

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Janja PAPEŽ

**VPLIV NAČINA PRIDELAVE NA PREHRANSKO  
KAKOVOST PARADIŽNIKA IN ZELENE SOLATE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Janja PAPEŽ

**VPLIV NAČINA PRIDELAVE NA PREHRANSKO KAKOVOST  
PARADIŽNIKA IN ZELENE SOLATE**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

THE INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNIQUE ON NUTRITIONAL QUALITY  
OF TOMATO AND LETTUCE

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2009

## **POPRAVKI**

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Katedri za tehnologije, prehrano in vino ter na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija univerzitetnega študija živilske tehnologije je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Rajko Vidriha, za somentorico prof. dr. Terezijo Golob in za recenzenta prof. dr. Marjana Simčiča.

Mentor: doc. dr. Rajko Vidrih

Somentorica: prof. dr. Terezija Golob

Recenzent: prof. dr. Marjan Simčič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Janja Papež

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn  
DK UDK 635.64+635.52:631.589.2:543.062:641.1(043)=163.6  
KG zelenjava / hidroponsko gojenje / talno gojenje / prehranska vrednost / zelena solata / paradižnik / vsebnost suhe snovi / vsebnost vode / vsebnost pepela / vsebnost beljakovin / vsebnost skupnih maščob / maščobnokislinska sestava / prehranska vlaknina / vitamin C  
AV PAPEŽ, Janja  
SA VIDRIH, Rajko (mentor) / GOLOB, Terezija (somentor) / SIMČIČ, Marjan (recenzent)  
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo  
LI 2009  
IN VPLIV NAČINA PRIDELAVE NA PREHRANSKO KAKOVOST PARADIŽNIKA IN ZELENE SOLATE  
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)  
OP X, 59 str., 12 pregl., 8 sl., 47 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AL V diplomski nalogi smo analizirali in primerjali prehransko kakovost paradižnika, (*Lycopersicon esculentum* L.), sort Jaguar in Volovsko srce in zelene solate (*Lactuca sativa*) sorte Marija, gojene na navadnih tleh, v primerjavi s hidroponskim tankoplastnim gojenjem. Raziskali smo tudi vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C, ter določili maščobnokislinsko sestavo paradižnikovega mesa, paradižnikovih pečk ter solate. Ugotovili smo, da vsebuje zelena solata v primerjavi s paradižnikom več mineralov, prehranske vlaknine in esencialnih maščobnih kislin. Paradižnik je boljši vir celokupnega vitamina C, vsebuje ga 27,5 mg/100 g, zelena solata pa le 14,7 mg/100 g. Zunanji listi zelene solate vsebujejo večje vsebnosti celokupnega vitamina C kot notranji listi. Vsebnosti maščobnih kislin in vitamina C so najvišje pri zelenjavi gojeni na hidroponiki. Zelena solata vsebuje visok delež esencialne linolenske kisline (C18:3, n-3), ki v navadno gojeni zanaša 44,2 ut. % in v hidroponsko gojeni 63,5 ut. %. V paradižniku prevladuje esencialna linolna kislina (C18:2), kateri sledita palmitinska (C16:0) in linolenska (C18:3, n-3). Vsebnost vitamina C v hidroponsko gojenem paradižniku sorte Volovsko srce znaša 28,5 mg/100 g, v navadno gojenem pa 19,1 mg/100 g. Med enotedenskim skladiščenjem smo največji padec v koncentraciji vitamina C zabeležili pri hidroponsko gojenem paradižniku in zeleni solati. Pri maščobnokislinski sestavi paradižnikovega mesa in pečk nismo dokazali bistvenih razlik med sorto in načinom gojenja; ugotovili smo, da v mesu in pečkah prevladuje esencialna linolna kislina (C18:2, n-6), sledita ji palmitinska (C16:0) in oleinska kislina (C18:1).

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC UDC 635.64+635.52:631.589.2:543.062:641.1(043)=163.6  
CX vegetables / hydroponics cultivation / open field / nutritional values / lettuces / tomatoes / dry weight / water content / ash content / proteins / total fats / fatty acids composition / fibre / vitamin C  
AU PAPEŽ, Janja  
AA VIDRIH, Rajko (supervisor) / GOLOB, Terezija (co-advisor) / SIMČIČ, Marjan (reviewer)  
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology  
PY 2009  
TI THE INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNIQUE ON NUTRITIONAL QUALITY OF TOMATO AND LETTUCE  
DT Graduation Thesis (University studies)  
NO X, 59 p., 12 tab., 8 fig., 47 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB In the thesis the nutritional value and chemical analyses of tomato (*Lycopersicon Esculentum* L.) cv. Jaguar and Volovsko srce and lettuce (*Lactuca sativa*) cv. Marija field grown and grown on thin layer hydroponic system and open field were determined. The influence of storing on the content of ascorbic acid and fatty acid composition of tomato, tomato seeds and lettuce was determined. Lettuce contained more minerals, dietary fibers and fatty acids than tomato. On the other hand tomato contained more ascorbic acid (27,5 mg/100 g) compared to lettuce (14,7 mg/100 g). Outer leaves of lettuce contained more ascorbic acid than inner leaves. Lettuce grown on thin layer hydroponic system contains more fatty acids and ascorbic acid compared to field grown. Among all fatty acids, field grown lettuce contained 44,2 % of alpha linolenic acid, while lettuce grown on thin layer hydroponic system contained 63,5 % of alpha linolenic acid. In tomato the linolic acid prevails, followed by palmitic and linolenic fatty acid. In case of tomato cv. Volovsko srce more ascorbic acid was found in samples grown on thin layer hydroponic system (28,5 mg/100 g) compared to field grown (19,1 mg/100 g). The degradation of ascorbic acid in tomato and lettuce was more intensive in case of thin layer hydroponic system. According to fatty acid composition of tomato and tomato seeds no differences was found between cultivar and growing system. In tomato seeds the linolic acid prevails, followed by palmitic and oleic fatty acid.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	IV
KEY WORDS DOCUMENTATION	V
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO SLIK	X
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>3</b>
2.1 TEHNIKE GOJENJA	3
<b>2.1.1 Hidroponske tehnike gojenja</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2 Gojenje vrtnin na hidroponski način</b>	<b>5</b>
2.2 SPLOŠNO O VRTNINAH	6
<b>2.2.1 Voda</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2 Beljakovine</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3 Maščobe</b>	<b>8</b>
2.2.3.1 Esencialne maščobne kisline	9
<b>2.2.4 Ogljikovi hidrati</b>	<b>9</b>
2.2.4.1 Prehranska vlaknina	11
<b>2.2.5 Vitamini</b>	<b>11</b>
2.2.5.1 Vitamin C	12
<b>2.2.6 Minerali</b>	<b>14</b>
<b>2.2.7 Rastlinski pigmenti</b>	<b>15</b>
2.3 PARADIŽNIK	16
<b>2.3.1 Ime in splošne značilnosti</b>	<b>16</b>
<b>2.3.2 Kultivarji paradižnika</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3 Uporaba in zdravilni učinek</b>	<b>18</b>
<b>2.3.4 Kemijska sestava</b>	<b>18</b>
2.4 ZELENA SOLATA	20
<b>2.4.1 Ime in splošne značilnosti</b>	<b>20</b>
<b>2.4.2 Kultivarji zelene solate</b>	<b>20</b>
<b>2.4.3 Uporaba in zdravilni učinki</b>	<b>21</b>
<b>2.4.4 Kemijska sestava</b>	<b>22</b>
<b>3 MATERIAL IN METODE</b>	<b>23</b>

3.1 MATERIAL	23
3.2 NAČRT DELA	23
3.3 METODE DELA	23
<b>3.3.1 Določanje zračne sušine</b>	<b>23</b>
<b>3.3.2 Določanje vode v zračni sušini</b>	<b>24</b>
<b>3.3.3 Izračun vsebnosti vode v svežem vzorcu</b>	<b>25</b>
<b>3.3.4 Določanje vsebnosti pepela</b>	<b>25</b>
<b>3.3.5 Določanje vsebnosti prehranske vlaknine z modificirano encimsko-gravimetrično metodo po Proskyju</b>	<b>26</b>
<b>3.3.6 Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu</b>	<b>28</b>
<b>3.3.7 Določitev vsebnosti skupnih maščob po Weibull-Stoldtovi metodi</b>	<b>29</b>
<b>3.3.8 Določanje vsebnosti posameznih maščobnih kislin z modificirano metodo po Parku in Goinsu</b>	<b>30</b>
<b>3.3.9 Določanje vsebnosti L-askorbinske kisline in dehidroaskorbinske kisline (vitamina C) s HPLC metodo</b>	<b>32</b>
3.4 STATISTIČNA ANALIZA	34
<b>3.4.1 Osnovni statistični parametri</b>	<b>35</b>
3.4.1.1 Aritmetična sredina ali povprečje	35
<b>3.4.2 Parametrični testi</b>	<b>36</b>
3.4.2.1 Levenov test homogenosti varianc	36
3.4.2.3 Studentov <i>t</i> -test	37
<b>3.4.3 Neparametrični testi</b>	<b>37</b>
3.4.3.1 Mann-Whitneyev test	37
3.4.3.2 Kruskal-Wallisov test	38
<b>4 REZULTATI</b>	<b>39</b>
4.1 PRIMERJAVA POVPREČIJ ANALIZIRANIH VREDNOSTI V PARADIŽNIKU IN ZELENI SOLATI	39
4.2 VPLIV SORTE IN NAČINA GOJENJA NA PREHRANSKO KAKOVOST PARADIŽNIKA	40
4.3 VPLIV NAČINA GOJENJA NA PREHRANSKO KAKOVOST ZELENE SOLATE	42
4.4 VPLIV SKLADIŠČENJA NA VSEBNOST VITAMINA C	44
<b>4.4.1 Vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C v paradižniku</b>	<b>45</b>
<b>4.4.2 Vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C v zeleni solati</b>	<b>46</b>
4.5 PRIMERJAVA MAŠČOBNO KISLINSKE SESTAVE PARADIŽNIKOVEGA MESA IN PARADIŽNIKOVIH PEČK	47
<b>5 RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	<b>50</b>
5.1 RAZPRAVA	50



<b>5.1.1 Primerjava prehranske kakovosti paradižnika in zelene solate</b>	<b>50</b>
<b>5.1.2 Vpliv sorte in načina gojenja na prehransko kakovost paradižnika</b>	<b>51</b>
<b>5.1.3 Vpliv načina gojenja na prehransko kakovost zelene solate</b>	<b>52</b>
<b>5.1.4 Vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C</b>	<b>52</b>
<b>5.1.5 Primerjava maščobnokislinske sestave paradižnikovega mesa in pečk</b>	<b>53</b>
<b>5.2 SKLEPI</b>	<b>54</b>
<b>6 POVZETEK</b>	<b>55</b>
<b>7 VIRI</b>	<b>56</b>
<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

<b>Preglednica 1:</b> Vsebnost vode v nekaterih vrstah zelenjave v mg/100 g (Černe in Vrhovnik, 1992)	7
<b>Preglednica 2:</b> Priporočeni dnevni vnos vitamina C (Referenčne vrednosti ..., 2004)	14
<b>Preglednica 3:</b> Nekateri za prehrano pomembni minerali v mg/100 g očiščene vrtnine (Černe in Vrhovnik, 1992)	15
<b>Preglednica 4:</b> Kemijska sestava paradižnika (Souci in sod., 2008)	19
<b>Preglednica 5:</b> Kemijska sestava zelene solate (Souci in sod., 2008)	22
<b>Preglednica 6:</b> Statistična analiza povprečnih vrednosti analiziranih parametrov obeh sort paradižnika in zelene solate	39
<b>Preglednica 7:</b> Statistična analiza parametrov o vplivu sorte, načina gojenja ter sorte in načina gojenja na prehransko kakovost paradižnika	41
<b>Preglednica 8:</b> Statistična analiza parametrov o vplivu načina gojenja na prehransko kakovost zelene solate	43
<b>Preglednica 9:</b> Statistična analiza podatkov o vplivu skladiščenja na vsebnost vitamina C v paradižniku	45
<b>Preglednica 10:</b> Statistična analiza podatkov o vplivu skladiščenja na vsebnost vitamina C v zeleni solati	46
<b>Preglednica 11:</b> Maščobnokislinska sestava paradižnikovega mesa in paradižnikovih pečk (mg/100 g)	47
<b>Preglednica 12:</b> Statistična analiza maščobnokislinske sestave paradižnikovega mesa in paradižnikovih pečk	48

## KAZALO SLIK

<b>Slika 1:</b> Priprava hidroponskega tankoplastnega sistema	5
<b>Slika 2:</b> Hidroponsko gojen paradižnik	6
<b>Slika 3:</b> Hidroponsko gojena zelena solata	6
<b>Slika 4:</b> L-askorbinska kislina (Klofutar in sod., 1998)	12
<b>Slika 5:</b> Paradižnik sort Jaguar in Volovsko srce, gojen na navadnih tleh in s hidroponsko tehniko	17
<b>Slika 6:</b> Zelena solata sorte Marija gojena na navadnih tleh	21
<b>Slika 7:</b> Zelena solata sorte Marija gojena na hidroponiki	21
<b>Slika 8:</b> Umeritvena krivulja za določanje koncentracije L-AK	33

## 1 UVOD

S hrano, ki jo zaužijemo, dobimo vse potrebne snovi za življenje. Razpoložljivost zadostnih količin kakovostne, varne in zdravstveno ustrezne hrane ter zdrave prehranjevalne navade so temelj zdravega načina življenja. Vsi prehranski strokovnjaki so si enotni v mišljenju, da je za zdrav način življenja potrebno uživati čimbolj pestro sestavo sadja in zelenjave. Številna prehranska priporočila svetujejo, da naj bi na dan zaužili najmanj 250 g zelenjave in 150 g sadja.

Zelenjava velja za energetsko siromašno hrano, vendar je najbolj bogata z vitamini, prehransko vlaknino, minerali, in drugimi zaščitnimi snovmi, ki ugodno vplivajo na naše zdravje. Znižujejo tveganje za mnoge nenalezljive bolezni, kot so koronarna obolenja, visok krvni pritisk, diabetes tipa 2 in številne oblike raka.

Zelenjava je pomemben vir vitamina C. Predstavljata ga askorbinska in dehidroaskorbinska kislina, ki se v organizmu v encimsko kataliziranih reakcijah oksidacije in redukcije medsebojno reverzibilno pretvarjata. Faktorji, ki vplivajo na spremembe vsebnosti vitamina C so temperatura, relativna vlažnost, mehanske poškodbe, kemijska obdelava, skladiščenje ter razne procesne metode. Izgube askorbinske kisline so najpogostejše v fazi skladiščenja. To je dokazal že Bushway in sod. (1989), ko je v svoji raziskavi določil večjo vsebnost vitamina C v zelenjavi kupljeni na trgu, v primerjavi z zelenjavo kupljeno v trgovini. Številni znanstveniki veliko pozornost namenjajo tudi maščobnokislinski sestavi živil, še posebno deležu esencialnih maščobnih kislin ter iskanju ustreznega razmerja med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami. Posledice pomanjkanja in nepravilno razmerje med dnevno zaužitimi maščobnimi kislinami, vodijo do motenj v delovanju organizma v vseh življenjskih obdobjih (Connor, 2000). Podatki iz literature glede vsebnosti višjih maščobnih kislin v zelenjavi so redki, vendar le zasledimo, da listnata zelenjava temno zelene barve vsebuje večje vsebnosti linolenske kisline kot linolne kisline, kar ustreza n-6/n-3 razmerju. V zelenjavi oziroma vrtninah je tudi veliko vlaknin, kot sta celuloza in lignin, ki sta sestavini celičnih sten. V prehrani vlaknine ugodno vplivajo na prebavo in na zniževanje slabega holesterola v krvi.

V današnjem času, ko je potreba po uživanju zelenjave vse večja, je potrebno potrošniku zagotoviti zelenjavo skozi vse leto. Tako v zadnjem desetletju opažamo porast različnih tehnik, ki omogočajo pridelovanje zelenjave skozi celo leto. Pri pridelovanju vrtnin se lahko odločamo za breztalno oziroma hidroponsko gojenje, predvsem v zavarovanih prostorih. Značilnost hidroponskega gojenja je uporaba substratov, ki jih je mogoče ves čas nadzorovano dodajati. Uravnavamo lahko vlažnost substrata, koncentracijo hranil in temperaturo. Prednosti hidroponskega gojenja vrtnin v primerjavi s klasičnim gojenjem v zemlji so v izrabi površin, kjer so talne razmere manj ugodne za gojenje vrtnin, v zmanjšanem onesnaževanju okolja s sredstvi za varstvo rastlin, pa tudi v tem, da ni potrebno kolobarjenje. Slabosti hidroponskega gojenja pa so visoki investicijski stroški, znanje o delovanju in vplivih hidroponike na rast in razvoj rastlin.

## 1.1 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

- Ugotoviti in primerjati vsebnosti hranljivih snovi v paradižniku in zeleni solati glede na različen način pridelave.
- Opredeliti vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C.

## 1.2 DELOVNE HIPOTEZE

- Kemijska sestava zelenjave (solate in paradižnika), pridelane na klasičen način, se ne bo razlikovala od kemijske sestave zelenjave, pridelane s hidroponskimi tehnikami gojenja.
- Pričakujemo, da bomo v zeleni solati dokazali prisotnost prehransko pomembnih n-3 maščobnih kislin.
- Kratkotrajno skladiščenje (1 teden) ne bo vplivalo na vsebnost vitamina C v proučevani zelenjavi.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 TEHNIKE GOJENJA

Za uspešno rast in razvoj rastlin ter za doseganje visokega in predvsem kakovostnega pridelka je nujna pravilna izbira tehnike gojenja. Izbiramo lahko med talno ali hidroponsko obliko gojenja. V obeh primerih poskrbimo za optimalne rastne razmere ter primerno prehranjenost posevkov. Pri talnem gojenju so pogosto težave zaradi nepravilnega kolobarjenja, ki jih lahko preprečimo z izborom dovolj širokega kolobarja, razkuževanjem zemlje in s cepljenjem vrtnin na za določene bolezni odporne podlage.

Hidroponske tehnike gojenja rastlin omogočajo nadzorovano pridelavo pri optimalnih pogojih in gostitelju olajšajo nadzor rasti od setve do spravila (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005). V zadnjih letih se vse bolj uveljavljajo v pridelavi vrtnin, predvsem plodovk in solatnic.

#### 2.1.1 Hidroponske tehnike gojenja

Beseda hidroponika izhaja iz dveh grških besed *hydro* – voda in *ponos* – delo. Je tehnika gojenja rastlin brez prsti oz. brez zemlje. Korenine lahko rastejo v zraku (ob vzdrževanju visoke vlažnosti), v vodi z dobrim prezračevanjem ali v različnih inertnih medijih (pesek, mivka, kamena volna, šotni substrati, ekspandirana glina, žagovina). V vodi je raztopljena točno določena količina hranil, ki so potrebna za rast rastlin (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005). Osnovni pogoji za hidroponsko gojenje so zavarovan prostor z ustrezno infrastrukturo, sistemi za namakanje, dodajanje in kontrolo hranil, primeren substrat in hranilna raztopina.

Pri upoštevanju in doseganju optimalnih pogojev ima hidroponsko gojenje številne prednosti pred klasičnim gojenjem:

- rastline lahko gojimo na območjih, kjer zemlja ni primerna za rast ali je onesnažena,
- visoka intenzivnost pridelovanja v zavarovanem prostoru,
- ni potrebno upoštevati kolobarja, zato se lahko obrat specializira na eno ali nekaj vrst vrtnin in optimizira svojo pridelavo,
- manj naporega dela,
- manjši pojav bolezni in škodljivcev, manj potrebnih ukrepov za varstvo rastlin, in s tem posledično manjše onesnaževanje okolja,
- možnost uravnavanja optimalnih rasti razmer, zagotavljanje primerne vlažnosti in usklajeno dodajanje hranil,
- gospodarna raba vode in hranil.

Kljub številnim pozitivnim lastnostim hidroponskega gojenja ima le ta tudi nekaj pomanjkljivosti:

- investicijski stroški so višji kot pri klasičnem pridelovanju,
- potrebno je določeno znanje o delovanju in vplivih hidroponike na rast in razvoj rastlin ter natančnost vodenja pridelave,
- ob pojavu bolezni in škodljivcev se le ti hitro razširijo,
- ni koristnih mikroorganizmov, ki se nahajajo v tleh,

- problem onesnaževanja okolja, če uporabljena hranilna raztopina preide v podtalnico ali če substrati niso pravilno odstranjeni,
- potrebno je pogostejše opazovanje rastlin, ker se hitreje odzivajo na dobre in slabe rastne razmere,
- za hidroponski način gojenja niso primerne vse rastline.

### **Razvrstitev hidroponskih sistemov**

Po uporabi substratov in načinu gojenja ter hranilnih raztopinah razlikujemo več oblik hidroponskega gojenja rastlin (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005).

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

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

Hidroponsko gojenje delimo na:

#### **Tekočinski hidroponski sistemi,**

pri katerih ne uporabljamo internih substratov za razraščanje korenin in so večinoma zaprti sistemi.

- NFT (Nutrient Film Technique, Tehnika hranilnega filma),
- aeroponika,
- DFT (tehnika globinskega pretakanja),
- vodne kulture.

#### **Agregatni hidroponski sistemi,**

pri katerih nudi trden, inerten ali neinerten substrat rastlini oporo ter ugodne fizikalne razmere za rast in razvoj korenin. Ti sistemi so lahko odprti ali zaprti.

- Gojenje na ploščah kamene volne,
- tankoplastni sistemi gojenja,
- PPH (Plant Plane Hydroponics),
- VPH (Vertical Plane Hydroponics),
- gojenje rastlin v visečih mrežah.

Pri diplomski nalogi smo poleg klasičnega gojenja uporabili hidroponski tankoplastni sistem gojenja. Pri tem sistemu lahko uporabljamo skoraj vse inertne in tudi neinertne oziroma prstne ali šotne substrate. Pri postavitvi sistema damo na tla folijo, na njo substrat in preko tega belo ali črno-belo folijo, ki zmanjšuje evaporacijo hranilne raztopine, izsuševanje korenin in povečuje odboj svetlobe. Sadike gojimo v gojitvenih kockah kamene volne in jih postavimo na izrezane odprtine v foliji. Višina plasti substrata je 2-5 cm. Sistem gojenja na tankih plasteh substratov ima prednost pred ostalimi sistemi zaradi enostavne postavitve sistema in možnosti izbire substrata, ki je na voljo ali je cenovno ugodnejši (Osvald in Kogoj-Osvald, 2005).



Slika 1: Priprava hidroponskega tankoplastnega sistema

### 2.1.2 Gojenje vrtnin na hidroponski način

Pri hidroponskem gojenju vrtnin v zavarovanem prostoru, z ustrezno izbiro substrata in hranilne raztopine, dosežemo okrog 20 % višji pridelek, kot pri gojenju v tleh. Bistvena prednost je v tem, da sestavo hranilne raztopine prilagajamo potrebam rastlin. S tem lahko vplivamo na zunanjo in notranjo kakovost gojene zelenjave (Eichin in Schnitzler, 1994).

Pomemben vpliv na pogoje rasti, zgodnejši in višji pridelek pri hidroponskem gojenju v primerjavi s konvencionalnim gojenjem v zemlji imajo: enakomerna oskrba rastlin z vodo in hranili, uporaba bele folije, s katero pridobimo več svetlobe, znatno višja temperatura v območju korenin, zmanjšan napad bolezni in škodljivcev (Vogel, 1994).

Pri proučevanju "prehranjevanja" rastlin, gojenih na hidroponski način v rastlinjaku so prišli do naslednjih ugotovitev: naraščanje koncentracije K v hranilni raztopini poveča vsebnost organskih kislin v rastlini. Sprejem vode, N in K je tesno povezan s temperaturo raztopine. Z višanjem temperature hranilne raztopine se poveča sprejem večine hranil, kar vpliva na izrazito povečanje akumulacije hranil v listih (Adams, 1993).

V literaturi najdemo kar nekaj podatkov o prehranski kakovosti zelenjave gojene na hidroponski način. V Braziliji so naredili primerjavo med hidroponskim in talnim načinom gojenja, in sicer v vsebnosti suhe snovi, beljakovin, pepela, prehranske vlaknine, mineralov in vitaminov. Ugotovili so, da je zelenjava gojena na hidroponiki boljša od zelenjave gojene na navadnih tleh. Vsebovala je več askorbinske kisline in pepela. Koncentracija  $\beta$ -karotena se je v zeleni solati gojeni na hidroponiki gibala med 18-28  $\mu\text{g}$  in na navadnih tleh med 8-31,9  $\mu\text{g}$ . Pri hidroponsko in navadno gojenem paradižniku ni bilo bistvenih razlik v koncentraciji  $\beta$ -karotena (Kimura in Rodriguez-Amaya, 2003).





Slika 2: Hidroponsko gojen paradižnik



Slika 3: Hidroponsko gojena zelena solata

## 2.2 SPLOŠNO O VRTNINAH

Prehrana ljudi je že od nekdaj močno temeljila na uporabi vrtnin. Številne vrtnine uvrščamo v skupino zdravih rastlin, katerih uporaba je preverjena tako v ljudskem zdravilstvu kot tudi z različnimi analizami (Černe in Vrhovnik, 1992).

Vrtnine delimo v več skupin (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003):

- solatnice (solata, endivija, radič, rukola, motovilec, regrat),
- kapusnice (zelje, ohrovt, cvetača, brokoli, koleraba, kitajski kupus),
- plodovke (paradižnik, paprika, jajčevci, kumare, bučke, buče),
- korenovke in gomoljnice (korenček, rdeča pesa, zelena, peteršilj, redkvice),
- čebulnice (čebula, česen, por),
- špinacnice (špinaca, blitva),
- stročnice (grah, fižol, bob, soja, čičerika, leča).

Vse vrtnine vsebujejo makro- in mikro hranila. Makrohranila predstavljajo: voda, beljakovine in aminokisljine, maščobe ter ogljikovi hidrati. K mikrohranilom pa prištevamo minerale, vitamine in rastlinska barvila. Vrtnine so poznane kot pomemben vir vitaminov, mineralov in različnih drugih varovalnih snovi, ki nam pomagajo ohranjati naše zdravje. Majhna energijska vrednost, sorazmerno velik delež vode, majhna vsebnost osnovnih sestavin hrane, kot so beljakovine, maščobe in ogljikovi hidrati, precejšen delež balastnih snovi, zlasti celuloze, so temeljne značilnosti večine vrtnin. Zato jih cenimo tudi pri sestavljanju jedilnikov za različne bolezni, predvsem pri preobilni teži, sladkorni bolezni, želodčnih, črevesnih, ledvičnih, revmatičnih, infekcijskih ali celo rakavih obolenjih (Černe in Vrhovnik, 1992).

### 2.2.1 Voda

Voda je osnovna komponenta človeškega telesa in je nujna za ohranjanje osmotskega tlaka v celicah ter za izločanje škodljivih snovi iz organizma. Potrebe po vodi so odvisne od vnosa vode s tekočinami in hrano, od izgub pri dihanju in znojenju ter od količine izločene vode s sečem in blatom. Potreba po vnosu se enači s potrebami po energiji, torej večje kot so potrebe po energiji, večje so tudi potrebe po vodi.

Za nemoteno delovanje organizma potrebujemo povprečno 2450 ml vode na dan, od tega naj bi jo 1100 ml dobili s hrano in 1100 s pijačo, 250 ml vode pa nastane iz presnove ogljikovih hidratov, beljakovin in maščob.

Veliko vode dobimo z uživanjem zelenjave. Največ jo vsebujejo plodovke, predvsem paradižnik, kumare in lubenice, ki nam najbolj prija v poletni vročini.

**Preglednica 1:** Vsebnost vode v nekaterih vrstah zelenjave v mg/100 g (Černe in Vrhovnik, 1992)

Zelenjava	Vsebnost vode v mg/100 g očiščene zelenjave
kumare	94,3 – 98,2
solata	91,2 – 95,5
belo zelje	91,0 – 95,0
cvetača	90,9 – 94,5
paradižnik	92,0 – 95,2
korenje	86,5 – 93,0

### 2.2.2 Beljakovine

Prehranske beljakovine oskrbujejo organizem z aminokislinami in drugimi dušikovimi spojinami, ki so pomembni gradniki telesa. So sestavine vsake žive celice, hormonov, encimov in življenjskih sokov. Z njimi zagotovimo 10-15 % dnevnih potreb po energiji. Naš organizem ne more sprejemati nespremenjenih beljakovin, zato se te v prebavilih s pomočjo prebavnih encimov razgradijo do aminokislin. Aminokislina so organske kisline z značilno karboksilno (-COOH) in amino (-NH<sub>2</sub>) skupino. Med seboj se povezujejo s peptidno vezjo, pri čemer se odcepi voda in nastane peptid. Esencialne aminokislina naše telo ni sposobno sintetizirati samo, zato jih moramo dobiti s hrano. Te so: histidin, izolevcin, levcin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan in valin. Telo potrebuje tudi neesencialne aminokislina, ker samo z vnosom esencialnih aminokislin ni mogoče vzdrževati primerne ravnovesja telesnih beljakovin. Zato mora uravnotežena prehrana vsebovati zadostne količine esencialnih in neesencialnih aminokislin. Priporočen vnos beljakovin pri uravnoteženi mešani prehrani je 0,8 g na kg telesne mase na dan, kar ustreza 8-10 % deležu prehranskih beljakovin pri vnosu energije za odrasle (Referenčne vrednosti . . ., 2004).

Zelenjava vsebuje zelo malo beljakovin, le od 0,1 do 3 % v solatnicah, kapusnicah, korenovkah, nekoliko več jih je v česnu (do 6,8 %). Največ beljakovin vsebujejo stročnice, predvsem suha soja do 55 %.

V vrtninah običajno primanjkuje življenjsko pomembnih aminokislin metionina in lizina. Špinača ima med vsemi vrtninami največ triptofana, metionina in cisteina, veliko izolevcina in levcina pa vsebujejo grah, bob in leča (Černe in Vrhovnik, 1992).

### 2.2.3 Maščobe

Maščobe uvrščamo v eno izmed treh biološko najpomembnejših vrst makromolekul. Nahajajo se v vseh živih organizmih in imajo pomembno vlogo tako v živalskem kakor tudi v rastlinskem svetu (Klofutar, 1992). Delimo jih na prave maščobe in maščobam podobne snovi. Prave maščobe so estri glicerola in višjih maščobnih kislin. Višje maščobne kisline imajo bistveni vpliv na lastnosti maščob, na njihovo prebavljivost in uporabnost v zdravi prehrani. Višje maščobne kisline delimo na nasičene, kjer imamo med ogljikovimi atomi enojno vez ter nenasičene maščobne kisline, kjer imamo med ogljikovimi atomi eno ali več dvojnih vezi. Nasičene maščobne kisline se sicer večinoma vnašajo s hrano, lahko pa se tvorijo tudi v telesu z lipogenezo iz glukoze. Ker pospešujejo nastajanje in razvoj civilizacijskih bolezni, v prehrani ljudi niso zaželjene. Lavrinska, miristinska in palmitinska kislina zvišujejo koncentracijo holesterola v plazmi in posebej koncentracijo t.i. slabega LDL holesterola (Referenčne vrednosti . . ., 2004). Enkrat nenasičene in večkrat nenasičene maščobne kisline se prav tako vnašajo s hrano ali pa se sintetizirajo iz nasičenih maščobnih kislin. Izjema so večkrat nenasičene maščobne kisline s *cis* konfiguracijo in določenimi pozicijami dvojnih vezi. Te so esencialne, ker jih človeški organizem ne more proizvesti sam (Referenčne vrednosti . . ., 2004).

K maščobam podobnim snovem štejejo lecitin, kefalin (lecitin in kefalin sestavljata celične membrane, veliko ju je v možganskih in živčnih celicah), holesterol (le ta je pomembna vmesna snov, ki nastane v presnovi pri človeku, saj se lahko pretvarja v žolčne kisline, vitamin D, hormone), ergosterol (holesterolu podobna snov, ki se pod vplivom UV – žarkov sončne svetlobe zaradi sončne energije, spreminja v vitamin D<sub>2</sub>) ter karoten (karoten se v celicah črvesne stene spreminja v vitamin A in ga zato imenujemo provitamin A) (Schliper in sod., 1997).

Maščobe so energijska hranilna snov. Z njimi zagotavljamo 20-30 % dnevni potreb po energiji. Telesu zagotovimo tudi ustrezno količino v maščobah topnih vitaminov ter esencialne maščobne kisline. Dnevne potrebe človeka so odvisne od spola, starosti in telesne teže. Odrasli potrebujejo 0,8-1 g maščob/ kg telesne teže na dan (Požar, 2003).

Glavni rastlinski lipidi so olja, voski in fosfolipidi. Olja so kot rezervni lipidi najpogostejša v semenih, kjer se v obliki kemične energije porabljajo med kalitvijo semen. Struktura voskov je odvisna od rastline, ki jih izdeluje. V vrtninah je maščob še manj kot beljakovin, v presnih samo od 0,1 do 0,4 %. Nekoliko več maščob je v fižolu, grahu in bobu, do 3 %. Največ maščob pa vsebujeta sveže in suho sojino zrnje, v njem jih je od 6,5 do 27,0 %. V soji so predvsem nenasičene maščobne kisline, zato je izredno kakovostno hranilo (Černe in Vrhovnik, 1992).

Hitchok (1971) navaja, da se maščobnokislinska sestava zelenih delov višjih rastlin med sortami in vrstami zelenjave le malo razlikuje. Najbolj pogoste maščobne kisline višjih rastlin so  $\alpha$ -linolenska, linolna in palmitinska kislina. Največji delež enkrat nenasičenih maščobnih kislin predstavljata oleinska in palmitinska kislina. Tudi Brumen (2005) je v svoji raziskavi predstavila rezultate, iz katerih je razvidno, da listnata zelenjava temno zelene barve vsebuje visok ut. %  $\alpha$ -linolenske kisline. V pehtranu so jo določili 60,96 ut. %, v zeleni solati 59,92 ut. %, v rukoli 59,88 ut. %, v blitvi 56,65 ut. % in v bučkah 53,3 ut. %.

### 2.2.3.1 Esencialne maščobne kisline

Esencialne maščobne kisline so potrebne za normalno rast in razvoj. Ker jih človeško telo ne more sintetizirati preko ciklov, ki zadoščajo za sintezo neesencialnih maščobnih kislin, jih mora v organizem vnesti s hrano. Esencialni maščobni kislini sta linolna (C18:2, n-6) in  $\alpha$ -linolenska (C18:3, n-3). Pogojno esencialne maščobne kisline so derivati esencialnih maščobnih kislin: arahidonske kisline (C20:4, n-6), dokozaheksaenojske DHA (C22:6, n-3) in eikozapentaenojske kisline EPA (C20:5, n-3).

Priporočila svetovne znanstvene organizacije (WHO, 1994) za oskrbo z esencialnimi maščobnimi kislinami so sledeča (Salobir, 2001):

- večkrat nenasičene esencialne maščobne kisline naj dajo 3-7 % od skupno zaužite energije,
- razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami naj bo med 5:1 do 10:1,
- osebe, ki imajo prehrano s širšim razmerjem kot 10:1, je treba vzpodbujati, da uživajo več hrane bogate z n-3 maščobnimi kislinami, kot so zelena listnata zelenjava, stročnice, ribe in druga hrana iz morja.

Esencialne maščobne kisline imajo pomembno vlogo pri izboljšanju presnove, optimalni izrabi kisika ter pri proizvodnji energije. Njihova naloga je tudi vzdrževanje normalne ravni holesterola in trigliceridov v krvi. So nepogrešljive za normalen razvoj možganov in živčevja pri zarodku in majhnih otrocih, po fiziološki plati pa nujno potrebne za normalno delovanje osrednjega živčevja skozi vse življenje. Iz esencialnih maščobnih kislin nastajajo tudi hormonom podobne snovi, imenovane prostaglandini in. Te snovi uravnavajo napetost arterijskih mišic, izločanje natrija skozi ledvice, krvni tlak, vnetne odzive in delovanje imunskega sistema (Gordon in Joiner, 2005).

### 2.2.4 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so osnovna energijska komponenta v vsakodnevni prehrani človeka. Prehranski strokovnjaki priporočajo ogljikohidratna živila, ki vsebujejo esencialne hranljive snovi in prehransko vlaknino ter počasi dvigajo raven krvnega sladkorja. Orientacijske vrednosti za uživanje ogljikovih hidratov morajo upoštevati individualne potrebe po energiji in beljakovinah ter orientacijske vrednosti za uživanje maščob. Polnovredna mešana hrana naj bi vsebovala omejene količine maščob in veliko ogljikovih hidratov, tj. več kot 50 % dnevnih energijskih potreb. Da bi izpolnili zahteve za preventivno prehrano in še izboljšali preskrbo z vitamini, mineralnimi snovmi, mikroelementi, sekundarnimi rastlinskimi snovmi in prehransko vlaknino, naj bi živila, ki zmanjšujejo hranilno gostoto, v še večji meri zamenjali s sadjem, zelenjavo in drugimi nosilci ogljikovih hidratov, kot so polnozrnat izdelki in nemastni mlečni izdelki (Referenčne vrednosti . . . , 2004).

Ogljikovi hidrati so polihidroksi aldehidi ali polihidroksi ketoni. Nastajajo v zelenih rastlinah pri procesu fotosinteze, torej iz ogljikovega dioksida in vode v prisotnosti sončne svetlobe. Glede na število monomer jih delimo na monosaharide, oligosaharide in polisaharide.

**MONOSAHARIDI** ali enostavni sladkorji, spadajo med najpreprosteje zgrajene ogljikove hidrate, saj jih sestavlja ena sama molekula. So najhitreje prebavljivi in dajejo človeškemu telesu v kratkem času največ energije. Delimo jih na aldoze in ketoze.

- Glukoza (grozdni sladkor, dekstroza) je aldoza. Predstavlja učinkovit vir energije, ker lahko v nespremenjeni obliki prehaja skozi črevesno steno v kri. Najdemo jo v sadju, medu in tudi v nekaterih vrtninah.
- Fruktosa (sadni sladkor) je ketoza, poznana po izrazito sladkem okusu. Je sestavina trsnega in pesnega sladkorja, najdemo jo tako v sadju kot tudi v zelenjavi.
- Galaktoza spada med aldoze in je sestavina laktoze (mlečnega sladkorja). V presnovi se spreminja v glukozo.

**OLIGOSAHARIDI** spadajo med kompleksne ogljikove hidrate, ki nastanejo iz enostavnih sladkorjev. V oligosaharidih je vezanih največ deset monosaharidnih enot. V prehrani so najbolj razširjeni in pomembni disaharidi, ki so zgrajeni iz dveh molekul monosaharidov. Disaharidi so saharoza, maltoza in laktoza.

- Saharoza (trsní ali pesni sladkor) je sestavljena iz glukoze in fruktoze. Kot rezervna snov se nahaja v plodovih, gomoljih in drugih rastlinskih delih.
- Maltoza (sladni sladkor) je sestavljena iz dveh glukoz in nastane z razgradnjo škroba v kalečem ječmenu.
- Laktoza (mlečni sladkor) se nahaja v mleku in mlečnih izdelkih. Sestavljena je iz glukoze in galaktoze.

**POLISAHARIDI** nastajajo z združevanjem več kot devetih monosaharidov, pri čemer se odceplja voda. Z razliko od monosaharidov in disaharidov se polisaharidi slabo topijo v vodi in nimajo sladkega okusa. Polisaharidi so škrob, dekstrin, glikogen in vlaknine (celuloza, hemiceluloza, pektin in lignin).

- Škrob je oblika rezervnega ogljikovega hidrata pri rastlinah, ki se nahaja predvsem v podzemnih delih, semenih in plodovih. S pomočjo encimov se lahko razgrajuje v molekule glukoze, ki jih celica potrebuje za lastno presnovo, pridobivanje energije in izgrajevanje drugih snovi.
- Celuloza tvori celične stene rastlin. Je netopna v vodi in tudi prebavni sokovi je ne morejo razgraditi.
- Glikogen je živalski rezervni ogljikov hidrat, ki nastaja predvsem v jetrih in se v jetrih in mišicah tudi kopiči.

#### 2.2.4.1 Prehranska vlaknina

Pod pojmom prehranska vlaknina so zbrane sestavine rastlinskega izvora, ki jih telesu lastni encimi človeškega želodčno-črevesnega trakta ne razgradijo (Referenčne vrednosti ..., 2004). Prehransko vlaknino v osnovi delimo na topno in netopno. Netopna prehranska vlaknina zajema tiste snovi, ki jih človeški organizem s svojimi encimi ni sposoben razgraditi in se zato neprebavljene izločijo s fecesom (celuloza, netopna hemiceluloza, lignin, protopektin, netopni pentozani). Topna prehranska vlaknina pa zajema tiste snovi, ki se delno ali v celoti fermentirajo v debelem črevesu (topni pektin, glukantopni pentozani, polisaharidne gume) (Batič, 2001).

Prehranska vlaknina ima zanemarljivo izkoristljivo energetska vrednost, ima pa celo vrsto pomembnih funkcij v prebavnem traktu in ugodno vpliva na presnovo. Pri izbiri živil, bogatih s prehransko vlaknino, je treba upoštevati, da so učinki posameznih komponent prehranske vlaknine v različnih delih prebavil različne. V zgornjem delu prebavil je pomembno predvsem delovanje topne, viskozne vlaknine, ki vpliva na dinamiko in učinkovitost prebave in absorpcije hranil, na način, ki zmanjšuje možnost nastanka koronarne srčne bolezni, sladkorne bolezni, itd...V spodnjem delu prebavil pa je pomembno tako delovanje fermentabilne kot nefermentabilne vlaknine. Zaradi ugodnega vpliva vlaknine na steno debelega črevesa se zmanjša možnost nastanka zaprtja, kolorektalnega raka, vnetja kolona in divertikularne bolezni. Vlaknine pomagajo tudi pri hujšanju, saj povečajo prostornino zaužite hrane, ki poveča občutek sitosti. Zaradi teh učinkov je prehranska vlaknina tipična sestavina hrane s funkcionalnimi lastnostmi (Salobir J. in Salobir B., 2001).

V literaturi zasledimo različne podatke o priporočenem uživanju vlaknin. Pokorn (1997) omenja, da je do 50 g vlaknine na dan še v okviru zdrave prehrane, v varovalni prehrani pa naj bi bilo 27-40 g vlaknine na dan (Pokorn, 2001). Nekateri drugi avtorji za zdravo populacijo priporočajo 20-30 g skupne vlaknine na dan, od katere naj bi predstavljala 1/3 topna vlaknina. Najnovejša znanstvena priporočila za vlaknino, Dietary reference intakes (DRI), navajajo priporočene vnose med 19 in 38 g vlaknine na dan, odvisno od starosti in spola posameznika.

Različne zvrsti prehranske vlaknine najdemo tako v sadju, kot tudi v zelenjavi in žitaricah, zato je koristno njihovo kombinirano uživanje. Veliko celuloze je v zelju, stročjem fižolu, grahu, brokoliju, lupini kumar, v papriki in korenčku. Hemiceluloze pa je več v suhih in nakaljenih žitih, v brokoliju in repi. Pomembno vlaknino lignin najdemo v popolnoma zrelih plodovih jajčevca, redkvice in stročjem fižolu (Černe in Vrhovnik, 1992).

#### 2.2.5 Vitamini

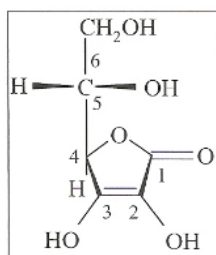
Za številne fiziološke funkcije so v organizmu potrebne minimalne količine kemično različnih snovi, ki jih imenujemo vitamini. Te snovi mora telo dobiti s hrano, saj jih zmore sintetizirati le v zanemarljivih količinah, ki ne zadovoljujejo normalnih fizioloških potreb organizma. Vitamini delujejo kot kofaktorji v encimih, ki omogočajo številne biokemične procese sinteze, presnove ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin (Pokorn, 1996).

Vitamine delimo v vodotopne (vitamini B kompleksa in vitamin C) in lipofilne, torej topne v maščobah (vitamini A, D, E, K). Vodotopni vitamini se izločajo preko ledvic in se v telesu, z izjemo vitamina B12, ne nalagajo v večjih količinah. Lipofilni vitamini pa se iz telesa lahko izločijo le s predhodno presnovo v jetrih (biotransformacija), zato je njihovo kopičenje v organizmu bistveno večje (akumulirajo se v jetrih in v adipoznem tkivu) (Pokorn, 1996). Zaradi nepravilnega uživanja vitaminov lahko pride do hipovitaminoze, avitaminoze ter hipervitaminoze. Hipovitaminoza se pojavi, če uživamo premalo določenega vitamina, ali če imamo povečane potrebe po vitaminih. Avitaminoza se pojavi, če ne uživamo vitaminov, hipervitaminoza pa nastopi ob prevelikem uživanju določenih vitaminov.

Da zadostimo dnevni potrebi po vitaminih, moramo zaužiti minimalno 400 g svežega sadja in zelenjave. Pri zelenjavi je najpomembnejši vitamin C, čeprav je njegova količina glede na različne vrste vrtnin zelo raznolika.

#### 2.2.5.1 Vitamin C

Askorbinska kislina z molekulsko formulo  $C_6H_8O_6$  in relativno molekulsko maso 176,13 nastane v reakcijah biosinteze iz glukoze. Je v vodi topna, optično aktivna bela kristalična snov in dober reducent. Po svoji strukturi je 1,4-lakton nenasičene karboksilne kisline. Močno izražene kisle lastnosti kažeta enolni hidrosilni skupini, ki sta vezana na drugem in tretjem ogljikovem atomu (slika 4). Protona na enolni skupini na drugem in tretjem ogljikovem atomu elektrolitsko disociirata (Klofutar in sod., 1998).



Slika 4: L-askorbinska kislina (Klofutar in sod., 1998)

Vitamin C najdemo v dveh oblikah, kot L- askorbinsko kislino (L-AK), ki je močan reducent, in kot L-dehidroaskorbinsko kislino (L-DHAK), ki je oksidirana oblika L-AK. Obe obliki imata biološko aktivnost in se pretvarjata iz ene oblike v drugo preko vmesnega produkta L-monodehidroaskorbinske kisline (L-MDHA) v procesih oksidacije ali redukcije.

L-askorbinska kislina je nujna tako za rastline, kakor tudi za vsa druga živa bitja, saj je pomemben antioksidant in regulator razvoja. Organizem varuje pred reaktivnimi prostimi radikali, saj z njimi reagira in s tem ščiti biološko pomembne molekule pred poškodbami. Askorbinska kislina je specifičen donor elektronov v nekaterih encimskih reakcijah, ki potekajo pri hidrolizaciji kolagena in pri biosintezi karnitina (Levine in sod., 1999). Kot reducent tudi izboljša absorpcijo železa, saj reducira Fe (III) v Fe (II), ki je mnogo bolj topen in se zato lažje absorbira. Ena izmed pomembnejših funkcij askorbinske kisline je zaščita LDL

holesterola pred oksidacijo. Askorbinska kislina pri rastlinah nastane v več zaporednih encimskih reakcijah iz D-glukoze, lahko pa nastane tudi iz drugih spojin. Na stabilnost antioksidantov v živilu vplivajo svetloba, kisik, temperatura in notranji dejavniki živil, kot so vsebnost vode, vodna aktivnost, lipidna oksidacija, pH in vsebnost določenih kovinskih ionov. Tudi že sama obdelava živila in skladiščenje močno zmanjšata količino naravnih antioksidantov. Izgube vitamina C se pojavijo že v primeru večkratnega rezanja ali trganja zelenjave in tudi pri pretiranem čiščenju listnate zelenjave, pri katerem lahko odstranimo zunanje zelene plasti, ki vsebujejo več vitaminov kot notranje.

Več kot 90 % vitamina C dobimo iz sadja in zelenjave, kjer je količina pogojena z različnimi faktorji kot so genotipske razlike, dela in vrste rastline, osvetlitev v fazi rasti, stopnja zrelosti, metode obiranja, klima, skladiščenje in ravnanje po skladiščenju. Največ vitamina C je v peteršiljevih listih (290 mg/100 g), sledi paprika (260 mg/100 g), ki ga ima največ v fiziološki zrelosti, tj. ko plodovi dozori in spremenijo barvo. Vitamina C je od 104 do 150 mg/100 g v listnatem in brstičnem ohrovtu, listih repe, regratu, korenih peteršilja. Malo vitamina C, samo 30 do 60 mg/100 g je v rdečem in belem zelju, kolerabici, redkvici, blitvi, ohrovtu, paradižniku, meloni, lubenici (Černe in Vrhovnik, 1992).

Vitamin C je izrednega pomena za človeka. Njegovo pomanjkanje v telesu lahko privede do različnih bolezenskih stanj, zato so strokovnjaki določili priporočene dnevne vnose vitamina C, ki preprečujejo pojav znakov bolezni. Priporočeni dnevni vnos za odrasle ljudi je 100 mg, količina pa se poveča pri kadilcih in nosečnicah (preglednica 2).



**Preglednica 2:** Priporočeni dnevni vnos vitamina C (Referenčne vrednosti ..., 2004)

POPULACIJSKE SKUPINE	VNOS VITAMINA C		
	mg/dan	mg/MJ <sup>1</sup> (hranilna gostota snovi)	
		m	ž
<b>Dojenčki</b>			
0-4 mesece <sup>2</sup>	50	25	26
4-12 mesecev	55	18	19
<b>Otroci</b>			
1-4 leta	60	13	14
4-7 let	70	11	12
7-10 let	80	10	11
10-13 let	90	10	11
13-15 let	100	9	11
<b>Mladostniki in odrasli<sup>3</sup></b>			
15-19 let	100	9	12
19-25 let	100	9	12
25-51 let	100	10	13
51-65 let	100	11	14
65 let in več	100	12	14
<b>Nosečnice od 4. meseca</b>	110		12
<b>Doječe matere<sup>4</sup></b>	150		14

Legenda:

<sup>1</sup> Izračunano za mladostnike in odrasle s pretežno sedečo dejavnostjo.

<sup>2</sup> Pri tem gre za ocenjeno vrednost.

<sup>3</sup> Kadilci 150 mg/dan.

<sup>4</sup> Z upoštevanjem s 750 ml materinega mleka izločene količine vitamina C.

Klasični klinični stanji pomanjkanja vitamina C sta pri dojenčku Moeller-Barlowa bolezen in pri odraslem skorbut. V glavnem se izražata v obliki motenj tvorbe kosti in rasti pri otroku ter v kasnejših življenjskih obdobjih v obliki nagnjenja do krvavitev v koži, sluznicah, mišičevju in notranjih organih (Referenčne vrednosti . . ., 2004).

## 2.2.6 Minerali

Mineralne snovi so anorganske spojine, ki gradijo kostno tkivo in zobe, ter uravnavajo osmotski tlak v organizmu. Človeško telo vsebuje 70 elementov: 22 makro- in mikroelementov je za življenje nujno potrebnih. Makroelementi so elektroliti in minerali: natrij, kalij, klor, kalcij, magnezij, fosfor, žveplo. Mikroelementi so železo, jod, baker, cink, kobalt, krom, molibden, selen, fluor, mangan, silicij in vanadij (Pokorn, 1996).

Presnova anorganskih snovi se razlikuje od presnove beljakovin, maščob in ogljikovih hidratov. V nasprotju s temi organizem anorganskih snovi niti ne proizvaja niti ne porablja. Njihovo vnašanje s hrano lahko uravnavamo samo okvirno. Pri tem je bistvenega pomena uravnavanje izločanja. Nekateri ioni so v organizmu tudi v posebnih zalogah, ki se ob

pomanjkljivem dovajanju lahko sproščajo. Klinični pomen imajo predvsem kalcij, magnezij, fosfor, železo, jod, kobalt; v določenih primerih pa še cink, baker, selen, krom, molibden. Zaradi splošnega pomanjkanja ponekod dodajajo hrani tudi kalcij, železo in jodove soli (Pokorn, 1996).

Minerali so nujno potrebni za vzdrževanje ravnotežja celičnih tekočin, nastanek krvnih in kostnih celic, pravilno delovanje živčevja, reguliranje mišičnega tonusa in aktivnost mišic, med drugimi tudi srčne mišice. Pomanjkanje nekaterih mineralov lahko povzroči motnje v metabolizmu. Zelo znan in lahko opazen primer je pojav golšavosti, ki nastane zaradi pomanjkanja joda (Paš, 2001).

**Preglednica 3:** Nekateri za prehrano pomembni minerali v mg/100 g očiščene vrtnine (Černe in Vrhovnik, 1992)

Vrtnina	Kalcij (mg/100 g)	Fosfor (mg/100 g)	Železo (mg/100 g)
paprika	6-20	22-38	0,4-1,7
solata	13-60	21-68	0,3-6,2
belo zelje	17-76	21,4-67	0,4-2,05
paradižnik	10-21	7-53	0,4-1,2
peteršilj	165-325	128	3,2-8,0

Mnenja različnih avtorjev o priporočeni dnevni količini mineralov se zelo razlikujejo. Manjše količine mineralov potrebujejo otroci do 4 leta starosti, največ pa v času intenzivne rasti.

### 2.2.7 Rastlinski pigmenti

Rastlinski pigmenti se nahajajo v kroloplastih, kjer poteka fotosinteza s pomočjo absorbirane sončne energije. Od rastlinskih pigmentov je v kloroplastih največ klorofilov a in b, karotenoidov in antocianov. V listih so klorofili predvsem v palisadnem in manj v plutastem tkivu. V zrelih plodovih so v kožici, v majhnih pa v parenhimu (Gvozdenović, 1989).

Razporeditev karotenoidov je odvisna predvsem od sorte, uporabnega dela rastline, stopnje zrelosti, klimatskih in geografskih razmer ter od načina gojenja in skladiščenja (Kimura in Rodriguez-Amaya, 2003).

Karotenoidi so odgovorni za končno rdečo barvo paradižnika (Guil-Guerrero in Reboloso-Fuentes, 2009). Najbolj zastopan karotenoid v zrelem paradižniku je likopen, ki predstavlja 80-90 % vseh pigmentov. Akumulira se v končni fazi zrelosti in njegova vsebnost ni linearno povezana s spremembo barve. Klorofili in karotenoidi imajo manjši vpliv na barvo paradižnika. Ko se začne proces zorenja, klorofil razpade in sintetizirani se pričnejo karotenoidi (Hernandez in sod., 2007).

## 2.3 PARADIŽNIK

### 2.3.1 Ime in splošne značilnosti

Paradižnik (*Lycopersicon lycopersicum* L. Karst ex Farwel ali *Lycopersicon esculentum* Mill) spada v družino razhudnikovk in ga poznamo tudi pod naslednjimi ljudskimi imeni: paradajz, maslenika, pomodori, rajsko jabolko.

Paradižnik je toplotno zahtevna zelenjavnica, ki izvira iz Južne Amerike. V Evropo ga je okrog leta 1550 prinesel Krištof Kolumb. Zaradi njegovega rahlo grenkega okusa, so ga sprva smatrali za strupeno rastlino, šele v začetku 19. stoletja se je uveljavil kot vrtnina.

Danes je paradižnik ena izmed najbolj poznanih zelenjavnic. V zmernem podnebnem pasu je enoletna vrtnina, v tropih pa trajnica s kratko življenjsko dobo. Gojimo ga zaradi plodov, ki jih uporabljamo v fiziološki in tehnološki zrelosti. Plod nastane z zraščanjem plodnih listov. Je omesenela jagoda, ki ima dva ali več prekatov. Sestavljajo ga perikarp, ki je zgrajen iz 16 do 18 plasti parenhimskih celic, zunanji sloj (epiderm) je pokrit s kutikulo. Notranjost ploda je mesnata placenta, ki tvori prekate v katerih so semena. Okrogli plodovi imajo ponavadi 2 do 4 prekate, rebrasti tudi do 20 (Pavlek, 1985). Formiranje plodov je odvisno od akumulacije viška ogljikovih hidratov nad potrebami rastline za vegetativno rast. Poleg temperature vpliva na tvorbo plodov tudi dolžina dneva. Paradižnik je nevtralna rastlina, obstajajo pa tudi sorte, ki so dolgodnevne in sorte, ki so kratkodnevne. Reakcija na dolžino dneva je torej sortna lastnost. Kritični faktor za formiranje plodov je nočna temperatura, optimalna je pri 15 – 20 °C. Plodovi začnejo odmirati pri temperaturi 12,7 °C in nižjih (Pavlek, 1985). V plodu nastane alkaloid solanin, ki izgine, ko plod začne dozorevati. Za obarvanje so značilni likopen, karoten in ksantofil. Obarvanje pospešuje osvetlitev, zavirata pa ga nizka ali previsoka temperatura. Običajno sta najbolj obarvana perikarp in povrhnjica. Za okus je pomembno razmerje med kisljinami, sladkorji in preostalimi sestavinami (Černe, 1988). Po obliki so plodovi okrogli, ovalni, podolgovato ovalni, hruškasti. Lahko so gladki ali rebrasti. Njihova masa je odvisna od kultivarja in tudi od intenzivnosti pridelovanja (Popović, 1989).

Rastline paradižnika imajo dobro razvit koreninski sistem, ki sega do 1,5 m globoko. Steblo je debelo 2 do 4 cm, pri dnu je olesenelo, dlakavo ter visoko 50 do 250 cm. Paradižnik pridelujemo na več načinov: na prostem z vzgojo sadik, z neposredno setvijo paradižnika na prostem, s pridelovanjem paradižnika v zavarovanem prostoru in s hidroponskim ali netalnim pridelovanjem (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

### 2.3.2 Kultivarji paradižnika

Glede na višino rasti razlikujemo (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994a):

- visoke ali indeterminantne kultivarje; rastline lahko zrastejo več metrov visoko, zato jih gojimo ob količkih, vrvicah ali žični armaturi in jih redno pinciramo (odstranjujemo zalistnike). Po potrebi jih tudi vršičkamo, da povečamo zgodnost in izenačenost dozorevanja,
- nizke ali determinantne kultivarje; ne potrebujejo opore. Ti kultivarji imajo krajši čas rasti kot visoki kultivarji, jih ne pinciramo in tudi ne vršičkamo.

Kultivarji paradižnika se razlikujejo po:

- velikosti plodov: droben plodni in debelo plodni,
- obliki plodov: okrogli, ploščato okrogli in podolgovati,
- barvi plodov: rdeči, rožnati, oranžni, rumeni,
- času dozorevanja: zgodnji (od setve do nabiranja mine 100 do 130 dni), srednje zgodnji (od setve do nabiranja mine 120 do 145 dni), pozni (od setve do nabiranja mine 135 do 155 dni),
- višini rasti: nizki in visoki.

Za setev izberemo ustrezne kultivarje, in sicer glede na možnost nakupa semena ali sadik in glede na način pridelovanja. V našem raziskovalnem delu smo uporabili naslednja nedeterminantna kultivarja:

- **Jaguar:** kultivar je zgojen in močno rastoč. Rastline so srednje olistane in oblikujejo srednje velike, ploščato okrogle plodove, ki so enakomerno rdeče obarvani in so brez zelenega prstana okrog peclja plodu. Tehtajo okoli 150 g in so odporni na pokanje. Dobro prenašajo transport, krajši čas jih lahko tudi skladiščimo. Plodovi so mesnati, okusni in vsebujejo malo semena,
- **Volovsko srce:** je stara udomačena slovenska sorta paradižnika, ki je primerna za pridelavo na prostem. Rastlina je bujnejše rasti in oblikuje nekoliko daljše internodije. Kultivar je nekoliko slabše odporen na pokanje, skladiščenje in transport. Plodovi tehtajo pogosto tudi več kot 300 g.



Slika 5: Paradižnik sort Jaguar in Volovsko srce, gojen na navadnih tleh in s hidroponsko tehniko

### **2.3.3 Uporaba in zdravilni učinek**

Paradižnikove plodove uporabljamo za pripravo solat, juh, soka, koncentrata, omak in za krasitev jedi (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Ljudsko zdravilstvo ceni paradižnik za zdravljenje in lajšanje številnih bolezenskih motenj. Vsebuje veliko zdravilnih snovi in učinkovin (predvsem vitaminov), ki uspešno izboljšujejo in krepijo zdravje (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994).

Paradižnik pospešuje nastajanje krvi in vpliva na njeno viskoznost, znižuje krvni tlak, pospešuje prekrvavitev, izločanje trebušne slinavke, želodčnega soka in zlasti vode iz organizma, zmanjšuje količino sečnine, ugodno vpliva na srce in obtočila, uravnava prebavo (Černe in Vrhovnik, 1992). Zaradi vseh teh lastnosti je nepogrešljiv pri različnih dietah, pri revmi, slabi prebavi in telesni utrujenosti. Uporabljamo ga lahko tudi pri nečisti ali mastni koži, svež paradižnikov sok pa preprečuje nastanek rdečice okoli gnojnih ran, blaži vročino, vnetje kože in ran.

### **2.3.4 Kemijska sestava**

Kemijska sestava plodov se ocenjuje na osnovi količine suhe snovi, sladkorja in organskih kislin v plodu. Razmerje med sladkorjem in kislino služi kot kazalec kvalitete plodov. V plodu je 5 do 6 % suhe snovi, večinoma so to ogljikovi hidrati, zlasti vodotopni sladkorji glukoza in fruktoza. Plod paradižnika vsebuje v topni obliki citronsko, jabolčno in oksalno kislino ter sledove vinske kisline (Pavlek, 1985).

Barva plodov je odvisna od kombinacij raznih pigmentov, to so predvsem likopen, ksantofil, karoten in drugi karotenoidi. Če je več karotenoidov je paradižnik lepše obarvan. V zelenih plodovih je karotenoidov 0,15 mg/100 g, v zrelih pa 0,75 mg/100 g (Černe, 1988).

**Preglednica 4:** Kemijska sestava paradižnika (Souci in sod., 2008)

Komponente	Enota	Povprečna vrednost	Skrajne meje
<b>Osnovne sestavine</b>			
voda	g/100 g	94,2	93,4 – 95,2
beljakovine	g/100 g	0,95	0,69 – 1,00
maščobe	g/100 g	0,21	0,20 – 0,30
ogljikovi hidrati	g/100 g	2,60	
prehranska vlaknina	g/100 g	0,95	
elementi	g/100 g	0,61	0,60 – 0,61
<b>Elementi</b>			
magnezij	mg/100 g	11	
kalcij	mg/100 g	8,9	5,8 – 10
železo	mg/100 g	316	230 – 570
fosfor	mg/100 g	22	14 – 30
kobalt	µg/100 g	1,7	1,0 – 9,0
jod	µg/100 g	1,1	0,1 – 2,0
<b>Vitamini</b>			
B <sub>1</sub>	µg/100 g	93	88 – 110
B <sub>2</sub>	µg/100 g	58	40 - 70
K	µg/100 g	5,6	3,0 – 23
C	mg/100 g	19	10 – 29
pantotenska kislina	µg/100 g	310	280 – 340
folna kislina	µg/100 g	22	11 - 50
<b>Ogljikovi hidrati</b>			
glukoza	mg/100 g	1081	900 – 1620
fruktoza	mg/100 g	1358	1250 - 1700
saharoza	mg/100 g	84	7,0 - 140
celuloza	mg/100 g	360	
<b>Maščobne kisline</b>			
palmitinska kislina (16:0)	mg/100 g	32	
stearinska kislina (18:0)	mg/100 g	5,0	
palmitooleinska (16:1)	mg/100 g	2,0	
oleinska kislina (18:1)	mg/100 g	23	
linolna kislina (18:2)	mg/100 g	91	
linolenska kislina (18:3)	mg/100 g	9,0	

## 2.4 ZELENA SOLATA

### 2.4.1 Ime in splošne značilnosti

Solata (*Lactuca sativa* L.) spada v skupino solatnic in jo poznamo tudi pod naslednjimi ljudskimi imeni: salata, ločika, likovšina, vihravka, latija, latuga.

Solata je enoletna zelenjavnica, ki tehnološko in tudi fiziološko dozori v kratkem časovnem obdobju. Gojimo jo na prostem in v zavarovanem prostoru. S pravilno izbiro sort in načina gojenja se lahko s kakovostnim pridelkom oskrbujemo z domačega vrta skozi vse leto (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994).

Zeleno solato pridelujemo zaradi listov, ki se razvijajo na skrajšanem reduciranem stebelu. Listi so različno obarvani-temno zeleni, svetlo zeleni, rumeno zeleni, rdečkasti, rjavkasti, lisasti (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003). Zunanji listi so običajno temnejši kot listi v notranjosti glave. Rastlina solate razvije močan koreninski sistem.

Solati dajejo prijeten okus organske kisline, kot so: oksalna, citronska in jabolčna. Vsebuje tudi veliko klorofila ter rdeče obarvane pigmente antocianidine in ksantofil. Bogata je z vlakninami. Pri pripravi solate ni priporočljivo izrezovati listnih reber, ker je v njih veliko kalijevega in natrijevega citrata. Ne odstranjujemo zgornjih zelenih delov lista, ker je tam največ vitaminov C, A in B (Černe in Vrhovnik, 1992).

### 2.4.2 Kultivarji zelene solate

Izbor sort je odvisen od časa pridelovanja ter pridelovalnih razmer na prostem in v zavarovanih prostorih. Prednost dajemo kultivarjem, ki so prilagojeni na vremenske razmere in odporni proti boleznim (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003). Ločimo naslednje kultivarje solate:

- glavnata solata za pomladansko pridelovanje,
- za poletno pridelovanje,
- za zimsko pridelovanje na prostem,
- berivke,
- rezivke,
- sorte za pridelovanje v rastlinjakih in plastenjkih.

Pri diplomski nalogi smo izbrali kultivar zelene solate Marija. Le ta spada med glavnato, krhkolistno sorto in izvira iz semenske hiše Oswald, d.o.o.. Sorta je slovenskega izvora in delo dr. Jožeta Osvalda. Primerna je za gojenje na prostem in v zavarovanih prostorih v zimskem, pomladanskem in poletnem obdobju. Je srednje hitro rastoča sorta, ki oblikuje temno zelene listne rozete in glave tipa kristalk. Cvetno steblo je srednje trdo, razvejano, višine 50-60 cm. Razvije liste, ki oblikujejo glavico in 8-12 listov, ki oblikujejo rozeto. Odporna je na nizke temperature ter proti solatni in sivi plesni (Osvald in Kogoj-Osvald, 1998).



Slika 6: Zelena solata sorte Marija gojena na navadnih tleh



Slika 7: Zelena solata sorte Marija gojena na hidroponiki

### 2.4.3 Uporaba in zdravilni učinki

Solata je osvežilna zelenjava, ki se zaradi hitre rasti skozi vse leto pojavlja na naših jedilnikih. Prijeten okus ji dajejo organske kisline. Solato skoraj vedno jemo svežo nabrano, kajti daljše shranjevanje vpliva na večjo izgubo hranilnih snovi. Nikoli je ne namakamo v vodi, ampak le speremo liste pod tekočo vodo, da zmanjšamo izgubo koristnih snovi. Zeleno solato pripravimo, tik preden z njo postrežemo. Jemo jo lahko surovo in nezabeljeno ali zabeljeno z oljem in začinjeno s soljo, kisom, česnom in drugimi začimbami (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994).

Že v starem veku so solato uporabljali kot pomirjevalo, Grki in Rimljani pa so s solatnim izvlečkom zniževali visoko telesno temperaturo. Učinkovine, ki so v solati, uravnavajo pH krvi, zmanjšujejo zakisanost, ker ovirajo nastajanje kislin v krvi, zato solata čisti kri. Klorofil, ki ga vsebuje solata, znižuje krvni tlak in uravnoveša delovanje srca. Solata pomirja kašelj, astmo in živčnost. Večje količine kalija in malo natrija pospešujejo izločanje vode, kar je pomembno za ledvične bolnike in tudi pri shujševalnih dietah (Černe in Vrhovnik, 1992).



## 2.4.4 Kemijska sestava

Preglednica 5: Kemijska sestava zelene solate (Souci in Sod., 2008)

Komponente	Enota	Povprečna vrednost	Skrajne meje
<b>Osnovne sestavine</b>			
voda	g/100 g	94,3	93,9 – 94,5
beljakovine	g/100 g	1,19	
maščobe	g/100 g	0,22	0,17 – 0,25
ogljikovi hidrati	g/100 g	1,06	
prehranska vlaknina	g/100 g	1,44	
elementi	g/100 g	0,72	0,34 – 1,04
<b>Elementi</b>			
magnezij	mg/100 g	8,8	8,3 – 21
kalcij	mg/100 g	21	20 – 56
železo	µg/100 g	314	300 – 670
fosfor	mg/100 g	23	22 – 37
nitrit	µg/100 g	680	
jod	µg/100 g	1,8	1,1 – 3,1
<b>Vitamini</b>			
B <sub>1</sub>	µg/100 g	62	40 – 80
B <sub>2</sub>	µg/100 g	78	60 – 100
K	µg/100 g	109	100 – 122
C	mg/100 g	13	8,0 – 22
pantotenska kislina	µg/100 g	110	
folna kislina	µg/100 g	59	51 – 75
<b>Ogljikovi hidrati</b>			
glukoza	mg/100 g	406	250 – 1110
fruktoza	mg/100 g	527	380 – 1380
saharoza	mg/100 g	105	40 – 130
celuloza	mg/100 g	510	250 – 760
<b>Maščobne kisline</b>			
palmitinska kislina (16:0)	mg/100 g	34	
stearinska kislina (18:0)	mg/100 g	3,9	
palmitooleinska (16:1)	mg/100 g	1,0	
oleinska kislina (18:1)	mg/100 g	5,2	
linolna kislina (18:2)	mg/100 g	52	
linolenska kislina (18:3)	mg/100 g	71	

### **3 MATERIAL IN METODE**

#### **3.1 MATERIAL**

Vzorci zelene solate, sorte Marija in paradižnika, sort Volovsko srce in Jaguar, so bili vzgojeni v plastenjaku Biotehniške fakultete, Oddelka za agronomijo v Ljubljani. Zelena solata je bila pobrana 27.05.2008, in sicer 6 kg na navadnih tleh in 8 kg na hidroponskem sistemu. Paradižnik je bil obran 31.07.2008, količina vsakega vzorca je bila približno 4 kg. Po obiranju smo vse vzorce najprej očistili nečistoč, jih sprali pod tekočo vodo in narahlo osušili. Uporabili smo samo jedilne dele zelene solate in paradižnika.

#### **3.2 NAČRT DELA**

Vse analize smo opravili na Katedri za tehnologije, prehrano in vino ter na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil Oddelka za živilstvo.

V svežih in očiščenih vzorcih smo najprej določili vsebnost vitamina C s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) in celotni postopek ponovili po enotedenskem skladiščenju vzorcev na 5 °C. Vse preostale parametre, kot so vsebnost vode, pepela, beljakovin, prehranske vlaknine, skupnih maščob in posameznih maščobnih kislin, smo določili iz zračno suhega vzorca.

#### **3.3 METODE DELA**

##### **3.3.1 Določanje zračne sušine**

(Plestenjak in Golob, 2003)

##### Princip

Zelena solata in paradižnik vsebujeta visok odstotek vode, zato smo ju najprej zračno sušili v sušilniku z ventilatorjem ca 1 dan pri temperaturi 50-60 °C.

##### Postopek

Natehtali smo po 3 kg zelene solate vsakega vzorca, jih razdelili v 3 paralelke ter jih prenesli v predhodno stehtane mreže. Pri paradižniku smo ravno tako natehtali po 3 kg vsakega vzorca, jih razdelili v 4 paralelke ter jih prenesli v predhodno stehtane petrijevke. Vse tako pripravljene vzorce smo približno en dan sušili v sušilniku pri 50-60 °C. Vmes smo večkrat previdno premešali. Po sušenju v sušilniku smo vzorce pustili 2 uri na sobni temperaturi ter jih nato stehtali. Tako smo dobili zračno suh vzorec in izračunali izgubo teže med sušenjem.

### Račun

$$\text{zrač. sušina (g/100 g)} = \frac{b}{a} \cdot 100 \quad \dots (1)$$

$$A \text{ (g/100 g)} = 100 - \text{zrač. suš.} \quad \dots (2)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = teža zračno suhega vzorca (g)

A = izguba teže med zračnim sušenjem (g/100 g)

### **3.3.2 Določanje vode v zračni sušini**

(Plestenjak in Golob, 2003)

#### Princip

Sušenje vzorca v sušilniku pri temperaturi 105 °C do konstantne mase.

#### Postopek

V predhodno posušen in stehtan tehtič smo odtehtali 2-5 g ( $\pm 0,1$  mg) zračno suhega vzorca. Vzorec smo sušili pri 105 °C do konstantne teže, ga ohladili v eksikatorju ter stehtali.

#### Račun

$$\text{vsebnost suhe snovi (g/100 g)} = \frac{b}{a} \cdot 100 \quad \dots (3)$$

$$B \text{ (g/100 g)} = 100 - \text{vsebnost suhe snovi} \quad \dots (4)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = teža vzorca po sušenju (g)

B = vsebnost vode v zračno suhem vzorcu (g/100 g)

### 3.3.3 Izračun vsebnosti vode v svežem vzorcu

(Plestenjak in Golob, 2003)

Vsebnost vode v sveži zeleni solati in svežem paradižniku smo izračunali po formuli (5):

$$\text{vsebnost vode (g/100 g)} = A + B - \frac{AB}{100} \quad \dots (5)$$

A = izguba teže med zračnim sušenjem (g/100 g)

B = vsebnost vode v zračno suhem vzorcu (g/100 g)

Vsebnost suhe snovi v proučevani zelenjavi je:

$$\text{vsebnost suhe snovi (g/100 g)} = 100 - \text{vsebnost vode} \quad \dots (6)$$

### 3.3.4 Določanje vsebnosti pepela

(Plestenjak in Golob, 2003)

#### Princip

Suhi sežig vzorcev zelene solate in paradižnika pri temperaturi 550 °C.

#### Postopek

V predhodno prežarjen, ohlajen in stehšan žarilni lonček smo odtehtali ca 3 g ( $\pm 0,1$  mg) zračno suhega vzorca. Najprej smo previdno žarili nad gorilnikom in nato v žarilni peči 4-5 ur, pri 550 °C dokler ni pepel svetlo siv. Ohladili smo v eksikatorju in stehitali. Vsebnost pepela v zračno suhem vzorcu smo izračunali po formuli (7).

#### Račun

$$\text{vsebnost pepela v zračno suhem vzorcu (g/100 g)} = \frac{b}{a} \cdot 100 \quad \dots (7)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa pepela (g)

Nato smo izračunali še vsebnost pepela v svežem vzorcu solate in paradižnika:

$$\text{vsebnost pepela v svežem vzorcu (g/100 g)} = \frac{\text{pepel v zračni sušini} \cdot \text{suha snov}}{100 - B} \quad \dots (8)$$

### **3.3.5 Določanje vsebnosti prehranske vlaknine z modificirano encimsko-gravimetrično metodo po Proskyju**

(Prosky in sod., 1994)

#### Princip

Encimska razgradnja škroba in beljakovin, filtracija in gravimetrična določitev ostanka vlaknine. S to metodo smo določili skupno, topno in netopno prehransko vlaknino.

#### Postopek

Analizo vsakega vzorca smo opravili v štirih paralelnih določitvah. Za vsako paralelko smo v 250 ml erlenmajerico natehtali 1 g vzorca ter mu nato dodali še 50 ml fosfatnega pufra (pH 6,0) in 50  $\mu$ l termostabilne  $\alpha$ -amilaze. Vse skupaj smo dobro premešali, pokrili z alufolijo in inkubirali na vreli vodni kopeli 30 min, od trenutka, ko je temperatura v raztopini dosegla 90  $^{\circ}$ C.

Po inkubaciji smo raztopino ohladili na sobno temperaturo in z dodajanjem 0,287 M NaOH, uravnali pH na 7,5. Nato smo z mikropipeto dodali 50  $\mu$ l proteaze, dobro premešali, pokrili z alufolijo in med stalnim stresanjem raztopino inkubirali 30 minut pri 60  $^{\circ}$ C (čas smo začeli meriti, ko je raztopina dosegla 60  $^{\circ}$ C). Raztopino smo ponovno ohladili na sobno temperaturo in ji naravnali pH na 4,5 z dodajanjem 0,329 M  $H_3PO_4$ .

V zadnjem delu smo raztopini dodali še 150  $\mu$ l amiloglukozidaze, zopet dobro premešali, pokrili z alufolijo in med stalnim stresanjem inkubirali 30 min pri 60  $^{\circ}$ C (štoparico smo ponovno vključili, ko je raztopina dosegla 60  $^{\circ}$ C). Po zadnji inkubaciji smo raztopino prefiltrirali skozi stehtan in s filtrirnim papirjem obložen filtrirni lonček G1. Postopek za določitev topne in netopne vlaknine je potekal ločeno.

#### **Določitev netopne prehranske vlaknine**

Ostanek v filtrirnem lončku smo dvakrat sprali s po 10 ml destilirane vode, odvzeli filtrat in še nadalje spirali s po 20 mL etanola, acetona in etra. Filtrat smo najprej posušili na zraku in nato še v termostatu pri 105  $^{\circ}$ C preko noči. Po ohladitvi v eksikatorju smo vzorce stehali in od te mase odšteli maso praznega filtrirnega lončka s filtrirnim papirjem. Dobljeni rezultat predstavlja maso ostanka netopne prehranske vlaknine. Ostanek, ki smo ga na ta način dobili, smo morali korigirati na vsebnost pepela (dve vzoredni določitvi) in na vsebnost beljakovin v preostanku (drugi dve vzoredni določitvi).

#### **Določitev topne prehranske vlaknine**

Filtrat v presesalni buči smo skupaj s spirarno vodo kvantitativno prenesli v 500 ml erlenmajerico, v prebitku dodali 280 ml etanola (96 vol %) segretega na 60  $^{\circ}$ C in pustili obarjati eno uro. Po obarjanju smo raztopino prefiltrirali skozi stehtan filtrirni lonček G1, ki smo ga v notranjosti obložili s filtrirnim papirjem. Sledilo je spiranje z 20 ml etanola, acetona in etra, nato sušenje na zraku in v termostatu pri 105  $^{\circ}$ C čez noč. Vzorce smo nato ohladili v

eksikatorju in stehtali. Od te mase smo odšteli maso praznega filtrirnega lončka s filtrirnim papirjem. Dobljeni rezultat predstavlja maso ostanka topne vlaknine.

#### **Določanje pepela v ostanku netopne vlaknine**

Filtrirni papir s sedimentom (ostanek netopne vlaknine) iz prve vzporedne določitve smo prenesli v stehtan žarilni lonček. Sledil je sežig vzorcev na grelni plošči in v žarilni peči pri 525 °C, 5 ur. Vzorce smo nato ohladili v eksikatorju in stehtali. Dobljenemu rezultatu smo odšteli maso praznega žarilnega lončka in tako dobili maso pepela.

#### **Določanje beljakovin v ostanku netopne vlaknine**

Iz drugih dveh vzporednih določitve določamo vsebnost beljakovin z metodo po Kjeldahlu. Postopek je opisan pod točko 3.3.6

#### Račun

$$\text{vsebnost netopne vlaknine (g/100 g)} = \frac{b - c - d}{a} \cdot 100 \quad \dots (9)$$

a = masa vzorca (odtehta)  
b = masa ostanka netopne vlaknine  
c = masa pepela v netopnem ostanku  
d = masa beljakovin v netopnem ostanku

$$\text{vsebnost topne vlaknine (g/100 g)} = \frac{b}{a} \cdot 100 \quad \dots (10)$$

a = masa vzorca (odtehta)  
b = masa ostanka topne vlaknine

$$\text{vsebnost netopne vlaknine (g/100 g ss)} = \frac{\% \text{ netopne vlaknine}}{100 - \% \text{ vode}} \cdot 100 \quad \dots (11)$$

$$\text{vsebnost topne vlaknine (g/100 g ss)} = \frac{\% \text{ topne vlaknine}}{100 - \% \text{ vode}} \cdot 100 \quad \dots (12)$$

Vsota topne in netopne vlaknine, določene z modificirano encimsko gravimetrično metodo, nam daje skupno prehransko vlaknino:

$$\text{vsebnost skupne vlaknine (g/100 g)} = \text{topna vlaknina} + \text{netopna vlaknina} \quad \dots (13)$$

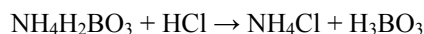
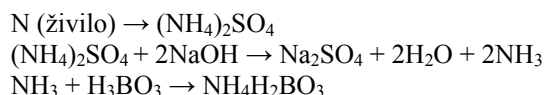
### 3.3.6 Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu

(Plestenjak in Golob, 2003)

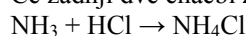
#### Princip

Metoda temelji na določanju beljakovin neposredno preko dušika (ob upoštevanju, da je ves dušik, ki je v vzorcu prisoten, beljakovinski). Za preračunavanje dušika v beljakovine uporabljamo ustrezne faktorje (F). V tem primeru vzamemo, da je v beljakovinah povprečno 16 % dušika, in iz tega lahko izračunamo ustrezni empirični faktor, ki v našem primeru znaša 6,25.

#### Kemizem



Če zadnji dve enačbi združimo:



#### Postopek

Vzorec smo razklopili s pomočjo kisline  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , katalizatorja in visoke temperature. Z destilacijo z vodno paro ob dodatku močne baze smo sprostili  $\text{NH}_3$ , ki smo ga lovili v prebitek borne kisline in nato titrirali amonijev borat s standardno klorovodikovo kislino.

Delo smo se lotili v treh fazah:

a) Mokri sežig pripravljenega homogeniziranega vzorca

V sežigno epruveto smo odtehtali od 1 do 1,3 g vzorca, dodali eno tableto bakrovega katalizatorja in 20 ml koncentrirane  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Epruvete s tako pripravljenimi vzorci smo postavili v stojalo in pokrili s steklenimi zvonci. Vse skupaj smo prenesli v ogreto enoto za razklop (Digestion Unit), kjer je bila temperatura  $370\text{ }^\circ\text{C}$ . Z vodno črpalko se odvajajo zdravju škodljivi hlapi prek enote imenovane Scrubber, kjer se del hlapov utekočini, preostanek pa se nevtralizira v ca 15 % raztopini NaOH in končno vodi prek aktivnega oglja. Sežig je bil končan po 1 uri, ko je postala tekočina bistre svetlo zelene barve.

b) Destilacija

Epruvete z vzorci smo ohladili na sobno temperaturo. Nato smo posamezno epruveto namestili v destilacijsko enoto (Distillation Unit), kjer je aparaturna samodejno dozirala 50 ml destilirane vode in 70 ml baze (30 % NaOH) v vzorec. V destilacijsko predložko se je doziralo še 60 ml borne kisline (2 %  $\text{H}_3\text{BO}_4$ ), nato pa se je začela uvajati para. Destilacija je potekala 4 min.

c) Titracija

Titracija nastalega amon-borata z 0,1 M HCl do pH vrednosti 4,65 je potekala samodejno takoj po tem, ko smo odtehtali vzorca (v mg) vnesli v titracijsko enoto (Titrino). V končni točki

titracije se je zabeležila poraba kisline, iz katere se nato izračuna % dušika in % beljakovin v vzorcu (uporabi se splošni empirični faktor za preračun dušika v beljakovine, ki je enak 6,25).

#### Račun

$$\text{vsebnost beljakovin (g/100 g)} = \frac{\text{mL } 0,1 \text{ M HCl} \cdot 1,4 \cdot f}{m} \cdot 100 \cdot 6,25 \quad \dots (14)$$

$$f = \frac{\text{tocna molarost HCl}}{0,1 \text{ M HCl}}$$

$$\text{vsebnost beljakovin} = \text{vsebnost N} \cdot f$$

mL HCl = poraba ml 0,1 M HCl za vzorec-poraba mL 0,1 M HCl za slepi poskus  
1,4 = ekvalent (1mL 0,1 M HCl ... .. 1,4 mg N)  
6,25 = F = splošni empirični faktor za preračun N v beljakovine  
f - faktor molarosti HCl

### **3.3.7 Določitev vsebnosti skupnih maščob po Weibull-Stoldtovi metodi**

(Plestenjak in Golob, 2003)

#### Princip

Hidroliza vzorcev s klorovodikovo kislino, filtriranje, sušenje in ekstrakcija v Soxhletovem aparatu.

#### Postopek

V stekleno čašo smo odtehtali ca 10 g zračno suhega vzorca, dodali 100 ml destilirane vode in 80 ml koncentrirane HCl. Čašo smo postavili v vrelo vodno kopel in med stalnim mešanjem segrevali 15 min. Nato smo jo previdno prestavili na kuhalnik, pokrili z urnim steklom in pustili 30 min rahlo vreti. Še vroče smo razredčili z destilirano vodo in takoj filtrirali skozi naguban filtrirni papir. Filtrirni papir smo izpirali z vročo vodo, s katero smo predhodno izprali čašo, v kateri smo kuhali vzorec, do negativne reakcije filtrata na Cl<sup>-</sup> ion. Po filtraciji so maščobe ostale kvantitativno na filtrirnem papirju. Le tega smo prenesli na urno steklo in ga sušili 2-4 ure pri 105 °C.

Suh filtrirni papir s filtratom smo dali v ekstrakcijski tulec, ga pokrili z vato in tulec namestili v ekstrakcijski nastavek Soxhletovega aparata. Na spodnji del nastavka smo pritrdili ustrezno bučko, ki smo jo predhodno posušili, ohladili in stehali. Na zgornjem delu ekstrakcijskega nastavka smo na vzorec dodali zadostno količino topila petroletra. Po končani ekstrakciji smo preostanek topila odparili, bučke z ekstrahirano maščobo pa sušili v sušilniku pri 105 °C. Sledilo je ohlajevanje bučk v eksikatorju in tehtanje. Skupno količino maščob v vzorcu smo izračunali po formuli (15).



### Račun

$$\text{vsebnost mascob v zracno suhem vzorcu (g/100 g)} = \frac{b - c}{a} \cdot 100 \quad \dots (15)$$

b = masa bučke z ostankom (g)

c = masa prazne bučke (g)

a = odtehta vzorca (g)

Izračunali smo tudi vsebnost maščob v svežem vzorcu:

$$\text{vsebnost mascob v svežem vzorcu} = \frac{\text{masc. v zracni sušini} \cdot \text{suha snov}}{100 - B} \quad \dots (16)$$

### **3.3.8 Določanje vsebnosti posameznih maščobnih kislin z modificirano metodo po Parku in Goinsu**

#### Princip

Maščobe istočasno ekstrahiramo in zaestrimo. Metilni estri so po končani reakciji prisotni le v heptanski plasti na vrhu raztopine, ki jo analiziramo na plinskem kromatografu.

#### Postopek

V epruvete z navoji (Hachove epruvete) smo odtehtali 100 µl raztopine internega standarda in ca 1 g homogeniziranega vzorca (zeleno solato smo zdrobili s pomočjo tekočega dušika, paradižniku pa smo odstranili pečke in ga zmiksali v multipraktiku). Posebej smo analizirali tudi paradižnikove pečke, ki smo jih predhodno ločili od paradižnikovega mesa, rahlo posušili in zdrobili s pomočjo tekočega dušika. Raztopini internega standarda smo dodali ca 0,05 g vzorca paradižnikovih pečk. V vsako epruveto smo nato dodali 300 µl metilen klorida (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) in 3 ml 0,5 M sveže pripravljene raztopine NaOH v metanolu, jih tesno zaprli ter dobro premešali. Tako pripravljene vzorce smo segrevali v termobloku pri 90 °C, približno 1 uro (da se nam je vzorec v celoti raztopil) in jih vmes večkrat premešali. Po segrevanju smo epruvete hitro ohladili v mrzli vodi. Ohlajeni zmesi smo dodali 3 ml 14 % raztopine BF<sub>3</sub> v metanolu ter ponovno segrevali v termobloku 10 min pri 90 °C. Po končanem segrevanju smo epruvete ohladili na sobno temperaturo in dodali 3 ml 10 % raztopine NaCl za povečanje ionske jakosti (lažje ločevanje vodne in heksanske faze) ter 1,5 ml heksana. Raztopino smo 1 minuto močno stresali s pomočjo mešalnika vorteks, da je prišlo do čim boljše ekstrakcije metilnih estrov maščobnih kislin iz vodne v nepolaro heksansko fazo. Stresanju je sledilo še 10 minutno centrifugiranje pri 1000 obratih/minuto. Po centrifugiranju smo previdno odpipetirali heksansko fazo v temne penicilinke in jih shranili do analize na plinskem kromatografu pri - 20 °C. Po končani analizi smo s pomočjo internega standarda iz kromatografskih vrhov po formuli (17) izračunali količino posamezne maščobne kisline.

### Priprava internega standarda

V 10 ml merilno bučko smo odtehtali 0,099 g ( $\pm 0,00001$ g) kromatografsko čistega internega standarda heptadekanojske kisline (C17:0) ter mu dodali 4 ml metanola in 2 ml heksana. Natančno smo si zapisali vse odtehte, ki so nam kasneje služile pri izračunu mase internega standarda ( $m_{17}$ ).

### Plinska kromatografija

Maščobnokislinsko sestavo metilnih estrov maščobnih kislin smo določili s pomočjo plinske kromatografije, ki se uporablja za analize lahko hlapnih vzorcev. Pri plinski kromatografiji predstavlja mobilno fazo inertni nosilni plin (dušik, helij), stacionarna faza pa je nehlapna organska tekočina, ki je porazdeljena na inertnem nosilcu, ki je v dolgi tanki koloni.

Osnova separacije je porazdelitev med obe fazi, pri čemer se posamezne analizirane komponente različno porazdelijo ter potujejo z različnim časom in hitrostjo, zaznamo pa jih z detektorjem. Detektor je običajno plamensko ionizacijski, zaznava že zelo majhne količine preiskovanih snovi, ki zapuščajo kolono.

Ločevanje in detekcija sta potekali pri naslednjih pogojih:

plinski aparat:	Agilent Technologies 689 N
kolona:	SUPELCO - SPB PUFA, 30 m $\times$ 0,25 mm $\times$ 0,2 $\mu$ m
detektor:	FID
temperatura kolone:	210 °C
temperatura detektorja:	260 °C
temperatura injektorja:	250 °C (split 1 : 100)
tlak na injektorju:	31,6 psi
nosilni plin:	He
pretok He:	1 ml/min
pretok N <sub>2</sub> :	45 ml/min
pretok H <sub>2</sub> :	40 ml/min
pretok zraka:	450 ml/min
volumen injiciranja:	1,0 $\mu$ l

### Račun

Vsebnost posameznih maščobnih kislin smo izračunali po formuli:

$$C \text{ (mg /100 g)} = (A_i \times F_{A_i} \times m_{17} \times 100) / (A_{17} \times F_{A_{17}} \times m_{vz}) \quad \dots(17)$$

C = vsebnost posamezne maščobne kisline (mg/100 g)

A<sub>i</sub> = površina vrha posamezne maščobne kisline

F<sub>A<sub>i</sub></sub> = koeficient posamezne maščobne kisline

m<sub>17</sub> = masa internega standarda (g)

A<sub>17</sub> = površina vrha internega standarda

F<sub>A<sub>17</sub></sub> = koeficient internega standarda

m<sub>vz</sub> = masa vzorca (g)

Koncentracijo internega standarda smo izračunali po formuli:

$$C_{IS} = 0,1202 \text{ g} / 4,1443 \text{ g topila} \quad \dots (18)$$

Maso internega standarda smo izračunali po formuli:

$$m_{IS} = m \cdot 0,1202 \text{ g} / 4,1443 \quad \dots (19)$$

m = masa vzorca (g)

### **3.3.9 Določanje vsebnosti L-askorbinske kisline in dehidroaskorbinske kisline (vitamina C) s HPLC metodo**

#### Princip

Dehidroaskorbinska kislina skupaj z askorbinsko kislino predstavlja vitamin C, saj se v telesu v oksido-redukcijskih reakcijah reverzibilno pretvarjata (Poredoš, 2006).

#### Postopek

#### **Priprava 2 % metafosforne kisline**

Kristale metafosforne kisline smo v tarilnici zdrobili v prah in 20 g kvantitativno prenesli v 1000 ml bučo, dopolnili do oznake z dvakrat destilirano vodo ter raztopili ob mešanju z magnetnim mešalom.

#### **Priprava 10 mM TCEP**

V erlenmajerico smo natehtali 43 mg TCEP in raztopili v 15 ml 2 % metafosforne kisline (MFK). Vse skupaj smo dobro premešali in do uporabe shranili v hladilniku.

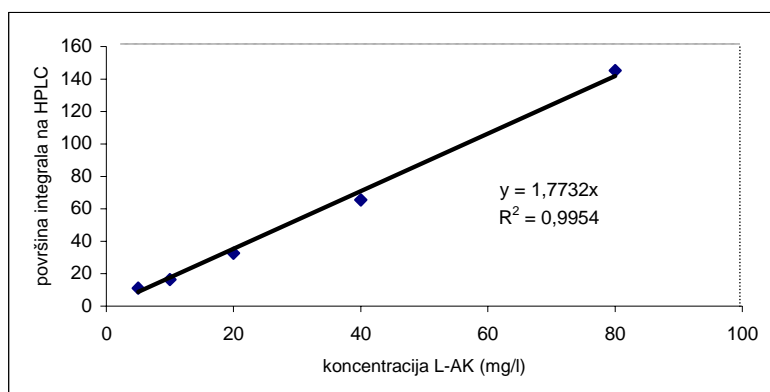
#### **Priprava vzorcev za analizo vitamina C**

Analizo vsakega vzorca smo naredili v treh ponovitvah. Pri vzorcih zelene solate smo L-askorbinsko kislino in dehidroaskorbinsko kislino določevali ločeno v zunanjih in notranjih listih. Celoten postopek določevanja smo ponovili po enotedenskem skladiščenju. V 50 ml centrifugirke, v katerih je bilo 10 g ledeno hladne metafosforne kisline, smo zatehtali 5 g svežega vzorca in mešanico homogenizirali z ultraturaxom, da je zmes postala homogena. Tako pripravljene vzorce smo centrifugirali 15 min pri 1000 obratih. Supernatant vsakega vzorca smo prefiltrirali skozi filter 0,45  $\mu\text{m}$  v dve mikrocentrifugirki in zopet centrifugirali (Centrifuge 5415D, eppendorf) 20 min pri 4000 rpm. Supernatante vzorcev smo prefiltrirali skozi filter 0,45  $\mu\text{m}$ , tokrat vzorec iz dveh mikrocentrifugirk v eno mikrocentrifugirko. Po ponovnem 20 minutnem centrifugiranju pri 4000 rpm smo v vsako od dveh vial, pripravljenih za eno paralelko vzorca, skozi filter 0,45  $\mu\text{m}$  prefiltrirali 400  $\mu\text{l}$  supernatanta. V prvo vialo smo dodali 800  $\mu\text{l}$  10 mM TCEP reagenta v 2 % metafosforni kislini. Na ta način smo določili skupno askorbinsko kislino oziroma totalni vitamin C, ki je vsota askorbinske in

dehidroaskorbinske kisline. Nato smo določali samo askorbinsko kislino tako, da smo v drugo vialo, v kateri je že bilo 400  $\mu$ l supernatanta vzorca, dodali 800  $\mu$ l 2 % metafosforne kisline. Tako pripravljene vzorce smo analizirali s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC).

### Priprava standarda (umeritvene krivulje)

Odtehtali smo 0,050 g L (+) – askorbinske kisline v 100 ml bučko in do oznake dopolnili s pripravljeno 2 % metafosforno kislino. Tako smo dobili izhodno standardno raztopino L-AK, iz katere smo z ustreznim razredčevanjem pripravili različne koncentracije standardnih raztopin L-AK, ki smo jih uporabili za umeritveno krivuljo. V štiri 25 ml bučke smo odpipetirali po 0,5, 1, 2, 4 ml pripravljene izhodne standardne raztopine L-AK in do oznake dopolnili z 2 % metafosforno kislino. Tako pripravljene raztopine smo prenesli v vialo in jih injicirali v HPLC kolono.



Slika 8: Umeritvena krivulja za določanje koncentracije L-AK

Kromatografski pogoji na HPLC koloni Bio-Rad Aminex HPX:

kolona:	87 H, 300 $\times$ 7,8 mm
mobilna faza:	0,004 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
pretok mobilne faze:	0,6 ml/min
gradientna črpalka:	Maxi Star, Knauer
volumen injiciranja:	20 $\mu$ l
detektor:	UV-VIS, valovna dolžina: 245 nm (Knauer)

### Račun

$$\text{vsebnost celokupnega vitamini. } C \text{ (mg / 100 g)} = \frac{c \cdot (a + b) \cdot R}{a \cdot 10} \quad \dots (20)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa 2 % metafosforne kisline (g)

R = razredčitev vzorca

c = konc. celotnega vitamina C v raztopini (mg/l) – izračunano iz umeritvene krivulje

$$\text{vsebnost askorbinske kisline (mg / 100 g)} = \frac{c \cdot (a + b) \cdot R}{a \cdot 10} \quad \dots (21)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa 2 % metafosforne kisline (g)

R = razredčitev vzorca

c = konc. askorbinske kisline v raztopini (mg/l) – izračunano iz umeritvene krivulje

$$\begin{aligned} &\text{vsebnost dehidroaskorbinske kisline (mg / 100 g)} \\ &= \text{vsebnost celokupnega vitamini. } C \text{ (mg / 100 g)} - \\ &\text{vsebnost askorbinske kisline (mg / 100 g)} \end{aligned} \quad \dots (22)$$

## 3.4 STATISTIČNA ANALIZA

Statistika je znanstvena veda, ki z njej lastnimi metodami izbira, obdeluje in analizira statistične podatke. Na ta način proučuje masovne pojave v skupini statističnih enot, odkriva njihove zakonitosti, ter jih poizkuša prenesti na širšo množico – statistično populacijo.

Večina metod za statistično analizo podatkov temelji na nekaterih predpostavkah v zvezi s porazdelitvijo populacije. Tako npr. predpostavljamo, da je vzorec vzet iz približno normalno porazdeljene populacije, nato pa s statistično metodo preskušamo domnevo o povprečju ali o varianci te populacije. S temi metodami torej preverjamo domneve o parametrih populacije in jih zato imenujemo tudi parametrične metode. Na drugi strani pa se pojavljajo metode, ki ne temeljijo na predpostavki o normalni ali drugačni porazdelitvi populacije. Ker z njimi ne preizkušamo domnev o statističnih parametrih populacije, jim pravimo neparametrične statistične metode ali testi (Adamič, 1989).

Parametrične metode imajo večjo moč odkrivanja statističnih značilnosti in so primernejše za analizo podatkov, ki zahtevajo več vzorcev ali skupin, ter za oceno mej in intervalov zaupanja. Njihova pomanjkljivost je predvsem v tem, da je predpostavka o normalni porazdelitvi populacije le slabo utemeljena. Glavna prednost neparametričnih testov je v njihovi neobčutljivosti za obliko porazdelitve populacije. Njihova moč je manjša od moči parametričnih testov, kar pomeni večjo verjetnost, da bo statistična značilnost nekega rezultata ostala neodkrita. Neparametrični testi so predvsem primerni za oceno značilnosti, manj pa za oceno mej in intervala zaupanja (Adamič, 1989).

Pri statistični analizi najprej pretehtamo in presodimo, katera metoda bi bila najprimernejša za analizo problema, ki ga raziskujemo, in za vrsto podatkov, s katerimi imamo opraviti. Ko smo metodo izbrali, vselej natančno definiramo osnovno domnevo ( $H$ ), ki v splošnem pravi, da se preiskovane vrednosti med seboj statistično značilno razlikujejo. Tej poiščemo nasprotno, ničelno domnevo ( $H_0$ ), ki trdi, da razlik ni ali pa so zgolj naključne. Ker si osnovna in ničelna domneva nasprotujeta, ima zavrnitev ničelne domneve za posledico sprejetje osnovne domneve. Pred preverjanjem domnev je potrebno določiti kritično oz. zgornjo mejo tveganja ( $\alpha$ ), pri kateri sprejmemo ali zavrnemo ničelno hipotezo. V biostatistiki so najpogosteje izbrane vrednosti 0,05, 0,01 ali 0,001, glede na to govorimo tudi o 5 %, 1 % ali 0,1 % stopnji značilnosti rezultatov oziroma stopnji tveganja. Če je izračunana

vrednost izraza manjša od kritične vrednosti, ki jo pri izbrani stopnji tveganja in številu prostostnih stopenj odčitamo iz ustrezne statistične preglednice, zavrnemo ničelno domnevo in sprejmemo osnovno. V nasprotnem primeru, ničelne domneve ne moremo zavrniti in osnovna ostane nepotrjena (Adamič, 1989).

Podatke o prehranski kakovosti zelene solate in paradižnika, smo statistično obdelali s pomočjo računalniškega statističnega programa (SPSS 15.0 for Windows. Evaluation version, 2006), pri 0,05 stopnji tveganja. Rezultati obdelav eksperimentalnih podatkov so podani v obliki vrednosti statistične značilnosti – signifikance (*Sig*) in predstavljajo izračunano vrednost izraza, ki ji je bila pripisana verjetnost, odčitana iz ustrezne statistične preglednice vzorčnih podatkov pri 0,05 stopnji tveganja. Kadar je vrednost signifikance manjša od 0,05, sprejmemo osnovno hipotezo, saj je tveganje, s katerim zavračamo ničelno hipotezo, dovolj majhno. Signifikanca večja od 0,05 pomeni, da je tveganje zavrnitve ničelne domneve preveliko.

Pri statistični analizi so bile uporabljene naslednje metode:

- a) Osnovni statistični parametri:
  - aritmetična sredina.
- b) Parametrični testi:
  - Levenov test homogenosti varianc,
  - analiza varianc (ANOVA),
  - Duncanov test,
  - Studentov *t*-test .
- c) Neparometrični testi:
  - Mann-Whitneyev test,
  - Kruskal-Wallisov test.

### 3.4.1 Osnovni statistični parametri

#### 3.4.1.1 Aritmetična sredina ali povprečje

Aritmetična sredina vzorca ( $\bar{x}$ ) je najpogosteje izbrano merilo srednje vrednosti. Predstavlja nekakšno težišče podatkov, saj je vsota odklonov posameznih vrednosti spremenljivke od povprečja navzgor enaka vsoti odklonov navzdol. Vsota vseh odklonov od aritmetične sredine je tako vedno enaka nič. Hkrati je tudi vsota kvadratov odklonov posameznih vrednosti od aritmetične sredine manjša kot vsota kvadratov teh odklonov od katerega koli drugega števila.

### 3.4.2 Parametrični testi

#### 3.4.2.1 Levenov test homogenosti varianc

Pri Levenovem testu iz vsakega vzorca zgradimo nov vzorec, v katerem so združene absolutne vrednosti odmikov od povprečne vrednosti opazovanega vzorca. Na tako dobljenih novih vzorcih, ki opisujejo disperzije statističnih enot znotraj posameznih vzorcev, izvedemo analizo variance, s katero preverimo homogenost varianc neodvisnih vzorcev. Osnovna domneva (23) pri Levenovem testu pravi, da med vsaj enim parom varianc obstaja statistično značilna razlika, ničelna pa (24), da razlik med variancami ni:

$$H_0 : s_1 = s_2 = \dots = s_n \quad \dots (23)$$

$$H : s_1 \neq s_2 \quad \dots (24)$$

Vrednost signifikance, ki nam jo vrne test, pove, katera izmed domnev je prava. Vrednost signifikance, ki je manjša od stopnje tveganja 0,05 vodi k sprejetju osnovne domneve, vrednost večja od 0,05 pa k potrditvi ničelne. Ničelna domneva je tista, ki si jo v danem primeru želimo, saj pomeni, da smemo vzorce medsebojno primerjati z dejansko analizo variance, ki sledi.

Prednost Levenovega testa je manjša občutljivost za morebitna odstopanja podatkov od normalne porazdelitve, zato je primeren tudi takrat, ko za obravnavano spremenljivko ne moremo privzeti normalne porazdelitve.

#### 3.4.2.2 Analiza varianc (ANOVA)

Analizo variance uporabljamo le pri vzorcih, kjer je porazdelitev statistične spremenljivke normalna in kjer se variance med seboj statistično ne razlikujejo. Enakost varianc med vzorci imenujemo tudi homogenost varianc in smo jo predhodno preverili z Levenovim testom.

Analiza variance proučuje variabilnost vseh statističnih vzorcev hkrati. Z merjenjem vsote kvadratov odklonov opazovanih vrednosti od aritmetične sredine določa skupno variabilnost, ki jo nato razčleni na dele, opredeljene z različnimi viri variiranja. Celotno varianco enot iz vseh vzorcev tako razstavi na varianco enot v posameznem vzorcu in na varianco med temi vzorci (Košmelj in sod., 2002).

$$H_0 : x_1 = x_2 = \dots = x_n \quad \dots (25)$$

$$H : x_1 \neq x_2 \quad \dots (26)$$

Ničelna domneva (25) pravi, da vsi statistični vzorci izhajajo iz populacije z enakim povprečjem, osnovna (26) pa, da med opazovanimi statističnimi vzorci obstajata vsaj dva, katerih povprečji sta statistično različni. Kadar je vrednost signifikance dovolj majhna, manjša od 0,05, sklepamo, da vzorci pripadajo različnim populacijam oziroma, da med statističnimi vzorci obstaja vsaj en par, ki ima različni povprečji. S tem je zavrnjena ničelna hipoteza, ki pravi, da razlike ne obstajajo in posledično je sprejeta osnovna. Kadar med seboj primerjamo le dva statistična vzorca, analizo variance nadomestimo s Studentovim *t*-testom, ki daje enak rezultat (Adamič, 1989).

### 3.4.2.3 Studentov $t$ -test

Studentov  $t$ -test uporabimo pri analizi parnih podatkov, kjer upoštevamo le razliko med obema podatkom v posameznem paru. Razliko označujemo z  $d$ , povprečno razliko v vzorcu z  $\bar{d}$ , povprečno razliko v celi hipotetični populaciji pa z  $\mu_d$ . Ničelna domneva v tem primeru trdi, da je pri populaciji povprečje razlik med obema podatkom v parih enako nič (27) (Adamič, 1989).

$$H_0 : \mu_d = 0 \quad \dots (27)$$

Studentov  $t$ -test temelji na enačbi (28) le da namesto vrednosti spremenljivke upoštevamo njeno razliko v posameznem paru (Adamič, 1989):

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}} \quad \dots (28)$$

Iz izračunane vrednosti  $t$ , stopnje tveganja in številu prostostnih stopinj iz tabel določimo kritično vrednost. Če je dobljena vrednost  $t$  manjša od kritične vrednosti, ničelne domneve ne moremo zavrniti.

### 3.4.2.4 Duncanov test

Duncanov test je zaključni test, namenjen analizi večjega števila vzorcev, za katere je znano, da so homogeni, a ne pripadajo isti populaciji. Raziskovanje vzorcev je osnovano na večkratnem preizkušanju variacijskih razmikov. Stopnja značilnosti – signifikance temelji na številu neodvisnih primerjav med aritmetičnimi sredinami. S pomočjo tega testa razdelimo posamezne vzorce v več podskupin, v katerih se vzorci glede na opazovano statistično spremenljivko ne razlikujejo.

## 3.4.3 Neparometrični testi

### 3.4.3.1 Mann-Whitneyev test

Kadar imamo opraviti z dvema neodvisnima vzorcema, lahko domnevo, da izhajata oba vzorca iz iste populacije, preskušamo z Mann-Whitneyevim testom. Ta test je neparometrični analog  $t$ -testu in zanj veljajo vse značilnosti neparometričnih testov. Temelji na predpostavki, da se povprečna ranga enega ali drugega vzorca, če podatke obeh uredimo v skupno ranžirno vrsto, razlikujeta samo v mejah slučajnosti, kadar sta oba vzorca vzeta iz iste populacije (Adamič, 1989).

Podatke obeh vzorcev uredimo v eno ranžirno vrsto, nato pa za vse podatke rangiramo ne glede na to, kateremu vzorcu pripadajo. Nato seštejemo range vseh enot manjšega vzorca, tako da dobimo vsoto njihovih rangov  $T_1$ . Če je vrednost  $T_1$  enaka prvemu številu ali manjša od njega oziroma enaka drugemu številu ali večja od njega, lahko ničelno domnevo zavrnemo pri 5 % tveganju (Adamič, 1989).



#### 3.4.3.2 Kruskal-Wallisov test

Kruskal-Wallisov test uporabljamo kadar primerjamo 3 ali več neodvisnih vzorcev. Postopek je podoben kot pri Mann-Whitneyevem testu. Vse podatke rangiramo ne glede na to, iz katere skupine je enota. Range vsake skupine seštejemo in podatke vnesemo v izraz (29) (Adamič, 1989):

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \cdot \sum \frac{T_v^2}{n_v} - 3(n+1) \quad \dots (29)$$

Na podlagi izračunane vrednosti H, stopnje tveganja in številu prostostnih stopinj iz tabel določimo kritično vrednost. Če je dobljena vrednost H manjša od kritične vrednosti ničelne domneve ne moremo zavrniti.

## 4 REZULTATI

### 4.1 PRIMERJAVA POVPREČIJ ANALIZIRANIH VREDNOSTI V PARADIŽNIKU IN ZELENIM SOLATI

Za primerjavo povprečij analiziranih vrednosti v paradižniku in zeleni solati smo se poslužili statistične analize, in sicer parametričnega *t*-testa in neparametričnega Mann-Whitneyevega testa. Ker je bila vrednost izračunane signifikance pri *t*-testu manjša od stopnje tveganja 0,05, smo zavrnili ničelno in sprejeli osnovno domnevo, ki pravi, da se vzorci med seboj statistično razlikujejo. Zaradi preglednosti podatkov smo v preglednici 6 navedli samo vrednosti signifikance manjše od stopnje tveganja 0,05, kar pomeni statistično razliko med analiziranim parametrom v paradižniku in zeleni solati.

**Preglednica 6:** Statistična analiza povprečnih vrednosti analiziranih parametrov obeh sort paradižnika in zelene solate

Parametri	Paradižnik	Zelena solata	t-test	Mann-Whitneyev test
voda (g/100 g)	94,3	93,1		
suha snov (g/100 g)	5,73	6,95		
pepel (g/100 g)	0,62	0,87		
beljakovine (g/100 g)	0,90	0,87		
maščobe (g/100 g)	0,1	0,07		
netopna vlaknina (g/100 g s.s.)	0,69	2,17		
topna vlaknina (g/100 g s.s.)	0,56	1,16		
skupna vlaknina (g/100 g s.s.)	1,26	3,33		
palmitinska kislina (C16:0) (ut. %)	36,0	17,7	0,000	
stearinska kislina (C18:0) (ut. %)	4,34	1,55	0,005	
oleinska kislina (C18:1) (ut. %)	4,16	2,40	0,033	
linolna kislina (C18:2, n-6) (ut. %)	41,6	22,0	0,034	
linolenska kislina (C18:3, n-3) (ut.d.)	13,0	56,1	0,018	
arahidinska kislina (C20:0) (ut. %)	1,02	0,24	0,010	
L-askorbinska kislina (mg/100 g)	21,7	22,4		
dehidroaskorbinska kislina (mg/100 g)	5,81	6,51		
celokupni vitamin C (mg/100 g)	27,5	14,7	0,025	

Iz preglednice 6 je razvidno, da smo na podlagi Studentovega *t*-testa dokazali statistično značilne razlike med paradižnikom in zeleno solato v maščobno kislinski sestavi, in sicer v količini palmitinske (C16:0), stearinske (C18:0), oleinske (C18:1), linolne (C18:2, n-6), linolenske (C18:3, n-3) in arahidinske (C20:0) kisline ter v vsebnosti celotnega vitamina C. Med vsemi maščobnimi kislinami je prevladovala esencialna linolenska kislina (C18:3, n-3),

in sicer v zeleni solati, z 56,1 ut. %, medtem, ko je bila njena vsebnost v paradižniku le 13,0 ut. %. Linolenski kislini je sledila linolna kislina (C18:2, n-6), katere delež je bil največji v paradižniku in je znašal 41,6 ut. %, v zeleni solati pa 22,0 ut. %. V paradižniku je bila v veliki meri zastopana tudi palmitinska kislina, in sicer 36,0 ut. %, v zeleni solati pa je bil njen delež 17,7 ut. %. Utežni delež stearinske kisline (C18:0) v paradižniku je bil 4,34 %, v zeleni solati pa 1,55 %, količina oleinske kisline v paradižniku je znašala 4,16 ut. %, v zeleni solati pa le 2,40 ut. %. Najmanjši delež je predstavljala arahidinska kislina, in sicer v paradižniku 1,02 ut. % in v zeleni solati 0,24 ut. %. Iz analiziranih vrednosti lahko vidimo, da je paradižnik vseboval 27,5 mg/100 g celokupnega vitamina C, kar je bilo več kot v zeleni solati, kjer je znašal 14,7 mg/100 g.

Z neparametričnim Mann-Whitneyevim testom smo ugotovili, da med analiziranimi parametri v paradižniku in zeleni solati ni statistično značilnih razlik.

#### 4.2 VPLIV SORTE IN NAČINA GOJENJA NA PREHRANSKO KAKOVOST PARADIŽNIKA

Prehransko kakovost paradižnika smo ovrednotili s parametri v preglednici 7, glede vpliva sort: Jaguar in Volovsko srce, vpliva gojenja: navadno in hidroponika ter kombiniranega vpliva sorte in gojenja. Zopet smo opravili statistično analizo, tudi tokrat Levenov test in analizo variance – ANOVA. Pri rezultatih statistične analize smo ponovno navedli samo vrednosti signifikance manjše od stopnje tveganja 0,05, kar pomeni, da ima sorta ali način gojenja ali sorta in način gojenja statistično značilen vpliv na prehransko kakovost paradižnika.

Pri statistični obdelavi podatkov o prehranski kakovosti paradižnika smo s pomočjo analize variance dokazali, da ima sorta statistično značilen vpliv na vsebnost vode, vsebnost suhe snovi, vsebnost palmitinske (C16:0) in linolne kisline (C18:2, n-6), ter na vsebnost askorbinske in dehidroaskorbinske kisline. Vsebnost vode v paradižniku sorte Jaguar je bila 93,8 g/100 g, v paradižniku sorte Volovsko srce pa 94,7 g/100 g. Iz parametrov maščobno kislinske sestave je razvidno, da je bilo v paradižniku prisotne največ esencialne linolne kisline (C18:2, n-6), in sicer v paradižniku sorte Jaguar 40,1 ut. % in pri sorti Volovsko srce 43,2 ut. %. Linolni kislini je po količini sledila nasičena palmitinska kislina (C16:0), katere delež je v sorti Jaguar znašal 37,5 ut. % in v sorti Volovsko srce 34,4 ut. %. Statistično značilne razlike smo dokazali tudi pri vsebnosti askorbinske in dehidroaskorbinske kisline. Paradižnik sorte jaguar je vseboval 21,4 mg/100 g askorbinske kisline in 3,90 mg/100 g dehidroaskorbinske kisline. V paradižniku sorte Volovsko srce smo določili 18,3 mg/100 g askorbinske kisline in 5,49 mg/100 g dehidroaskorbinske kisline.

**Preglednica 7:** Statistična analiza parametrov o vplivu sorte, načina gojenja ter sorte in načina gojenja na prehransko kakovost paradižnika

Parametri	SORTA		GOJENJE		SORTA × GOJENJE				ANOVA		
	Vol. srce		hidrop.	naradno	Jaguar		Volvsko srce		sorta	gojenje	sorta × gojenje
	Jaguar	Vol. srce			hidrop.	naradno	hidrop.	naradno			
voda (g/100 g)	93,8	94,7	94,0	94,6	93,5	94,1	94,5	95,0	0,000	0,000	
suha snov (g/100 g)	6,17	5,29	6,01	5,45	6,48	5,87	5,54	5,03	0,000	0,000	
pepel (g/100 g)	0,59	0,64	0,76	0,48	0,70	0,48	0,81	0,47			
beljakovine (g/100 g)	0,99	0,82	0,95	0,85	1,08	0,90	0,83	0,81			
maščobe (g/100 g)	0,13	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,07	0,08			
netop. vlaknina (g/100 g s.s.)	0,77	0,61	0,67	0,71	0,82	0,72	0,51	0,70			
topna vlaknina (g/100 g s.s.)	0,59	0,55	0,57	0,57	0,58	0,59	0,55	0,55			
skupna vlaknina (g/100 g s.s.)	1,36	1,16	1,23	1,28	1,40	1,31	1,06	1,25			
palmitinska kislina (C 16:0) (ut. %)	37,5	34,4	34,6	37,3	36,0	39,0	33,1	35,7	0,000	0,000	
stearinska kislina (C 18:0) (ut. %)	4,29	4,39	4,18	4,50	4,20	4,38	4,16	4,63			
oleinska kislina (C 18:1) (ut. %)	4,23	4,09	4,94	3,39	5,38	3,09	4,49	3,70			
linolna kislina (C 18:2, n-6) (ut. %)	40,1	43,2	41,7	41,5	40,0	40,2	43,4	42,9	0,000	0,008	
linolenska kislina (C 18:3, n-3) (ut. %)	13,0	13,0	13,7	12,3	13,3	12,7	14,1	11,9			
aradinska kislina (C 20:0) (ut. %)	0,88	0,99	0,94	0,93	1,07	0,69	0,81	1,17			
L-askorbinska kislina (mg/100 g)	21,4	18,3	21,1	18,6	21,6	21,1	20,6	16,1	0,017	0,040	
dehidroaskorbinska kislina (mg/100 g)	3,90	5,49	6,06	3,32	4,23	3,56	7,90	3,08	0,017	0,001	0,004
celokupni vitamin C (mg/100 g)	25,3	23,8	27,2	21,9	25,8	24,7	28,5	19,1			

Med navadnim oz. talnim načinom gojenja in hidroponskim gojenjem smo dokazali statistično značilne razlike v vsebnosti vode in suhe snovi, v deležih palmitinske (C16:0) in linolenske (C18:3, n-3) maščobne kisline, ter v vsebnosti askorbinske in dehidroaskorbinske kisline. Vsebnost vode v paradižniku gojenem na navadnih tleh je bila 94,0 g/100 g, v hidroponsko gojenem pa 94,6 g/100 g. Paradižnik iz navadnih tal je vseboval 37,3 ut. % palmitinske kisline (C16:0) in 12,3 ut. % esencialne linolenske kisline (C18:3, n-3). Hidroponsko gojen paradižnik pa vsebuje 34,6 ut. % palmitinske kisline (C16:0) in 13,7 ut. % linolenske kisline (C18:3, n-3). Statistične razlike so bile tudi v vsebnosti askorbinske in dehidroaskorbinske kisline. V paradižniku iz navadnih tal smo določili 21,1 mg/100 g askorbinske in 6,06 mg/100 g dehidroaskorbinske kisline, kar je bilo več kot pri paradižniku gojenem na hidroponiki. Pri hidroponsko gojenem paradižniku je vsebnost askorbinske kisline znašala 18,6 mg/100 g, dehidroaskorbinske kisline pa 3,32 mg/100 g.

Iz preglednice 7 je razvidno tudi to, da imata sorta in gojenje statistično značilen vpliv samo na vsebnost dehidroaskorbinske kisline. Vsebnost dehidroaskorbinske kisline pri sorti Jaguar gojeni na hidroponiki je bila 4,23 mg/100 g, kar je bilo več kot pri paradižniku iste sorte, gojene na navadnih tleh, kjer je bila vsebnost dehidroaskorbinske kisline 3,56 mg/100 g. Tudi pri paradižniku sorte Volovsko srce je bila vsebnost dehidroaskorbinske kisline večja pri hidroponskem gojenju, 7,90 mg/100 g, pri navadno gojenem pa le 3,08 mg/100 g.

#### 4.3 VPLIV NAČINA GOJENJA NA PREHRANSKO KAKOVOST ZELENE SOLATE

Pri opredeljevanju vpliva načina gojenja na prehransko kakovost zelene solate smo uporabili zeleno solato sorte Marija, gojeno na dva različna načina. Gojili smo jo na navadnih tleh oz. s talnim gojenjem in s hidroponskimi tehnikami gojenja. Ker je pri hidroponskem načinu prišlo do pomanjkanja vlage, je solata v prvih vrstah doživela šok, kar se je videlo v zelo majhni rasti, zato smo le-to obravnavali kot tretji vzorec.

Za statistično analizo parametrov smo najprej opravili Levenov test, ki smo ga opravili s pomočjo programa za statistično obdelavo podatkov SPSS. Kjer je bila statistična značilnost večja od izbrane meje tveganja 0,05, ničelne domneve nismo mogli zavrniti. S tem smo potrdili, da so variance statističnih parametrov treh načinov gojenja zelene solate med seboj primerljive, iz česar sledi, da so vzorci homogeni in primerni za analizo variance – ANOVA. Pri analizi variance smo zavrnili ničelno domnevo pri 0,05 stopnji tveganja, kjer je bila vrednost signifikance manjša od 0,05. Posledično smo sprejeli osnovno domnevo, ki pravi, da so statistično značilne razlike v parametrih treh analiziranih vzorcev zelene solate. Za nadaljnje razvrščanje vzorcev v skupine s podobnimi statističnimi značilnostmi smo uporabili zaključni Duncanov test. Trije analizirani vzorci zelene solate, za katere smo preverili, da jih predstavljajo relativno normalno porazdeljeni, homogeni statistični vzorci, ki ne pripadajo isti populaciji, se po Duncanovi analizi razvrstijo v 3 razrede: a, b in c. Poleg parametričnih testov smo naredili še neparametrični Kruskal-Wallisov test, ki temelji na rangiranju in primerjanju vsot rangov.

Podatki dobljeni s statističnimi testi so podani v preglednici 8. Zaradi preglednosti podatkov smo zopet navedli samo vrednosti signifikance manjše od stopnje tveganja 0,05, kar pomeni statistično razliko med analiziranimi parametri treh vzorcev zelene solate.

**Preglednica 8:** Statistična analiza parametrov o vplivu načina gojenja na prehransko kakovost zelene solate

Parametri	Način gojenja zelene solate			ANOVA	Kruskal-Wallisov test
	navadno	hidroponika	hidroponika-šok		
voda (g/100 g)	95,5	93,1	90,6		
suha snov (g/100 g)	4,52	6,95	9,37		
pepel (g/100 g)	0,75 <sup>a</sup>	0,88 <sup>b</sup>	0,98 <sup>b</sup>	0,007	0,039
beljakovine (g/100 g)	1,03	0,80	0,78		
maščobe (g/100 g)	0,06	0,08	0,08		
netopna vlaknina (g/100 g s.s.)	1,37	2,69	2,46		
topna vlaknina (g/100 g s.s.)	0,88	1,09	1,51		
skupna vlaknina (g/100 g s.s.)	2,25	3,78	3,97		
palmitinska kislina (C16:0) (ut. %)	15,3 <sup>a</sup>	17,8 <sup>b</sup>	20,2 <sup>c</sup>	0,000	0,027
stearinska kislina (C18:0) (ut. %)	1,03 <sup>a</sup>	1,49 <sup>b</sup>	2,08 <sup>c</sup>	0,001	0,027
oleinska kislina (C18:1) (ut. %)	2,05 <sup>a</sup>	2,08 <sup>a</sup>	3,06 <sup>b</sup>	0,005	
linolna kislina (C18:2, n-6) (ut. %)	17,9	18,1	30,0		
linolenska kislina (C18:3, n-3) (ut. %)	44,2 <sup>a</sup>	60,6 <sup>b</sup>	63,5 <sup>b</sup>	0,000	
arahidinska kislina (C20:0) (ut. %)	/	0,27	0,45	0,008*	
L-askorbinska kislina v zunanjih listih (mg/100 g)	7,99	12,7	15,0		
L-askorbinska kislina v notranjih listih (mg/100 g)	6,03 <sup>a</sup>	12,9 <sup>b</sup>	14,6 <sup>b</sup>	0,000	0,000
dehidroaskorbinska kislina v zunanjih listih (mg/100 g)	2,10	5,06	8,33		
dehidroaskorbinska v notranjih listih (mg/100 g)	2,27 <sup>b</sup>	0,96 <sup>a</sup>	2,37 <sup>b</sup>	0,001	0,011
celokupni vitamin C v zunanjih listih (mg/100 g)	10,1	17,7	23,3		
celokupni vitamin C v notranjih listih (mg/100 g)	8,31 <sup>a</sup>	13,9 <sup>b</sup>	17,0 <sup>c</sup>	0,000	0,000

Legenda:

a, b, c: vrednosti v isti vrstici, ki imajo različne indekse, se statistično značilno razlikujejo ( $Sig \leq 0,05$ )

\* t-test

/ - ni podatka

Pri statistični obdelavi podatkov o prehranski kakovosti zelene solate s pomočjo Duncanovega testa smo dokazali, da ima način gojenja statistično značilen vpliv na vsebnost pepela, na vsebnost naslednjih maščobnih kislin: palmitinske (C16:0), stearinske (C18:0), oleinske (C18:1), linolenske (C18:3, n-3) in arahidinske (C20:0), ter na vsebnost askorbinske in dehidroaskorbinske kisline ter celokupnega vitamina C v notranjih listih.

Poleg parametričnega Duncanovega testa smo izvedli tudi neparametrični Kruskal-Wallisov test. Le-ta ima manjšo mejo občutljivosti, zato smo statistične razlike glede na način gojenja dokazali pri vsebnosti pepela, palmitinski (C16:0) in stearinski kislini (C18:0), vsebnosti askorbinske in dehidroaskorbinske kisline ter celokupnega vitamina C v notranjih listih zelene solate.

Iz preglednice 8 lahko opazimo, da so vsi parametri, na katere ima način gojenja statistično značilen vpliv, v večjih količinah zastopani ravno v tretjem vzorcu, torej v zeleni solati iz hidroponike, ki je bila podvržena stresu. Vsebnost pepela pri tem vzorcu je bila 0,98 g/100 g, pri drugem vzorcu 0,88 g/100 g, pri zeleni solati gojeni na navadnih tleh pa 0,75 g/100 g.

Iz parametrov maščobno kislinske sestave je razvidno, da je bilo v zeleni solati prisotne največ esencialne linolenske maščobne kisline (C18:3, n-3), in sicer v vzorcu hidroponika-šok 63,5 ut. %, hidroponika 60,6 % in v vzorcu gojenem na navadnih tleh 44,2 ut. %. Količina palmitinske kisline (C16:0) je v prvem vzorcu znaša 15,3 ut. %, v drugem 17,8 ut. % in v tretjem 20,2 ut. %. Stearinska, oleinska in arahidinska kislina so bile v zeleni solati zastopane v manjših deležih. Vsebnost stearinske kisline (C18:0) je v vzorcu hidroponika-šok znašala 2,08 ut. %, v vzorcu hidroponika 1,49 ut. % in v vzorcu navadno 1,03 ut. %. Delež oleinske kisline (C18:1) je bil v zeleni solati, gojeni na navadnih tleh 2,05 ut. %, v solati gojeni na hidroponiki 2,08 ut. % in v solati, ki je doživela šok kar 3,06 ut. %. Najmanj je bilo prisotne arahidinske kisline (C20:0), ki je v vzorcu gojenem na navadnih tleh sploh nismo določili, v vzorcu gojenem na hidroponiki je znašala 0,27 ut. % in v zeleni solati, ki je doživela šok, 0,45 ut. %. Vsebnost askorbinske kisline v notranjih listih je bila največja pri zeleni solati, ki je bila podvržena stresu in je znaša 14,6 mg/100 g, v solati gojeni na hidroponiki smo jo določili 12,9 mg/100 g in 6,03 mg/100 g v solati gojeni na navadnih tleh. Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v notranjih listih je bila najmanjša v solati gojeni na hidroponiki, kjer je znašala le 0,96 mg/100 g, sledila je solata gojena na navadnih tleh z 2,27 mg/100 g in nato še solata, ki je doživela šok z 2,37 mg/100 g. Vsebnost celokupnega vitamina C v notranjih listih je bila pri prvem vzorcu 8,31 mg/100 g, v drugem 13,9 mg/100 g in tretjem 17,0 mg/100 g.

#### 4.4 VPLIV SKLADIŠČENJA NA VSEBNOST VITAMINA C

V diplomski nalogi smo raziskali tudi vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C v paradižniku in zeleni solati. Vsebnost vitamina C smo najprej določili v sveži zelenjavi oziroma takoj po obiranju in nato še po enotedenskem skladiščenju. Rezultati o vsebnosti askorbinske kisline, dehidroaskorbinske kisline in celokupne vsebnosti vitamina C ter tudi njihova statistična analiza so podani v preglednicah 9 in 10.

#### 4.4.1 Vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C v paradižniku

**Preglednica 9:** Statistična analiza podatkov o vplivu skladiščenja na vsebnost vitamina C v paradižniku

Sorta paradižnika	Volovsko srce						Jaguar					
	hidroponika			navadno			hidroponika			navadno		
Način gojenja	po obiranju	po sklad.	<i>t</i> -test	po obiranju	po sklad.	<i>t</i> -test	po obiranju	po sklad.	<i>t</i> -test	po obiranju	po sklad.	<i>t</i> -test
L-askorbinska kislina (mg/100 g)	20,7	21,7		17,3	17,7		25,8	23,1		23,0	23,1	
dehidroaskorbinska kislina (mg/100 g)	8,48	3,19	0,001	3,89	3,14		7,19	2,81	0,019	3,70	3,00	
celokupni vitamin C (mg/100 g)	29,2	24,9	0,000	21,2	20,8		33,0	26,0	0,013	26,7	26,0	

Pri statistični obdelavi podatkov o vplivu skladiščenja na vsebnost vitamina C v paradižniku smo s pomočjo Studentovega *t*-testa dokazali statistično značilne razlike v vsebnosti dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C pri paradižniku gojenem na hidroponiki. Pri vzorcih paradižnika, gojenih na navadnih tleh, nismo dokazali statistično značilnih razlik o vplivu skladiščenja na vsebnosti celokupnega vitamina C, ker podatkov nismo mogli statistično primerjati zaradi neizpoljenega pogoja pri Levenovem testu (*Sig.* < 0,05).

Pri sorti paradižnika Volovsko srce, gojeni na hidroponiki, je bila vsebnost dehidroaskorbinske kisline takoj po obiranju 8,48 mg/100 g, po enotedenskem skladiščenju pa se je znižala na 3,19 mg/100 g. Tudi vsebnost celokupnega vitamina C se je po skladiščenju zmanjšala, in sicer iz 29,2 mg/100 g na 24,9 mg/100 g.

Podobne rezultate smo zabeležili tudi pri paradižniku sorte Jaguar gojenem na hidroponiki. Vsebnost dehidroaskorbinske kisline se je zmanjšala iz 7,19 mg/100 g na 2,81 mg/100 g. Vsebnost celokupnega vitamina C je takoj po obiranju znašala 33,0 mg/100 g, po skladiščenju pa 26,0 mg/100 g.



#### 4.4.2 Vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C v zeleni solati

**Preglednica 10:** Statistična analiza podatkov o vplivu skladiščenja na vsebnost vitamina C v zeleni solati

Sorta solate	Marija								
	navadno			hidroponika			hidroponika-šok		
Način gojenja	po obiranju	po sklad.	<i>t</i> -test	po obiranju	po sklad.	<i>t</i> -test	po obiranju	po sklad.	<i>t</i> -test
Parametri									
L-askorbinska kislina v zunanjih listih (mg/100 g)	7,99	4,21	0,012	12,7	2,56	0,000	15,0	3,05	0,004
L-askorbinska kislina v notranjih listih (mg/100 g)	6,03	5,58		12,9	11,4		14,6	8,91	0,000
dehidroaskorbinska kislina v zunanjih listih (mg/100 g)	2,10	1,76		5,06	1,56	0,002	8,33	1,86	0,005
dehidroaskorbinska kislina v notranjih listih (mg/100 g)	2,27	2,89		0,96	1,47		2,37	2,48	
celokupni vitamin C v zunanjih listih (mg/100 g)	10,1	5,97	0,014	17,7	4,12	0,000	23,3	4,92	0,001
celokupni vitamin C v notranjih listih (mg/100 g)	8,31	8,46		13,9	12,8		17,0	11,4	0,000

Pri vzorcu zelene solate sorte Marija, gojene na navadnih tleh, smo s parametričnim *t*-testom dokazali, da ima skladiščenje statistično značilen vpliv na vsebnost askorbinske kisline in na vsebnost celokupnega vitamina C v zunanjih listih. Vsebnost askorbinske kisline v zunanjih listih je takoj po obiranju znašala 7,99 mg/100 g, po skladiščenju pa 4,21 mg/100 g. Tudi vsebnost celokupnega vitamina C v zunanjih listih sveže zelene solate se je po skladiščenju zmanjšala, in sicer iz 10,1 mg/100 g na 5,97 mg/100 g.

Pri zeleni solati, gojeni na hidroponiki, smo dokazali, da ima skladiščenje statistično značilen vpliv na vsebnost askorbinske, dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C v zunanjih listih. Tudi pri tem vzorcu so se vse omenjene vsebnosti po skladiščenju zmanjšale. In sicer vsebnost askorbinske kisline iz 12,7 mg/100 g na 2,56 mg/100g, vsebnost dehidroaskorbinske kisline iz 5,06 mg/100 g na 1,56 mg/100 g. Najbolj se je zmanjšala vsebnost celokupnega vitamina C v zunanjih listih, ki je takoj po obiranju znašala 17,7 mg/100 g, po enotedenskem skladiščenju pa le 4,12 mg/100 g.

Pri vzorcu zelene solate Marija, gojene na hidroponiki, ki je bila podvržena stresu, smo med enotedenskim skladiščenjem dokazali statistično značilne razlike v vsebnosti askorbinske kisline in celokupnega vitamina C v notranjih in zunanjih listih ter v vsebnosti dehidroaskorbinske kisline v zunanjih listih. Vsebnost askorbinske kisline v zunanjih listih sveže zelene solate je znašala 15,0 mg/100 g, med skladiščenjem pa se je zmanjšala na 3,05 mg/100 g. Tudi vsebnost askorbinske kisline v notranjih listih se je zmanjšala iz 14,6 mg/100

g na 8,91 mg/100 g. Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v zunanjih listih sveže zelene solate je bila 8,33 mg/ 100 g, med skladiščenjem se je znižala kar na 1,86 mg/100 g. Najbolj se je zmanjšala vsebnost celokupnega vitamina C v zunanjih listih, ki je takoj po obiranju znašala 23,3 mg/100 g, po enotedenskem skladiščenju pa le 4,92 mg/100 g. Tudi pri vsebnosti celokupnega vitamina C v notranjih listih so bili rezultati podobni, saj se je tudi tu vsebnost po skladiščenju zmanjšala iz 17,0 mg/100 g na 11,4 mg/100 g.

#### 4.5 PRIMERJAVA MAŠČOBNOKISLINSKE SESTAVE PARADIŽNIKOVEGA MESA IN PARADIŽNIKOVIH PEČK

Pri analizi maščobnih kislin v paradižniku smo hoteli raziskati njihovo vsebnost v samem paradižnikovem mesu in v pečkih paradižnika. Pred analizo smo od mesnatega dela paradižnika odstranili pečke in nato vsako sestavino analizirali posebej. Rezultati analize so podani v preglednici 11, njihova statistična analiza pa v preglednici 12.

**Preglednica 11:** Maščobnokislinska sestava paradižnikovega mesa in paradižnikovih pečk (mg/100 g)

Sorta paradižnika	Jaguar				Volovsko srce			
	navadno		hidroponika		navadno		hidroponika	
Način gojenja	meso	pečke	meso	pečke	meso	pečke	meso	pečke
<b>Maščobne kisline</b>								
palmitinska kislina (C16:0) (mg/100 g)	20,1	1131	18,4	1046	20,3	1579	20,9	1228
stearinska kislina (C18:0) (mg/100 g)	2,25	405,7	2,14	378,7	2,64	617,1	2,62	449,7
oleinska kislina (C18:1) (mg/100 g)	1,59	1416	2,74	1568	2,12	2100	2,82	1509
linolna kislina (C18:2, n-6) (mg/100 g)	20,6	5181	20,4	4377	24,4	5915	27,4	4729
linolenska kislina (C18:3, n-3) (mg/100 g)	6,51	303,9	6,83	277,2	6,80	277,2	8,88	278,2
arahidinska kislina (20:0) (mg/100 g)	0,54	32,71	0,55	33,36	0,66	48,40	0,51	32,07

**Preglednica 12:** Statistična analiza maščobnokislinske sestave paradižnikovega mesa in pradižnikovih pečk

Sorta par.	Jaguar						Volovsko srce					
	navadno			hidroponika			navadno			hidroponika		
Način gojenja	meso	pečke	t-test	meso	pečke	t-test	meso	pečke	t-test	meso	pečke	t-test
<b>Maščobne kisline</b>												
palmitinska kislina (C16:0) (ut. %)	39,0	13,4	0,000	36,0	13,6	0,000	35,7	15,0	0,000	33,1	14,9	0,000
stearinska kislina (C18:0) (ut. %)	4,38	4,80		4,20	4,94		4,63	5,85	0,027	4,16	5,50	0,008
oleinska kislina (C18:1) (ut. %)	3,09	16,7	0,000	5,38	20,4	0,000	3,70	19,9	0,000	4,49	18,4	0,001
linolna kislina (C18:2, n-6) (ut. %)	40,2	61,1	0,000	40,0	56,9	0,000	42,9	56,1	0,000	43,4	57,4	0,000
linolenska kislina (C18:3, n-3) (ut.d.)	12,7	3,59	0,004	13,3	3,61	0,002	11,9	2,63	0,000	14,1	3,37	0,000
arahidinska kislina (C20:0) (ut. %)	0,69	0,39		1,08	0,44	0,002	1,17	0,46	0,000	0,81	0,39	0,000

Med mesom in pečkami paradižnika sorte Jaguar, gojenega na navadnih tleh, smo s statistično obdelavo maščobnokislinske sestave dokazali statistično značilne razlike v utežnih deležih palmitinske (C16:0), oleinske (C18:1), linolne (C18:2, n-6) in linolenske (C18:3, n-3) maščobne kisline. V paradižnikovem mesu in tudi v pečkah prevladuje esencialna linolna kislina (C18:2, n-6) s 40,2 ut. % v paradižnikovem mesu in s 61,1 ut. % v pečkah paradižnika. V mesu paradižnika je v veliki meri zastopana tudi palmitinska kislina (C16:0) s 39,0 ut. %, v pečkah pa je njen delež 13,4 ut. %. Utežni delež oleinske kisline (C18:1) v pečkah predstavlja 16,7 ut. %, v paradižnikovem mesu pa 3,09 ut. %. Statistično značilno razliko smo dokazali tudi v deležu linolenske kisline (C18:3, n-3), ki jo je paradižnikovem mesu 12,7 ut. % in v pečkah 3,59 ut. %.

Statistično značilne razlike smo dokazali tudi v maščobnokislinski sestavi paradižnikovega mesa in pečk, paradižnika sorte Jaguar, gojenega na hidroponiki. Statistično značilne razlike so v vsebnosti palmitinske (C16:0), oleinske (C18:1), linolne (C18:2, n-6), linolenske (C18:3, n-3) in arahidinske (C20:0) maščobne kisline. Tudi v tem primeru, pri obeh sestavinah prevladuje esencialna linolna kislina (C18:2, n-6), in sicer v paradižnikovem mesu s 40,0 ut. % in v pečkah s 56,9 ut. %. Delež palmitinske kisline (C16:0) je podoben kot pri paradižniku iste sorte, gojenem na navadnih tleh, in sicer v paradižnikovem mesu predstavlja 36,0 ut. % in v pečkah 13,6 ut. %. Utežni delež oleinske kisline (C18:1) v mesu paradižnika predstavlja 5,38

ut. % in v pečkih 20,4 ut. %. Esencialne linolenske kisline (C18:3, n-3) smo v paradižnikovem mesu določili 13,3 ut. % in v pečkih 3,61 ut. %. Najmanjši delež zavzema arahidinska kislina, in sicer v paradižnikovem mesu 1,08 ut. % in v pečkih 0,44 ut. %.

Statistično značilne razlike smo dokazali v maščobnokislinski sestavi paradižnikovega mesa in pečk paradižnika sorte Volovsko srce, gojenega na navadnih tleh. Statistično značilne razlike so v vsebnostih vseh analiziranih maščobnih kislin. Tudi pri tem vzorcu največji delež predstavlja linolna kislina (C18:2, n-6), in sicer v paradižnikovem mesu 42,9 ut. % in v pečkih 56,1 ut. %. Delež palmitinske kisline (C16:0) je v paradižnikovem mesu 35,7 ut. % in v paradižnikovih pečkih 15,0 ut. %. Palmitinski kislini po količini sledi oleinska kislina (C18:1) v pečkih paradižnika, kjer je njen delež 19,9 ut. %, v paradižnikovem mesu pa le 3,70 ut. %. Esencialne linolenske kisline (C18:3, n-3) je v paradižnikovem mesu 11,9 ut. % in v pečkih 2,63 ut. %. Delež stearinske kisline (C18:0) je v pečkih 5,85 ut. % in v paradižnikovem mesu 4,63 ut. %. Tudi pri tem vzorcu najmanjši delež predstavlja arahidinska kislina (C 20:0), in sicer v paradižnikovem mesu 1,17 ut. % in v paradižnikovih pečkih 0,46 ut. %.

Med paradižnikovim mesom in pečkami paradižnika sorte Volovsko srce, gojenega na hidroponskem sistemu, smo dokazali statistično značilne razlike v celotni analizirani maščobnokislinski sestavi. Analizirane vrednosti so zelo podobne vrednostim, ki smo jih določili pri enaki sorti paradižnika gojeni na navadnih tleh.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Prehranski strokovnjaki vse bolj skrbijo za večjo osveščenost ljudi o pomembnosti zdrave prehrane. Usmerjajo nas k večjemu uživanju sadja in zelenjave, ki sta pomemben vir vitaminov, mineralov in prehranske vlaknine. Statistika kaže, da smo ljudje končno dojeli pomen zdravega načina življenja, in začeli bolj redno posegati po zelenjavi. Na trgu najdemo vrtnine pridelane na različne načine. Ker stremimo k uživanju sveže zelenjave skozi vse leto, se pridelovalci poslužujejo ustrezne opreme in mehanizacije, ki omogočajo pridelovanje toplotno zahtevnih vrtnin skozi vse leto, tudi na hladnejših območjih. Tu pa se nam poraja vprašanje o kakovosti zelenjave glede na način pridelovanja. V diplomski nalogi smo raziskali vpliv navadnega-talnega in hidroponskega načina gojenja na prehransko kakovost zelene solate, sorte Marija in paradižnika, sort Jaguar in Volovsko srce. Bistvene prednosti hidroponskega načina gojenja pred talnim so v manjši onesnaženosti okolja, kontrolirani rasti in večjih pridelkih. Pri analizi prehranske kakovosti zelene solate in paradižnika, pridelanega na dva različna načina, smo primerjali vsebnosti vode, pepela, beljakovin, maščob, vlaknin, posameznih maščobnih kislin, askorbinske, dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C. Poleg vseh naštetih parametrov smo raziskali tudi vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C ter naredili primerjavo v maščobnokislinski sestavi paradižnikovega mesa in paradižnikovih pečk.

#### 5.1.1 Primerjava prehranske kakovosti paradižnika in zelene solate

V rezultatih smo najprej primerjali povprečne vsebnosti analiziranih parametrov v proučevani zelenjavi. Pri le-teh smo dokazali statistično značilne razlike v maščobnokislinski sestavi in v vsebnosti celokupnega vitamina C. Zelena solata je v primerjavi s paradižnikom vsebovala več skupne prehranske vlaknine, in sicer 3,33 g/100 g s.s., od tega je vsebnost netopne prehranske vlaknine 2,17 g/100 g s.s. in 1,16 g/100 g s.s. topne vlaknine. Medtem ko je paradižnik vseboval le 1,26 mg skupne prehranske vlaknine na 100 g s.s. Tudi Souci in sod. (2008) navajajo 0,95 g/100 g. Vsebnost pepela, ki je pokazatelj vsebnosti mineralov, je bila v zeleni solati 0,87 g/100 g in 0,62 g/100 g v paradižniku. Na podlagi rezultatov maščobnokislinske sestave, lahko potrdimo začetno hipotezo, ki pravi, da v zeleni solati pričakujemo prisotnost esencialne linolenske kisline (C18:3, n-3). Njen delež je bil najvišji od vseh drugih analiziranih maščobnih kislin v zeleni solati in je predstavljal 56,1 ut. %. Linolenski kislini, sta sledili linolna kislina (C18:2, n-6) z 22,0 ut. % in palmitinska (C16:0) z 17,7 ut. %. Brumen (2005) je v svoji raziskavi določila podobne rezultate v maščobnokislinski sestavi zelene solate. Tudi v njenem vzorcu zelene solate je največji delež predstavljala linolenska kislina (C18:3, n-3) z 59,92 ut. %, sledili sta ji linolna (C18:2, n-6) z 20,18 ut. % in palmitinska kislina (C16:0) z 16,33 ut. %. V paradižniku je največji delež predstavljala esencialna linolna kislina (C18:2, n-6) z 41,6 ut. %, sledila pa ji je neesencialna palmitinska kislina z 36,0 ut. %. Podobne rezultate navajajo tudi Guil-Guerrero in Reboloso-Fuentes (2009) ter Souci in sod. (2008). Razlika med zeleno solato in paradižnikom se kaže tudi v vsebnosti celokupnega vitamina C. Dokazali smo, da je paradižnik boljši vir vitamina C, kar se ujema tudi s podatki, ki jih navajajo Souci in sod. (2008). Le-ti v prehranskih tabelah navajajo za paradižnik povprečno 19 mg vitamina C na 100 g, mi smo ga določili 27,5 mg/100 g, za zeleno solato 13

mg/100 g, v naši raziskavi smo ga določili 14,7 mg/100 g. Ugotovili smo, da je zelena solata v primerjavi s paradižnikom vsebovala več pepela, prehranske vlaknine in esencialnih maščobnih kislin.

### 5.1.2 Vpliv sorte in načina gojenja na prehransko kakovost paradižnika

Na osnovi dobljenih rezultatov smo proučevali vpliv sorte, gojenja in kombiniranega vpliva sorte in gojenja na prehransko kakovost paradižnika. S pomočjo statistične analize smo med sortama paradižnika Jaguar in Volovsko srce dokazali statistično značilne razlike v vsebnosti vode, suhe snovi, palmitinske (C16:0) in linolne kisline (C18:2, n-6), ter v vsebnosti askorbinske in dehidroaskorbinske kisline. V paradižniku Volovsko srce je bila vsebnost vode 94,7 g/100 g, v paradižniku sorte Jaguar pa 93,8 mg/100 g. Tudi v literaturi smo zasledili podobne podatke o vsebnosti vode. Guil-Guerrero in Reboloso-Fuentes (2009), sta v osmih kultivarjih paradižnika določila vsebnost vode med 92,6 % in 96%, Souci in sod. (2008) navajajo med 93,4-95,2 g/100 g. Esencialna linolna kislina (C18:2, n-6) je prevladovala v paradižniku sorte Volovsko srce z 43,2 ut. %. Vsebnost L-askorbinske kisline je bila pri sorti Jaguar večja kot pri sorti Volovsko srce, medtem ko se je koncentracija dehidroaskorbinske kisline zmanjšala. Več celokupnega vitamina C zaužijemo z uživanjem paradižnika sorte Jaguar.

V nadaljevanju smo dokazali, da ima način gojenja statistično značilen vpliv na vsebnost vode, suhe snovi, palmitinske (C16:0) in linolenske kisline (C 18:3, n-3) ter na vsebnost askorbinske in dehidroaskorbinske kisline. Paradižnik gojen na navadnih tleh je imel večjo vsebnost vode in palmitinske kisline (C16:0), kot paradižnik iz hidroponike. Le-ta pa je bil boljši vir esencialne linolenske kisline (C18:3, n-3), askorbinske in dehidroaskorbinske kisline ter celokupnega vitamina C. Vsebnost celokupnega vitamina C v paradižniku gojenem na navadnih tleh je znašala 21,9 mg/100 g, na hidroponiki pa 27,2 mg/100 g. Halvey (1957) poroča o 21mg/100 g, Bender E. in Bender A (1998) pa navajata 17 mg/100 g. Različne rezultate smo opazili tudi v vsebnosti pepela, ki je bila večja pri hidroponsko gojenem paradižniku. Manjše odstopanje je bilo tudi v vsebnosti netopne in skupne vlaknine. Več skupne vlaknine je bilo prisotne v paradižniku gojenem na navadnih tleh, in sicer 1,28 g/100 g s.s., na hidroponiki pa 1,23 g/100 g s.s. V prehranskih tabelah (Bender E. in Bender A, 1998) je navedena vsebnost vlaknin v paradižniku 1,3 g/100 g.

Pri kombiniranem vplivu sorte in načina gojenja na prehransko kakovost paradižnika, smo statistično značilno razliko dokazali le v vsebnosti dehidroaskorbinske kisline. Njena vsebnost je bila največja v vzorcih iz hidroponike, vendar je bilo pri sorti Volovsko srce odstopanje med načinoma gojenja zelo veliko. Paradižnik, gojen na navadnih tleh, je vseboval 3,08 mg/100 g dehidroaskorbinske kisline, na hidroponiki pa kar 7,90 mg/100 g. Podobni rezultati so bili tudi pri vsebnosti askorbinske kisline in celokupnega vitamina C. Tudi tu je Volovsko srce iz hidroponike vsebovalo več celokupnega vitamina C, kot navadno gojen. Njegova vsebnost na hidroponiki je bila 28,5 mg/100 g, na navadnih tleh pa 19,1 mg/100 g. Po Vanderslice in sod. (1990) je v paradižniku 15,7-17,3 mg/100 g askorbinske kisline, 2,0-4,3 mg/100 g dehidroaskorbinske kisline in 18-21 mg/100 g celokupnega vitamina C. Ugotovili smo, da je imel paradižnik gojen na hidroponiki večjo vsebnost pepela in esencialne linolenske kisline (C18:3, n-3) v primerjavi z navadno gojenim paradižnikom. Vsebnost skupne vlaknine

je bila pri sorti Jaguar večja na hidroponskem sistemu in manjša na navadnih tleh, pri sorti Volovsko srce pa je bilo ravno obratno.

### 5.1.3 Vpliv načina gojenja na prehransko kakovost zelene solate

V nadaljevanju smo raziskovali vpliv gojenja na prehransko kakovost zelene solate. Analizirali smo tri vzorce zelene solate, gojene na različne načine. Prvi vzorec je bil gojen na navadnih tleh, drugi in tretji pa na hidroponski način. Tretji vzorec se je od drugega razlikoval v pogojih rasti, kajti pri rasti je prišlo do pomanjkanja vode, zaradi katerega je prišlo do fiziološke motnje oz. stresa. Tako vzgojena zelena solata je bila zelo majhne rasti, svetlo zelene barve in tudi na otip zelo groba.

Pri analizi parametrov je bilo videti presenetljive rezultate, saj so bile vse vrednosti parametrov najvišje v zeleni solati gojeni na hidroponiki, ki je bila podvržena stresu. Pri statistični analizi smo ugotovili, da je imel tretji vzorec zelene solate najvišjo vsebnost pepela in skupne prehranske vlaknine, kar 3,97 g/100 g s.s., medtem, ko jo solata, gojena na navadnih tleh vsebovala le 2,25 g/100 g s.s.. Velike razlike so bile tudi v maščobnokislinski sestavi. Esencialna linolenska kislina (C18:3, n-3) je prevladovala v tretjem vzorcu z 63,5 ut. %, tudi v drugem vzorcu je bila njena vsebnost visoka, kar 60,6 ut. %, najmanj pa jo je bilo v prvem vzorcu, in sicer 44,2 ut.%. Podobni rezultati so bili tudi pri vsebnosti askorbinske, dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C. Med vsebnostjo askorbinske kisline v zunanjih in notranjih listih ni bilo bistvene razlike, so pa bile vse vrednosti tudi tu najvišje v zeleni solati gojeni na hidroponiki. Pri hidroponsko gojeni solati pa smo zabeležili razlike v vsebnosti dehidroaskorbinske kisline v zunanjih in notranjih listih. Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v zunanjih listih drugega vzorca je bila 5,06 mg/100 g, v notranjih pa le 0,96 mg/100 g. Pri vzorcu, gojenem na navadnih tleh, sta bili vrednosti skoraj enaki. Tudi vsebnost celokupnega vitamina C je bila večja v zunanjih kot notranjih listih, kar so ugotovili tudi Černe in Vrhovnik (1992). Iz dobljenih podatkov smo prišli do enakega zaključka kot Kimura in Rodriguez-Amaya (2003), ki navajata, da je hidroponsko gojena zelenjava prehransko kakovostnejša od navadno gojene, saj vsebuje večje količine pepela in vitamina C.

### 5.1.4 Vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C

Že številni avtorji so v preteklosti opazili, da temperatura in čas skladiščenja vplivata na zmanjševanje vitamina C v zelenjavi (Sablani in sod., 2006; Hussein in sod., 2000).

V naši raziskavi smo ugotovili, da je imelo skladiščenje statistično značilen vpliv na vsebnost dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C v vzorcih paradižnika gojenih na hidroponiki. Pri sorti Volovsko srce se je vsebnost dehidroaskorbinske kisline znižala iz 8,48 mg/100 g na 3,19 mg/100 g. Vsebnost celokupnega vitamina C je takoj po obiranju znašala 29,2 mg/100 g, po enotedenskem skladiščenju pa 24,9 mg/100 g. Podobne rezultate smo zabeležili tudi pri sorti Jaguar. Torej je bila v svežem paradižniku gojenem na hidroponiki določena veliko večja vsebnost dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C kot v navadno gojenem paradižniku. Vendar so se te vsebnosti po enotedenskem skladiščenju znižale, in skoraj izenačile z vsebnostim določenimi v navadno gojenem paradižniku.

Vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C smo raziskovali tudi v vzorcih zelene solate. S pomočjo statistične analize smo dokazali, da ima skladiščenje najmanjši vpliv pri vzorcu gojenem na navadnih tleh. Razlike smo dokazali pri vsebnosti L-askorbinske kisline in celokupnega vitamina C v zunanjih listih. Pri vzorcu gojenem na hidroponiki so se statistično značilne razlike pokazale pri vsebnosti L-askorbinske, dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C v zunanjih listih. Pri tretjem vzorcu smo dokazali, da ima skladiščenje statistično značilen vpliv na vsebnost L-askorbinske kisline v notranjih in zunanjih listih, na vsebnost dehidroaskorbinske kisline v zunanjih listih ter na vsebnost celokupnega vitamina C v zunanjih in notranjih listih.

Iz dobljenih podatkov smo ugotovili, da ima skladiščenje največji vpliv na vsebnost celokupnega vitamina C v hidroponsko gojeni zeleni solati. Pri navadno gojeni zeleni solati se je vsebnost L-askorbinske kisline v zunanjih listih med skladiščenjem zmanjšala iz 7,99 mg/100 g na 4,21 mg/100 g, v notranjih listih pa iz 6,03 mg/100 g na 5,58 mg/100 g. Pri hidroponsko gojeni solati se je vsebnost L-askorbinske kisline v zunanjih listih med skladiščenjem zmanjšala iz 12,7 mg/100 g na 2,56 mg/100 g, kar je bilo še manj kot v navadno gojeni solati po skladiščenju. Tudi vsebnost dehidroaskorbinske kisline v zunanjih listih se je v vseh vzorcih zmanjšala, zopet najbolj v vzorcih iz hidroponike. Zanimivo je, da se je vsebnost dehidroaskorbinske kisline v notranjih listih med skladiščenjem v vseh treh vzorcih nekoliko povečala, kar je mogoče vzrok previsoke standardne deviacije. Med skladiščenjem je prišlo do zelo velikih odstopanj v vsebnosti celokupnega vitamina C v zunanjih listih, ker je tam vitamin C bolj podvržen oksidaciji. Pri navadno gojeni solati se je vsebnosti celokupnega vitamina C v zunanjih listih med skladiščenjem zmanjšala za polovico. Pri zeleni solati iz hidroponike pa se je znižala iz 17,7 mg/100 g na 4,12 mg/100 g. Še večje zmanjšanje pa smo zabeležili pri zeleni solati, ki je bila podvržena stresu. Zelo opazno razliko v vsebnosti celokupnega vitamina C v notranjih listih med skladiščenjem smo opazili le pri tretjem vzorcu.

Comment [RV1]: problem previsoke standardne deviacije

### 5.1.5 Primerjava maščobnokislinske sestave paradižnikovega mesa in pečk

Iz rezultatov maščobnokislinske sestave paradižnikovega mesa in pečk smo ugotovili, da je bila v obeh vzorcih v najvišji meri zastopana esencialna linolna kislina (C18:2, n-6). Njena vsebnost je bila podobna pri obeh sortah in načinih gojenja, le paradižnikove pečke so jo vsebovale nekoliko višji ut. delež. V paradižnikovem mesu smo določili tudi veliko palmitinske kisline (C16:0). Njena vsebnost je bila večja v navadno gojenem paradižniku. Pri paradižnikovem mesu paradižnika sorte Jaguar gojenega na navadnih tleh je bil njen delež 39,0 ut. %, v hidroponsko gojenem pa 36,0 ut. %. Njen delež je bil precej nižji v paradižnikovih pečkah in se je pri obeh sortah in načinih gojenja gibal okoli 14 ut. %. Paradižnikovo meso je vsebovalo tudi večji utežni delež esencialne linolenske kisline (C18:3, n-3) kot pečke paradižnika. V paradižnikovem mesu je bil njen delež okoli 13 ut. %, v pečkah pa le 4 ut. %. Obratno se je pokazalo pri vsebnosti oleinske kisline (C18:1), saj je njen delež prevladoval v pečkah paradižnika, z 18 ut. %, v paradižnikovem mesu pa jo je bilo prisotne le okoli 4 ut. %. Delež stearinske kisline (C18:0) je bil podoben v pečkah paradižnika in v paradižnikovem mesu in se je pri obeh sortah in načinih gojenja gibal med 4 in 5 ut. %.



## 5.2 SKLEPI

Na osnovi opravljenih analiz in statistične obdelave rezultatov lahko povzamemo naslednje sklepe:

- ❖ Paradižnik je bil boljši vir vitamina C kot zelena solata.
- ❖ Paradižnik je vseboval največji delež esencialne linolne kisline, sledili sta ji palmitinska in linolenska.
- ❖ Paradižnik sorte Jaguar se je od sorte Volovsko srce razlikoval v večji vsebnosti skupne prehranske vlaknine, esencialne oleinske kisline in vitamina C.
- ❖ Paradižnik sorte Volovsko srce je vseboval več pepela in esencialne linolne kisline kot paradižnik sorte Jaguar.
- ❖ Paradižnik, gojen na hidroponiki, je imel v primerjavi z navadno gojenim, večjo vsebnost pepela, esencialnih maščobnih kislin in vitamina C.
- ❖ Med enotedenskim skladiščenjem hidroponsko gojenega paradižnika se je zmanjšala vsebnost dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C.
- ❖ Zelena solata je vsebovala največji delež esencialne linolenske kisline, sledili sta ji linolna in palmitinska.
- ❖ Zelena solata je imela večjo vsebnost askorbinske kisline in celokupnega vitamina C v zunanjih kot v notranjih listih.
- ❖ Z uživanjem zelene solate zaužijemo več mineralov, prehranske vlaknine in esencialnih maščobnih kislin kot s paradižnikom.
- ❖ Zelena solata, gojena na hidroponiki, je imela v primerjavi z navadno gojeno, večjo vsebnost pepela, skupne prehranske vlaknine, esencialnih maščobnih kislin in vitamina C.
- ❖ Enotedensko skladiščenje je imelo največji vpliv na padec vsebnosti askorbinske kisline in celokupnega vitamina C v zunanjih listih zelene solate, gojene na hidroponiki.
- ❖ V mesu in pečkih paradižnika je prevladovala esencialna linolna kislina, sledili sta ji palmitinska in oleinska kislina.

## 6 POVZETEK

Zelena solata spada v družino radičevk in je znana že iz starega veka. Paradižnik iz družine razhudnikovk je prišel v Evropo kot okrasna rastlina leta 1550 in se je kasneje uveljavil v prehrani ljudi. Danes sta zelena solata in paradižnik najpogostejši vrtnini v naši vsakodnevni prehrani, saj sta pomemben vir vitamina A in C, vlaknin, mineralov in n-3 maščobnih kislin. Gojimo ju na prostem ali v zavarovanem prostoru, kjer lahko s pravilno izbiro sort in načinom gojenja pridelamo kakovostne pridelke.

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti in primerjati vsebnost hranljivih snovi ter opredeliti vpliv skladiščenja na vsebnost vitamina C v plodovih paradižnika in zelene solate, gojene na navadnih tleh, v primerjavi s hidroponskimi tehnikami gojenja (tankoplastno gojenje).

V paradižniku in zeleni solati smo določali vsebnost: vode oz. suhe snovi, pepela, beljakovin, maščob, prehranske vlaknine, maščobnih kislin, askorbinske, dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C.

Na podlagi analiz smo ugotovili, da je imela zelena solata, v primerjavi s paradižnikom, večjo vsebnost pepela, prehranske vlaknine in esencialnih maščobnih kislin. Prišli smo tudi do zaključka, da je zelenjava gojena na hidroponiki, v primerjavi z navadno gojeno, imela večjo vsebnost pepela, prehranske vlaknine, esencialnih maščobnih kislin in vitamina C. V paradižniku gojenem na hidroponiki je vsebnost pepela znašala 0,76 g/100 g, v navadno gojenem pa le 0,48 g/100 g. Razlike so bile tudi v vsebnosti vitamina C, predvsem pri zeleni solati. Vsebnost celokupnega vitamina C v zunanjih listih, navadno gojene solate, je znašala 10,1 mg/100 g, v hidroponsko gojeni pa 17,7 mg/100 g. Pri analizi maščobnokislinske sestave smo dokazali prisotnost prehransko pomembne linolenske kisline (C18:3, n-3) v zeleni solati. V navadno gojeni je bil njen delež 44,2 ut. % in v hidroponsko gojeni 60,6 ut. %. V paradižniku je prevladovala linolna kislina (C18:2, n-6), katere delež se bistveno ni razlikoval med načinoma gojenja. Pri proučevanju vpliva skladiščenja na vsebnost vitamina C smo ugotovili, da je imelo skladiščenje največji vpliv na vsebnost vitamina C v hidroponsko gojeni zelenjavi. Pri paradižniku je prišlo do zmanjšanja vsebnosti dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C. Vsebnost celokupnega vitamina C je v svežem paradižniku znašala 29,2 mg/100 g, po enotedenskem skladiščenju pa 24,9 mg/100 g. Tudi pri hidroponsko gojeni solati smo med skladiščenjem zabeležili zmanjšanje vsebnosti askorbinske kisline in celokupnega vitamina C. Največja odstopanja so bila predvsem v vsebnosti celokupnega vitamina C zunanjih listih, ki se je po enotedenskem skladiščenju znižala iz 17,7 mg/100 g na 4,12 mg/100 g. Ugotovili smo, da sorta in način gojenja nista imela bistvenega vpliva na maščobnokislinsko sestavo paradižnikovega mesa in pečk, saj so bili deleži maščobnih kislin v vseh 4 vzorcih podobni. Največji delež je predstavljala linolna kislina, sledili sta ji palmitinska in oleinska kislina.

## 7 VIRI

Adamič Š. 1989. Temelji biostatistike. Ljubljana, Medicinska fakulteta, Inštitut za biomedicinsko informatiko: 27 – 39, 65 – 73, 85 - 97

Adams P. 1993. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic system. V: International symposium on new cultivation systems in greenhouse. Calgari (Italy). Wageningen (Netherlands), International Society for Horticultural Science (ISHS): 245-257

Batič M. 2001. Polisaharidi-prebiotiki. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, 8. in 9. november 2001, Portorož. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 38-48

Baur, S., R. Klaiber, H. Wei, W. P. Hammes, R. Carle 2005. Effect of temperature and chlorination of pre-washing water on shelf-life and physiological properties of ready-to-use iceberg lettuce. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6, 2: 171-182

Brumen B. 2005. Določanje vsebnosti esencialnih maščobnih kislin v zelenjavi in stročnicah. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 91 str.

Bushway R. J., Helper P. R., King J., Perkins B., Krishnan M. 1989. Comparison on ascorbic acid content of supermarket versus roadside stand produce. *Journal of Food Quality*, 12: 99-105

Connor W. E. 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of the Clinical Nutrition*, 71: 171-175

Černe M. 1988. Plodovke. Ljubljana, Kmečki glas: 128 str.

Černe M., Vrhovnik I. 1992. Vrtnine vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, Kmečki glas: 19-63, 121-123, 153-155

Eichin B., Schnitzler W. H. 1994. Tomatenproduktion in Blahton, Steinwolle und Erde. *TASPO – Gartenbaumagazin*, 11: 28 – 30

Gómez-López V. M., Ragaert P., Jeyachandran V., Debevere J., Devlieghere F. 2008. Shelf-life of minimally processed lettuce and cabbage treated with gaseous chlorine dioxide and cysteine. *International Journal of Food Microbiology*, 121, 1: 74-83

Gordon G., Joiner B. H. 2005. Omega-3: islandski čudež. Ljubljana, Ara založba: 26-28

Guil-Guerrero J. L., Reboloso-Fuentes M. M. 2009. Nutrient composition and antioxidant activity of eight tomato (*Lycopersicon esculentum*) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 2: 123-129

Gvozdenović D. 1989. Od obiranja sadja do prodaje. Ljubljana, Kmečki glas: 291 str.

Halevy S., Koth H., Guggenheim K. 1957. The vitamin and mineral content of fruits and vegetables grown in Israel. *British Journal of Nutrition*, 11: 409-413

Hernandez M., Rodriguez E., Diaz C. 2007. Free hydroxycinnamic acids, lycopene, and color parameters in tomato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 8604-8615

Hitchcock C., Nickhols B. W. 1971. *Plant lipid biochemistry*. London, Academic Press: 279-305

Hussein A., Odumeru J.A., Ayanbadejo T., Faulkner H., McNab W.B., Hager H., Szijarto L. 2000. Effect of processing and packaging on vitamin C and  $\beta$ -karotene content of ready-to-use (RTU) vegetables. *Food Research International*, 33: 131-136

Kimura M., Rodriguez-Amaya D. B. 2003. Carotenoid composition of hydroponic leafy vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 2603-2607

Klofutar C. 1992. Fizikalno kemijske lastnosti triacilglicerolov. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi 1992. 4. in 5. junij 1992. Ljubljana. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 11-16

Klofutar C., Šmalc A., Rudan-Tasič D. 1998. *Laboratorijske vaje iz kemije*. 3. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 282-285

Košmelj B., Arh F., Urbanc D., Ferligoj A., Omladič M. 2002. *Statistični terminološki slovar*. Razširjena izdaja z dodanim slovarjem ustreznikov v angleščini. 1. izd. Ljubljana, Študentska založba: 15-15

Levine M., Rumsey S.C., Duruwala R., Park J.B., Wang Y. 1999. Criteria and recommendation for vitamin C intake. *Journal of the American Medical Association*, 281: 1415-1423

Oh M. M., Trick H. N., Rajashekar C. B. 2009. Secondary metabolism and antioxidants are involved in environmental adaptation and stress tolerance in lettuce. *Journal of Plant Physiology*, 166, 2: 180-191

Ölmez H. M., Akbas Y. 2009. Optimization of ozone treatment of fresh-cut green leaf lettuce. *Journal of Food Engineering*, 90, 4: 487-494

Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994a. *Gojenje vrtnin v zavarovanem prostoru*. Ljubljana, Kmečki glas: 124 str.

Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 77-80, 123-127

Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1998. Splošno vrtnarstvo II. Železniki, PAMI d.o.o.: 187 str.

Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2003. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana, Kmečki glas: 107-119, 175-181

Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2005. Hidroponsko gojenje vrtnin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 1-28

Pavlek P. 1985. Specialno povrčarstvo. 2. izd. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti: 384 str.

Plestenjak A., Golob T. 2003. Analiza kakovosti živil. Ponatis 2. izd.. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 91-98

Pokorn D. 1996. S prehrano do zdravja. Hrana čudežno zdravilo II- Diete in jedilniki. Ljubljana, EWO d.o.o.: 217-223

Pokorn D. 1997. Osnovna merila za sestavo jedilnikov varovalne prehrane. V: Zdrava prehrana in dietni jedilniki: priročnik za praktično predpisovanje diet. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije: 26-27

Pokorn D. 2001. Za zdravje posebno pomembna hranila. V: Oris zdrave prehrane: priporočena prehrana. Ljubljana, Inštitut za varovanje Zdravja Republike Slovenije: 16-16

Poredoš T. 2006. Stabilnost askorbinske in dehidroaskorbinske kisline v vodnih raztopinah. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 54 str.

Prosky L., Asp N. G., Scheweizer T. F., DeVries J. W., Furda I., Lee S. G. 1994. Determination of soluble dietary fiber in foods and food products: collaborative study. Journal of AOAC International, 77, 3: 690-694

Požar J. 2003. Hranoslovje – zdrava prehrana. Maribor, Založba Obzorja: 190 str.

Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1. izdaja. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 20-131

Sablani S.S., Opara L.U., Al-Balushi K. 2006. Influence of bruising and storage temperature on vitamin C content of tomato fruit. Journal of Food, Agriculture and Environment, 4, 1: 54-56

Salobir J., Salobir B. 2001. Funkcionalnost prehranske vlaknine. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, 8. in 9. november 2001, Portorož. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 38-48

Salobir K. 2001. Prehransko fiziološka funkcionalnost maščob. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, 8. in 9. november 2001, Portorož. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 121-134

Schlieper C., Gregori E., Lindner G. 1997. Pravilna prehrana. Hranoslovje. 1. natis. Ljubljana, Mohorjeva založba: 126 str.

Souci S.W., Faschmann W., Kraut H. 2008. Food composition and nutrition tables. 7<sup>th</sup> ed. Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft: 837-839, 905-907

Vanderslice J. T., Higgs D. J., Hayes J. M., Block G. 1990. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of foods-as eaten. Journal of Food Composition and Analysis, 3, 2: 105-118

Vogel G. 1994. Weisse Abdeckfolie bringt merlich an die Pflanze. TASPO-Gartenbaumagazin, 11: 25-27

WHO. 1994. Fats and oils in human nutrition. Report of a joint expert consultation. Rim, FAO: 9-24

## **ZAHVALA**

Za strokovno vodenje in pomoč se zahvaljujem mentorju doc. dr. Rajku Vidrihu s Katedre za tehnologije, prehrano in vino.

Iskrena zahvala somentorici prof. dr. Tereziji Golob za številne koristne nasvete in izredno pomoč pri oblikovanju diplomskega dela.

Prav tako se zahvaljujem recenzentu prof. dr. Marjanu Simčiču.

Posebna zahvala gre celotnemu osebju Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, še posebno Marinki Jan, za neprecenljivo pomoč v laboratoriju, vzpodbudne besede in potrpežljivost.

Zahvalila bi se tudi svojim staršem za vsestransko pomoč in Franciju za njegovo izredno potrpežljivost in moralno podporo.

Nenazadnje gre zahvala tudi prijateljem in prijateljicam za nepozabna leta študija.

Hvala vsem!