Utjecaj temperature čuvanja i ulja čajevca na kakvoću ploda breskve tijekom čuvanja

Blažon, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:713075

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IVAN BLAŽON

UTJECAJ TEMPERATURE ČUVANJA I ULJA ČAJEVCA NA KAKVOĆU PLODA BRESKVE TIJEKOM ČUVANJA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET
Hortiklutura - Voćarstvo

IVAN BLAŽON

UTJECAJ TEMPERATURE ČUVANJA I ULJA ČAJEVCA NA KAKVOĆU PLODA BRESKVE TIJEKOM ČUVANJA

DIPLOMSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Tomislav Jemrić

Zagreb, 2016.

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____ s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1.

Mentor: prof. dr. sc. Tomislav Jemrić _____

2.

Član povjerenstva: doc. dr. sc. Marko Vinceković _____

3.

Član povjerenstva: izv. prof. dr. sc .Martina Skendrović Babojelić _____

Neposredni voditelj: doc. dr. sc. Goran Fruk _____

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Agronomski fakultet **Diplomski rad**

UTJECAJ TEMPERATURE ČUVANJA I ULJA ČAJEVCA NA KAKVOĆU PLODA BRESKVE TIJEKOM ČUVANJA

IVAN BLAŽON

SAŽETAK

Breskva (*Prunus persica*, B.) spada u klimakterijske plodove, no zbog kasnog nakupljanja tvari arome mora se brati bliže dospjelosti što onemogućuje duži period čuvanja. Istraživano je djelovanje temperatura čuvanja od 0°C i 5°C, te tretman esencijalnim uljem čajevca (*Melaleuca alternifolia*, L.) u koncentraciji od 300 ml (0,26%) odnosno 600 ml (0,56%), na breskve sorte "Fayette" tijekom čuvanja u hladnjači s normalnom atmosferom kroz 4 tjedna. U istraživanju se pratila promjena mase, tvrdoće, boje, indeksa sočnosti, ukupnih kiselina, topljive suhe tvari i broj smežuranih i trulih plodova. S obzirom na temperature čuvanja izmjerene su značajne razlike u promatranim parametrima. Tretmani esencijalnim uljem pokazali su pozitivne rezultate poboljšanja parametara tvrdoće prilikom čuvanja na 5°C. Tretman esencijalnim uljem čajevca nije imao značajnog utjecaja na ostale promatrane parametre. Čuvanje u trajanju od 4 tjedna uzrokovalo je gubitkom mase ploda, smanjenjem ukupnih kiselina, povećanjem topljive suhe tvari te značajnim brojem trulih i smežuranih plodova. Iz istraživanja se može zaključiti da se breskve uspješnije mogu čuvati pri temperaturi od 0°C, te da tretman esencijalnim uljem čajevca može poboljšati kakvoću breskve prilikom čuvanja na 5°C.

Ključne riječi: breskva, kakvoća ploda, temperatura čuvanja, esencijalno ulje, čajevac

Diplomski rad je pohranjen u Centralnoj knjižnici Agronomskog fakulteta u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25.

Neposredni voditelj: doc.dr.sc. Goran Fruk

Mentor: prof.dr.sc. Tomislav Jemrić

Ocjenitelji: doc.dr.sc. Marko Vinceković

izv.prof.dr.sc. Martina Skendrović Babojelić

(36 stranice /12 tablica /2 grafa, 52 literaturna navoda / jezik izvornika: hrvatski)

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Agriculture **Thesis**

EFFECTS OF STORAGE TEMPERATURE AND TEA TREE OIL ON FRUIT QUALITY OF PEACHES DURING STORAGE

IVAN BLAŽON

SUMMARY

Peach (*Prunus persica,* B.) is a climacteric fruit, but because of its late accumulation of flavors it has to be picked closer to it's ripening stage which makes long periods of preservation not possible. Effects of storage temperatures of 0°C and 5°C, and the treatment of tee tree essential oil (*Melalecua alterniflia,* L.) in concentrations of 300 ml (0,26%) and 600 ml (0.56%), on "Fayette" peach variety during storage in a normal atmosphere trough 4 weeks were studied. During the research changes in the mass, hardness, color, acidity, soluble solids and the number of puckered and rotten fruits, were measured. Depending on the temperature of storage there have been determined significant differences in the observed parameters. Treatments with essential oils showed positive results on enhancements of fruit hardness during storage on 5°C. Four weeks of storage resulted in loss of mass and total acids, increase in soluble solids, and has resulted in a large number of puckered and rotten fruits. Results of the research lead to the conclusion that peaches respond much better to storage on 0°C, and that the treatment with tee leaf essential oil can enhance some parameters of quality during storage on 5°C

Key words: peach, fruit quality, storage temperature, essential oil, tee tree

Thesis is deposited in the Central library of the Faculty of Agriculture, Zagreb, Svetošimunska cesta 25.

Director: Goran Fruk, Ph.D., Assistant professor

Mentor: Tomislav Jemrić, Ph.D., Full professor

Reviewers Marko Vinceković, Ph.D., Assistant professor

Martina Skendrović Babojelić, Ph.D. Associate professor

(36 pages /12 tables/ 2 charts, 52 references / original in: Croatian)

Sadržaj

1. UVOD 1
2. CILJ RADA 3
3. PREGLED LITERATURE 4
   3.1. Podrijetlo breskve i povijest upotrebe esencijalnih ulja 4
   3.2. Proizvodnja breskve u svijetu i Hrvatskoj 4
   3.1. Esencijalna ulja 6
   3.4. Upotreba esencijalnog ulja čajevca 7
   3.5. Utjecaj čuvanja na kakvoću ploda breskve 8
   3.6. Upotreba esencijanog ulja na plodovima breskve 9
   3.7. Temperatura čuvanja breskve i ozljede od niskih temperatura 9
   3.8. Utjecaj pektina na pojavu brašnjavosti 11
   3.9. Tretmani poslije berbe 12
4. MATERIJALI I METODE 15
   4.1. Sorta breskve upotrebljena u istraživanju 15
   4.2. Esencijalno ulje čajevca upotrebljeno u istraživanju 15
   4.3. Način provođenja istraživanja 16
   4.4. Fizikalno-kemijske analize plodova 18
      4.4.1. Masa repeticija i kalo 18
      4.4.2. Tvrdoća ploda 18
      4.4.3. Boja kožice ploda 19
      4.4.4. Topljiva suha tvar 20
      4.4.5. Ukupne kiseline 20
      4.4.6. Cilindar 21
      4.4.7. Statistička obrada rezultata 21

5. REZULTATI I RASPRAVA 22
5.1. Masa i kalo ploda 22
5.2. Tvrdoća, sadržaj topljive suhe tvari i sadržaj ukupnih kiselina 24
5.3. Boja kožice ploda 27
5.4. Indeks sočnosti 28
5.5. Truli i smežurani plodovi 28
6. ZAKLJUČAK 31
7. LITERATURA 32

1. UVOD

Breskva, *Prunus persica* Batsch, je autohtona voćka iz Kine koja je tijekom godina postala jedna od glavnih vrsta voćaka u proizvodnji. Plodovi breskve omogućuju zadovoljenje fizioloških potreba ljudskog organizma uslijed svojih organoleptičkih, kemijsko-bioloških te estetskih svojstava te se odlikuju visokim stupnjem ukusnosti (Medin, 1998.) Proizvodnja breskve u svijetu u konstantnom je porastu. Najveći proizvođač breskve je Kina s proizvodnjom od 13,5 milijuna tona godišnje, odnosno 65% svjetske proizvodnje (Ministarstvo poljoprivrede SAD-a), 2016.). U Republici Hrvatskoj proizvodnja breskve naglo je pala 2011. godine, kada se ukupna površina pod nasadom breskve smanjila s 1995 ha na 1557 ha. Prosječni prinos breskve u Republici Hrvatskoj iznosio je 38 t/ha (FAO, 2013.).

Uslijed porasta svijesti o štetnosti pesticida, dolazi do trenda smanjenja dopuštenih rezidua u hrani te potragom za alternativnim metodama zaštite ploda od bolesti i fizioloških stresova. Osim povećanja ljudske svijesti ovaj trend pojačava i sve jača rezistentnost štetnika na pesticide (Ziedan i sur., 2008.). Aplikacija esencijalnih ulja jedna je od alternativnih metoda zaštite koji sve više dobiva na značaju u tehnologiji čuvanja voća i povrća (Inouye i sur., 1998.). Esencijalna ulja upotrebljavala su tijekom povijesti kao pojačivači okusa i parfemi, te kao repelenti za insekte (Deans and Ritchie, 1987.). Uz repelentno djelovanje na insekte, esencijalna ulja također dijelu antifungalno i antimikrobno. Esencijalna ulja timijana, klinčića, cimeta, eukaliptusa, bosiljka mente i đumbira imaju dokazana antifungalna i antibakterijska djelovanja na patogene poput *Botrytis cinerea, Rhizopus stolnifer, Bacillus cereus, Colstridium botulinum* itd. Esencijalno ulje čajevca ima dokazano antifungalno i antibakterijsko dijelovanje. Prilikom upotrebe esencijalnih ulja na plodovima voća bitno je imati na umu mogućnost promjene arome voća. Također esencijalna ulja imaju fungistatično, a ne fungicidno djelovanje što znači da će rast gljivičnih oboljenja zaustavljati samo tako dugo dok se na plodovima nalazi dovoljna koncentracija ulja (Jobling, 2000.).

Ukupna kakvoća i stanje ploda u berbi ne može se poboljšati tijekom čuvanja. Primjena dobre proizvodnje prakse nakon berbe može produljiti vijek trajanja proizvoda, ali samo ako to kvaliteta ploda nakon uzgoja i berbe dozvoljava (Katalinić, 2006.). Ozljede od niskih

temperature i unutarnje raspadanje termini su kojima se opisuju fiziološki poremećaji koji se javljanju prilikom dozrijevanja ploda na niskim temperaturama. Ovi poremećaji uključuju promjene u teksturi mesa ploda u obliku brašnjavosti, posmeđenja, kožavosti, crvenila i gubitka arome (Anderson, 1979., Crisosto i sur., 1997.). Pojava ovih simptoma izravno ovisi o temperaturi čuvanja i sorti. Sorte ranijeg dozrijevanja otpornije su na ozljede od niskih temperature naspram sorata kasnijeg dozrijevanja. Prilikom čuvanja na temperaturi od 5°C dolazi do značajno veće pojave ozljeda od niskih temperature nego prilikom čuvanja na 0°C (Cristos i sur., 1995.). Tretmani poslije berbe mogu značajno smanjiti pojavu bolesti i fizioloških poremećaja tijekom čuvanja. Osim tretmana esencijalnim uljima u tretmane poslije berbe ubrajaju se i postupci poput predkondicioniranja, toplinskog tretmana, tretmana 1-metilciklopropenom (1-MCP), tretman dušikovim monoksidom itd.

2. CILJ RADA

Cilj rada je utvrditi utjecaj tretmana breskve, esencijalnim uljem čajevca, na fiziološke karakteristike ploda pri različitim temperaturama čuvanja. Na temelju već utvrđenih kritičnih temperatura čuvanja breskve od 0ºC i 5ºC u drugim istraživanjima, istražuje se utjecaj esencijalnog ulja dviju koncentracija prilikom čuvanja na tim temperaturama. Prema literaturi esencijalna ulja imaju znatan utjecaj na pojavu i razvoj patogena, međutim malo je podataka o utjecaju esencijalnih ulja na fiziološke karakteristike ploda.

3. PREGLED LITERATURE

3.1. Podrijetlo breskve i povijest upotrebe esencijalnih ulja

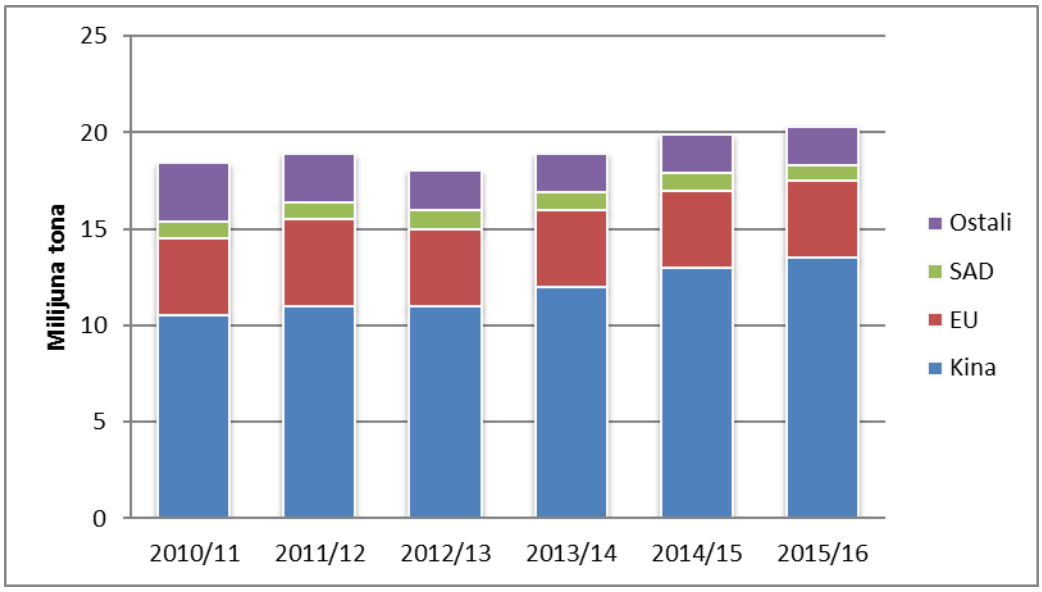
Breskva, *Prunus persica* Batsch, prema imenu upućuje na podrijetlo iz nekadašnje Perzije, današnjeg Irana. Tako je i stari naziv breskve "Perzijska jabuka". Međutim, breskva je autohtona voćka iz Kine. U knjizi pjesama, napisane 1000 godina prije nove ere, opisuju se roza cvjetovi i zreli plodovi na stablima breskve u Kini. S područja bliskog istoka breskva se proširila Europom te je iz tog razloga nastao i "perzijski" latinski naziv. U 16. st. Španjolski kolonizatori prenijeli su breskvu u Ameriku. Danas se breskva uzgaja diljem cijelog svijeta i poznato je više stotina kultivara (Jhonson i LaRue, 1989.).

Prvi dokazi o upotrebi esencijalnih ulja sežu i do 3000 godina prije nove ere. Egipćani su koristili esencijalna ulja u medicini, kozmetici i duhovnim ceremonijama. Grci su uvidjeli i antimikrobno djelovanje ulja te su esencijalna ulja koristili u fumigaciji Atene u slučajevima zaraze s kugom. Razvojem Rimskog carstva upotreba esencijalnih ulja proširila se diljem Europe (Deans i Ritchie, 1987.). Osim u svakodnevnoj upotrebi esencijalna ulja imaju veliku ceremonijalnu vrijednost u religiji. U Bibliji se spominje 12 esencijalnih ulja, dok se u Vedama spominje preko 700 različitih biljaka i blagotvornih učinaka njihovih ulja.

3.2. Proizvodnja breskve u svijetu i Hrvatskoj

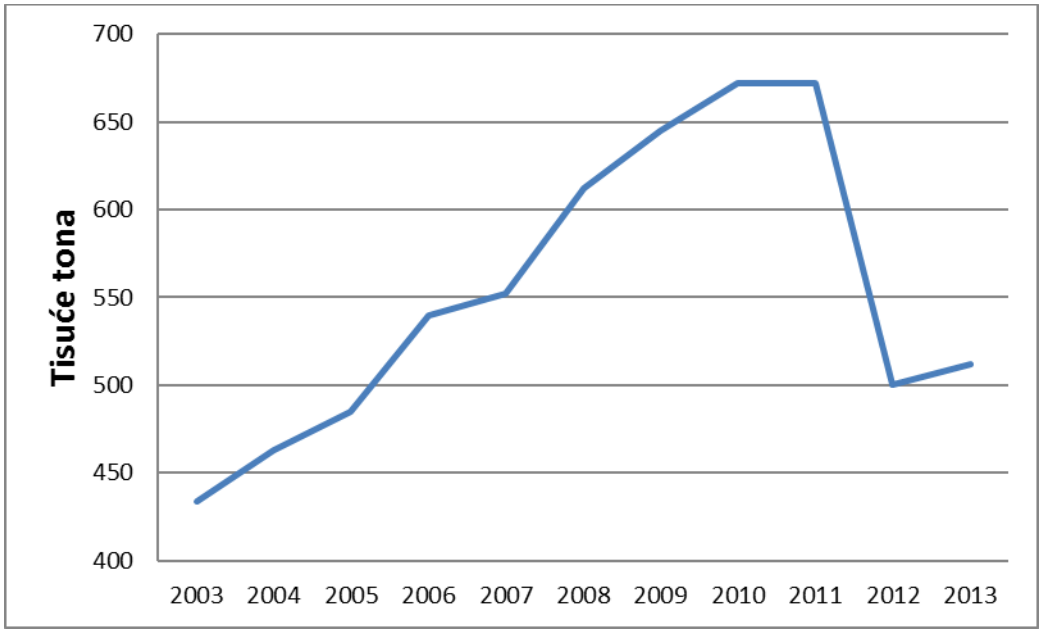
Zbog snažnog vegetativnog rasta breskva rodi već u drugoj godini proizvodnje. Uslijed povoljnih agroekoloških uvjeta i pravilnih tehnoloških postupaka breskva rodi i preko 30 t/ha već u prvim godinama uzgoja. Produktivni vijek breskve je 15 godina, što omogućuje čestu izmjenu kultivara te uz rani visoki urod omogućuje visoki rentabilitet proizvodnje (Medin, 1989.)

Prema podacima USDA (Ministarstvo poljoprivrede SAD-a) proizvodnja breskve u svijetu je u konstantnom porastu, te je dosegla rekordni iznos od 20,5 milijuna tona u 2016. godini. Najveći proizvođači su Kina s 13,5 milijuna tona, Europska unija s 4 milijuna tona te SAD s 903 tisuće tona (graf 1.)



Graf 1. Proizvodnja breskve u svijetu (USDA, 2015.)

Proizvodnja breskve u Republici Hrvatskoj u padu je od 2011. godine. Prema podacima FAO-a 2011. godine Hrvatska je imala 1995 ha voćnjaka breskve s proizvodnjom od 44 682 kg/ha. 2013. godine površine pod nasadom breskve smanjene su na 1557 ha te se prinos smanjio na 38 176 kg/ha. Ukupna proizvodnja je pala sa 672 tisuće tona na 512 tisuća tona (graf 2.).



Graf 2. Proizvodnja breskve u Republici Hrvatskoj (Faostat, 2014.)

3.1. Esencijalna ulja

Uslijed porasta svijesti o štetnosti rezidua pesticida u hrani, državne agencije su sve više primorane smanjivati količine dopuštenih rezidua u hrani. Takav trend potiče potragu za alternativnim tehnologijama čuvanja voća nakon berbe. Osim povećanja ljudske svijesti o utjecaju pesticida na zdravlje dolazi i do sve veće rezistentnosti štetnika na aktivne tvari pesticida (Ziedan i sur., 2008.). Otpornost voća na bolesti nakon berbe usko je povezano s procesom dozrijevanja, odnosno senescencijom ploda. Upotreba sekundarnih metabolita različitog bilja moguće je inducirati veću rezistentnost čuvanih plodova (Mari, 1997.). Esencijalna ulja sačinjena su od različitih hlapivih spojeva koji u svojem sastavu variraju ovisno o vrsti biljke iz koje iz ekstrahirane. Antimikrobno i antifungalno djelovanje je rezultat međudjelovanja tih spojeva. Individualni spojevi u sastavu esencijalnih ulja nisu tako učinkoviti zasebno (Jobling, 2000.). Alternativne metode sprječavanja bolesti i raznih fizioloških stresova pokazala su se uspješna, međutim isključivo u kombinacijama više metoda. Ni jedna metoda upotrebe zasebno ne daje rezultate kao sintetički fungicidi (Tripathi, 2004.). Apliciranje esencijalnih ulja jedan je od alternativnih načina zaštite koji sve više dobiva na značaju u tehnologiji čuvanja voća i povrća (Inouye i sur. 1998.).

Esencijalno ulje timijana (*Thymus zygis*) i klinčića (*Eugenia caryophyllata*) uspješno suzbijaju napad *Botrytis cinerea* na svježem grožđu. Osim antifungalnih djelovanja esencijalna ulja timijana, cimeta (*Cinnamomum verum*), cedra (*Cedrus spp.)* i eukaliptusa (*Eucalyptus globulus*) djeluju i antibakterijski na patogene u hrani, poput *Bacillus cereus, Clostridium botulinum* i *Listeria monocytogenes* (Jobling, 2000.).

Esencijalno ulje timijana (*Thymus vulgaris*) uspješno suzbija pojavu *B. cinerea* i *Rhizopus stolnifer* na jagodi. Aplikacijom 200 ppm esencijalnog ulja timijana pri temperature od 13ºC smanjuje se pojava *B. cinerea* do 90% odnosno 75,8% *R. stolnifer* (Reddy i sur. 1998.).

Esencijalna ulja cejlonske citronele (*Cymbopogon nardus*), limunske trave (*Cymbopogon flexus*) i bosiljka (*Ocimum basilicum*) koriste se u tretmanima banana prije čuvanja. Esencijalno ulje bosiljka omogućuje dulje čuvanje banana na višim temperaturama (13,5ºC) bez utjecaja na organoleptička svojstva nakon zriobe etilenom. Naprotiv ulje bosiljka poboljšava utjecaj etilena

na brzo dozrijevanje banana. Esencijalna ulja citronele i limunske trave poboljšavaju uspješnost čuvanja banana međutim negativno utječu na organoleptička svojstva nakon zriobe, te se iz tog razloga ne preporučaju za upotrebu. Esencijalno ulje bosiljka preporuča se kao efikasna, isplativa i sigurna metoda za kontroliranje bolesti usljed čuvanja te produljenje života ploda na polici (Sulali i sur. 2003.).

Esencijalno ulje cimeta (*Cinnamomum verum*) djelotvnorno je za suzbijenje antraknoze na papaji uzrokovane zarazom sa *Colletotrichum* spp.. Dodatno pojačanje antifungalnog djelovanja dobiva se kombinacjiom esencijalnog ulja cimeta u koncentraciji od 0.4% s esencijalnim uljem limunske trave u koncentracitji od 0,05%. Esencijalno ulje limunske trave samo po sebi nema nikakve antifungalne učinke na *Colletotrichum **spp***. Ovakvom kombinacijom esencijalnih ulja smanjuje se rast micelija za 70% te se inhibira do 88% klijanja spora (Maqbool i sur., 2011.).

Za zaštitu agruma od *Penicillium italicum* može se koristiti esencijalno ulje mente (*Mentha arvensis)* i đumbira (*Zingiber officinale*). Osim fungicidnog djelovanja navedena ulja povećavaju mogućnost čuvanja naranče i limete za 6 do 8 dana uz tretman sa esencijalnim uljem mente, odnosno 4 do 8 dana sa esencijalnim uljem đumbira (Tripathi i sur. 2004.).

Prilikom upotrebe esencijalnih ulja na plodovima voća bitno je imati na umu mogućnost promjene arome voća. Aplikacija ulja isparavanjem u manjim, ali češćim obrocima manje mijenja prirodne arome tretiranog voća. Također esencijalna ulja većinom imaju fungistatično, a ne fungicidno djelovanje što znači da će rast gljivičnih oboljenja zaustaviti samo tako dugo dok se na plodovima nalazi dovoljna koncentracija ulja (Jobling, 2000.).

3.4. Upotreba esencijalnog ulja čajevca

Esencijalno ulje čajevca (*Melaleuca alternifolia*, L.) ima dokazano antifungalno i antibakterijsko djelovanje (Jobling 2000.). Prema istraživanju Jobling (2000.), esencijalno ulje čajevca u koncentraciji od 500 ppm u potpunosti suzbija rast *Botrytis spp.* na grožđu (tablica 1.)

Tablica 1. Utjecaj esencijalnog ulja čajevca na rast *Botrytis spp.* (Jobling, 2000.)

Koncentracija ulja (ppm)	Smanjenje veličine kolonije *Botrytis spp* (%)
0	0
5	5
50	40
100	80
500	100

3.5. Utjecaj čuvanja na kakvoću ploda breskve

Ukupna kakvoća i stanje svježeg proizvoda ne može se poboljšati nakon branja. Konačna potencijalna tržišna vrijednost proizvoda ovisi o odluci proizvođača (uzgajivača) što i kada će saditi te o primijenjenim postupcima tijekom uzgoja i berbe. Primjena dobre proizvodne prakse nakon berbe može produljiti vijek trajanja proizvoda, ali samo ukoliko to kvaliteta nakon uzgoja i berbe to dozvoljavaju (Katalinić, 2006.).

Gubitci uroda usljed čuvanja breskve mogu doseći više od 50% berbe pri upotrebi svih tehnologija čuvanja. Uzroci štete u procesima čuvanja kombinacija su raznih faktora, a bolesti, kao jedan od lakše mjerljivih faktora, čine oko 20% štete. Udio šteta uzrokovanih bolestima znatno se povećavaju u zemljama trećeg svijeta uslijed lošije infrastrukture i tehnologije čuvanja (Michailides i sur., 1990.). Gubitci u čuvanju breskve uslijed bolesti većinom su uzrokovani zarazama sa *Moniliniom fruticoloom* i *Rhizopus stolnifer*, a zaštita od tih šteta uglavnom se temelji na upotrebi fungicida (Forster, 2007.). Prema rezultatima istraživanja Ziedan i sur. (2008.) dominantni patogeni na plodovima breskve su *Rhizopus stolnifera* nađena na 56,50% plodova, *Monilina fruticola* na 17,35% plodova te *Aspergillus niger* na 7,1%. Nadalje, *R. stolnifer* izolirana je samo na naizgled zdravim plodovima. U Republici Hrvatskoj prema istraživanju Fruk i sur (2009.) glavni uzročnik truleži plodova je *Monilinia laxa.*

3.6. Upotreba esencijanog ulja na plodovima breskve

Esencijalna ulja bosiljka i peperminta imaju antifungalno djelovanje pri dozi od 30,0 µl/400ml zraka na *Rhizopus stolonifer* i *M. fruticola* (Ziedan i sur., 2008.). Upotreba esencijalnog ulja bosiljka i peperminta do koncentracije od 3 ml/0,018m^3 povećalo je tržišnu vrijednost plodova naspram netretiranih plodova, dok je koncentracija od 4 ml/0.018m^3 uzrokovala pojavu žutih pjega uslijed fitotoksičnosti (Ziedan i sur., 2008.).

Osim direktnog pozitivnog dijelovanja esencijalnih ulja na sposobnost čuvanja breskve, esencijalna ulja mogu pojačati efekte i drugih tretmana. *Bacillus amyloliquefaciens* koji se koristi kao antagonist *Botrytis cinerea* i *Rhizopus stolnifer* na breskvama tokom čuvanja, u kombinaciji s esencijalnim uljem limunske trave u potpunosti inhibira razvoj navedenih patogena (Arrebola i Sivakumar, 2010.).

3.7. Temperatura čuvanja breskve i ozljede od niskih temperatura

Ozljede od niskih temperatura CI (chilling injury) i unutarnje raspadanje IB (internal breakdown) termini su kojima se opisuju fiziološki poremećaji koji se javljaju u plodu prilikom dozrijevanja na niskim temperaturama. Ovi poremećaji uključuju promjene u teksturi mesa ploda u obliku brašnjavosti, posmeđenja, kožavost, crvenila i gubitak arome (Anderson, 1979., Crisosto i sur., 1997.). Simptomi brašnjavosti u pravilu se javljaju prije posmeđenja, osim kod nekih sorata kod koji do pojave brašnjavosti i posmeđenja dolazi istovremeno (Carlos i sur., 1992.). Simptomi ozljeda od niskih temperatura uslijed kraćeg čuvanja najčešće se javljaju tijekom dozrijevanja ploda nakon čuvanja na niskim temperaturam. Iz tog razloga ovo je bitan problem jer se ti simptomi javljaju tek kad se već nalaze kod potrošača (Bruhn i sur., 1991.). Međutim, kod nekih kultivara breskve brašnjavost, gubitak sočnosti, crvenilo i posmeđenja javljaju se i prilikom zriobe na sobnoj temperaturi, što otežava razdiobu ozljeda od niskih temperature naspram sortne karakteristike (Von Mollendorff i sur., 1992.).

Prema rezultatima istraživanja Carlos i sur. (1999.) glavni simptomi ozljeda od niskih temperatura su posmeđenje mesa ploda i brašnjavost. Pojava ovih simptoma ovisi izravno o temperaturi čuvanja i sorti. U njihovom istraživanju testirane su različite sorte breskvi prilikom čuvanja na temperaturi od 0ºC i 5ºC (tablica 2.)

Tablica 2. Potencijal čuvanja sorata breskve ovisno o temperaturi čuvanja (Carlos i sur., 1999.)

Sorta	Datum berbe	Potencijal čuvanja 0ºC (tjedni)	Potencijal čuvanja 5ºC (tjedni)
Sweet Scarlet	1. lipnja	4	2
June Lady	1. lipnja	4	1
Summer Lady	2. lipnja	4	2
Ryan Sun	1. kolovoza	1	1-2
Fairtime	3. kolovoza	3	1-2
Last Chance	2. rujna	2	1
Autumn Lady	3. rujna	2	1
Autumn Rose	2. listopada	1	1

Iz rezultata istraživanja Carlos i sur. (1999.), vidljivo je da sorte ranijeg dozrijevanja "Sweet Scarlet", "June Lady" i "Summer Lady" imaju veći potencijal čuvanja. Sorte kasnog dozrijevanja, "Last Chance" i "Autumn Lady" imaju znatno manji potencijal čuvanja naspram sorata ranijeg i srednjeg dozrijevanja. Sorta "Autum Rose" kao jako kasna sorta ima vrlo kratak potencijal čuvanja.

Sorte izrazite osjetljivosti na ozljede od niskih temperature kao što su sorte "Forty Niner" i "Rio Oso Germ" čak i kratkotrajno izlaganje od tri dana temperaturama od 5ºC mogu izazvati značajne ozljede od niskih temperature dok ih kod čuvanja na 0ºC nema. Kod takvih sorata traži se izniman oprez kod temperature tijekom pakiranja, transporta, čuvanja i prodaje (Cristos i sur.,1995.).

Simptomi ozljeda od niskih temperatura kod ranih sorata su češće u obliku kožavosti ploda dok se kod sorata kasnijeg dozrijevanja više javlja pojava brašnjavosti (Ju i sur., 2000.). Girardi i sur.

(2005.) navode da ranija berba također povećava učestalost ozljeda od niskih temperatura. Plodovi ubrani u fazi promjene boje kožice ploda imaju veću tvrdoću, više ukupnih kiselina i manje podležu bolestima tokom čuvanja od plodova ubranih u tehnološkoj zrelosti (Brackmann i sur., 2005.).

3.8. Utjecaj pektina na pojavu brašnjavosti

Mnoge ozljede od niskih temperatura vezane su uz metabolizam pektina, a najveći utjecaj pektina jest na pojavu brašnjavosti (Fruk i sur., 2014.). Karakterizira ju gubitak sočnosti i grudičasta tekstura mesa (Lill i sur., 1989.), a uzrokovana je disbalansom u metabolizmu pektina tijekom čuvanja na niskim temperaturama (Ben-Arie i Sonego, 1980.). Brašnjavost nije moguće detektirati po vanjskom izgledu ploda niti po masi ploda, već isključivo otvaranjem ploda (Brummell i sur., 2004.).

Brašnjavost je rezultat formiranja gela usljed vezanja pektina velike molekularne mase i slabog stupnja esterifikacije u kombinaciji sa kalcijom, izvanstaničnom vodom i otopinama koje prolaze kroz staničnu membranu (Sonego i sur., 1995.). Formiranje gela *in vitro* uzrokuju alkalno topljivi pektini i kalcij (Levaj i sur., 2003.). Zbog jakog vezanja vode, sa gelom pektina i kalcija, dolazi do gubitka sočnosti ploda iako količina vode unutar ploda ostaje nepromijenjena (Lill i Mespel, 1988., Zhou i sur., 2000a.). Tijekom dozrijevanja može doći do privremene brašnjavosti uslijed degradacije pektina. Privremena brašnjavost se prekida hidratacijom stanične membrane (Mollendorff i sur., 1992.).

Niske temperature pospješuju pojavu brašnjavosti zbog smanjenja aktivnosti poligalakturonaze (PG) što rezultira smanjenjem vodotopljivih pektina te povećanjem alkalno topljivih pektina naspram plodova koji dozrijevaju na sobnoj temperaturi (Choi i Lee, 1997.). Međutim, Mao i Zhang (2001.) smatraju da je uzrok brašnjavosti nenormalna degradacija pektina u staničnoj membrani uzrokovanom smanjenom aktivnošću celulaze. Također navode da smanjena aktivnost celulaze utječe samo na početnu fazu zriobe te tako ne može biti glavni uzrok brašnjavosti.

3.9. Tretmani poslije berbe

Tretmani poslije berbe su svi postupci kojima se izlaže plod breskve kako bi se produžilo vrijeme čuvanja ploda u hladnjači i produljila trajnost ploda na polici. U njih se ubrajaju postupci poput tretmana dušikovim monoksidom, tretmana 1-metilciklopropenom (1-MCP), toplinski tretmani i predkondicioniranje .

Tretman plodova breskvi dušikovim monoksidom smanjuje pojavu ozljeda od niskih temperatura. Dušikov monoksid promjeni odnos enzima pektina poligalakturonaze (PG) i pektin esteraze (PE) čime se spriječi povećanje sadržaja topljivih pektina što rezultira manjom pojavom brašnjavosti (Zhu i sur., 2006.).

Tretiranje plodova 1-metilciklopropenom (1-MCP) polučilo je različitim rezultatima. Prema istraživanju Oliveira i sur. (2005.) tretman 1-MCP smanjuje gubitak pektina uslijed smanjenja ativnosti PG i PE. Međutim, Ortiz i sur. (2011.) iznose rezultate istraživanja prema kojem tretman sa 1-MCP povećava aktivnost PE. Tretman s 1-MCP ne daje ciljane rezultate primjene za očuvanje tvrdoće i spriječavanje zriobe, međutim može smanjiti te procese i ublažiti pojavu ozljeda od niskih temperatura (Fruk i sur. 2014.).

Čuvanjem breskve u kontroliranoj atmosferi s visokim koncentracijama CO_2 i niskim O_2 može inhibirati aktivnost PG (Zhou i sur., 2000b.). Kombinacija 1-MCP i čuvanja u kontroliranoj atmosferi nije dovoljna za očuvanje tvrdoće ploda breskve (Ortiz i sur., 2011.).

Toplinski tretman voća nakon berbe rezultira narušavanjem i promjenom normalnog procesa zriobe. Tretman vlažnim zrakom zagrijanim na 52ºC u trajanju od 15, 30 i 45 minuta smanjuje mekšanje plodova te smanjuje produkciju etilena (Anthony i sur., 1989). Učinak toplinskog tretmana je u vidu smanjenja aktivnosti enzima PPO (Polifenoloksidaza) i PG (tablica 3.). Kao što je već spomenuto, enzim PG odgovoran je za razgradnju pektina, a enzim PPO uzrokuje posmeđenje mesa ploda uzrokovanom oksidacijom fenola u kinine (Chambroy i Souty, 1995.).

Tablica 3. Utjecaj toplinskog tretmana vlažnim zrakom zagrijanim na 52ºC na postotak pektina, aktivnost polifenoloksidaze (PG) i aktivnost polifenoloksidaze (PPO) u breskvi (Parshant i Massodi, 2009.).

Vrijeme zagrijavanja (min)	**Čuvanje (dani)**		
	0	**3**	**6**
	Pektini (%)		
0	1,11	0,74	0,49
10	1,10	0,73	0,44
20	1,11	0,78	0,60
30	1,12	0,82	0,59
	Aktivnost PG (µmol/mg proteina/sec)		
0	0,024	0,041	0,050
10	0,026	0,044	0,052
20	0,025	0,036	0,043
30	0,023	0,033	0,041
	Aktivnost PPO (µmol/mg proteina/min)		
0	370,5	351,2	246,3
10	373,5	351,9	244,8
20	360,2	218,2	147,7
30	349,8	160,0	110,8

Prema podacima vidljivim u tablici 3., dulje trajanje toplinskog tretmana ili više temperature rezultiraju manjim gubitkom pektina tijekom čuvanja uslijed smanjenja aktivnosti pektolitičkih enzima (Parshant i Massodi, 2009.).

Postupkom predkondicioniranja, kod kojeg se plodovi breskve izlažu umjerenim temperaturama u trajanju od 1 do 2 dana, povećava se trajnost ploda tokom procesa čuvanja (Lurie i Crisosto, 2005.). Dva dana predkondicioniranja plodova breskve pri temperaturi od 20ºC, spriječilo je

pojavu ozljieda on niskih temperatura prilikom čuvanja breskve na temperature od 0ºC tokom 42 dana (Zhou i sur., 2000b.). Istraživanje Lurie i Crisosto (2005.), također potvrđuje da dva dana predkondicioniranja breskve na temperaturi od 20ºC daje najbolje rezultate u pogledu povećanja sposobnosti čuvanja breskve. Prilikom tretmana utvrdili su smanjenje mase i tvrdoće ploda. Unatoč tome kakvoća ploda nakon čuvanja bila je veća nego kod breskve koja nije prošla postupak predkondicioniranja. Za uspješan tretman predkondicioniranjem preporučaju adekvatno upotreba fungicida i praćenje pojave bolesti tokom tretmana, te brzo hlađenje plodova nakon tretmana kako bi se minimalizirao gubitak mase i tvrdoće ploda. Osim smanjenja osjetljivosti na ozlijede od niskih temperatura, postupak predkondicioniranja omogućuje plodu da dulje zadrži arome tokom čuvanja i transporta na niskim temperaturama (Infante i sur., 2007.). Osim već navedenog početnog gubitka mase i ćvrstoče, predkondicioniranje također uzrokuju raniju pojavu brašnjavosti ploda, ali smanjuje ukupnu pojavost brašnjavosti nakon duljeg roka čuvanja na niskim temperaturam (Mollendorff i sur., 1992.).

4. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno na breskvi sorte "Fayette" u laboratoriju Zavoda za voćarstvo na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu. U sklopu istraživanja provedene su fizikalno-kemijske analize plodova breskve u razdoblju od 22. kolovoza do 29. rujna 2014. godine. Analize su provedene prije i poslije čuvanja plodova u hladnjači Agronomskog fakulteta.

4.1. Sorta breskve upotrebljena u istraživanju

Prunus Persica L. pripada porodici Rosaceae te podporodici Prunoideae. Breskve se ubrajaju u koštičavo voće.

U istraživanju su upotrebljene breskve sorte „Fayette". Sorta je slabe do srednje bujnosti visine do 4m. Cvate sredinom travnja, a plodonosi od sredine do kraja kolovoza. Zahtjeva izrazito sunčane položaje na kojima razvija intenzivno ružičasto obojenje. Pogodna je za USDA zone 6b, 7a, i 7b (Fideghelli i sur, 1998.). USDA zona 6b predstavlja prostor raspona srednje vrijednosti minimalne godišnje temperature od -20,6ºC do -17,8ºC, zona 7a od -17,8ºC do -15ºC i zona 7b od -15ºC do -12,2ºC. Cijela Republika Hrvatska pogodna je za uzgoj breskve sorte Fayette. Kontinentalni dio RH nalazi se u zonama 6a/b, 7a/b i 8a, a primorski dio se nalazi u zonama 8b i 9a/b.

Breskve upotrebljene u istraživanju uzgojene su u voćnjaku OPG Blažon na lokaciji Novo Selo Rok (45,43° N, 16,47° E) u Međimurskoj županiji. Plodovi su ubrani 22. kolovoza u optimalnoj zrelosti te su transportirani u Zagreb gdje su isti dan provedene kroz tretmane istraživanja.

Ova sorta je odabrana zbog svojeg vremena dozrijevanja odmah nakon sorte "Red Haven" koja je glavna sorte breskve u Republici Hrvatskoj. Zbog preklapanja prodaje plodova sorte „Red Haven" sa „Fayette" poželjno je što dulje čuvanje plodova ove sorte.

4.2. Esencijalno ulje čajevca upotrebljeno u istraživanju

U istraživanju je upotrebljeno esencijalno ulje čajevca (*Melaleuca alternifolia,* L.*)* proizvođača Ireks aroma iz Zagreba (slika 1.).



Slika 1. Eterično ulje čajevca proizvođača Ireks aroma (izvor: privatna fotografija)

4.3. Način provođenja istraživanja

Istraživanje je provedeno po shemi slučajno bloknog rasporeda, gdje je jedna standardna plitka letvarica od 30 plodova činila jednu repeticiju (slika 2. i 3.) sorte "Fayette". Za određivanje roka berbe mjereno je 30 plodova. Osim kontrole (plodovi bez ikakvog tretmana), plodovi su bili podvrgnuti sljedećim toplinskim tretmanima: tretman isparavanje esencijalnog ulja čajavca u koncentracijama 0,26% (300 ml ulja na 115 l zapremnine sušionika) i 0,52% (600 ml ulja na 115 l zapremnine sušionika) pri temperaturi 33°C u trajanju od 2 sata (slika 4.). Po 60 plodova tretirano je koncentracijom od 0,26% odnosno 0,52% ulja čajevca. Polovica od ukupnog broja plodova (30 plodova) od svakog tretmana čuvana je na 0°C, a druga polovica na 5°C. Uz tretirane plodove na svakoj temperaturi čuvano je po 30 netretiranih plodova kao kontrola. Prosječan volumen breskvi u komori iznosio je 16,08l. Nakon tretmana uljem čajavca svi su plodovi čuvani u hladnjači s normalnom atmosferom u trajanju od 4 tjedna.





Slika 2. i 3. Breskve prije tretmana esencijalnim uljem čajevca (izvor: privatna fotografija)



Slika 4. Breskve u komori za tretman (izvor: privatna fotografija)

4.4. Fizikalno-kemijske analize plodova

Fizikalno-kemijske analize plodova sastojale su se od mjerenja mase i utvrđivanja kala, mjerenje boje, tvrdoće, sadržaja topljive suhe tvari te sadržaja ukupnih kiselina svakog ploda pojedinačno.

4.4.1. Masa repeticija i kalo

Masa svakog ploda mjerila se prilikom postavljanja pokusa te nakon izvršenja tretmana na plodu ovisno o repeticiji. Masa plodova mjerila se vagom modela Mettler Toledo P1210 osnovne mjerne jedinice gram (g) s preciznošću od dvije decimale. Prilikom mjerenja plodovi su bili posve suhi zdravi i neoštećeni.

Kalo plodova izračunat je prema prikazanoj fomuli te prikazuje gubitak mase ploda nakon čuvanja u hladnjači iskazan u postocima.

$$\text{kalo} = \frac{m1-m2}{m1} x\ 100$$

m1 – masa ploda prije čuvanja

m2 – masa ploda nakon čuvanja

4.4.2. Tvrdoća ploda

Tvrdoća plodova mjerena je digitalnim penetrometrom PCE-PTR200 (slika 5.). Prilikom mjerenja upotrebljena je sonda promjera 9mm, dubina pentracije je bila 1 cm, a mjerenja su izražena u $kgcm^{-2}$. Svakom plodu tvrdoća je mjerena na 4 mjesta po obodu ploda. Na svakom mjestu mjerenja prethodno je odstranjena kožica.



Slika 5. Mjerenje tvrdoće ploda (izvor: privatna fotografija)

4.4.3. Boja kožice ploda

Boja svakog ploda mjerena je na najtamnijm dijelu plod te na najzelenijem mjestu na plodu. Te pozicije su označene na plodu sa crnim markerom kako bi se iste pozicije na plodu mogle ponovno mjeriti nakon provedenog tretmana i čuvanja u hladnjači.

Boja je mjerena kolorimetrom ColorTec-PCM Plus 30mm Benchtop Colorimeter (slika 6.) po CIE L*a*b* sistemu. Vrijednost "L*" (luminiscenca) označuje brojčanu vrijednost refleksije svijetla. "L" vrijednost 0 prikazuje crnu boje odnosno nedostatak refleksije dok vrijednost 100 prikazuje bijelu boju odnosno apsolutnu refleksiju. Vrijednost "a*" prikazuje intenzitet crvene ili zelene boje. Negativan iznos parametra "a*" upućuje na intenzitet zelene boje, a pozitivna vrijednost na intenzitet crvene boje. Vrijednost "b*" prikazuje intenzitet žute ili plave boje. Negativan iznos parametra "b*" upućuje na intenzitet plave boje dok pozitivna vrijednost na intenzitet žute boje.



Slika 6. Mjerenje boje kožice ploda (izvor: privatna fotografija)

4.4.4. Topljiva suha tvar

Topljiva suha tvar mjerena je digitalnim refraktometrom Atago Pal 1. Topljiva suha tvar mjerena refraktometrom je prividna i izražava se kao vrijednost sharoze te se stoga i naziva "prividnim šećerom" iako se u sastav topljive suhe tvari ubrajaju šećeri, organske kiseline, soli i aminokiseline (Voća i sur., 2011.). U sastavu topljive suhe tvari breskve preko polovice šećera čini sharoza dok se saharoza kreće u rasponu od 4,9% - 7,2% (Katalinić, 2006.). Neposredno prije mjerenja instrument je baždaren destiliniranom vodom na 20°C.

4.4.5. Ukupne kiseline

Ukupne kiseline mjerene su metodom titracije s 0,1M NaOH izražene u postocima, uz indikator brom timol plavi. Uzorak za titraciju sadržavao je 5 ml soka ploda breskve, te je titriran s 0,1M NaOH do pojave maslinasto zelene boje.

Prema utrošku lužine 0,1M NaOH izračunata je ukupna kiselina izražena kao limunska kiselina prema slijedećoj formuli:

$$\% \text{ ukupne kiseline} = \frac{A * F * 10}{D}$$

Gdje je: A – utrošak lužine (ml)

F – faktor za preračunavanje kiseline (za limunsku kiselinu, 0,64)

D – količina uzorka u titriranoj tekućini (ml)

4.4.6. Cilindar

Indeks sočnosti predstavlja odnos mase slobodnog soka i mase tkiva u kojem se on nalazio. Uzorak se uzima posebnim nožem promjera jedan centimetar, kojem se prije uzimanja uzorka izmjerila masa. Uzorak ploda za mjerenje uzet je sa ekvatora ploda obuhvaća meso ploda od kožice do koštice. Iz uzorka se prešanjem izvadio sok, te se izmjerila masa soka. Indeks sočnosti izračunat je prema sljedećoj formuli i izražen u postotcima:

$$JI = \frac{m_{cej}}{m_c} \times 100$$

gdje je:

m_{cej} – masa iscijeđenog soka iz cilindra

m_c – masa cilindra prije cijeđenja soka

4.4.7. Statistička obrada rezultata

Statistička obrada izmjerenih vrijednosti mase, boje, kala, tvrdoće, topljive suhe tvari i ukupnih kiselina izvršena je u statističkom paketu SAS 9.3 analizom varijance i LSD testom.

5. REZULTATI I RASPRAVA

Provođenjem fizikalno-kemijskih analiza plodova breskve Fayette u berbi, te nakon tretmana esencijalnim uljem čajevca i čuvanja na 0ºC i 5ºC u trajanju od 28 dana, dobiveni su rezultati koji su statistički analizirani i prikazani u sljedećim tablicama. Analizom podataka pokazalo se da postoje značajne razlike u mjerenim parametrima na plodovima usljed čuvanja na različitim temperaturama, te određene razlike kod tretmana različitim koncentracijama esencijalnog ulja čajevca.

5.1. Masa i kalo ploda

Analiza varijance pokazala je značajnu razliku kala čuvanja kod različitih temperatura čuvanja kao i kod različitih tretmana, ali nije pokazala značajne razlike u interakciji temperature čuvanja i tretmana (tablica 4.).

Tablica 4. Analiza varijance gubitka plodova na masi tijekom čuvanja

	Kalo čuvanje	
ANOVA	**F**	
Temperatura (Te)	49,17	***
Tretman (T)	5,84	**
Te x T	0,0	ns

Napomena: ns, *, **, *** – nema statistički značajne razlike, statistički se značajno razlikuje uz P≤0.05, P≤0.01, odnosno P≤0.001

Tretmani esencijalnim uljem međusobno se značajno razlikuju u vrijednostima kala čuvanja, međutim nema razlike naspram kontrole. Tretman uljem u koncentraciji 0,26% imao je značajno manji gubitak mase plodova u odnosu na tretman uljem u koncentraciji 0,52%. Značajne razlike u gubitku plodova na masi utvrđene su i kod plodova čuvanih na različitim temperaturama (tablica 5.).

Tablica 5. Prosječna vrijednost kala čuvanja po temperaturi čuvanja i tretmanu

Kalo čuvanja (%)		
Temperatura $\bar{x}$ ± SD		
0°C	17,49 ± 3,09	
5°C	14,09 ± 1,65	
Tretman $\bar{x}$ ± SD		
0,26%	15,47 ± 2,83	b
0,52%	17,60 ± 3,46	a
kontrola	16,78 ± 2,84	ab

Napomena: a,b – prosjeci označeni istim slovom unutar jednog tretmana se statistički ne razlikuju prema LSD testu uz P≤0.05

U odnosu temperature čuvanja i tretmana utvrđene su značajne razlike kod temperature čuvanja od 0°C, dok pri temperature čuvanja od 5°C nije bilo značajnih razlika među tretmanima (Tablica 6.). Pri temperaturi čuvanja od 0°C tretman sa 0,56% esencijalnog ulja čajevca nije značajno smanjio kalo u odnosu na kontrolu, naspram tretmana sa 0,26% ulja čajevca (16,12 %) kod kojeg je utvrđeno značajno smanjenje kala čuvanja u odnosu na kontrolu (17,52 %) i tretman s 0,52% ulja čajevca (18,84 %) što je prikazano u tablici 6. Bolje očuvanjne mase ploda rezultat je usporavanjna procesa dozrijevanjna ploda zbog usporavanjna procesa disanja ploda na niskim temperaturama.

Tablica 6. Prosječne vrijednosti za kalo čuvanja nakon 4 tjedna čuvanja ovisno o temperaturi čuvanja i tretmanu

Temperatura	Tretman	Prosjek	LSD
0°C	Kontrola	17,52 ± 2,65	a
	0,56%	18,84 ± 3,27	a
	0,26%	16,12 ± 2,84	b
5°C	Kontrola	14,13 ± 1,80	a
	0,56%	14,64 ± 1,70	a
	0,26%	13,25 ± 1,24	a

Napomena: a,b – prosjeci označeni istim slovom unutar jednog tretmana se statistički ne razlikuju prema LSD testu uz P≤0.05

5.2. Tvrdoća, sadržaj topljive suhe tvari i sadržaj ukupnih kiselina

Od parametra kakvoće ploda mjereni su tvrdoća, sadržaj topljive suhe tvari i sadržaj ukupnih kiselina. Analiza varijance pokazala je značajne razlike kod svih navedenih parametara tijekom čuvanja na različitim temperaturama, dok primjena tretmana uljem čajevca i interakcija temperature i tretmana uljem čajevca nije pokazala značajne razlike. Analiza varijance odnosa sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina pokazala je značajne razlike tijekom čuvanja pri različitim temperaturama i primjenom tretmana uljem čajevca, dok njihova interakcija nije pokazala značajne razlike (tablica 7.).

Tablica 7. Analiza varijance tvrdoće, sadržaja topljive suhe tvari (SSC), sadržaja ukupnih kiselina (TA), i odnosa SSC/TA

	Tvrdoća		**Topljiva suha tvar (SSC)**		**Ukupne kiseline (TA)**		**SSC/TA**	
ANOVA	**F**		**F**		**F**		**F**	
Temperatura (Te)	11,46	***	8,82	**	156,89	***	91,83	***
Tretman (T)	0,42	ns	1,26	ns	0,07	ns	3,37	*
Te x T	0,48	ns	0,64	ns	0,64	ns	3,74	ns

Napomena: ns, *, **,*** – nema statistički značajne razlike, statistički se značajno razlikuje uz P≤0.05, P≤0.01, odnosno P≤0.001

Kod plodova čuvanih pri 5°C utvrđene su značajno niže vrijednosti tvrdoće ploda, sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina u odnosu na plodove čuvane pri 0°C, dok je odnos sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina imao značajno više vrijednosti kod plodova čuvanih pri 5°C nego kod plodova čuvanih pri 0°C (tablica 8.). Kao što je već ranije navedeno, utjecaj tretmana čajevca (u koncentraciji od 0,26% i 0,52%) na tvrdoću, sadržaj topljive suhe tvari i sadržaj ukupnih kiselina nije utvrđen, međutim utvrđen je značajan utjecaj na odnos sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina (Tablica 7. i 8.).

Tablica 8. Prosječne vrijednosti tvrdoće, sadržaja topljive suhe tvari (SSC) sadržaja ukupnih kiselina (TA), i odnosa SSC/TA ukupno po temperaturi čuvanja i ukupno po tretmanu

	Tvrdoća (kg cm^{-2})	SSC (%)	TA (%)	SSC/TA	
	x	x	x	x	LSD
			Temperatura $\bar{x}$ ± SD		
0°C	0,37 ± 0,18	12,46 ± 1,08	0,33 ± 0,18	30,60 ± 7,67	
5°C	0,22 ± 0,05	11,74 ± 0,94	0,05 ± 0,10	63,35 ± 26,57	
			Tretman $\bar{x}$ ± SD		
0,26%	0,35 ± 0,14	12,31 ± 0,92	0,19 ± 0,21	40,06 ± 23,11	a
0,52%	0,33 ± 0,19	12,44 ± 0,90	0,19 ± 0,20	41,29 ± 21,9	a
Kontrola	0,32 ± 0,17	12,13 ± 1,38	0,2 ± 0,20	34,41 ± 14,77	b

Napomena: a,b – prosjeci označeni istim slovom unutar jednog tretmana se statistički ne razlikuju prema LSD testu uz P≤0.05

Tvrdoća se značajno razlikovala ovisno o temperaturi čuvanja, dok tretman uljem čajevca nije imao utjecaj na tvrdoću ploda (tablice 7. i 8.). Tvrdoća se značajno razlikovala ovisno o temperaturi čuvanja, viša vrijednost tvrdoće izmjerena kod temperature čuvanja od 0 °C (0,37 kgcm^{-2}) naspram plodova čuvanih pri 5°C (0,22 kgcm^{-2}). Kod čuvanja na temperaturi od 0°C nije bilo značajnih razlika tvrdoće ovisno o tretmanu uljem. Prilikom čuvanja na 5°C izmjerena je značajna razlika u tvrdoći plodova tretiranih s 0,26% esencijalnog ulja čajevca (0,26 kgcm^{-2}) naspram plodova tretiranih s 0,56% ulja (0,20 kgcm^{-2}) i kontrole (0,21 kgcm^{-2}). Razlike u očuvanju tvrdoće između plodova tretiranih sa 0,56% ulja i kontrole nema (tablica 9.).

Sadržaj topljive suhe tvari značajno se razlikovao ovisno o različitim temperaturama čuvanja. Tretman esencijalnim uljem nije utjecao na sadržaj topljive suhe tvari. Značajna razlika u sadržaju topljive suhe tvari ovisno o temperaturi čuvanja očitovala se u većoj vrijednosti prilikom čuvanja na 0°C (12,46%) naspram plodova čuvanih pri 5°C (11,74%) (tablice 7. i 8.). Nije utvrđena značajna razlika u sadržaju topljive suhe tvari ovisno tretmanu esencijalnim uljem čajevca neovisno o temperaturi čuvanja (tablica 9.).

Sadržaj ukupnih kiselina (izražene kao limunska) također se kao i sadržaj topljive suhe tvari značajno razlikovala ovisno o temperature čuvanja, dok tretman esencijalnim uljem nije imao

utjecaja na sadržaj ukupnih kiselina. Značajno veća vrijednost sadržaja ukupnih kiselina izmjerena je prilikom čuvanja na 0°C (0,33%) naspram plodova čuvanih na 5°C (0,05%) (tablica 8.). Veća vrijednost ukupnih kiselina uslijed čuvanja na nižim temperaturama rezultat je usporavanja senescencije ploda čime se usporava i razgradnja kiselina. Sadržaj ukupnih kiselina nije se značajno promijenile s obzirom na tretmanu esencijalnim uljem čajevca neovisno o temperaturi čuvanja (tablica 9.).

Odnos sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina pokazao je značajnu razliku u vrijednostima prilikom čuvanja na različitim temperaturama, te značajnu razliku ovisno o tretmanu.. Veća vrijednosti odnosa sadržaja topljiva tvari i sadržaja ukupnih kiselina utvrđena je prilikom čuvanja na 5°C (63,35) naspram plodova čuvanih pri 0°C (30,60), te je izmjerena značajno veća vrijednosti prilikom tretmana kod obje koncentracije ulja (40,06 i 41,29) naspram kontrole (14,77) (tablica 8). Ovakva promjena odnosa sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina kod čuvanjna na različitim temperaturama, rezultata je intenzivne razgradnje kiselina prilikom čuvanjna na temperaturi od 0°C. U odnosu temperature čuvanja i tretmana nisu utvrđene su značajne razlike kod temperature čuvanja (tablica 9.). Odnos sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina glavni je čimbenik kod definiranja arome ploda, te i manje promjene u omjeru mogu značajno utjecati na okus samog ploda prilikom konzumacije. Iako promjena sadržaja ukupnih kiselina ulijed tretmana esencijalnim uljem čajevca nije rezultirala značajnom razlikom u vrijednosti sadržaja ukupnih kiselina (tablica 7.), njeno smanjenje (0,19%) naspram kontrole (0,2%) (tablica 8.) rezultiralo je značajnom promjenom odnosa sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina (tablica 7. i 8.).

Tablica 9. Prosječne vrijednosti za tvrdoću, sadržaj topljive suhe tvari (SSC), sadržaja ukupnih kiselina (TA) i odnosa sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina (SSC/TA) nakon 4 tjedna čuvanja ovisno o tretmanu i temperaturi čuvanja

Temperatura	Tretman	Tvrdoća (kg cm^{-2})		SSC (%)		TA (g L^{-1})		SSC/TA	
0°C	Kontrola	0,35 ± 0,19	a	12,31 ± 1,34	a	0,34 ± 0,18	a	29,45 ± 4,17	a
	0,56%	0,38 ± 0,19	a	12,56 ± 1,03	a	0,31 ± 0,18	a	32,76 ± 12,02	a
	0,26%	0,37 ± 0,15	a	12,53 ± 0,84	a	0,34 ± 0,18	a	29,67 ± 4,04	a
5°C	Kontrola	0,21 ± 0,04	b	11,51 ± 1,43	a	0,06 ± 0,11	a	51,4 ± 24,27	a
	0,56%	0,20 ± 0,03	b	12,14 ± 0,37	a	0,07 ± 0,12	a	63,07 ± 26,82	a
	0,26%	0,26 ± 1,24	a	11,56 ± 0,84	a	0,04 ± 0,07	a	75,66 ± 26,40	a

Napomena: a,b – prosjeci označeni istim slovom unutar jednog tretmana se statistički ne razlikuju prema LSD testu uz P≤0.05

Smanjenje navedenih parametara kakvoće ploda u skladu je s istraživanjem Carlos i sur. (1999.) od slabijem potencijaliu čuvanjna ploda breskve na 5°C. Rezultati istraživanja ukazuju na značajno očuvanje parametra kakvoće prilikom čuvanja na temperature od 0°C uslijed usporavanja procesa senescencije. Tretman esencijalnim uljem pozitivnu interakciju pokazao je na očuvanju tvrdoće pri čuvanju na temperature od 5°C, te višim vrijednostima odnosa sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina. Ovakav rezultat mogao bi biti rezultat smanjenja disanja ploda uslijed zatvaranja pora na plodu esencijalnim uljem.

5.3. Boja kožice ploda

Promjena boje kožice tijekom čuvanja nije se mogla utvrditi uslijed kvara uređaja za mjerenje boje.

5.4. Indeks sočnosti

Indeks sočnosti nije bilo moguće izmjeriti jer nije bilo slobodnog soka niti u jednom uzorku. Izostanak soka upućuje da su se ozljede od niskih temperatura počele razvijati u svim plodovima bez obzira na tretman iako još nisu bile oku vidljive (Fruk i sur., 2014.). Ovakav rezultatat slaže se navodima Carlos i sur. (1999.) i Lill i sur. (1989) da je brašnjavost glavni simptom ozljeda od niskih temperatura.

5.5. Truli i smežurani plodovi

Truli plodovi smatraju se svi plodovi koji su pokazali znakove fitopatoloških bolesti, a smežurani plodovi su zdravi plodovi kojima se uslijed velikog gubitka vlage kožica se naborala. Analiza varijance pokazala je značajnu razliku kod broja trulih plodova prilikom čuvanja na različitim temperaturama, dok primjena tretmana uljem čajevca i interakcija temperature i tretmana uljem čajevca nije pokazala značajne razlike. Analiza varijance smežuranih plodova nije pokazala značajne razlike prilikom čuvanja na različitim temperaturama ni prilikom tretmana esencijalnim uljem čajevca (tablica 10.).

Tablica 10. Analiza varijance trulih i smežuranih plodova

	Truli		**Smežurani**	
ANOVA	**F**		**F**	
Temperatura (Te)	38,40	***	0,19	ns
Tretman (T)	0,20	ns	0,03	ns
Te x T	0,20		0,18	ns

Napomena: ns, *, **,*** – nema statistički značajne razlike, statistički se značajno razlikuje uz P≤0.05, P≤0.01, odnosno P≤0.001

Kod plodova čuvanih pri 5°C utvrđen je značajno veći postotak trulih plodova (73,33%) u odnosu na plodove čuvane pri 0°C (20,00%), dok temperatura čuvanja nije imala značajan

utjecaj na broj smežuranih plodova (tablica 11.). Kao što je već ranije navedeno, utjecaj tretmana čajevca (u koncentraciji od 0,26% i 0,52%) na broj trulih i smežuranih nije utvrđen (tablica 10. i 11.).

Tablica 11. Prosječne vrijednosti trulih i smežuranih plodova po tretmanu, trajanju čuvanja i temperaturi čuvanja

	Trule (%)	**Smežurane (%)**
	x	**x**
	Temperatura $\bar{x}$ ± SD	
5°C	73,33 ± 17,32	67,50 ± 20,42
0°C	20,00 ± 14,14	59,58 ± 31,94
	Tretman $\bar{x}$ ± SD	
0,26%	50,00 ± 35,21	61,79 ± 35,12
0,52%	43,33 ± 28,75	64,05 ± 21,10
kontrola	46,67 ± 35,59	65,67 ± 24,01

Napomena: a,b – prosjeci označeni istim slovom unutar jednog tretmana se statistički ne razlikuju prema LSD testu uz P≤0.05

Pojava trulih plodova značajno je različita ovisno o temperaturi čuvanja, dok tretman esencijalnim uljem nije imao utjecaj na broj trulih plodova. Značajno veći broj trulih plodova utvrđen je kod plodova čuvanih na temperature od 5°C naspram plodova čuvanih na temperature od 0°C. Kao što je već navedeno, prilikom čuvanja na nižim temperaturama dolazi do očuvanja tvrdoće ploda, uslijed usporavanjna procesa senscencije, što dodatno otežava prodor patogena u plod. Ovaj rezultat se slaže s literaturom. Međutim, u istraživanju nisu utvrđene razlike u broju trulih plodova ovisno o tretmanu esencijalnim uljem čajevca (tablica 12.). Ovakav rezultat kontradiktoran je podatku o antifungalnom i antibakterijskom djelovanju esencijalnog ulja čajevca navedenog u istraživanju Jobling (2000.).

Broj smežuranih plodova nije se značajno razlikovao ni prilikom čuvanja na različitim temperaturama niti uslijed tretmana esencijalnim uljem (tablica 12.). Izostanak utjecaja tretmana

slaže se s rezultatima indeksa sočnosti, odnosno potvrđuje da je zbog roka čuvanja od 4 tjedna došlo do previsokog stupnja ozljeda od niskih temperatura. Uslijed toga nije moguće dobiti valjane rezultate utjecaja tretmana esencijalnim ulje na broj smežuranih plodova.

Tablica 12. Prosječne vrijednosti za broj trulih i smežuranih plodova nakon 4 tjedna čuvanja ovisno o tretmanu i temperaturi čuvanja

Temperatura	**Tretman**	**Truli (kom)**		**Smežurani (kom)**	
0°C	Kontrola	16,67 ± 5,77	a	70,83 ± 31,46	a
	0,56%	20,00 ± 17,32	a	61,43 ± 16,10	a
	0,26%	23,33 ± 20,82	a	70,24 ± 18,33	a
5°C	Kontrola	76,67 ± 20,82	a	58,33 ± 11,78	a
	0,56%	66,67 ± 11,55	a	66,67 ± 28,87	a
	0,26%	76,67 ± 23,09	a	53,33 ± 50,33	a

Napomena: a,b – prosjeci označeni istim slovom unutar jednog tretmana se statistički ne razlikuju prema LSD testu uz $P \leq 0.05$

6. ZAKLJUČAK

Iz provedenog istraživanja može se zaključiti kako se pri temperaturi čuvanja od 0°C puno bolje očuvala vanjska i unutarnja kakvoća ploda naspram čuvanja pri temperature od 5°C. Kod čuvanja na 0°C dolazi do boljeg očuvanja tvrdoće ploda, manjeg smanjenja ukupnih kiselina te veće povećanje topljive suhe tvari uslijed usporavanja procesa senescencije ploda. Kod temperatura čuvanja na 5°C došlo je do izrazitog povećanja broja trulih plodova prilikom naspram čuvanja na 0°C zato što je viša temperatura pogodnija za razvoj patogena na plodu. Tretman esencijalnim uljem utječe na očuvanje kala ploda, tvrdoću i utječe na odnose sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina. Tretman većom koncentracijom esencijalnog ulja povećava vrijednost kala čuvanja, dok ga tretman s manjom koncentracijom smanjuje s obzirom na netretirane plodove. Tretman esencijalnim uljem čajevca rezultirao je očuvanjem tvrdoće ploda prilikom čuvanja na 5°C što bi moglo biti značajno u vidu mogućnosti povećanja temperature čuvanja na vrijednosti iznad 0°C uz aplikaciju esencijalnog ulja i očuvanje kakvoće ploda kao prilikom čuvanju na 0°C. S obzirom na nedostatak pozitivnih rezultata esencijalnog ulja čajevca na ostale parameter kakvoće ploda potrebno je napraviti detaljnije istraživanje o utjecaju različitih koncentracija esencijalnog ulja čajevca pri temperaturama čuvanja od 0°C do 5°C, kako bi se odredila idealna kombinacija ulja i temperature čuvanja. Negativni utjecaj tretmana esencijalnim uljem očitovao se u odnosu sadržaja topljive suhe tvari i sadržaja ukupnih kiselina, te je uzrokovao povećanje omjera, što negativno utječe na aromu ploda. Ovaj rezultat potrebno bi bilo provjeriti organoleptičkim testom u daljnjim istraživanjima. Tretman esencijalnim uljem čajevca nije smanjio broj trulih plodova, te time nije potvrđeno antimikrobno djelovanje ulja. Iz nemogućnosti mjerenja indeksa sočnosti zbog prevelikog stupnja ozljeda od niskih temperatura, zaključujemo da je period čuvanja od 4 tjedna predug neovisno o temperature i tretmanu tijekom čuvanja. Izostanak utjecaja temperature na broj smežuranih plodova slaže se s rezultatima indeksa sočnosti, odnosno potvrđuje da je roka čuvanja od 4 tjedna predugačak te je za dobivanje valjanih rezultata o utjecaju temperature i esencijalnog ulja čajevca na indeks sočnosti i smežuranost plodova potrebno ponoviti istraživanje s kraćim rokom čuvanja ploda.

7. LITERATURA

1. Anderson, R. E. (1979.), The influence of storage temperatures and warming during storage on peach and nectarine fruit quality, Journal of American society of horticultural science, 104, str. 459.-461.
2. Anthony, B. R., Phillips, D. J:, Badr, S., Aharoni, Y. (1989.), Decay control and quality maintenance after moist air heat treatment of individually plastic wrapped nectarines, Journal of American society of horticultural science 114: str 946-949.
3. Arrebola, E., Sivakumar, D. (2010.), Combined application of antagonist Bacillus amyloliquefaciens and essential oils for the control of peach postharvest diseases, Crop protection, vol 29, issue 4, str. 369.-377.
4. Ben-Arie, R., Sonego, L., (1980.), Pectolytic enzyme activity involved in woolly breakdown of peach, Phytochemistry 19., str. 2553.-2555.
5. Brackmann, A., Giehl, R. F. H., Sestari. I., Mello. A. M. D., Guarienti A. J. W. (2005.), Use of controlled atmosphere for storage of "Eldorado" peaches harvested at two maturity stages, Revista Brasileira de Armazenamento 30 (2), str. 209.-214.
6. Bruhn, C. M., Feldman, N., Garlitz, C., Hardwood, J., Ivan, E., Marshall, M., Riley, A., Thurber, D., Williamson, E. (1991.), Consumer perceptions of quality: Apricots, cantaloupes, peaches, pears, strawberries and tomatos, Journal of food quality, 14, str. 187.-195.
7. Brummell, A. D., Cin, V. D., Lurie, S., Crisosto, C. H., Labavitch, J. M. (2004.), Cell wall metabolism during the development of chilling injury in cold-stored peach fruit: association of mealiness with arrested disassembly of cell wall pectins, Journal of experimental botany, vol 55, no 405, str. 2041.-2052.
8. Carlos, H. C., Mitchell, F. G., Ju, Z., Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine and plim cultivars grown in California, Department of pomology, University of California, Kearney agricultural center, Parlier, CA 93648
9. Chambroy, Y., Souty, M. (1995.), The role of CO_2 on stone-fruit performance. Utilization of modified atmospheres. In: postharvest quality and derived products in stone fruits, Vendrell M., Audergon J. M. /eds), Ayutamiento de Lerida, Lerida, Spain str 139.-197.

10. Choi, J. H., Lee, S. K. (1997.), Effect of MA storage on woolliness of "Yumyeong" peaches. Postharvest horticulture series – department of pomology, University of California 17., str. 132.-138.
11. Cristos, C. H., Jhonson, R. S., DeJong, T., Day, K. R. (1997.), Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality, HortScience 32, str. 820.-823.
12. Cristos, C. H., Mitchell, F. G., Johnson, R. S. (1995.), Factors in fresh market stone fruit quality, Postharvest news and info, 6, str. 17.-21.
13. Deans, S., Ritchie, G. (1987), Antibacterial properties of plant essential oils, Journal of food microbiology, vol 5, str. 165.-180.
14. FAO Database (2013.), http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E
15. Fideghelli, C., Della Strada G., Grassi, F., Morico, G. (1998.), The peach industry in the world: Present situation and trend. Acta Hortic. 465, str. 29.-40.
16. Forster, H., Driever, G. F., Thompson, D. C., Adaskavea, J. E. (2007.), Postharvest decay management for stone fruit crops in California using the "Reduced-Risk" fungicide fludivxonil and Fenhexamid, Plant Diseases, 91(2), str. 209.-215.
17. Fruk, G., Čmelik, Z., Jemrić, T., Hribar, J., Vidrih, R. (2014.), Pectin role in woolliness development in peaches and nectarines: A review, Scientia horticulturae 180, str. 1.-5.
18. Fruk, G., Jemrić, T., Sever, Z., Škutin Matijaš, H., Cvjetković, B. (2009.), Effect of hot air treatment on nectarine fruit quality and storage decay, Glasilo biljne zaštite 9 (6), str. 410.-417.
19. Girardi, C. L., Corrent, A. R., Lucchetta, L., Zanuzo, M. R., Costa, T. S. D., Brackmann, A., Twyman, R. M., Nora, F. R., Nora, L., Silva, J.A., Rombaldi, C. V. (2005.), Effect of ethylene, intermittent warming and controlled atmosphere on postharvest quality and the occurrence of woolliness in peach (*Prunus persica* cv Chiripa) during cold storage, Postharvest biology technology 38, str. 25.-33.
20. Infante, R., Meneses, C., Crisosto, C. H. (2009.), Preconditioning treatment maintains taste characteristic perception of ripe "September Sun" peach following cold storage, International Journal of Food Science and Technology 44 (5), str 1011.-1016.
21. Inouye, S., Watanabe, M., Nishiyama, Y., Takeo, K., Akao, M., Yamaguchi, H. (1998.), Antisporulating and respiration-inhibitory effects of essential oils on filamentous fungi, Mycoses, 41, str. 403.-410.

22. Jhonson, R. S., LaRue, J. H. (1989.), Peaches, Plums and Nectarines, University of California, Division of Agriculture and natural resources.
23. Jobling, J. (2000.), Essential oils: a new idea for postharvest disease control ,Good fruit and vegetables magazine, 11(3), str. 50.
24. Ju, Z. G., Duan, J. S., Ju, Z. Q. (2000.), Letheriness and mealiness of peaches in relation to fruit maturity and storage temperature, Journal of horticultural sciences and biotechnology, 75, str. 86.-91.
25. Katalinić, V., (2006.), Kemija mediteranskog voća i tehnologija prerade, Skripta 1. dio, Kemijsko-tehnološki fakultet Split
26. Levaj, B., Dragovic-Uzelac, V., Dancevic, A., Frlan, J. (2003.), The effect of ripening and storage on peach pectin and gel strength of related jams, Acta Aliment. Hung, 32, str. 329.-340.
27. Lill, R. E., Mespel, G. J. V. D. (1988.), A method for measuring the juice content of mealy nectarines, Scientia horticulturae, 36, str. 267.-271.
28. Lill, R. E., O'Donoghue, E. M., King, G. A. (1989.), Postharvest physiology of peaches and nectarines, Horticultural Science 17, str. 337.-344.
29. Lurie, S., Crisosto, C. (2005.), Chilling injury in peach and nectarine, Postharvest Biology and Tehnology 37, str. 195.-208.
30. Mao, L., Zhang, S. (2001.), Role of pectolytic enzymes and cellulose during ripening and woolly breakdown in peaches, Acta Hortic. Sin. 28. str. 107.-111.
31. Maqbool, M., Ali A., Alderson, G. P., Mohamed, M. T. M., Siddiqui, Y., Zahid, N. (2011.), Postharvest application of gum Arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage, Postharvest biology and tehnology 62, str. 71.-76.
32. Mari, M. (1997.), The postharvest phase: Emerging technologies for the control of fungal diseases, Phytoparasitica, vol 26, issue 1, str. 59.-66.
33. Medin, A. (1989.), Suvremeno voćarstvo u jadranskom području, PK Zadar, Zadar
34. Medin, A. (1998.), Breskva: suvremena proizvodnja, Alfa, Zagreb.
35. Michailides, T. J., Spotts, R. A. (1990.), Transmission of Mucor piriformis to fruit Prunus persica by Carpophilus spp. and Drosophila melanogaster, Plant dis, 74, str. 287.-291.

36. Mollendorff, V. L. J., Jacobs, G., Villiers, O. T. D. (1992.), Effect of temperature manipulation during storage and ripening on firmness, extractable juice and woolliness in nectarines, Journal of Horticultural Science 67 (5), str. 655.-662.
37. Mollendorff, V. LJ., Jacobs, G., Villiers, O. T. D. (1992.), Effect of temperature manipulation during storage and ripening on firmness, extractable juice and woolliness in nectarines, The journal of horticultural sciences 67, str. 655.-662.
38. Oliveira, F. E. D. R., Abreu, C. M. P. D., Asmar, S. A., Correa, A. D., Santos, C. D. D. (2005.), Firmness of peach "Diamante" treated with 1-MCP, Rev. Bras. Frutic. 27, str. 366.-368.
39. Ortiza, A., Vendrell, M., Lara, I. (2011.), Softening and cell wall metabolism in late-season peach in response to controlled atmosphere and 1-MCP treatment, The journal of horticultural sciences and biotechnology, 86, str. 175.-181.
40. Parshant, B., Masoodi, F. A. (2009.), Effectt of pre-storage heat treatment on enzymological changes in peach, Journal of food sciences and technology 47(4), str. 461.-463.
41. Reddy, M. V. B., Angers, P., Gosselin, A., Arul, J. (1998.), Characterization and use of essential oil from Thymus vulgaris against Botrytis cinerea and hizopus stolnifer in strawberry fruits, Phytochemistry, vol 47, issue 8, str. 1515.-1520.
42. Sonego, L., Ben-Arie, R., Raynal, I., Pech, I. C. (1995.), Biochemical and physical evaluation of textural characteristics of nectarines exhibiting woolly breakdown – NMR imaging, X-ray computed tomography and pectin compostion, Postharvest biology technology 5, str. 187.-198.
43. Sulali, A., Krishanthi, A., Shanthi, W. (2003.), The effect of spraying essential oils of Cymbopogon nardus, Cymbopogon flexuosus and Ocimum basilicum on postharvest diseases and storage life of Embul banana, The journal of horticultural sciences and biotechnology. vol 78, izdanje 6., str. 780.-785.
44. Tripathi, P. (2004.), Exploration of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables, Postharvest biology and technology, vol 32, issue 3, str. 235.-245.

45. Tripathi, P., Dubey, N. K., Banerji, R., Chansouria, J. P. N. (2004.), Evaluation of some essential oils as botanical fungitoxicants in management of post-harvest rotting of citrus fruits, vol 20, issue 3, str. 317.-321.
46. United States Department od Agriculture, Foreign Agricultural Services (2015.), Fresh peaches and cherries: world markets and trade.
47. Voća, S., Dobričević, N., Šic Žlabur, J., (2011.), Priručnik za vježbe iz modula Prerada voća i povrća, Priručnici / nastavni tekst Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
48. Von Mollendorff, L.J., Jacobs, G., De Villiers, O. T. (1992.), Cold storage influences internal characteristics of nectarines during ripening, HortScience 27, str. 1295.-1297.
49. Zhou, H. W., Ben-Arie, R., Lurie, S. (2000a.), Pectin esterase, polygalacturonase and gel formation in peach pectin fractions, Phytochemistry 55, str 191.-195.
50. Zhou, H. W., Lurie, S., Lers, A., Khalchitski, A., Sonego L., Ben-Arie, R (2000b.), Delayed storage and controlled atmosphere storage of nectarines: two strategies to prevent woolliness, Postharvest biology technology 18, str. 133.-141.
51. Zhu, S., Liu, M., Zhou, I. (2006.), Effects of fumigation with nitric oxide on cell wall metabolisms of postharvest Feicheng peaches, Sci. Agric. Sin. 39, str. 1878.-1884.
52. Ziedan, El-Sayed H. E., Farrag, S. H. E. (2008.), Fumigation of peach fruits with essential oils to control postharvest decay, Journal of agriculture and biological sciences, 4(5), str. 512.-519.