti **vitamina C** nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Najmanjšo vrednost smo izmerili pri sorti 'Gardel' na hidroponu (273,24 mg/kg SM  $\pm 24,63$ ), največjo pa pri sorti 'Amati' v tleh (347,64 mg/kg SM  $\pm 24,63$ ).

Prav tako nismo ugotovili statistično značilnih razlik pri meritvi  **$\alpha$ -tokoferola**. Najmanjšo vrednost smo izmerili pri sorti 'Gardel' v tleh (5,09 mg/kg SM  $\pm 0,57$ ), največjo pa pri sorti 'Amati' na hidroponu (5,60 mg/kg SM  $\pm 0,57$ ).

Duncanov test ( $\alpha = 0,05$ ) je pokazal, da je bila vsebnost  **$\delta$ -tokoferola** pri sorti 'Amati' v tleh (0,04 mg/kg SM  $\pm 0,01$ ) statistično značilno večja od sorte 'Gardel' na hidroponu (0,00 mg/kg SM  $\pm 0,01$ ). Pri sorti 'Amati' nismo ugotovili statistično značilnih razlik med gojenjem v tleh in na hidroponu, enako je bilo pri sorti 'Gardel'. V tleh nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede na gojeno sorto, enako je bilo pri gojenju na hidroponu.

Pri vsebnosti  **$\gamma$ -tokoferola** nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Najmanjšo vrednost smo izmerili pri sorti 'Gardel' na hidroponu (0,67 mg/kg SM  $\pm 0,11$ ), največjo pa pri sorti 'Amati' v tleh (0,90 mg/kg SM  $\pm 0,11$ ).

Preglednica 7: Povprečna vsebnost vitamina C in tokoferolov v plodovih dveh sort paradižnika, gojenih na hidroponu in v tleh, izražena v mg/kg sveže mase (SM)

| Sorta    | Tehnologija | Vitamin C<br>(mg/kg SM) | $\alpha$ -tokoferol<br>(mg/kg SM) | $\delta$ -tokoferol<br>(mg/kg SM) | $\gamma$ -tokoferol<br>(mg/kg SM) |
|----------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 'Amati'  | tla         | 347,64                  | 5,42                              | 0,04 b                            | 0,90                              |
|          | hidropon    | 337,63                  | 5,60                              | 0,02 a b                          | 0,78                              |
| 'Gardel' | tla         | 283,02                  | 5,09                              | 0,03 a b                          | 0,81                              |
|          | hidropon    | 273,24                  | 5,37                              | 0,00 a                            | 0,67                              |

\*Oznake imajo le parametri, pri katerih smo ugotovili statistično značilne razlike.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Na kakovost pridelka paradižnika poleg okoljskih dejavnikov vpliva tudi tehnologija gojenja. Za paradižnik je znano, da je njegova tržna pridelava, predvsem v severni Evropi, vezana na gojenje na hidroponskem sistemu, ki pa v našem okolju ni najbolj sprejet, ima celo negativen prizvok. Nekateri potrošniki menijo, da je tak paradižnik manj okusen kot talno pridelan. Večina paradižnika, ponujenega v izvensezonskem času (jesen in zima), je pridelanega na hidroponskih sistemih. Tako pridelana zelenjava je zaradi pomanjkanja sončnega sevanja v času gojenja manj okusna in aromatična.

Zanimalo nas je, ali se hidroponsko pridelani plodovi paradižnika, ki jih gojimo v primernih rastnih razmerah (pomlad in poletje), po kakovosti razlikujejo od plodov paradižnika, ki jih sočasno gojimo klasično v tleh. To smo preverili z meritvami, in sicer količine pridelka, morfoloških lastnosti rastlin in plodov, ter kemijsko analizo plodov.

#### 5.1.1 Pridetek

**Seštevek povprečnih pridelkov na rastlino in seštevek povprečnega števila plodov na rastlino** sta bila večja pri hidroponskem načinu gojenja. Na hidroponu smo s sorto 'Amati' pridelali na rastlino skupno 7,8 kilograma paradižnika (257,7 t/ha) oz. 49,5 plodov. S sorto 'Gardel' smo pridelali na rastlino skupno 6,3 kilograma paradižnika (208,2 t/ha) oz. 42,4 plodov. Prvi pridelek je bil pri hidroponskem gojenju zgodnejši od talnega za en teden. V tleh smo na rastlino pridelali precej manj – s sorto 'Amati' skupno 2,9 kilograma paradižnika na rastlino (94,1 t/ha) oz. 20,4 plodov, s sorto 'Gardel' pa skupno 1,9 kilograma paradižnika (60,2 t/ha) oz. 12,9 plodov.

Künsch in sod. (1994) so raziskovali količino in kakovost plodov talno in hidroponsko pridelanih paradižnikov, gojenih v rastlinjaku. Uporabili so sorto 'Max' in zagotovili enake okoljske razmere pri obeh tehnologijah gojenja. V obeh primerih so posadili 2,5 rastlin/m<sup>2</sup>. Tudi v njihovem poskusu je bilo hidroponsko pridelanega paradižnika več, in sicer so skupno pridelali 300 ton paradižnika na hektar, medtem ko v tleh 140 ton.

Wu in sod. (2004) so v Arizoni preučevali vpliv EC hranilne raztopine na količino pridelka hidroponsko pridelanega paradižnika v rastlinjaku. Uporabili so štiri različne kultivarje: 'Blitz', 'Mariachi', 'Quest' in 'Rapsodie' ter dve hranilni raztopini z EC: 2,6 in 4,5 mS/cm. Ugotovili so, da EC raztopine in sorta nista vplivali na količino pridelka, ki je znašala 4,0–6,5 kg/rastlino, kar je precej podobno našim ugotovitvam s sortama 'Amati' in 'Gardel' na hidroponu.

Fanasca in sod. (2006) so ugotavljali vpliv delovanja kationov (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) na količino in kakovost plodov hidroponsko pridelanega paradižnika. Uporabili so sorto 'Lunarossa' z intenzivno rdečo barvo plodov in pa standardno sorto 'Corfu'. Z raztopino, ki je vsebovala podobne vrednosti kationov kot naša, so s sorto 'Lunarossa' skupno pridelali 32,1 plodov/rastlino, s sorto 'Corfu' pa 35,7 plodov/rastlino. Mi smo z obema sortama v poskusu na hidroponu pridelali več plodov na rastlino, vzrok za to je najverjetneje v drugi sorti.

**Tržni pridelek** je bil večji pri hidroponskem načinu gojenja. Na hidroponu smo s sorto 'Amati' pridelali 239,6 t/ha tržnega pridelka oz. 7,3 kg/rastlino, s sorto 'Gardel' pa 167,2 t/ha tržnega pridelka oz. 5,1 kg/rastlino. S talnim načinom gojenja smo pridelali precej manj tržnega pridelka – s sorto 'Amati' 88,3 t/ha oz. 4,1 kg/rastlino, s sorto 'Gardel' pa 55,8 t/ha oz. 2,9 kg/rastlino. S preizkusom mnogoterih primerjav smo ugotovili, da so se mase tržnih pridelkov na rastlino v vseh štirih obravnavanjih statistično značilno razlikovale med seboj.

Fanasca in sod. (2006) so raziskovali vpliv delovanja kationov na količino in kakovost plodov hidroponsko pridelanega paradižnika. Uporabili so sorti 'Lunarossa' in 'Corfu'. Z raztopino, ki je vsebovala podobne vrednosti kationov kot naša, so pridelali s sorto 'Lunarossa' 3,7 kilograma tržnega pridelka na rastlino, s sorto 'Corfu' pa 5,0 kilograma na rastlino. S sorto 'Gardel' smo pridelali skoraj enako količino kot v njihovem primeru s sorto 'Corfu', s sorto 'Amati' pa smo tudi v tem primeru pridelali več tržnega pridelka na rastlino.

**Delež mase netržnega pridelka** je bil največji pri sorti 'Gardel' na hidroponu (20,4 %). S preizkusom mnogoterih primerjav smo ugotovili, da je bil ta delež tudi statistično značilno večji od obravnavanja 'Amati' na hidroponu (7,4 %) ter obeh obravnavanj v tleh ('Gardel' – 6,9 %, 'Amati' – 5,9 %).

### 5.1.2 Nekatere lastnosti plodov in rastlin

Plodovi so bili v povprečju **težki** od 210,0 do 243,7 grama, **visoki** od 62,0 do 71,1 milimetra in **široki** od 74,0 do 76,4 milimetra. Plodovi, gojeni na hidroponu, so bili v primerjavi s talno gojenimi v povprečju za nekaj gramov težji, vendar s preizkusom mnogoterih primerjav med sortama in načinoma gojenja nismo ugotovili statistično značilnih razlik. S preizkusom mnogoterih primerjav smo spoznali, da je bila na hidroponu višina plodov sorte 'Gardel' (71,1 mm) statistično značilno višja od sorte 'Amati' (62,0 mm), hidroponsko pridelani plodovi niso bili statistično značilno višji od talnih. Preizkus mnogoterih primerjav je pokazal, da hidroponsko pridelani paradižniki niso bili statistično značilno širši od talno pridelanih, prav tako ni bilo razlik glede na uporabljeno sorto.

Künsch in sod. (1994) so ugotavljali količino in kakovost plodov talno in hidroponsko pridelanih paradižnikov, gojenih v rastlinjaku. Uporabili so sorto 'Max' in zagotovili enake okoljske razmere pri obeh tehnologijah gojenja. V obeh primerih so posadili 2,5 rastlin/m<sup>2</sup>. Tudi v njihovem poskusu ni bilo bistvenih razlik v velikosti plodov talno in hidroponsko pridelanih paradižnikov. Talno gojeni so bili visoki 58–82 milimetrov, hidroponsko gojeni pa le nekaj milimetrov višji, 63–85 milimetrov.

Vrednosti **parametra L\*** (svetlost barve plodov) so bile od 33,0 do 34,1, vrednosti **parametra h°** pa od 37,9° do 40,2°. Pri obeh parametrih s preizkusom mnogoterih primerjav nismo ugotovili statistično značilnih razlik med gojenjem v tleh in na hidroponu, prav tako nismo ugotovili razlik glede na uporabljeno sorto. Meritev L\* predstavlja relativno svetlost ploda na lestvici od 0 do 100 (0 = črna, 100 = bela). Z zorenjem plodov vrednosti parametra L\* padajo od 50–60 (zelena faza) do 30–40 (zrela faza). Na osnovi opravljenih meritev lahko trdimo, da je prišlo do obarvanosti (potemnitve) plodov. Če velja, da barvni kot označuje v območju od 0° do 360° barvo ploda, kjer je 0° rdeča, 90°

rumena, 180° zelena in 270° modra barva, potem lahko trdimo, da naši plodovi niso bili popolnoma rdeče barve, ampak oranžno-rdeče barve. Na to lastnost je lahko vplivala sorta ali pa prezgodnje obiranje plodov, ki so sicer delovali že tehnološko zreli.

Fanasca in sod. (2006) so ugotavljali vpliv delovanja kationov na količino in kakovost plodov hidroponsko pridelanega paradižnika sort 'Lunarossa' in 'Corfu'. Z raztopino, ki je vsebovala podobne vrednosti kationov kot naša, so pridelali plodove, ki so jim v zreli fazi izmerili vrednosti parametra  $L^*$  (povprečje za obe sorti) 34,6 ( $\pm 0,22$ ) in vrednosti barve  $h^\circ$  (povprečje za obe sorti) 0,8° ( $\pm 0,05$ ). Tudi v njihovem primeru je prišlo do podobne potemnitve plodov, zato trdimo, da so bili njihovi plodovi res intenzivno rdeče barve.

Povprečna **debelina perikarpa** se je gibala od 6,5 do 8,6 milimetra. S preizkusom mnogoterih primerjav smo ugotovili, da je bila pri obeh sortah debelina perikarpa statistično značilno večja pri hidroponskih paradižnikih v primerjavi s talnimi. Najtanjšo debelino perikarpa je imela sorta 'Gardel' v tleh (6,5 mm), ki se je statistično značilno razlikovala od drugih obravnavanj, najdebelejšo pa sorta 'Amati' (8,6 mm), gojena na hidroponu.

Rastline so bile ob koncu poskusa v povprečju **visoke** od 240,5 do 317,6 centimetra. Hidroponsko gojeni sorti sta bili statistično značilno višji od talno gojenih. Statistično značilno razliko smo ugotovili tudi v tleh, sorta 'Amati' je bila višja od sorte 'Gardel'.

Pri **številu socvetij** smo ugotovili, da interakcija med sorto in tehnologijo ni statistično značilna, zato smo naredili Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za povprečja po obravnavanjih, določenih z dejavnikoma sorta in tehnologija. V povprečju je bilo glede na sorto od 9,8 do 10,1 socvetij, vendar smo z Duncanovim preizkusom ugotovili, da ni statistično značilnih razlik. Drugače je bilo s tehnologijo, kjer je bilo pri hidroponskem načinu gojenja v povprečju 10,9 socvetij in statistično značilno več od talnega gojenja, kjer smo izmerili 9,0 socvetij.

Künsch in sod. (1994) so ugotavljali količino in kakovost plodov talno in hidroponsko pridelanih paradižnikov v rastlinjaku. Uporabili so sorto 'Max' in zagotovili enake okoljske razmere pri obeh tehnologijah gojenja. Tudi oni so potrdili, da lahko z breztalnim gojenjem vzgojimo večje število socvetij ali grozdov, na hidroponu so jih prešteli v povprečju 24, v tleh pa le 8.

### 5.1.3 Kemijske analize plodov

Izmerjeni **delež suhe snovi** v plodovih našega poskusa je bil od 5,9 do 6,5 %. Sorta 'Gardel' je imela nekoliko večje izmerjene vrednosti v primerjavi s sorto 'Amati', vendar s preizkusom mnogoterih primerjav nismo ugotovili statistično značilnih razlik med uporabljenimi sortami. Prav tako nismo ugotovili statistično značilnih razlik glede na način gojenja.

Izmerjena vsebnost **topne suhe snovi** ( $^\circ\text{Brix}$ ) je v povprečju znašala od 5,5 do 6,0  $^\circ\text{Brix}$ . Največjo količino smo izmerili pri sorti 'Gardel' na hidroponu, ki se je statistično značilno



razlikovala od drugih obravnavanj. Hidroponsko pridelan paradižnik sorte 'Amati' se po vsebnosti topne suhe snovi ni statistično značilno razlikoval od talno pridelanega.

Künsch in sod. (1994) so ugotavljali količino in kakovost plodov talno in hidroponsko pridelanih paradižnikov, gojenih v rastlinjaku. Uporabili so sorto 'Max' in zagotovili enake okoljske razmere pri obeh tehnologijah gojenja. Tudi v njihovem poskusu ni bilo bistvenih razlik v vsebnosti topne suhe snovi glede na način gojenja. Vrednosti so se za oba načina gojenja gibale od 5,2 do 6,2 °Brix.

Wu in sod. (2004) so ugotavljali vpliv EC hranilne raztopine na količino in kakovost pridelka hidroponsko pridelanega paradižnika v rastlinjaku. Uporabili so štiri različne kultivarje: 'Blitz', 'Mariachi', 'Quest' in 'Rapsodie' ter dve hranilni raztopini z EC: 2,6 in 4,5 mS/cm. Z manjšo EC, podobna je bila uporabljena v našem poskusu, so izmerili vsebnost topne suhe snovi v povprečju za štiri sorte – 4,9 °Brix. Izmerjena vrednost je nekoliko manjša od naše na hidroponu ('Amati' 5,6 °Brix in 'Gardel' 6,0 °Brix), razlog je verjetno uporabljena sorta.

Največ **glukoze** smo izmerili pri sorti 'Gardel' na hidroponu – 5,54 g/kg sveže mase, kar je statistično značilno več od obeh sort, pridelanih v tleh ('Amati' 3,88 g/kg sveže mase, 'Gardel' 4,39 g/kg sveže mase). Hidroponsko pridelani plodovi so imeli nekoliko večje vsebnosti glukoze od talnih, vendar statistično značilno različne le pri sorti 'Gardel'. Največ **fruktoze** smo prav tako izmerili pri sorti 'Gardel' na hidroponu – 13,57 g/kg sveže mase, to je statistično značilno več od obeh načinov gojenja sorte 'Amati' (tla 11,16 g/kg sveže mase, hidropon 11,51 g/kg sveže mase). **Skupnih sladkorjev** je bilo tako največ pri sorti 'Gardel' na hidroponu (19,11 g/kg sveže mase), kar je statistično značilno več od obeh načinov gojenja sorte 'Amati' (tla 15,04 g/kg sveže mase, hidropon 16,27 g/kg sveže mase). Hidroponsko pridelani plodovi so imeli nekoliko več fruktoze in skupnih sladkorjev od talnih, vendar ne statistično značilno.

Künsch in sod. (1994) so se ukvarjali z merjenjem količine in kakovosti plodov sorte 'Max', pridelane talno ali hidroponsko v rastlinjaku. Zagotovili so enake okoljske razmere pri obeh tehnologijah gojenja. Tudi oni niso ugotovili bistvenih razlik v vsebnosti skupnih sladkorjev glede na tehnologijo gojenja. V tleh so izmerili 17,4–32,3 g/kg sveže mase skupnih sladkorjev, na hidroponu pa 22,6–31,9 g/kg.

Največ **citronske kisline** smo izmerili pri sorti 'Amati' v tleh (2,02 g/kg sveže mase), statistično značilno več od sorte 'Gardel' na hidroponu (1,34 g/kg sveže mase). **Jabolčne kisline** je bilo v primerjavi s hidroponskim gojenjem ('Amati' in 'Gardel' 0,01 g/kg sveže mase) statistično značilno več v plodovih iz talne pridelave ('Amati' 0,03 g/kg sveže mase, 'Gardel' 0,02 g/kg sveže mase). Sorta na vsebnost citronske kisline ni imela vpliva. Največ **skupnih organskih kislin** smo izmerili pri sorti 'Amati' v tleh (2,04 g/kg sveže mase), statistično značilno več od sorte 'Gardel' na hidroponu (1,35 g/kg sveže mase). Pri obeh sortah je bila vrednost citronske kisline in skupnih organskih kislin večja pri talnem gojenju v primerjavi s hidroponskim, vendar ne dovolj, da bi bilo statistično značilno.

Künsch in sod. (1994) so merili vpliv talnega in hidroponskega gojenja na kakovost plodov sorte 'Max'. Ugotovili so le majhno razliko v vsebnosti skupnih kislin. Tako kot mi so

izmerili nekoliko večje vsebnosti pri talnih paradižnikih (4,66–6,88 g/kg sveže mase) v primerjavi s hidroponskimi (4,59–5,66 g/kg sveže mase).

**Vitamin C** je v naših plodovih dosegal vrednosti od 273,24 do 347,64 mg/kg sveže mase. Vsebnosti pri sorti 'Amati' so bile nekoliko večje kot pri sorti 'Gardel', prav tako so bile nekoliko večje v tleh v primerjavi s hidroponskim gojenjem, vendar nismo ugotovili statistično značilnih razlik.

Abushita in sod. (1997) so ugotavljali vpliv sorte na vsebnost antioksidantov v talno gojenih plodovih paradižnika. Povprečne vrednosti vitamina C različnih sort v tleh so se gibale od 250 do 480 mg/kg sveže mase, kar je precej podobno našim ugotovitvam. Tudi Künsch in sod. (1994) pri testiranju vpliva gojenja na vsebnost vitamina C pri sorti 'Max' niso ugotovili večjih razlik med talno in hidroponsko gojenimi paradižniki. Vsebnost vitamina C je bila pri talno gojenih paradižnikih 80–230 mg/kg, pri hidroponsko gojenih pa 110–250 mg/kg sveže mase.

Pri **klorofilu a** (vrednosti od 1,39 do 2,19 mg/kg sveže mase) in **klorofilu b** (vrednosti od 0,96 do 1,57 mg/kg sveže mase) nismo ugotovili statistično značilnih razlik ne pri uporabljeni sorti ne pri tehnologiji. V obeh primerih so bile vrednosti sicer nekoliko večje pri hidroponskih paradižnikih, vendar ne statistično značilno.

Trudel in Ozbun (1971, cit. po Dumas in sod., 2003) sta hidroponsko gojila sorto 'Fireball' in ugotavljala vpliv kalija na vsebnost karotenoidov v plodovih. Ugotovila sta, da se klorofila a in b postopoma zmanjšujeta v času zorenja, od 8 do 1,5 mg/kg sveže mase – torej do podobnih vrednosti, kot smo jih izmerili.

Izmerjene povprečne vsebnosti **luteina** so se gibale od 0,53 mg/kg do 0,82 mg/kg sveže mase. Ugotovili smo, da se vsebnost luteina v plodovih hidroponskih paradižnikov statistično značilno ne razlikuje od talno pridelanih. Razliko smo ugotovili med sortama, saj smo pri 'Amati' (tla in hidropon 0,82 mg/kg sveže mase) izmerili več luteina kot pri sorti 'Gardel' (hidropon 0,53 mg/kg, tla 0,58 mg/kg sveže mase).

Fanasca in sod. (2006) so ugotavljali vpliv delovanja kationov na količino in kakovost plodov hidroponsko pridelanega paradižnika. Uporabili so sorti 'Lunarossa' in 'Corfu'. Z raztopino, ki je vsebovala podobne vrednosti kationov kot naša, so pridelali plodove, ki so jim v zreli fazi izmerili vrednost luteina (povprečje za obe sorti) 1,3 mg/kg sveže mase. Vrednost je nekoliko večja od naše, verjetno je vzrok za to spet uporabljena sorta.

Najmanjša povprečna izmerjena vsebnost **likopena** je bila pri talno gojeni sorti 'Gardel' (9,21 mg/kg sveže mase) in se je statistično razlikovala od obeh načinov gojenja sorte 'Amati' (tla 13,79 mg/kg, hidropon 13,99 mg/kg sveže mase). Pri obeh sortah smo izmerili nekoliko večje vrednosti hidroponskih paradižnikov v primerjavi s talnimi, vendar te niso bile statistično značilne.

Fanasca in sod. (2006) so pridelali plodove, ki so jim v zreli fazi izmerili povprečne vrednosti likopena. Ta je znašala za sorto 'Lunarossa' 20 mg/kg, za sorto 'Corfu' pa 17 mg/kg sveže mase v rdeči fazi zorenja plodov. Avtorji navajajo, da so izmerjene vrednosti

majhne v primerjavi z drugimi sortami paradižnikov. Verjetno zato, ker so temperature presegle 30 °C v času zorenja.

Wu in sod. (2004) so ugotavljali vpliv EC hranilne raztopine na količino in kakovost pridelka hidroponsko pridelanega paradižnika v rastlinjaku. Uporabili so štiri različne kultivarje: 'Blitz', 'Mariachi', 'Quest' in 'Rapsodie' ter dve hranilni raztopini z EC: 2,6 in 4,5 mS/cm. Z manjšo EC, ki je bila podobna uporabljeni v našem poskusu, so povprečno za štiri kultivarje izmerili od 31 do 48 mg/kg sveže mase likopena. Manjše vrednosti likopena, ki smo jih izmerili v našem poskusu, bi bile lahko posledica nekoliko manj zrelih plodov (tehnološko zrelost smo ocenili glede na intenzivnost rdeče barve). Kar je lahko povezano s sorto, saj plodovi sorte 'Amati' in 'Gardel' v polni zrelosti niso intenzivno rdeči, prej oranžno-rdeče barve (lastno opazovanje).

Povprečne vsebnosti  **$\alpha$ -karotena** so znašale od 0,04 do 0,08 mg/kg sveže mase, vsebnosti  **$\beta$ -karotena** so bile nekoliko večje – od 2,70 do 3,82 mg/kg sveže mase. Vrednosti pri sorti 'Amati' so bile nekoliko večje od sorte 'Gardel', večje so bile tudi na hidroponu v primerjavi s talnim gojenjem, vendar nismo ugotovili statistično značilnih razlik.

Zanetti (1997, cit. po Dumas in sod., 2003) je ugotavljal vpliv različnih sort na kakovost plodov talno gojenih paradižnikov. Uporabil je pet kultivarjev, povprečne vrednosti  $\beta$ -karotena so znašale od 2,4 do 2,7 mg/kg sveže mase. Mi smo pri talno gojeni sorti 'Amati' izmerili 3,64 mg/kg, pri sorti 'Gardel' pa 2,70 mg/kg  $\beta$ -karotena.

Fanasca in sod. (2006) so pri sortah 'Lunarossa' in 'Corfu' v rdeči fazi zorenja v povprečju za obe sorti na hidroponu izmerili 4,8 mg/kg sveže mase  $\beta$ -karotena, torej nekoliko večje vrednosti od naših ('Amati' 3,82 mg/kg, 'Gardel' 3,23 mg/kg).

Vsebnosti  **$\alpha$ -tokoferola** so se gibale od 5,09 do 5,60 mg/kg sveže mase. Vrednosti pri sorti 'Amati' so bile nekoliko večje od sorte 'Gardel', prav tako so bile nekoliko večje na hidroponu v primerjavi s talnim gojenjem, vendar nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Povprečne vsebnosti  **$\delta$ -tokoferola** so bile zelo majhne. Nekateri vzorci so bili pod mejo kvantifikacije. Pri sorti 'Gardel' na hidroponu se je to zgodilo pri vseh vzorcih. Največjo vrednost smo izmerili pri talno gojeni sorti 'Amati' – 0,04 mg/kg sveže mase. Ta vrednost se je statistično značilno razlikovala od hidroponsko gojene sorte 'Gardel'. Talno gojeni paradižniki so imeli nekoliko večjo vsebnost  $\delta$ -tokoferola v primerjavi s hidroponskimi, vendar ne dovolj, da bi bilo to statistično značilno. Vsebnosti  **$\gamma$ -tokoferola** so se gibale od 0,67 do 0,90 mg/kg sveže mase. Vrednosti pri talno gojenem paradižniku so bile nekoliko večje od hidroponskega, vendar nismo ugotovili statistično značilnih razlik. Prav tako ni bilo razlik glede na uporabljeno sorto.

Fanasca in sod. (2006) so v rdeči fazi zorenja izmerili nekoliko večje vrednosti kot mi, in sicer s sorto 'Lunarossa' 12 mg/kg in s sorto 'Corfu' 9 mg/kg sveže mase  $\alpha$ -tokoferola.

Abushita in sod. (1997) so ugotavljali vpliv sorte na vsebnost antioksidantov v talno gojenih plodovih paradižnika. Povprečne vrednosti  $\alpha$ -tokoferola različnih talno gojenih sort so se gibale od 1,2 do 4,0 mg/kg sveže mase. Povprečne vrednosti talno gojene sorte

'Floriset' so bile v rdeči fazi 1 mg/kg SM  $\gamma$ -tokoferola, kar je precej podobno našemu poskusu.

## 5.2 SKLEPI

### **Na osnovi rezultatov raziskave smo ugotovili:**

- S hidroponskim gojenjem smo skupno pridelali večjo količino paradižnika na hektar in več plodov na rastlino v primerjavi s talnim gojenjem. Pridelek, gojen na hidroponu, je bil zgodnejši od talnega za en teden.
- Tržnega pridelka smo pridelali več s hidroponskim gojenjem. Tako na hidroponu kot na tleh smo pridelali več s sorto 'Amati'.
- Na delež mase netržnega pridelka je na hidroponu vplivala sorta ('Gardel' > 'Amati'). Pri sorti 'Gardel' je na delež netržnega pridelka vplivala tehnologija gojenja (hidropon > tla)

### **Tehnologija gojenja in sorta sta imeli vpliv na nekatere morfološke lastnosti plodov in rastlin:**

- Na višino plodov na hidroponu je vplivala sorta ('Gardel' > 'Amati').
- Hidroponsko pridelani paradižniki so imeli debelejši perikarp od talno pridelanih. Na debelino perikarpa je pri talno gojenih paradižnikih vplivala sorta ('Amati' > 'Gardel').
- Hidroponsko gojene rastline so bile višje od talno gojenih. V tleh je na višino rastlin vplivala sorta ('Amati' > 'Gardel').
- Rastline, gojene na hidroponu, so imele več socvetij v primerjavi s talno gojenimi rastlinami.

### **Tehnologija gojenja in sorta sta vplivali na vsebnost nekaterih primarnih metabolitov:**

- Na vsebnost topne suhe snovi pri sorti 'Gardel' je vplivala tehnologija gojenja (hidropon > tla), pri gojenju na hidroponu pa sorta ('Gardel' > 'Amati').
- Na vsebnost glukoze je pri sorti 'Gardel' vplivala tehnologija gojenja (hidropon > tla).
- Na vsebnost fruktoze in skupnih sladkorjev je na hidroponu vplivala sorta ('Gardel' > 'Amati').
- Vsebnost jabolčne kisline je bila večja v talno gojenih plodovih v primerjavi s hidroponskimi.

### **Tehnologija gojenja in sorta sta vplivali na vsebnost nekaterih sekundarnih metabolitov:**

- Na vsebnost luteina je tako v tleh ('Amati' > 'Gardel') kot na hidroponu ('Amati' > 'Gardel') vplivala sorta.
- Na vsebnost likopena je v tleh vplivala sorta ('Amati' > 'Gardel').

Na maso in širino plodov, parametra  $L^*$  in  $h^\circ$ , delež suhe snovi, vsebnost citronske kisline in skupnih organskih kislin, vsebnost vitamina C, klorofila a, klorofila b,  $\alpha$ -karotena,  $\beta$ -karotena,  $\alpha$ -tokoferola,  $\delta$ -tokoferola in  $\gamma$ -tokoferola tehnologija gojenja ali sorta nista imeli vpliva.

Kot smo predvidevali, je bil pridelek indeterminantnega paradižnika, gojenega v kameni volni, večji in zgodnejši od pridelka rastlin, gojenih v tleh. Hidroponski paradižniki so imeli debelejši perikarp v primerjavi s talnimi, na debelino perikarpa je vplivala tudi izbrana sorta. Hidroponsko gojene rastline so bile višje in so imele več socvetij od talno gojenih.

Predvidevali smo, da se plodovi v vsebnosti nekaterih primarnih metabolitov glede na tehnologijo gojenja ne bodo razlikovali, vendar smo pri jabolčni kislini prišli do drugačnih rezultatov. Pri obeh sortah je bilo več jabolčne kisline v tleh. Vsebnost topne suhe snovi in glukoze je bila večja na hidroponu, vendar le pri sorti 'Gardel'.

Predvidevali smo, da se bo vsebnost sekundarnih metabolitov v plodovih paradižnika razlikovala glede na tehnologijo pridelovanja, vendar lahko to hipotezo ovržemo. Sekundarni metaboliti se niso razlikovali niti pri različnem načinu gojenja niti različni uporabljeni sorti.

## 6 POVZETEK

Paradižnik je enoletna, v ugodnih razmerah tudi večletna rastlina, ki spada v družino razhudnikovk. Plodovi so sočne jagode. Paradižnik pozitivno učinkuje na zdravje ljudi, predvsem vpliva na srce in ožilje, znižuje krvni tlak in vpliva na izločanje vode iz organizma. V človeški prehrani je pomemben vir likopena, ki je glavni karotenoid v človeškem telesu ter antioksidant in regulator celične rasti. Na količino likopena in ostalih snovi v plodovih lahko vplivajo zrelost plodov, kultivar in način pridelave.

Paradižnik je toplotno zahtevna rastlina, z uporabo zavarovanega prostora podaljšamo sezono gojenja paradižnika od nekaj tednov pa do celoletnega gojenja. Poleg klasičnega gojenja v tleh je vse pogostejša uporaba hidroponskih tehnik gojenja, saj nam pri optimalnih razmerah omogočajo nadzorovano pridelavo in olajšajo nadzor rasti od setve do spravila.

Hidroponski način gojenja v našem okolju ni najbolje sprejet. Nekateri porabniki menijo, da je tak paradižnik manj okusen kot talno pridelan. Večina paradižnika, ponujenega v izvensezonskem času (jesen in zima), je pridelanega na hidroponskih sistemih. Tako pridelana zelenjava je zaradi pomanjkanja sončnega sevanja v času gojenja manj okusna in aromatična.

Zanimalo nas je, ali se hidroponsko pridelani plodovi paradižnika, ki ga gojimo v zanj primernih rastnih razmerah (pomlad in poletje), po kakovosti razlikujejo od plodov paradižnika, ki ga sočasno gojimo klasično v tleh.

V poskusu so bila štiri obravnavanja: dve sorti indeterminantnega paradižnika ('Amati F1' in 'Gardel F1') in dve tehnologiji gojenja (talno in hidroponsko). Poskus smo zasnovali v štirih ponovitvah, posamezno ponovitev so na hidroponu predstavljale štiri in v tleh šest rastlin. Z vsake rastline smo obirali tehnološko zrele plodove, jih prešteli in tehtali. Po obiranju smo pri vnaprej naključno izbranih rastlinah izvedli morfološke meritve plodov (masa, velikost, barva plodov, debelina perikarpa), izmerili smo topno suho snov (°Brix) in suho snov plodov (%), nato smo vzorce plodov pripravili za kemijsko analizo na vsebnost posameznih sladkorjev in organskih kislin ter fenolnih spojin, ki smo jih opravili v laboratoriju na HPLC-ju. Po koncu obiranja plodov smo izmerili višino rastlin.

S hidroponskim gojenjem smo skupno pridelali večjo količino paradižnika na hektar in več plodov na rastlino. Ta pridelek je bil zgodnejši od talnega za en teden. Tudi tržnega pridelka smo pridelali več s hidroponskim gojenjem, na kar je vplivala uporabljena sorta. Delež mase netržnega pridelka je bil na hidroponu večji s sorto 'Gardel' ki smo jo primerjali s sorto 'Amati'. Pri sorti 'Gardel' je na delež mase netržnega pridelka vplivala tehnologija gojenja, saj je bil delež na hidroponu večji v primerjavi s talnim gojenjem.

Na višino hidroponskih plodov je vplivala sorta. Perikarp je bil v primerjavi s talnim gojenjem debelejši pri hidroponsko pridelanem paradižniku. Na debelino perikarpa talno gojenih paradižnikov je vplivala tudi sorta. Hidroponsko gojeni paradižniki so bili višji in

so imeli več socvetij od talno gojenih. Na višino talno gojenih rastlin je vplivala uporabljena sorta.

Na vsebnost topne suhe snovi v plodovih sorte 'Gardel' je vplivala tehnologija gojenja, pri hidroponskem gojenju pa sorta. Na vsebnost glukoze v plodovih sorte 'Gardel' je vplivala tehnologija gojenja. Na vsebnost fruktoze v hidroponskih plodovih je vplivala uporabljena sorta, prav tako na vsebnost skupnih sladkorjev. Vsebnost jabolčne kisline je bila pri obeh sortah večja v talno gojenih plodovih v primerjavi s hidroponsko gojenimi. Sorta je na vsebnost luteina vplivala tako v tleh kot tudi na hidroponu. Tudi na vsebnost likopena v talno gojenih paradižnikih je vplivala sorta.

Na maso in širino plodov, parametra  $L^*$  in  $h^\circ$ , delež suhe snovi, vsebnost citronske kisline in skupnih organskih kislin, vsebnost vitamina C, klorofila a, klorofila b,  $\alpha$ -karotena,  $\beta$ -karotena,  $\alpha$ -tokoferola,  $\delta$ -tokoferola in  $\gamma$ -tokoferola tehnologija gojenja ali sorta nista imeli vpliva.

S pomočjo poskusa smo ugotovili, da hidroponsko gojeni plodovi na splošno niso manj kakovostni od talno gojenih, v nekaterih lastnostih so celo boljši, pomembno vlogo igra tudi izbira sorte. Da se v paradižniku razvijejo prave arome ter pravo razmerje sladkorjev in kislin, moramo rastlinam nuditi optimalne razmere za rast. Nekatere pomembne snovi se razvijejo šele v polni zrelosti plodov, pri primernih temperaturah in sončnem sevanju. Pogosto je hidroponsko gojen paradižnik v izvensezonskem času (jeseni in pozimi) gojen ob pomanjkanju sončnega sevanja in zaradi transporta obran že v zeleni fazi zrelosti plodov. Tako pridelan paradižnik je dejansko manj okusen in aromatičen. Žal so zaradi slabih izkušenj s tako pridelanimi paradižniki porabniki hidroponskemu načinu gojenja dodali negativen prizvok.

## 7 VIRI

- Abushita A. A., Hebshi E. A., Daood H. G. and Biacs P. A. 1997. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food Chemistry*, 60, 2: 207–212
- Celar F. 1999. Bolezni paradiznika, paprike in jajčevca. *Sodobno kmetijstvo. Priloga »razhudnikovke«*, 5: 242
- Černe M. 1988. *Plodovke*. Ljubljana, Kmečki glas: 128 str.
- Dolenc K., Štampar F. 1997. An investigation of the application and conditions of analyses of HPLC methods for determining of sugars and organic acids in fruits. *Research Reports of Biotechnical Faculty University of Ljubljana Agriculture*, 69: 99–106
- Dumas Y., Dadomo M., Di Lucca G., Grolier P. 2003. Review. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 369–382
- Fanasca S., Colla G., Roupheal Y., Saccardo F. 2006. Evolution of nutritional value of two tomato genotypes grown in soilless culture as affected by macrocation proportions. *HortScience*, 41, 7: 1584–1588
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations.  
<http://faostat.fao.org/> (maj, 2013)
- Gomboc S. 1999. Škodljivci paradiznika, paprike in jajčevca. *Sodobno kmetijstvo*, 32, 5: 248–251
- Grodan. Manufacturer of hydroponic substrates, services and consultancy to the global horticultural growing industry for protected crops.  
<http://www.grodan.com/about+grodan/stone+wool+substrate> (20. avgust 2012)
- Jakše M. 1985. Paradiznik. *Moj mali svet*, 17, 6: 19–20
- Jakše M. 2002. *Gradivo iz predmeta vrtnarstvo. Zelenjadarstvo*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 49 str.
- Jenjić V. 2004. Izbir semena i hibrida paradajza.  
<http://www.poljoberza.net/AutorskiTekstoviJedan.aspx?ime=VJ002.htm&autor=10>  
(16. marec 2012)
- Kehdi N. 2009. Water as a substrate: Aeroponics and aero-hydroponics. *Maximum Yield*, 7: 130–134
- Klenar J., Praprotnik V. 1991. *Zelenjava – užitek in zdravje. TDS Forma 7*. Ljubljana: 142 str.
- Künsch U., Schärer H., Dürr P., Hurter J., Martinoni A., Jelmini G., Sulser H., Seeger B. 1994. Qualitätsuntersuchungen an Tomaten aus erdelosem und konventionellem Glashausbau. *Gartenbauwissenschaft*, 59, 1: 21–26
- Lešić R., Borošić J., Herak-Čustić M., Poljak M., Romić D. 2004. *Povrčarstvo. Čakovec, Zrinski*: 665 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1999. *Gojenje paradiznika. Šempeter pri Novi Gorici*,



- Zbirka gojenje zelenjadnic za domače potrebe in trženje. Oswald, d. o. o.: 36 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005a. Vrtnarstvo: Splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 591 str.
- Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005b. Hidroponsko gojenje vrtnin: breztalni načini gojenja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 194 str.
- Osvald J., Kogoj Osvald M. 2007. Gojenje vrtnin v zavarovanem prostoru. Delovno gradivo za dopolnjevanje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo (osebni vir, maj 2007)
- Pavlek P. 1985. Opče povrčarstvo. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu: 210 str.
- Pečavar A. 1998. Osnove tekočinske kromatografije. Ljubljana, Kemijski inštitut: 30 str.
- Pfeifhofer W. 1989. Evidence of chlorophyll b and lack of lutein in *Neottia nidus-avis* plastids. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, 184: 66–51
- Plestenjak A., Golob T. 2003. Analiza kakovosti živil. Ponatis. 2. izd. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 102 str.
- Resh H. M. 1997. Hydroponic food production. 5th ed. Woodbridge Press Publ. Co., Santa Barbara California: 527 str.
- Semena. 2008. Varieties. Tomato.  
<http://www.semena.org/sort/tomato3/gardel-e.htm> (16. marec 2012)
- Šircelj H. 2001. Ugotavljanje sušnega stresa pri jablani (*Malus domestica* Borkh.) z izbranimi biokemičnimi in fiziološkimi kazalci. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 164 str.
- Wildi B., Lütz C. 1996. Antioxidant composition of selected high alpine species from different altitudes. *Plant Cell and Environment*, 19: 138–146
- Wu M., Buck J. S., Kubota C. 2004. Effects of Nutrient Solution EC, Plant Microclimate and Cultivars on Fruit Quality and Yield of Hydroponic Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Horticulturae*, 659: 541–547
- Zehnder U. 2004. The current status of vegetable management practices in Kosovo, with special emphasis on cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*). V: Swiss project for horticultural promotion in Kosovo. 10. december 2004. Seeds/Varieties. Intercooperation: 46 str.

## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Nini Kacjan-Maršič za pomoč in strokovne nasvete pri izvajanju poskusa in izdelavi diplomskega dela.

Zahvalil bi se vsem kolegom, ki so mi pomagali pri izvedbi poskusa v rastlinjaku in laboratoriju.

Najlepša hvala družini in prijateljem za neomajno podporo in potrpežljivost v času študija.

Hvala!

## PRILOGA A

### Fertigacijski načrt in sestava hranilne raztopine

Priloga A1: Fertigacijski načrt dognojevanja rastlin paradižnika

| Datum dognojevanja | Vrsta gnojila                     | Količina gnojila (kg/ha) | Količina hranil (kg/ha) |                               |                  |     | Količina dodane vode (l/120 m <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|-----|--|
|                    |                                   |                          | N                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO |  |
| 11. 6.             | 10:5:26                           | 83,3                     | 8,3                     | 4,2                           | 21,6             |     | 700  |
| 18. 6.             | 10:5:26                           | 100                      | 10                      | 5                             | 26               |     | 700  |
| 25. 6.             | 10:5:26                           | 100                      | 10                      | 5                             | 26               |     | 700  |
| 30. 6.             | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 100                      | 16                      | /                             | /                | 19  | 700  |
| 5. 7.              | 10:5:26                           | 100                      | 10                      | 5                             | 26               |     | 700  |
| 12. 7.             | 10:5:26                           | 100                      | 10                      | 5                             | 26               |     | 700  |
| 19. 7.             | 10:5:26                           | 100                      | 10                      | 5                             | 26               |     | 700  |
| 26. 7.             | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 100                      | 16                      | /                             | /                | 19  | 700  |
| 1. 8.              | 10:5:26                           | 100                      | 10                      | 5                             | 26               |     | 700  |
| 8. 8.              | 10:5:26                           | 100                      | 10                      | 5                             | 26               |     | 700  |
| 22. 8.             | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 100                      | 16                      | /                             | /                | 19  | 700  |
| 5. 9.              | 10:5:26                           | 100                      | 10                      | 5                             | 26               |     | 700  |
| Skupaj             |                                   |                          | 136,3                   | 44,2                          | 229,6            | 57  | 8400   |

Priloga A2: Sestava hranilne raztopine makroelementov po Hoagland & Aronu (Resh, 1997)

| Zatehte soli za pripravo 1000 l hranilne raztopine za paradižnike na hidroponu: |               |           |                   |                   |                               |                |                  |                  |                               |
|---|---------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| Soli  | Količina soli |           | mg/l              |                   |                               |                |                  |                  |                               |
|   | g/1000 l      | g/5.000 l | N-NO <sub>3</sub> | N-NH <sub>4</sub> | PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> |
| KNO <sub>3</sub>  | 505,5         | 2.527,5   | 84,0              |                   |                               | 195,0          |                  |                  |                               |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>   | 136,0         | 680,0     |                   |                   | 31,0                          | 39,0           |                  |                  |                               |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | 654,7         | 3.273,5   | 112,0             |                   |                               |                | 160,0            |                  |                               |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>   | 80,0          | 400,0     | 14,0              | 14,0              |                               |                |                  |                  |                               |
| MgSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O  | 486,5         | 2.432,5   |                   |                   |                               |                |                  | 48,0             | 64,0                          |
| Vsota   |               |           | 210,0             | 14,0              | 31,0                          | 234,0          | 160,0            | 48,0             | 64,0                          |

Priloga A3: Sestava hranilne raztopine mikroelementov po Hoagland & Aronu (Resh, 1997)

| Zatehte soli za pripravo 1000 l hranilne raztopine za paradižnike na hidroponu: |               |            |       |       |       |      |      |       |
|---|---------------|------------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| Soli  | Količina soli |            | μg/l  |       |       |      |      |       |
|   | mg/l          | g/10.000 l | Mn    | Zn    | B     | Cu   | Mo   | Fe    |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>  | 1,9           | 19,0       |       |       | 330,0 |      |      |       |
| MnSO <sub>4</sub>   | 2,2           | 22,0       | 550,0 |       |       |      |      |       |
| ZnSO <sub>4</sub>   | 1,4           | 14,0       |       | 327,0 |       |      |      |       |
| CuSO <sub>4</sub>   | 0,19          | 1,9        |       |       |       | 48,0 |      |       |
| Mo klorid   | 0,12          | 1,2        |       |       |       |      | 48,0 |       |
| Fe kelat  | 17,0          | 170,0      |       |       |       |      |      | 840,0 |

## PRILOGA B

### Prikaz načrta poskusa

Priloga B1: Prikaz načrta poskusa v tleh

| Sorta in ponovitev | Vhod v neogrevan rastlinjak |             |             |             |     |
|--------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-----|
|                    | Pot                         | 3. rastlina | 2. rastlina | 1. rastlina | Pot |
| 'Amati' 1          |                             | 3. rastlina | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 6. rastlina | 5. rastlina | 4. rastlina |     |
| 'Gardel' 1         |                             | 3. rastlina | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 6. rastlina | 5. rastlina | 4. rastlina |     |
| 'Amati' 2          |                             | 3. rastlina | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 6. rastlina | 5. rastlina | 4. rastlina |     |
| 'Amati' 3          |                             | 3. rastlina | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 6. rastlina | 5. rastlina | 4. rastlina |     |
| 'Gardel' 2         |                             | 3. rastlina | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 6. rastlina | 5. rastlina | 4. rastlina |     |
| 'Amati' 4          |                             | 3. rastlina | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 6. rastlina | 5. rastlina | 4. rastlina |     |
| 'Gardel' 3         |                             | 3. rastlina | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 6. rastlina | 5. rastlina | 4. rastlina |     |
| 'Gardel' 4         |                             | 3. rastlina | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 6. rastlina | 5. rastlina | 4. rastlina |     |

Priloga B2: Prikaz načrta poskusa na hidroponu

| Sorta in ponovitev | Vhod v neogrevan rastlinjak |             |             |     |
|--------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-----|
|                    | Pot                         | 2. rastlina | 1. rastlina | Pot |
| 'Amati' 1          |                             | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 4. rastlina | 3. rastlina |     |
| 'Gardel' 1         |                             | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 4. rastlina | 3. rastlina |     |
| 'Amati' 2          |                             | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 4. rastlina | 3. rastlina |     |
| 'Amati' 3          |                             | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 4. rastlina | 3. rastlina |     |
| 'Gardel' 2         |                             | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 4. rastlina | 3. rastlina |     |
| 'Amati' 4          |                             | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 4. rastlina | 3. rastlina |     |
| 'Gardel' 3         |                             | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 4. rastlina | 3. rastlina |     |
| 'Gardel' 4         |                             | 2. rastlina | 1. rastlina |     |
|                    |                             | 4. rastlina | 3. rastlina |     |

## PRILOGA C

### Masa tržnega pridelka

Priloga C1: Analiza variance (ANOVA) za maso tržnega pridelka (g)

| Vir variabilnosti   | VKO       | SP | SKO       | F-statistika | p-vrednost |
|---------------------|-----------|----|-----------|--------------|------------|
| <b>OBRAVNAVANJA</b> |           |    |           |              |            |
| Sorta               | 5,75184E7 | 1  | 5,75184E7 | 66,38        | 0,0000     |
| Tehnologija         | 1,35577E8 | 1  | 1,35577E8 | 156,46       | 0,0000     |
| Ponovitev           | 2,43447E7 | 3  | 8,1149E6  | 9,36         | 0,0000     |
| <b>INTERAKCIJE</b>  |           |    |           |              |            |
| Sorta*tehnologija   | 4,07093E6 | 1  | 4,07093E6 | 4,70         | 0,0335     |
| ostanek             | 6,32567E7 | 73 | 866530,   |              |            |
| skupaj              | 2,80958E8 | 79 |           |              |            |

Priloga C2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za maso tržnega pridelka (g) po obravnavanjih

Metoda: 95,0 odstotni Duncanov test

| Obravnavanje:<br>sorta/tehnologija | Število | Povprečje (g) | Standardna napaka | Homogene skupine |
|------------------------------------|---------|---------------|-------------------|------------------|
| 'Gardel' – tla                     | 24      | 2870,9        | 183,11            | a                |
| 'Amati' – tla                      | 24      | 4141,3        | 183,11            | b                |
| 'Gardel' – hidropon                | 16      | 5067,8        | 224,26            | c                |
| 'Amati' – hidropon                 | 16      | 7259,1        | 224,26            | d                |

## PRILOGA D

### Delež mase netržnega pridelka

Priloga D1: Analiza variance (ANOVA) za delež mase netržnega pridelka (g)

| Vir variabilnosti   | VKO     | SP | SKO     | F-statistika | p-vrednost |
|---------------------|---------|----|---------|--------------|------------|
| <b>OBRAVNAVANJA</b> |         |    |         |              |            |
| Sorta               | 937,683 | 1  | 937,683 | 14,57        | 0,0003     |
| Tehnologija         | 1084,07 | 1  | 1084,07 | 16,84        | 0,0001     |
| Ponovitev           | 307,816 | 3  | 102,605 | 1,59         | 0,1981     |
| <b>INTERAKCIJE</b>  |         |    |         |              |            |
| Sorta*tehnologija   | 687,159 | 1  | 687,159 | 10,68        | 0,0017     |
| Ostanek             | 4698,06 | 73 | 64,357  |              |            |
| Skupaj              | 7448,03 | 79 |         |              |            |

Priloga D2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za delež mase netržnega pridelka (%) po obravnavanjih

Metoda: 95,0 odstotni Duncanov test

| Obravnavanje:<br>sorta/tehnologija | Število | Povprečje (%) | Standardna napaka | Homogene skupine |
|------------------------------------|---------|---------------|-------------------|------------------|
| 'Amati' – tla                      | 24      | 5,9           | 1,51              | a                |
| 'Gardel' – tla                     | 24      | 6,9           | 1,51              | a                |
| 'Amati' – hidropon                 | 16      | 7,4           | 1,85              | a                |
| 'Gardel' – hidropon                | 16      | 20,4          | 1,85              | b                |

## PRILOGA E

### Višina rastlin

Priloga E1: Analiza variance (ANOVA) za višino rastlin (cm)

| Vir variabilnosti | VKO       | SP | SKO      | F-statistika | p-vrednost |
|-------------------|-----------|----|----------|--------------|------------|
| OBRAVNAVANJA      |           |    |          |              |            |
| Sorta             | 5644,41   | 1  | 5644,41  | 3,77         | 0,0561     |
| Tehnologija       | 60166,40  | 1  | 60166,40 | 40,17        | 0,0000     |
| Ponovitev         | 50594,40  | 3  | 16864,80 | 11,26        | 0,0000     |
| INTERAKCIJA       |           |    |          |              |            |
| Sorta*tehnologija | 8585,21   | 1  | 8585,21  | 5,73         | 0,0192     |
| Ostane            | 109337,00 | 73 | 1497,77  |              |            |
| Skupaj            | 237821,00 | 79 |          |              |            |

Priloga E2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za višino rastlin (cm) po obravnavanjih

Metoda: 95,0 odstotni Duncanov test

| Obravnavanje:<br>sorta/tehnologija | Število | Povprečje (cm) | Standardna napaka | Homogene skupine |
|------------------------------------|---------|----------------|-------------------|------------------|
| 'Gardel' – tla                     | 24      | 240,5          | 7,40              | a                |
| 'Amati' – tla                      | 24      | 278,8          | 7,40              | b                |
| 'Amati' – hidropon                 | 16      | 313,6          | 9,07              | c                |
| 'Gardel' – hidropon                | 16      | 317,6          | 9,07              | c                |

## PRILOGA F

### Število socvetij

Priloga F1: Analiza variance (ANOVA) za število socvetij

| Vir variabilnosti | VKO    | SP | SKO   | F-statistika | p-vrednost |
|-------------------|--------|----|-------|--------------|------------|
| OBRAVNAVANJA      |        |    |       |              |            |
| Sorta             | 2,13   | 1  | 2,13  | 0,83         | 0,3639     |
| Tehnologija       | 73,63  | 1  | 73,63 | 28,81        | 0,0000     |
| Ponovitev         | 24,64  | 3  | 8,21  | 3,21         | 0,0278     |
| INTERAKCIJA       |        |    |       |              |            |
| Sorta*tehnologija | 4,03   | 1  | 4,03  | 1,58         | 0,2130     |
| Ostanek           | 186,57 | 73 | 2,56  |              |            |
| Skupaj            | 292,49 | 79 |       |              |            |

Priloga F2: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za število socvetij glede na sorto

Metoda: 95,0 odstotni Duncanov test

| Sorta  | Število | Povprečje | Standardna napaka | Homogene skupine |
|--------|---------|-----------|-------------------|------------------|
| GARDEL | 40      | 9,8       | 0,26              | a                |
| AMATI  | 40      | 10,1      | 0,26              | a                |

Priloga F3: Duncanov preizkus mnogoterih primerjav za število socvetij glede na tehnologijo

Metoda: 95,0 odstotni Duncanov test

| Tehnologija | Število | Povprečje | Standardna napaka | Homogene skupine |
|-------------|---------|-----------|-------------------|------------------|
| TALNO       | 48      | 9,0       | 0,23              | a                |
| HIDROPON    | 32      | 10,9      | 0,28              | b                |