

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Klaudija VIDALI

**VPLIV MODIFICIRANE ATMOSFERE NA FIZIKALNO-KEMIJSKE
PARAMETRE NORVEŠKIH ČEŠENJ (*Prunus avium*)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**INFLUENCE OF MODIFIED ATMOSPHERE ON PHYSICAL AND
CHEMICAL PARAMETERS OF NORWAY CHERRIES
(*Prunus avium*)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Analize so bile opravljene v laboratoriju Katedre za tehnologije, prehrano in vino, Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Za mentorja diplomskega dela je imenovan prof. dr. Rajko Vidrih in za recenzentko prof. dr. Tatjana Košmerl.

Mentor: prof. dr. Rajko Vidrih

Recenzentka: prof. dr. Tatjana Košmerl

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Klaudija Vidali

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK UDK 664.8.03:634.23:547.56:543.61(043)=163.6
KG češnje/*Prunus avium*/skladiščenje češenj/normalna atmosfera/modificirana atmosfera/fizikalno-kemijske lastnosti/polifenoli/antioksidativni potencial/barva češenj/trdota češenj/suha snov
AV VIDALI, Klaudija
SA VIDRIH, Rajko (mentor) /KOŠMERL, Tatjana (recenzentka)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2014
IN VPLIV MODIFICIRANE ATMOSFERE NA FIZIKALNO-KEMIJSKE PARAMETRE NORVEŠKIH ČEŠENJ (*Prunus avium*)
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP III, 49 str., 9 pregl., 10 sl., 37 vir.
IJ SI
JI sl/en
AL Češnja (*Prunus avium*) je zelo razširjena sadna vrsta. Velike pridelovalke so ZDA, Italija, Turčija, Iran in Španija. Njeni plodovi so rdeči, nekateri tudi temno rdeči, skoraj črni. Predvsem koža in meso sta bogat vir polifenolov, zlasti antocianov. Namen raziskave je bil ugotoviti, kako modificirana atmosfera vpliva na fizikalno-kemijske parametre (trdota, barva, suha snov, vsebnost skupnih polifenolov, skupni antioksidativni potencial (AOP)). Analizirali smo češnje sort 'Sunburst', 'Lapins' in 'Van', ki smo jih skladiščili tri tedne v normalni (NA) in modificirani atmosferi (MA) (10 % CO₂, 10 % O₂), pri 0 °C in relativni vlažnosti med 90 in 95 %. V tedenskih razmikih smo opravili meritve barve površine plodov, trdote in suhe snovi. AOP in vsebnost skupnih polifenolov smo analizirali po predhodni stabilizaciji plodov z 2 % metafosforno kislino. Pri češnjah sort 'Sunburst', 'Van' in 'Lapins' sklepamo, da je vrednost antioksidativnega potenciala pogojena z vsebnostjo polifenolov: večja vsebnost polifenolov, večji je antioksidativni potencial. Ugotovili smo, da obstajajo statistično značilne razlike med sortami češenj. AOP v NA je bil med 0,203 in 0,272 mmol/100 g. V MA so bile vrednosti večje, med 0,208 in 0,284 mmol/100 g. Vsebnost skupnih polifenolov v NA je bila med 128 in 186 mg/100 g, v MA so bile nekoliko večje vsebnosti, in sicer med 132 in 203,1 mg/100 g. Vrednosti trdote v NA so bile med 51 in 69 DUROFEL enot, v MA pa med 54 in 71 DUROFEL enot. Največje vrednosti barvnih parametrov L* (27) in a* (14) smo izmerili v NA, največjo vrednost barvnega parametra b* (0,6) pa smo izmerili v plodovih, skladiščenih v MA. Vsebnosti suhe snovi v NA so bile med 13 in 16 %, v MA pa manjše, in sicer med 12 in 16 %.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
DC UDC 664.8.03:634.23:547.56:543.61(043)=163.6
CX cherries /*Prunus avium*/storage of cherries/normal atmosphere/modified atmosphere/physico-chemical properties/polyphenols/antioxidative potential/colour of cherries/firmness of cherries/soluble solids
AU VIDALI, Klaudija
AA VIDRIH, Rajko (supervisor)/ KOŠMERL, Tatjana (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2014
TI INFLUENCE OF MODIFIED ATMOSPHERE ON PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF NORWAY CHERRIES (*Prunus avium* L.)
DT Graduation Thesis (University studies)
NO IV, 49 p., 9 tab. 10 fig., 37 ref.
LA SI
AL sl/en
AB Cherry (*Prunus avium*) is widespread fruit species. Great producers are USA, Italy, Turkey, Iran and Spain. Its fruits are mostly red; some of them could be dark red, almost black. Mainly the skin and meat are rich source of polyphenols, especially anthocyanin. The purpose of the study was to determine how a modified atmosphere affects the physical and chemical parameters (colour, firmness and soluble solids of total polyphenols, total antioxidant potential (AOP)). We analysed cherry cultivars 'Sunburst', 'Lapins' and 'Van', which were stored for three weeks in normal (NA) and in modified atmosphere (MA) (10 % CO₂, 10 % O₂), at the temperature 0 °C and relative humidity between 90 and 95 %. In weekly intervals the measurements of the colours of the fruit surfaces, firmness and soluble solids were carried out. AOP and the content of total polyphenols were analysed after stabilisation with 2 % metaphosphoric acid. In cherry cultivars 'Sunburst', 'Van' and 'Lapins' we conclude that the value of the antioxidant potential is caused with the content of polyphenols: the higher polyphenol content, the greater the antioxidant potential. Statistically significant differences were found between cherry cultivars. AOP of cherries stored in NA was found in range between 0,203 and 0,272 mmol/100 g. In cherries stored in MA the values were higher, in range between 0,208 and 0,284 mmol/100 g. The content of total polyphenols in cherries stored in NA were ranged between 128 and 186 mg/100 g in case of MA, values were slightly higher, in range between 132 and 203,1 mg/100 g. In cherries stored in NA the firmness were in ranged from 51 and 69 DUROFEL units, and in MA stored cherries ranged between 54 and 71 DUROFEL units. The highest values of colour parameters L* (27) and a* (14) were found in the NA, and the highest value of colour parameter b* (0,6) was found in fruits stored in the MA. The contents of soluble solids in NA were between 13 and 16 %, while in MA were lower, in range between 12 and 16 %.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI.....	IX
1 UVOD	1
1.1 NAMEN RAZISKAVE.....	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 ČEŠNJE	3
2.1.1 Izvor in razširjenost	3
2.1.2 Morfološke in fiziološke značilnosti	4
2.1.3 Kemijska sestava plodov češenj	5
2.1.4 Izbor sort	6
2.1.4.1 Sorta 'Sunburst'	6
2.1.4.2 Sorta 'Van'	6
2.1.4.3 Sorta 'Lapins'	7
2.2 ANTIOKSIDANTI.....	8
2.3 POLIFENOLI.....	10
2.4 SKLADIŠČENJE.....	11
2.4.1 Dihanje.....	11
2.4.2 Splošno o skladiščanju.....	11
2.4.3 Pogoji skladiščenja	12
2.4.3.1 Normalna atmosfera	12
2.4.3.2 Modificirana atmosfera	13
3 MATERIALI IN METODE.....	15
3.1 PRIPRAVA VZORCEV ZA ANALIZO	15
3.2 ANALIZA PLODOV	15
3.2.1 Določanje trdote plodov	15
3.2.2 Določanje topne suhe snovi	15

3.2.3	Merjenje barve plodov	15
3.2.4	Določanje skupnih fenolnih spojin po Singletonu in Rossiju	16
3.2.5	Določanje antioksidativnega potenciala	18
3.2.6	Statistična analiza.....	19
4	REZULTATI	20
4.1	UMERITVENA KRIVULJA ZA SKUPNE POLIFENOLE S FOLIN- CIOALTEAUJEVIM REAGENTOM	20
4.2	REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV MED RAZLIČNIMI SORTAMI ČEŠENJ V NA IN MA	21
4.3	REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV MED RAZLIČNIMI SORTAMI ČEŠENJ V NA	29
4.4	REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV MED RAZLIČNIMI SORTAMI ČEŠENJ V MA	31
4.5	REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV V ČEŠNJAH SORTE 'VAN'	33
4.6	REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV V ČEŠNJAH SORTE 'LAPINS'	35
4.7	REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV V ČEŠNJAH SORTE 'SUNBURST'	37
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	39
5.1	RAZPRAVA	39
5.2	SKLEPI.....	42
6	POVZETEK	43
7	VIRI	45

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Kemijska sestava svežih plodov češenj (na 100 g sveže mase češenj) (Cash in sod., 1992).....	5
Preglednica 2: Vrednosti vseh proučevanih fizikalno-kemijskih parametrov v češnjah sorte 'Lapins', skladiščenih v NA in MA.....	21
Preglednica 3: Vrednosti vseh proučevanih fizikalno-kemijskih parametrov v češnjah sorte 'Sunburst', skladiščenih v NA in MA	22
Preglednica 4: Vrednosti vseh proučevanih fizikalno-kemijskih parametrov v češnjah sorte 'Van', skladiščenih v NA in MA.....	23
Preglednica 5: Primerjava vsebnosti skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi med različnimi sortami češenj, po treh tednih skladiščenja v normalni atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$)	29
Preglednica 6: Primerjava vsebnosti skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi med različnimi sortami češenj, po treh tednih skladiščenja v modificirani atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$).	31
Preglednica 7: Vsebnost skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi v češnjah sorte 'Van', po treh tednih skladiščenja v modificirani in normalni atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$)	33
Preglednica 8: Vsebnost skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi v češnjah sorte 'Lapins', po treh tednih skladiščenja v modificirani in normalni atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$).	35
Preglednica 9: Vsebnost skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi v češnjah sorte 'Sunburst', po treh tednih skladiščenja v modificirani in normalni atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$).	37

KAZALO SLIK

Slika 1: Češnje sorte 'Sunburst' (Cortese, 2000)	6
Slika 2: Češnje sorte 'Van' (Smole, 2000)	7
Slika 3: Češnje sorte 'Lapins' (Smole, 2000)	8
Slika 4: L*, a*, b* sistem določanja barve s kromatometrom (Materials Technology Limited, 2014)	16
Slika 5: Umeritvena krivulja za določanje skupnih fenolov po Singletonu in Rossiju	20
Slika 6: Prikaz antioksidativnega potenciala v svežih vzorcih in v vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sorte 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'	24
Slika 7: Prikaz skupnih polifenolov v svežih vzorcih in v vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sorte 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'	25
Slika 8: Prikaz trdote v svežih vzorcih in v vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sorte 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'	26
Slika 9: Prikaz vrednosti suhe snovi pri svežih vzorcih in vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sort 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'	27
Slika 10: Prikaz vrednosti barvnih parametrov L*, a* in b* pri svežih vzorcih in vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sort 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'	28

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A – absorbanca

AOP – antioksidativni potencial

ATP – adenzin trifosfat

DPPH – 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil

FC – Folin-Ciocalteu

L – dolžina kivete

M – molska masa

MA – modificirana atmosfera

n – množina snovi

NA – normalna atmosfera

NAD⁺ – nikotinamid adenin dinukleotid

PE – polietilen

RF – referenčna vrednost

SD – standardna deviacija ali odklon

V – volumen

\bar{x} – aritmetična sredina ali povprečje

ϵ – molarni absorpcijski koeficient DPPH

1 UVOD

Češnja je čudovito drevo ne samo, ko je polno lepih rdečih plodov, ampak tudi zgodaj spomladi, ko cveti. V nekaterih območjih Slovenije prav češnjevo drevo oznanja, da je prišla pomlad (Smole, 2000).

Pridelava češenj v svetu narašča in je delovno intenzivna, prav tako se povečuje tržni delež češenj v okviru ostalih sadnih vrst. Svetovna proizvodnja češenj in višenj je okoli 1.400.000 ton, iz leta v leto pa se še povečuje. Najpomembnejše pridelovalke so Italija, Francija, Španija in Grčija (Usenik in sod., 1998).

Češnje so eden izmed najbolj zanimivih sadežev v Evropi, njihova proizvodnja se v zadnjem času povečuje. V številnih območjih so tudi prvo sveže sadje v sezoni (Prvulović in sod., 2011).

Češnje imajo lastnosti funkcionalnega živila. Osnovni namen funkcionalnih živil je poleg zagotavljanja nujno potrebnih hranilnih snovi tudi krepitev zdravja oziroma preprečevanje določenih bolezni. Primere lahko najdemo med sadjem in zelenjavo do živil z različnimi dodatki iz nabora tako imenovanih obogatenih živil. Biološko aktivne komponente v funkcionalnih živilih blagodejno vplivajo na zdravje potrošnika ali pa izzovejo ugodne fiziološke učinke (Raspor in Rogelj, 2001).

Češnje delujejo odvajalno, diuretično in čistijo telo. Krepijo imunski sistem in pomagajo preprečevati okužbe. S poparkom iz češnjevih pecljev zdravimo cistitis, revmatizem in edem. Z uživanjem plodov lahko znižamo vsebnost sečne kisline v krvi in s tem preprečujemo protin. Češnje znižujejo strjevanje trombocitov in preprečujejo nastanek krvnih strdkov, sodelujejo pa tudi pri lajšanju simptomov revmatoidnega artritisa in osteoartritisa (Cousin in Hartvig, 2012)

Barva je najpomembnejši dejavnik zrelosti in kakovosti pri svežih in obdelanih češnjah. Gao in Mazza (1995) sta ugotovila, da so temno obarvane češnje bogat vir antocianinov in s tem predstavljajo pomemben vir naravnih barvil.

Uživanje češenj, kot bogatega vira antocianinov, potencialnih antioksidantov, naj bi imelo koristen učinek na naše zdravje (Malien-Aubert in sod., 2001).

Češnje uvrščamo med hitro pokvarljivo, neklimakterijsko sadje, saj so plodovi po obiranju obstojni le krajši čas. Spremenjena sestava atmosfere (modificirana atmosfera) ugodno vpliva na podaljšanje svežine plodov. Izguba trdote, porjavenje peclja, izsušitev in temnenje barve plodov so glavne spremembe zaradi katerih je življenjska doba plodov krajša. Z uporabo modificirane atmosfere, kjer plodovi sami zaradi dihanja znižajo količino kisika v atmosferi poveča pa se delež ogljikovega dioksida, znatno upočasnimo proces zorenja in kvarjenja (Esturk in sod., 2012).

1.1 NAMEN RAZISKAVE

Ugotoviti, kako modificirana atmosfera vpliva na fizikalno-kemijske parametre (trdota plodov, suha snov, barva, vsebnost skupnih polifenolov, skupni antioksidativni potencial).

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Predvidevamo, da modificirana atmosfera zavira padanje trdote ter razvoj barve in bolje ohranja antioksidativni potencial ter vsebnost skupnih polifenolov.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ČEŠNJE

2.1.1 Izvor in razširjenost

Gojenje sorte češenj izhajajo iz divje češnje – *Prunus avium* L., medtem ko je višnja nastala kot križanec češnje in stepske višnje (*P. avium* x *P. fruticosa*). Obe sadni vrsti botanično sodita v družino *Rosaceae*, poddružino *Prunoideae*, v rod *Prunus* in podrod *Cerasus*.

Ta podrod je po Rehderju (1974) razdeljen v več sekcij, in sicer *Microcerasus*, *Pseudocerasus*, *Lobopatum*, *Cerasus*, *Mahaleb* in *Phyllomahaleb*. Z gledišča nastanka gojenih sort češenj in višenj je najpomembnejša sekcija *Cerasus*, v katero sodijo vrste *Prunus avium* L. – češnja, *Prunus cerasus* L. – višnja in *Prunus fruticosa* Pall. – stepska višnja (Smole, 2000).

Botanična klasifikacija češnje (Martinčič in sod., 1999):

Nadred: *Rosanae*

Red: *Rosales* – šipkovci

Družina: *Rosaceae* – rožnice

Poddružina: *Prunoideae* – koščičasto sadje

Rod: *Prunus* L. – sliva

Podrod: *Cerasus* Pers.

Sekcija: *Cerasus* Koehne

Za rodovno središče nastanka menijo, da sta divja češnja in višnja avtohtoni na območju Male Azije nekje med Črnim in Kaspijskim morjem ter Kavkazom. Od tam je bila divja češnja prenesena iz Perzije v Rim. Prve gojene sorte so verjetno tam tudi nastale, vendar pa je območje nastajanja kulturnih sort daleč izven tega ozemlja in sega od Male Azije pa vse do Iberskega polotoka (Smole, 2000).

Pri nas češnje omenja že Valvasor v svoji Slavi vojvodine Kranjske leta 1689. Pravi, da Vipavci prinesejo na trg češnje takoj po sv. Juriju, to je 24. aprila (Smole, 2000).

2.1.2 Morfološke in fiziološke značilnosti

Češnja je listopadno drevo, doseže lahko tudi 20 m v višino. Če prosto raste, je deblo visoko nad 100 cm in prevladuje naravna piramidalna krošnja (Mlakar, 1985).

Življenjska doba češnjevih dreves je lahko prek 100 let, v intenzivnih nasadih pa je precej krajša, okoli 35 let (Bulatović, 1979).

Za podlage se poleg sejancev češnje in rešeljike uporabljajo tudi vegetativne podlage:

'Maxma 14', 'Gisela 5', 'Weiroot 158'.

Večina sort češnje je samoneoplodnih, iz leta v leto pa narašča število in ponudba samooplodnih. So tudi intersterilne, kar pomeni, da se pojavlja sterilnost oziroma nezmožnost oploditve tudi med sortami. Intersterilnost določa izbiro točno določene sorte za oploditev glavne sorte. Češnja je predvsem žužkocvetka, saj žuželke, med katerimi so najpomembnejše čebele, opravijo pomembno vlogo pri prenosu peloda (Štampar in sod., 2005).

Plod češnje je enostavni plod, ker se razvije iz ene plodnice. Plodovi se razlikujejo po debelini, obliki, barvi in konsistenci mesa. Po obliki razlikujemo okrogle, ovalne, sploščene in srčaste. Barva češenj je lahko rumena, rumeno rdeča, svetlo rdeča, živo rdeča do temno rdeča, ki je lahko rjavo rdeča ali povsem temna, skoraj črna. Plodovi so lahko z leskom ali brez. Šiv pri češnjah navadno ni izrazit, včasih komaj opazen. Konsistenca mesa je lahko mehka do trdna ali hrustava. Meso se lahko dobro ali težko loči od koščice, navadno je sočno, sok pa brezbarven ali obarvan. Plodovi vsebujejo veliko vitamina B₂ (Cortese, 2000).

Souci in sod. (2000) so ugotovili, da plodovi češnje vsebujejo 82,8 % vode, 0,90 % proteinov, 0,31 % maščob, 13,3 % ogljikovih hidratov, 1,31 % vlaknin, 0,95 % organskih kislin in 0,49 % mineralov. Češnje so bogate s kalijem, fosforjem, železom, manganom in vitaminom C. Energijska vrednost 100 g češenj je 62 kcal oziroma 265 kJ, od tega: proteini 4 kcal, maščobe 3 kcal, ogljikovi hidrati 53 kcal in organske kisline 3 kcal.

2.1.3 Kemijska sestava plodov češenj

Preglednica 1: Kemijska sestava svežih plodov češenj (na 100 g sveže mase češenj) (Cash in sod., 1992)

Hranilna snov (enota)	sorta 'Schmidt' (temna češnja)	sorta 'Emperor Francis' (svetla češnja)
Voda (g)	79,75	79,19
Kalorije (kcal)	73	74
Proteini (g)	0,63	0,79
Lipidi (g)	0,14	0,08
Ogljikovi hidrati (g)	19,1	19,47
Vlaknine (g)	0,73	0,57
Pepel (g)	0,39	0,47
Ca (mg)	13,4	17
Fe (mg)	0,28	0,34
Mg (mg)	10,7	8,4
P (mg)	20,3	18,8
K (mg)	200,7	273,3
Na (mg)	0	0,04
Zn (mg)	0,12	0,27
Cu (mg)	0,07	0,11
Mn (mg)	0,06	0,05
Askorbinska kislina (mg) – vit. C	7	7,4
Tiamin – B ₁ (mg)	0,03	0,05
Riboflavin – B ₂ (mg)	0,05	0,06
Niacin – PP (mg)	0,4	0,42
Pantotenska kislina – B ₅ (mg)	0,1	0,1
Piridoksin – B ₆ (mg)	0	0,04
Folacin (μg)	4,2	4,2
Kobalamin – vit. B ₁₂ (μg)	0	0
Vitamin A (IU)	210	275

2.1.4 Izbor sort

2.1.4.1 Sorta 'Sunburst'

Leta 1965 jo je vzgojil K. O. Lapins v Kanadi, je križanec sort 'Van' in 'Stella', selekcionirana je bila v letu 1971, preko Italije je bila k nam uvedena leta 1983.

Zori v šestem do sedmem češnjem tednu ali še kasneje. Drevo raste precej pokončno, krošnja se pozneje razprostre, zgodaj zarodi. Cveti srednje pozno in običajno zelo bogato. Je avtofertilna. Je dobra opraševalka za sorte, ki cvetijo sočasno. Plod je zelo debel, enakomerno živordeč. Meso je rdeče, sladko-kiselkastega okusa, srednje čvrsto. Koščica je majhna, pecelj srednje dolg. Plod je dovolj odporen proti pokanju. V letih, ko ne rodi preveč, je plod lahko izredno debel (Smole, 2000).



Slika 1: Češnje sorte 'Sunburst' (Cortese, 2000)

2.1.4.2 Sorta 'Van'

Je kanadska sorta, v Slovenijo uvedena leta 1975 preko Anglije. Zori v četrtem oziroma petem češnjem tednu. Drevo je dokaj bujne rasti, s pokončnimi vejami. Je avtosterilna. Plod je srednje debel do debel, okroglasto sploščene oblike z značilno kratkim pecljem, v polni zrelosti je temnordeč in se močno blešči, pred tem je rahlo marmoriran. Ima opazen šiv, meso

je svetlejša od kožice, a rdeča in zelo čvrsta. Sok je rdeče obarvan, vendar ne zelo temen. Drobna, okrogla koščica se lepo loči od mesa. Okus je sladko-kiselkast, aromatičen in zelo prijeten. Plod je manj občutljiv za pokanje (Smole, 2000).



Slika 2: Češnje sorte 'Van' (Smole, 2000)

2.1.4.3 Sorta 'Lapins'

Vzgojil jo je Lapins v Kanadi iz kombinacije sort 'Van' in 'Stella', k nam je bila uvedena prek Italije leta 1983. Zori v sedmem do osmem češnjevem tednu. Drevo raste srednje bujno, v začetku pokončno. Ker zgodaj zarodi, se veje kmalu povesijo. Cveti zgodaj, v 1. ali 2. skupini. Je avtofertilna. Je univerzalni opraševalec za sorte, ki cvetijo sočasno. Je hrustavka z malo manj čvrstim mesom, prijetno sladko-kislega okusa. Plod je velik, okroglast, intenzivno rdeč in se blešči, v polni zrelosti potemni. Pecelj je srednje dolg. Plod je precej odporen proti pokanju (Smole, 2000).



Slika 3: Češnje sorte 'Lapins' (Smole, 2000)

2.2 ANTIOKSIDANTI

Antioksidanti so s strani Ameriškega ministrstva za prehrano in zdravje definirani kot konzervansi, ki upočasnjujejo kvarjenje, žarkost in spremembo barve zaradi oksidacije. Oksidacija se pojavi, ko pride kisik v stik z nenasičenimi molekulami. Kisik, svetloba, toplota, težke kovine, pigmenti, alkalne razmere in stopnja nenasičenja so katalizatorji v tem procesu.

Način delovanja večine oksidantov ni vesplošno znan. Na primer oksidacija lipidov se pojavi pri nenasičenih maščobnih kislinah v trigliceridih. Rezultat oksidacije sta tvorba aldehydov in ketonov, ki dajo priokus in nezaželen vonj. Žarkost maščob ne pomeni le prisotnosti aldehydov in ketonov, mnogi razgradni produkti oksidacije so tudi toksični. Drugi učinki so še razbarvanje pigmenta, izguba okusa in vonja izdelkov ter spremembe v teksturi in zmanjšanju hranilne vrednosti zaradi izgube vitaminov.

Uporaba antioksidantov preprečuje ali minimizira oksidacijo v živilih. Eden od načinov, kako to doseči, je z donacijo elektronov in atomov H^+ , kateri prekinejo verigo prostih radikalov. Tvorba kompleksa med antioksidantom in verigo maščob prispeva k antioksidativnemu

zaviralnemu učinku. Da bi bili antioksidanti učinkoviti, jih je potrebno dodati čim bolj zgodaj v postopku izdelave (Specchio, 1992).

Antioksidanti ali lovilci prostih radikalov so že več let zanimivi za preučevanje znanstvenikov, predvsem zaradi svoje sposobnosti zaviranja razvoja okusov pri živilih. Vendar pa je v zadnjih letih prišlo do porasta teh komponent zaradi njihove pomembnosti pri preprečevanju bolezni. Antioksidanti namreč nevtralizirajo proste radikale, ki so nevarni za celice v telesu in povzročajo raka, arteriosklerozo, revmatoidni artritis, vnetna črevesna obolenja, upad imunskega sistema, možganske motnje, sivo mreno, malarijo itn. Z drugimi besedami povedano, antioksidanti upočasnijo nastanek bolezni, katere povzročajo prosti radikali - visoko reaktivne snovi, katere poškodujejo celice oz. celične strukture s kombinacijo normalne celične presnove (dihanja) in vplivov dejavnikov okolja (kajenja, onesnaženega okolja, UV- in gama žarkov itn.).

Naravni antioksidanti so predvsem fenolne spojine rastlin, ki se lahko pojavijo v vseh delih rastline. Lahko delujejo kot lovilci prostih radikalov, kovinski kelatorji, dušilci singletnega kisika ali reducenti. Štejejo se za varne pri normalni ravni uporabe, vendar tega ne moremo zagotovo trditi. Antioksidanti v mnogih primerih niso bili toksikološko testirani in zato obstaja možnost za nastanek mutagenov in kancerogenih snovi, predvsem pri prekomerni uporabi. Do tega pride, ker nekateri antioksidanti dodajajo barvo in okus produktu, kar lahko tudi omeji njihovo uporabo v nekaterih vrstah živil (Gordon, 2003).

Češnje so naravni vir antioksidantov, predvsem polifenolov in antocianov, ki lahko zmanjšajo tveganje za degenerativne bolezni, ki jih povzroča oksidativni stres, kot so rak ter bolezni srca in ožilja (Prvulović in sod., 2011).

Češnje so bogate s polifenolnimi spojinami, ki zagotavljajo antioksidativni, antialergijski, antikancerogen, antimikrobni, antimutageni in protivnetni učinek. V zadnjem času pa se pojavljajo trditve, da češnje vsebujejo tudi serotonin in melatonin, to so spojine, ki povečujejo učinek spanca in delujejo antioksidativno ter imajo protivnetne lastnosti (Garrido in sod., 2014).

Antioksidativni učinek je pomemben parameter pri kakovosti sadja in zelenjave (Khorshidi in sod., 2011).

2.3 POLIFENOLI

Polifenoli dajo rastlinam karakteristični okus, prehransko vrednost, barvo, antioksidativno vrednost, delujejo pa tudi antimikrobno in protivnetno. Danes poznamo več kot 4000 različnih naravnih fenolov (Lee, 1992).

Fenolne spojine so odgovorne za barvo, okus in antioksidativne lastnosti češenj. Flavonoidi, kot so antocianini, flavan-3-oli in flavanoli so najbolj razširjena skupina polifenolov. Shranjevanje pri nizkih temperaturah ima lahko pozitivne ali negativne učinke na fenole in s tem posledično na kakovost sadeža, katera pa je odvisna, ne samo od načina shranjevanja, temveč tudi od sorte češenj (Khorshidi in sod., 2011).

Fenoli so naravni antioksidanti, ki delujejo kot branilci našega organizma. Prav tako imajo močan vpliv na zaviranje razvoja rakastih celic. Vino v primerjavi z drugimi viri vsebuje relativno veliko število polifenolov. Končna sestava fenolov v češnjevih vinih je odvisna od različnih dejavnikov: prvotne vsebnosti fenolov v sadju, proizvodnje vina in kemijskih reakcij (Sun in sod., 2010).

Polifenoli spadajo v skupino sekundarnih rastlinskih metabolitov. Spojine v živih organizmih namreč razdelimo v dve glavni skupini: primarne in sekundarne metabolite. Primarni metaboliti so tisti, ki nastanejo v procesih primarnega metabolizma, kot so glikoliza, celično dihanje in fotosinteza, torej v procesih, ki so nujno potrebni za preživetje celic. Sekundarni metaboliti nastanejo iz primarnih in rastline naj bi preživele tudi brez njih (Vidrih in Kač, 2000). Sekundarni metabolizem vključuje sintezo in razgradnjo polifenolov (Macheix in sod., 1990).

Antociani so barvila, ki spadajo v družino flavonoidov. So največja skupina vodotopnih barvil v rastlinskem kraljestvu in vključujejo antocianine in antocianidine. V naravi so antociani večinoma v glikozidni obliki in so odgovorni za rdečo, modro in vijolično barvo sadja in zelenjave (Nyman in Kumpulainen, 2001).

Svetle, žive barve antocianov imajo v naravi določen pomen. Privlačijo žuželke, ki so pomembne zlasti v času oprasha, ker raznesejo semena po oklici. Predstavljajo tudi spojine, ki imajo vlogo pri preprečevanju napadov insektov (Wang in sod., 1997).

2.4 SKLADIŠČENJE

2.4.1 Dihanje

Rastlinsko tkivo ne diha samo med rastjo na rastlini, temveč tudi po obiranju v skladišču. Iz glukoze in kisika nastaja ogljikov dioksid, voda in toplota.



Intenziteta dihanja je po obiranju močno odvisna od temperature skladišča. S tem pa je dokazan pozitiven učinek hlajenja na podaljšanje skladiščne sposobnosti.

V procesu dihanja se pojavljajo številni stranski produkti kot so etilen in lahkohlapne aromatske snovi – alkoholi, estri, kisline, aldehidi, itd.

Ker je intenziteta dihanja poleg temperature odvisna tudi od prisotnosti kisika, sta Kidd in West pred več kot 50 leti postavila osnove za skladiščenje v spremenjeni – kontrolirani atmosferi (Hribar, 2003).

2.4.2 Splošno o skladiščanju

Vse več je zahtev po skladiščanju češenj z namenom, da bi zadržali kakovost in svežino. Zaradi tanke pokožice so češnje zelo občutljive za izgubo vode od trenutka, ko so obrane naprej. Prava sestava atmosfere v skladišču nam občutno zmanjša izgubo vode in upočasni proces zorenja. Kot nam kažejo izkušnje, se trši in večji plodovi bolje skladiščijo in bolje prenašajo transport. Češnje za skladiščenje morajo biti izbrane po velikosti in trdoti. Rokovanje mora biti pazljivo, da se izognemo poškodbam. Sledi takojšnje hlajenje v atmosferi z visoko relativno vlago, da se izognemo izgubam pred skladiščanjem v kontrolirani atmosferi. Če uspešno izpolnimo vse navedene pogoje, nam takšne češnje dobro prenašajo majhne vsebnosti O₂, velike vsebnosti CO₂ ter znižan tlak (Vidrih in sod., 1990)

2.4.3 Pogoji skladiščenja

Po obstojnosti lahko sadje delimo v skupine:

Hitropokvarljivi pridelki so jagode, maline, borovnice, grah, beluši. Kvarjenje zmanjšamo s hlajenjem na temp. 0 °C do +4 °C, le za kratek čas, 24 ur. Hlajenje je pomembno za boljše ohranjanje vrtnin med prevozom in skladiščenjem še posebej kadar gre za večje razdalje.

Srednje obstojno sadje in zelenjava. Marelice, breskve, češnje, višnje, slive, zgodnje sorte jabolk in hrušk, lubenice, melone, banane, ananas, stročji fižol, solatnice. S hlajenjem ohranimo kakovost 5 – 30 dni, temp. 0 °C do +4 °C, visoka RV. Za prevoz te vrste blaga je predhlajenje zelo koristno.

Obstojni pridelki. Zimska jabolka, hruške, grozdje, citrusi, krompir, pesa, korenje, itd. sposobnost shranjevanja več mesecev. Temperatura hlajenja -1 °C do +7 °C odvisno od sorte in fizioloških lastnosti (Hribar, 2003).

Shranjevanje pri nizkih temperaturah ima pomemben vpliv na kakovost plodov, in sicer nizka temperatura upočasni ali ustavi proces propadanja. Prav tako pa ima pozitivne učinke na plodove shranjevanje v modificirani atmosferi, ki zaustavi fizikalno-kemijske reakcije v češnjah (Khorshidi in sod., 2011).

Rezultati so pogosto bolj odvisni od kakovosti sadja ob obiranju in temperature skladiščenja, kot pa samega načina skladiščenja (Agulheiro Santos in sod., 2014).

Glede na tehnološke postopke skladiščimo pridelke v naslednjih pogojih:

2.4.3.1 Normalna atmosfera

Uravnava se temperatura, ki je nekoliko višja od točke zmrzovanja, in relativna vlažnost, po potrebi se tudi prezračuje. Za uspešno skladiščenje morajo biti plodovi po vskladiščenju ohlajeni v petih do osmih urah, med zaboji pa mora biti toliko prostora, da lahko zrak dobro

kroži. V praksi puščamo od 5 do 10 cm razmike med vsako drugo vrsto zabojev (Hribar, 2003).

2.4.3.2 Modificirana atmosfera

Boljše uspehe pri skladiščenju zagotavlja tako imenovano skladiščenje v spremenjeni atmosferi, kjer poleg temperature in vlažnosti uravnavamo oziroma spreminjamo tudi sestavo atmosfere, tako da količino kisika zmanjšamo iz običajnih 21 % na 3 – 5 % in delež ogljikovega dioksida povišamo iz običajnih 0,04 % na 3 – 10 %. Procesu zorenja in kvarjenja tako potekajo počasneje ter s tem omogočajo daljše in bolj gospodarno shranjevanje (Hribar, 2003).

Plod češnje je zelo občutljiv, zato moramo biti zelo pazljivi že med samim obiranjem in seveda med skladiščenjem, da se plod ne poškoduje.

Če gre za transport sadja na dolge razdalje, je zelo pomembno hitro hlajenje takoj po obiranju z vodnim hlajenjem na 2-3 °C in potem skladiščenje v modificirani atmosferi pri 0 °C.

Uporabimo lahko aktivno ali pasivno modificirano atmosfero. Pri aktivni modificirani atmosferi s pomočjo vakuuma zamenjamo sestavo zraka v vrečki z drugo kombinacijo plinov (CO₂, O₂), pasivna pa se vzpostavi z dihanjem plodov, s porabo O₂ in izpustom CO₂ (Zoffoli in sod., 2014).

Za skladiščenje v kontrolirani atmosferi je poleg hladilnih naprav potrebno še naslednje:

- celice, stene, odprtine in vrata morajo biti plinotesne;
- gorilnik-generator, ki v internem obtoku ali z izpodrivanjem zraka v celici izgoreva kisik v ogljikov dioksid. Tako dosežemo želeno sestavo zraka v nekaj dneh;
- pralnik plina odstranjuje odvečne količine ogljikovega dioksida, ki ga moramo uravnavati glede na lastnosti posamezne sorte in vrste sadja. Količina ogljikovega dioksida v celici stalno narašča, sprva zaradi izgorevanja kisika v gorilniku, kasneje pa zaradi dihanja sadja v celici. Dnevno deluje pralnik plina toliko časa, da se količina CO₂ v atmosferi zmanjša na primerno koncentracijo;

- analizator plina je naprava za redno dnevno preverjanje atmosfere v celici. Lahko je ročna, pogoste pa so že povsem avtomatske naprave, ki sestavo atmosfere tudi registrirajo na diagramu.

Spremenjena atmosfera omogoča manjše izgube mase, manj gnitja, daljše skladiščenje in boljšo kakovost sadja po skladiščenju. Lahko pa povzroči, da propade vse skladiščeno blago, če ne upoštevamo tehničnih in fizioloških zahtev sadja in postopka. Zaradi tega sta potrebni pri takšni tehnologiji skladiščenja večja skrb, pazljivost ter več znanja (Hribar, 2003).

Khorshidi in sod. (2011) so ugotovili, da so plodovi češenj pakirani v modificirani atmosferi bolj kakovostni od tistih, ki so bili pakirani v normalni atmosferi.

Shranjevanje sadja v modificirani atmosferi se je izkazalo za učinkovito, saj znatno podaljšamo rok skladiščenja. Pri obiranju in pakiranju svežih češenj, je potrebno biti zelo pazljiv pri sprejemanju ustreznih higienskih razmer. Če jih takoj po obiranju ne skladiščimo primerno, imajo zelo kratek rok trajanja. Prednosti modificirane atmosfere so zmanjšanje spremembe barve, trdote, kisline, upočasnitev gnitja in porjavenje peclja (Davarynejad in sod., 2014).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 PRIPRAVA VZORCEV ZA ANALIZO

Za meritve smo uporabili tri sorte norveških češenj: 'Sunburst', 'Lapins' in 'Van'. Plodove češenj smo skladiščili tri tedne v normalni (NA) in modificirani atmosferi (MA).

V tedenskih razmikih smo opravili meritve barve, trdote in suhe snovi na 40 naključno izbranih plodovih češenj. Nato smo 20 plodov izkoščičili, odtehtali 10 g, dodali 10 g metafosforne kisline, homogenizirali, vsebino prelili v PE vrečko ter zamrzili. Tako smo pripravili vzorec za določanje skupnih polifenolov in antioksidativnega potenciala.

3.2 ANALIZA PLODOV

3.2.1 Določanje trdote plodov

Trdoto plodov smo določili z nedestruktivnim inštrumentom Durofel[®] (Copa-Technologie S.A., Paris, Francija) z batom površine 0,25 cm² z območjem od 0 - 100 (0 = mehko, 100 = trdo). Meri predvsem elastičnost kože, ne pa trdoto v pravem pomenu besede.

3.2.2 Določanje topne suhe snovi

Vsebnost topne suhe snovi smo določili z digitalnim refraktometrom ATAGO direktno v iztisnjem soku. Refraktometer smo pred meritvami umerili z destilirano vodo na 0,00 %. Inštrument poda meritev v odstotkih topne suhe snovi (% s.s.).

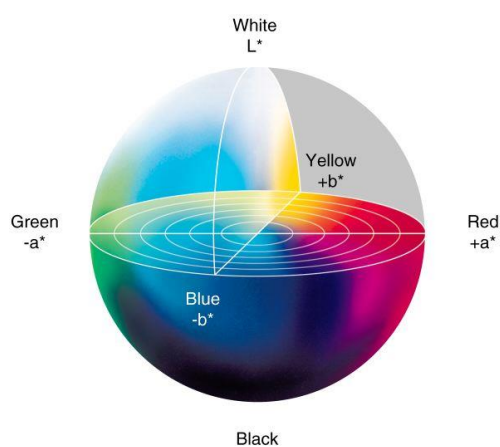
3.2.3 Merjenje barve plodov

Meritve barve plodov smo opravili s kromatometrom MINOLTA. Barvo smo izmerili na dveh nasprotnih mestih plodu.

Kromatometer MINOLTA deluje podobno kot človeško oko, kar pomeni, da vsako barvo zazna kot kombinacijo rdeče, zelene, modre in rumene. Aparatura nam rezultat poda v L^* , a^* in b^* koordinatah. Pred vsako meritvijo aparat umerimo na bel standard ($Y\ 93,8$; $x\ 0,3134$; $y\ 0,3208$). Maksimalna vrednost za L^* je 100, minimalna vrednost L^* je 0 (temnejše živilo), a^* in b^* pa nimata številske omejitve.

Vrednost posameznih komponent predstavlja naslednje odtenke barve in osvetlitve:

$+L^*$ svetlejši, $-L^*$ temnejši, $+a^*$ bolj rdeč, $-a^*$ bolj zelen, $+b^*$ bolj rumen, $-b^*$ bolj moder.



Slika 4: L^* , a^* , b^* sistem določanja barve s kromatometrom (Materials Technology Limited, 2014)

Računalnik DATA DP 100 nam za vsako serijo meritev poda maksimalne, minimalne in izračunane povprečne vrednosti za L^* , a^* , b^* ter standardni odklon.

3.2.4 Določanje skupnih fenolnih spojin po Singletonu in Rossiju

Fenolne spojine absorbirajo predvsem svetlobo UV spektra in vidnega spektra. Zato lahko odčitano vrednost absorbance pri primerni valovni dolžini uporabimo za oceno koncentracije skupnih fenolov, skupnih antocianov, obarvanih antocianov, deleža antocianov v obarvani obliki, skupnih hidroksicimetnih kislin in ekvivalenta kavne kisline (Košmerl in Kač, 2007).

Za določanje koncentracije skupnih fenolnih snovi dodamo v vzorec Folin-Ciocalteujev reagent, ki v alkalni raztopini (dodatek natrijevega karbonata) oksidira fenolne snovi. Reagent

Folin-Ciocalteu (F.C.) je vodna raztopina natrijevega volframata (VI), natrijevega molibdata (VI) in litijevega sulfata (VI), slednji prepreči obarjanje F.C. reagenta. Dodatek natrijevega karbonata je potreben za alkalnost reakcijske zmesi. Redukcija volframata (VI) in molibdata (VI) poteče le v prisotnosti fenolatnega aniona. Raztopina, ki vsebuje reducirani volframat (VI) in/ali molibdat (VI), je modro obarvana, medtem ko je raztopina nereducirane oblike rumene barve. Absorbanco reakcijske mešanice izmerimo pri valovni dolžini 765 nm. Masno koncentracijo skupnih fenolnih spojin odčitamo iz umeritvene krivulje in rezultat izrazimo kot mg galne kisline/L. Galno kislino uporabimo kot standardno referenčno spojino za določanje skupnih fenolnih spojin (Košmerl in Kač, 2007).

Reagenti:

- 20 % raztopina Na_2CO_3
- galna kislina: v 100 mL bučki zmešamo 500 mg galne kisline in 10 mL absolutnega alkohola ter dopolnimo do oznake na bučki z $2 \times$ deionizirano vodo.
- Folin-Ciocalteujev reagent (F.C.): zmešamo 75 mL F.C. reagenta (Merck) in 150 mL $2 \times$ deionizirane vode.

Standardne raztopine galne kisline:

Iz osnovne raztopine galne kisline smo pripravili z ustreznim razredčevanjem matične standardne raztopine galne kisline: v 100 mL merilne bučke smo odpipetirali od 0 do 10 mL osnovne raztopine galne kisline, dopolnili do oznake z deionizirano vodo ter premešali.

Iz vsake merilne bučke smo odpipetirali po 1 mL standardne raztopine v 100 mL merilno bučko, dodali približno 60 mL deionizirane vode, raztopino premešali in dodali 5 mL razredčenega Folin-Ciocalteujevega reagenta. Raztopino smo dobro premešali in po 30 sekundah dodali 15 mL 20 % raztopine natrijevega karbonata. Do oznake smo premešali in dopolnili z deionizirano vodo. Raztopino smo pustili stati točno 2 uri pri temperaturi 20°C . Po tem času smo vsebino merilne bučke še enkrat premešali in s kolorimetrično metodo izmerili absorbanco na spektrofotometru. Vzorec smo prenesli v 10 mm kivete in izmerili absorbanco proti slepemu vzorcu pri valovni dolžini 765 nm.

Izvedba:

Zamrznjene vzorce v 2 % metafosforni kislini (10 g vzorca + 10 g metafosforne kisline) smo odtalili in centrifugirali pri 4000 obratih 5 minut. Zgornjo fazo smo filtrirali skozi filter (17 mm syr filter CA 0,45 μm) v vialo (PK 100 1,5 mL ABC vial clear glass W/PATCH 6 mm ID. 11,6 \times 32 mm).

Odpipetirali smo 1 mL vzorca in dodali 60 mL deionizirane vode. Naprej smo postopali enako kot pri umeritveni krivulji, z enačbo premice: $y = 0,001x + 0,0002$.

3.2.5 Določanje antioksidativnega potenciala

Antioksidativni potencial merimo s pomočjo radikala DPPH, ki adsorbira pri valovni dolžini 517 nm. V reakciji z antioksidantom DPPH razpada, zaradi česar se zmanjša absorbanca. Zmanjševanje absorbanca je proporcionalno vsebnosti antioksidantov v vzorcu češenj (Molyneux, 2004).

Reagenti in aparature:

- DPPH: 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (Sigma, Nemčija),
- metanol (Merck, Nemčija),
- spektrofotometer Hewlett- Packard, model HP-8453, ZDA in
- magnetno mešalo IKA WERKE RCT basic.

DPPH pripravimo vsakič svež: v 100 mL bučko zatehtamo 4 mg DPPH v 20 mL metanola ter premešamo, da se popolnoma raztopi. Dodajamo metanol toliko časa, da je absorbanca raztopine 1.

Analiza vzorcev:

Zamrznjene vzorce v 2 % metafosforni kislini smo odtalili in centrifugirali pri 3000 obratih 5 minut. Zgornjo fazo smo filtrirali skozi filter (17 mm syr filter CA 0,45 μm) v vialo (PK 100 1,5 mL ABC vial clear glass W/PATCH 6 mm ID. 11,6 \times 32 mm). Za referenčno vrednost – RF smo v ependorfki zmešali 60 μL metanola in 1,5 mL raztopine DPPH. Vzorce vsake sorte smo analizirali v treh paralelkah. Za vzorec smo zmešali 60 μL vzorca in 1,5 mL raztopine DPPH. Pri slepem poskusu smo zmešali 60 μL vzorca in 1,5 mL metanola. Pripravljene

vzorci smo dobro premešali, prelili v kivete ter izmerili absorbanco pri 517 nm po 15 minutah.

Račun:

$$\Delta A = RF - (\text{vzorec} - \text{slepa proba}) \quad \dots(1)$$

$$n \text{ (mol)} = \Delta A / \epsilon \times (V \text{ reakcijske zmesi} \times L) \quad \dots(2)$$

$$\epsilon = 12000 \text{ (l} \times \text{cm)/mol} \quad \dots(3)$$

$$V \text{ reakcijske zmesi} = \text{količina vzorca (60 } \mu\text{L)} + \text{volumen DPPH (1.5 mL)} = 0.00156 \text{ L} \quad \dots(4)$$

$$L = 0,4 \text{ cm}$$

$$\text{AOP} = (\text{mmol DPPH/L ekstrakta}) = n \times 10^6 \times 10^3 / 60 \quad \dots(5)$$

$$\text{AOP mmol/100 g} = (\text{mmol DPPH/L ekstrakta}) \times (m_{\text{vzorca}} + m_{\text{metafosforne k.}}) / 100 \quad \dots(6)$$

3.2.6 Statistična analiza

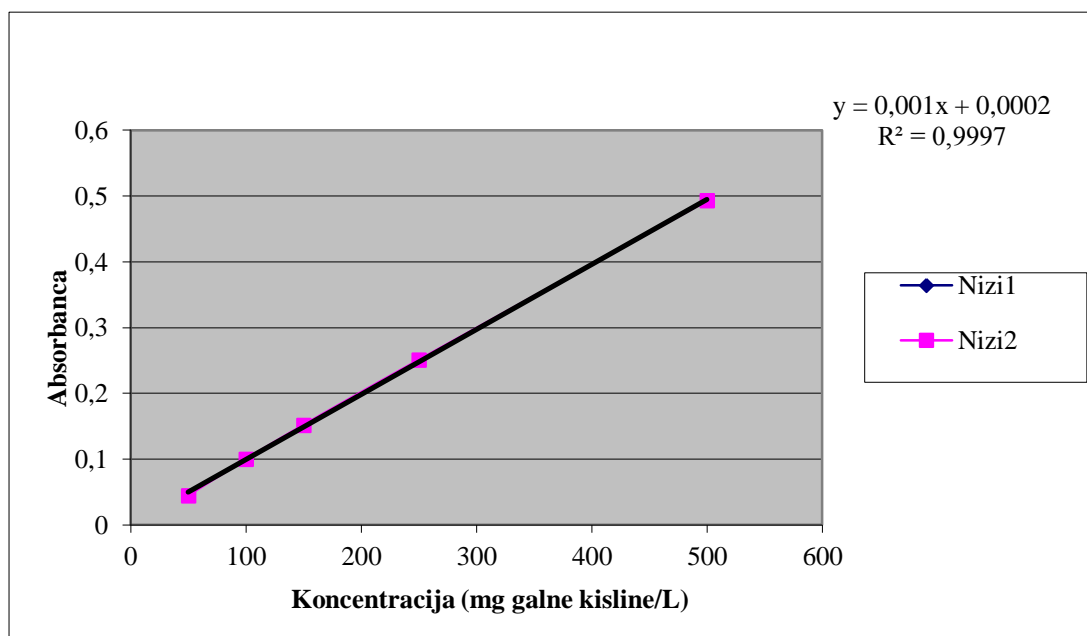
V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom Excel XP. Tako urejene podatke smo statistično obdelali z računalniškim programom SAS (SAS Software. Version 8.01, 1999). Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS. Pri obdelavi podatkov s statističnim modelom smo uporabili postopek GLM (General Linear Model). Aritmetična sredina ali povprečje (\bar{x}) je najbolj pogosto uporabljen parameter pri statistični obdelavi. Izračunana je iz vseh vrednosti spremenljivke in jo torej lahko izračunavamo le za številske spremenljivke. Spremenljivke morajo biti po značaju razmernostne ali vsaj intervalne, drugače izračunavanje ni smiselno. Standardni odklon je najbolj pogosto uporabljena mera variabilnosti in je pravzaprav kvadratna sredina, saj je koren iz povprečja kvadratov odklonov posamezne vrednosti spremenljivke od njenega povprečja.

4 REZULTATI

4.1 UMERITVENA KRIVULJA ZA SKUPNE POLIFENOLE S FOLIN-CIOCALTEAUJEVIM REAGENTOM

Fenolne spojine v vzorcih češenj smo določali spektrofotometrično po metodi Singletona in Rossija (1965). Iz podatkov smo narisali umeritveno krivuljo (Slika 5). Iz enačbe premice smo izračunali količino skupnih polifenolov, izraženo kot mg galne kisline/100 g svežih češenj.

$$\text{mg}/100 \text{ g} = (m_{\text{vzorca}} + m_{\text{metafosforne kisline}}) / 100 \quad \dots(7)$$



Slika 5: Umeritvena krivulja za določanje skupnih fenolov po Singletonu in Rossiju

4.2 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV MED RAZLIČNIMI SORTAMI ČEŠENJ V NA IN MA

Preglednica 2: Vrednosti vseh proučevanih fizikalno-kemijskih parametrov v češnjah sorte 'Lapins', skladiščenih v NA in MA

TEDEN	0		1		2		3	
			NA	MA	NA	MA	NA	MA
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
AOP (mmol/100 g)	0,192 ± 0,004		0,206 ± 0,007 ^a	0,201 ± 0,004 ^a	0,197 ± 0,008 ^a	0,18 ± 0,01 ^a	0,203 ± 0,008 ^a	0,217 ± 0,006 ^a
SKUPNI FENOLI (mg/100 g)	181 ± 5		199 ± 3 ^a	178 ± 4 ^b	182 ± 3 ^a	152 ± 6 ^b	186,0 ± 0,9 ^b	203,1 ± 0,6 ^a
TRDOTA (DUROFEL enote)	64 ± 5		63 ± 5 ^a	64 ± 5 ^a	61 ± 4 ^b	63 ± 5 ^a	67 ± 5 ^b	71 ± 9 ^a
L*	26,0 ± 0,6		26,3 ± 0,7 ^a	25,9 ± 0,8 ^b	24,9 ± 0,7 ^b	25,3 ± 0,8 ^a	26,4 ± 0,6 ^a	26,1 ± 0,9 ^a
a*	8 ± 2		7 ± 2 ^b	9 ± 2 ^a	7 ± 2 ^b	10 ± 2 ^a	6 ± 2 ^b	8 ± 2 ^a
b*	(-0,6) ± 0,4		(-0,7) ± 0,3 ^b	(-0,3) ± 0,3 ^a	(-0,7) ± 0,2 ^b	(-0,2) ± 0,3 ^a	(-0,9) ± 0,2 ^b	(-0,5) ± 0,3 ^a
SUHA SNOV (%)	16 ± 1		16 ± 2 ^a	15 ± 2 ^b	15 ± 2 ^a	14 ± 2 ^b	16 ± 2 ^a	16 ± 2 ^a

0-sveži vzorec, 1-vzorec po prvem tednu skladiščenja, 2-vzorec po drugem tednu skladiščenja, 3-vzorec po tretjem tednu skladiščenja

\bar{x} - povprečna vrednost, SD – standardni odklon

^{a, b, c} skupine z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$)

Pri sorti 'Lapins' (Preglednica 2) AOP rahlo niha in je v prvem in drugem tednu v NA večji kot v MA, v tretjem tednu pa je večji v MA, vendar razlike nikoli niso statistično značilne. Vsebnost skupnih fenolov se v NA rahlo povečuje, vendar razlike niso statistično značilne, z izjemo tretjega tedna, kjer je njihova vsebnost večja v plodovih skladiščenih v modificirani atmosferi. Rezultati kažejo, da trdota plodov rahlo niha med skladiščenjem in se v tretjem tednu poveča. V tretjem tednu je trdota plodov v MA statistično značilno večja. Pri parametrih barve se med skladiščenjem vrednost L* le rahlo spreminja. Največjo vrednost doseže v tretjem tednu v NA, kar kaže na to, da postanejo plodovi svetlejši, vendar razlike niso statistično značilne. Vrednost parametra a* v NA pada, kar kaže na zmanjševanje intenzivnosti rdeče barve; v MA v prvem in drugem tednu a* vrednost narašča, v tretjem pa pade. Parameter b* se med skladiščenjem neznačilno spreminja. Vsebnost suhe snovi je pri obeh atmosferah najmanjša v drugem tednu, sicer je statistično značilno večja v NA atmosferi v 1. in 2. tednu.

Preglednica 3: Vrednosti vseh proučevanih fizikalno-kemijskih parametrov v češnjah sorte 'Sunburst', skladiščenih v NA in MA

TEDEN	0		1		2		3	
			NA	MA	NA	MA	NA	MA
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
AOP (mmol/100 g)	0,29 ± 0,02		0,25 ± 0,02 ^a	0,25 ± 0,02 ^a	0,28 ± 0,01 ^a	0,25 ± 0,02 ^a	0,272 ± 0,008 ^b	0,284 ± 0,004 ^a
SKUPNI FENOLI (mg/100 g)	148 ± 5		126 ± 3 ^a	115 ± 14 ^a	129 ± 3 ^a	128 ± 14 ^a	128 ± 5 ^a	132 ± 5 ^a
TRDOTA (DUROFEL enote)	41 ± 6		48 ± 6 ^a	45 ± 5 ^b	52 ± 5 ^a	50 ± 4 ^b	51 ± 6 ^b	54 ± 6 ^a
L*	27,3 ± 0,6		26 ± 1 ^a	26 ± 1 ^a	29 ± 19 ^a	25 ± 1 ^a	27 ± 1 ^a	25 ± 1 ^a
a*	13 ± 3		14 ± 4 ^a	13 ± 3 ^a	14 ± 3 ^a	12 ± 2 ^b	14 ± 3 ^a	14 ± 3 ^a
b*	0,5 ± 0,6		0,9 ± 0,8 ^a	0,8 ± 0,6 ^a	0,9 ± 0,7 ^a	0,5 ± 0,5 ^b	0,1 ± 0,5 ^b	0,6 ± 0,5 ^a
SUHA SNOV (%)	12 ± 2		12 ± 2 ^a	12 ± 1 ^b	12 ± 2 ^a	12 ± 2 ^a	13 ± 2 ^a	12 ± 2 ^b

0-sveži vzorec, 1-vzorec po prvem tednu skladiščenja, 2-vzorec po drugem tednu skladiščenja, 3-vzorec po tretjem tednu skladiščenja

\bar{x} - povprečna vrednost, SD – standardni odklon

^{a, b, c} skupine z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$)

Pri sorti 'Sunburst' (Preglednica 3) se AOP in skupni fenoli med skladiščenjem zmanjšujejo. AOP je v prvem in drugem tednu v NA večji kot v MA, v tretjem tednu pa je večji v MA. Razlike niso statistično značilne z izjemo tretjega tedna, kjer je vrednost AOP večja v modificirani atmosferi.

Vsebnost skupnih fenolov je v prvem in drugem tednu skladiščenja večja v NA, v tretjem tednu pa v MA. Razlike niso statistično značilne.

Trdota plodov v NA doseže maksimalno vrednost v drugem tednu, v MA pa vrednost tekom skladiščenja narašča. Razlike so statistično značilne.

Barvni parametri L*, a* in b* med skladiščenjem nihajo. Vrednosti parametra L* so višje v NA, najvišjo vrednost smo izmerili v drugem tednu, vendar razlike niso statistično značilne.

Vrednosti parametra a* so v vseh treh tednih višje v NA, kar kaže na hitrejše zorenje. Maksimalno vrednost doseže v tretjem tednu, vendar razlike niso statistično značilne. Vrednost parametra b* je v prvem in drugem tednu skladiščenja višja v NA, v tretjem tednu pa v MA.

Vsebnost suhe snovi je v prvem in tretjem tednu višja v NA, kar je statistično značilno, v drugem tednu pa razlike niso statistično značilne.

Preglednica 4: Vrednosti vseh proučevanih fizikalno-kemijskih parametrov v češnjah sorte 'Van', skladiščenih v NA in MA

TEDEN	0		1		2		3	
	\bar{x}	SD	NA \bar{x}	MA \bar{x}	NA \bar{x}	MA \bar{x}	NA \bar{x}	MA \bar{x}
AOP (mmol/100 g)	0,232 ± 0,004		0,22 ± 0,02 ^a	0,21 ± 0,01 ^a	0,22 ± 0,01 ^a	0,208 ± 0,008 ^a	0,228 ± 0,004 ^a	0,208 ± 0,004 ^b
SKUPNI FENOLI (mg/100 g)	162 ± 3		160 ± 6 ^a	147 ± 7 ^a	153,6 ± 0,6 ^a	149,7 ± 0,8 ^b	157 ± 2 ^a	141 ± 5 ^b
TRDOTA (DUROFEL enote)	67 ± 6		67 ± 7 ^a	66 ± 5 ^a	66 ± 8 ^b	73 ± 5 ^a	69 ± 6 ^a	71 ± 8 ^a
L*	25,8 ± 0,9		25,3 ± 0,8 ^b	25,8 ± 0,8 ^a	26 ± 1 ^a	25,4 ± 0,7 ^a	25,9 ± 0,6 ^a	25,4 ± 0,6 ^b
a*	5 ± 1		6 ± 2 ^a	6 ± 1 ^a	6 ± 2 ^b	7 ± 2 ^a	6 ± 2 ^b	8 ± 2 ^a
b*	(-0,9) ± 0,2		(-0,5) ± 0,3 ^a	(-0,7) ± 0,2 ^b	(-0,6) ± 0,3 ^b	(-0,3) ± 0,4 ^a	(-0,8) ± 0,3 ^b	(-0,5) ± 0,6 ^a
SUHA SNOV (%)	16 ± 2		17 ± 2 ^a	16 ± 2 ^a	16 ± 3 ^a	16 ± 2 ^a	16 ± 2 ^a	15 ± 2 ^a

0-sveži vzorec, 1-vzorec po prvem tednu skladiščenja, 2-vzorec po drugem tednu skladiščenja, 3-vzorec po tretjem tednu skladiščenja

\bar{x} - povprečna vrednost, SD – standardni odklon

a, b, c skupine z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$)

Pri sorti 'Van' (Preglednica 4) se vrednost AOP v NA najprej zmanjša in nato rahlo poveča, v MA pa se AOP znižuje. Vrednosti se statistično značilno razlikujejo le v tretjem tednu.

Vsebnost skupnih fenolov se tekom skladiščenja spreminja. Najvišja vrednost skupnih fenolov je bila v svežih vzorcih, med skladiščenjem se zmanjšuje.

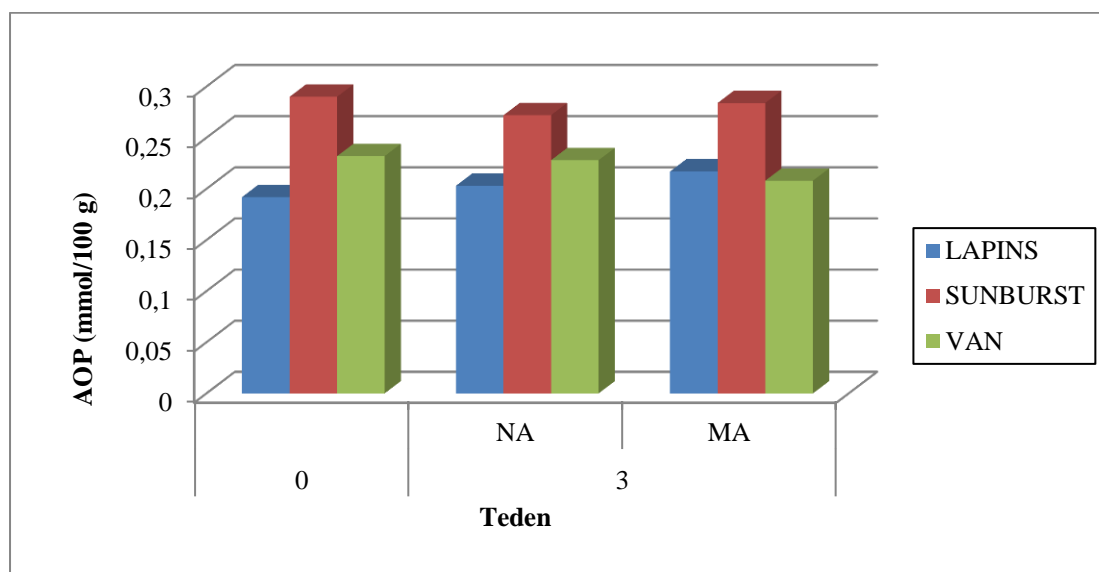
Trdota plodov je največja v MA. Maksimalno vrednost smo izmerili v drugem tednu, kjer je statistično značilno večja v MA.

Barvni parameter L* se med skladiščenjem le rahlo spreminja. Največjo vrednost doseže v tretjem tednu v NA, kar kaže na to, da postanejo plodovi svetlejši.

Vrednost barvnega parametra a* je v drugem in tretjem tednu večja v MA, kar pomeni, da so bolj intenzivno rdeče barve.

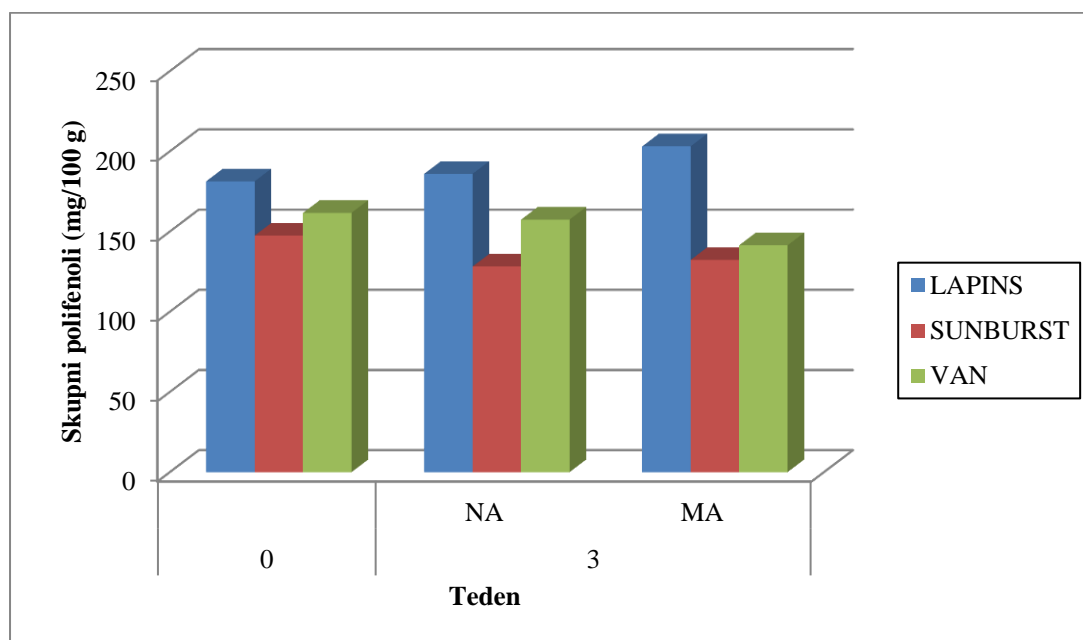
Vrednosti barvnega parametra b* so statistično značilne v vseh treh tednih.

Razlike v vsebnosti suhe snovi niso statistično značilne.



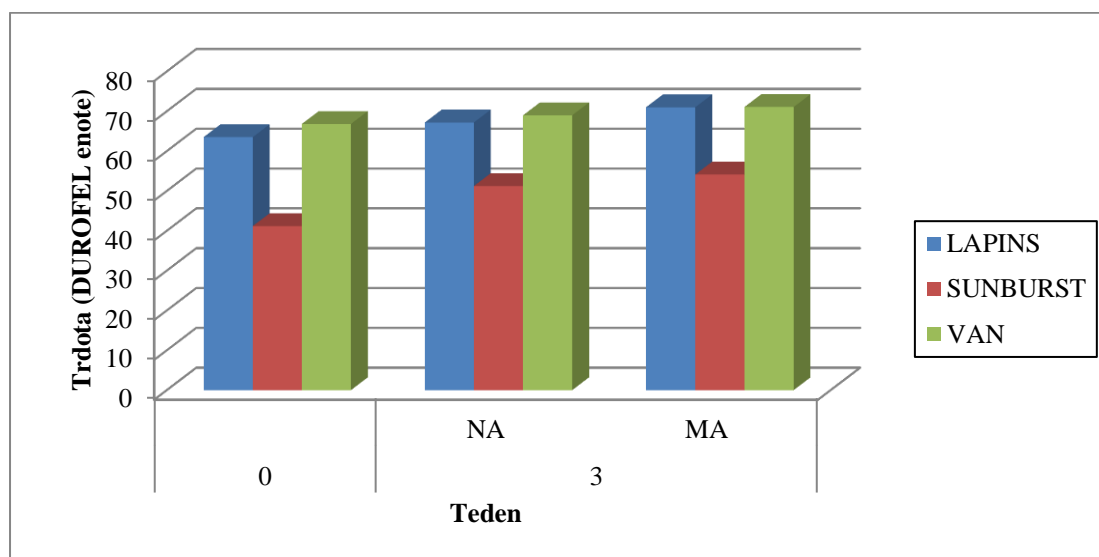
Slika 6: Prikaz antioksidativnega potenciala v svežih vzorcih in v vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sorte 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'

Slika 6 prikazuje razliko v antioksidativnem potencialu v svežem vzorcu in po treh tednih skladiščenja v NA in MA. Največjo vsebnost AOP v svežem vzorcu doseže sorta 'Sunburst' (0,29 mmol/100 g), najmanjšo pa sorta 'Lapins' (0,192 mmol/100 g). AOP je v češnjah sorte 'Sunburst' (0,284 mmol/100 g) in 'Lapins' (0,217 mmol/100 g) večji v MA, sorta 'Van' (0,228 mmol/100 g) pa doseže večjo vrednost v NA. Podobne vrednosti antioksidativnega potenciala so v češnjah določili tudi Kevers in sod. (2007). AOP so merili po dveh metodah: DPPH in ORAC. Po metodi DPPH so namerili 180 ± 4 (μM Trolox ekvivalenta (TE) na 100 g svežega vzorca), po metodi ORAC pa 2026 ± 308 (μM Trolox ekvivalenta (TE) na 100 g svežega vzorca).



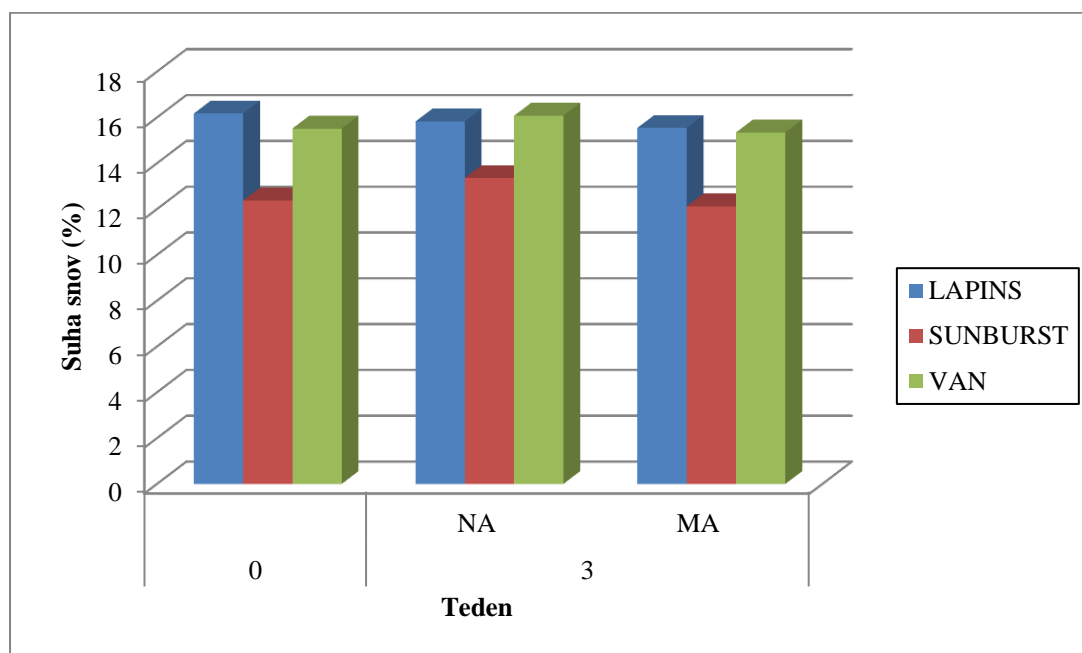
Slika 7: Prikaz skupnih polifenolov v svežih vzorcih in v vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sorte 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'

Slika 7 prikazuje razliko v vsebnosti skupnih polifenolov v svežem vzorcu in po treh tednih skladiščenja v NA in MA. Največjo vsebnost skupnih polifenolov v svežem vzorcu doseže sorta 'Lapins' (181 mg/100 g), najmanjšo pa sorta 'Sunburst' (148 mg/100 g). Vsebnost skupnih polifenolov je po treh tednih skladiščenja v češnjah sorte 'Sunburst' (132 mg/100 g) in 'Lapins' (203,1 mg/100 g) večja v MA, sorta 'Van' (157 mg/100 g) pa doseže večjo vrednost v NA.



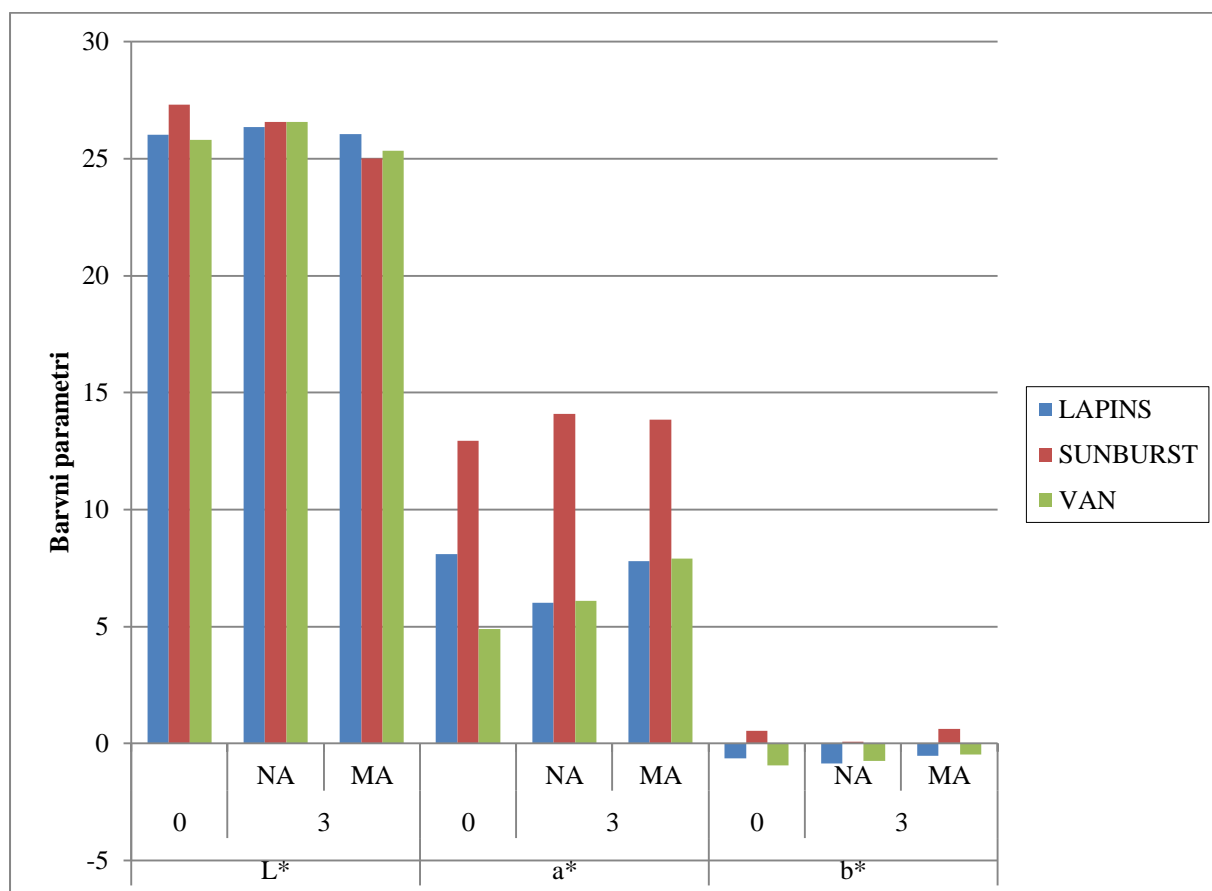
Slika 8: Prikaz trdote v svežih vzorcih in v vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sorte 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'

Slika 8 prikazuje razliko v trdoti plodov v svežem plodu in po treh tednih skladiščenja v NA in MA. Trdota plodov pri vseh treh sortah 'Sunburst' (54 DUROFEL enot), 'Lapins' (71 DUROFEL enot) in 'Van' (71 DUROFEL enot) doseže največje vrednosti v MA. Največjo trdoto v svežem plodu doseže sorta 'Van' (67 DUROFEL enot), najmanjšo trdoto pa sorta 'Sunburst' (41 DUROFEL enot).



Slika 9: Prikaz vrednosti suhe snovi pri svežih vzorcih in vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sort 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'

Slika 9 prikazuje razliko v vsebnosti suhe snovi v svežem vzorcu in po treh tednih skladiščenja v NA in MA. Največjo vsebnost suhe snovi v svežem vzorcu doseže sorta 'Lapins' (16 %), najmanjšo pa sorta 'Sunburst' (12 %). Vse tri sorte češenj, 'Sunburst' (13 %), 'Lapins' (16 %) in 'Van' (16 %) dosežejo večje vrednosti v NA, zaradi večje izgube vode v primerjavi z MA.



Slika 10: Prikaz vrednosti barvnih parametrov L*, a* in b* pri svežih vzorcih in vzorcih, skladiščenih tri tedne v NA in MA za češnje sort 'Lapins', 'Sunburst' in 'Van'

Slika 10 prikazuje razliko vrednosti barvnih parametrov v svežem vzorcu in po treh tednih skladiščenja v NA in MA. Vrednosti barvnih parametrov L* in b* ne prikazeta pomembnih razlik za razlikovanje med sortami in skladiščnimi pogoji. Vrednost barvnega parametra a* je pri češnjah najbolj uporabna in predstavlja odnos med deležem zelene (negativne vrednosti) in rdeče (pozitivne vrednosti). Vrednost barvnega parametra a* se pri sorti 'Sunburst' in 'Van' po 3 tednih poveča, kar pomeni, da plodovi še vedno pridobivajo rdečo barvo, pri sorti 'Lapins' pa se parameter a* zmanjša, ker postanejo plodovi pretemni, kar moti zaznavo rdeče barve.

4.3 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV MED RAZLIČNIMI SORTAMI ČEŠENJ V NA

Preglednica 5: Primerjava vsebnosti skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi med različnimi sortami češenj, po treh tednih skladiščenja v normalni atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$)

NORMALNA ATMOSFERA	'LAPINS'	'SUNBURST'	'VAN'
AOP (mmol/100 g)	0,203 ± 0,008 ^c	0,272 ± 0,008 ^a	0,228 ± 0,004 ^b
SKUPNI POLIFENOLI (mg/100 g)	186,0 ± 0,9 ^a	128 ± 5 ^c	157 ± 2 ^b
TRDOTA (DUROFEL enote)	67 ± 5 ^a	51 ± 6 ^b	69 ± 6 ^a
L	26,4 ± 0,6 ^b	27 ± 1 ^a	25,9 ± 0,6 ^c
a	6 ± 2 ^b	14 ± 3 ^a	6 ± 2 ^b
b	-0,9 ± 0,2 ^b	0,1 ± 0,5 ^a	-0,8 ± 0,3 ^b
SUHA SNOV (%)	16 ± 2 ^a	13 ± 2 ^b	16 ± 2 ^a

^{a, b, c} skupine z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$)

Največji antioksidativni potencial ima sorta 'Sunburst', najmanjši pa sorta 'Lapins'. Sorte se med seboj statistično značilno razlikujejo.

Največjo vsebnost skupnih polifenolov ima sorta 'Lapins', ki se statistično značilno razlikuje od sorte 'Sunburst' in sorte 'Van'. Sorta 'Lapins' ima najvišjo vsebnost skupnih fenolov in najnižji AOP, kar je lahko posledica spremembe fenolnih komponent med skladiščenjem, na AOP pa vpliva tudi vsebnost drugih antioksidantov, predvsem askorbinske kisline.

Največjo trdoto smo izmerili pri sorti 'Van', ki pa se statistično značilno ne razlikuje od sorte 'Lapins'. Najmanjšo trdoto smo izmerili pri sorti 'Sunburst', ki se statistično značilno razlikuje od sorte 'Van' in sorte 'Lapins'.

Največjo vrednost L^* (najsvetlejši plodovi) smo izmerili pri sorti 'Sunburst', ki se statistično značilno razlikuje od sorte 'Van' in sorte 'Lapins'.

Vrednost a^* predstavlja rdečo obarvanost, večja vrednost pomeni bolj intenzivno rdečo barvo. Parameter b^* pomeni delež rumene (pozitivne vrednosti) oziroma delež modre (negativne vrednosti) barve; za češnje b^* vrednost ni pomembna. Največjo vrednost a^* in b^* smo izmerili pri sorti 'Sunburst', ki se statistično značilno razlikuje od sorte 'Lapins' in sorte 'Van'. Sorti 'Lapins' in 'Van' se statistično značilno ne razlikujeta.

Najmanjšo vsebnost suhe snovi ima sorta 'Sunburst', ki se statistično značilno razlikuje od ostalih dveh proučevanih sort.

4.4 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV MED RAZLIČNIMI SORTAMI ČEŠENJ V MA

Preglednica 6: Primerjava vsebnosti skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi med različnimi sortami češenj, po treh tednih skladiščenja v modificirani atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$).

MODIFICIRANA ATMOSFERA	'LAPINS'	'SUNBURST'	'VAN'
AOP (mmol/100 g)	0,217 ± 0,006 ^b	0,284 ± 0,004 ^a	0,208 ± 0,004 ^c
SKUPNI POLIFENOLI (mg/100 g)	203,1 ± 0,6 ^a	132 ± 5 ^c	141 ± 5 ^b
TRDOTA (DUROFEL enote)	71 ± 9 ^a	54 ± 6 ^b	71 ± 8 ^a
L*	26,1 ± 0,9 ^a	25 ± 1 ^b	25,4 ± 0,6 ^b
a*	8 ± 2 ^b	14 ± 3 ^a	8 ± 2 ^b
b*	-0,5 ± 0,3 ^b	0,6 ± 0,5 ^a	-0,5 ± 0,6 ^b
SUHA SNOV (%)	16 ± 2 ^a	12 ± 2 ^b	15 ± 2 ^a

^{a, b, c} skupine z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$)

Največji antioksidativni potencial ima sorta 'Sunburst', najmanjši pa sorta 'Van'. Razlike v vrednosti antioksidativnega potenciala so statistično značilne.

Največjo vsebnost skupnih polifenolov ima sorta 'Lapins', najmanjšo pa 'Sunburst'. Razlike v vrednosti skupnih polifenolov so statistično značilne.

Najmanjšo trdoto smo izmerili pri sorti 'Sunburst', ki se statistično značilno razlikuje od sorte 'Van' in sorte 'Lapins'.

Vrednost L^* je bila največja pri sorti 'Lapins', ki se statistično značilno razlikuje od drugih dveh proučevanih sort.

Največjo vrednost a^* in b^* smo izmerili pri sorti 'Sunburst', ki se statistično značilno razlikuje od sorte 'Van' in sorte 'Lapins'.

Pri merjenju vsebnosti suhe snovi smo največjo vrednost izmerili pri sorti 'Lapins', ki se statistično značilno ne razlikuje od sorte 'Van'. Najmanjšo vrednost suhe snovi pa smo izmerili pri sorti 'Sunburst', ki se statistično značilno razlikuje od ostalih dveh proučevanih sort.

4.5 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV V ČEŠNJAH SORTE 'VAN'

Preglednica 7: Vsebnost skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi v češnjah sorte 'Van', po treh tednih skladiščenja v modificirani in normalni atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$)

SORTA 'VAN'				
ATMOSFERA	NA		MA	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
AOP (mmol/100 g)	0,228 ± 0,004 ^a		0,208 ± 0,004 ^b	
SKUPNI POLIFENOLI (mg/100 g)	157 ± 2 ^a		141 ± 5 ^b	
TRDOTA (DUROFEL enote)	69 ± 6 ^a		71 ± 8 ^a	
L*	25,9 ± 0,6 ^a		25,4 ± 0,6 ^b	
a*	6 ± 2 ^b		8 ± 2 ^a	
b*	-0,8 ± 0,3 ^b		-0,5 ± 0,6 ^a	
SUHA SNOV (%)	16 ± 2 ^a		15 ± 2 ^a	

\bar{x} - povprečna vrednost, SD – standardni odklon,

^{a, b, c} skupine z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$)

Vrednost antioksidativnega potenciala je pri plodovih skladiščenih v NA večja (0,228 mmol/100 g) kot v MA (0,208 mmol/100 g). Razlike so statistično značilne.

Vsebnost skupnih polifenolov je večja pri plodovih skladiščenih v NA (157 mg/100 g) kot v MA (141 mg/100 g). Razlike so statistično značilne.

Trdota plodov in vsebnost suhe snovi se statistično značilno ne razlikuje med NA in MA.

Vrednost L* je večja v NA (25,9) kot v MA (25,4). Razlike so statistično značilne.

Vrednost a* in b* sta večji v MA kot v NA. Razlike so statistično značilne.

4.6 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV V ČEŠNJAH SORTE 'LAPINS'

Preglednica 8: Vsebnost skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi v češnjah sorte 'Lapins', po treh tednih skladiščenja v modificirani in normalni atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$).

SORTA 'LAPINS'				
ATMOSFERA	NA		MA	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
AOP (mmol/100 g)	0,203 ± 0,008 ^a		0,217 ± 0,006 ^a	
SKUPNI POLIFENOLI (mg/100 g)	186,0 ± 0,9 ^b		203,1 ± 0,6 ^a	
TRDOTA (DUROFEL enote)	67 ± 5 ^b		71 ± 9 ^a	
L*	26,4 ± 0,6 ^a		26,1 ± 0,9 ^a	
a*	6 ± 2 ^b		8 ± 2 ^a	
b*	-0,9 ± 0,2 ^b		-0,5 ± 0,3 ^a	
SUHA SNOV (%)	16 ± 2 ^a		16 ± 2 ^a	

\bar{x} - povprečna vrednost, SD – standardni odklon,

^{a, b, c} skupine z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$)

Vrednost antioksidativnega potenciala je pri plodovih skladiščenih v NA 0,203 mmol/100 g in v MA 0,217 mmol/100 g. Razlike niso statistično značilne.

Vsebnost skupnih polifenolov je večja pri plodovih skladiščenih v MA (203,1 mg/100 g) kot v NA (186,0 mg/100 g). Razlike so statistično značilne.

Trdota plodov je večja v MA (71 DUROFEL enot) kot v NA (67 DUROFEL enot). Razlike so statistično značilne.

Vrednost L* pri plodovih skladiščenih v NA je 26,4 in pri plodovih skladiščenih v MA 26,1.

Razlike niso statistično značilne.

Vrednost a* in b* sta večji v MA kot v NA. Razlike so statistično značilne.

Razlike pri vsebnosti suhe snovi niso statistično značilne.

4.7 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETROV V ČEŠNJAH SORTE 'SUNBURST'

Preglednica 9: Vsebnost skupnih polifenolov, antioksidativnega potenciala, trdote, L*, a*, b* in suhe snovi v češnjah sorte 'Sunburst', po treh tednih skladiščenja v modificirani in normalni atmosferi z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$).

SORTA 'SUNBURST'				
ATMOSFERA	NA		MA	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
AOP (mmol/100 g)	0,272 ± 0,008 ^b		0,284 ± 0,004 ^a	
SKUPNI POLIFENOLI (mg/100 g)	128 ± 5 ^a		132 ± 5 ^a	
TRDOTA (DUROFEL enote)	51 ± 6 ^b		54 ± 6 ^a	
L*	27 ± 1 ^a		25 ± 1 ^a	
a*	14 ± 3 ^a		14 ± 3 ^a	
b*	0,1 ± 0,5 ^b		0,6 ± 0,5 ^a	
SUHA SNOV (%)	13 ± 2 ^a		12 ± 2 ^b	

\bar{x} - povprečna vrednost, SD – standardni odklon,

^{a, b, c} skupine z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$)

Vrednost antioksidativnega potenciala je pri plodovih skladiščenih v MA (0,284 mmol/100 g) višja kot pri plodovih skladiščenih v NA (0,272 mmol/100 g). Razlike so statistično značilne.

Vsebnost skupnih polifenolov je pri plodovih skladiščenih v NA 128 mg/100 g in 132 mg/100 g pri plodovih skladiščenih v MA. Razlike niso statistično značilne.

Trdota plodov je višja v MA (54 DUROFEL enot) kot v NA (51 DUROFEL enot). Razlike so statistično značilne.

Vrednost L^* pri plodovih skladiščenih v NA je 27 in pri plodovih skladiščenih v MA 25. Razlike niso statistično značilne.

Razlike pri barvnem parametru a^* niso statistično značilne.

Vrednost b^* je pri plodovih skladiščenih v MA (0,6) višja kot pri plodovih skladiščenih v NA (0,1). Razlike so statistično značilne.

Vsebnost suhe snovi je višja pri plodovih skladiščenih v NA (13 %) kot pri plodovih skladiščenih v MA (12 %). Razlike so statistično značilne.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako modificirana atmosfera vpliva na fizikalno-kemijske parametre (trdota plodov, suha snov, barva, vsebnost skupnih polifenolov, skupni antioksidativni potencial).

Proučevane parametre smo spremljali tri tedne in se osredotočili predvsem na tretji teden skladiščenja. Vzorce smo skladiščili v normalni in modificirani atmosferi. Primerjali smo vzorce plodov treh sort češenj: 'Sunburst', 'Lapins' in 'Van'. Plodovi češenj so bili obrani na Norveškem v kraju Lofthus.

Plod češnje vsebuje 79 – 89 % vode, 0,9 – 1,3 % beljakovin, 0,3 – 0,5 % maščob in 7 – 18 % ogljikovih hidratov (fruktoze, saharoze, pektina in surovih vlaken). Organske kisline (predvsem jabolčne in citronske) je od 0,3 – 1,3 %, fenolnih spojin pa 0,09 %. Vsebuje tudi vitamine, kot so provitamin A 0,07 – 0,3 mg %, vitamin B1 0,05 mg %, vitamin B2 0,06 mg %, nikotinske kisline 0,40 mg % ter 2 – 12 mg % vitamina C. Med rudninskimi snovmi prevladuje kalij 68-280 mg %, sledijo še fosfor 19-22 mg %, kalcij 15-22 mg %, natrij 1 mg %, magnezij 0,7 mg % in železo 0,4-0,7 mg % (Petauer, 1993).

Trdoto smo merili z nedestruktivnim inštrumentom Durofel[®], ki meri predvsem elastičnost kože, ne pa trdoto v pravem pomenu besede. Največjo trdoto smo izmerili pri sorti 'Van' in sorti 'Lapins' (71 DUROFEL enot), skladiščeni v modificirani atmosferi. Vrednosti trdote v tretjem tednu v NA so bile od 51 do 69 DUROFEL enot, v MA pa med 54 in 71 DUROFEL enot. Večje vrednosti trdote pomenijo, da je prišlo do izgube vode iz plodov, kar se kaže tudi v povečani vsebnosti suhe snovi.

Davarynejad in sod. (2014) so 6 tednov skladiščili dve sorti višenj 'Erdi jubileum' in 'Erdi botermo', v navadni in modificirani atmosferi (15 % O₂, 10% CO₂ in 75 % N₂). Ugotovili so, da so višnje v modificirani atmosferi izgubile občutno manj teže kot pri normalni atmosferi ter ohranile večjo čvrstost mesa.

AOP merimo s pomočjo radikala DPPH, ki adsorbira pri valovni dolžini 517 nm. V reakciji z antioksidantom DPPH razpada, zaradi česar se zmanjša absorbanca. Zmanjševanje absorbanca je proporcionalno vsebnosti antioksidantov v vzorcu češenj. Največji AOP smo izmerili pri sorti 'Sunburst' v MA (0,284 mmol/100 g). AOP v NA je bil med 0,203 mmol/100 g in 0,272 mmol/100 g. V MA so bile vrednosti malo višje, med 0,208 mmol/100 g in 0,284 mmol/100 g.

Skupne polifenole smo določili z metodo po Singletonu in Rossiju. Za določanje koncentracije skupnih fenolnih snovi smo v vzorec dodali Folin-Ciocalteujev reagent, ki v alkalni raztopini oksidira fenolne snovi. Absorbanco obarvanega produkta smo izmerili pri valovni dolžini 765 nm in s pomočjo umeritvene krivulje z galno kislino dobili masne koncentracije. Vsebnost fenolnih spojin smo izrazili kot ekvivalent galne kisline.

Največja vsebnost skupnih polifenolov je bila izmerjena pri sorti 'Lapins' (203,1 mg/100 g), ki je bila skladiščena v MA. Vsebnost skupnih polifenolov v NA je bila med 128 mg/100 g in 186 mg/100 g, v MA pa so bile vrednosti nekoliko višje, med 132 mg/100 g in 203,1 mg/100 g.

Z dozorevanjem rdečega sadja se spreminja barva kožice iz zeleno-rumene v rdečo, vijolično ali celo črnkasto barvo. Glavni krivec za to je kopičenje antocianov in razgradnja klorofila (Macheix in sod., 1990).

Za merjenje barve plodov smo uporabili kromatometer Minolta. Barvo smo izmerili na dveh mestih ploda z razliko 180°. Sistem temelji na L^* , a^* , b^* načinu določanja barve plodov. Parameter a^* predstavlja razpon med zeleno ($-a^*$) in rdečo ($+a^*$) barvo, parameter b^* predstavlja razpon med modro ($-b^*$) in rumeno ($+b^*$) barvo, parameter L^* pa predstavlja odtenek osvetlitve ($+L^*$) svetlejši in ($-L^*$) temnejši. Največje vrednosti barvnih parametrov smo izmerili pri sorti 'Sunburst' v NA: L^* (27) – najsvetlejši plodovi, a^* (14) ter b^* (0,1). Izmerjene vrednosti pomenijo, da ima plod sorte 'Sunburst' najbolj intenzivno rdečo in rumeno barvo.

Suho snov predstavljajo vse v vodi topne snovi. Izmerili smo jo z digitalnim refraktometrom. Vsebnosti suhe snovi v NA so bile med 13 % in 16 %, v MA pa nekoliko nižje, med 12 % in 16 %.

Na vsebnost topne suhe snovi med drugim vplivajo vremenske razmere med dozorevanjem, količina padavin, sestava prsti in lega nasada.

Faniadis in sod. (2010) so primerjali sorte češenj na različnih nadmorskih višinah in ugotovili, da vpliva na različne parametre. Sorto 'Van' so primerjali med plodovi obranimi na nadmorski višini 216 m (Giannakochori) in 490 m (Rodochori). Pri merjenju antioksidativnega potenciala in skupnih fenolov so ugotovili, da so rezultati boljši pri plodovih češenj, obranih na višji nadmorski višini.

Podaljšano trajanje plodov je doseženo z nizkimi temperaturami ali kontrolirano atmosfero. Temperatura skladiščenja, izpostavljenost svetlobi in kisiku so ključnega pomena pri stabilnosti fenolnih antioksidantov v plodovih med skladiščenjem. Za vse sorte in stopnje zrelosti plodov velja, da se med skladiščenjem proces zorenja pospeši, kislost plodov se zmanjša, intenzivnost barve kožice pa se poveča zaradi večje vsebnosti antocianov (Ferretti in sod., 2010).

S skladiščenjem v MA smo skušali upočasniti procese staranja plodov in ohraniti njegove kakovosti. Pričakovali smo, da bo skladiščenje v MA pozitivno vplivalo na ohranjanje parametrov zrelosti, vendar tega pri mnogih rezultatih nismo mogli potrditi. Razlog bi lahko nastal že med samim obiranjem plodov, zaradi različne stopnje zrelosti. Rezultate pa bi mogoče lahko izboljšali tudi z večjim številom vzorcev in bi bili rezultati bolj točni.

5.2 SKLEPI

Ugotovili smo, da obstajajo statistično značilne razlike med proučevanimi sortami češenj, tako v vsebnosti merjenih parametrov, kot v izbiri atmosfere pri izbiri skladiščenja.

Na osnovi opravljenega dela lahko povzamemo:

- statistično značilno največji antioksidativni potencial (0,284 mmol/100 g) ima sorta 'Sunburst', ki je bila skladiščena v modificirani atmosferi,
- največja vsebnost skupnih polifenolov je bila izmerjena pri sorti 'Lapins' (203,1 mg/100 g), ki je bila skladiščena v modificirani atmosferi,
- pri sortah češenj 'Sunburst', 'Van' sklepamo, da je vrednost antioksidativnega potenciala pogojena z vsebnostjo polifenolov: večja vsebnost polifenolov, večji je antioksidativni potencial; to pa ne velja za sorto 'Lapins', ki je imela najnižji AOP in najvišjo vsebnost skupnih fenolov
- največjo trdoto smo izmerili pri sorti 'Van' in sorti 'Lapins' (71 DUROFEL enot), skladiščeni v modificirani atmosferi,
- rezultati merjenja trdote so bili ne glede na sorto v modificirani atmosferi večji,
- rezultati merjenja suhe snovi so bili večji v normalni atmosferi,
- največje vrednosti barvnih parametrov smo izmerili pri sorti 'Sunburst' v NA: L* (27) – najsvetlejši plodovi, a* (14) ter b* (0,1),
- izmerjene vrednosti pomenijo, da ima plod sorte 'Sunburst' najbolj intenzivno rdečo in rumeno barvo,
- prezreli plodovi češenj so pretemni, kar onemogoči zaznavo rdeče barve,
- češnje spadajo med živila z visokim antioksidativnim potencialom in veliko vsebnostjo skupnih polifenolov,
- na fizikalno-kemijske parametre vpliva tako sorta kot izbira atmosfere pri skladiščenju.

6 POVZETEK

Češnje so prvo sveže sadje v sezoni in spadajo v skupino neklimakterijskega sadja. Vsebujejo visok nivo fitokomponent, posebej fenolov, vendar se koncentracija le teh razlikuje od sorte do sorte.

Češnje lahko uvrstimo med funkcionalna živila. Pojem funkcionalna živila se uporablja za širok spekter živil, ki naj bi ohranjala zdravje.

V diplomskem delu smo določali antioksidativni potencial, vsebnost skupnih polifenolov, barvo, trdoto in suho snov. Analizirali smo plodove treh sort češenj, 'Sunburst', 'Lapins' in 'Van'. Plodove vseh treh sort smo skladiščili v normalni in modificirani atmosferi.

Češnje skladiščimo le v manjšem obsegu. S skladiščenjem želimo podaljšati obstojnost, tako da na njih preprečimo neželene mikrobiološke, kemijske in fizikalne spremembe. Ti neželeni vplivi se lahko preprečijo ali zmanjšajo s pakiranjem živil v modificirani atmosferi. Priporočljiva so skladišča, v katerih lahko uravnavamo temperaturo in vlažnost.

Največji antioksidativni potencial smo izmerili pri sorti 'Sunburst' v modificirani atmosferi (0,284 mmol/100 g). Antioksidativni potencial v normalni atmosferi je bil med 0,203 mmol/100 g in 0,272 mmol/100 g. V modificirani atmosferi so bile vrednosti malo višje, med 0,208 mmol/100 g in 0,284 mmol/100 g.

Največja vsebnost skupnih polifenolov je bila izmerjena pri sorti 'Lapins' (203,1 mg/100 g), ki je bila skladiščena v modificirani atmosferi. Vsebnost skupnih polifenolov v NA je bila med 128 mg/100 g in 186 mg/100 g, v MA pa so bile vrednosti nekoliko višje, med 132 mg/100 g in 203,1 mg/100 g.

Največjo trdoto smo izmerili pri sorti 'Van' in sorti 'Lapins' (71 DUROFEL enot), skladiščeni v modificirani atmosferi. Vrednosti trdote v tretjem tednu v NA so bile od 51 do 69 DUROFEL enot, v MA pa med 54 in 71 DUROFEL enot.

Največje vrednosti barvnih parametrov smo izmerili pri sorti 'Sunburst' v NA: L* (27) – najsvetlejši plodovi, a* (14) ter b* (0,1).

Vsebnosti suhe snovi v NA so bile med 13 % in 16 %, v MA pa nekoliko nižje, med 12 % in 16 %.

7 VIRI

Agulheiro Santos A. C., Palma V., Rato A. E., Machado G., Lozano M, Gonzalez- Gomez D. 2014. Quality of 'Sweetheart' cherry under different storage conditions. V: Plant protection, postharvest technology and processing. Proceedings of the sixth international cherry symposium. Chile, November 15-19, 2009. Ayala M., Zoffoli J. P., Lang G.A. (eds.). Leuven, ISHS: 101-110.

Bulatović S. 1979. Savremeno vočarstvo. Beograd, Nolit: 544 str.

Cash J. N., Shirazi A., Haines W. C. 1992. Cherries and processing. V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 2. Hui Y. H. (ed.). New York, Wiley & Sons, Inc.: 369-374

Cortese D. 2000. Sadje – moč naravne hrane. Ljubljana, Kmečki glas: 317 str.

Cousin P. J., Hartvig K. 2012. Hrana za zdravje: novi popolni vodnik: več kot 600 jedi in receptov za premagovanje bolezni in krepitev imunskega sistema. Ljubljana, Založba Arkadija: 304 str.

Davarynejad G. H., Aryanpooya Z., Persely Sz. 2014. Effect of modified atmosphere packaging on fresh sour cherry fruit quality. V: Plant protection, postharvest technology and processing. Proceedings of the sixth international cherry symposium. Chile, November 15-19, 2009. Ayala M., Zoffoli J. P., Lang G.A. (eds.). Leuven, ISHS: 143-147

Esturk o., Ayhan Z., Ustunel M.A. 2012. Modified atmosphere packaging of 'Napoleon' cherry: Effect of packaging material and storage time on physical, chemical, and sensory quality. Food and Bioprocess Technology, 5: 1295-1304

Ferretti G., Bacchetti T., Belleggia A., Neri D. 2010. Cherry antioxidants: From farm to table. Molecules, 15: 6994-6996

- Faniadis D., Drogoudi P.D., Vasilakakis M. 2010. Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 125: 301-304
- Gao L., Mazza G. 1995. Characterization, quantitation and distribution of anthocyanins and colorless phenolics in sweet cherries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 343-346
- Garrido M., Rodriguez A.B., Lozano M., Hernandez M.T., Gonzales-Gomez D. 2014. Formulation and characterization of a new nutraceutical product based on sweet cherries (*Prunus avium* L.) grown in the Jerte Valley of Spain. V: Plant protection, postharvest technology and processing. Proceedings of the sixth international cherry symposium. Chile, November 15-19, 2009. Ayala M., Zoffoli J. P., Lang G.A. (eds.). Leuven, ISHS: 149-152
- Gordon M. H. 2003. Antioxidants. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 1. 2nd ed. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 261-265
- Hribar J. 2003. Skladiščenje, zmrzovanje in priprava vrtnin za trg. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 6-8
- Kevers C., Falkowski M., Tabart J., Defraigne J.O., Dommès J., Pincemail J. 2007. Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 21: 8596-8603
- Khorshidi S., Davarynejad G., Tehranifar A., Fallahi E. 2011. Effect of modified atmosphere packaging on chemical composition, antioxidant activity, anthocyanin, and total phenolic content of cherry fruits. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 52, 5: 471-481
- Košmerl T., Kač M. 2007. Osnovne kemijske in senzorične analize mošta in vina: laboratorijske vaje za predmet Tehnologija vina. 3. izd., popravljena in dopolnjena. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 106 str.

Lee C. Y. 1992. Phenolic compounds. V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 3. Hui Y.H. (ed.). New York, Wiley & Sons, Inc.: 2055-2061

Macheix J.-J., Fleuriet A., Billot J. 1990. Fruit phenolics. Boca Raton, CRC Press: 378 str.

Malien-Aubert C., Dangles O., Amijot M. J. 2001. Colour stability of commercial anthocyanin based extract in relation to the phenolic composition. Protective effects by intra and intermolecular copigmentation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 170-176

Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 1999. Mala flora Slovenije. Ključ za določevanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.

Materials Technology Limited. 2014. The blue wool scale: Colour measurement. Hampshire, Materials Technology Limited: 3 str.

<http://www.drb-mattech.co.uk/uv%20blue%20wool.html> (junij, 2014)

Mlakar J. 1985. Drevesa in grmi Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 164 str.

Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology 26, 2: 211-219

Nyman N. A., Kumpulainen T. 2001. Determination of anthocyanidins in berries and red wine by high-performance liquid chromatography. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 4183-4187

Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 684 str.

- Prvulović D., Malenčić D., Popović M., Ljubojević M., Ognjanov V. 2011. Antioxidant properties of sweet cherries (*Prunus avium* L.) - Role of phenolic compounds. World Academy of Science, Engineering and Technology, 5: 771-774
- Raspor P., Rogelj I. 2001. Funkcionalna hrana-definicije. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, Ljubljana, 8.-9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 25-36
- Smole J. 2000. Češnje in višnje: pridelovanje in uporaba. Ljubljana, Založba kmečki glas: 146 str.
- Souci S. W., Fachmann W., Kraut H. 2000. Food composition and nutrition tables. 6th rev. and completed ed. Stuttgart, Medpharm: 891-891
- Specchio J. J. 1992. Antioxidants. V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 1. Hui Y. H. (ed.). New York, Wiley & Sons, Inc.: 73-79
- Sun S. Y., Jiang W. G., Zhao Y. P. 2010. Evaluation of different *Saccharomyces cerevisiae* strains on the profile of volatile compounds and polyphenols in cherry wines. Food Chemistry, 127: 547-555
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koran A., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 264-296
- Usenik V., Štampar E., Smole J. 1998. Pridelava češenj - nova priložnost v slovenskem sadjarstvu. Vigred, 9, 6: 2-3
- Vidrih R., Simčič M., Hribar J. 1990. Skladiščenje češenj v pogojih kontrolirane atmosfere. SAD: Revija za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo, 1, 4: 14-16

Vidrih R., Kač M. 2000. Analitika antioksidantov. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi 2000, Portorož, 26.-27. oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 101-114

Wang H., Cao G., Prior L. R. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 304-309

Zoffoli J.P., Rodriguez J. 2014. Effect of active and passive modified atmosphere packaging of sweet cherry. V: Plant protection, postharvest technology and processing. Proceedings of the sixth international cherry symposium. Chile, November 15-19, 2009. Ayala M., Zoffoli J. P., Lang G.A. (eds.). Leuven, ISHS: 111-114

ZAHVALA

Mentorju prof. dr. Rajku Vidrihu se zahvaljujem za vsestransko pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se recenzentki prof. dr. Tatjani Košmerl za svetovanje in strokovni pregled diplomske naloge.

Za pomoč v laboratoriju se zahvaljujem tehnični sodelavki Sonji Čerpič.

Hvala Lini Burkan Makivić, univ. dipl. inž. živ. tehnol. za pregled in pomoč pri urejanju literature.

Za podporo pri pisanju diplomske naloge se zahvaljujem Aniti Fajić in Lovru Sinkoviču.

Hvala sestri Rebeki za spodbudo in pomoč pri oblikovanju diplomske naloge.

Posebna zahvala gre mojima staršema, ki sta me moralno in finančno podpirala tekom študija.

Hvala pa tudi vsem ostalim, ki so mi vsa ta leta stali ob strani.