

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Barbara RUČMAN

**SPREMEMBE VSEBNOSTI ANTOXIDANTOV V PAKIRANEM,  
SVEŽE NAREZANEM ZELJU**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**THE CHANGES IN THE ANTIOXIDANT CONTENT OF THE  
FRESHLY PACKED SLICED CABBAGE**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2008

Ručman B. Spremembe vsebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narezanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

---

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo na Katedri za tehnologije rastlinskih živil, Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Blaž Cigića za so mentorja doc.dr Plestenjak Andreja recenzenta prof. dr. Marjana Simčiča.

Mentor: doc. dr. Blaž Cigić

Somentor: doc.dr. Andrej Plestenjak

Recenzent: prof. dr. Marjan Simčič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Barbara RUČMAN

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

**ŠD** Dd  
**DK**  
**KG** zelje / pakiranje / narezano zelje / modificirana atmosfera / L-askorbinska kislina / skupna L-askorbinska kislina / dehidroaskorbinska kislina / glutation / antioksidativna aktivnost / DPPH<sup>•</sup> / Folin-Ciocalteau reagent  
**AV** RUČMAN, Barbara  
**SA** CIGIĆ, Blaž (mentor)/PLESTENJAK Andrej (somentor)/SIMČIČ, Marjan (recenzent)  
**KZ** SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
**ZA** Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo  
**LI** 2008  
**IN** SPREMEMBE VSEBNOSTI ANTIOKSIDANTOV V PAKIRANEM, SVEŽE NAREZANEM ZELJU  
**TD** Diplomsko delo (univerzitetni študij)  
**OP** XII, 63 str., 15 pregl., 25 sl., 90 vir.  
**IJ** sl  
**JI** sl/en  
**AI** V diplomskem delu smo ugotavljali vpliv začetne sestave atmosfere, prepustnosti embalaže in dodatka lovilca CO<sub>2</sub> na vsebnost antioksidantov med skladiščenjem sveže narezanega zelja. Vsebnost L-askorbinske kisline (L-AK) se je povečala za največ 10 %, pri vzorcih pakiranih v prepustno embalažo z dodanim lovilcem CO<sub>2</sub>. Za več kot 10 % manjše vrednosti, v primerjavi z začetkom, smo po desetih dneh skladiščenja določili v zelju pakiranem v začetno atmosfero kisika in neprepustno embalažo brez dodanega lovilca CO<sub>2</sub>. Tudi pri skupni L-AK večjih sprememb med skladiščenjem nismo opazili. Po desetih dneh se je vsebnost v vseh pakiranjih zmanjšala, največ za 23 % v zelju pakiranem v začetno atmosfero kisika in neprepustno embalažo brez dodanega lovilca CO<sub>2</sub>. Različni načini pakiranja so imeli zelo velik vpliv na vsebnost glutationa. Vsebnost le-tega se je med skladiščenjem najbolj povečala v pakiranjih v atmosfero kisika z dodanim lovilcem CO<sub>2</sub>, kjer smo v neprepustni embalaži določili tudi 100 % povečanje vsebnosti. V neprepustnih embalažnih enotah, kjer smo imeli začetno atmosfero zraka, oziroma v začetno atmosfero kisika nismo dodali lovilca CO<sub>2</sub>, se je vsebnost glutationa zmanjševala, saj smo ob koncu skladiščenja določili le polovico začetne vsebnosti. Skupno antioksidativno aktivnost smo določali s prostim radikalom 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) in s Folin-Ciocalteujevim reagentom (F.C.). Z obema metodama smo ugotovili, da L-AK predstavlja več kot polovico antioksidativne aktivnosti. Vsebnost antioksidantov določena s F.C. reagentom se je med skladiščenjem le malo spremenila. S prostim radikalom DPPH smo določili manjše absolutne vsebnosti antioksidantov, vendar je tu v vseh primerih prišlo do povečanja antioksidativne aktivnosti. Najbolj, za 25 %, se je povečala vsebnost v zelju pakiranem v začetno atmosfero kisika in prepustno embalažo z dodanim lovilcem CO<sub>2</sub>.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC  
CX cabbage / storage of vegetables / shredded cabbage / controlled atmosphere packaging / L-ascorbic acid / total L-ascorbic acid / dehydroascorbic acid / glutathione / antioxidant activity / DPPH<sup>•</sup> / Folin-Ciocalteau reagent  
AU RUČMAN, Barbara  
AA CIGIĆ, Blaž (supervisor)/PLESTENJAK Andrej(co-advisor)/SIMČIČ, Marjan (reviewer)  
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology  
PY 2008  
TI THE CHANGES IN THE ANTIOXIDANT CONTENT OF THE FRESHLY PACKED SLICED CABBAGE  
DT Graduation Thesis (University studies)  
NO XII, 63 p., 15 tab., 25 fig., 90 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB Influence of the initial atmosphere conditions, permeability of the package material and added CO<sub>2</sub> scavenger on the antioxidant content in the sliced cabbage during storage were determined. Content of L-ascorbic acid (L-AK) was increased up to 10 % in the samples packed into permeable package material with added CO<sub>2</sub> scavenger. Content of L-AK was decreased for more than 10 % in samples stored for 10 days, packed in the initial oxygen atmosphere into nonpermeable package material without added CO<sub>2</sub> scavenger. Relatively small changes were observed also for total L-AK content. After ten days of storage lower contents were determined. The decrease was most significant in the samples packed in the initial oxygen atmosphere into nonpermeable package material without added CO<sub>2</sub> scavenger, where 23 % lower values were determined. Packing had a significant influence on the glutathione content. Up to 100 % increase of the initial content was determined in the samples packed into oxygen atmosphere with added CO<sub>2</sub> scavenger. Storage in the nonpermeable package material in the air atmosphere or in the initial oxygen atmosphere, without added CO<sub>2</sub> scavenger, resulted in the decrease of glutathione content. After ten days of storage only half of the initial glutathione was determined. Total antioxidant activity was determined with free radical 2,2 -diphenyl-1-picryl-hydrayl (DPPH<sup>•</sup>) and with Folin-Ciocalteu reagent (F.C.). L-AK accounted for more than half of total antioxidant activity, as determined by both methods. Antioxidant content determined by F.C. reagent didn't change significantly during storage. Lower antioxidant contents were determined with DPPH<sup>•</sup>, nevertheless increase in the initial antioxidant activity was observed during storage. The most significant increase of 25 %, was observed for the cabbage packed in initial oxygen atmosphere into permeable package material with added CO<sub>2</sub> scavenger.

## KAZALO VSEBINE

	str.
<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>VIII</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>IX</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....</b>	<b>XI</b>
<b>1      UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1    NAMEN DELA .....	1
1.2    DELOVNE HIPOTEZE.....	1
<b>2      PREGLED OBJAV.....</b>	<b>2</b>
2.1    ZELJE .....	2
2.1.1    Pridelovanje.....	3
2.1.2    Sorte .....	3
2.1.3    Skladiščenje zelja .....	4
2.2    DIHANJE .....	4
2.2.1    Glikoliza .....	5
2.2.2    Citratni cikel.....	6
2.2.3    Oksidativna fosforilacija .....	6
2.3    PAKIRANJE .....	6
2.3.1    Minimalno obdelana živila.....	6
2.3.2    Prepustna in neprepustna embalaža .....	6
2.3.3    Embalažni material.....	7
2.3.4    Pakiranje v modificirani atmosferi .....	7
2.3.4.1    Atmosfera z veliko koncentracijo kisika .....	8
2.3.4.2    Atmosfera z nizko koncentracijo kisika .....	8
2.3.5    Lovilci ogljikovega dioksida.....	8
2.4    ANTIOKSIDANTI .....	9
2.4.1    Prosti radikali.....	10
2.4.2    Oksidativni stres .....	10

<b>2.4.3</b>	<b>L-askorbinska kislina .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4.4</b>	<b>L-dehidroaskorbinska kislina.....</b>	<b>12</b>
2.4.4.1	Določanje skupne L-askorbinske kisline .....	13
<b>2.4.5</b>	<b>Glutation .....</b>	<b>14</b>
2.4.5.1	Določanje glutationa.....	15
2.5	ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST .....	15
<b>2.5.1</b>	<b>Metode za merjenje antioksidativne aktivnosti .....</b>	<b>15</b>
2.5.1.1	Določanje skupnih antioksidantov s Folin-Ciocaltejevim reagentom .....	15
2.5.1.2	Določanje antioksidativne aktivnosti s prostim radikalom DPPH' .....	16
<b>2.5.2</b>	<b>Vpliv tehnoloških postopkov na antioksidativno aktivnost .....</b>	<b>16</b>
2.5.2.1	Polifenol-oksidaza .....	17
2.5.2.2	Encimsko porjavenje .....	17
<b>3</b>	<b>MATERIALI IN METODE DELA.....</b>	<b>19</b>
3.1	MATERIALI.....	19
3.2	NAČRT DELA .....	21
<b>3.2.1</b>	<b>Tehnične priprave.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Analiza vzorcev .....</b>	<b>25</b>
3.3	METODE DELA .....	26
<b>3.3.1</b>	<b>Določanje L-askorbinske kisline.....</b>	<b>26</b>
3.3.1.1	Izračun vsebnosti L-askorbinske kisline.....	27
<b>3.3.2</b>	<b>Določanje skupne L-askorbinske kisline .....</b>	<b>27</b>
3.3.2.1	Izračun vsebnosti skupne L-askorbinske kisline .....	28
3.3.2.2	Izračun vsebnosti dehidroaskorbinske kisline .....	28
<b>3.3.3</b>	<b>Določanje glutationa .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Določanje skupnih antioksidantov s Folin-Ciocalteujevim reagentom .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Določanje antioksidativne aktivnosti z reagentom DPPH' .....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>REZULTATI .....</b>	<b>33</b>
4.1	DOLOČANJE L-ASKORBINSKE KISLINE V ZELJU .....	34
<b>4.1.1</b>	<b>Umeritvena krivulja za določevanje L-askorbinske kisline.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Vsebnost L-askorbinske kisline v zelju .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Vsebnost skupne L-askorbinske kisline .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v zelju.....</b>	<b>38</b>
4.2	DOLOČANJE GLUTATIONA V ZELJU .....	40
<b>4.2.1</b>	<b>Umeritvena krivulja za določevanje glutationa .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Vsebnost glutationa v zelju .....</b>	<b>41</b>

4.3	DOLOČANJE SKUPNIH ANTOOKSIDANTOV S FOLIN–CIOCALTEAU-JEVIM REAGENTOM .....	43
4.3.1	<b>Umeritvena krivulja za določanje skupnih antioksidantov s Folin-Ciocalteau-jevim reagentom .....</b>	<b>43</b>
4.3.2	<b>Vsebnost skupnih antioksidantov s Folin-Ciocalteau-jevim reagentom v zelju .....</b>	<b>44</b>
4.4	DOLOČANJE ANTOOKSIDATIVNE AKTIVNOSTI Z REAGENTOM DPPH' .....	46
4.4.1	<b>Umeritvena krivulja za določevanje antioksidativne aktivnosti z reagentom DPPH' .....</b>	<b>46</b>
4.4.2	<b>Vsebnost antioksidativne aktivnosti z DPPH' metodo v zelju .....</b>	<b>47</b>
5	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI .....</b>	<b>50</b>
5.1	RAZPRAVA .....	50
5.2	SKLEPI .....	53
6	<b>POVZETEK .....</b>	<b>55</b>
7	<b>VIRI.....</b>	<b>57</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Vsebnost osnovnih sestavin v g/100g očiščenem zelju (Černe in Vrhovnik, 1992) .....	2
Preglednica 2:	Kemijska sestava zelja (Hribar, 2002).....	3
Preglednica 3:	Debelina plastične folije s prepustnostjo kisika $10 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \text{ dan bar})$ (Delventhal, 1991) .....	7
Preglednica 4:	Priprava standardnih raztopin L-askorbinske kisline za umeritveno krivuljo .....	26
Preglednica 5:	Kromatografski pogoji.....	27
Preglednica 6:	Priprava standardnih raztopin glutationa za umeritveno krivuljo .....	29
Preglednica 7:	Priprava standardnih raztopin L-askorbinske kisline za umeritveno krivuljo .....	30
Preglednica 8:	Priprava standardnih raztopin L-askorbinske kisline za umeritveno krivuljo .....	32
Preglednica 9:	Priprava umeritvene krivulje za določevanje antioksidativne aktivnosti z DPPH metodo .....	32
Preglednica 10:	Vsebnost L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izražena v mg/100 g zelja.....	34
Preglednica 11:	Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izražena v mg/100 g zelja.....	37
Preglednica 12:	Vsebnost DHA v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izražena v mg/100 g zelja .....	39
Preglednica 13:	Vsebnost glutationa v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izraženo v $\mu\text{mol/kg}$ .....	41
Preglednica 14:	Vsebnost skupnih antioksidantov določenih s F.C. reagentom v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izraženo v mg/100 g zelja.....	44
Preglednica 15:	Antioksidativna aktivnost narezanega zelja v različnih embalažnih enotah, izražena v mg/100 g zelja .....	47

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Glavne metabolične poti glukoze pri rastlinah in živalih (Boyer, 2005: 394)....	5
Slika 2:	Struktura L-askorbinske kisline (Rudan-Tasič, 2000: 40).....	11
Slika 3:	Pretvorbe L-askorbinske kisline v L-dehidroaskorbinsko kislino in v 2,3-diokso-L-gulonsko kislino (Lykkesfeldt in sod., 1995).....	12
Slika 4:	Mehanizem redukcije DHA v AK s TCEP (Lykkesfeldt, 2000) .....	13
Slika 5:	Glutation (Berlitz in Grosch, 1999: 37) .....	14
Slika 6:	Reakcija prostega radikala DPPH <sup>•</sup> z antioksidantom (Lo Scalzo, 2008) .....	16
Slika 7:	Potek reakcije, ki jo katalizira polifenol-oksidaza (Toivonen in sod., 2008) ...	17
Slika 8:	Skica dela.....	24
Slika 9:	Skica priprave vzorcev.....	25
Slika 10:	Umeritvena krivulja za L-askorbinsko kislino.....	34
Slika 11:	Vsebnost L-askorbinske kisline v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah.....	35
Slika 12:	Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto, na vsebnost L-askorbinske kisline, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0 .....	36
Slika 13:	Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah.....	37
Slika 14:	Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto, na vsebnost skupne L-askorbinske kisline, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0.....	38
Slika 15:	Vsebnost DHA v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah.....	39
Slika 16:	Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto, na vsebnost DHA, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0 .....	40
Slika 17:	Umeritvena krivulja za določevanje koncentracije glutationa v vzorcih zelja .	41
Slika 18:	Vsebnost glutationa v narezanem zelju izraženega kot delež vsebnosti ob dnevnu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah .....	42
Slika 19:	Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto, na vsebnost glutationa, izraženega kot vsebnost ob dnevnu 0 .....	43
Slika 20:	Umeritvena krivulja za določanje skupnih antioksidantov s Folin-Ciocalteau-jevim reagentom .....	44
Slika 21:	Vsebnost skupnih antioksidantov določeno s F.C. reagentom v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah .....	45
Slika 22:	Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto na vsebnost skupnih antioksidantov, izraženih kot delež vsebnosti ob dnevnu 0 .....	46
Slika 23:	Umeritvena krivulja za DPPH <sup>•</sup> .....	47
Slika 24:	Vsebnost antioksidativne aktivnosti v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah.....	48
Slika 25:	Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto na antioksidativno aktivnost , izraženo kot delež vsebnosti ob dnevnu 0 .....	49

## KAZALO PRILOG

Priloga A: Vsebnost L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Priloga B: Vsebnost L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah z 200 g  
narezanega zelja

Priloga C: Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah  
narezanega zelja

Priloga D: Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah z 200 g  
narezanega zelja

Priloga E: Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega  
zelja

Priloga F: Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v različnih embalažnih enotah z 200 g  
narezanega zelja

Priloga G: Vsebnost glutationa v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Priloga H: Vsebnost glutationa v različnih embalažnih enotah z 200 g narezanega zelja

Priloga I: Vsebnost skupnih antioksidantov s F.C. reagentom v različnih embalažnih  
enotah narezanega zelja

Priloga J: Vsebnost skupnih antioksidantov s F.C. reagentom v različnih embalažnih  
enotah z 200 g narezanega zelja

Priloga K: Vsebnost antioksidantov z DPPH metodo v različnih embalažnih enotah  
narezanega zelja

Priloga L: Vsebnost antioksidantov z DPPH metodo v različnih embalažnih enotah z 200 g  
narezanega zelja

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AA	antioksidativna aktivnost
L-AK	L-askorbinska kislina
ATP	adenozin-3-trifosfat
DHA	dehidroaskorbinska kislina
DNTB	5,5-ditio-bis-2-nitrobenzojska kislina
DPPH <sup>·</sup>	2,2-difenil-1-pikril-hidrazil
F.C.	Folin-Ciocalteujev reagent
GSH	glutation (reducirana oblika)
GSSG	glutation (oksidirana oblika)
HPLC	visokotlačna tekočinska kromatografija
KNO	prepihovanje s kisikom, neprepustna embalaža, brez lovilca CO <sub>2</sub>
KNS	prepihovanje s kisikom, neprepustna embalaža, z lovilcem CO <sub>2</sub>
KPO	prepihovanje s kisikom, prepustna embalaža, brez lovilca CO <sub>2</sub>
KPS	prepihovanje s kisikom, prepustna embalaža, z lovilcem CO <sub>2</sub>
MFK	metafosforna kislina
MPR	minimalno obdelana živila
NAD <sup>+</sup>	nikotinamidadenindinukleotid (oksidirana oblika)
NADH	nikotinamidadenindinukleotid (reducirana oblika)
PAL	fenilalanin-deaminaza
PE	polietilen
PELD	polietilen nizke gostote
POD	peroksidaza
PP	polipropilen

PPO	polifenol-oksidaza
ROS	reakтивne kisikove vrste
SD	standardna deviacija
TCEP	tris(2-karboksietil)fosfin
ZNO	prepihanje z atmosfero zraka, neprepustna embalaža, brez lovilca CO <sub>2</sub>
ZNS	prepihanje z atmosfero zraka, neprepustna embalaža, z lovilcem CO <sub>2</sub>
ZPO	prepihanje z atmosfero zraka, prepustna embalaža, brez lovilca CO <sub>2</sub>
ZPS	prepihanje z atmosfero zraka, prepustna embalaža, z lovilcem CO <sub>2</sub>

## 1 UVOD

V zadnjem desetletju se je povečala uporaba vnaprej pripravljene sveže narezane zelenjave. Temu pripisujemo spremenjene prehranjevalne navade zaradi pomanjkanja časa za pripravo obroka. Vnaprej pripravljeni obroki sveže narezane zelenjave so izredno priročni ter atraktivni. Potrošniki zahtevajo sveže pripravljeno zelenjavo, ki je nespremenjenega okusa, z veliko prehransko vrednostjo.

Antioksidanti so spojine, ki varujejo biološke sisteme pred poškodbami, ki jih povzročajo prosti radikali. Porušeno ravnotežje med prostimi radikali in antioksidanti imenujemo oksidativni stres. Znano je, da lahko obdelava in shranjevanje živila vplivata na vsebnost antioksidantov. Postopek, kot je rezanje, inducira encimsko in neencimsko razgradnjo naravnih antioksidantov, kar privede do zmanjšanja antioksidativne aktivnosti. Mehanska poškodba oz. obdelava sadja in zelenjave pa na drugi strani tudi inducira biosintezo različnih antioksidantov, kar lahko v daljšem časovnem obdobju privede tudi do povečanja antioksidativne aktivnosti med skladiščenjem.

### 1.1 NAMEN DELA

Namen diplomskega dela je bilo spremljanje antioksidantov med skladiščenjem v pakiranem, sveže narezanem zelju. Želeli smo zagotoviti čim daljšo trajnost sveže narezanega pakiranega zelja z uporabo nizkih temperatur skladiščenja, spremenjeno sestavo atmosfere in primernih embalažnih materialov.

### 1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Pričakujemo, da bo sestava atmosfere, v katero bomo pakirali narezano zelje, vplivala na vsebnost vitamina C, vsebnost glutationa in na antioksidativno aktivnost. Predvidevamo, da bomo s pakiranjem v atmosfero z velikim deležem kisika uspeli podaljšati aerobno fazo in s tem podaljšali čas, v katerem se bodo lahko tvorili antioksidanti, katerih vsebnost se je zmanjšala zaradi rezanja. Menimo, da bomo podaljšanje aerobne faze dosegli tudi z dodanim lovilcem  $\text{CO}_2$ , saj bo vezava sproščenega  $\text{CO}_2$  zakasnila začetek anaerobnega metabolizma. Pričakujemo, da bomo pri pakiranju v atmosfero kisika v neprepustno emabalažo, v katero bomo dodali lovilec  $\text{CO}_2$ , določili največje vsebnosti antioksidantov, saj bo zaradi zmanjšanega tlaka  $\text{CO}_2$ , anaerobni metabolizem nastopil kasneje.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 ZELJE

Zelje (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* (L.) var. *capitata*) je vrtnina, ki je poznana po celem svetu. Spada v družino Cruciferae, v katero uvrščamo tudi brstični ohrov, brokoli, cvetača in ohrov (Singh in sod., 2006). Vzgojili so ga iz divje vrste, ki ponekod še dandanes raste samoniklo (avtohtono). Pridelovali so ga že Grki in Rimljani (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Pri nas je pridelovanje zelja izredno pomembno, saj smo v preteklosti zelju namenili okoli 3000 ha zemljišč za glavni posevek in približno 1000 ha za poznejši posevek. To je pomenilo, da je bilo za pridelovanje zelja namenjeno eno tretjino vseh površin, ki so bile namenjene pridelovanju vrtnin (Černe, 1998).

Zelje ima relativno močno razvito glavno korenino, ki je lahko dolga do 1,5 m z mnogimi stranskimi koreninicami. Nad tlemi razvije glavo z vretenom in kocenom. Najpogosteje so glave okrogle ali ploščate, manj pogosto podolgovate in koničaste. Glavo obkrožajo listi, imenovane vehe. Ločimo jih po oblikah (okrogla, ovalna), barvi, števili in legi. Cvet je rumene barve, plod imenujemo lusk. Seme je drobno, rjave do črne barve. (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Zelje so sprva uporabljali v medicinske namene za zdravljenje glavobola, diareje ter želodčnega čira (Singh in sod., 2006). Kapusnice vsebujejo precej vlaknin, pospešujejo prebavo in iztrebljanje (Černe, 1998).

V zelju so zastopane vse pomembne aminokisline. V njih je veliko arginina, izolevcina, levcina, valina, lizina, histidina in treonina (Černe, 1998).

Preglednica 1: **Vsebnost osnovnih sestavin v g/100g očiščenem zelju (Černe in Vrhovnik, 1992)**

SESTAVA	BELO ZELJE
voda	91,0-95,0
ogljkovi hidrati	3,3-4,3
vlaknine	1,0-2,5
surove beljakovine	0,4-2,2
minerali	0,4-0,8
surove maščobe	0,1-0,2
energijska vrednost [kCal/100g]	23-27

Preglednica 2: **Kemijska sestava zelja (Hribar, 2002)**

SESTAVA	[%]
Voda	88-99,4
Sladkorji	2,9-8
Surova vlakna (celuloza)	0,5-1,6
Beljakovine	1,3-2,7
Maščobe	0,15-0,20
Kisline (citronska, jabolčna, oksalna)	0,25
Pepel	0,4-2,4
Askorbinska kislina	0,04-0,05
Žveplove spojine	0,075-0,340

### 2.1.1 Pridelovanje

Kapusnice se dobro razvijajo v zmernem in toplem vremenu. Ker zahtevajo veliko vlage, so v letih z obilnimi padavinami in nižjimi temperaturami pridelki izredno veliki in dozorijo prej kot v sušnih letih ali v izredno toplih letih brez padavin (Černe, 1998). So manj zahtevne vrtnine in jih lahko uspešno pridelujemo skoraj povsod. Potrebujemo dobro gnojeno, zmerno vlažna tla, zahtevne so glede kolobarjenja. Na isto mesto jih lahko sadimo vsake 3 do 4 leta (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Zelje uspeva v vsakih tleh, najboljša pa so srednje težka, humusna, peščeno-glinasta, globoka tla (Černe, 1998). Ugaja mu vlažno podnebje, z obilico padavin. Pri nas raste najbolj kakovostno zelje v višjih legah (500-600 m) (Vardjan, 1987).

Kapusnice pridelujemo na prostem in v zavarovanih prostorih. Da bi pridelali kakovostne in časovno načrtovane pridelke, se odločamo za ukrepe pospeševanja rasti z vzgojo sadik (Osvald in Kogoj-Osvald, 2003).

Pridelek zelja spravljamo, ko so glave povsem sklenjene – na prehodu v tehnološko zrelost, ko se teme glave pobeli. Kakovost pridelka je odvisna od sorte, načina gnojenja, prehrane rastlin in oskrbe z vodo. Posledica neprimerjnega gnojenja je lahko tudi pekoč ali grenak priokus (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994).

### 2.1.2 Sorte

Zelje je dvoletna vrtnina, kateri pridelek je v prvem letu uporaben za prehrano, v drugem pa za pridelavo semena. Znanih je več vrst zelja, ki se razlikujejo po odpornosti proti nizkim temperaturam, zgodnosti, kakovosti, sposobnosti za skladiščenje in primernost za kisanje (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994).

Glede na namen porabe razlikujemo:

- sorte za neposredno prodajo na trgu (pomembna velikost glav, zunanja kakovost in oblika glav, barva, debelina listov)
- sorte za kisanje (pomembna trdota glav, večja masa, tanjši listi)
- sorte za skladiščenje (glave morajo biti čvrste, odporne proti pokanju, imeti veliko sušine in biti odporne proti različnim fiziološkim boleznim) (Černe, 1998).

Glede na čas pobiranja ločimo:

- zgodnje sorte belega zelja (od presajanja do tehnološke zrelosti 50 do 70 dni) in zgodnje sorte rdečega zelja (od presajanja do tehnološke zrelosti 80 do 100 dni)
- srednje zgodnje sorte belega zelja (od presajanja do tehnološke zrelosti 70 do 100 dni)
- srednje pozne sorte belega in rdečega zelja (od presajanja do tehnološke zrelosti 100 do 130 dni)
- pozne sorte belega in rdečega zelja (od presajanja do tehnološke zrelosti več kot 130 dni)  
oziroma zgodnje, poletne, jesenske in ozimne sorte belega zelja, ter zgodnje in pozne sorte rdečega zelja (Osvald in Kogoj-Osvald, 1994).

### 2.1.3 Skladiščenje zelja

Preden pridelek skladiščimo ga moramo dobro osušiti, odbrati moramo najlepše plodove in jim odstranimo vse tiste dele, ki so se pri pobiranju poškodovali, potrebno pa je tudi ohlajenje pridelka.

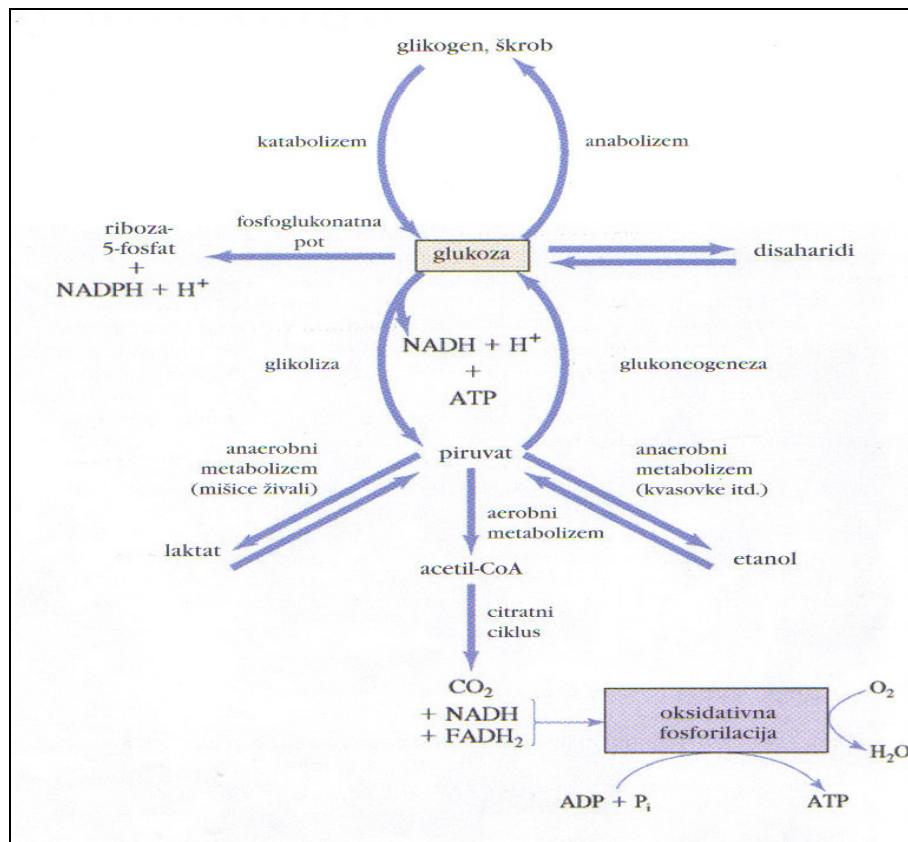
Ohlajanje pridelka je potrebno zato, da upočasnimo biokemijske procese staranja in zorenja, razvoj mikroorganizmov in preveliko izgubo vode, izboljšamo kakovost skladiščenega pridelka, upočasnimo spremembo barve, podaljšamo uporabnost pridelka. Tako pripravljen pridelek lahko uspešnejše skladiščimo, saj je bolj čvrst in s tem je izpolnjen tudi pogoj uspešnega transporta živil.

Prednosti skladiščenja so predvsem podaljšan rok uporabnosti živila, dostopnost sadja in zelenjave tudi v letnih časih, ko primanjkuje svežega ter kontrolirano zorenje sadja in zelenjave (Hribar, 1999).

## 2.2 DIHANJE

Dihanje je eden izmed glavnih procesov, ki se odvijajo v vsaki živi celici. Pri dihanju gre za zaporedje velikega števila encimskih reakcij, oziroma za oksidativno razgradnjo kompleksnih spojin, kot so ogljikovi hidrati, proteini in lipidi v preprostejše molekule ( $\text{CO}_2$  in  $\text{H}_2\text{O}$ ), pri tem procesu se sprošča energija (Lee s sod., 1995).

Pri dihanju se glukoza popolnoma razgradi v preproste anorganske snovi  $\text{CO}_2$  in  $\text{H}_2\text{O}$ .



Slika 1: Glavne metabolične poti glukoze pri rastlinah in živalih (Boyer, 2005: 394)

Razgradnja sladkorjev pri celičnem dihanju poteka v treh večjih sklopih.

Znižanje temperature znižuje intenziteto dihanja in ostalih metabolnih sprememb. V embalažnih enotah se intenziteta dihanja kaže v hitrosti zniževanja vsebnosti kisika in zviševanju vsebnosti  $\text{CO}_2$  (Pozrl, 2001).

### 2.2.1 Glikoliza

Glikoliza je prvi odkriti in najpomembnejši proces metabolizma ogljikovih hidratov (Boyer, 2005). Molekula glukoze se z encimsko kataliziranimi reakcijami razgradi v dve spojini s 3C atomi (gliceraldehid-3-fosfat in dihidroksiaceton fosfat). Gliceraldehid -3-fosfat vstopa v drugo fazo, v kateri se pretvori do piruvata (Lehninger, 2005).

Potek reakcije glikolize:  $\alpha$ -D-glukoza vstopa kot substrat, ki se mora razgraditi. V prvih petih stopnjah se glukoza fosforilira in cepi na dve molekuli gliceraldehid-3-fosfata. V naslednjih petih stopnjah se gliceraldehid-3-fosfat pretvori v piruvat. Celotno zaporedje

reakcij vodi k nastanku dveh ATP in dveh NADH za vsako molekulo glukoze, ki vstopi v metabolični proces glikolize. Glikoliza poteka po linearni poti, encimi za glikolizo so v citosolu celice (Boyer, 2005).

### 2.2.2 Citratni cikel

Citatni ciklus poteka po ciklični poti, encimi citratnega cikla so prisotni v mitohondrijskem matriksu. Oksidacija piruvata in pretvarjanje energije poteka v mitohondrijih, celičnih organelih, ki so specializirani za aerobni metabolizem.

Citatni cikel je metabolični proces, katerega namen je razgraditi acetil-CoA.

Piruvat vstopa v citratni ciklus kot acetil-CoA. Acetat, enota C<sub>2</sub> vstopi kot acetil-CoA in dva ogljikova atoma zapustita ciklus v dveh ločenih redukcijsko oksidacijskih reakcijah kot CO<sub>2</sub>. Tri molekule NAD<sup>+</sup> se reducirajo do NADH. Ena molekula FAD se reducira do FADH<sub>2</sub>. Nastane pa tudi ena molekula GTP.

Pri citratnem ciklusu, se tako kot pri glikolizi, tvori anhidridna vez s fosforilacijo na ravni substrata ob sproščanju energije pri oksidoreduktionskih reakcijah. Tako glikoliza kot citratni ciklus proizvajata le majne količine ATP (Boyer, 2005).

### 2.2.3 Oksidativna fosforilacija

Pri oksidativni fosforilaciji se elektroni, ki jih oddajata NADH in FADH<sub>2</sub> iz glikolize in citratnega cikla, prenašajo preko sistema prenašalcev elektronov na kisik, ki se reducira do vode. Pri prenosu elektronov se del sproščene energije hrani v obliki protonskega gradiента, ki se porablja za sintezo ATP (Lehninger, 1993).

## 2.3 PAKIRANJE

### 2.3.1 Minimalno obdelana živila

Po definiciji so minimalno obdelana živila (MPR- minimally processed and refrigerated food) izdelki, ki so predelani ali obdelani do stopnje, na kateri ohranijo kakovost svežih živil. Kakovost minimalno pridelanih živil je odvisna od surovine, načina in stopnje predelave, vrste embalaže in načina pakiranja, ravnanja z živilom med hranjenjem in distribucijo ter nadaljnje oz. dokončne priprave in uporabe izdelka (Golob, 1997).

### 2.3.2 Prepustna in neprepustna embalaža

Na trgu je veliko različnih embalaž za pakiranje živilskih izdelkov, ki se razlikujejo po sestavi, predvsem pa po prepustnosti za pline in po reoloških lastnostih pri določenih temperaturah. Uporaba plastičnih mas omogoča zmanjšanje stroškov pakiranja, praktičnost rokovanja z embalažo in visoko avtomatizacijo pakirnih procesov (Plestenjak in Požrl, 2000).

S kombinacijo različnih plastičnih mas v večplastno kombinirano folijo, lahko proizvajalci plastične embalaže danes načrtujejo materiale s povsem določenim lastnostmi: prepustnostjo za določene pline, trdnostjo, debelino, temperaturno občutljivost, itd. (Plestenjak in Požl, 2000).

Barth in sod. (1993) navajajo, da pakiranje brokolija v neprepustno embalažo, po 4 dneh skladiščenja, ohranja več vitamina C, klorofila in vode v primerjavi z brokolijem, ki je skladiščen na zraku.

Preglednica 3: **Debelina plastične folije s prepustnostjo kisika  $10 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dan} \cdot \text{bar})$  (Delventhal, 1991)**

0,4 $\mu\text{m}$	=	0,0004 mm	EVOH
2 $\mu\text{m}$	=	0,0020 mm	PVDC lak
45 $\mu\text{m}$	=	0,0450 mm	O PA
90 $\mu\text{m}$	=	0,0900 mm	PA
180 $\mu\text{m}$	=	0,1800 mm	OPET
3 600 $\mu\text{m}$	=	3,6000 mm	OPP
6 700 $\mu\text{m}$	=	6,7000 mm	PC
7 500 $\mu\text{m}$	=	7,5000 mm	PP
20 000 $\mu\text{m}$	=	20,000 mm	LDPE

### 2.3.3 Embalažni material

Za pakiranje sveže narezanega zelja smo uporabili polietilen (PE) ter laminat (PP/PE-EVOH/PE).

**Polietilen (PE)** je najenostavnejša oblika makromolekule ogljikovodika. To je eden izmed najbolj prepoznavnih in pomembnejših polimerov. Industrijsko se pridobiva s polimerizacijo etilena [ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ]. Polietilen se najpogosteje uporablja pri proizvodnji različnih zaščitnih embalažnih oblik, najpogosteje vrečk in ovojev. (Vujković s sod., 2007).

**Laminati** so večslojne folije narejene z ekstruzijo vsake posamezne plasti (PP/PE-EVOH/PE) (Požrl, 2001)

### 2.3.4 Pakiranje v modificirani atmosferi

Osnovna funkcija pakiranja v MA (modificirani atmosferi) je ohranjanje prehranske vrednosti sadja in zelenjave. To lahko dosežemo s pakiranjem v fleksibilnih plastičnih filmih z znano prepustnostjo in zagotavljanjem primerne atmosfere znotraj embalažne enote. Osnovano je na prilagajanju atmosfere v embalažni enoti, ki se spreminja zaradi fizioloških lastnosti sadja in zelenjave in zaradi prepustnosti embalažnega materiala (Riquelme s sod., 1994).

Jacxsens s sod. (2001) navaja, da je optimalna sestava atmosfere za shranjevanje sveže narezane zelenjave: koncentracija kisika 3-5 %, koncentracija CO<sub>2</sub> 3-10 %, ostalo pa N<sub>2</sub>. Gorny s sod.(2002) meni, da je za ohranjanje kvalitete sveže narezanega sadja najboljša atmosfera z 1-5 % kisika in 5-10 % ogljikovega dioksida.

#### 2.3.4.1 Atmosfera z veliko koncentracijo kisika

Velika koncentracija kisika (95 %) lahko stimulira, ne učinkuje ali pa zmanjša intenziteto dihanja sadja in zelenjave (Kader in sod., 2000).

Day (2000) navaja da velika koncentracija kisika nad 70 kPa lahko prepreči anaerobno fermentacijo, inhibira rast mikroorganizmov in podaljša obstojnost produkta.

Pri pakiranju v atmosfero z veliko koncentracijo kisika, so ugotovili, da inhibira encimsko porjavenje, prepreči anaerobno dihanje, ni neprijetnih arom, povzroči zaviranje mikrobne rasti (Jacxsens in sod. 2001).

#### 2.3.4.2 Atmosfera z nizko koncentracijo kisika

Priporočljiva atmosfera za shranjevanje sveže narezane melone je nizka koncentracija O<sub>2</sub> (2-5 kPa) in velika koncentracija CO<sub>2</sub> (7-15 kPa) (Bai in sod., 2001; O'Connor-Shaw in sod., 1996; Oms-Oliu in sod., 2006).

Modificirana atmosfera z manjšo koncentracijo O<sub>2</sub> in povečano koncentracijo CO<sub>2</sub> lahko podaljša življenske procese pri narezani ali celi zelenjavi zaradi nastajanja etilena, upočasnenja metabolnih procesov in upočasnenja encimskega porjavenja (Kader, 1986).

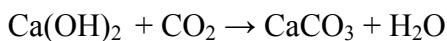
Finc (2008) poroča, da koncentracija O<sub>2</sub> pod 5 % in porast vsebnosti CO<sub>2</sub> nad 3 % povzroči prehod aerobnega metabolizma v anaerobnega.

Za zmanjšanje porjavenja pri endiviji, nekatere študije priporočajo nizko (2 %) vsebnost kisika (Vankerschaver in sod., 1996) ali atmosfero s sestavo 10 % O<sub>2</sub> in 10 % CO<sub>2</sub> (Vanstreels in sod., 2002) pri 5°C.

#### 2.3.5 Lovilci ogljikovega dioksida

Lovilci CO<sub>2</sub> se uporabljajo za preprečevanje napihovanja znotraj embalaže ali povečanja volumna v fleksibilnih embalažnih enotah z absorpcijo CO<sub>2</sub>, ki je nastal zaradi fermentacije (Lee s sod., 2001).

Kalcijev hidroksid (Ca(OH)<sub>2</sub>) se najpogosteje uporablja kot lovilec ogljikovega dioksida. Pri dovolj veliki relativni vlažnosti reagira s CO<sub>2</sub>, pri tem se tvori kalcijev karbonat.



Slabša lastnost Ca(OH)<sub>2</sub> je, da ireverzibilno absorbira CO<sub>2</sub>.

Finc (2008) ugotavlja, da je dodan CaO dobro vezal nastali CO<sub>2</sub>, ki je nastal v embalažni enoti, saj so bile vrednosti CO<sub>2</sub> v vzorcih z dodanim CaO na meji detekcije. Navaja tudi, da ima lovilec CO<sub>2</sub> največji vpliv na vsebnost etanola, saj podaljša čas, ko se etanol začne sintetizirati v večji meri.

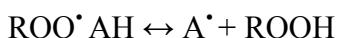
## 2.4 ANTIOKSIDANTI

Sadje in vrtnine so bogat vir naravnih antioksidantov. V rastlinskih živilih najdemo celo paleto antioksidantov, ki delujejo na različne načine in se sinergistično dopolnjujejo (Hribar in Simčič, 2000). Antioksidativni učinek sadja in zelenjave pa je predvsem posledica vsebnosti polifenolnih snovi in vitamina C, ki jih vsebuje večina sadja in zelenjave.

Antioksidanti preprečujejo oksidacijo makrokomponent že v majhnih koncentracijah. Oksidacijo, ki je verižna reakcija, povzročajo oksidanti in radikali. Kako preprečujejo antioksidanti oksidacijo, je odvisno od vrste antioksidanta. Antioksidanti so lahko encimski ali neencimski sistemi, topni v vodi ali v maščobah (Abram, 2000).

Epidemiološki podatki, kot tudi znanstvene raziskave so pokazale, da vrtnine, ki vsebujejo veliko antioksidantov, zmanjšajo verjetnost nastanka rakavih obolenj ter kardiovaskularnih bolezni (Singh in sod., 2006). Kljub pozitivnim rezultatom nekaterih študij, dejanska vloga antioksidantov v primeru bolezni kot je rak, še ni popolnoma raziskana.

Osnovna vloga antioksidantov je tvorba prostih radikalov. Med primarne antioksidante prištevamo snovi, ki lahko reaktivne radikale spremenijo v bolj stabilne produkte in s tem prekinejo verižno reakcijo avtooksidacije. Najpogosteje antioksidant poseže v reakcijo avtooksidacije s tem, da hitro odda vodikov atom radikalu, ki bi sicer omogočil tvorbo peroksidnih radikalov ali pa hidroperoksidov. Nastali produkti morajo biti stabilnejši, kot sam radikal.



V to veliko skupino uvrščamo fenole, derivate fenolov ter različne primarne antioksidante (Raspor in sod., 2000).

Osnovna značilnost sekundarnih antioksidantov je, da reagirajo s kovinskimi ioni, ki so katalizatorji oksidacije, odvzemajo kisik iz medija, razgrajujejo hidroperokside do komponent, ki niso radikali, absorbirajo UV svetlobo in deaktivirajo aktivni kisik (Raspor in sod., 2000). Med sekundarne antioksidante spadajo: fenoli, galna kislina in njeni derivati, flavonoidi in nekatere druge naravne spojine.

Vsebnost antioksidativnih snovi v rastlinah je lahko odvisna od genetskih in ekoloških dejavnikov (Hertog in sod., 1992).

Najpomembnejše antioksidativne snovi v rastlinskem svetu so polifenoli, askorbat (vitamin C), reducirana oblika glutationa (GSH),  $\alpha$ -tokoferol (vitamin E) in karotenoidi. Antioksidativna aktivnost askorbata in glutationa je usklajena z encimi kot so askorbat-peroksidaza, dehidroaskorbat-reduktaza in glutation-peroksidaza, ki so pomembni pri odstranjevanju peroksida in regeneracijo reduciranih oblik glutationa in vitamina C. Nekatere antioksidante sintetizira telo samo (glutation, sečno kislino, ubikinon), druge pa dobimo s hrano (antioksidantni vitamini, kovine v sledovih) (Korošec, 2000).

#### **2.4.1 Prosti radikali**

Prosti radikali so atomi, molekule ali ioni z vsaj enim elektronom brez para. So zelo reaktivne molekule, ki poškodujejo celične strukture, vključno z nukleinskimi kislinami in geni. Nastajajo pri cepitvi kovalentne vezi. So rezultat normalne celične presnove (Korošec, 2000).

Najpomembnejši kisikovi prosi radikali so superoksidni anion ( $\cdot\text{O}_2^-$ ), tripletni kisik( $^3\text{O}_2$ ), singletni kisik ( $^1\text{O}_2$ ), hidroksilni radikal ( $\cdot\text{OH}$ ), vodikov peroksid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), radikal dušikovega oksida (  $\text{NO}^\cdot$ ) in peroksilni radikal ( $\text{ROO}^\cdot$ ) (Korošec, 2000).

Reaktivne kisikove spojine ali prosti radikali povzročajo različne poškodbe na nivoju celice. Posledice delovanja prostih radikalov so poškodbe DNK, proteinov, lipidov in celičnih membranah. Pred poškodbami celičnih sestavin se celica zaščiti z različnimi biokemijskimi mehanizmi (encimi in antioksidanti) (Batič in sod., 2000).

#### **2.4.2 Oksidativni stres**

Porušeno ravnotežje med prostimi radikali in antioksidanti imenujemo oksidativni stres. Oksidativni stres se v bioloških sistemih pokaže, če je bil sistem dalj časa izpostavljen oksidantom, ali če je prišlo do zmanjšanja antioksidativne sposobnosti organizma ali obeh. Oksidativni stres je večkrat povezan ali pa vodi v nastanek reaktivnih vrst kisika (reactive oxygen species, ROS), med katerimi so najpomembnejši prosti radikali (Abram, 2000).

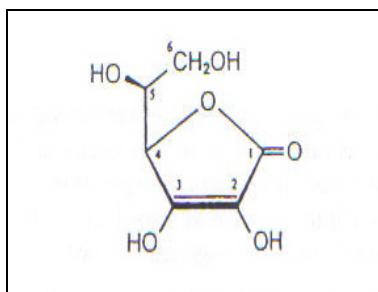
Oksidativni stres nastopi kot posledica porušenega ravnotežja med ROS in antioksidanti v celici, do česar lahko pride zaradi izrabe znotrajceličnih antioksidantov in/ali povečane tvorbe ROS (Costa in sod., 2001)

Antioksidanti ga preprečujejo z lovljenjem prostih radikalov, s keliranjem kovinskih ionov, z odstranjevanjem in/ ali popravilom oksidativno poškodovanih biomolekul (Korošec, 2000). Pri normalnih pogojih rasti so celični endogeni antioksidativni obrambni sistemi dovolj učinkoviti, da obdržijo ROS na neškodljivi ravni. (Moradas-Ferreira in sod., 1996) Različni stresni dejavniki pa povečajo njihovo količino in posledica je indukcija antioksidativnih obrambnih sistemov (Costa in sod., 2001).

### 2.4.3 L-askorbinska kislina

Askorbinska kislina (L-AK) z molekulsko formulo C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub> in relativno molekulsko maso 176,13 nastane v reakcijah biosinteze iz glukoze. Je vodična topna, optično aktivna bela kristalinična snov in dober reducent (Kuellmer, 1999). Kemično je L-AK lakton 2-keto-L-glukonske kisline.

Najpomembnejša kemijska lastnost vitamina C je reverzibilni oksidacijsko-reduksijski proces med L-askorbinsko in L-dehidroaskorbinsko kislino. Ugotovili so, da je ta reduksijsko oksidacijski sistem osnova primarne fiziološke aktivnosti vitamina C in da je odgovoren za mnoge biokemične reakcije v rastlinskem in živalskem organizmu (Davey in sod., 2000).



**Slika 2: Struktura L-askorbinske kisline (Rudan-Tasič, 2000: 40)**

Vitamin C lahko dobimo s hrano v dveh oblikah, in sicer kot L-askorbinsko kislino (L-AK), ki je močan reducent in v oksidirani obliki kot L-dehidroaskorbinsko kislino (DHA) (Basu in Dickerson, 1996). Askorbinska kislina je najpomembnejši antioksidant v ekstracelularni tekočini. Organizem varuje pred reaktivnimi prostimi radikali, saj z njimi reagira in s tem ščiti biološko pomembne molekule pred poškodbami (Guyton, 1987). Kot donor elektronov je askorbinska kislina pri mnogih intra- in ekstracelularnih reakcijah zelo učinkovit reducent.

Najboljši vir vitamina C so sadje, zelenjava in iz njih izdelani sokovi. Posebej bogati viri so jagode raketovca in njihov sok, rdeča in zelena paprika, brokoli, črni ribez, kosmulje, koromač in citrusi (agrumi). Količinsko pa so za preskrbo z vitaminom C pomembni tudi krompir, ohrov, brstični ohrov, rdeče in belo zelje, špinača in paradižnik. Dnevnega vnosa 200 mg z ustrezno izbiro živil ni težko doseči (Referenčne vrednosti ..., 2004). Več kot 85% vitamina C človek zaužije s sadjem in zelenjavou (Davey in sod., 2000).

Prehranjevanje s hrano, ki vsebuje veliko vitamina C iz sadja in zelenjave, je povezano z manjšim tveganjem raka, zlasti raka na poziralniku, želodcu in debelem črevesju. Intervencijska študije z vitaminom C kot prehranskega dopolnila pa niso uspele zmanjšati pogostosti raka na želodcu in debelem črevesju (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Požrl (2001) navaja, da pakiranje sveže narezanega zelja v modificirano atmosfero ne vpliva značilno na vsebnost L-askorbinske kisline. Mehanske poškodbe sadje in zelenjave

ter posledično oksidativni stres, imajo pomembno vlogo pri spremnjanju L-askorbinske kisline v zelenjavi in sadju (Lee in sod., 2000). Klimatski pogoji lahko vplivajo na vsebnost vitamina C (Howard, 1999).

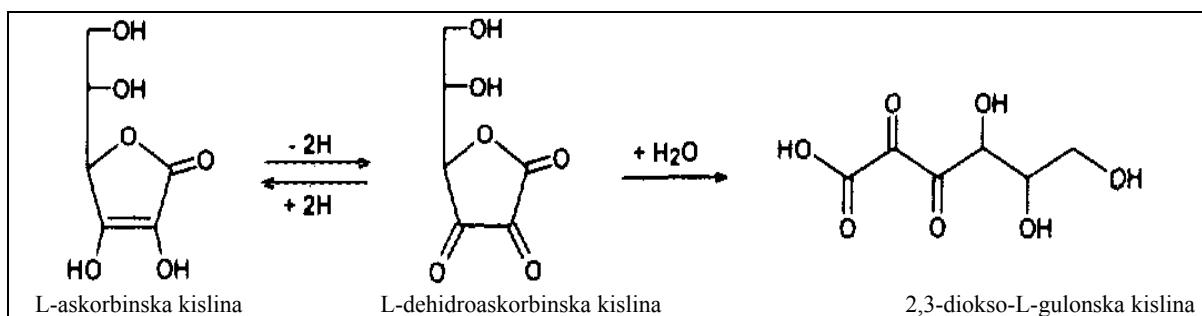
Pri minimalno obdelanem sadju in zelenjavi se vsebnost L-askorbinske kisline zmanjša (McCarthy in Matthews, 1994). Ostali avtorji pa poročajo, da se vsebnost L-askorbinske kisline pri stresnih razmerah poveča (Stegmann in sod., 1991). Povišanje vsebnosti L-askorbinske kisline bi lahko povzročila delna regeneracija L-askorbinske kisline iz DHA (Arrigoni in sod., 2002). Za pretvorbo dehidroaskorbatnega ali askorbatnega radikala do L-askorbinske kisline sta odgovorna encima monodehidroaskorbat-reduktaza in dehidroaskorbat-reduktaza v prisotnosti reducirane oblike NAD(P)H ali glutationa (McKersie, 1996). Mittler (2002) navaja, da se v primeru oksidativnega stresa poveča indukcija biosinteze L-askorbinske kisline.

Kurilich in sod. (1999) navajajo, da je vsebnost L-askorbinske kisline, ki so jo določevali v petih različnih vrstah belega zelja od 22,6 do 32,9 mg/ 100 g zelja. Vsebnost vitamina C v zelju varira od 5,66 do 23,50 mg/100 g (Singh, 2006).

Paradis in sod. (1995) so določali vsebnost vitamina C v celiem in narezanem brokoliju. Shranjevali so ga 21 dni pri 4° C in ugotovili, da se vsebnost vitamina C pri brokoliju ne spreminja bistveno.

#### 2.4.4 L-dehidroaskorbinska kislina

L-askorbinska kislina se oksidira v L-dehidroaskorbinsko kislino (DHA). DHA je izredno nestabilna in se lahko ireverzibilno hidrolizira v 2,3-diokso-L-gulonsko kislino (Lykkesfeldt in sod., 1995). Razgradnja DHA poteka v okolju brez kisika, kar pomeni, da razpad DHA v diketogulonat ni odvisen od prisotnosti kisika, kot je to pri AK (Gibbons in sod., 2001).



**Slika 3: Pretvorbe L-askorbinske kisline v L-dehidroaskorbinsko kislino in v 2,3-diokso-L-gulonsko kislino (Lykkesfeldt in sod., 1995).**

Pod pojmom vitamin C razumemo reducirano L-askorbinsko kislino, semidehidro askorbatni radikal ter oksidirano dehidroaskorbinsko kislino. Reverzibilnosti transferja elektronov pa ni več, če obročna struktura dehidroaskorbinske kisline ob tvorbi 2,3-diokso-L-gulonske kisline hidrolitično razpade. Pri tem se izgubi aktivnost vitamina C (Referenčne vrednosti ..., 2004).

DHA je nestabilna pri fiziološkem pH, in spontano hidrolizira (Podsędek, 2007). Pri fiziološkem pH prihaja do hidrolize DHA v diketogulonat, ki ga ne moremo reducirati nazaj v AK in posledično nima vitaminskega učinka (Deutsch, 2000).

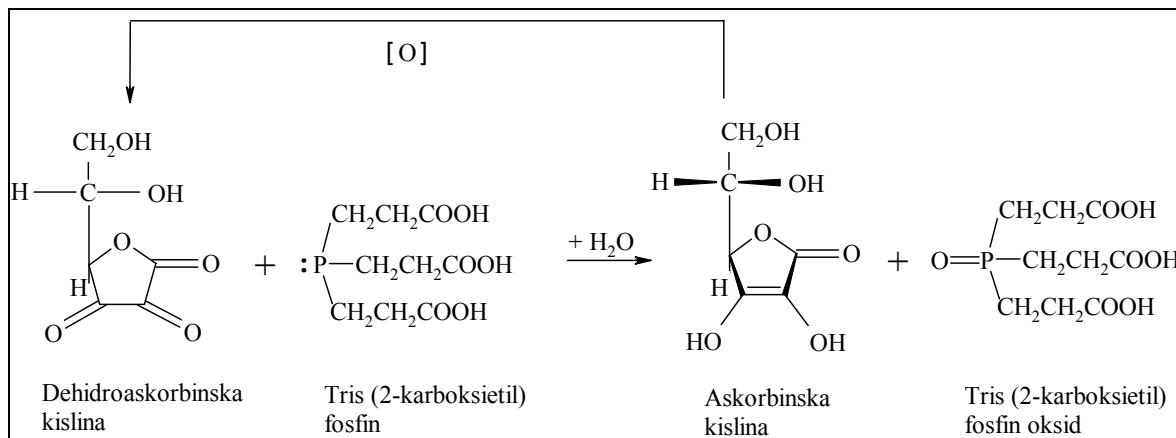
Na hitrost razpada DHA vpliva temperatura in pH. Pri pH nižjem od 5 je DHA relativno stabilna, medtem ko pri pH višjem od 5 razpade relativno velik delež že po nekaj urah (Bode in sod., 1990).

Green in Fry (2005) navajata, da povečanje vsebnosti DHA pri rastlinah in njihovih proizvodih posledica delovanja oksidativnega stresa. Rener (2006) ugotavlja, da se pri rezanju zelja na debelino 0,5 mm tvori več DHA, zaradi dodatne stopnje oksidativnega stresa. Gokmen in sod. (2000) poročajo, da zelje vsebuje več DHA kot AK, kar pa je najverjetnejše posledica napačne priprave vzorca, saj so zelje homogenizirali v miliQ vodi in ne v metafosforni kislini. Vanderslice in sod. (1990) pa navajajo, da v svežem zelju DHA ni prisotna.

#### 2.4.4.1 Določanje skupne L-askorbinske kisline

Za določanje skupnega vitamina C se pogostokrat uporablja metoda, ki temelji na redukciji dehidroaskorbinske kisline v L-askorbinsko kislino, katero nato kromatografsko določimo.

Za redukcijo pri nizkih pH vrednostih je možna uporaba novejšega reducenta TCEP, ki dobro deluje v širokem spektru pH. Uporaben je tudi v MFK, kjer sta AK in DHA zelo stabilni (Wechtersbach in Cigic, 2007)



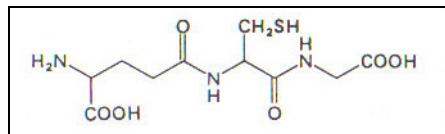
Slika 4: Mehanizem redukcije DHA v AK s TCEP (Lykkesfeldt, 2000)

Rener (2008) navaja, da se vsebnost celotnega vitamina C v narezanem zelju skozi celotno fazo skladiščenja minimalno spreminja.

### 2.4.5 Glutation

Glutation je tripeptid glutaminske kisline, cisteina in glicina, ki ima izjemno pomembno vlogo pri uravnavanju oksidoreduktičkih reakcij ter pri preprečevanju škodljivega delovanja prostih radikalov v celici (Boyer, 2005). Glutation ima sposobnost lovjenja prostih radikalov ter redukcije disulfidnih mostičkov v proteinih (Penninckx, 2000).

Prisoten je v rastlinah, živalih ter pri nekaterih bakterijah. Če je glutation v celici prisoten v veliki koncentraciji, ima vlogo reducirajočega pufra (Lehnninger in Cox, 2005), zaradi nizkega redoks potenciala in dejstva, da se reducirana oblika (GSH) vzdržuje z encimom glutation reduktaza v odvisnosti od NADPH (Meister in Anderson, 1983). S prosto sulfidrilno (-SH) skupino lahko reagira z oksidanti in deluje kot lovilec prostih radikalov (Grant, 2001). Glutation peroksidaza, ki vsebuje selen, pretvarja GSH v GSSG pri tem se  $H_2O_2$  razgradi do kisika in vode.



Slika 5: Glutation (Belitz in Grosch, 1999: 37)

Do povečane znotrajcelične vsebnosti glutationa, oziroma do indukcije glutationa v reducirani obliki pride pri izpostavitvi celice različnim stresnim dejavnikom. Glutation se v celici lahko nahaja v reducirani in oksidirani obliki. Reducirana oblika glutationa ima pomembnejšo vlogo pri zaščiti celice, saj le ta lahko reagira z ROS in tako prepreči njihovo škodljivo delovanje (Penninckx, 2000). Glutation lahko direktno reagira s hidroksilnim radikalom in ga reducira v vodo (Jamnik, 2002).

Sinteza glutationa je prikazana v spodnjih dveh enačbah (Meister, 1988)



Biološka pomembnost glutationa je odvisna od redoks aktivne proste SH skupine cisteina. Poraba glutationa v encimskih in neencimskih obrambnih sistemih temelji na oksidaciji, ko preide reducirana oblika glutationa (GSH) v oksidirano obliko (GSSG). Da ne prihaja do prevelikega znotrajceličnega kopiranja oksidirane oblike (GSSG), je nujno potrebna pretvorba v reducirano (GSH) obliko. Regeneracija GSSG v GSH poteka z encimom glutation-reduktaza v prisotnosti NADPH.  $NADP^+$  ki se pri tem tvori, se reducira v NADPH z encimom glukoza-6-fosfat dehidrogenaza pentozna fosfatna poti. Encima glukoza-6-fosfat dehidrogenaza in glutation-reduktaza sta vključena v sistem redukcije glutationa (Grant in Daves., 1996).

#### 2.4.5.1 Določanje glutationa

DNTB (5,5-ditiobis-(2-nitrobenzojska kislina), reagira z –SH skupino, pri tem nastane TNB (2-nitro-5-tiobenzojska kislina) oziroma anion te kisline, ki ima izrazito rumeno barvo in jo lahko kvantitativno ovrednotimo. Na 1 mol –SH nastane 1 mol aniona. Prednosti te metode so velika specifičnost za –SH skupine pri nevtralnih pH vrednostih in kratek reakcijski čas. Metoda je spektrofotometrična, merimo pri valovni dolžini 412 nm.

### 2.5 ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST

Za določanje in primerjavo antioksidativne aktivnosti (AA) v živilih se uporablja vrsta različnih metod. Na voljo so relativno enostavne spektroskopske metode s katerimi določamo reduksijsko sposobnost antioksidantov v sistemih s kovinskimi ioni ali sintetičnimi radikali, metode s katerimi določamo vpliv antioksidantov na stabilnost realnih vzorcev kot so proteini ali lipidi ter metode kot je elektronska spinska resonanca, kjer lahko dejansko izmerimo vsebnost prostih radikalov v določenem sistemu. (Roginsky in Lissi, 2005). Antioksidativni sistem sestavlajo antioksidativni encimi (superoksid-dismutaza, katalaza, askorbat-peroksidaza, glutation-peroksidaza) in nizko molekularni antioksidanti (L-askorbinska kislina, glutation) (Blokhina in sod., 2003).

#### 2.5.1 Metode za merjenje antioksidativne aktivnosti

##### 2.5.1.1 Določanje skupnih antioksidantov s Folin-Ciocaltejevim reagentom

Določitev skupnih antioksidantov po metodi Singleton in Rossi temelji na oksidaciji fenolnih spojin v alkalnem mediju ob pomoči Folin-Ciocalteujevega (F.C.) reagenta (fosfomolibdenska-fosfovolframova kislina) v modroobarvan kompleks, ki absorbira svetlobo pri 765 nm (Singleton in Rossi, 1965). Fenolne spojine imenujemo vse spojine, ki imajo najmanj en aromatski obroč in najmanj eno ali več –OH skupin direktno vezanih na aromatski obroč (Abram in Simčič, 1997).

V alkalni raztopini se fenolne spojine oksidirajo s F.C. reagentom. Določene komponente F.C. reagenta v reducirani obliki absorbirajo pri valovni dolžini okoli 750 nm. Njihova koncentracija je premo sorazmerna s koncentracijo fenolnih spojin v vzorcu. S F.C. reagentom reagirajo tudi AK, DHA in GSH.

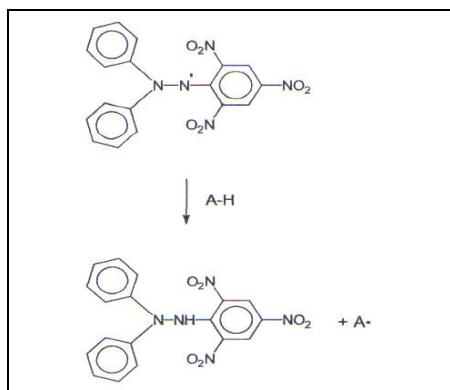
Kaur in Kapoor (2002) navajata, da je vsebnost skupnih antioksidantov v zelju manj kot 100 mg/100 g. Chu in sod. (2002) so preučevali vsebnost skupnih antioksidantov v desetih različnih vrstah zelenjave in ugotovili, da imata brokoli in špinaca največjo vsebnost skupnih antioksidantov ( $80,76 \pm 1,17$  in  $79,55 \pm 8,39$  mg/100 g) ter da zelje vsebuje  $36,66 \pm 6,93$  mg/100 g skupnih antioksidantov. Vsebnost skupnih antioksidantov v 14 različnih kultivarjih zelja varirajo od 12,58 do 35,41 mg/100 g zelja (Singh in sod., 2006). Podsèdek, in sod. (2006) so določili 21-171 mg/100 g zelja skupnih antioksidantov.

### 2.5.1.2 Določanje antioksidativne aktivnosti s prostim radikalom DPPH<sup>•</sup>

Metoda s prostim radikalom 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH<sup>•</sup>) spada med starejše metode za določanje antioksidativne aktivnosti. Metoda temelji na reakciji med donorji vodika in stabilnim prostim radikalom DPPH<sup>•</sup> (Brand- Williams in sod., 1995).

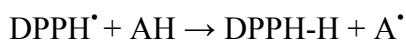
Za določanje antioksidativne aktivnosti uporabljamo DPPH<sup>•</sup> kot prosti radikal. Prosti radikal DPPH<sup>•</sup> je stabilen v raztopinah organskih topil kot sta metanol ali etanol (Brand-Williams in sod., 1995).

DPPH<sup>•</sup> ima velik molarni absorpcijski koeficient v vidnem delu spektra z maksimumom pri 517 nm, kar pomeni, da lahko koncentracijo radikala DPPH<sup>•</sup> določamo spektrofotometrično (Roginsky in Lissi, 2005).



Slika 6: Reakcija prostega radikala DPPH<sup>•</sup> z antioksidantom (Lo Scalzo, 2008)

Redukcija radikala:



Pri karakteristični valovni dolžini lahko spremljamo padec absorbance zaradi redukcije DPPH<sup>•</sup>. Barva se spremeni iz vijolične v rumeno. Zmanjšanje absorbance je proporcionalno koncentraciji antioksidantov v vzorcu (Brand-Williams in sod., 1995). Reakcija med prostim radikalom DPPH<sup>•</sup> in antioksidantom povzroči zmanjšanje absorbance pri 517 nm (Lo Scalzo, 2008).

### 2.5.2 Vpliv tehnoloških postopkov na antioksidativno aktivnost

Med tehnološkimi procesi lahko pride do zmanjšanja antioksidativnega potenciala živila, zaradi razpada naravno prisotnih antioksidantov ali zaradi nastanka komponent s prooksidativnimi lastnostmi (Hribar in Simčič, 2000).

Med mehanskimi operacijami lupljenja in rezanja prihaja do stika različnih oksidoreduktaz in antioksidantov, ki se oksidirajo, kar ima za posledico zmanjšanje vsebnosti različnih naravnih antioksidantov. Ta proces lahko le delno upočasnimo z modificirano atmosfero in nizkimi temperaturami (Hribar in Simčič, 2000).

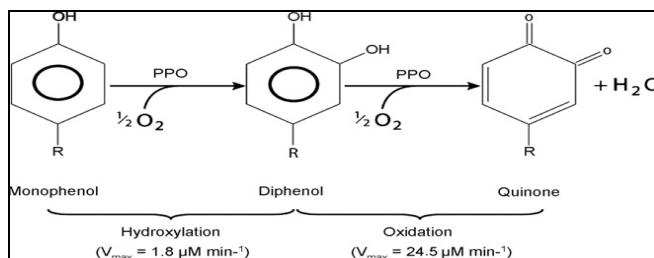
Na stabilnost antioksidantov v živilu v veliki meri vplivajo svetloba, kisik, temperatura in notranji dejavniki živil kot so vsebnost vode, vodna aktivnost-a<sub>w</sub>, lipidna oksidacija, pH in vsebnost določenih kovinskih ionov (Miquel in sod., 2004).

Mehanski odziv rastline na stres inducira biosintezo PAL-a in s tem akumulacijo polifenolov. Ti encimi izkoriščajo kot substrat polifenole, kateri se kažejo v različnih tehnikoških lastnostih, negativno kot pojav rjavenja, pozitivno pa kot lovilci prostih radikalov (Ogorevc, 2005).

#### 2.5.2.1 Polifenol-oksidaza

Polifenol-oksidaze spadajo v skupino encimov oksidoreduktaz, ki katalizirajo oksidacijo fenolnih spojin v prisotnosti molekularnega kisika do kinonov (Steffens in sod., 1996). Polifenol-oksidaza imajo v molekuli vezana dva bakrova atoma. Encim povzroči tvorbo melanina v živalskem svetu ter porjavenje pri rastlinah (Gawlik-Dziki in sod., 2008).

Reakcija s polifenol-oksidazo poteka v dveh stopnjah: (1) PPO katalizira hidroksilacijo monofenolov v difenole in (2) oksidacijo difenolov do kinonov (Toivonen in Brummell 2008).



Slika 7: Potek reakcije, ki jo katalizira polifenol-oksidaza (Toivonen in Brummell, 2008)

Polifenol-oksidaze so v nativnem, nepoškodovanem tkivu sadja in zelenjave, v celicah prostorsko ločene od fenolov in polifenolov. Pri rezanju, oziroma poškodovanju celic pride do mešanja polifenolov s polifenol-oksidazami in fenol peroksidazami (Toivonen in Brummell, 2008).

Številne študije kažejo, da PPO aktivnost naraste po izpostavljenosti rastline biotskim in abiotiskim poškodbam (Thipyapong in sod., 1995).

#### 2.5.2.2 Encimsko porjavenje

Reakcija hidroksilacije poteka razmeroma počasi in nima bistvenega pomena pri porjavenju, saj so nastali difenoli brezbarvni. Reakcija oksidacije poteka relativno hitro,

kinoni, ki nastanejo pri reakciji so obarvani. Kasnejše reakcije kinonov vodi do akumulacije rjavo obarvanih produktov- melanina (Toivonen in Brummell, 2008).. Kinoni lahko reagirajo z različnim skupinam (sulfhidrilno, amino, amido, indol, imidazol skupino), katerega posledice so rjavo obarvani produkti- melanin (Steffens s sod., 1996).

L-askorbinska kislina in nastali kinon reagirata, kar se odraža kot regeneracija fenola. Med regeneracijo se porjavenje zaustavi, dokler L-askorbinska kislina ni porabljena, nakar se ponovno začnejo tvoriti rjavi pigmenti (Robards in sod., 1999).

V primeru poškodbe (rezanje) in staranja tkiva, polifenol-oksidaza preide v aktivno obliko (proteaze cepijo PPO) in v prisotnosti kisika fenolne spojine oksidirajo, pri čemer nastanejo kinoni, ki nato še naprej polimerizirajo in s tem zacetijo poškodovanje tkivo (Vaughn s sod., 1988).

Na intenziteto porjavenja vpliva povečana produkcija polifenolov, ki jo inducirajo mehanske poškodbe. Encim fenilalanin-deaminaza (PAL) naj bi bil ključnega pomena pri sintezi fenolnih spojin (Toivonen in Brummell., 2008)

### 3 MATERIALI IN METODE DELA

#### 3.1 MATERIALI

##### Zelje

V poskusih smo uporabljali glave zelja (*Brasica oleracea* L. convar. *capitata* (L.) var. *capitata*), kultivarja Galaxy. Zelje, ki smo ga potrebovali pri izvedbi diplomske naloge, smo dobili na kmetiji Janež iz okolice Ljubljane.

##### Embalažni material

Embalažni material, ki smo ga uporabili za izdelavo neprepustnih embalažnih enot, nam je dobavilo podjetje AMBA, d.d. iz Ljubljane. Uporabili smo laminat, ki je bil sestavljen iz PET/EVOH/PE s prepustnostjo za kisik  $P_{O_2} = < 1 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}$ . Za prepustne embalažne enote smo uporabili PELD vrečke s prepustnostjo za kisik  $P_{O_2} = 9600 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}$ .

##### Laboratorijski material

- Mikrocentrifuge- Eppendorf (1,5 mL)
- Centrifugirke (50 mL)
- Steklene viale
- Brizge
- CA filtre Milipore (0,45µm)
- Pokrovčki z navojem za steklene viale
- Kromatografska kolona (SynergieC<sub>18</sub> 250 mm x 4 mm)
- Mikropipete (0-50 µL, 100 µL, 100-1000 µL)
- Nastavki za pipetiranje
- Liji
- Čaše
- Erlenmajerice
- Filter papir
- Parafilm
- Stojalo za lij
- Škarje
- Folija (PP/PE-EVOH/PE)
- Prepustna embalaža PE (Mercator, 2 kg)
- Nož

##### Aparature

- Centrifugator-Eppendorf 5415C
- HPLC sistem- avtosempljer (Marathon-XT), izokratska črpalka (K-1001), razplinjevalec (X-Act, Knauer UV-VIS detektor), osebni računalnik s EuroChrom 2002 programom

- Mesoreznica-Typ 250/S
- Tehnica-Mettler Toledo AB204-S
- Magnetno mešalo
- Centrifugator- Eppendorf
- Homogenizator- ULTRA-TURRAX T 25
- UV-VIS spektrofotometer

### Kemikalije in reagenti

- Ba(OH)<sub>2</sub> (barijev hidroksid)
- Fenolftalein
- mili Q voda
- HPO<sub>3</sub> (metafosforna kislina)
- TCEP (Tris(2-karboksietil)fosfin)
- NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O
- NaOH (natrijev hidroksid)
- EDTA
- DNTB (5,5-ditio-bis(2-nitrobenzojskakislina))
- Folin-Ciocalteaujev reagent
- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (natrijev karbonat)
- DPPH<sup>•</sup> (2,2-difenil-1-pikril-hidrazil)
- CH<sub>3</sub>OH (metanol)
- Ca(OH)<sub>2</sub> (kalcijev hidroksid)
- MFK (metafosforna kislina)

### 3.2 NAČRT DELA

Vse analize, ki smo jih opravili, so bile izvedene na Katedri za tehnologijo rastlinskih živil, Oddelka za živilstvo.

Zelje smo po pobiranju očistili, odstranili umazane in poškodovane liste. Skladiščili smo ga 24 ur v hladilni komori pri 2°C. Očiščene glave zelja smo razpolovili s kuhinjskim nožem, odstranili kocen, ter ponovno prepolovili. Četrtine glave zelja smo narezali na mesoreznici na 0,75 mm debele rezine. Narezane glave zelja smo previdno premešali, da ne bi poškodovali rezine zelja. Zelje smo pakirali v dva različna embalažna materiala, dve različni modificirani atmosferi, ob dodatku lovilca CO<sub>2</sub> ali brez njega. Razmerje med pakiranem narezanem zeljem in volumnom ustrezne modificirane atmosfere je bilo 1:6. Pripravili smo 3 ponovitve poskusa.

#### 3.2.1 Tehnične priprave

Pri tehničnih poskusih smo morali najprej izdelati neprepustno in prepustno embalažo, ugotoviti način merjenja volumna embalaže, pripraviti in ugotoviti primeren lovilec CO<sub>2</sub>, ter ugotoviti čas prepihovanja vzorcev s plini.

a) Priprava embalažnih enot

Za prepustno embalažo smo uporabili 2 kg PE vrečke. Neprepustno embalažo smo izdelali iz folije (PP/PE-EVOH/PE).

b.) Merjenje volumna

Za merjenje volumna embalažnih enot smo embalažno enoto najprej napolnili s plinom in zaprli. Trilitersko stekleno čašo smo umerili z znanimi volumni vode. Najmanjša zaznavna sprememba volumna je bila 40 mL. Embalažno enoto smo potopili v čašo s pomočjo bata, ter odčitali izpodrinjeno tekočino. Povprečen volumen s plinom napolnjene embalaže je bil 950 ml.

c.) Lovilec CO<sub>2</sub>

Ker se pri dihanju sprošča CO<sub>2</sub>, smo se odločili, da bomo pri pakiranju dodali lovilce CO<sub>2</sub> in s tem preprečili njegovo kopičenje.

V mikrocentrifugirke smo zatehtali različne količine kalcijevega hidroksida (Ca (OH)<sub>2</sub>) in jih zapakirali v prazne, neprepustne vrečke, ki smo jih napolnili z mešanico dušika in CO<sub>2</sub>. Mikrocentrifugirke smo po določenem času odprli in s plinskim analizatorjem v različnih časovnih intervalih merili vsebnost CO<sub>2</sub>. Izkazalo se je, da se koncentracija CO<sub>2</sub> ni spremenjala, zato tako pripravljenega kalcijevega hidroksida kot lovilca CO<sub>2</sub> nismo mogli uporabiti.

Pri drugem poskusu smo naredili čvrst gel iz agaroze, CaO in vode, ki smo ga zapakirali v neprepustno embalažo, napolnjeno z mešanico CO<sub>2</sub> in N<sub>2</sub>. Tudi pri tem načinu priprave lovilca, se koncentracija CO<sub>2</sub> v embalaži ni bistveno spremenila.

V tretjem poskusu smo v prazni čajni filter zatehtali različne količine kalcijevega hidroksida  $\text{Ca(OH)}_2$  in ponovili postopek merjenja  $\text{CO}_2$  v različnih časovnih intervalih. Ugotovili smo, da  $\text{Ca(OH)}_2$  dobro veže  $\text{CO}_2$  ter da je pri danem volumnu embalažne enote 4 g  $\text{Ca(OH)}_2$  zadost velika količina, da lahko veže ves  $\text{CO}_2$ . Čajno vrečko z  $\text{Ca(OH)}_2$  smo zavili v papirnato brisačko in zlepili.

## **POSKUS 1**

### a) Priprava embalažne enote

Pripravili smo 8 različnih vzorcev, ki smo jih označili z okrajšavami ZPO, ZNO, ZPS, ZNS, KPO, KNO, KPS in KNS. Za vsak vzorec smo pripravili osem paralelk, saj smo vzorčili štirikrat, vsakič po dve paralelki istega vzorca. Skupaj smo tako pripravili 64 vzorcev.

Pomen okrajšav vzorcev:

**ZPO:** začetna sestava atmosfere zraka, prepustna embalaža, brez dodanega lovilca  $\text{CO}_2$

**ZNO:** začetna sestava atmosfere zraka, neprepustna embalaža, brez dodanega lovilca  $\text{CO}_2$

**ZPS:** začetna sestava atmosfere zraka, prepustna embalaža, z dodanim lovilcem  $\text{CO}_2$

**ZNS:** začetna sestava atmosfere zraka, neprepustna embalaža, z dodanim lovilcem  $\text{CO}_2$

**KPO:** prepihanje s kisikom, prepustna embalaža, brez dodanega lovilca  $\text{CO}_2$

**KNO:** prepihanje s kisikom, neprepustna embalaža, brez dodanega lovilca  $\text{CO}_2$

**KPS:** prepihanje s kisikom, prepustna embalaža, z dodanim lovilcem  $\text{CO}_2$

**KNS:** prepihanje s kisikom, neprepustna embalaža, z dodanim lovilcem  $\text{CO}_2$

### b) Rezanje zelja

Očiščeno zelje smo razrezali na četrtnine, nakar smo zelje narezali na mesoreznici, na debelino rezin 0,75 mm. Narezano zelje smo previdno premešali.

### c) Pakiranje zelja

V embalažno enoto smo zatehtali 150 g narezanega zelja. Določenim vzorcem smo dodali lovilec  $\text{CO}_2$ , prepihovali 1 minuto z ustreznim plinom in vrečko zavarili.

### d) Čas skladiščenja

Pri prvem poskusu smo določili čas skladiščenja sedem dni pri 8 °C. Vzorčili smo prvi, drugi, četrti in sedmi dan po nastavitev poskusa, vendar se je izkazalo, da je interval neustrezen, saj je prišlo po sedmem dnevu skladiščenja do večjih sprememb, zato smo čas skladiščenja podaljšali na deset dni.

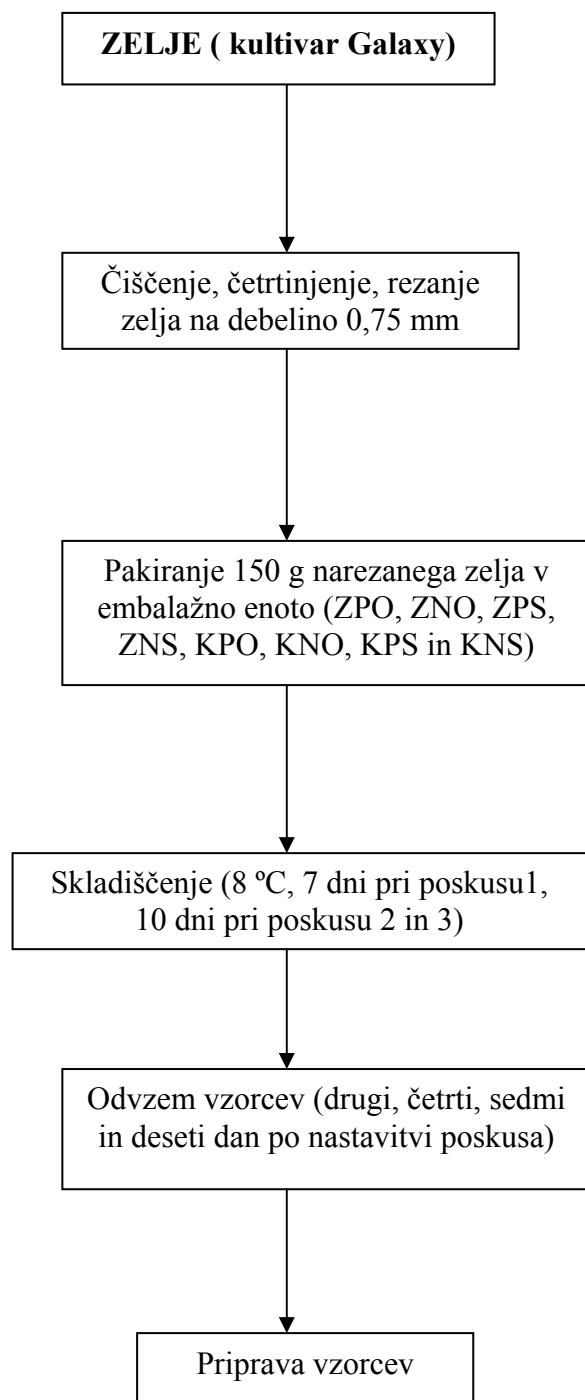
## **POSKUS 2**

Priprava embalažne enote, rezanje zelja in pakiranje zelja je bilo enako kot pri poskusu 1. Čas skladiščenja smo podaljšali na deset dni pri 8°C. Vzorčili smo drugi, četrti, sedmi in deseti dan po nastavitev poskusa.

### **POSKUS 3**

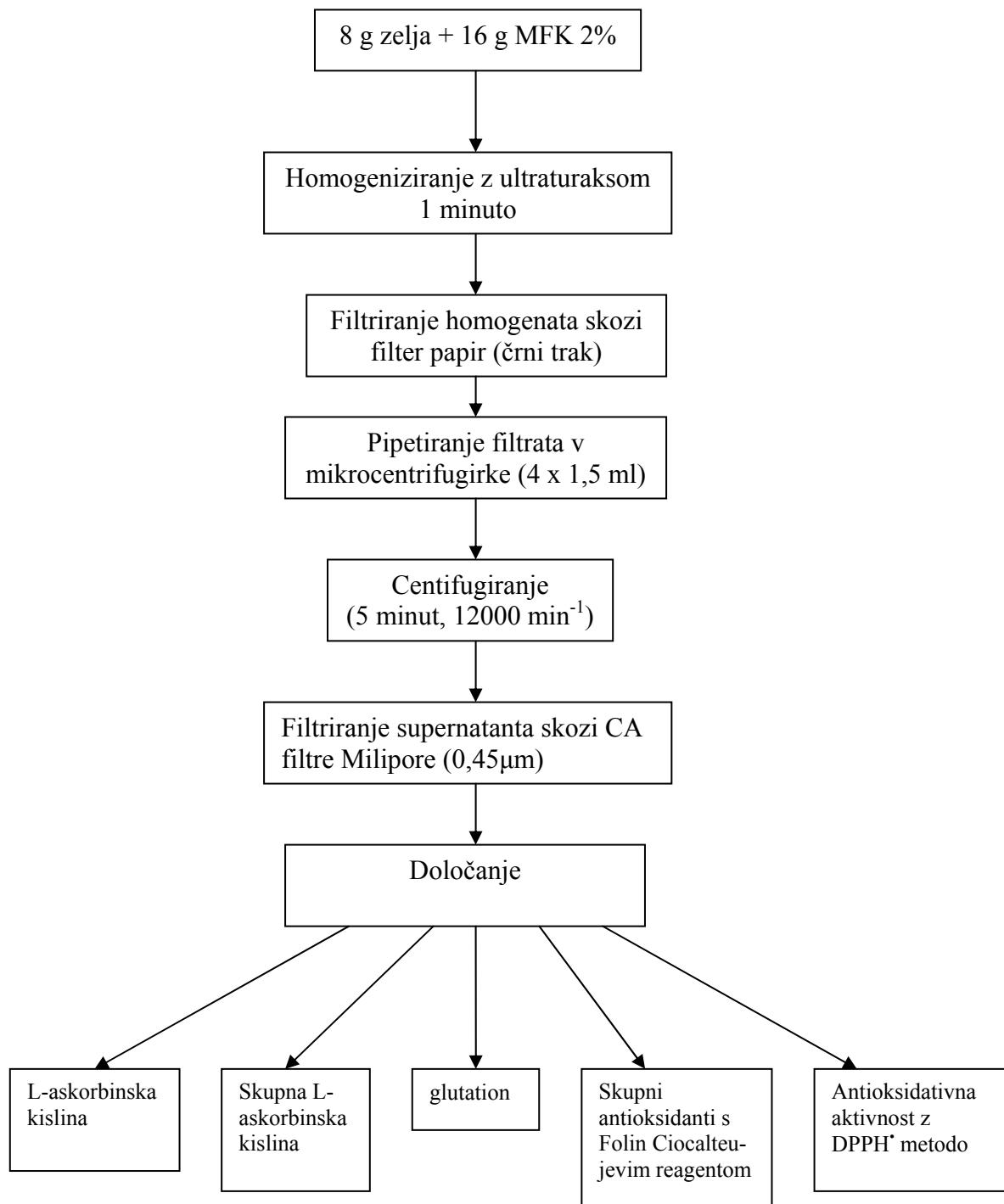
Poskus 3 je potekal enako kot poskus 2.

Edina razlika je, da smo v okviru poskusa 3, še dodatno zapakirli 200 g narezanega zelja v embalažno enoto KPS in KNS. Embalažne enote smo skladiščili sedem dni pri 8°C. Pri vzorcih z 200 g narezanega zelja smo vzorčili drugi, četrti in sedmi dan po nastavitev poskusa.



**Slika 8: Skica dela**

### 3.2.2 Analiza vzorcev



Slika 9: Skica priprave vzorcev

### 3.3 METODE DELA

#### 3.3.1 Določanje L-askorbinske kisline

##### Reagenti

- MFK 2 %
- mili Q voda
- L-AK

##### *Priprava 2 % metafosforne kisline (W/W)*

20 g metafosorne kisline (MFK) smo zdrobili v tarilnici v prah ter kvantitativno prenesli v 1000 ml bučo in dopolnili z 980 g mili Q vode. S pomočjo magnetnega mešala smo mešali, dokler se kristali niso raztopili. Pripravljeno 2 % MFK smo shranjevali na hladnjem.

##### Priprava standardnih raztopin

20 mg L-AK smo zatehtali v plastično ladjico za enkratno uporabo, ki smo jo kvantitativno prenesli v 50 ml čašo, in raztopili v 10 ml 2 % MFK. Nato smo odpipetirali 0,5 ml L-AK s koncentracijo 2 mg/mL ter redčimo z 9,5 ml 2 % MFK. Iz te raztopine smo pripravili standardne raztopine, ki so vsebovale od 100- 900 µl L-AK. Vsem standardnim raztopinam smo dodali 2 % MFK do končnega volumna 1000 µl ter dobro premešali. Koncentracija L-AK v tako pripravljenih mešanicah je bila od 10 mg/L do 90 mg/L. Še isti dan smo standarde analizirali na HPLC sistemu. Kromatografski pogoji so v preglednici 5.

Preglednica 4: **Priprava standardnih raztopin L-askorbinske kisline za umeritveno krivuljo**

VOLUMEN AK koncentracija 100mg/L (µL)	VOLUMEN 2% MFK (µL)
100	900
200	800
300	700
400	600
500	500
600	400
700	300
800	200
900	100

Preglednica 5: **Kromatografski pogoji**

gradientna črpalka:	Maxi Star, Knauer
kolona:	SynergieC <sub>18</sub> 250 mm x 4 mm
mobilna faza:	2,5 mM H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
pretok mobilne faze:	1 ml/min
volumen injiciranja:	20 µl
detektor:	UV – VIS, 260 nm, Knauer

Priprava vzorca

V 50 ml centrifugirko smo zatehtali 8 g zelja in hladno 16 g MFK 2%. Homogenizirali smo z ultraturaksom eno minuto, da zmes postane popolnoma homogena. Homogenat smo filtrirali skozi celulozni filter papir (črni trak). Filtrat smo pipetirali v mikrocentrifugirke in centrifugirali pet minut pri 12000 min<sup>-1</sup>. Supernatant smo prefiltrirali skozi CA filtre Millipore (0,45 µm) v mikrocentrifugirko. Tako pripravljen vzorec smo potrebovali za vse analize. Shema priprave vzorca je prikazana na sliki 9.

Za določanje L-AK smo v 1,5 mL steklene viale odpipetirali 400 µL vzorca zelja in 800 µL MFK 2%, zaprli ter dobro premešali. Tako pripravljene vzorce smo še isti dan analizirali s HPLC.

### 3.3.1.1 Izračun vsebnosti L-askorbinske kisline

Vsebnost L-askorbinske kisline ( $V_{LAK}$ ) v mg/100 g zelja smo določili tako, da smo iz umeritvene krivulje odčitali masno koncentracijo L-AK. Ob upoštevanju razredčitve (9x) in predpostavki, da je gostota zelja 1 g/mL, smo določili vsebnost L-AK v vzorcu po naslednji enačbi:

$$V_{L-AK} = ((A_{L-AK} - 1,2944) / 0,7203) \times 0,9$$

$A_{L-AK}$ ..... površina pika na kromatogramu (mAu×min)

### 3.3.2 Določanje skupne L-askorbinske kisline

#### Reagenti

- TCEP
- MFK 2 %
- mili Q voda

### *Priprava 10 mmol/L TCEP*

V plastično ladijco za enkratno uporabo smo zatehtali 43 mg TCEP ter kvantitativno prenesli v 50 mL stekleno časo. Dodali smo 15 mL hladne 2 % MFK, ter dobro premešali z magnetnim mešalom.

#### Priprava vzorca

V 1,5 mL stekleno vialo smo odpipetirali 400  $\mu$ L vzorca zelja in 800  $\mu$ L pripravljenega TCEP. Vialo smo dobro zaprli in premešali. Vzorce smo analizirali na HPLC sistemu še isti dan.

##### 3.3.2.1 Izračun vsebnosti skupne L-askorbinske kisline

Vsebnost skupne L-AK ( $V_{SKUPNA\ L-AK}$ ) v mg/100g smo določili enako kot L-AK (3.2.3.).

##### 3.3.2.2 Izračun vsebnosti dehidroaskorbinske kisline

Vsebnost DHA ( $V_{DHA}$ ) smo izračunali tako, da smo od skupne L-AK odšteli vsebnost L-AK.

$$V_{DHA} = V_{SKUPNA\ L-AK} - V_{L-AK}$$

### **3.3.3 Določanje glutationa**

#### Reagenti

- MFK 2%
- $NaH_2PO_4 \times 2H_2O$
- NaOH
- EDTA
- DNTB
- GSH

#### *Priprava fosfatnega pufra*

V 1L stekleno časo smo zatehtali 15,6 g  $NaH_2PO_4 \times 2H_2O$ , ki ga raztopimo v 500 mL mili Q vode. Ko so se kristali raztopili, smo dodali 1,1 g EDTA. Mešali smo z magnetnim mešalom. Fosfatni pufer mora imeti pH 8, zato smo ga uravnali z dodajanjem koncentrirane raztopine NaOH.

### *Priprava 0,6 mmol/L DNTB (REAGENT)*

V plastično ladijo smo zatehtali 12 mg DNTB ter kvantitativno prenesli v 100 mL stekleno časo. DNTB smo raztopili v 50 mL fosfatnega pufra. Mešali smo na magnetnem mešalniku.

### Priprava standardnih raztopin

Pripravili smo 0,5 mmol/L GSH. Iz te raztopine smo pripravili standardne raztopine, ki so vsebovale od 10 do 60 µL GSH. Vsem standardnim raztopinam smo dodali 900 µL reagenta in 2 % MFK do končnega volumna 1000 µL. Raztopino smo dobro premešali. Po 15 minutah smo na spektrofotometru izmerili absorbance standardnih raztopin pri 412 nm. Iz izmerjenih absorbanc in znanih koncentracij standardnih raztopin smo narisali umeritveno krivuljo.

Preglednica 6: **Priprava standardnih raztopin glutationa za umeritveno krivuljo**

GSH koncentracija 0,5 mmol/L (µL)	VOLUMEN REAGENTA (µL)	VOLUMEN 2% MFK (µL)
10	900	90
20	900	80
30	900	70
40	900	60
50	900	50
60	900	40

### Priprava vzorca

V 1,5 mL mikrocentrifugirko smo odpipetirali 100 µL vzorca zelja in 900 µL reagenta. Mikrocentrifugirko smo zaprli in dobro premešali. Po 15 minutah smo izmerili absorbanco pri 412 nm. Vse meritve smo izvajamo v dveh paralelkah.

Za slepi vzorec smo odpipetirali namesto vzorca zelja 100 µL 2% MFK.

### **3.3.4 Določanje skupnih antioksidantov s Folin-Ciocalteujevim reagentom**

#### Reagenti

- mili Q voda
- F.C. reagent
- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- AK

- MFK 2 %

#### *Priprava 20% $Na_2CO_3$*

V 100 mL čašo smo zatehtali 10 g  $Na_2CO_3$ , ki ga raztopili v 40 g mili Q vode. Za boljše in hitrejše raztopljanje smo uporabili magnetno mešalo.

#### *Priprava F.C. reagenta (1:2)*

V 50 mL centrifugirko smo odpipetirali 15 mL F.C. reagenta in 30 mL mili Q vode. Centrifugirko smo zaprli in dobro premešali.

#### *Priprava 1000 mg/L askorbinske kisline*

V plastično ladijco smo zatehtali 10 mg L-AK ter jo kvantitativno prenesli v 50 mL plastične centrifugirke. L-AK smo raztopili v 10 ml 2 % MFK. Centrifugirko smo zaprli in dobro premešali.

#### Priprava standardnih raztopin

V 1,5 ml mikrocentrifugirko smo odpipetirali 135  $\mu$ L L-AK kisline s koncentracijo 1000 mg/L ter dodali 865  $\mu$ L H<sub>2</sub>O. Mikrocentrifugirko smo dobro zaprli ter premešali. Potem smo odpipetirali v 15 ml plastično centrifugirko 800  $\mu$ L te raztopine in dodali 7,2 mL mili Q vode. Tako smo pripravili L-AK s koncentracijo 13,5 mg/L. Iz te raztopine smo pripravili standardne raztopine, ki so vsebovale od 0-700  $\mu$ L L-AK. Vsem standardnim raztopinam smo dodali destilirano vodo do končnega volumna 720  $\mu$ L, premešali in dodali 125  $\mu$ L F.C. reagenta, ki smo ga predhodno predhodno razredčili z destilirano vodo v razmerju 1:2, ter po 5 minutah še 125  $\mu$ L 20%  $Na_2CO_3$ . Po 90 minutah smo na spektrofotometru izmerili absorbance standardnih raztopin L-AK pri 746 nm. Iz izmerjenih absorbanc in znanih koncentracij standardnih raztopin smo narisali umeritveno krivuljo. Vsako meritev smo opravili v dveh paralelkah.

Preglednica 7: Priprava standardnih raztopin L-askorbinske kisline za umeritveno krivuljo

L-AK (13,5 mg/L) [ $\mu$ L]	MILI Q VODA [ $\mu$ L]	2% MFK [ $\mu$ L]	F.C. reagent (1:2) [ $\mu$ L]	$Na_2CO_3$ (20%) [ $\mu$ L]
0	720	30	125	125
70	650	30	125	125
140	580	30	125	125
210	510	30	125	125
280	440	30	125	125
350	370	30	125	125
420	300	30	125	125
490	230	30	125	125
560	160	30	125	125

630	90	30	125	125
700	20	30	125	125

Priprava vzorca

V 1,5 mL mikrocentrifugirko smo odpipetirali 30 µL homogenata zelja v 2 % MFK, dodali 720 µL mili Q vode in 125 µL F.C. reagenta (1:2) ter dobro premešali. Po petih minutah smo dodali 125 µL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> in dobro premešali. Po 60 minutah smo na spektrofotometru izmerili absorbanco pri 765 nm. Vsako meritev smo opravili v dveh paralelkah.

Slepi vzorec smo pripravili tako, da smo namesto vzorca zelja odpipetirali 30 µL 2% MFK.

**3.3.5 Določanje antioksidativne aktivnosti z reagentom DPPH<sup>•</sup>**

## Reagenti

- CH<sub>3</sub>OH
- mili Q voda
- DPPH<sup>•</sup>
- MFK 2%

Priprava DPPH<sup>•</sup>

V plastično ladjico smo zatehtali 5 mg DPPH<sup>•</sup> in ga kvantitativno preneseli v 100 mL čašo, ter dodali 98,75 g metanola. Ker se DPPH<sup>•</sup> slabše topi in ker je metanol izredno hlapen, smo pokrili čašo s parafilmom, ter mešali z magnetnim mešalom.

Priprava 1000 mg/L L-askorbinske kisline

V plastično ladjico smo zatehtali 10 mg L-AK ter kvantitativno prenesli v 50 mL plastične centrifugirke. L-AK smo raztopili v 10 ml 2 % MFK. Centrifugirko smo zaprli in dobro premešali.

Priprava standardnih raztopin

V 15 ml centrifugirko smo odpipetirali 3,5 ml L-AK s koncentracijo 1000 mg/L in dodali 6,5 ml 2% MFK. Mikrocentrifugirko smo dobro zaprli ter premešali. Iz te raztopine smo pripravili standardne raztopine, ki so vsebovale od 0-1000 µl L-AK. Vsem standardnim raztopinam smo dodali 2% MFK do skupnega volumena 1000 µl. Vse mikrocentrifugirke smo dobro zaprli in premešali.

Iz tako pripravljenih standardnih raztopin smo od vsake koncentracije odpipetirali 30 µl ter dodali 1250 µl metanolne raztopine DPPH<sup>•</sup>.

Preglednica 8: **Priprava standardnih raztopin L-askorbinske kisline za umeritveno krivuljo**

AK (350 mg/L) [µL]	2% MFK [µL]	OZNAKA STANDARDNE RAZTOPINE AK
0	1000	0
100	900	1
200	800	2
300	700	3
400	600	4
500	500	5
600	400	6
700	300	7
800	200	8
900	100	9
1000	0	10

Preglednica 9: **Priprava umeritvene krivulje za določevanje antioksidativne aktivnosti z DPPH metodo**

STANDARDNA RAZTOPINA AK		DPPH <sup>•</sup> (5g/125 ml MeOH)
OZNAKA	[µL]	[µL]
0	30	1250
1	30	1250
2	30	1250
3	30	1250
4	30	1250
5	30	1250
6	30	1250
7	30	1250
8	30	1250
9	30	1250
10	30	1250

#### Priprava vzorca

V 1,5 ml mikrocentrifugirko smo odpipetirali 30 µL vzorca zelja in 1,25 mL DPPH<sup>•</sup>, dobro zaprli in premešali. Po 30 minutah smo na spektrofotometru izmerili absorbanco pri valovni dolžini 517 nm. Vse meritve smo opravili v dveh paralelkah.

Slepi vzorec smo pripravili enako kot vzorec, samo da smo namesto vzorca zelja odpipetirali 30 µL 2% MFK.

## 4 REZULTATI

Namen poskusa 1 je bil optimizacija poteka merjenja, saj smo morali v kratkem času opraviti veliko število meritve. Poskus 1 je bil dejansko predposkus. Na osnovi podatkov, ki smo jih dobili pri poskusu 1 smo lahko ugotovili najustreznejši čas vzorčenja in skladiščenja, kar smo porabili pri poskusu 2 in 3.

Pri poskusu 2 smo merili sestavo plinske faze (pri pakiranju v atmosfero kisika) takoj po polnjenju v embalažne enote. Pri meritvi smo morali preluknjati embalažno enoto. Po meritvi, smo mesto vzorčenja zalepili.

Pri nekaterih meritvah poskusa 2 nismo za homogenizacijo vzorcev uporabili MFK, saj je iz rezultatov analiz razvidno, da pri vseh vzorcih določimo izredno velike vrednosti DHA (priloga E).

V poglavju rezultati smo tako predstavili le meritve poskusa 3. Rezultati analiz poskusa 1 in 2 so navedeni v prilogah.

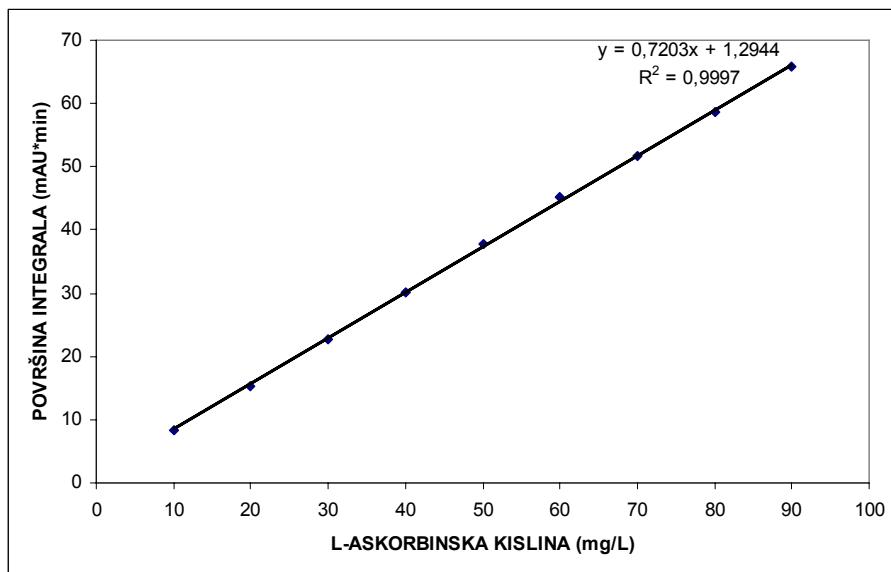
Za ustrezni način pakiranja in čas vzorčenja smo imeli dva paralelna vzorca, ki smo ju ločeno homogenizirali. Vsebnost glutationa, skupnih antioksidantov in antioksidativno aktivnost smo za vsak homogenat določali v dveh paralelkah. Vrednosti, predstavljene v poglavju rezultati, so tako povprečje štirih meritvev.

Zaradi velike ponovljivosti injiciranja na HPLC sistemu smo se pri določevanju vitamina C odločili le za eno meritve za ustrezni homogenat. Vrednosti predstavljene v rezultatih so tako povprečje dveh meritvev.

## 4.1 DOLOČANJE L-ASKORBINSKE KISLINE V ZELJU

### 4.1.1 Umeritvena krivulja za določevanje L-askorbinske kisline

L-Askorbinsko kislino smo določili iz umeritvene krivulje, ki smo jo pripravili iz znanih koncentracij L-AK. Umeritvena krivulja (slika 10):



Slika 10: Umeritvena krivulja za L-askorbinsko kislino

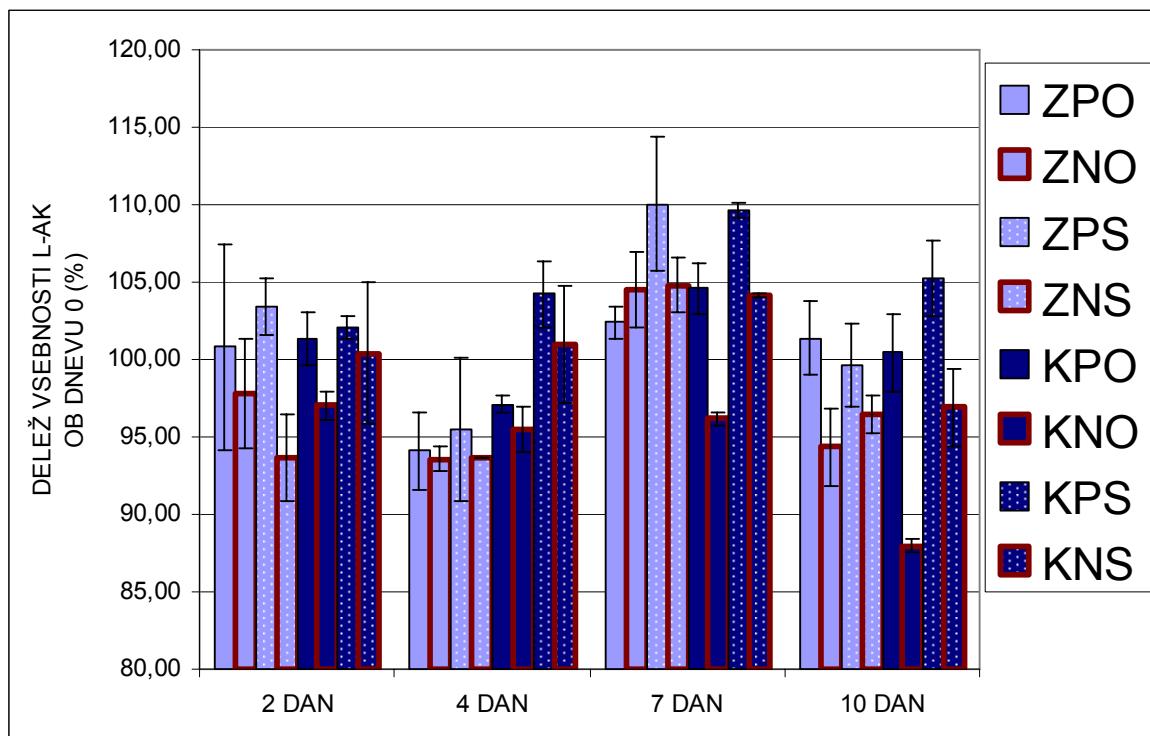
### 4.1.2 Vsebnost L-askorbinske kisline v zelju

Vsebnost L-AK smo določali v bistrih ekstraktih zelja z 2 % MFK, ki smo jih dobili pri ekstrakciji iz narezanega, pakiranega zelja. Analiza je potekala 10 dni. Vsebnost L-AK smo določali ob dnevih 0, 2, 4, 7 in 10. Vsebnost L-AK smo izrazili v mg/ 100 g zelja. Predpostavili smo, da je gostota zelja 1 g/mL. V preglednici 10 so prikazani rezultati meritev za poskus 3. Vrednosti L-AK za poskus 1 in 2 so navedeni v prilogi A.

Preglednica 10: Vsebnost L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izražena v mg/100 g zelja

DAN \ VZOREC	0	2	4	7	10
ZPO	$34,61 \pm 1,72$	$34,58 \pm 2,33$	$32,29 \pm 0,75$	$35,13 \pm 0,36$	$34,78 \pm 0,85$
ZNO	$34,61 \pm 1,72$	$33,57 \pm 1,17$	$32,10 \pm 0,24$	$35,86 \pm 0,92$	$32,37 \pm 0,75$
ZPS	$34,61 \pm 1,72$	$35,49 \pm 0,67$	$32,76 \pm 1,45$	$37,76 \pm 1,81$	$34,19 \pm 0,93$
ZNS	$34,61 \pm 1,72$	$32,12 \pm 0,85$	$32,14 \pm /$	$35,95 \pm 0,68$	$33,10 \pm 0,38$
KPO	$34,61 \pm 1,72$	$34,77 \pm 0,60$	$33,32 \pm 0,17$	$35,89 \pm 0,62$	$34,47 \pm 0,87$
KNO	$34,61 \pm 1,72$	$33,30 \pm 0,29$	$32,76 \pm 0,45$	$32,99 \pm 0,12$	$30,18 \pm 0,11$

KPS	$34,61 \pm 1,72$	$35,02 \pm 0,26$	$35,77 \pm 0,80$	$37,60 \pm 0,20$	$36,11 \pm 0,91$
KNS	$34,61 \pm 1,72$	$34,45 \pm 1,57$	$34,65 \pm 1,32$	$35,74 \pm 0,04$	$33,25 \pm 0,81$



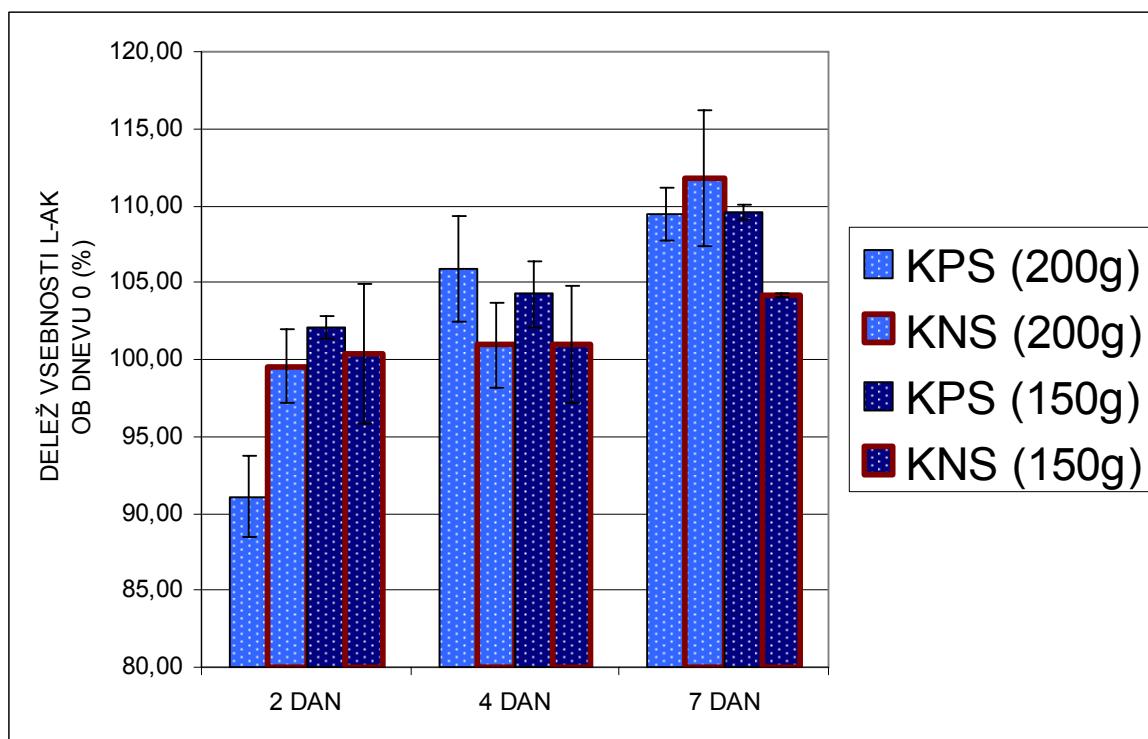
Slika 11: Vsebnost L-askorbinske kisline v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah

Na sliki 11 so prikazane spremembe vsebnosti L-AK med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah. Iz slike 11 je razvidno, da smo največjo vsebnost L-AK določili v embalažni enoti ZPS, sedmi dan skladisčenja. Najnižjo vsebnost L-AK smo določili deseti dan skladisčenja pri vzorcu KNO.

Sedmi dan skladisčenja smo opazili porast L-AK pri vseh embalažnih enotah.

Pri vzorcih z neprepustno embalažo smo določili manjše vsebnost L-AK, razen sedmi dan skladisčenja, kjer smo primerljivemu paru ZPO:ZNO slednjemu določili večjo vsebnost L-AK kot vzorcu ZPO.

Pri vzorcih, s prepustno embalažo in lovilcem CO<sub>2</sub>, smo določili večjo vsebnost L-AK, kot pri vzorcih z neprepustno embalažo, brez lovila CO<sub>2</sub>.



Slika 12: Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto, na vsebnost L-askorbinske kisline, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0

Na sliki 12 so prikazane spremembe vsebnosti L-AK med skladiščenjem različne količine zelja, pakiranega v embalažno enoto.

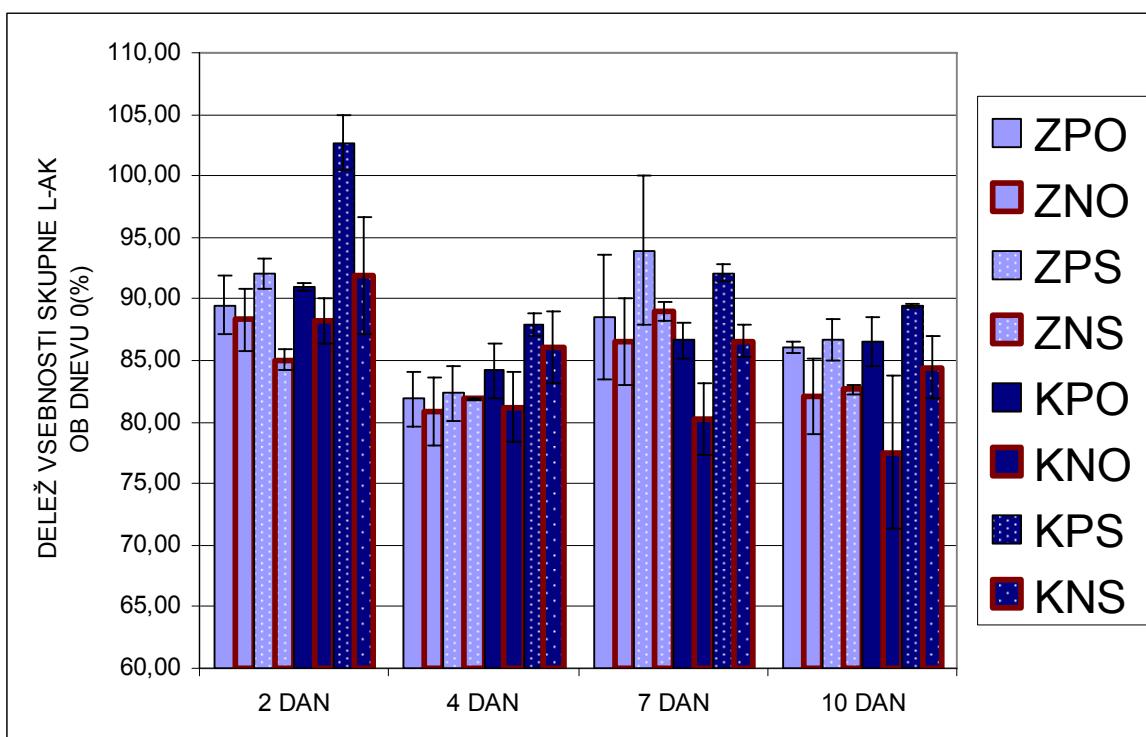
Večjih razlik med pakiranjem nismo opazili. Vsebnost L-AK pri vseh vzorcih med skladiščenjem narašča. Po sedmem dnevu skladiščenja smo določili največ L-AK pri vzorcu KNS (200g), vendar se je vsebnost povečala za maksimalno 10 %, glede na vsebnost ob dnevnu 0.

#### 4.1.3 Vsebnost skupne L-askorbinske kisline

Vsebnost skupne L-AK smo določali v bistrih ekstraktih zelja z 2 % MFK, ki smo jih dobili pri ekstrakciji iz narezanega, pakiranega zelja. Analiza je potekala 10 dni, vsebnost skupne L-AK smo določali ob dnevih 0, 2, 4, 7 in 10. Koncentracijo skupne L-AK smo izrazili v mg/ 100 g zelja. Predpostavili smo, da je gostota zelja 1 g/mL. V preglednici 11 so prikazani rezultati meritev za poskus 3. Vrednosti skupne L-AK za poskus 1 in 2 so navedeni v prilogi C.

Preglednica 11: **Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izražena v mg/100 g zelja**

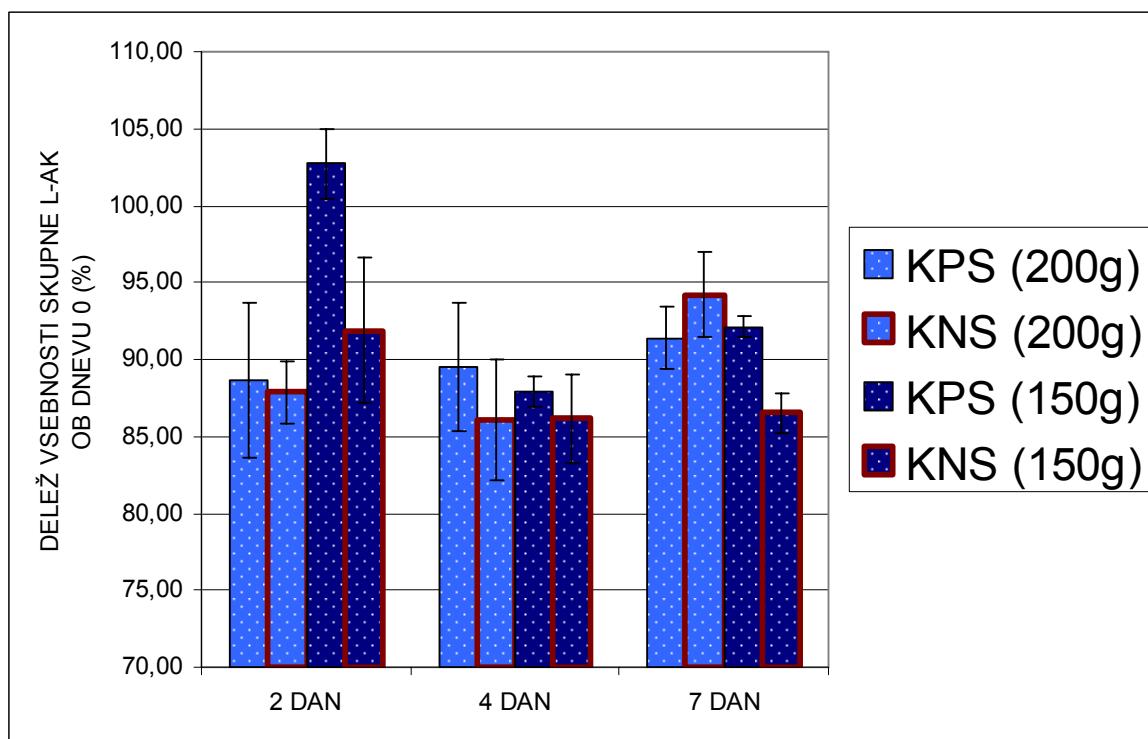
DAN \ VZOREC	0	2	4	7	10
ZPO	42,90 ± 0,09	38,40 ± 0,83	35,15 ± 0,64	37,97 ± 1,70	36,93 ± 0,17
ZNO	42,90 ± 0,09	37,90 ± 0,84	34,69 ± 0,77	37,13 ± 1,14	35,21 ± 0,89
ZPS	42,90 ± 0,09	39,49 ± 0,47	35,31 ± 0,63	40,29 ± 2,30	37,17 ± 0,54
ZNS	42,90 ± 0,09	36,49 ± 0,24	35,14 ± 0,02	38,17 ± 0,25	35,46 ± 0,11
KPO	42,90 ± 0,09	39,01 ± 0,11	36,13 ± 0,68	37,17 ± 0,47	37,14 ± 0,63
KNO	42,90 ± 0,09	37,86 ± 0,62	34,82 ± 0,80	34,43 ± 0,80	33,27 ± 1,60
KPS	42,90 ± 0,09	44,06 ± 1,01	37,72 ± 0,33	39,52 ± 0,26	38,38 ± 0,05
KNS	42,90 ± 0,09	39,41 ± 1,71	36,95 ± 0,93	37,13 ± 0,42	36,23 ± 0,76



Slika 13: **Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevju 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah**

Na sliki 13 so prikazane spremembe vsebnosti skupne L-AK med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah. Vsebnost skupne L-AK med skladiščenjem pada, razen drugi dan skladiščenja pri vzorcu KPS, kjer smo določili 2 % višjo vsebnost skupne L-AK kot ob dnevju 0. Najnižjo vsebnost smo določili pri vzorcu KNO, deseti dan skladiščenja.

Čeprav večjih razlik med pakiranjimi nismo zaznali, smo opazili, da smo določili nižje vsebnosti skupne L-AK pri vzorcih z neprepustno embalažo.



Slika 14: Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto, na vsebnost skupne L-askorbinske kisline, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0

Na sliki 14 so prikazane spremembe vsebnosti skupne L-AK med skladiščenjem embalažnih enot z različnimi količinami zelja.

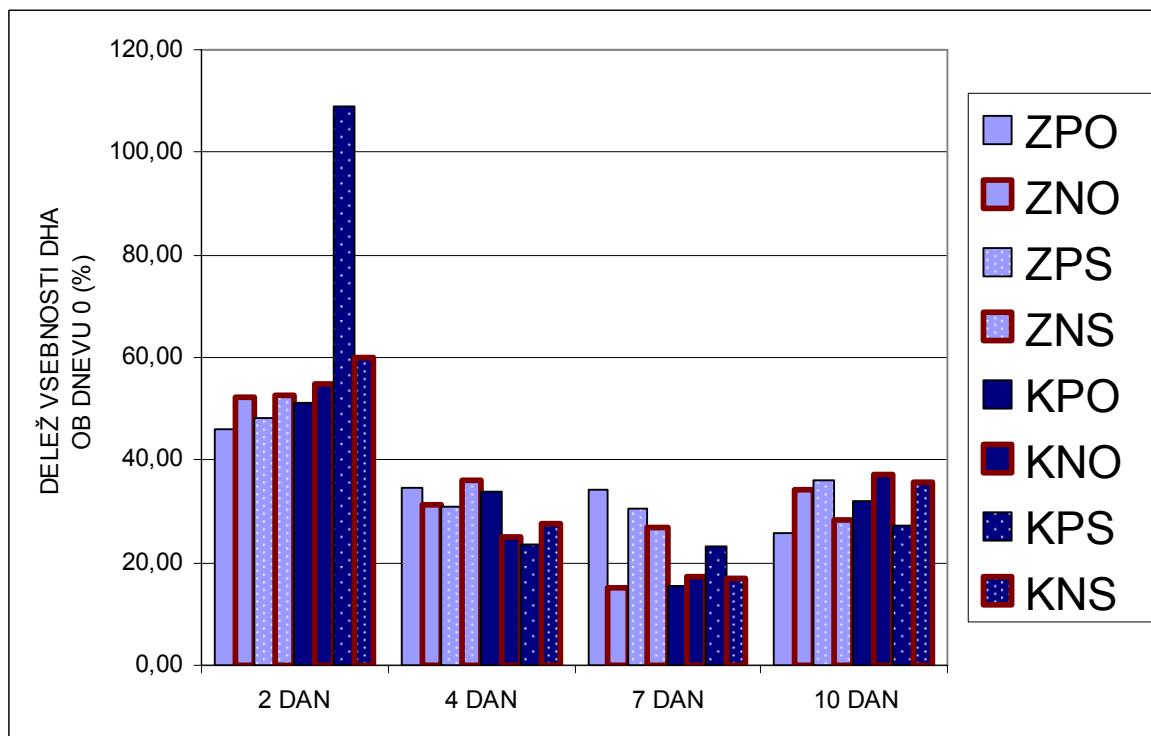
Večjih razlik med pakiranjem nismo opazili. Med skladiščenjem smo določili nižjo vsebnost skupne L-AK, kot ob dnevnu 0. Po drugem dnevu skladiščenja smo določili največ skupne L-AK pri vzorcu KPS, vendar se je vsebnost povečala za maksimalno 3 %, glede na vsebnost ob dnevnu 0.

#### 4.1.4 Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v zelju

Vsebnost DHA smo določevali tako, da smo od skupne L-AK smo odšteli vsebnost L-AK. Analiza je potekala 10 dni, vsebnost DHA smo določevali ob dnevih 0, 2, 4, 7 in 10. Koncentracijo DHA smo izrazili v mg/100 g zelja. Predpostavili smo, da je gostota zelja 1 g/mL. V preglednici 12 so prikazani rezultati meritev za poskus 3. Vrednosti DHA za poskus 1 in 2 so navedeni v prilogi E.

Preglednica 12: **Vsebnost DHA v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izražena v mg/100 g zelja**

DAN \ VZOREC	0	2	4	7	10
ZPO	8,29 ± 1,81	3,81 ± 3,16	2,86 ± 1,39	2,84 ± 2,06	2,15 ± 1,01
ZNO	8,29 ± 1,81	4,33 ± 2,01	2,59 ± 1,01	1,26 ± 2,06	2,84 ± 1,64
ZPS	8,29 ± 1,81	4,00 ± 1,14	2,55 ± 2,08	2,53 ± 4,12	2,98 ± 1,47
ZNS	8,29 ± 1,81	4,37 ± 1,09	3,00 ± /	2,21 ± 0,93	2,35 ± 0,49
KPO	8,29 ± 1,81	4,24 ± 0,71	2,82 ± 0,84	1,28 ± 1,08	2,67 ± 1,50
KNO	8,29 ± 1,81	4,56 ± 0,92	2,07 ± 1,25	1,43 ± 0,92	3,10 ± 1,71
KPS	8,29 ± 1,81	9,05 ± 1,27	1,94 ± 1,13	1,92 ± 0,46	2,27 ± 0,97
KNS	8,29 ± 1,81	4,96 ± 3,28	2,30 ± 2,24	1,39 ± 0,46	2,97 ± 1,57

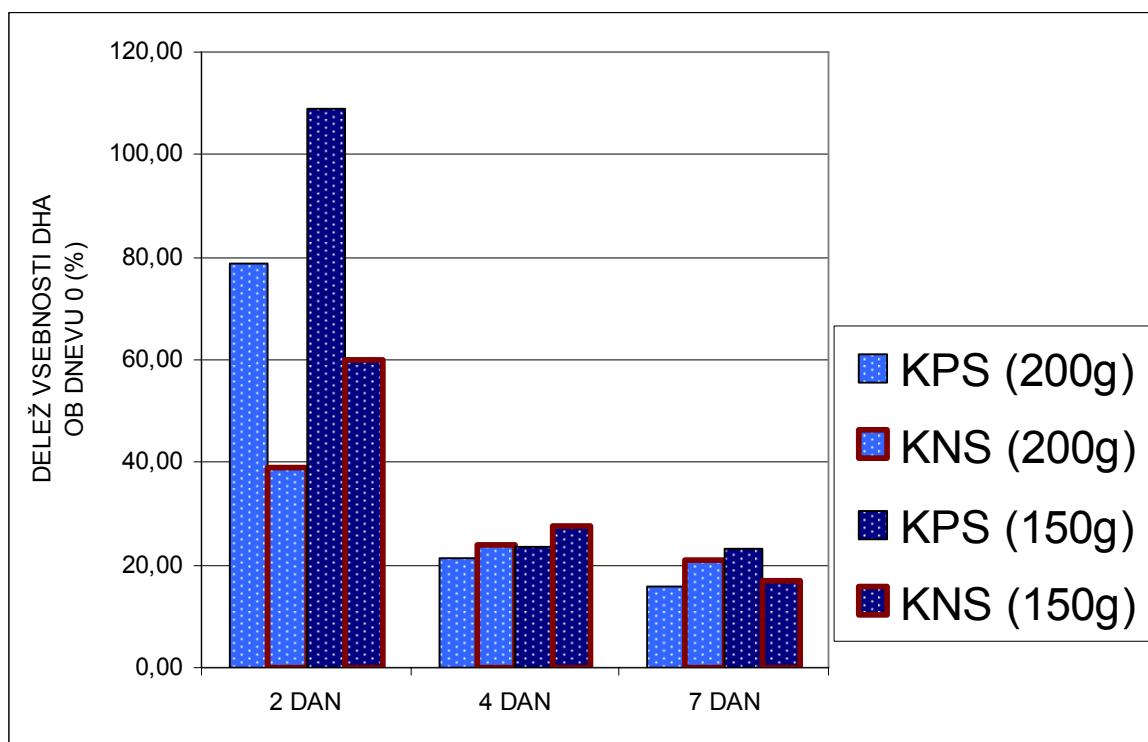


Slika 15: **Vsebnost DHA v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah**

Na sliki 15 so prikazane spremembe vsebnosti DHA med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah. Največjo vsebnost DHA smo določili drugi dan skladiščenja pri vzorcu KPS, najnižjo vsebnost pa pri vzorcu ZNO, sedmi dan skladiščenja.

DHA med skladiščenjem močno pada, minimum smo določili sedmi dan skladiščenja pri vzorcu ZNO, kjer DHA pada na 15 % vsebnosti določene ob dnevu 0. Iz slike 15 je razvidno, da različni način pakiranja ne vplivajo na vsebnost DHA.

Standardne napake pri določevanju vsebnosti DHA so izredno velike (preglednica 12), glede na vsebnost DHA v narezanem zelju.



Slika 16: Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto, na vsebnost DHA, izražene kot delež vsebnosti ob dnevju 0

Na sliki 16 so prikazane spremembe vsebnosti skupne L-AK med skladiščenjem embalažnih enot z različnimi količinami zelja. Večjih razlik med pakiranjem nismo opazili. Standardne napake pri določevanju vsebnosti DHA so izredno velike, glede na vsebnost DHA (priloga F).

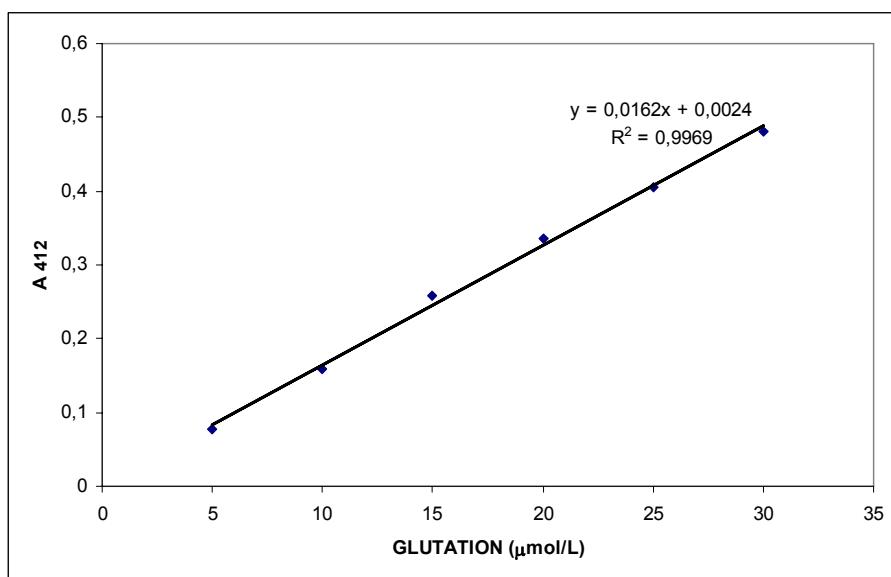
Iz slike 16 je razvidno, da vsebnost DHA med skladiščenjem pada, razen pri vzorcu KPS (150 g), kjer smo drugi dan skladiščenja določili največ DHA, vendar maksimalno 10 % več, glede na vsebnost DHA določene ob dnevju 0. Najnižjo vrednost smo določili sedmi dan skladiščenja, kjer določimo maksimalno 23 % določene DHA ob dnevju 0.

## 4.2 DOLOČANJE GLUTATIONA V ZELJU

### 4.2.1 Umeritvena krivulja za določevanje glutationa

Umeritveno krivuljo za določevanje glutationa smo pripravili iz znanih koncentracij glutationa. Umeritvena krivulja (slika 17), na podlagi katere smo določili vsebnost glutationa v vzorcih, je premica z enačbo:

$$c_{\text{glutationa}} (\mu\text{mol/kg}) = (A_{412} - 0,0024) / 0,0162$$



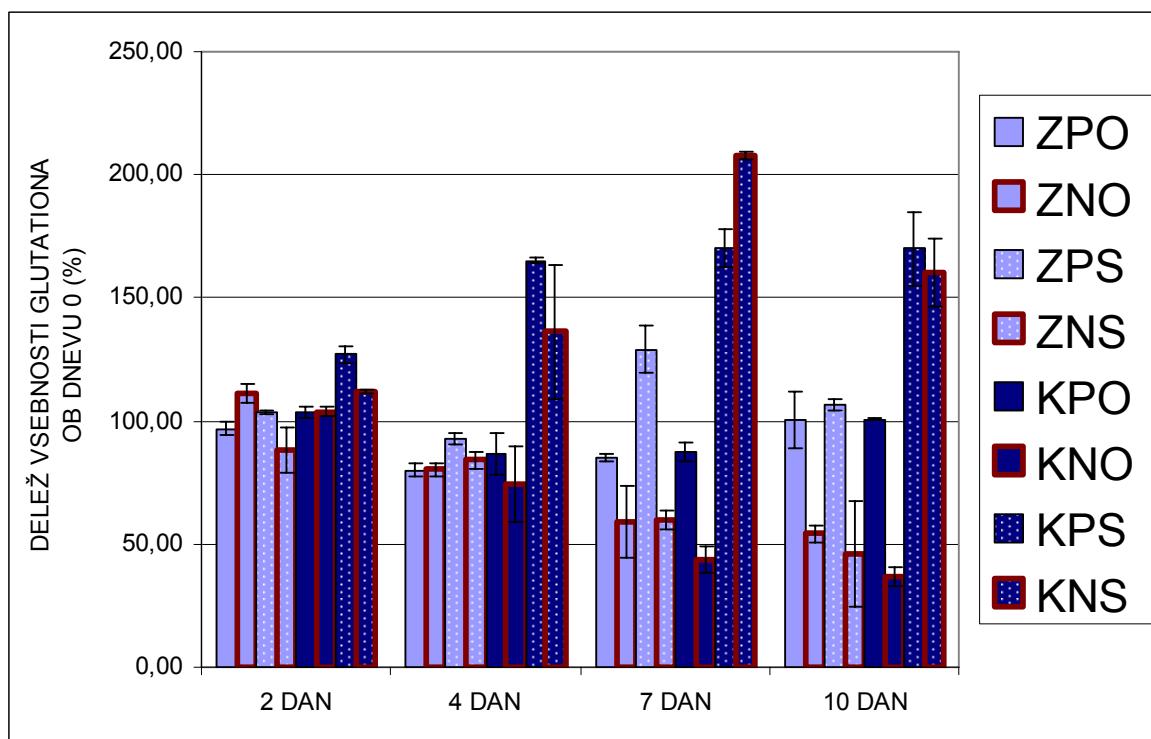
Slika 17: Umeritvena krivulja za določevanje koncentracije glutationa v vzorcih zelja

#### 4.2.2 Vsebnost glutationa v zelju

Vsebnost glutationa smo določali v bistrih ekstraktih zelja z 2 % MFK, ki smo jih dobili pri ekstrakciji iz narezanega, pakiranega zelja. Analiza je potekala 10 dni, vsebnost glutationa smo določali ob dnevih 0, 2, 4, 7 in 10. Vsebnost glutationa smo izrazili v μmol/kg. Predpostavili smo, da je gostota zelja 1 kg/L. V preglednici 13 so prikazani rezultati meritev za poskus 3. Vrednosti glutationa v zelju za poskus 1 in 2 so navedeni v prilogi G.

Preglednica 13: Vsebnost glutationa v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izraženo v μmol/kg

DAN \ VZOREC	0	2	4	7	10
ZPO	319,6 ± 7,6	308,9 ± 8,0	255,7 ± 5,6	271,5 ± 3,9	321,9 ± 37,6
ZNO	319,6 ± 7,6	355,3 ± 14,7	256,7 ± 5,7	189,1 ± 16,3	172,9 ± 3,6
ZPS	319,6 ± 7,6	330,7 ± 3,5	296,0 ± 6,2	412,7 ± 51,5	340,0 ± 8,6
ZNS	319,6 ± 7,6	282,1 ± 22,9	268,7 ± 8,4	191,4 ± 4,6	146,9 ± 14,4
KPO	319,6 ± 7,6	331,7 ± 8,3	277,0 ± 19,5	278,9 ± 9,3	321,9 ± 2,0
KNO	319,6 ± 7,6	332,1 ± 6,2	238,1 ± 26,9	140,5 ± 3,3	117,3 ± 1,5
KPS	319,6 ± 7,6	405,7 ± 17,1	527,5 ± 9,5	543,7 ± 70,4	543,2 ± 136,6
KNS	319,6 ± 7,6	357,6 ± 3,3	435,8 ± 161,6	664,5 ± 24,6	511,8 ± 111,6

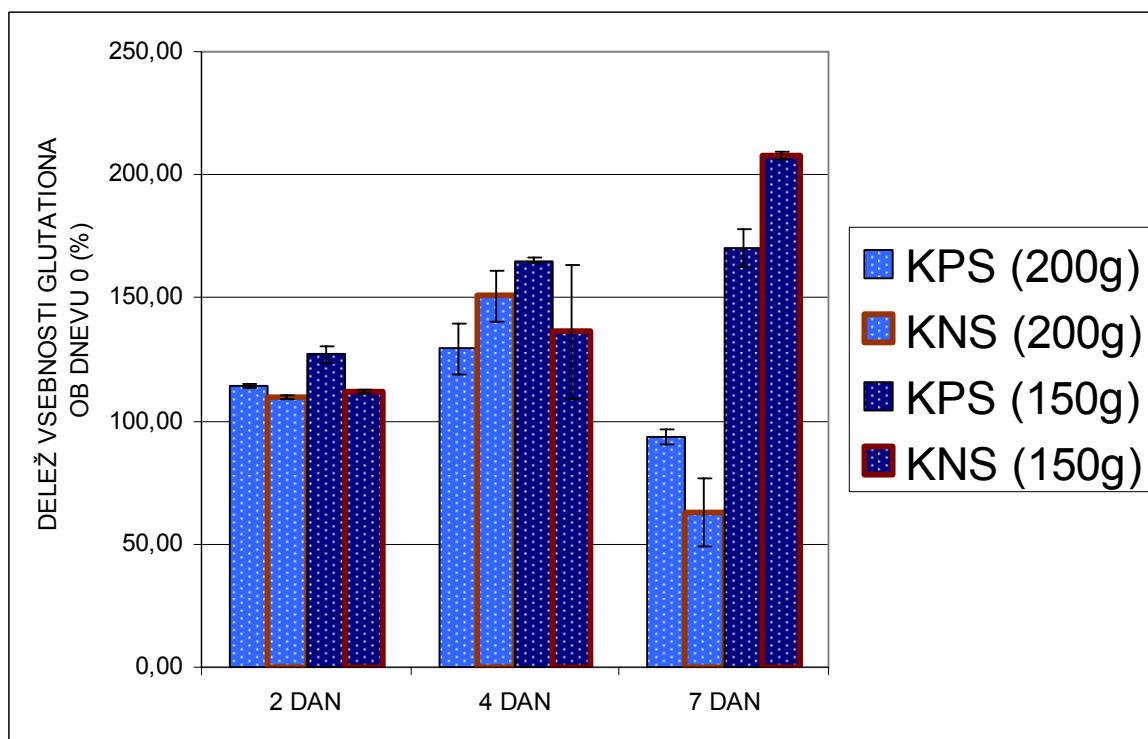


Slika 18: Vsebnost glutationa v narezanem zelju izraženega kot delež vsebnosti ob dnevu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah

Na sliki 18 so prikazane spremembe vsebnosti glutationa med skladiščenjem narezanega zelja v različnih embalažnih enotah. Največjo vsebnost glutationa smo določili sedmi dan skladiščenja pri vzorcu KNS, najnižjo pa pri vzorcu KNO deseti dan skladiščenja.

Pri pakiranju v embalažne enote KNO, ZNS in ZNO je opazno, da se ves čas skladiščenja vsebnost glutationa zmanjšuje. Večje vsebnosti glutationa smo določili v embalažnih enotah z atmosfero kisika in lovilcem CO<sub>2</sub>. Pri vzorcu KNS, smo sedmi dan skladiščenja določili 5-krat večjo vsebnost glutationa kot pri vzorcu KNO.

Iz slike 18 smo opazili, da določimo manjšo vsebnost glutationa v neprepustnih embalažnih enotah. Izjema je le vzorec KNS, kjer se vsebnost glutationa med skladiščenjem veča, največjo vsebnost smo določili sedmi dan skladiščenja.



**Slika 19:** Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto, na vsebnost glutationa, izraženega kot delež vsebnosti ob dnevu 0

Na sliki 19 so prikazane spremembe vsebnosti glutationa med skladiščenjem embalažnih enot z različnimi količinami zelja. Največjo vsebnost glutationa določimo pri vzorcih KPS (150 g) in KNS(150 g) sedmi dan skladiščenja.

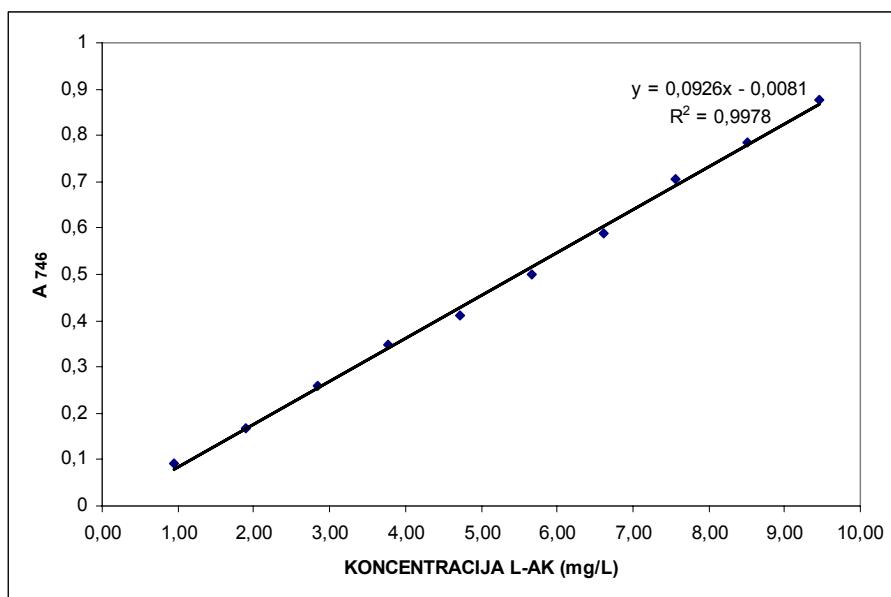
Pri vzorcih KPS (200g) in KNS (200g) smo opazili, da vsebnost glutationa sedmi dan pada. Vzorec KNS (200g) se po štirih dneh ne razlikuje od vzorca KNS (150g). Sedmi dan pa smo v vzorcu KNS (200g) določili le  $\approx 30\%$  vsebnosti glutationa, ki ga določimo v embalažni enoti KNS (150g).

#### 4.3 DOLOČANJE SKUPNIH ANTIOKSIDANTOV S FOLIN–CIOCALTEAU-JEVIM REAGENTOM

##### 4.3.1 Umeritvena krivulja za določanje skupnih antioksidantov s Folin-Ciocalteau-jevim reagentom

Umeritveno krivuljo za določevanje skupnih antioksidantov s Foli-Ciocalteau-jevim reagentom smo pripravili iz znanih koncentracij L-AK. Umeritvena krivulja (slika 20), na podlagi katere smo določili skupne antioksidante v vzorcih, je premica z enačbo:

$$c_{L-AK} (\text{mg/L}) = (A746 + 0,0081) / 0,0926$$



Slika 20: Umeritvena krivulja za določanje skupnih antioksidantov s Folin-Ciocalteau-jevim reagentom

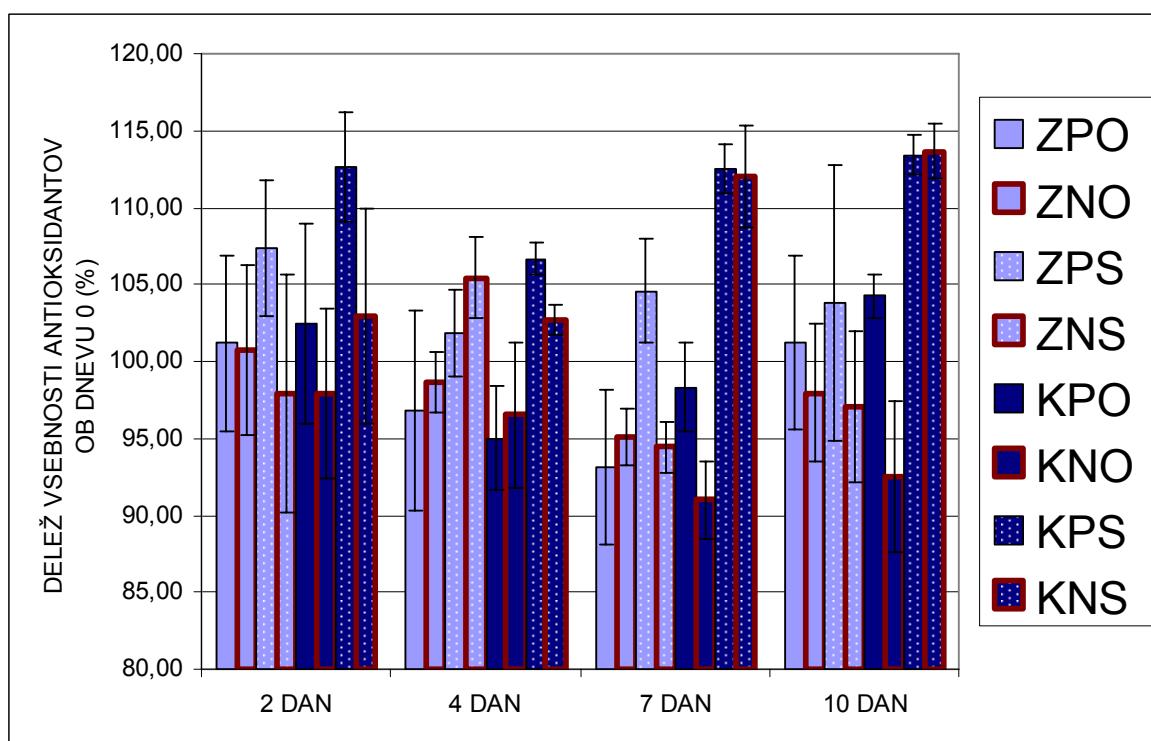
#### 4.3.2 Vsebnost skupnih antioksidantov s Folin-Ciocalteau-jevim reagentom v zelju

Skupne antioksidante določamo s Folin-Ciocalteau-jevim (F.C.) reagentom (fosfomolibdenska-fosfovolframova kislina), ki temelji na oksidaciji fenolnih spojin v alkalnem mediju. Metoda je spektrofotometrična, merimo pri valovni dolžini 746 nm.

Skupne antioksidante smo določali v bistrih ekstraktih zelja z 2 % MFK, ki smo jih dobili pri ekstrakciji iz narezanega, pakiranega zelja. Analiza je potekala 10 dni, vsebnost skupnih antioksidantov smo določali ob dnevih 0, 2, 4, 7 in 10. Skupne antioksidante smo izrazili v mg/100 g zelja. Predpostavili smo, da je gostota zelja 1 g/mL. V preglednici 14 so prikazani rezultati meritev za poskus 3. Vrednosti skupnih antioksidantov za poskus 1 in 2 so navedeni v prilogi I.

Preglednica 14: Vsebnost skupnih antioksidantov določenih s F.C. reagentom v različnih embalažnih enotah z narezanim zeljem, izraženo v mg/100 g zelja

DAN \ VZOREC	0	2	4	7	10
ZPO	$65,71 \pm 1,07$	$66,51 \pm 3,84$	$63,62 \pm 3,98$	$61,21 \pm 2,87$	$66,51 \pm 3,83$
ZNO	$65,71 \pm 1,07$	$66,16 \pm 3,68$	$64,81 \pm 1,26$	$62,48 \pm 1,07$	$64,37 \pm 2,80$
ZPS	$65,71 \pm 1,07$	$70,56 \pm 3,35$	$66,91 \pm 1,89$	$68,72 \pm 2,40$	$68,18 \pm 6,35$
ZNS	$65,71 \pm 1,07$	$64,37 \pm 4,87$	$69,29 \pm 1,94$	$62,05 \pm 0,97$	$63,75 \pm 3,03$
KPO	$65,71 \pm 1,07$	$67,32 \pm 4,46$	$62,43 \pm 1,99$	$64,62 \pm 1,85$	$68,50 \pm 1,04$
KNO	$65,71 \pm 1,07$	$64,35 \pm 3,47$	$63,43 \pm 2,88$	$59,81 \pm 1,38$	$60,78 \pm 2,78$
KPS	$65,71 \pm 1,07$	$74,01 \pm 2,92$	$70,10 \pm 0,78$	$73,93 \pm 1,32$	$74,52 \pm 1,08$
KNS	$65,71 \pm 1,07$	$67,64 \pm 4,87$	$67,48 \pm 0,70$	$73,61 \pm 2,74$	$74,69 \pm 1,51$

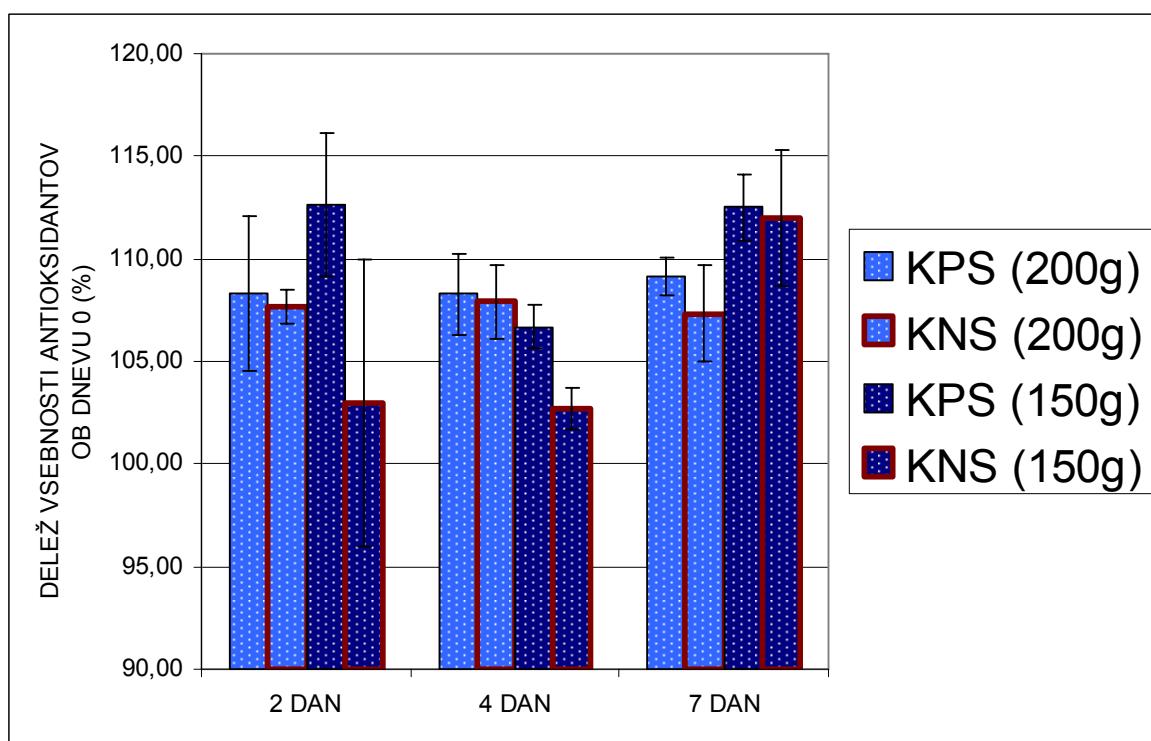


Slika 21: Vsebnost skupnih antioksidantov določeno s F.C. reagentom v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah

Na sliki 21 so prikazane spremembe skupnih antioksidantov med skladiščenjem narezanega zelja. Največjo vsebnost skupnih antioksidantov smo določili v embalažnih enotah KNS in KPS deseti dan skladiščenja. Najnižjo vsebnost skupnih antioksidantov smo določili sedmi dan skladiščenja pri vzorcu KNO.

Rezultati meritev kažejo, da večjih sprememb vsebnosti skupnih antioksidantov ne zaznamo, saj so razponi med najmanjšo določeno vsebnostjo antioksidantov (KNO, 7 DAN) in največjo vsebnostjo (KNS, 10 DAN) v območju 92% do 114% glede na vsebnost antioksidantov določenih ob dnevu 0. Kljub majhnim razlikam pa lahko ugotovimo, da so večje vsebnosti v prepustnih embalažah ter v pakiranju KNS.

Pri vzorcih KNO, ZNS in ZNO deseti dan skladiščenja opazimo zmanjšanje vsebnost skupnih antioksidantov.



Slika 22: Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto na vsebnost skupnih antioksidantov, izraženih kot delež vsebnosti ob dnevnu 0

Na sliki 22 so prikazane spremembe vsebnosti skupnih antioksidantov med skladiščenjem embalažnih enot z različnimi količinami zelja.

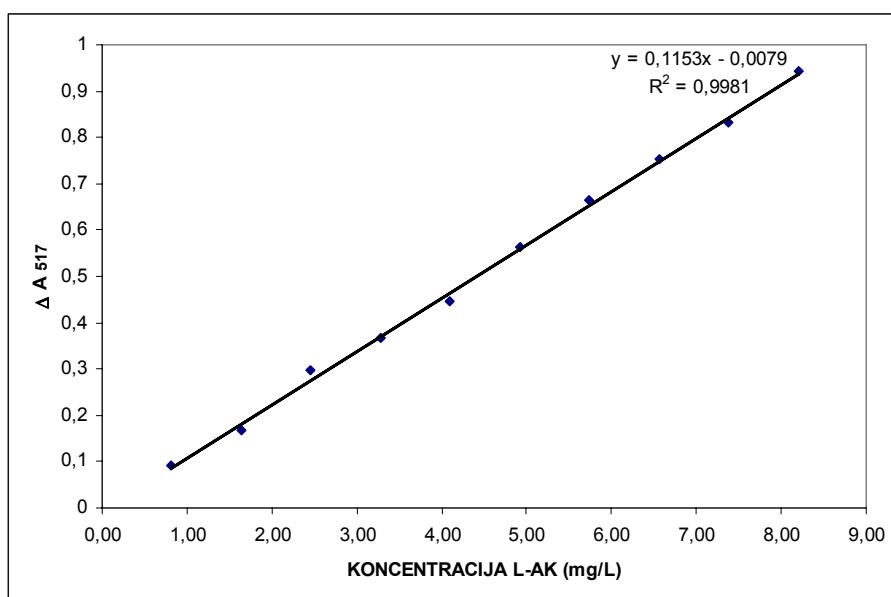
V obeh pakiranjih, neodvisno od mase, določimo med skladiščenjem povečano vsebnost antioksidantov glede na dan 0. Ob koncu skladiščenja smo določili pri 200 g pakiranjih manjšo vsebnost antioksidantov, vendar razlike statistično niso signifikantne.

#### 4.4 DOLOČANJE ANTIOKSIDATIVNE AKTIVNOSTI Z REAGENTOM DPPH<sup>•</sup>

##### 4.4.1 Umeritvena krivulja za določevanje antioksidativne aktivnosti z reagentom DPPH<sup>•</sup>

Umeritveno krivuljo za določevanje antioksidativne aktivnosti z reagentom DPPH<sup>•</sup> smo pripravili iz znanih koncentracij L-AK. Umeritvena krivulja (slika 23), na podlagi katere smo določili antioksidativno aktivnost v zelju, je premica z enačbo:

$$c_{L-AK} (\text{mg/L}) = (A_{517} + 0,0079) / 0,1153$$



Slika 23: Umeritvena krivulja za DPPH<sup>•</sup>

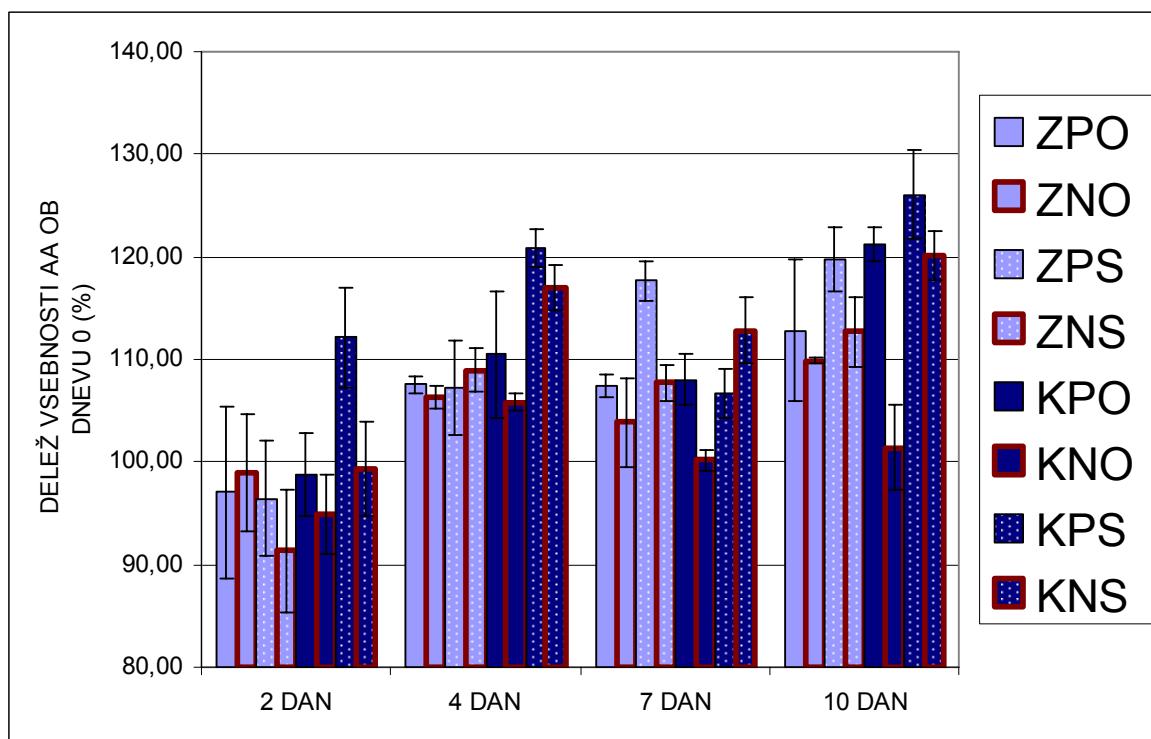
#### 4.4.2 Vsebnost antioksidativne aktivnosti z DPPH<sup>•</sup> metodo v zelju

Antioksidativno aktivnost (AA) smo določali s spektrofotometrično metodo, ki temelji na reakciji med antioksidanti iz zelja in prostim radikalom 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH<sup>•</sup>) v raztopini metanola. Merimo pri valovni dolžini 517 nm.

Antioksidativno aktivnost smo določali v bistrih ekstraktih zelja z 2 % MFK, ki smo jih dobili pri ekstrakciji iz narezanega, pakiranega zelja. Analiza je potekala 10 dni, antioksidativno aktivnost smo določali ob dnevih 0, 2, 4, 7 in 10. Antioksidativno aktivnost smo izrazili v mg/100 g zelja. Predpostavili smo, da je gostota zelja 1 g/mL V preglednici 15 so prikazani rezultati meritev za poskus 3. Antioksidativna aktivnost narezanega zelja za poskus 1 in 2 so navedeni v prilogi K.

Preglednica 15: Antioksidativna aktivnost narezanega zelja v različnih embalažnih enotah, izražena v mg/100 g zelja

DAN VZOREC	0	2	4	7	10
ZPO	$42,58 \pm 0,23$	$41,33 \pm 3,38$	$45,79 \pm 0,42$	$45,75 \pm 0,56$	$48,03 \pm 3,75$
ZNO	$42,58 \pm 0,23$	$42,17 \pm 2,38$	$45,24 \pm 0,53$	$44,23 \pm 1,98$	$46,78 \pm 0,17$
ZPS	$42,58 \pm 0,23$	$41,06 \pm 2,21$	$45,68 \pm 2,25$	$50,11 \pm 1,15$	$51,00 \pm 1,94$
ZNS	$42,58 \pm 0,23$	$38,89 \pm 2,10$	$46,40 \pm 1,08$	$45,89 \pm 0,87$	$47,98 \pm 1,86$
KPO	$42,58 \pm 0,23$	$42,08 \pm 1,68$	$47,04 \pm 3,22$	$46,00 \pm 1,26$	$51,64 \pm 1,03$
KNO	$42,58 \pm 0,23$	$40,42 \pm 1,46$	$45,07 \pm 0,36$	$42,67 \pm 0,43$	$43,17 \pm 1,83$
KPS	$42,58 \pm 0,23$	$47,74 \pm 2,63$	$51,45 \pm 1,14$	$45,42 \pm 1,17$	$53,69 \pm 2,91$
KNS	$42,58 \pm 0,23$	$42,28 \pm 1,93$	$49,82 \pm 1,33$	$48,03 \pm 1,73$	$51,14 \pm 1,47$

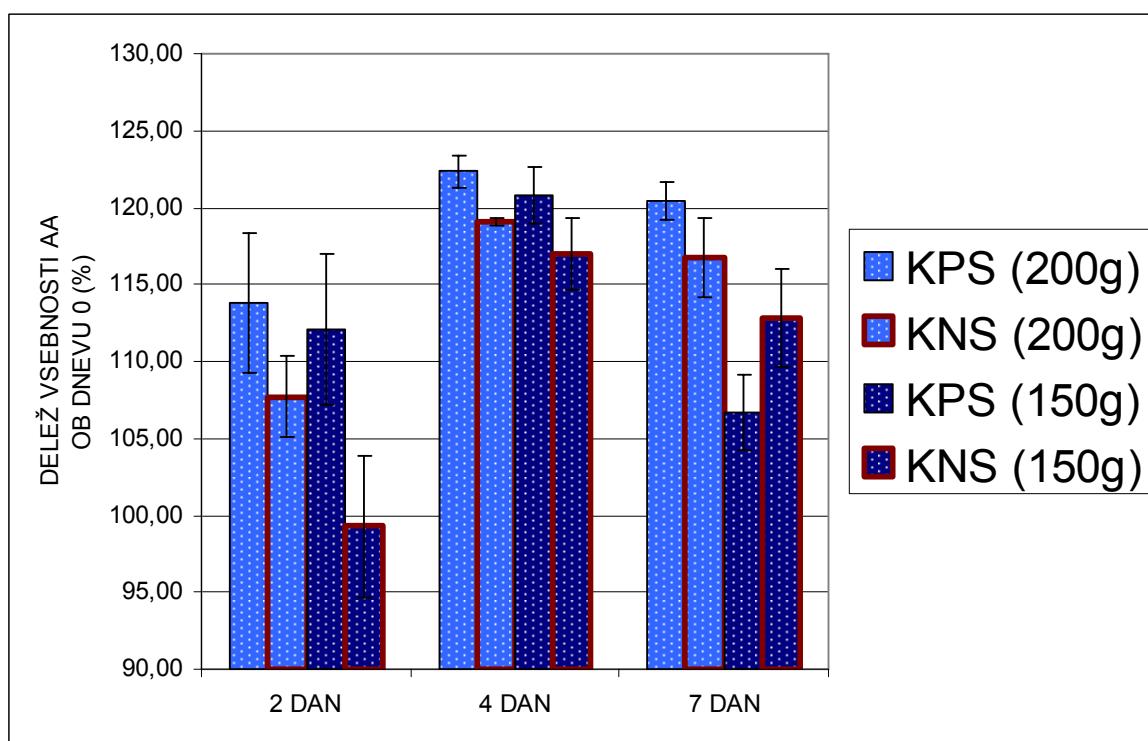


Slika 24: Vsebnost antioksidativne aktivnosti v narezanem zelju, izražene kot delež vsebnosti ob dnevnu 0, med skladiščenjem v različnih embalažnih enotah

Na sliki 24 so predstavljene sprememba antioksidativne aktivnosti narezanega zelja med skladiščenjem. Največjo antioksidativno aktivnost smo določili v vzorcu KPS deseti dan skladiščenja, najnižjo pa smo določili v vzorcu ZNS drugi dan skladiščenja

Iz slike 24 je razvidno, da antioksidativna aktivnost zelja med skladiščenjem narašča in je v vseh primerih po koncu skladiščenja večja kot ob dnevnu 0. Deseti dan skladiščenja določimo večjo AA pri vzorcih s prepustno embalažo, kot pri vzorcih z neprepustno embalažo. Pri vzorcu KPO določimo 18 % večjo AA, kot pri vzorcu KNO.

Višje vrednosti AA smo določili pri vzorcih, kjer je bil prisoten lovilec CO<sub>2</sub>. V vzorcu KNS smo deseti dan določili 16 % večjo AA, kot pri vzorcu KNO.



**Slika 25:** Vpliv različne količine zelja pakiranega v embalažno enoto na antioksidativno aktivnost , izraženo kot delež vsebnosti ob dnevnu 0

Na sliki 25 so prikazane spremembe vsebnosti antioksidativne aktivnosti med skladiščenjem embalažnih enot z različnimi količinami zelja. Antioksidativna aktivnost narezanega zelja je med skladiščenjem narasla. Vzorcu KPS (200 g) smo določili četrti dan skladiščenja 22 % večjo vsebnost antioksidantov kot ob dnevnu 0.

Večjo končno AA smo določili pri vzorcih, kjer smo zapakirali večjo količino zelja, vendar razlike statistično niso značilne.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Dodatek lovilca CO<sub>2</sub>, prepustnost embalažne enote in začetna sestava atmosfere so vplivale na določeno vsebnost skupnih antioksidantov, vitamina C in glutationa med skladiščenjem. Določene začetne vsebnosti L-AK se skladajo s podatki, ki jih navajajo Kurilich s sod. (1999), Singh s sod. (2006) in Rener (2006).

Med skladiščenjem smo opazili le majhne spremembe v vsebnosti L-AK, ki se je v večini primerov po 7 dneh skladiščenja povečala le za nekaj odstotkov v primerjavi z dnevom 0. Povečanje je bilo manjše kot ga je ugotovil Rener (2006), v primeru, ko je bilo zelje prepihovano s kontrolirano atmosfero zraka oziroma 100% kisika, kjer so po 3 dneh določili ≈ 30 % povečanje vsebnosti L-AK. V negativnem smislu izstopa zelje, z izrazitim anaerobnimi pogoji (Finc, 2008), kjer med skladiščenjem pri nobenem vzorčenju nismo zaznali povečanja vsebnosti L-AK.

Spremembe med skladiščenjem so majhne tudi pri skupni L-AK, vendar tu za razliko od L-AK ne opazimo povečanja vsebnosti v primerjavi z dnevom 0. Po 10 dneh skladiščenja smo določili od 77 % do 89 % začetne L-AK. V negativnem smislu odstopajo pakiranja, kjer so bili izraziti anaerobni pogoji (ZNO, ZNS, KNO) (Finc, 2008).

Zmanjšanje vsebnosti skupne L-AK, je predvsem posledica zmanjševanja vsebnosti DHA, ki med skladiščenjem v različnih embalažah doseže približno tretjino začetne vrednosti, ki je visoka, zaradi mehanskih poškodb pri rezanju. Podobne rezultate, oziroma še večje zmanjšanje vsebnosti DHA, je opazil Rener (2006) pri skladiščenju narezanega zelja v kontrolirani atmosferi zraka in kisika.

Če lahko za vitamin C trdimo, da večjih sprememb med skladiščenjem ni bilo, to ne velja za reducirano obliko glutationa. Začetna vsebnost glutationa se zelo dobro sklada s podatki za vsebnost glutationa v listih tobaka (Creissen, 1999), saj se razlikuje za manj kot 10 %. Med skladiščenjem lahko opazimo velike razlike glede na vrsto pakiranja. Pri zelju pakiranem v atmosfero kisika, kjer je bil dodan lovilec CO<sub>2</sub> (KPS in KNS) smo po četrtem dnevu skladiščenja opazili zelo veliko povečanje vsebnosti GSH, saj se je le ta sedmi dan skladiščenja podvojila. V literaturi nismo zasledili raziskav, kjer bi ugotavliali vpliv različnih pakiranj in lovilca CO<sub>2</sub> na vsebnost glutationa. Na drugi strani pa smo v

pakiranjih z izrazito anaerobnim metabolizmom (ZNO, ZNS, KNO) (Finc, 2008), določili le približno 50 % začetne vsebnosti. Ugotovimo tudi lahko, da v pakiranjih z majhno vsebnostjo glutationa določimo tudi majhne vsebnosti L-AK. Slednje je tudi pričakovano, saj je znano, da je GSH ključen za regeneracijo DHA v L-AK (Tausz, 2004).

Antioksidativno aktivnost smo določali z dvema metodama, s Folin-Ciocalteau-jevim reagentom in s prostim radikalom DPPH<sup>•</sup>. Obe metodi se razlikujeta glede na vrsto antioksidantov, ki jih lahko s posamezno metodo določamo. F.C. metoda je bolj univerzalna, saj z njo določamo antioksidante glede na redukcijsko oksidacijski potencial, medtem ko mora za stabilizacijo prostega radikala DPPH<sup>•</sup> antioksidant nujno vsebovati OH skupino, da lahko donira vodik. To v konkretnem primeru pomeni, da s F.C. reagentom lahko določimo L-AK, DHA, GSH in polifenole; medtem, ko z DPPH<sup>•</sup> ne moremo določiti DHA, ker ne more donirati vodika (Wechtersbach, 2005).

Pri določitvi antioksidativne aktivnosti s F.C. reagentom nismo zaznali velikih razlik med posameznimi pakiranji med skladiščenjem, saj so se določena vrednosti gibale v območju od 92 % do 114 % začetne vrednosti. Kljub relativno majhnim razlikam v vsebnostih antioksidantov, pa lahko opazimo izredno podobnost z določitvami GSH deseti dan skladiščenja, saj največje vsebnosti določimo v pakiranjih KNS in KPS, najmanjše pa v pakiranjih ZNO, ZNS in KNO.

Ker smo kot standard pri F.C. metodi uporabili L-AK, hkrati pa smo L-AK določali tudi kromatografsko, lahko ugotovimo, da slednji predstavlja velik del antioksidativne aktivnosti v zelju. Vsebnosti za L-AK se gibljejo med 30 mg L-AK/100 g zelja do 38 mg L-AK/100 g zelja. Vsebnosti skupnih antioksidantov določenih s F.C. reagentom pa med 60 mg L-AK/100 g zelja in 75 mg L-AK/100 g zelja. L-AK tako predstavlja približno polovico antioksidantov v zelju. Delež L-AK, čeprav je absolutna vsebnost L-AK tam največja, pa je najmanjši v vzorcih KNS in KPS deseti dan skladiščenja. Ti vzorci so bili na površini tudi najbolj obarvani (Finc, 2008), kar pomeni, da je v teh primerih akumulacija polifenolov najbolj izrazita (Toivonen in sod., 2008) ter se je zato delež L-AK glede na skupne antioksidante najbolj zmanjšal.

Določena vsebnost antioksidantov z DPPH<sup>•</sup> je manjša kot s F.C. metodo. Z DPPH<sup>•</sup> določimo le od 39 mg L-AK/100 g zelja do 52 mg L-AK/100 g zelja, kar pomeni, da L-AK predstavlja približno 75 % antioksidantov določenih z DPPH<sup>•</sup>. Manjša določena vsebnost antioksidantov se sklada s predhodnimi ugotovitvami, da F.C. reagent reagira tudi s tistimi

antioksidanti, ki ne vsebujejo OH skupine, oziroma so že delno oksidirani. Vsebnost antioksidantov določena z DPPH<sup>•</sup>, se povečuje med skladiščenjem, in po 10 dneh doseže do 20 % večje vrednosti kot na začetku skladiščenja. Podobno kot pri vseh ostalih metodah smo najmanjšo vsebnost antioksidantov določili pri pakiranju KNO, največjo pa pri KPS.

V okviru diplomske naloge smo testirali tudi vpliv razmerja zelja proti začetnemu volumnu plinske faze. V ta namen smo v enako embalažo pakirali 150 gramov oziroma 200 gramov zelja. Največji vpliv je imela večja masa pakiranja na vsebnost glutationa sedmi dan, kjer smo v obeh 200 gramskih pakiranjih zabeležili izjemo velik padec v vsebnosti GSH. Ker smo v predhodnih eksperimentih ugotovili, da je zmanjšanje vsebnosti GSH v dobrni korelaciji s pojavom anaerobnosti lahko sklepamo, da je zaradi večje mase pakiranja hitreje prišlo do pomanjkanja kisika.

## 5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov analiz, ki smo jih opravili v pakiranem, sveže narezanem zelju, smo ugotovili naslednje:

- Dodatek lovilca  $\text{CO}_2$ , prepustnost embalažne enote ter začetna sestava atmosfere vpliva na vsebnost skupnih antioksidantov, vitamina C in glutationa.
- Med skladiščenjem pri  $8^\circ\text{C}$ , se je vsebnost L-AK v zelju minimalno spreminja. Največjo vsebnost smo določili sedmi dan skladiščenja, kjer smo vzorcema ZPS in KPS določili povečanje vsebnosti L-AK za približno 10 % glede na začetne vsebnosti.
- L-AK je predstavljala približno polovico antioksidantov v zelju.
- Vsebnost skupne L-AK je med skladiščenjem padala. Izjema je bil le vzorec KPS, kjer se je povečala.
- Vsebnost DHA je med skladiščenjem padala in dosegla približno tretjino začetne vrednosti.
- Anaerobni pogoji so negativno vplivali na vsebnost L-AK in glutationa, saj smo vzorcem (ZNO, ZNS in KNO) z veliko vsebnostjo etanola določili nižjo vsebnost L-AK in glutationa glede na začetne vsebnosti. Pri pakiranjih z majhno vsebnostjo glutationa smo določili tudi majhne vsebnosti L-AK.
- Pri zelju pakiranem v atmosfero kisika in dodanim lovilcem  $\text{CO}_2$  (KPS in KNS) smo po četrtem dnevu skladiščenja določili dvakratno povečanje začetne vsebnosti glutationa.
- Pri merjenju skupnih antioksidantov s F.C. reagentom smo določili večje vsebnosti antioksidantov v prepustnih embalažnih enotah, ter v pakiranju KNS. Po koncu skladiščenja smo določili do 14 % večje vsebnosti skupnih antioksidantov kot ob začetku, razen pri vzorcih z izrazito anaerobnimi pogoji, kjer je bila vsebnost skupnih antioksidantov do 10 % nižja kot na začetku skladiščenja.
- Z metodo DPPH<sup>•</sup> smo določili manj antioksidantov kot s F.C. reagentom, saj je F.C. reagent reagiral tudi z antioksidanti, ki niso vsebovali OH skupine, oziroma so bili že delno oksidirani.
- Vsebnost antioksidantov, ki smo jih določali z DPPH<sup>•</sup> metodo, se je med skladiščenjem povečala. Po desetih dneh skladiščenja smo določili do 20 % večje vrednosti kot na začetku skladiščenja.

- Večja masa pakiranja zelja v enako embalažno enoto je vplivala na vsebnost glutationa, saj smo sedmi dan določili veliko zmanjšanje vsebnosti glutationa.

## 6 POVZETEK

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti vpliv začetne sestave atmosfere, prepustnosti embalažne enote in dodatka lovilca na vsebnost antioksidantov med skladiščenjem sveže narezanega zelja.

Zaradi pomanjkanja časa za pripravo svežega obroka, se v svetu vse bolj povečuje povpraševanje po vnaprej pripravljenih živilih za uporabo. Sveža, v naprej pripravljena zelenjava ima zaradi mehanske obdelave (rezanje, sekljanje, lupljenje) krajši rok uporabe. S primernim načinom pakiranja in shranjevanja, želimo doseči daljšo trajnost sveže pripravljene zelenjave.

Očiščeno zelje smo razrezali na četrtine in jih narezali na debelino 0,75 mm. Narezano zelje smo pakirali v prepustne in neprepustne embalažne enote, z različno začetno sestavo atmosfere (zrak in 100 % kisik), in dodanim lovilcem CO<sub>2</sub> ali brez njega. V embalažne enote smo zapakirali 150 g narezanega zelja. V izbrane embalažne enote pa smo pakirali tudi 200 g narezanega zelja, saj smo želeli določiti vpliv večje mase zelja proti začetnemu volumnu plinske faze. Vzorce smo skladiščili deset dni pri 8°C. Analize vzorcev smo opravljali drugi dan, četrti dan, sedmi dan in deseti dan po nastavitevi poskusa.

Vzorcem smo določevali vsebnost L-AK, skupne L-AK, glutationa ter antioksidativno aktivnost, ki smo jo določevali s Folin-Ciocalteau-jevim reagentom in z DPPH<sup>•</sup> metodo.

Ugotovili smo, da se je vsebnost L-AK med desetdnevnim skladiščenjem minimalno spremenila. Po sedmih dneh skladiščenja smo določili 10 % povečanje L-AK v primerjavi z dnevom 0. V embalažah z izrazito anaerobnimi pogoji nismo zaznali povečanja L-AK.

Tako kot pri L-AK, tudi pri skupni L-AK nismo določili večjih sprememb med skladiščenjem vzorcev. Vsebnost skupne L-AK se je med skladiščenjem zmanjšala. Izjema je le vzorec zelja, ki smo ga pakirali v prepustno embalažo z atmosfero kisika in dodanim lovilcem CO<sub>2</sub>, saj smo po drugem dnevu skladiščenja določili 2 % večjo vsebnost skupne L-AK v primerjavi z dnevom 0.

Določili smo, da različni načini pakiranja ne vplivajo na vsebnost DHA med skladiščenjem. Vsebnost DHA med skladiščenjem pada, po sedmem dnevu skladiščenja določimo le še 15 % vrednosti DHA, ki smo jo določili ob dnevu 0.

Različni načini pakiranja so imeli zelo velik vpliv na vsebnost glutationa. V embalažnih enotah, z izrazito anaerobnimi pogoji, smo določili deseti dan skladiščenja 50 % manjše vrednosti. V nasprotju s pakiranji v atmosfero kisika in dodanim lovilcem CO<sub>2</sub>, kjer smo v nepropustni embalažni enoti določili 100 % povečanje vsebnosti glutationa.

Antioksidativno aktivnost smo določali z dvema metodama s Folin-Ciocalteau-jevim reagentom in s prostim radikalom DPPH<sup>•</sup>. Metodi se med seboj razlikujeta glede na vrsto antioksidantov, ki jih lahko s posamezno metodo določamo.

Večjih sprememb vsebnosti skupnih antioksidantov s F.C. reagentom nismo zaznali. Kljub majhnim razlikam, pa smo opazili večje vsebnosti skupnih antioksidantov v prepustnih embalažah, izjema je le vzorec, ki je bil pakiran v neprepustno embalažo z atmosfero kisika in dodatkom lovilca CO<sub>2</sub>, kjer smo določili do 14 % višje vsebnosti antioksidantov, kot na začetku skladiščenja. Embalažnim enotam z izrazito anaerobno atmosfero smo določili po sedmem dnevu skladiščenja nižjo vsebnost skupnih antioksidantov.

Z metodo DPPH<sup>•</sup> smo določili manjšo vsebnost antioksidantov kot s F.C. reagentom, saj F.C. reagent reagira tudi z drugimi antioksidanti.

Vsebnost antioksidantov določena z DPPH<sup>•</sup> metodo se je med skladiščenjem povečala in po desetih dneh doseгла do 25 % večje vrednosti kot na začetku skladiščenja.

Glede na rezultate, ki smo jih dobili pri analizi vzorcev smo ugotovili, da L-AK predstavlja velik del antioksidativne aktivnosti, saj smo kot standard pri F.C. metodi in DPPH<sup>•</sup> metodi uporabili L-AK, hkrati pa smo L-AK določali tudi kromatografsko.

Spremljali smo tudi vpliv razmerja zelja proti začetnemu volumnu plinske faze. Ugotovili smo, da je največji vpliv imela večja masa pakiranja na vsebnost glutationa, saj smo sedmi dan določili izjemo velik padec vsebnosti glutationa.

## 7 VIRI

Abram V. 2000. Antioksidativno delovanje flavonoidov. V: Antioksidanti v živilstvu. Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi. Portorož, 26. in 27. oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23-32

Abram V., Simčič M. 1997. Fenolne spojine kot antioksidanti. Farmacevtski vestnik, 48: 573-589

Arrigoni O., De Tullio M.C. 2002. Ascorbic acid: much more than just an antioxidant. Biochimica et Biophysica Acta, 1569, 1, 3: 1-9

Basu T. K., Dickerson J. W. T. 1996. Vitamins in human health and disease. Wallingford, CAB International: 125-146

Bai J., Saftner R. A., Watada A. E., Lee Y. S. 2001. Modified atmosphere maintains quality of fresh-cut cantaloupe. Journal of Food Science, 66, 8: 1207–1211

Barth M.M., Kerbel E.L., Perry A.K., Schmidt S.J. 1993. Modified atmosphere packaging affects ascorbic acid, enzyme activity and market quality of broccoli. Journal of Food Science, 58: 140-143

Batič M., Raspot P. 2000. Kvasna biomasa kot vir antioksidantov. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi. Portorož, 26. in 27. oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 67-75

Belitz H. D., Grosch W. 1999. Food chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. New York, Springer: 37-38, 224-233

Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K. V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Annals of Botany, 91, 179–194

Bode M.A., Cunningham L., Rose R. 1990. Spontaneous decay of oxidized ascorbic acid (dehydro-L-ascorbic acid) evaluated by high pressure liquid chromatography. Clinical Chemistry, 36: 1807-1809

Boyer R. 2005. Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 634 str.

Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie-Food Science and Technology, 28, 1: 25–30

Chu Y.F., Sun J., Wu X., Liu R.H. 2002. Antioxidant and anti-proliferative activities of common vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 6910–6916

Costa V., Moradas-Ferreira P. 2001. Oxidative stress and signal transduction in *Saccharomyces cerevisiae*: insights into ageing, apoptosis and diseases. Molecular Aspects of Medicine, 22, 4-5: 217-246

Creissen G., Firmon J., Fryer M., Kular B., Leyland N., Reynolds H., Pastori G., Wellburn F., Baker N., Wellburn A., Mullineaux P. 1999. Elevated glutathione biosynthetic Capacity in the chloroplasts of transgenic tobacco plants paradoxically causes increased oxidative stress. Plant Cell, 11: 1277-1291

Černe M. 1998. Kapusnice. Ljubljana, Kmečki glas: 1-173

Černe M., Vrhovnik I. 1992. Vrtnine: vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 1-219

Davey M. W., Van Montagu M., Inze D., Sanmartin M., Kanellis A., Smirnoff N., Benzie I. J. J., Strain J. J., Favell D., Fletche, J. 2000. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80, 7: 825–860

Day B. 2000. Novel MAP for freshly prepared fruit and vegetable products. Postharvest News and Information, 11, 3: 27–31

Deutsch J. C. 2000. Dehydroascorbic acid. Journal of Chromatography A, 881, 1-2: 299-307

Finc M. 2008. Spremembe sestave atmosfere v embalaži pakiranega, sveže narezanega zelja. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 56 str.

Gawlik-Dziki U., Złotek U. Świeca M. 2008. Characterization of polyphenol oxidase from butter lettuce (*Lactuca sativa var. capitata L.*). Food Chemistry, 107, 1: 129-135

Gibbons E., Allwood M. C., Neal T., Hardy G. 2001. Degradation of dehydroascorbic acid in parenteral nutrition mixtures. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 25: 605-611

Gokmen V., Kahraman N., Demir N., Acar J. 2000. Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. Journal of Chromatography A, 881, 1-2: 309-316

Golob T. 1997. Minimalno obdelana živila in njihova sprejemljivost. V: Moderne tehnologije predelave in kakovosti živil. 18. Bitenčevi živilski dnevi. Ljubljana, 12. in 13. junij 1997. Žlender B., Gašperlin L., Hočevar I. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 39-47

Gorny J. R., Hess-Pierce B., Cifuentes R. A., Kader A. A. 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. Postharvest Biology and Technology, 24:271–278

**Grant C.M., Daves I.W.** 1996. Synthesis and role of glutathione in protection against oxidative stress in yeast. *Redox Report*, 2: 223-229

Grant C. M. 2001. Role of the glutathione/glutaredoxin and thirodoxin system in yeast growth and response to stress conditions. *Molecular Microbiology*, 39, 3: 533-541

Green M.A., Fry S.C., 2005. Vitamin C degradation in plant cells via enzymatic hydrolysis of 4-O-oxalyl-L-threonate. *Nature*, 433: 83-87

Guyton C. A. 1987. Medicinska fiziologija. 9. izd. Beograd, Zagreb, Medicinska knjiga: 1221-1222

Hertog M. G. L., Holman P. C. H., Katan M. B. 1992. Content of potentially anticancerogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly in the Netherlands. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 40, 12: 2379-2383

Howard L. A., Wong, A. D., Perry A. K., Klein, B. P. 1999.  $\beta$ eta-carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. *Journal of Food Science*, 64, 5: 929–936

Hribar J. 1999. Skladiščenje kapusnic. *Sodobno kmetijstvo*, 32, 11: 546-547

Hribar J., Simčič M. 2000. Antioksidanti v sadju in vrtninah. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi. Portorož, 26. in 27. oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 151-157

Hribar J. 2002. Biološko kisanje zelja. *Sodobno kmetijstvo*, 35, 10: 406-407

Jacxsens L., Devlieghere F., Van der Steen C., Debevere J. 2001. Effect of high oxygen modified atmosphere packaging on microbial growth and sensorial qualities of fresh-cut produce. *International Journal of Food Microbiology*, 71, 2-3: 197-210

Jamnik P. 2002. Odziv kvasovke *Candida intermedia* na Cr(VI) kot stresni dejavnik. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij biotehnologije: 123 str.

Kader A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, 40, 5: 99–100, 102-104

Kader A. A., Ben-Yehoshua S. 2000. Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 1: 1-13

Kaur C., Kapoor H. C. 2002. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, 37, 2: 153–161

Korošec L. 2000. Prosti radikali in vloga antioksidantov v bioloških sistemih. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi. Portorož, 26. in 27. oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 11-21

Kuellmer V. 1999. Vitamins: Ascorbic acid. V: Wiley encyclopedia of food science and technology. Vol. 4. 2<sup>nd</sup> ed. Francis F.J. (ed.). New York, John Wiley & Sons: 2449-2467

Kurilich A. C., Tsau G. J., Brown A., Howard L., Klein B. P., Jeffery E. H., Kushad M., Wallig M. A., Juvik J. A. 1999. Carotene, tocopherol and ascorbate contents in subspecies of *Brassica oleracea*. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 47, 4: 1576-1581

Lee L., Arul J., Lencki R., Castaigne F. 1995. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects. *Packaging Technology and Science*, 8: 315-331

Lee S.K., Kader A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 3: 207–220

Lee D. S., Skin D. H., Lee D. U., Kim J.C., Cheig H. S. 2001. The use of physical carbon dioxide absorbents to control pressure build up and volume expansion of kimchi packages. *Journal of Food Engineering*, 48, 2: 183-188

Lehninger A. L., Nelson D. L., Cox M. M. 1993. Principles of biochemistry. 2<sup>nd</sup> ed. New York, Worth Publishers: 425-567

Lehninger D. L., Cox M. M. 2005. Principles of biochemistry. 4<sup>th</sup> ed. New York, W.H. Freeman and Company: 360-860

Lo Scalzo R. 2008. Organic acids influence on DPPH scavenging by ascorbic acid. *Food Chemistry*, 107, 1: 40-43

Lykkesfeldt J., Loft S., Poulsen H. E. 1995. Determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in plasma by high-performance liquid chromatography with coulometric detection - Are they reliable biomarkers of oxidative stress? *Analytical Biochemistry*, 229, 2: 329-335

Lykkesfeldt J. 2000. Determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in biological samples by high-performance liquid chromatography using subtraction methods: Reliable reduction with tris[2-carboxyethyl]phosphine hydrochloride. *Analytical Biochemistry*, 282, 1: 89-93

McCarthy M. A., Matthews R. H. 1994. Nutritional quality of fruits and vegetables subject to minimal processes. V: Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. Wiley R. C. (ed.). London, Chapman & Hall, 313–326

McKersie B.D. 1996. Oxidative stress. Guelph, University of Guelph, Department of Crop science. <http://www.cropsoil.psu.edu/Courses/AGRO518/Oxygen.htm#ascorbic> (7.12.2007):3 str

Meister A., Anderson M. E. 1983. Glutathione. Annual Review of Biochemistry, 52: 711-760

Meister A. 1988. On the discovery of glutathione. Trends in Biochemical Science, 13: 185-188

Mittler R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science, 7, 9: 405-410

Miquel E., Alegría A., Barberá R., Clemente G. 2004. Stability of tocopherols in adapted milk-based infant formulas during storage. International Diary Journal, 14: 1003-1011

Moradas-Ferreira P., Costa V., Piper P., Mager W. 1996. The molecular defences against reactive oxygen species in yeast. Molecular Microbiology, 19, 4:651-658

O'Connor-Shaw R. E., Roberts R., Ford A. L., Nottingham S. M. 1996. Changes in sensory quality of sterile cantaloupe dice stored in controlled atmosphere. Journal of Food Science, 61, 4: 847-851

Ogorevc N. 2005. Vpliv kisika na porjavenje solate ledenke (*Lactuca sativa* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 53 str.

Oms-Oliu G., Soliva-Fortuny R., Martin-Belloso O. 2006. Effect of ripeness on the shelf-life of fresh-cut melon preserved by modified atmosphere packaging. European Food Research and Technology, 225, 3, 4: 301-311

Osvald J., Kogoj-Osvald M. 1994. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 1-241

Osvald J., Kogoj-Osvald M. 2003. Integrirano pridelovanje zelenjave. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 1-295

Paradis C., Castaigne F., Desrosiers T., Willemot C. 1995. Evolution of vitamin C, beta-carotene and chlorophyll content in broccoli heads and florets during storage in air. Sciences des Aliments, 15, 2: 113-123

Penninckx M.J. 2000. A short review on the role of glutathione in the response of yeast to nutritional, environmetal and oxidative stresses. Enzyme and Microbial Technology, 26, 9, 10: 737-742

Plestenjak A., Požrl T. 2000. Pakiranje in materiali za preprečevanje oksidacije živil. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi. Portorož, 26. in 27. oktober 2000.

Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 39-51

Podsèdek A. 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. LWT-Food Science and technology, 40: 1-11

Požrl T. 2001. Regulacija metabolnih sprememb zelja s pakiranjem v modificirano atmosfero. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 93 str.

Raspor P., Kovač B., Berglez D. 2000. Bioprocеси придобivanja antioksidантов. V: Antiokсиданти в зivilству. 20. Bitenčevi зivilски днеvi. Portorož, 26. in 27. oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 53-65

Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1.izd. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 71-76, 119- 125, 191-204

Rener M. 2006. Vpliv rezanja in kontrolirane atmosfere na vsebnost vitamina C v zelju. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 73 str.

Riquelme F., Pretel M. T., Martinez G., Serrano M., Amoros A., Romojaro F. 1994. Packaging of fruits and vegetables: recent results. V: Food packaging and preservation. Mathlouthi M. (ed.). London, Blackie Academic and Professional: 141-158

Robards K., Prenzler P. D., Tucker G., Swatsitang P., Glover W. 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruit. Food Chemistry, 66: 401-436

Roginsky V., Lissi E. A. 2005. Review of methods to determine chain-braking antioxidant activity in food. Food Chemistry, 92, 2: 235-254

Rudan-Tasič D. 2000. Vitamin C, vitamin E in koencim Q<sub>10</sub>. V: Antioksidanti v zivilstu. 20. Bitenčevi zivilski dnevi. Portorož, 26. in 27. oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 39-51

Singh J., Upadhyay A. K., Bahadur A., Singh B., Singh K. P., Rai M. 2006. Antioxidant phytochemicals in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). Scientia Horticulturae, 108, 3: 233-237

Singleton V. L., Rossi J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 3:144-158

Steffens J.C., Harel E., Hunt M.D., Thipyapong P. 1996. Polyphenol oxidase. V: Polyphenols communications 96. 18<sup>th</sup> International Conference on Polyphenols, Bordeaux, July 15-18, 1996. Vercauteren J. (ed). Paris, Secrétariat du Groupe Polyphénols: 223-250

- Stegmann H. B., Schuler P., Ruff H. J., Knollmüller M., Loreth W. 1991. Ascorbic acid as an indicator of damage to forest. A correlation with air quality. *Zeitschrift für Naturforschung*, 46: 67–70
- Tausz M., Štircelj H., Grill D. 2004. The glutathione system as a stress marker in plant ecophysiology: is a stress-response concept valid? *Journal of Experimental Botany*, 55, 404: 1955-1962
- Thipyapong P., Hunt M. D., Steffens J.C. 1995. Systemic wound induction of potato (*Solanum tuberosum*) polyphenol oxidase. *Phytochemistry*, 40, 3: 673-676
- Toivonen P. M. A., Brummell D. A. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 48, 1: 1-14
- Vanderslice J. T., Higgs D. J., Hayes J. M., Block G. 1990. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of food-as-eaten. *Journal of Food Composition and Analysis*, 3, 2: 105-118
- Vankerschaver K., Willocx F., Smout C., Hendrickx M., Tobback P. 1996. Mathematical modeling of temperature and gas composition effects on visual quality changes of cut endive. *Journal of Food Science*, 61, 3: 613-619, 631
- Vanstreels E., Lammertyn J., Verlinden B. E., Gillis N., Schenck A., Nicolai B. M. 2002. Red discoloration of chicory under controlled atmosphere conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 26, 3: 313–322
- Vardjan F. 1987. Vrtno zelenjadarstvo. Ljubljana, ČZP kmečki glas: 1-285
- Vaughn K. C., Lax A. R., Duke S. O. 1988. Polyphenol oxidase: The chloroplast oxidase with no established function. *Physiologia Plantarum*, 72: 659-665
- Vujković I., Galić K., Vereš M. 2007. Ambalaža za pakiranje namirnica. Zagreb, Tectus: 1-498
- Wechtersbach L. 2005. Stabilnost polarnih in nepolarnih antioksidantov v kompleksnem matriksu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 59 str.
- Wechtersbach L., Cigić B. 2007. Reduction of dehydroascorbic acid at low pH. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 70, 5: 767-772

## ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi, za koristne nasvete, za predloge ter strokovni pregled diplomske naloge, se iskreno zahvaljujem doc. dr. Blažu Cigiću.

Hvala tudi somentorju doc. dr. Andreju Plestenjaku in prof. dr. Marjanu Simčiču za natančen pregled diplomske naloge.

Prav tako se zahvaljujem mag. Tomažu Požrлу, za pomoč pri eksperimentalnem delu diplomske naloge, ter vsem zaposlenim na Katedri za tehnologije rastlinskih živil, za vso ustrežljivost in pomoč.

Zahvala gre tudi uni.dipl.inž. Ivici Hočevar za uporabna navodila in pregled diplomske naloge.

Hvala tudi knjižničarki ge. Barbari Slemenik za prijaznost in pomoč pri iskanju literature.

Posebna zahvala gre vsem mojim domačim za nenehno vzpodbujanje, potrpljenje in podpora med študijem. Janez hvala ker verjameš vame, me razumeš in stojiš ob strani.

Zahvaljujem se Aniti in Vesni za nesebično pomoč in vzpodbudo med študijem, ter Marku za prijetne klepete in pomoč pri izvajaju eksperimentalnega dela.

## PRILOGE

Priloga A: Vsebnost L-askorbinske kisline v narezanem zelju v različnih embalažnih enotah

TEHNIKA PAKIRANJA	ASKORBINSKA KISLINA																			
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3							
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)
ZPO O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	30,91	28,99	1,38	37,00	34,61	1,72
ZPO 1		24,76	29,32	31,66	30,49	1,17	41		4,33	3,80	10,96	7,16	41	36,15	34,29	1,9	43,56	41,23	2,33	
ZPO 2		26,63							15,80		10,07		5,7	18,12						
ZPO 3	90	26,99	32,11	31,93	32,02	0,09	90	29,31	0,1	29,40	34,88	35,00	0,12	90	32,43	33,77	0,6	39,82	40,57	0,75
ZPO 4		26,85							29,21		29,31		0,1	34,88						
ZPO 5		26,07	30,95	30,59	30,77	0,18	161	28,45	1,0	30,53	36,53	35,00	0,12	90	34,37	33,77	0,6	41,32	44,46	0,36
ZPO 6	161	25,78							29,49		29,49		1,0	33,93						
ZPO 7		26,15	31,05	31,03	31,04	0,01	234	29,14	0,8	27,49	32,73	33,76	1,03	234	33,73	34,41	0,7	40,53	41,37	0,85
ZPO 8		26,13							28,31		28,31		0,8	34,79						
ZNO O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	30,91	28,99	1,38	37,00	34,61	1,72
ZNO 1		25,19	29,86	30,19	30,02	0,17	41	14,70	8,89	3,08	2,22	9,48	7,26	41	34,26	33,32	0,9	41,19	40,02	1,17
ZNO 2		25,46							14,70		8,89		5,8	16,74						
ZNO 3	90	24,35	28,81	32,56	30,69	1,88	90	28,26	28,88	33,70	34,46	34,08	0,38	90	33,77	33,32	0,9	40,58	40,33	0,24
ZNO 4		27,35							28,88		28,57		0,3	34,46						

Nadaljevanje priloge A: Vsebnost L-askorbinske kisline v narezanem zelju v različnih embalažnih enotah

TEHNIKA PAKIRANJA	ASKORBINSKA KISLINA																		
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3						
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd
ZNO 5	161	25,57			30,34		161	29,16			34,82		161	38,35			46,29		
ZNO 6		26,30	25,93	0,36	31,24	30,79		28,27	28,71	0,4	33,70	34,26	161	36,87	37,61	0,7	44,45	45,37	0,92
ZNO 7	234	25,15			29,80		234	27,31			32,50		234	32,73			39,28		
ZNO 8		26,88	26,02	0,87	31,97	30,89		29,19	28,25	0,9	34,86	33,68	234	31,53	32,13	0,6	37,78	38,53	0,75
ZPS O	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	30,91			37,00		
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		27,72			33,02		
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		28,35	28,99	1,38	33,81	34,61	1,72
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0			42,97		
ZPS 1	41	25,46			30,20		41	4,53			4,04		41	35,68			42,97		
ZPS 2		23,20	24,33	1,13	27,38	28,79		6,79	5,66	1,1	6,86	5,45	41	34,61	35,15	0,5	41,63	42,30	0,67
ZPS 3	90	25,37			30,08		90	32,55			39,05		90	33,08			39,72		
ZPS 4		24,17	24,77	0,60	28,58	29,33		30,95	31,75	0,8	37,06	38,05	90	35,40	34,24	1,2	42,61	41,16	1,45
ZPS 5	161	26,14			31,04		161	32,99			39,60		161	41,00			49,61		
ZPS 6		24,18	25,16	0,98	28,59	29,81		30,88	31,93	1,1	36,97	38,28	161	38,09	39,54	1,5	45,98	47,79	1,81
ZPS 7	234	23,87			28,21		234	27,90			33,24		161	34,54			41,54		
ZPS 8		28,41	26,14	2,27	33,89	31,05		29,17	28,53	0,6	34,82	34,03	161	33,05	33,79	0,7	39,68	40,61	0,93
ZNS O	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	30,91			37,00		
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		27,72			33,02		
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		28,35	28,99	1,38	33,81	34,61	1,72
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0			42,97		
ZNS 1	41	25,45			30,18		41	6,18			6,10		41	32,63			39,16		
ZNS 2		25,33	25,39	0,06	30,03	30,10		11,50	8,84	2,7	12,75	9,42	41	31,28	31,96	0,7	37,46	38,31	0,85
ZNS 3	90	26,34			31,30		90	28,36			33,81		90	33,57			40,33		
ZNS 4		/	26,34	0,00	/	32,14		31,47	29,91	1,6	37,70	35,76	90	/	33,57	0,0	/	32,14	0
ZNS 5	161	25,56			30,31		161	29,14			34,80		90	37,19			44,85		
ZNS 6		25,76	25,66	0,10	30,57	30,44		29,11	29,13	0,0	34,75	34,78	90	38,28	37,73	0,5	46,21	45,53	0,68
ZNS 7	234	25,75			30,56		234	27,16			32,32		90	32,52			39,02		
ZNS 8		26,04	25,90	0,14	30,92	30,74		29,23	28,20	1,0	34,91	33,61	90	33,12	32,82	0,3	39,77	39,39	0,38

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narezanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

Nadaljevanje priloge A: Vsebnost L-askorbinske kisline v narezanem zelju v različnih embalažnih enotah

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	ASKORBINSKA KISLINA																				
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3								
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd
KPO O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	30,91	28,99	1,38	34,61	1,72	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		37,00					
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		27,72					
KPO 1	24,89				29,48			41	1,41			0,15			33,99		40,85	41,45	0,60		
KPO 2	41	25,53	25,21	0,32	30,29	29,88	0,40		10,52	5,97	4,6	11,53	5,84	5,69	41	34,95	34,47	0,5	42,05		
KPO 3	24,48				28,97			90	29,08			34,72			34,95		42,05	41,89	0,17		
KPO 4	90	26,86	25,67	1,19	31,94	30,45	1,48		30,66	29,87	0,8	36,70	35,71	0,99	90	34,69	34,82	0,1	41,72		
KPO 5	26,60				31,62			161	28,70			34,25			37,17		44,83	45,45	0,62		
KPO 6	161	24,86	25,73	0,87	29,45	30,54	1,09		29,33	29,02	0,3	35,03	34,64	0,39	161	38,16	37,67	0,5	46,07		
KPO 7	24,90				29,49			234	28,89			34,48			34,81		41,88	41,01	0,87		
KPO 8	234	27,03	25,96	1,07	32,16	30,82	1,33		28,14	28,51	0,4	33,54	34,01	0,47	234	33,42	34,11	0,7	40,14		
KNO O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	30,91	28,99	1,38	33,81	34,61	1,72
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		37,00					
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		27,72					
KNO 1	25,96				30,82			41	6,15			6,07			33,31		40,00	39,70	0,29		
KNO 2	41	31,78	28,87	2,91	38,10	34,46	3,64		13,50	9,83	3,7	15,25	10,66	4,59	41	32,83	33,07	0,2	39,41		
KNO 3	30,68				36,71			90	27,17			32,33			34,66		41,69	41,24	0,45		
KNO 4	90	28,47	29,57	1,10	33,95	35,33	1,38		25,86	26,51	0,7	30,69	31,51	0,82	90	33,94	34,30	0,4	40,79		
KNO 5	28,27				33,70			161	26,23			31,16			34,66		41,69	41,81	0,12		
KNO 6	161	28,06	28,16	0,10	33,44	33,57	0,13		26,92	26,57	0,3	32,01	31,59	0,43	161	34,86	34,76	0,1	41,93		
KNO 7	-				-			234	22,83			26,91			30,15		36,05	35,94	0,11		
KNO 8	234	26,74	26,74	-	31,79	-	-		26,43	24,63	1,8	31,41	29,16	2,25	234	29,97	30,06	0,1	35,82		

Nadaljevanje priloge A: Vsebnost L-askorbinske kisline v narezanem zelju v različnih embalažnih enotah

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
 Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	ASKORBINSKA KISLINA																						
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3										
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd		
KPS O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	30,91	28,99	1,38	33,81	34,61	1,72			
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		27,72								
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		28,35								
KPS 1	23,84	28,17	23,45	0,39	27,19	27,68	0,49	41	5,92	5,78	5,78	3,31	2,46	41	34,91	34,91	42,00	42,00	41,74	41,74	0,26		
KPS 2																							
KPS 3	23,06	23,45	0,39	27,19	27,68	0,49	41	1,97	3,95	2,0	0,85	3,31	2,46	41	34,49	34,70	0,2	41,48	41,74	0,26			
KPS 4	25,59	30,36	31,76	1,41	90	30,70	31,51	0,8	36,74	38,78	38,78	37,76	1,02	90	37,96	37,32	0,6	45,81	45,01	0,80			
KPS 5	27,84	26,72	1,13	33,17	31,76	1,41	90	30,70	30,87	30,87	36,95	36,46	0,49	161	39,55	39,55	47,80	47,80	47,59	47,59	0,20		
KPS 6	28,08	27,32	0,75	33,47	32,52	0,94	161	30,08	30,47	0,4	35,97	35,97	36,46	0,49	161	39,22	39,38	0,2	47,39	47,39	0,20		
KPS 7	26,73	31,78	32,52	0,94	161	30,08	30,47	0,4	30,26	30,26	36,19	36,19	36,19	0,49	161	34,94	34,94	42,04	42,04	42,04	42,04		
KPS 8	25,87	26,30	0,43	30,70	31,24	0,54	234	31,80	31,03	0,8	38,11	38,11	37,15	0,96	234	36,40	35,67	0,7	43,86	42,95	0,91		
KNS O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	30,91	28,99	1,38	33,81	34,61	1,72			
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		27,72								
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		28,35								
KNS 1	25,66	30,45	30,45	0,12	30,15	30,30	0,15	41	21,59	21,59	25,36	25,36	19,00	6,37	41	35,42	35,42	42,64	42,64	41,07	41,07	1,57	
KNS 2	25,42	25,54	0,12	30,15	30,30	0,15	41	11,40	16,50	5,1	12,63	12,63	12,63	6,37	41	32,90	34,16	1,3	39,49	39,49	41,07	41,07	1,57
KNS 3	25,23	29,91	29,91	34,83	34,83	4,92	90	30,32	30,36	0,0	36,26	36,26	36,38	0,06	90	37,25	35,15	42,30	42,30	43,62	43,62	1,32	
KNS 4	33,11	29,17	3,94	39,75	34,83	4,92	90	30,32	30,36	0,0	36,26	36,26	36,32	0,06	90	37,25	36,20	1,1	44,93	44,93	43,62	43,62	1,32
KNS 5	27,85	33,18	33,18	32,59	32,59	0,59	161	28,99	29,87	0,9	34,60	34,60	36,81	1,10	161	37,55	37,52	0,0	45,22	45,22	45,26	45,26	0,04
KNS 6	26,91	27,38	0,47	32,00	32,59	0,59	161	28,99	29,87	0,9	34,60	34,60	35,71	1,10	161	37,55	37,52	0,0	45,30	45,30	45,26	45,26	0,04
KNS 7	26,07	30,96	30,96	25,84	25,84	5,12	234	29,00	28,84	0,2	34,62	34,62	34,21	0,21	234	33,62	32,31	0,7	38,76	38,76	39,57	39,57	0,81
KNS 8	17,88	21,97	4,10	20,72	25,84	5,12	234	29,00	28,84	0,2	34,62	34,62	34,41	0,21	234	33,62	32,97	0,7	40,39	40,39	39,57	39,57	0,81

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Priloga B: Vsebnost L-askorbinske kisline narezanega zelja v različnih embalažnih enotah z 200 g

TEHNIKA PAKIRANJA	ASKORBINSKA KISLINA																					
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3									
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AK (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	
KPS O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	30,9	28,99	1,38	33,81	34,61	1,72	
KPS 1		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		27,7						
KPS 2		41	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		28,4	25,9	30,76	32,29	31,52	0,76	
KPS 3	90	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	-	41	27,1	26,52	0,6	35,31	36,63	1,33	
KPS 4		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		31,7	29,6	30,61	1,1	37,96		
KPS 5		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		31,1	31,1	37,19				
KPS 6	161	-	-	-	-	-	-	161	-	-	-	-	-	-		32,2	31,63	0,6	38,61	37,90	0,71	
KNS O		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		30,9	30,9	37,00	33,02	34,61	1,72	
KNS 1		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		27,7	28,4	28,99	1,38	33,81		
KNS 2		41	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		29,5	28,2	28,87	0,6	33,65	34,46	
KNS 3	90	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	-	41	35,89	30,0	32,25	0,8	33,97	34,93	
KNS 4		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		33,8	28,5	29,25	0,8	40,60	0,96	
KNS 5		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		30,7	30,7	32,25	1,5	36,75	38,68	
KNS 6	161	-	-	-	-	-	-	161	-	-	-	-	-	-								

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

Priloga C: Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

TEHNIKA PAKIRANJA	SKUPNA ASKORBINSKA KISLINA																						
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3										
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd		
ZPO O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	35,53	35,63	0,07	42,78	42,90	0,09		
ZPO 1		32,695			39,23				20,93			24,54			32,69	35,70	42,98	42,94	39,23	37,57	38,40	0,83	
ZPO 2		31,359	32,03	0,67	37,57	38,40	0,83		20,71	20,82	0,11	24,25	24,40	0,14	31,36								
ZPO 3	41	29,936			35,79			41	30,59	30,59	0,00	36,60			29,94	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	0,64	
ZPO 4		28,910	29,42	0,51	34,51	35,15	0,64		30,59	30,59	0,00	36,60	36,60	0,00	90	28,91	29,42	0,51	34,51	35,15	35,15	0,64	
ZPO 5	90	33,045			39,67			161	31,96			38,32			33,05	39,67	39,67	39,67	39,67	39,67	39,67	1,70	
ZPO 6		30,321	31,68	1,36	36,27	37,97	1,70		30,60	31,28	0,68	36,61	37,47	0,85	161	30,32	31,68	1,36	36,27	37,97	37,97	1,70	
ZPO 7		30,982			37,09				30,68			36,71			30,98	37,09	37,09	37,09	37,09	37,09	37,09	1,70	
ZPO 8	234	30,718	30,85	0,13	36,76	36,93	0,17	234	30,71	30,69	0,01	36,75	36,73	0,02	234	30,72	30,85	0,13	36,76	36,93	0,17	0,17	
ZNO O		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	0	35,53	35,63	0,07	42,78	42,90	0,09	0,09	
ZNO 1		32,297			38,74				22,65			26,68			32,30	38,74	38,74	38,74	38,74	38,74	38,74	0,84	
ZNO 2		30,951	31,62	0,67	37,06	37,90	0,84		20,98	21,81	0,83	24,60	25,64	1,04	41	30,95	31,62	0,67	37,06	37,90	37,90	0,84	
ZNO 3	41	29,671			35,46			90	30,25			36,17			29,67	35,46	35,46	35,46	35,46	35,46	34,69	0,77	
ZNO 4		28,440	29,06	0,62	33,92	34,69	0,77		29,93	30,09	0,16	35,78	35,98	0,20	90	28,44	29,06	0,62	33,92	34,69	34,69	0,77	

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

Nadaljevanje priloge C: Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	SKUPNA ASKORBINSKA KISLINA																					
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3									
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd			
ZNO 5	161	31,917	31,01	0,91	38,26	37,13	1,14	161	30,70	30,24	0,46	36,74	36,17	0,58	161	31,92	31,01	0,91	38,26			
ZNO 6		30,100			35,99				29,78			35,59				30,10			35,99	37,13	1,14	
ZNO 7	234	30,181	28,763	29,47	36,09	35,21	0,89	234	29,68	30,04	0,37	35,46	35,92	0,46	234	30,18	29,47	0,71	36,09	35,21	0,89	
ZNO 8		-			-				30,41			36,38				28,76			34,32	35,21	0,89	
ZPS O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	35,53	35,66	35,63	0,07	42,78	42,90	0,09	
ZPS 1		32,524	32,90	0,38	39,02	39,49	0,47	41	12,24	17,06	4,82	13,68	19,70	6,02	41	32,52	33,28	32,90	0,38	39,02	39,49	0,47
ZPS 2	41	33,279			39,96				21,88			25,72				35,70			39,96	35,31	0,63	
ZPS 3		29,056	29,56	0,50	34,69	35,31	0,63	90	33,14	32,22	0,91	39,79	38,65	1,14	90	29,06	30,06	29,56	0,50	34,69	35,31	0,63
ZPS 4	90	30,059			35,94				31,31			37,51				35,38	31,70	33,54	1,84	42,60	40,29	2,30
ZPS 5		35,385	33,54	1,84	42,60	40,29	2,30	161	33,46	33,31	0,15	40,19	40,01	0,18	161	35,38	31,47	31,04	0,43	37,99	37,71	0,54
ZPS 6	161	31,701			37,99				33,17			39,83				35,70	31,47	31,04	0,43	37,99	37,71	0,54
ZPS 7		31,475	31,04	0,43	37,71	37,17	0,54	234	31,15	30,85	0,31	37,31	36,92	0,39	234	36,63	30,61	31,04	0,43	36,63	37,17	0,54
ZPS 8	234	30,607			36,63				30,54			36,54				35,53	35,66	35,63	0,07	42,78	42,90	0,09
ZNS O		-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	35,70	35,66	35,63	0,07	42,98	42,90	0,09	
ZNS 1	41	30,697	30,50	0,20	36,74	36,49	0,24	41	21,32	20,46	0,86	25,02	23,94	1,08	41	30,70	30,31	30,50	0,20	36,74	36,49	0,24
ZNS 2		30,305			36,25				19,59			22,87				35,40	29,43	29,42	0,01	36,25	35,16	0,02
ZNS 3	90	29,401	29,42	0,01	35,12	35,14	0,02	90	29,07	31,03	1,96	34,70	37,15	2,45	90	29,40	29,43	29,42	0,01	35,12	35,14	0,02
ZNS 4		29,431			35,16				32,99			39,60				32,04	31,64	31,84	0,20	38,42	37,92	0,25
ZNS 5	161	32,041	31,84	0,20	38,42	38,17	0,25	161	31,02	30,70	0,32	37,14	36,74	0,40	161	32,04	31,64	31,84	0,20	38,42	37,92	0,25
ZNS 6		31,642			37,92				30,38			36,34				34,60	29,76	29,67	0,09	35,34	35,57	0,11
ZNS 7	234	29,582	29,67	0,09	35,34	35,46	0,11	234	28,98	30,74	0,88	34,60	35,69	1,10	234	29,58	29,76	29,67	0,09	35,34	35,46	0,11
ZNS 8		29,759			35,57				30,74			36,79				35,34				35,57		

Nadaljevanje priloge C: Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	SKUPNA ASKORBINSKA KISLINA																		
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3						
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd
KPO O	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	35,53	35,63	0,07	42,78	42,90	0,09
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		35,70			42,98		
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		35,66			42,94		
KPO 1	32,425	38,90	39,01	0,11	41	23,08	22,96	0,11	26,94	27,08	0,14	41	32,42	32,60	32,51	0,09	38,90	39,01	0,11
KPO 2																			
KPO 3	32,604	32,51	0,09	39,12	39,01	22,85	22,96	0,11	26,94	27,08	0,14	41	32,60	32,51	0,09	39,12	39,01	0,11	
KPO 4	30,755	36,81	36,13	0,68	90	31,35	30,42	0,94	37,56	36,39	1,17	90	29,67	30,76	30,21	0,54	35,46	36,13	0,68
KPO 5	29,672	30,21	0,54	35,46	36,13	31,35	30,42	0,94	37,56	36,39	1,17	90	29,67	30,67	30,21	0,54	35,46	36,13	0,68
KPO 6	30,667	36,70	37,17	0,47	161	31,06	30,63	0,43	37,19	36,66	0,54	161	31,41	31,04	0,37	37,63	37,17	0,47	
KPO 7	31,411	31,04	0,37	37,63	37,17	31,06	30,63	0,43	37,19	36,66	0,54	161	31,41	31,04	0,37	37,63	37,17	0,47	
KPO 8	31,522	37,77	37,14	0,63	234	28,89	29,95	1,05	34,49	35,80	1,31	234	30,51	31,02	0,51	36,51	37,14	0,63	
KNO O	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	35,53	35,63	0,07	42,78	42,90	0,09	
		-	-	-	-	-		-	-	-	-		35,70			42,98			
		-	-	-	-	-		-	-	-	-		35,66			42,94			
KNO 1	32,090	38,48	37,86	0,62	41	20,59	15,75	4,84	24,11	18,07	6,04	41	32,09	31,10	31,59	0,50	38,48	37,86	0,62
KNO 2																			
KNO 3	31,095	31,59	0,50	37,24	37,86	10,92	12,02	4,84	24,11	18,07	6,04	41	31,10	31,10	31,59	0,50	37,24	37,86	0,62
KNO 4	29,807	35,63	34,82	0,80	90	28,77	34,33	0,04	28,86	34,44	0,05	90	28,52	29,81	29,16	0,64	34,02	34,82	0,80
KNO 5	28,523	34,02	29,16	0,64	34,82	28,86	34,39	0,05	34,44	34,39	0,05	90	28,52	28,21	28,85	0,64	33,63	34,43	0,80
KNO 6	28,208	33,63	34,43	0,80	161	28,14	33,55	0,14	33,89	33,72	0,17	161	29,48	29,20	28,85	0,64	35,22	34,43	0,80
KNO 7	29,484	35,22	28,85	0,64	34,43	28,28	36,26	0,04	30,32	36,17	0,05	234	26,65	29,20	27,92	1,28	34,87	33,27	1,60
KNO 8	29,201	34,87	33,27	1,60	234	30,24	30,28	0,04	31,68	36,22	0,05	234	26,65	26,65	31,68	1,28	31,68	33,27	1,60

Nadaljevanje priloge C: Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	SKUPNA ASKORBINSKA KISLINA																				
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3								
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd		
KPS O	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	35,53	35,63	0,07	42,78	42,90	0,09		
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		35,70			42,98				
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		35,66			42,94				
KPS 1	37,368	45,07	44,06	1,01	41	23,49	22,93	0,56	26,33	27,03	0,70	41	37,37	36,56	0,81	45,07	44,06	1,01			
KPS 2																					
KPS 3	35,752	36,56	0,81	43,05	43,05	37,39	33,81	33,26	33,53	0,27	39,94	40,28	0,34	90	31,22	31,48	0,26	37,39	37,72	0,33	
KPS 4																					
KPS 5	31,216	31,743	31,48	0,26	38,05	37,72	0,33	90	33,26	33,53	0,27	39,94	40,28	0,34	90	31,74	31,48	0,26	38,05	37,72	0,33
KPS 6																					
KPS 7	32,719	33,133	32,93	0,21	39,78	39,52	0,26	161	32,34	32,51	0,17	38,79	39,00	0,21	161	33,13	32,93	0,21	39,78	39,52	0,26
KPS 8																					
KNS O	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	35,53	35,63	0,07	42,78	42,90	0,09		
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		35,70			42,98				
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		35,66			42,94				
KNS 1	34,204	41,12	41,12	41,12	41,12	22,03	22,03	25,91	25,91	26,59	0,68	41	34,20	34,20	32,83	1,37	41,12	39,41	1,71		
KNS 2																					
KNS 3	31,466	32,83	1,37	37,70	39,41	1,71	41	23,13	22,58	0,55	27,28	26,59	0,68	41	31,47	32,83	1,37	37,70	39,41	1,71	
KNS 4																					
KNS 5	30,125	30,894	30,87	0,74	37,88	36,95	0,93	90	30,98	31,74	0,76	37,09	38,04	0,95	90	31,61	30,87	0,74	37,88	36,95	0,93
KNS 6																					
KNS 7	30,677	31,345	31,01	0,33	37,55	37,13	0,42	161	30,31	31,25	0,93	36,26	37,43	1,17	161	31,35	31,01	0,33	37,55	37,13	0,42
KNS 8																					

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Priloga D: Vsebnost skupne L-askorbinske kisline v različnih embalažnih enotah z 200 g narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
 Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	SKUPNA ASKORBINSKA KISLINA																					
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3									
	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	povr. Integrala	povp.	sd	AA (mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	
KPS O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	35,53	35,66	35,63	0,07	42,78	42,98	42,90	0,09
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		35,70							
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		33,099							
KPS 1	41	-	-	-	-	-	-	41	-	-	-	-	-	41	39,74	30,382	31,74	1,36	36,34	38,04	1,70	
KPS 2		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		39,85							
KPS 3	90	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	90	33,189	30,875	32,03	1,16	36,96	38,41	1,45	
KPS 4		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		38,48							
KPS 5		-	-	-	-	-	-	161	-	-	-	-	-		32,090	33,269	32,68	0,59	39,95	39,22	0,74	
KPS 6	161	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		39,95							
KNS O		-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	42,78	35,66	35,63	0,07	42,94	42,90	0,09	
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		42,98							
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		42,90							
KNS 1	41	-	-	-	-	-	-	41	-	-	-	-	-	41	38,38	32,011	31,46	0,55	37,00	37,69	0,69	
KNS 2		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		38,17							
KNS 3	90	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	90	31,841	29,831	30,84	1,00	35,66	36,91	1,26	
KNS 4		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		35,53							
KNS 5	161	-	-	-	-	-	-	161	-	-	-	-	-	161	41,48	34,489	32,792	0,85	39,36	40,42	1,06	
KNS 6		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		38,17							

indeks 0- vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Priloga E: Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
 Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

---

TEHNIKA PAKIRANJA	DHA								
	POSKUS 1			POSKUS 2			POSKUS 3		
	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd
ZPO 0	0	-	-	0	-	-	0	8,29	1,81
ZPO 1									
ZPO 2	41	30,49	1,17	41	13,44	7,31	41	3,81	2,80
ZPO 3									
ZPO 4	90	32,02	0,09	90	1,60	0,12	90	2,86	1,19
ZPO 5									
ZPO 6	161	30,77	0,18	161	2,24	2,15	161	2,84	2,04
ZPO 7									
ZPO 8	234	31,04	0,01	234	2,97	1,05	234	2,15	0,88
ZNO 0	0	-	-	0	-	-	0	8,29	1,81
ZNO 1									
ZNO 2	41	30,02	0,17	41	16,15	8,30	41	4,33	1,83
ZNO 3									
ZNO 4	90	30,69	1,88	90	1,90	0,58	90	2,59	1,01

Nadaljevane priloge E: Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
 Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	DHA								
	POSKUS 1			POSKUS 2			POSKUS 3		
	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd
ZNO 5	161	30,79	0,45	161	1,91	1,13	161	1,26	1,93
ZNO 6									
ZNO 7									
ZNO 8	234	30,89	1,09	234	2,24	1,63	234	2,84	1,52
ZPS 0	0	-	-	0	-	-	0	8,29	1,81
ZPS 1									
ZPS 2	41	28,79	1,41	41	14,24	7,43	41	4,00	1,04
ZPS 3									
ZPS 4	90	29,33	0,75	90	0,59	2,13	90	2,55	1,74
ZPS 5									
ZPS 6	161	29,81	1,22	161	1,73	1,50	161	2,53	3,78
ZPS 7									
ZPS 8	234	31,05	2,84	234	2,89	1,18	234	2,98	1,33
ZNS 0	0	-	-	0	-	-	0	8,29	1,81
ZNS 1									
ZNS 2	41	30,10	0,07	41	14,52	4,40	41	4,37	0,96
ZNS 3									
ZNS 4	90	32,14	0	90	1,40	4,39	90	3,00	-
ZNS 5									
ZNS 6	161	30,44	0,13	161	1,97	0,42	161	2,21	0,76
ZNS 7									
ZNS 8	234	30,74	0,18	234	2,08	2,39	234	2,35	0,43

Nadaljevane priloge E: Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

TEHNIKA PAKIRANJA	DHA								
	POSKUS 1			POSKUS 2			POSKUS 3		
	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd
KPO 0	0	-	-	0	-	-	0	8,29	1,81
KPO 1									
KPO 2	41	29,88	0,40	41	21,24	5,83	41	4,24	4,74
KPO 3									
KPO 4	90	30,45	1,48	90	0,68	2,16	90	2,82	3,03
KPO 5									
KPO 6	161	30,54	1,09	161	2,01	0,93	161	1,28	1,74
KPO 7									
KPO 8	234	30,82	1,33	234	1,79	1,78	234	2,67	3,41
KNO 0	0	-	-	0	-	-	0	8,29	1,81
KNO 1									
KNO 2	41	34,46	3,64	41	7,41	10,64	41	4,56	4,81
KNO 3									
KNO 4	90	35,33	1,38	90	2,87	0,87	90	2,07	2,52
KNO 5									
KNO 6	161	33,57	0,13	161	2,13	0,60	161	1,43	1,50
KNO 7									
KNO 8	234	-	-	234	7,06	2,30	234	3,10	3,19

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

Nadaljevane priloge E: Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
 Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	DHA								
	POSKUS 1			POSKUS 2			POSKUS 3		
	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd
KPS 0	0	-	-	0	-	-	0	8,29	1,81
KPS 1									
KPS 2	41	27,68	0,49	41	23,71	3,17	41	9,05	9,26
KPS 3									
KPS 4	90	31,76	1,41	90	2,52	1,36	90	1,94	2,50
KPS 5									
KPS 6	161	32,52	0,94	161	2,54	0,70	161	1,92	2,11
KPS 7									
KPS 8	234	31,24	0,54	234	2,38	1,26	234	2,27	3,04
KNS 0	0	-	-	0	-	-	0	8,29	1,81
KNS 1									
KNS 2	41	30,30	0,15	41	7,60	7,05	41	4,96	6,29
KNS 3									
KNS 4	90	34,83	4,92	90	1,72	1,00	90	2,30	3,27
KNS 5									
KNS 6	161	32,59	0,59	161	1,72	2,27	161	1,39	1,40
KNS 7									
KNS 8	234	25,84	5,12	234	2,34	0,87	234	2,97	3,66

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Priloga F: Vsebnost dehidroaskorbinske kisline v različnih embalažnih enotah z 200 g narezanega zelja

TEHNIKA PAKIRANJA	DHA								
	POSKUS 1			POSKUS 2			POSKUS 3		
	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	sd	čas (ure)	DHA (mg/100g)	
KPS 0	-	-	-	-	-	-	0	8,29	1,81
KPS 1									
KPS 2	-	-	-	-	-	-	41	6,52	2,46
KPS 3									
KPS 4	-	-	-	-	-	-	90	1,77	2,77
KPS 5									
KPS 6	-	-	-	-	-	-	161	1,31	1,45
KNS 0	-	-	-	-	-	-	0	8,29	1,81
KNS 1									
KNS 2	-	-	-	-	-	-	41	3,23	1,50
KNS 3									
KNS 4	-	-	-	-	-	-	90	1,98	2,22
KNS 5									
KNS 6	-	-	-	-	-	-	161	1,74	2,98

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Priloga G: Vsebnost glutationa v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za Živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	GLUTATION																						
	čas (ure)	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3									
		ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(μmol/L)		povp. (μmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(μmol/L)		povp. (μmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)			
		1	2			(μmol/L)	(μmol/L)				1	2			(μmol/L)	(μmol/L)							
ZPO 0	0	-	-			-	-			0	0,107	0,109	0,109	0,002	193,70	197,41		0	0,180	0,177		328,89	323,33
		-	-			-	-				0,110	0,112			199,26	202,96			0,178	0,176			
		-	-			-	-				0,110	0,107			199,26	193,70			0,169	0,170			
		-	-			-	-				0,127	0,128			230,74	232,59			0,173	0,174			
ZPO 1	41	0,163	0,110			297,78	199,44			41	0,146	0,149	0,138	0,010	265,93	271,48		41	0,166	0,164		315,93	317,78
ZPO 2		0,186	0,110			340,00	199,26				0,146	0,149			250,19	18,63			0,169	0,004			
ZPO 3	90	0,171	0,109			312,22	197,41			90	0,167	0,164	0,153	0,013	304,81	299,26		90	0,144	0,143		262,22	260,37
ZPO 4		0,166	0,106			302,96	191,85				0,140	0,141			254,81	256,67			0,137	0,138			
ZPO 5	161	0,143	0,092			260,37	165,93			161	0,141	0,142	0,145	0,004	256,67	258,52		161	0,151	0,148		275,19	269,63
ZPO 6		0,125	0,075			227,04	134,44				0,148	0,149			269,63	271,48			0,151	0,146			
ZPO 7	234	0,136	0,071			247,41	127,04			234	0,161	0,165	0,185	0,022	293,70	301,11		234	0,156	0,156		284,44	284,44
ZPO 8		0,159	0,080			290,00	143,70				0,207	0,208			378,89	380,74			0,194	0,199			
ZNO 0	0	-	-			-	-			0	0,107	0,109	0,109	0,002	193,70	197,41		0	0,180	0,177		328,89	323,33
		-	-			-	-				0,110	0,112			199,26	202,96			0,178	0,176			
		-	-			-	-				0,110	0,107			199,26	193,70			0,169	0,170			
		-	-			-	-				0,116	0,116			210,37	210,37			0,202	0,202			
ZNO 1	41	0,118	0,117			214,07	212,22			41	0,116	0,116	0,115	0,002	208,52	201,11		41	0,184	0,189		369,63	369,63
ZNO 2		0,160	0,079			291,85	141,85				0,115	0,111			212,22	208,52			0,146	0,141			
ZNO 3	90	0,166	0,101			302,96	182,59			90	0,117	0,115	0,122	0,006	230,74	232,59		90	0,139	0,138		265,93	256,67
ZNO 4		0,246	0,107			451,11	193,70				0,127	0,128			230,74	232,59			0,141	0,003			
ZNO 5	161	0,134	0,085			243,70	152,96			161	0,102	0,113	0,101	0,008	169,63	171,48		161	0,116	0,110		210,37	199,26
ZNO 6		0,102	0,067			184,44	119,63				0,102	0,113			184,44	204,81			0,097	0,095			

Nadaljevane priloge G: Vsebnost glutationa v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

TEHNIKA PAKIRANJA	GLUTATION																													
	POSKUS 1										POSKUS 2										POSKUS 3									
	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(µmol/L)		povp. (µmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(µmol/L)		povp. (µmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(µmol/L)		povp. (µmol/L)	sd			
		1	2								1	2								1	2									
ZNO 7	234	0,109	0,055			197,41	97,41			234	0,086	0,091		0,092	0,004	154,81	164,07		234	0,097	0,098		0,096	0,002	175,19	177,04		172,87	3,56	
ZNO 8		0,094	0,047			169,63	82,59				0,096	0,095				173,33	171,48		234	0,095	0,093				171,48	167,78				
ZPS O	0	-	-			-	-			0	0,107	0,109		0,109	0,002	193,70	197,41		0	0,180	0,177		0,175	0,004	328,89	323,33		325,19	321,48	
ZPS 1		0,119	0,184			215,93	336,30				0,110	0,107				199,26	193,70		3,28	0	0,169	0,170		0,175	0,004	308,52	310,37		319,63	7,56
ZPS 2	41	0,143	0,071			260,37	127,04		41	0,187	0,189	0,182	0,006	341,85	345,56	332,59	11,26	41	0,182	0,181	0,181	0,002	332,59	330,74	330,74	334,44	325,19		3,46	
ZPS 3		0,177	0,107			323,33	193,70				0,329	0,337			604,81	619,63		90	0,160	0,158		0,162	0,003	291,85	288,15		296,02	6,19		
ZPS 4	90	0,147	0,093			267,78	167,78				0,270	0,273	0,302	0,031	495,56	501,11	555,28	57,22	90	0,166	0,165		0,162	0,003	302,96	301,11		464,07	464,07	
ZPS 5		0,239	0,143			438,15	260,37				0,374	0,381				688,15	701,11			0,253	0,253	412,69			51,49					
ZPS 6	161	0,106	0,069			191,85	123,33		161	0,188	0,190	0,283	0,094	343,70	347,41	520,09	174,60	161	0,195	0,200		0,225	0,028	356,67	365,93		340,00	8,59		
ZPS 7		0,229	0,116			419,63	210,37				0,190	0,198			347,41	362,22	0,183		0,180	334,44	328,89									
ZPS 8	234	0,421	0,218			775,19	399,26		234	0,407	0,415	0,303	0,109	749,26	764,07	555,74	201,06	234	0,190	0,191		0,186	0,005	347,41	349,26		328,89	323,33		
ZNS O		-	-			-	-				0,107	0,109			193,70	197,41	0,180		0,177	325,19	321,48									
ZNS 1	41	0,117	0,184			212,22	336,30		41	0,142	0,143	0,137	0,006	258,52	260,37	0,169	0,165			0,155	0,012	308,52	301,11		282,13	22,85				
ZNS 2		0,155	0,074			282,59	132,59				0,137	0,127			249,26	230,74	249,72	11,74	41	0,142	0,143		0,155	0,012	258,52		260,37			
ZNS 3	90	0,166	0,103			302,96	186,30		90	0,114	0,116	0,132	0,017	206,67	210,37	0,153		0,151		0,148	0,005	278,89	275,19		260,37	268,70	8,44			
ZNS 4		0,162	0,097			295,56	175,19				0,149	0,147			271,48	267,78	239,07	30,61	90	0,143	0,143		0,148	0,005	260,37	260,37		191,85	191,85	
ZNS 5	161	0,134	0,088			243,70	158,52		161	0,107	0,110	0,111	0,003	202,96	210,37	201,57	6,05	161	0,109	0,102		0,106	0,002	197,41	184,44		191,39	4,61		
ZNS 6		0,111	0,080			201,11	143,70				0,112	0,116			167,78	177,04	0,090		0,089	162,22	160,37									
ZNS 7	234	0,115	0,057			208,52	101,11		234	0,110	0,109	0,103	0,007	199,26	197,41	185,37	13,39	234	0,074	0,074		0,082	0,008	132,59	132,59		146,94	14,37		
ZNS 8		0,109	0,053			197,41	93,70				0,110	0,109			199,26	197,41	0,074		0,074	132,59	132,59									

Nadaljevane priloge G: Vsebnost glutationa v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za Živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	GLUTATION																							
	čas (ure)	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3										
		ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(μmol/L)		povp. (μmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(μmol/L)		povp. (μmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)				
		1	2			-	-				1	2			-	-				1	2			
KPO O	0	-	-			-	-			0	0,107	0,109		0,109	193,70	197,41			0	0,180	0,177		328,89 323,33	
		-	-			-	-				0,110	0,112			199,26	202,96				0,178	0,176			
		-	-			-	-				0,110	0,107			199,26	193,70				0,169	0,170			
		-	-			-	-				0,137	0,138			249,26	251,11				0,180	0,175			
KPO 1	41	0,113	0,165			204,81	301,11			41	0,134	0,133		0,136	0,002	243,70	241,85			41	0,187	0,184		328,89 319,63
KPO 2		0,154	0,074			280,74	132,59				0,134	0,133			243,70	241,85	0,182			0,004	341,85	336,30	331,67 8,33	
KPO 3	90	0,148	0,096			269,63	173,33			90	0,150	0,147		0,145	0,005	273,33	267,78			90	0,164	0,161		299,26 293,70
KPO 4		0,110	0,071			199,26	127,04				0,144	0,137			262,22	249,26	90			0,142	0,141	0,152	0,011 258,52 256,67	
KPO 5	161	0,148	0,096			269,63	173,33			161	0,138	0,135		0,136	0,001	251,11	245,56			161	0,148	0,148		269,63 269,63
KPO 6		0,110	0,071			199,26	127,04				0,137	0,135			249,26	245,56	161			0,157	0,159	0,153	0,005 286,30 290,00	
KPO 7	234	0,159	0,083			290,00	149,26			234	0,180	0,182		0,196	0,015	328,89	332,59			234	0,176	0,178		321,48 325,19
KPO 8		0,162	0,082			295,56	147,41				0,213	0,208			390,00	380,74	234			0,175	0,176	0,176	0,001 319,63 321,48	
KNO O	0	-	-			-	-			0	0,107	0,109		0,109	0,002	193,70	197,41			0	0,180	0,177		328,89 323,33
		-	-			-	-				0,110	0,112			199,26	202,96	0,178			0,176				
		-	-			-	-				0,110	0,107			199,26	193,70	0,169			0,170	0,175	0,004 308,52 310,37		
		-	-			-	-				0,126	0,125			228,89	227,04	0,186			0,184				
KNO 1	41	0,119	0,185			215,93	338,15			41	0,086	0,082		0,105	0,021	154,81	147,41			41	0,178	0,179	0,182	0,003 325,19 327,04
KNO 2		0,175	0,085			319,63	152,96				0,112	0,112			202,96	202,96	0,147			0,144				
KNO 3	90	0,220	0,129			402,96	234,44			90	0,092	0,095		0,103	0,009	165,93	171,48			90	0,116	0,117	0,131	0,015 210,37 212,22
KNO 4		0,197	0,124			360,37	225,19				0,141	0,139			185,83	172,48	0,116			0,117	0,131	0,015 238,15 26,93		
KNO 5	161	0,177	0,108			323,33	195,56			161	0,069	0,069		0,105	0,036	123,33	123,33			161	0,077	0,076	0,078	0,002 143,70 143,70
KNO 6		0,142	0,086			258,52	154,81				0,141	0,139			256,67	252,96	161			0,077	0,076	0,078	0,002 138,15 136,30 140,46 3,31	
KNO 7	234	0,090	/			162,22	-			234	0,055	0,057		0,063	0,007	97,41	101,11			234	0,066	0,067		117,78 119,63
KNO 8		0,085	0,041			152,96	71,48				0,070	0,068			125,19	121,48	0,065			0,065	0,066	0,001 115,93 115,93	117,31 1,54	

Nadaljevane priloge G: Vsebnost glutationa v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

TEHNIKA PAKIRANJA	GLUTATION																								
	čas (ure)	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3											
		ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(μmol/L)		povp. (μmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(μmol/L)		povp. (μmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)					
		1	2			-	-				0,107	0,109			193,70	197,41				0,180	0,177				
KPS O	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,110	0,112	0,109	0,002	199,26	202,96	-	0	0,178	0,176	328,89	323,33			
		-	-			-	-				0,110	0,107			199,26	193,70			0,169	0,170					
		-	-			-	-				0,110	0,107			197,72	3,28			0,175	0,004	308,52	310,37			
KPS 1	0,113	0,184	-	-	-	-	-	204,81	336,30	41	0,160	0,161	0,171	0,011	291,85	293,70	41	0,233	0,228	427,04	417,78	319,63	7,56		
KPS 2	0,136	0,066						247,41	117,78		0,182	0,182			332,59	332,59			0,214	0,211					
KPS 3	0,176	0,103						321,48	186,30		0,291	0,285			534,44	523,33			0,287	0,279					
KPS 4	0,195	0,126	-	-	-	-	-	356,67	228,89	90	0,312	0,311	0,300	0,012	573,33	571,48	90	0,292	0,291	0,287	0,005	536,30	534,44	527,50	9,48
KPS 5	0,189	0,116						345,56	210,37		0,369	0,372			678,89	684,44			0,258	0,258					
KPS 6	0,126	0,079						228,89	141,85		0,351	0,346			645,56	636,30			0,334	0,334					
KPS 7	0,265	0,131	-	-	-	-	-	486,30	238,15	234	0,355	0,353	0,298	0,056	652,96	649,26	234	0,368	0,371	677,04	682,59	543,70	70,37		
KPS 8	0,237	0,123						434,44	223,33		0,240	0,243			440,00	445,56			0,222	0,222					
KNS O	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,107	0,109	0,109	0,002	193,70	197,41	0	0,180	0,177	328,89	323,33	319,63	7,56		
		-	-					-	-		0,110	0,112			199,26	202,96			0,178	0,176					
		-	-					-	-		0,110	0,107			197,72	3,28			0,169	0,170					
KNS 1	0,118	0,190	-	-	-	-	-	214,07	347,41	41	0,184	0,182	0,179	0,005	336,30	332,59	41	0,195	0,193	356,67	352,96	357,59	3,34		
KNS 2	0,153	0,076						278,89	136,30		0,175	0,173			319,63	315,93			0,196	0,198					
KNS 3	0,188	0,111						343,70	201,11		0,339	0,334			623,33	614,07			0,326	0,324					
KNS 4	0,193	0,115	-	-	-	-	-	352,96	208,52	90	0,329	0,328	0,333	0,004	604,81	602,96	90	0,148	0,153	0,238	0,087	269,63	278,89	435,83	161,61
KNS 5	0,293	0,167						538,15	304,81		0,245	0,251			449,26	460,37			0,348	0,348					
KNS 6	0,226	0,134						414,07	243,70		0,381	0,377			701,11	693,70			0,376	0,373					
KNS 7	0,211	0,102	-	-	-	-	-	386,30	184,44	234	0,182	0,183	0,183	0,001	332,59	334,44	234	0,338	0,340	0,279	0,060	621,48	625,19	511,76	111,60
KNS 8	234	-						-	-		0,182	0,184			332,59	336,30			0,220	0,217					

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Priloga H: Vsebnost glutationa v različnih embalažnih enotah z 200 g narezanega zelja

TEHNIKA PAKIRANJA	GLUTATION																							
	čas (ure)	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3										
		ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(μmol/L)	povp. (μmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(μmol/L)	povp. (μmol/L)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(μmol/L)	povp. (μmol/L)	sd
		1	2							1	2						1	2						
KPS O	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0,180	0,177	0,175	0,004	328,89	323,33	319,63	7,56
		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,178	0,176			325,19	321,48		
		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,169	0,170			308,52	310,37		
		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,169	0,170			369,63	364,07		
KPS 1	41	-	-	-	-	-	-	-	41	-	-	-	-	-	-	-	0,202	0,199	0,200	0,002	365,93	360,37	365,00	3,34
KPS 2		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,200	0,197			475,19	462,22		
KPS 3	90	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	-	-	0,259	0,252	0,226	0,030	358,52	358,52	413,61	55,28
KPS 4		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,196	0,196			308,52	308,52		
KPS 5	161	-	-	-	-	-	-	-	161	-	-	-	-	-	-	-	0,169	0,169	0,164	0,005	290,00	290,00	299,26	9,26
KPS 6		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,159	0,159			328,89	323,33		
KNS O	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0,169	0,170	0,175	0,004	308,52	310,37	319,63	7,56
		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,190	0,192			347,41	351,11		
		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,191	0,193			0,192	0,001	349,26	352,96
		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,222	0,223			406,67	408,52		
KNS 1	41	-	-	-	-	-	-	-	41	-	-	-	-	-	-	-	0,304	0,301	0,263	0,040	558,52	552,96	481,67	74,10
KNS 2		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,119	0,122			215,93	221,48		
KNS 3	90	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-	-	-	0,102	0,101	0,111	0,010	184,44	182,59	201,11	17,71
KNS 4		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,102	0,101			201,11	17,71		
KNS 5	161	-	-	-	-	-	-	-	161	-	-	-	-	-	-	-	0,102	0,101			184,44	182,59		
KNS 6		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,102	0,101			201,11	17,71		

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Priloga I: Vsebnost skupnih antioksidantov s F.C. reagentom v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za Živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	čas (ure)	SKUPNI ANTOOKSIDANTI S F.C. REAGENTOM																			
		POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3							
		ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)		povp. (mg/100g)	sd	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)		povp. (mg/100g)	sd	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd
		1	2			-	-			0,598	0,592			65,45	64,81			0,598	0,592		
ZPO 0	0	-	-			-	-			0,593	0,591	0,600	0,010	64,91	64,70			0,598	0,592	0,600	0,010
		-	-			-	-			0,615	0,613			67,29	67,07			0,615	0,613		
ZPO 1	0,338	0,642			37,38	70,21			0,487	0,490			53,47	53,79			0,487	0,490			
ZPO 2	41	0,368	0,616	-	-	40,62	67,40	-	-	0,420	0,415	0,453	0,036	46,23	45,69	49,79	3,84	0,420	0,415	0,453	0,036
ZPO 3		0,293	0,559			32,52	61,24			0,450	0,456			49,47	50,12			0,450	0,456		
ZPO 4	90	0,334	0,582	-	-	36,94	63,73	-	-	0,528	0,525	0,490	0,037	57,89	57,57	53,76	3,98	0,528	0,525	0,490	0,037
ZPO 5		0,334	0,660			36,94	72,15			0,580	0,579			63,51	63,40			0,580	0,579		
ZPO 6	161	0,329	0,536	-	-	36,40	58,76	-	-	0,549	0,515	0,556	0,027	60,16	56,49	60,89	2,87	0,549	0,515	0,556	0,027
ZPO 7		0,321	0,618			35,54	67,61			0,548	0,540			60,05	59,19			0,548	0,540		
ZPO 8	234	0,318	0,628	-	-	35,22	68,69	-	-	0,630	0,582	0,575	0,035	68,91	63,73	62,97	3,83	0,630	0,582	0,575	0,035
ZNO O	0	-	-			-	-			0,598	0,592	0,600	0,010	65,45	64,81			0,598	0,592	0,600	0,010
		-	-			-	-			0,593	0,591			64,91	64,70			0,593	0,591		
ZNO 1		0,279	0,569			31,00	62,32			0,427	0,432	0,397	0,034	46,99	47,53			0,427	0,432	0,397	0,034
ZNO 2	41	0,323	0,594	-	-	35,76	65,02	-	-	0,377	0,351			41,59	38,78	43,72	3,68	0,377	0,351		
ZNO 3		0,315	0,587			34,89	64,27			0,552	0,580			60,49	63,51			0,552	0,580		
ZNO 4	90	0,350	0,619	-	-	38,67	67,72	-	-	0,556	0,552	0,560	0,012	60,92	60,49	61,35	1,26	0,556	0,552	0,560	0,012
ZNO 5		0,326	0,651			36,08	71,18			0,530	0,534			58,11	58,54			0,530	0,534		
ZNO 6	161	0,323	0,576	-	-	35,76	63,08	-	-	0,509	0,518	0,523	0,010	55,84	56,81	57,33	1,07	0,509	0,518	0,523	0,010
ZNO 7		0,339	0,624			37,48	68,26			0,513	0,526			56,27	57,68			0,513	0,526		
ZNO 8	234	0,324	0,635	-	-	35,86	69,45	-	-	0,580	0,525	0,536	0,026	63,51	57,57	58,76	2,80	0,580	0,525	0,536	0,026
ZPS O	0	-	-			-	-			0,598	0,592	0,600	0,010	65,45	64,81			0,598	0,592	0,600	0,010
		-	-			-	-			0,593	0,591			64,91	64,70			0,593	0,591		
ZPS 1		0,279	0,569			31,00	62,32			0,489	0,517			53,68	56,71			0,489	0,517		
ZPS 2	41	0,323	0,594	-	-	35,76	65,02	-	-	0,449	0,440	0,474	0,031	49,36	48,39	52,04	3,35	0,449	0,440	0,474	0,031
ZPS 3		0,315	0,587			34,89	64,27			0,641	0,674			70,10	73,66			0,641	0,674		
ZPS 4	90	0,350	0,619	-	-	38,67	67,72	-	-	0,636	0,628	0,645	0,018	69,56	68,69	70,50	1,89	0,636	0,628	0,645	0,018
ZPS 5		0,346	0,679			38,24	74,20			0,670	0,673			73,23	73,55			0,670	0,673		
ZPS 6	161	0,309	0,585	-	-	34,24	64,05	-	-	0,622	0,634	0,650	0,022	68,05	69,34	71,04	2,40	0,622	0,634	0,650	0,022
ZPS 7		0,325	0,620			35,97	67,83			0,578	0,578			63,29	63,29			0,578	0,578		
ZPS 8	234	0,419	0,778	-	-	46,12	84,89	-	-	0,703	0,687	0,637	0,059	76,79	75,06	69,61	6,35	0,703	0,687	0,637	0,059

Nadaljevanje priloge I: Vsebnost skupnih antioksidantov s F.C. reagentom v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	SKUPNI ANTOOKSIDANTI S F.C. REAGENTOM																										
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3														
	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd			
		1	2							1	2							1	2								
ZNS O	0	-	-						0	0,598	0,592		0,600	0,010			0	0,598	0,592		0,600	0,010		65,45	64,81		
ZNS 1	0,301	0,679				33,38	74,20			0,491	0,495	53,90	54,33					0,491	0,495	53,90	54,33						
ZNS 2	0,332	0,583	-		-	36,73	63,83	-		0,421	0,390	46,34	42,99	49,39	4,87	41		0,421	0,390	46,34	42,99	49,39	4,87				
ZNS 3	0,336	0,649				37,16	70,96			0,565	0,598	61,89	65,45					0,565	0,598	61,89	65,45						
ZNS 4	0,283	0,634	-	-	31,44	69,34	-	-	90	0,615	0,595	0,593	0,018	67,29	65,13	64,94	1,94	90	0,615	0,595	0,593	0,018	67,29	65,13	64,94	1,94	
ZNS 5	0,333	0,645			36,84	70,53				0,563	0,561	61,67	61,46					0,563	0,561	61,67	61,46						
ZNS 6	0,334	0,601	-	-	36,94	65,78	-	-	161	0,572	0,547	0,561	0,009	62,65	59,95	61,43	0,97	161	0,572	0,547	0,561	0,009	62,65	59,95	61,43	0,97	
ZNS 7	0,348	0,628			38,46	68,69				0,549	0,538	60,16	58,97					0,549	0,538	60,16	58,97						
ZNS 8	0,323	0,641	-	-	35,76	70,10	-	-	234	0,606	0,590	0,571	0,028	66,32	64,49	62,51	3,03	234	0,606	0,590	0,571	0,028	66,32	64,49	62,51	3,03	
KPO O	0	-	-						0	0,598	0,592		0,600	0,010			0	0,598	0,592		0,600	0,010		65,45	64,81		
KPO 1	0,337	0,594				37,27	65,02			0,495	0,494	54,33	54,22					0,495	0,494	54,33	54,22						
KPO 2	0,268	0,598	-	-	29,82	65,45	-	-	41	0,419	0,406	0,454	0,041	46,12	44,72	49,85	4,46	41	0,419	0,406	0,454	0,041	46,12	44,72	49,85	4,46	
KPO 3	0,319	0,550			35,32	60,27				0,538	0,542	58,97	59,41					0,538	0,542	58,97	59,41						
KPO 4	0,292	0,637	-	-	32,41	69,67	-	-	90	0,585	0,556	0,555	0,018	64,05	60,92	60,84	1,99	90	0,585	0,556	0,555	0,018	64,05	60,92	60,84	1,99	
KPO 5	0,313	0,599			34,68	65,56				0,543	0,531	59,51	58,22					0,543	0,531	59,51	58,22						
KPO 6	0,311	0,579	-	-	34,46	63,40	-	-	161	0,575	0,536	0,546	0,017	62,97	58,76	59,87	1,85	161	0,575	0,536	0,546	0,017	62,97	58,76	59,87	1,85	
KPO 7	0,329	0,621			36,40	67,94				0,580	0,579	63,51	63,40					0,580	0,579	63,51	63,40						
KPO 8	0,345	0,628	-	-	38,13	68,69	-	-	234	0,556	0,571	0,572	0,010	60,92	62,54	62,59	1,04	234	0,556	0,571	0,572	0,010	60,92	62,54	62,59	1,04	
KNO O	0	-	-						0	0,598	0,592		0,600	0,010			0	0,598	0,592		0,600	0,010		65,45	64,81		
KNO 1	0,335	0,664				37,05	72,58			0,491	0,470	53,90	51,63					0,491	0,470	53,90	51,63						
KNO 2	0,375	0,702	-	-	41,37	76,68	-	-	41	0,429	0,410	0,450	0,032	47,20	45,15	49,47	3,47	41	0,429	0,410	0,450	0,032	47,20	45,15	49,47	3,47	
KNO 3	0,407	0,737			44,83	80,46				0,563	0,571	61,67	62,54					0,563	0,571	61,67	62,54						
KNO 4	0,383	0,682	-	-	42,24	74,52	-	-	90	0,516	0,512	0,541	0,027	56,60	56,17	59,24	2,88	90	0,516	0,512	0,541	0,027	56,60	56,17	59,24	2,88	
KNO 5	0,347	0,697			38,35	76,14				0,566	0,556	62,00	60,92					0,566	0,556	62,00	60,92						
KNO 6	0,335	0,647	-	-	37,05	70,75	-	-	161	0,544	0,532	0,550	0,013	59,62	58,33	60,22	1,38	161	0,544	0,532	0,550	0,013	59,62	58,33	60,22	1,38	
KNO 7	/	/			-	-			234	0,529	0,528						0,529	0,528									
KNO 8	0,354		-	-	39,10	0,87	-	-	234	0,587	0,570	0,554	0,026	64,27	62,43	60,65	2,78	234	0,587	0,570	0,554	0,026	64,27	62,43	60,65	2,78	

Nadaljevanje priloge I: Vsebnost skupnih antioksidantov s F.C. reagentom v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	SKUPNI ANTOOKSIDANTI S F.C. REAGENTOM																									
	čas (ure)	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3												
		ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)		povp. (mg/100g)	sd	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)		povp. (mg/100g)	sd	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd					
		1	2			-	-			1	2			1	2			1	2							
KPS O	0	-	-					0,598 0,593 0,615	0,592 0,591 0,613	0,600	0,010	65,45 64,91 67,29	64,81 64,70 67,07	65,71	1,07	0	0,598 0,593 0,615	0,592 0,591 0,613	0,600	0,010	65,45 64,91 67,29	64,81 64,70 67,07	65,71	1,07		
KPS 1	0,357	0,661				39,43	72,26			0,515	0,513			56,49	56,27			0,515	0,513			56,49	56,27	53,47	2,92	
KPS 2	0,305	0,604	-		-	33,81	66,10			0,462	0,458			50,77	50,33			41	0,462	0,458	0,487	0,027	50,77	50,33		
KPS 3	0,347	0,617				38,35	67,51			0,624	0,640			68,26	69,99			90	0,627	0,621	0,628	0,007	68,59	67,94	68,69	0,78
KPS 4	0,355	0,614	-	-	-	39,21	67,18	-	-	90	0,627	0,621	0,628	68,59	67,94	68,69	0,78	90	0,627	0,621	0,628	0,007	68,59	67,94	68,69	0,78
KPS 5	0,345	0,643				38,13	70,31			0,679	0,670			74,20	73,23			161	0,679	0,670	0,669	0,012	70,96	74,20	74,20	73,23
KPS 6	0,317	0,620	-	-	-	35,11	67,83	-	-	161	0,649	0,679	0,669	70,96	74,20	73,15	1,32	161	0,649	0,679	0,669	0,012	70,96	74,20	73,15	1,32
KPS 7	0,355	0,612				39,21	66,97			0,641	0,652			70,10	71,29			234	0,660	0,668	0,655	0,010	72,15	73,01	70,10	71,29
KPS 8	0,367	0,614	-	-	-	40,51	67,18	-	-	234	0,660	0,668	0,655	72,15	73,01	71,64	1,08	234	0,660	0,668	0,655	0,010	72,15	73,01	71,64	1,08
KNS O	0	-	-					0,598 0,593 0,615	0,592 0,591 0,613	0,600	0,010	65,45 64,91 67,29	64,81 64,70 67,07	65,71	1,07	0	0,598 0,593 0,615	0,592 0,591 0,613	0,600	0,010	65,45 64,91 67,29	64,81 64,70 67,07	65,71	1,07		
KNS 1	0,349	0,673				38,56	73,55			0,515	0,516			56,49	56,60			41	0,430	0,421	0,471	0,045	47,31	46,34	56,49	56,60
KNS 2	0,275	0,567	-	-	-	30,57	62,11	-	-	41	0,430	0,421	0,471	47,31	46,34	51,68	4,87	41	0,430	0,421	0,471	0,045	47,31	46,34	51,68	4,87
KNS 3	0,338	0,605				37,38	66,21			90	0,646	0,651		70,64	71,18			90	0,646	0,651			70,64	71,18	69,34	0,70
KNS 4	0,299	0,648	-	-	-	33,16	70,85	-	-	90	0,639	0,634	0,643	69,88	69,34	70,26	0,70	90	0,639	0,634	0,643	0,006	69,88	69,34	70,26	0,70
KNS 5	0,371	0,726				40,94	79,28			161	0,625	0,628		68,37	68,69			161	0,625	0,628			68,37	68,69		
KNS 6	0,355	0,671	-	-	-	39,21	73,34	-	-	234	0,680	0,674	0,652	74,31	73,66	71,26	2,74	234	0,680	0,674	0,652	0,025	74,31	73,66	71,26	2,74
KNS 7	0,378	0,735				41,70	80,25			234	0,620	0,627		67,83	68,59			234	0,620	0,627			67,83	68,59	71,50	1,51
KNS 8	0,304	0,535	-	-	-	33,70	58,65	-	-	234	0,647	0,654	0,637	70,75	71,50	69,67	1,51	234	0,647	0,654	0,637	0,014	70,75	71,50	69,67	1,51

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Priloga J: Vsebnost skupnih antioksidantov s F.C. reagentom v različnih embalažnih enotah z 200 g narezane zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	čas (ure)	SKUPNI ANTOOKSIDANTI S F.C. REAGENTOM																							
		POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3											
		ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	ABSORBANCA (nm)		povp. (nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd			
		1	2						1	2						1	2								
KPS O	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,598	0,592	-	-	65,45	64,81	65,71	1,07		
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,593	0,591	-	-	64,91	64,70				
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,615	0,613	-	-	67,29	67,07				
KPS 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,623	0,625	-	-	68,15	68,37	71,18	2,92		
KPS 2	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,677	0,679	-	-	0,651	0,027	73,98	74,20		
KPS 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,667	0,662	-	-	72,90	72,37	71,15	1,53		
KPS 4	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,633	0,641	-	-	0,651	0,014	69,23	70,10		
KPS 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,647	0,652	-	-	70,75	71,29				
KPS 6	161	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,660	0,665	-	-	0,656	0,007	72,15	72,69	71,72	0,75
KNS O	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,598	0,592	-	-	65,45	64,81	65,71	1,07		
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,593	0,591	-	-	64,91	64,70				
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,615	0,613	-	-	67,29	67,07				
KNS 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,654	0,651	-	-	71,50	71,18	70,75	0,62		
KNS 2	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,640	0,643	-	-	0,647	0,006	69,99	70,31		
KNS 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,637	0,635	-	-	69,67	69,45	70,91	1,35		
KNS 4	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,662	0,660	-	-	0,649	0,013	72,37	72,15		
KNS 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,660	0,663	-	-	0,645	0,017	72,15	72,47		
KNS 6	161	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,628	0,629	-	-	0,645	0,017	68,69	68,80	70,53	1,79

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Priloga K: Vsebnost antioksidantov z DPPH metodo v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

TEHNIKA PAKIRANJA	ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST z DPPH METODO																					
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3									
	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	
ZPO 0	0	-			-			0	0,264							0,376						
ZPO 1		-			-			0,262	0,376													
ZPO 2		0,217			0,000			25,00	0,00	41	0,265	0,263	0,001	30,11	0,14	0				0,378		
ZPO 3		0,272			31,07				0,214							0,395						
ZPO 4	41	0,185			0,542			21,43	26,25	4,82	90	0,370	0,202	0,012	21,90	23,25	1,35	41	0,334	0,364	0,030	
ZPO 5		0,219			0,219			25,15				0,390				41,30				0,408		
ZPO 6	90	0,261			0,498			29,80	27,47	2,32	161	0,355	0,372	0,018	40,25	42,20	1,95	161	0,399	0,404	0,005	
ZPO 7		0,236			0,236			27,02				0,354				40,18				0,391		
ZPO 8	41	0,276			0,541			31,55	29,29	2,27	234	0,376	0,365	0,011	42,60	41,39	1,21	234	0,459	0,425	0,034	
ZNO O	0	-			-			-	0,264				0,263	0,001	30,15				0,376			
ZNO 1		0,000			0,88			14,77	13,90	41	0,195				22,54				0,373			
ZNO 2		0,250			0,000			0,125	28,67		0,081	0,138	0,057	9,91	16,22	6,32	41	0,351	0,372	0,021	39,79	
ZNO 3		0,275			31,41						0,336				38,20				0,395			
ZNO 4	90	0,053			0,514			6,78	19,09	12,31	90	0,349	0,343	0,007	39,66	38,93	0,73	90	0,404	0,400	0,005	
ZNO 5		0,188			21,71						0,366				41,55				0,408			
ZNO 6	161	0,274			0,484			31,24	26,48	4,76	161	0,343	0,355	0,012	38,92	40,23	1,31	161	0,373	0,391	0,018	
ZNO 7		0,247			28,24						0,331				37,62				0,412			
ZNO 8	234	0,263			0,510			30,06	29,15	0,91	234	0,359	0,345	0,014	40,71	39,17	1,54	234	0,415	0,414	0,001	
ZPS O	0	-			-			-	0,264			0,263	0,001	30,15				0,376				
ZPS 1		0,000			0,88						0,280				31,92				0,382			
ZPS 2		0,193			0,000			22,34	11,61	10,73	41	0,085	0,182	0,097	10,29	21,11	10,81	41	0,342	0,362	0,020	
ZPS 3		0,283			32,29						0,414				46,80				0,383			
ZPS 4	90	0,195			0,664			22,54	27,42	4,88	90	0,381	0,398	0,016	43,21	45,01	1,79	90	0,424	0,404	0,020	
ZPS 5		0,213			24,54						0,447				50,54				0,454			
ZPS 6	161	0,266			30,35			27,45	2,90	161	0,397	0,422	0,025	44,97	47,75	2,78	161	0,433	0,444	0,010		
ZPS 7		0,229			26,30						0,380				43,06				0,434			
ZPS 8	234	0,308			0,510			35,11	30,70	4,40	234	0,347	0,363	0,017	39,38	41,22	1,84	234	0,469	0,452	0,018	
					0,040													52,94	51,00	1,94		

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za Živilstvo, 2008

Nadaljevane priloge K: Vsebnost antioksidantov z DPPH metodo v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

TEHNIKA PAKIRANJA	ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST z DPPH METODO															POSKUS 3							
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3										
	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd		
ZNS O	0	-			-			0.264		0.263	0,001	30,11	0,14	0	0,376		0,376	0,002	42,62	42,29	0,23		
ZNS 1		0,000			0,88			0,223								0,373				40,99			
ZNS 2		0,243			27,84			14,36	13,48	41	0,095	0,159	0,064	11,46	18,53	7,07	41	0,361		36,79	38,89	2,10	
ZNS 3		0,273			31,13			0,343						38,92				0,324	0,019		45,32		
ZNS 4	90	0,195	0,579	0,039	22,54	26,84	4,29	90	0,422	0,382	0,040	47,71		43,31	4,39	90	0,420	0,410	0,010	47,48	46,40	1,08	
ZNS 5		0,199			22,99			0,384						43,49				0,413			46,76		
ZNS 6	161	0,261	0,448	0,031	29,80	26,39	3,40	161	0,356	0,370	0,014	40,42		41,95	1,54	161	0,398	0,406	0,008	45,02	45,89	0,87	
ZNS 7		0,240			27,47			0,340						38,62				0,408			46,12		
ZNS 8	234	0,265	0,536	0,013	30,28	28,87	1,41	234	0,383	0,361	0,021	43,38		41,00	2,38	234	0,441	0,424	0,017	49,83	47,98	1,86	
KPO O	0	-			-			0,264		0,263	0,001	30,15	0,14	0	0,376		0,376	0,002	42,62	42,29	0,23		
KPO 1		0,000			0,88			0,244						27,98				0,386			43,77		
KPO 2		0,254			29,06			14,97	14,09	41	0,119	0,182	0,062	14,12	21,05	6,93	41	0,356	0,371	0,015	40,40	42,08	1,68
KPO 3		0,249			28,46			0,343						38,97				0,387			43,82		
KPO 4	90	0,177	0,510	0,036	20,49	24,48	3,99	90	0,387	0,365	0,022	43,88		41,43	2,45	90	0,445	0,416	0,029	50,26	47,04	3,22	
KPO 5		0,213			24,54			0,399						45,15				0,418			47,26		
KPO 6	161	0,266	0,476	0,026	30,35	27,45	2,90	161	0,373	0,386	0,013	42,30		43,73	1,42	161	0,395	0,407	0,011	44,75	46,00	1,26	
KPO 7		0,244			27,96			0,380						43,01				0,448			50,61		
KPO 8	234	0,299	0,541	0,027	34,05	31,01	3,04	234	0,375	0,377	0,002	42,54		42,78	0,23	234	0,467	0,457	0,009	52,67	51,64	1,03	
KNO O	0	-			-			0,264		0,263	0,001	30,15	0,14	0	0,376		0,376	0,002	42,62	42,29	0,23		
KNO 1		0,000			0,88			0,221						25,37				0,369			41,88		
KNO 2		0,281			32,11			16,49	15,62	41	0,055	0,138	0,083	7,02	16,20	9,18	41	0,343	0,356	0,013	38,96	40,42	1,46
KNO 3		0,300			34,13			0,347						39,36				0,401			45,43		
KNO 4	90	0,242	0,656	0,029	27,71	30,92	3,21	90	0,338	0,343	0,004	38,44		38,90	0,46	90	0,395	0,398	0,003	44,71	45,07	0,36	
KNO 5		0,230			26,37			0,357						40,55				0,380			43,10		
KNO 6	161	0,284	0,511	0,027	32,35	29,36	2,99	161	0,359	0,358	0,001	40,75		40,65	0,10	161	0,373	0,377	0,004	42,25	42,67	0,43	
KNO 7		-			-			0,266						30,41				0,365			41,34		
KNO 8	234	0,267	-	-	30,55	30,55	0,00	234	0,335	0,300	0,034	38,05		34,23	3,82	234	0,398	0,381	0,017	45,01	43,17	1,83	

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za Živilstvo, 2008

Nadaljevane priloge K: Vsebnost antioksidantov z DPPH metodo v različnih embalažnih enotah narezanega zelja

TEHNIKA PAKIRANJA	ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST z DPPH METODO																				
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3								
	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd
KPS O	0	-	-	-	-	-	-	0	0,264	0,263	0,001	30,11	0,14	0	0,376	0,376	0,002	42,84	42,58	0,23	
		-							0,262						0,373						
		-							0,265						0,378						
KPS 1	0,000	0,88	0,000	0,110	25,28	13,08	12,20	41	0,195	0,164	0,030	22,49	19,11	3,38	41	0,446	0,422	0,024	45,12	47,74	2,63
KPS 2	0,220	25,28							0,134							0,399					
KPS 3	0,267	30,52							0,398							0,445					
KPS 4	0,202	0,555	0,033	23,26	26,89	3,63	90	0,397	0,398	0,001	44,93	45,01	0,07	90	0,466	0,456	0,010	52,59	51,45	1,14	
KPS 5	0,205	23,60	0,519	0,044	33,46	28,53	4,93	161	0,411	0,397	0,014	46,54	44,95	1,59	161	0,412	0,401	0,011	44,25	45,42	1,17
KPS 6	0,294	33,46							0,383							0,391					
KPS 7	0,273	31,18							0,400							0,450					
KPS 8	0,277	31,61	0,560	0,002	31,40	0,21	234	0,424	0,412	0,012	47,98	46,63	1,35	234	0,502	0,476	0,026	56,61	53,69	2,91	
KNS O	0	-	-	-	-	-	-	0	0,264	0,263	0,001	30,15	30,11	0,14	0	0,376	0,376	0,002	42,84	42,58	0,23
		-							0,262							0,373					
		-							0,265							0,378					
KNS 1	0,000	0,88	0,000	0,109	25,17	13,02	12,15	41	0,247	0,187	0,060	28,26	21,61	6,65	41	0,390	0,373	0,017	44,21	42,28	1,93
KNS 2	0,219	25,17							0,127							0,356					
KNS 3	0,242	27,74							0,388							0,429					
KNS 4	0,216	24,82	0,539	0,013	26,28	1,46	90	0,401	0,395	0,007	45,43	44,70	0,73	90	0,453	0,441	0,012	51,15	49,82	1,33	
KNS 5	0,244	27,93	0,551	0,019	32,18	30,06	2,13	161	0,403	0,400	0,004	45,65	44,80	4,23	161	0,440	0,425	0,016	46,30	48,03	1,73
KNS 6	0,282	35,13							0,396							0,409					
KNS 7	0,309	8,13	0,642	0,122	21,63	13,50	234	0,402	0,411	0,009	45,49	46,47	0,98	234	0,466	0,440	0,453	0,013	52,61	51,14	1,47
KNS 8	0,065	8,13	0,642	0,122	21,63	13,50	234	0,402	0,411	0,009	45,49	46,47	0,98	234	0,466	0,440					

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

Priloga L: Vsebnost antioksidantov z DPPH metodo v različnih embalažnih enotah z 200 g narezanega zelja

Ručman B. Spremembe osebnosti antioksidantov v pakiranem, sveže narazanem zelju.  
 Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2008

TEHNIKA PAKIRANJA	ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST z DPPH METODO																							
	POSKUS 1						POSKUS 2						POSKUS 3											
	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd	čas (ure)	ABSORBANCA (nm)	povp.(nm)	sd	(mg/100g)	povp. (mg/100g)	sd			
KPS O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0,376	0,376	0,002	42,62	42,58	0,23				
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,373		42,29							
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,378		42,84							
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,451	0,429	0,022	50,94	48,45	2,50				
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,406		45,95							
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,455		51,43							
KPS 1	-	-	-	-	-	-	-	KPS 2	-	-	-	-	-	KPS 3	-	-	-	0,467	0,461	0,006	52,76	KPS 4	52,09	0,67
KPS 2	41	-	-	-	-	-	-	KPS 3	-	-	-	-	-	KPS 4	-	-	-	0,447	0,444	0,007	52,02	KPS 5	51,27	0,75
KPS 3	-	-	-	-	-	-	-	KPS 4	-	-	-	-	-	KPS 5	-	-	-	0,461	0,454	0,007	51,27	KPS 6		
KPS 4	90	-	-	-	-	-	-	KPS 5	-	-	-	-	-	KPS 6	-	-	-	0,376	0,376	0,002	42,62			
KPS 5	-	-	-	-	-	-	-	KPS 6	-	-	-	-	-		-	-	-	0,373	0,373	0,002	42,29			
KPS 6	161	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	0,378	0,378	0,002	42,84			
KNS O	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0,376	0,376	0,002	42,62	42,58	0,23				
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,373		42,29							
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,378		42,84							
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,394	0,405	0,012	44,56	45,87	1,30				
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,417		47,17							
		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		0,450		50,87							
KNS 1	-	-	-	-	-	-	-	KNS 2	-	-	-	-	-	KNS 3	-	-	-	0,447	0,449	0,002	50,54	KNS 4	50,70	0,17
KNS 2	41	-	-	-	-	-	-	KNS 3	-	-	-	-	-	KNS 4	-	-	-	0,454	0,454	0,014	48,19	KNS 5	51,24	
KNS 3	-	-	-	-	-	-	-	KNS 4	-	-	-	-	-	KNS 5	-	-	-	0,426	0,440	0,014	49,71	KNS 6	49,71	1,53
KNS 4	90	-	-	-	-	-	-	KNS 5	-	-	-	-	-	KNS 6	-	-	-							
KNS 5	-	-	-	-	-	-	-	KNS 6	-	-	-	-	-		-	-	-							
KNS 6	161	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-	-							

indeks 0 - vrednosti ob času 0

indeksi 1, 2, 3, 4, 5, .... paralelke vzorcev

sd - standardna napaka

- vrednost ne obstaja