

# Praćenje mikrobiološke ispravnosti i senzorskih svojstava narezane jabuke sorte Cripps pink obrađene antioksidansima i skladištene u kontroliranoj atmosferi

---

**Drobec, Soledad-Dea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:059307>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-09**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija**

**Soledad-Dea Drobec**  
**6545/PT**

**PRAĆENJE MIKROBIOLOŠKE ISPRAVNOSTI I SENZORSKIH SVOJSTAVA  
NAREZANE JABUKE SORTE CRIPPS PINK OBRADENE ANTIOKSIDANSIMA I  
SKLADIŠTENE U KONTROLIRANOJ ATMOSFERI**

**ZAVRŠNI RAD**

**Modul:** Kemija i tehnologija voća i povrća

**Mentor:** prof. dr.sc. *Branka Levaj*

## DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo

Laboratorij za procese konzerviranja i preradu voća i povrća

### **PRAĆENJE MIKROBIOLOŠKE ISPRAVNOSTI I SENZORSKIH SVOJSTAVA NAREZANE JABUKE SORTE CRIPPS PINK OBRAĐENE ANTIOKSIDANSIMA I SKLADIŠTENE U KONTROLIRANOJ ATMOSFERI**

**Soledad-Dea Drobec 6545/PT**

#### **Sažetak:**

Cilj ovog rada bio ispitati mikrobiološku stabilnost i senzorska svojstva narezane jabuke Cripps Pink čuvane u priručnoj komori tijekom 8 dana pri kontroliranim uvjetima temperature i atmosfere. Za istraživanje korištena je jabuka Cripps Pink iz trgovačke mreže nabavljena u veljači 2016. godine. Plodovi su minimalno prerađeni, oprani, oguljeni i izrezani na komadiće veličine 3cm, te skladišteni tijekom 8 dana u komori s kontroliranom atmosferom s razinom kisika oko 11%, te CO<sub>2</sub> oko 9% pri temperaturi od 6°C. Iz dobivenih rezultati proizlaze zaključci da sva senzorska svojstva (okus, boja, tekstura) najveće promjene doživljavaju do trećeg dana, a između trećeg i petog dana bitno se ne mijenjaju, da topljiva suha tvar tijekom skladištenja blago raste, a da je mikrobiološkom analizom ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija te kvasaca ustanovljena ispravnost jabuke za konzumaciju tijekom svih 8 dana skladištenja. Ovim ispitivanjem pokazalo se da je skladištenje u kontroliranoj atmosferi i tretman antioksidansima imalo povoljan utjecaj na narezane jabuke sorte Cripps Pink tijekom 8 danaskladištenja.

**Ključne riječi:** minimalno procesirano voće, jabuka, mikrobiološka analiza, senzorska svojstva

**Rad sadrži:** 28 stranice, 7 slika, 3 tablice, 1 shema, 43 literaturnih navoda, 3 priloga

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf formatu) odliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. *Branka Levaj*

**Pomoć pri izradi:** izv. prof. dr. sc. *Jasna Mrvčić*

**Rad predan:** Srpanj, 2016.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Final work

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

Undergraduate studies – Food Technology

Department of Food Engineering

Laboratory for Technology of Fruits and Vegetables Preservation and Processing

### **MONITORING THE MICROBIOLOGICAL SAFTY AND SENSORY ATTRIBUTES OF FRESH CUT APPLES CRIPPS PINK TREATED BY ANTIOXIDANTS AND STORED IN A CONTROLLED ATMOSPHERE**

**Soledad-Dea Drobec 6545/PT**

#### **Abstract:**

The aim of this thesis was to analyze microbiological regularity and sensory properties of a sliced apples sort Cripps Pink which was stored in a cached chamber for 8 days, under controlled temperature and atmosphere conditions. The sort Cripps Pink was used in the research, purchased from a trading network in February 2016. The fruits were minimally processed, peeled and cut into pieces the size of 3cm. They were stored for 8 days in a chamber with controlled atmosphere and oxygen level around 11%, CO<sub>2</sub> around 9%, with the temperature of 6°C. The results show that all sensory properties (taste, color and texture) experience the greatest changes by the third day, and between the third and fifth day, they do not show any significant changes. Further, soluble solids during storage rise, and the microbiological analysis of aerobic mesophilic bacteria and yeasts confirms the quality of apples consumption during all 8 days of storage. The study has shown that the storage in a controlled atmosphere and antioxidants treatment had a positive effect on the sliced apples Cripps Pink during 8 days of storage.

**Keywords:** minimally processed fruits, apple, microbiological analysis, sensory attributes

**Thesis contains:** 28 pages, 7 figures, 3 tables, 1 shema, 43 references, 3 supplements

**Original in:** Croatian

**Final work in printed and electronic (pdf format) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** PhD *Branka Levaj*, full professor

**Technical support and assistance:** PhD *Jasna Mrvčić*, associate professor

**Thesis delivered:** July, 2016.

## SADRŽAJ:

1. Uvod.....	1
2. Teorijski dio.....	2
2.1. Voće.....	2
2.2. Jabuka .....	3
2.2.1. Sorta Cripps Pink.....	4
2.3. Minimalno procesiranje voća .....	5
2.3.1. Minimalno procesirana jabuka .....	6
2.3.2. Posmeđivanje minimalno procesirane jabuke.....	8
2.3.2.1. Sredstva za sprječavanje posmeđivanja.....	10
2.3.3. Senzorska svojstva minimalno procesirane jabuke .....	11
2.3.4. Sredstva za dezinfekciju i održavanje mikrobiološke ispravnosti.....	12
3. Eksperimentalni dio.....	14
3.1. Materijali.....	14
3.1.1. Pribor i aparatura.....	14
3.1.2. Kemikalije.....	15
3.2. Metode rada.....	15
3.2.1. Priprema uzoraka jabuka i njihova obrada otopinama.....	16
3.2.2. Mikrobiološka analiza.....	16
3.2.3. Senzorska analiza.....	17
3.3. Rezultati i rasprava.....	18
4. Zaključak.....	23
5. Literatura.....	24

## 1. UVOD

Sve brži stil života ljudi nameće jednako tako i brzu, usputnu prehranu no potrošači danas sve više traže hranu visoke kakvoće koja je po svojim organoleptičkim svojstvima što sličnija sirovoj neprerađenoj hrani, posebno kada se radi o voću i povrću koje se iz zdravstvenih razloga preporuča konzumirati na dnevnoj bazi. Stoga se industrija sve više bavi minimalnom preradom voća i povrća.

Plod jabuke može se dugo skladištiti te se konzumira kroz cijelu godinu i pogodan je za preradu u minimalno procesiranu jabuku (MJP). Da bi ga se učinilo prihvatljivijim potrošačima za brzu i jednostavnu konzumaciju prerađuje ga se tzv. minimalnom preradom. Minimalna prerada predstavlja svu obradu voća kao i u konvencionalnoj preradi do termičkog tretmana te time voće zadržava organoleptička svojstva, osobine svježine, živog tkiva te nutritivne značajke. Takvi proizvodi su zdravstveno ispravniodređeni broj dana, a prošli su tek minimalnu preradu poput toga da su oprani, oguljeni, narezani te zapakirani u manja pakovanja čime je omogućena jednostavna konzumacija. Takvom preradom enzimi i mikroorganizmi ostaju aktivni pa je voće lako pokvarljivo. Iz tog razloga važni su uvjeti kako uzgoja, berbe, transporta, skladištenja i prerade, tako i čuvanja finalnog proizvoda.

Nadalje, minimalno procesirana jabuka poželjna je i u jelovniku (danas sve popularnijeg načina serviranja hrane), u samoposlugama, u restoranima, prilikom cateringa, na švedskom stolu i sl. Održavanje higijenskih uvjeta takvog načina serviranja vrlo je zahtjevno, stoga je cilj ovog rada bio ispitati mikrobiološku stabilnost i senzorska svojstva narezane jabuke Cripps Pink čuvane u priručnoj komori tijekom 8 dana pri kontroliranim uvjetima temperature i atmosfere.

Svježe narezano ili eng "fresh cut", spremno za neposrednu konzumaciju ili "ready to use", slično svježem ili "like fresh"; sve su nazivi za minimalno procesirano voće i povrće.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Voće

Pod voćem se podrazumijevaju plodovi različitih vrsta voćaka namijenjenih za ljudsku prehranu u svježem stanju ili za preradu i konzerviranje. Voće može biti od drvenastih (višegodišnjih) ili zeljastih biljaka koje mogu biti kultivirane ili samonikle. Voće je nezamjenjivo u ljudskoj prehrani jer organizmu osigurava veoma značajne makro i mikro nutritivne komponente neophodne za pravilno funkcioniranje organizma i dobro zdravlje.

Voće se jede svježe ili sirovo, kuhano, pečeno ili sušeno. Tokom cijele godine jedu se različiti proizvodi od voća: sokovi, kompot, džem, marmelada, slatko, pekmez, žele i drugi proizvodi. U svježem stanju najčešće se jede sočno voće. U tu grupu spadaju: jabuka, kruška, breskva, marelica, šljiva, jagoda, malina, naranča, mandarina, grožđe, ribizl, smokve i dr..

Podjela voća može se načiniti prema više kriterija. Ako kao kriterij upotrijebimo godišnje doba u tom slučaju razlikujemo: proljetno, ljetno i jesensko voće. (Jašić, 2013)

**Tablica 1.** Podjela voća

	Vrsta	Pripadnici vrste
1	Jezgričavo voće	jabuka, kruška, dunja, mušmula
2	Koštunjičavo voće	višnje, šljive, trešnje, breskve, marelice
3	Lupinasto voće	orah, lješnjak, badem, kesten
4	Bobičasto voće	grožđe, ribiz, borovnica, brusnica
5	Jagodasto voće	jagoda, kupina, malina, dud
6	Agrumi	naranča, limun, nar, mangarina, limeta

Prema geografskom porijeklu i klimatskim uvjetima razlikujemo kontinentalno i južno voće, te suptropsko i tropsko voće. U kontinentalno voće ubrajamo: jezgričavo, koštunjičavo, jagodasto, bobičasto, jezgrasto i južno voće (tablica 1). Osim navedenih kriterija u podjeli voća i povrća mogu se koristiti i drugi kriteriji.

## 2.2. Jabuka

Jabuka je višegodišnja (drvenasta) biljka čiji plodovi pripadaju jezgričavom voću zajedno s kruškom, dunjom i drugim voćem. Jabuke dozrijevaju od najranijeg ljeta pa sve do zime. U svijetu je poznato više od 10 000 sorata jabuka. Najrasprostranjenija je voćka na svijetu, a već oko 1600. godine bilo je poznato preko 200 sorata. Botanički pripada porodici Rosaceae. (Lučić, 2014.)

Jabuka (*Malus × domestica* Borkh.) prema botaničkoj klasifikaciji (Ivančić, 2002.) spada u:

Red: *Rosales*

Porodica: *Rosaceae*

Potporodica: *Maloideae*

Rod: *Malus*

Vrsta: *Malus × domestica* Borkh

Zbog velikog broja sorata postoje različite podjele jabuka. Neke od njih su prema vremenu sazrijevanja, prema obliku, prema boji, svojstvu pokožice, okusu, teksturi pa i intenzitetu mirisa. Po obliku dijele se na okrugle, šiljate, plosnate, rebraste, bez rebara, s dubokom ili plitkom čašicom. Dijele se i po boji i svojstvu pokožice ploda na crvene, žute, šarene, obojene kao mramor, odnosno glatke, sjajne, hrapave, i masne jabuke. No najpoznatija podjela je prema vremenu dozrijevanja pri čemu se razlikuju rane ili ljetne, srednje rane ili jesenske te kasne ili zimske jabuke.

Ljetne sorte su uglavnom namijenjene za potrošnju odmah nakon berbe ili se mogu čuvati u hladnjači neko kraće vrijeme.

Jesenske i zimske sorte ubrane u optimalnom roku berbe uglavnom se čuvaju nekoliko mjeseci u hladnjačama. Vrijeme dozrijevanja jabuka značajno varira o sorti i području uzgoja, nadmorskoj visini, klimatskim čimbenicima, posebno temperaturi i dr. Uagrokološkim uvjetima Hrvatske intenzivnoj proizvodnji zastupljen je manji broj vodećih zimskih sorti od kojih su najznačajnije: Idared, Jonagold, Zlatni Delišeš, Granny Smith, Fuji i Braeburn. S obzirom na to da je najveća potrošnja jabuke u jesenskim (listopad - prosinac) i proljetnim mjesecima (ožujak - svibanj), sorte kasnijeg vremena dozrijevanja imaju prednosti jer podnose dulje vrijeme skladištenja (u optimalnim uvjetima), te se vade iz hladnjače i plasiraju na tržište ovisno o potrebama potrošača tijekom cijele godine.



### 2.2.1. Sorta jabuke Cripps Pink

Australska sorta jabuke Cripps Pink (Pink Lady) koju je stvorio John Cripps, nastala je križanjem sorata Golden Delicious i Lady Williams 1979. god. Pojavila se u uzgojnom programu zapadne Australije, a nakon 10 godina puštena je na tržišnu evaluaciju. Ime Pink Lady zaštićeno je i patentirano od strane APAL-a (Apple and Pear Australia Limited) zbog nadzora kontrole kvalitete jabuka koje se prodaju pod imenom Pink Lady. Zbog svojeg karakterističnog okusa i boje te tendencije da ne postaje brašnjava tijekom skladištenja, postaje jedna od vodećih sorti premium kakvoće.

Zbog zahtjeva za visokom temperaturom prilikom sazrijevanja, ograničen joj je uzgoj. Period sazrijevanja od 200 dana te zahtjev za toplom klimom omogućavaju ovoj sorti sazrijevanje samo na području Australije, Novog Zelanda, Čilea, Argentine kako i u južnoj Europi te sve više i u Americi. Dobri oprašivači su joj sorte Fuji, Granny Smith, Gala, Red Delicious, Jonathan, Braeburn, Gloster i Idared, a početak dozrijevanja kreće od studenog. Nakon 200 dana sazrijevanja plod je srednje velik do velik, duguljastog do koničnog oblika s velikim površinama zeleno-žute boje te dopunskim crvenkastozim obojenjem, što čini karakteristiku ove sorte. Meso ploda je čvrsto, gusto, kremaste boje, a okus slatko kiseli. Po svojim organoleptičnim kvalitetama probija se zamjetnom brzinom na svjetsko tržište, vjerojatno i brže nego bilo koja druga sorta. Pokazuje dugačak vijek čuvanja i ne pokazuje znakove bilo kakvih fizioloških oštećenja prilikom normalnog čuvanja.

Samo one Pink Cripps jabuke odgovarajuće vrhunske kvalitete mogu dobiti oznaku i biti prodane samo putem zaštićenog brenda koji nosi ime Pink Lady.



Slika 1. Plod jabuke Cripps Pink (<http://www.erinnudi.com/>)

### 2.3. Minimalno procesiranje voća

Pojam minimalnog procesiranja uključuje sve operacije (pranje, sortiranje, guljenje, rezanje, i td.) koje se provode u konvencionalnim tehnologijama prije blanširanja i proizvod takve prerade još uvijek ima karakteristike živog tkiva. Najčešći primjeri za minimalno procesirano voće su svježe ploške jabuke, svježe narezani ananas, svježe narezana lubenica ili dinja, te bobičasto voće.

Konsumacija 'fresh-cut' voća postala je visoko popularna unazad jednog desetljeća jer potrošači zahtijevaju da proizvedena hrana ima što prirodniji okus i boju, a da rok trajanja omogućuje razuman period skladištenja prije konzumacije. Za to su odgovorne razne dijete i promjene u smjeru zdravijeg životnog stila potrošača. Međutim, prilikom minimalnog procesiranja voća dolazi do oštećivanja tkiva pospješujući i uzrokujući kemijske reakcije u proizvodu (Piližota i sur., 2000).

Dok većina procesa prerade hrane ima za cilj stabilizirati proizvod i produžiti mu trajnost, minimalno procesirano voće predstavlja znatno osjetljiviji proizvod nego što je to bila sirovina. Povećava se brzina respiracije, brži je metabolizam pa samim time se i proizvod brže kvari. Dolazi do razgradnje šećera, kiselina, tvari koje doprinose nutritivnoj vrijednosti i tvari arome. Također, narezano voće odlikuje se s visokim postotkom vlage i šećera te prisutnošću kisika na površini što ga čini povoljnim medijem za razvoj mikroorganizama. S tim u vezi minimalno procesirano voće treba ispunjavati dva uvjeta. Prvi uvjet je da proizvod (voće) sačuva nutritivnu vrijednost i specifična senzorska svojstva, a drugi uvjet je ostvariti što duži rok upotrebe kako bi se, bez većih gubitaka, mogla provesti distribucija i konzumacija. Obzirom da takvi proizvodi nisu termički tretirani, imaju sve osobine svježeg voća, stabilni su i zdravstveno ispravni samo manjim brojem dana, najčešće 7. Minimalno procesirano voće lako se kvari zbog biokemijskih i fizioloških promjena (temperatura, svjetlost, sadržaj vlage, vrijeme i dr.) kojima je izloženo. Zbog toga takvi proizvodi se najčešće pakiraju u pakiranja s modificiranom atmosferom. Modificirana atmosfera je dinamičan proces koji se odvija u malim jediničnim pakiranjima, a sastoji se od promjene sastava početne atmosfere u pakiranju u kojem se nalazi proizvod tj. snižava se koncentracija O<sub>2</sub>, a povećava udjel CO<sub>2</sub> i/ili N<sub>2</sub>. Prednosti takvog načina pakiranja su smanjenje respiracije, transpiracije, razvoja etilena i najvažnije- usporavanje rasta mikroorganizama. No uz sve prednosti dolaze i nedostaci poput dodatnih troškova, promjenjivih zahtjeva sirovine, dodatne opreme, kontrole temperature te mogućnosti razvoja patogenih i anaerobnih mikroorganizama. Modificirana atmosfera značajno usporava i druge nepoželjne promjene zapakiranog minimalno procesiranog voća, a

utječe i na smanjenje posmeđivanja koje je uzrokovano enzimskim reakcijama Industrija minimalno procesiranog voća ima veliki potencijal za daljnji rast, ali su neophodna daljnja istraživanja u pravcu pronalaska novih postupaka i poboljšanja postojećih. Razvoj tehnika i sredstava koja omogućuju istovremeno sprječavanje posmeđivanja i mikrobiološke kontaminacije je nužan radi osiguranja kakvoće i sigurnosti minimalno procesiranih proizvoda.

### 2.3.1. Minimalno procesirana jabuka

Kako bi ovakav proizvod zaživio na tržištu neophodno je izabrati sirovinu odgovarajuće kvalitete. Na stabilnost i trajnost proizvoda, kao što je to minimalno procesirana jabuka, bitno utječu brojni čimbenici, počevši od uvjeta uzgoja, preko berbe, skladištenja i obrade sirovine u industriji, pa sve do dolaska u ruke potrošača. Čimbenici okoline koji znatno utječu na kvalitetu sirovine su klimatski i nutritivni uvjeti. Nutritivni ovise o tlu, prihrani i navodnjavanju dok klimatski ovise o temperaturi okoliša, vjetru, kiši i suncu. Temperatura je jednako tako bitna i nakon berbe plodova jer biokemijske reakcije koje se u plodu događaju ovisne su o temperaturi te se brzina reakcije povećava s porastom temperature. Niska relativna vlažnost dovodi do većeg gubitka mase i promjena na pokožici ploda te utječe i na brzinu transpiracije dok zahtjev za kontroliranom atmosferom predstavlja ključnu točku u roku trajanja skladištenejabuke. Navedeni su neki od parametara, koji zajedno s kemijskim sastavom, pH, aktivitetom vode i drugim čimbenicima, utječu na izbor sorte jabuke koja se može koristiti za proizvodnju minimalno procesirane jabuke(Keenan, 2012).

Sorte jabuke koje se najčešće koriste za minimalno procesirane su zimske vrste poput Fuji, Idared, Braeburn, Zlatni Delišeš, Cripps Pink i druge. To su sorte koje prilikom procesiranja pokazuju da zadržavaju karakteristična fizikalno-kemijska i senzorska svojstva.

## *Cripps Pink*

Zimska sorta među potrošačima poznata kao Pink Lady, no ime Pink Lady je zaštićeno i patentirano od strane APAL-a (Apple and Pear Australia Limited) zbog nadzora konrole kvalitete jabuka koje se prodaju pod tim imenom. (James H.J., 2007) Zbog svoje hrskave teksture, karakterističnog okusa i ne pokazivanja znakova fizioloških oštećenja tijekom normalnog čuvanja te što nema tendenciju postati brašnjava, često se koristi kao jabuka za minimalno procesiranje.

Nije dovoljna samo kvaliteta ploda već je potrebna briga o drvetu na kojem plod raste, briga tijekom transporta, prilikom procesiranja u industriji i krajnjeg dolaska do potrošača. Zato je proizvodnja minimalno procesirane jabuke zahtjevna.

Jabuka kao i svo voće, nakon berbe još postaje mekša i nastavljaju se ostali procesi dozrijevanja i starenja. Prepoznati optimalno vrijeme berbe kad je postignuta prava ravnoteža između okusa i čvrstoće ključno je za kvalitetu jabuke i ostvarenje potrebnog roka trajanja. A također izazov predstavlja i definiranje optimalnih uvjeta skladištenja voća, koje je namijenjeno za minimalno prerađivanje (Kader, 2002).

Rizzolo i sur., (2002.) ispitali su kvalitetu minimalno procesirane jabuke ovisno o uvjetima skladištenja koji su prethodili minimalnoj preradi. Nakon 6 mjeseci skladištenja na 1°C u normalnoj atmosferi (NA) i u kontroliranoj atmosferi (CA s 1 % O<sub>2</sub> + 2 % CO<sub>2</sub> + 97 % N<sub>2</sub>) rezultati su pokazali da je vrijeme i atmosfera prilikom skladištenja znatno utjecala na parametre kvalitete, kao što je očekivano. Voće koje se skladištilo u NA pokazalo je manju čvrstoću i veće promjene boje u odnosu na voće iz CA dok razlika u vremenu berbe nije postojala.

U minimalnoj proizvodnji s posebnom pažnjom prvenstveno se dezinficiraju sve radne površine i cijeli pogon u kojem se proizvodnja odvija. Voće se pere tzv. grubim pranjem što podrazumijeva namakanje u vodi kako bi se uklonile grube nečistoće poput zemlje, pijeska i blata. Slijedi probiranje te guljenje i rezanje nakon čega pojedino voće može biti ponovno oprano zbog uklanjanja staničnih sokova tako da se smanjuje mogućnost rasta mikroorganizama i enzimske oksidacije tijekom skladištenja. Nakon pranja i čišćenja može se upotrebljavati centrifuga koja vibracijom uklanja veliki volumen vode i vlage s površine voća. Nakon što je voće suho slijedi pakiranje u odgovarajuću ambalažu te podešavanje uvjeta u ambalaži kako bi se produžio rok trajanja i sačuvale senzorske karakteristike (Kader, 2002).

### Shema 1. Proizvodni proces:



Proizvodi se najčešće pakiraju u modificiranu atmosferu jer je mnogim istraživanjima dokazano da u modificiranoj atmosferi dolazi do smanjenja negativnih promjena i do smanjenog razvoja mikroorganizama (Juhnevča, 2011). Pakiranje u MA u kojoj je postotak kisika od 1-6% pokazuje uspješnost očuvanja čvrtoće kriški jabuke tijekom skladištenja. No ukoliko jabuka prethodno nije bila potopljena u otopinu antioksidansa enzimsko posmeđivanje nije bilo spriječeno. Istraživanja interakcije između tretmana za sprječavanje posmeđivanja i modificirane atmosfere, pokazala su kako je za senzorska svojstva bitno uskladiti uvjete atmosfere i antioksidansa u cilju produženja roka trajanja (Cortellino, 2015).

#### 2.3.2. Posmeđivanje minimalno procesirane jabuke

Enzimsko posmeđivanje voća predstavlja niz reakcija koje dovode do gubitaka i promjene boje plodova voća nakon što je na bilo koji način, uslijed izloženosti zraku, narušena osnovna struktura stanica odnosno ploda npr. guljenjem, rezanjem, drobljenjem. (Garcia i Barrett, 2002). Monofenolni se spojevi djelovanjem polifenol oksidaze (PPO) uz prisutnost kisika u reakcijama enzimskog posmeđivanja hidroksiliraju u o-difenole, a oni se zatim oksidiraju u o-kinone. Kinoni reakcijama polimerizacije daju smeđe do crno obojene pigmente – melanoide.

Razlika između enzimskog i neenzimskog posmeđivanja je samo u prvoj fazi reakcije koja je kod enzimskog posmeđivanja oksidativna i katalizirana specifičnim enzimima. Daljnji tijek reakcija je spontan i neenzimskog tipa. Same reakcije nastupaju tek kada je narušena stanična struktura ploda (Maurice, 2000). Stupanj posmeđivanja ovisi o koncentraciji kisika tijekom

skladištenja te sadržaju fenola i PPO. Reakcije posmeđivanja se razlikuju između vrsta voća i povrća, kao i između pojedinih sorti. Te reakcije su vrlo rijetko poželjne te ih je potrebno usporiti ili zaustaviti.

U neoštećenim stanicama plodova ne dolazi do enzimskog posmeđivanja zato što su fenolni spojevi odvojeni od enzima. Fenoli se nalaze u vakuolama, a enzimi u citoplazmi. Ako dođe do enzimskog posmeđivanja tijekom tehnološkog procesa prerade ili tijekom skladištenja gotovog proizvoda znači da nije bila dobro provedena inaktivacija enzima. Kada se tkivo ošteti (rezanjem voća) fenoli dolaze u dodir sa enzimima što dovodi do reakcija enzimskog posmeđivanja. Određene vrste voća i povrća, kao što su jabuke, kruške, banane, breskve i krumpir su posebno osjetljivi na enzimsko posmeđivanje tijekom prerade i čuvanja. Za reakcije enzimskog posmeđivanja potrebna su tri čimbenika - enzim, supstrat i kisik.

Jednako tako sprječavanje posmeđivanja moguće je jedino djelovanjem na enzim, supstrat ili kisik i to tako da se jedan ili više čimbenika ukloni.

#### *Djelovanje na kisik:*

Bitno je spriječiti kontakt voća ili povrća s kisikom. To se može učiniti na više načina. Potapanjem u vodu u koju može biti dodan NaCl ili voda može biti zakiseljena prirodnim kiselinama. Drugi način je pakiranje u atmosferi bez kisika (vakuum) ili pakiranje u ambalažu s modificiranom atmosferom dok je treće deaeriranje. Uklanjanjem kisika iz pakiranja može doći do gubitka arome i promjene okusa te do razvoja anaerobnih bakterija (Plišota i Šubarić, 1998).

#### *Djelovanje na supstrat:*

Sprječavanje enzimskog posmeđivanja djelovanjem na supstrat i to tako da supstrat zadržavamo u reduciranom obliku te se sprječava njegova polimerizacija. To se postiže dodatkom sredstva koje se lakše oksidira od supstrata. Takva svojstva imaju askorbinska kiselina, sulfiti, cistein, aminokiseline, peptidi i dr.

Sulfiti djeluju kao inhibitori na način da djeluju kao antimikrobni dodaci, antioksidansi, reducirajuća sredstva te sredstva za izbjeljivanje (Plišota i Šubarić, 1998). Njegova primjena je ograničena samo na određene prehrambene proizvode jer može izazivati alergijske reakcije. Najbolja zamjena za sulfite je askorbinska kiselina. Cistein stvara komplekse sa fenolnim tvarima i sa o-kinonima.

### *Djelovanje na enzime:*

Na enzime se može djelovati fizikalnim i kemijskim načinom. Najčešće i najefikasnije je djelovanje termički (povišenom temperaturom) i pomakom u kiselo pH područje.

Tako se termička obrada radi inaktivacije enzima provodi na temperaturama višim od 65°C, a nižim od 100°C. Inhibiranje enzima može se provesti promjenom pH u područje koje je nepovoljno za djelovanje enzima (kiselo), dodatkom spojeva koji imaju helatno djelovanje (npr. Cu) ili dodatkom spojeva koji mijenjaju ionski naboj medija što može dovesti do denaturacije enzima.

#### 2.3.2.1. Sredstva za sprječavanje posmeđivanja

Limunska kiselina nalazi se na GRAS listi sigurnih namirnica za konzumaciju. Koristi se prilikom minimalnog procesiranja više voća nego povrća i za kontrolu kontaminacije mikroorganizmima. Ona je jedna od kiselina koja je prirodno prisutna u voću i njezin dodatak ne utječe na okus i miris te se zbog toga koristi za sprječavanje posmeđivanja i održavanje kvalitete minimalno procesiranog voća (Chen Chen, 2015).

Za sprječavanje posmeđivanja minimalno procesiranih proizvoda primjenjuje se kao 0,5% do 2%-tna otopina i to najčešće u kombinaciji s drugim inhibitorima (Garcia i Barrett, 2002; He i Luo, 2007).

Askorbinska kiselina predstavlja dio vitamina C, sastavni je dio voća i povrća i ima pozitivno djelovanje na ljudski organizam. (Liu, 2016) Njezini izomeri L-askorbinska kiselina i dehidro-L-askorbinska kiselina tvore oksidacijsko-redukcijski sustav koji je osnova za fiziološku aktivnost, kao i za tehničku primjenu. Soli askorbinske kiseline su neutralne i dobro se otapaju u vodi. Tragovi metala npr. željeza i bakra, dovode do ubrzanog raspada askorbinske kiseline (MacRea i sur., 1993).

Inhibicija posmeđivanja se bazira na sposobnosti da askorbinska kiselina reducira o-kinone koji nastaju oksidacijom polifenola pomoću polifenoloksidaze, pri čemu se askorbinska kiselina oksidira u dehidro-L-askorbinsku kiselinu (Piližota i Šubarić, 1998).

Istraživanja su pokazala da askorbinska kiselina u koncentraciji od 0,5% do 2% je jedna od najdjelotvornijih prirodnih tvari za sprječavanje posmeđivanja narezanog voća i povrća (Ghidell, 2013; Tortoe, 2007).

Natrijev klorid pokazuje dobar potencijal za sprječavanje enzimskog posmeđivanja. Uranjanjem kriški jabuke u 1%-tnu otopinu natrijeva klorida postiže se inhibicijski efekt na posmeđivanje kao i tretiranjem 1%-tnom otopinom askorbinske kiseline (Son, 2001). Askorbinska kiselina i natrijev klorid samostalno pokazuju dobra svojsva pri sprječavanju posmeđivanja, no još bolje djelovanje imaju ako se koriste u kombinaciji. Natrijev klorid inhibira aktivnost PPO i tako sprječava posmeđivanje.

Kalcijev askorbat je sol askorbinske kiseline i pokazuje dobar potencijal za sprječavanje posmeđivanja svježe narezane jabuke i kruške (Wang, 2007). Kada se koristi u koncentracijama većim od 6% može održati kvalitetu MPJ skladištene pri 4°C čak do 28 dana. Zbog prisustva kalcija može se usporiti mekšanje tkiva i tako dodatno produljiti trajnost MPJ (Fallahi, 1997).

Rezultati istraživanja pokazali su da oksalna kiselina vrlo uspješno sprječava posmeđivanje svježe narezane jabuke (Son i sur., 2001).

Od ostalih sredstava koji sprječavaju posmeđivanje minimalno procesiranih proizvoda značajni su ikalcijev klorid, med, proteaze, aromatske karboksilne kiseline, EDTA i dr. (Garcia i Barrett, 2002).

### 2.3.3. Senzorska svojstva minimalno procesirane jabuke

Zahtjevi potrošača za visokom kvalitetom minimalno procesiranog voća zajedno s originalnim okusom i teksturom te bez kontaminacije mikroorganizmima i s nutritivnom vrijednošću, sve su veći (Rizzolo, 2010). Zato je osnovni cilj u proizvodnji minimalno procesiranog voća zadržati svježinu sirovine tijekom prerade i skladištenja odnosno roka trajanja proizvoda. Kako bi minimalno procesirano voće opstalo na tržištu, ključna je senzorska prihvatljivost.

Senzorske analize su subjektivne metode, iako korištene procedure i standardi uz statističku obradu podataka daju relativno realnu sliku kvalitete proizvoda koji se analizira. Boja, okus, miris obično nisu rezultat jedne kemijske tvari, nego nastaju kao kompleks utjecaja različitih



tvari. S druge strane, senzorskom analizom vršise ocjena kvalitete proizvoda. Osnovni okusi koje percipira ljudski jezik su: slatko, slano, kiselo i gorko. Ljudski organi kojima se vrši percepcija su u ovom slučaju „mjerna osjetila“ (oči, jezik, koža, uho) koja u principu reagiraju na intezitet pojedinog senzorskog parametra: boja, okus, miris, sluh, dodir i sl. O teksturi voća i povrća najčešće se govori u okviru senzorske analize, a određuje se senzorskim ocjenjivanjem iako se može i instrumentalno mjeriti. Rocha i sur. su proveli istraživanje u kojem je uočeno kako skladištenjem svježih narezane jabuke tijekom 10 dana na 4 °C u mraku, značajne razlike u senzorskoj prihvatljivosti postoje između svježeg uzorka i uzorka nakon tri dana skladištenja. Iako su nakon trećeg dana narezane kriške jabuke bile slabije ocjenjene od svježeg uzorka, ocjene su bile su granicama prihvatljivosti. Sedmog dana skladištenja boja jabuke više nije bila prihvatljiva. Za razliku od okusa, razlike u tvrdoći jabuke nisu uočene tijekom svih 10 dana (Rocha, 2003).

U proizvodnji MPJ najveći problem predstavlja površinsko posmeđivanje i mekšanje tkiva što narušuje senzorsku kvalitetu proizvoda. Te senzorske karakteristike svojstvene svježoj sirovini mogu se tijekom skladištenja efikasno sačuvati primjenom sredstva za sprječavanje posmeđivanja i pakiranjem u MA uz uvjet odabira adekvatne sorte (Soliva-Fortuny, 2005).

#### 2.3.4. Sredstva za dezinfekciju i održavanje mikrobiološke ispravnosti

Svježi proizvodi kao što je to voće i povrće najčešće nisu nosioci patogenih mikroorganizama koji dovode do bolesti trovanja hranom. Međutim, ima slučajeva zaraze uobičajeno zbog neadekvatnog rukovanja voćem. *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella* spp. i *Listeria monocytogenes* neki su od najpoznatijih MO koji su povezani sa svježim proizvodima. Dok takvi dezinficijensi moraju biti učinkoviti za uklanjanje MO, u isto vrijeme moraju biti ekološki prihvatljivi, neštetni za zdravlje, novčano isplativi te ne smiju imati negativni efekt na nutritivna i osjetilna svojstva (Joshi, 2013).

Postoje različiti kemijski dezinficijensi kojima se sprječava širenje bakterija i mikroorganizama. Trenutačno najrašireniji kemijski dezinficijens koji se upotrebljava za svježe proizvode je klor i to u obliku natrijeva hipoklorita (NaOCl) zbog efikasnosti kao

antibakterijsko i antimikrobno sredstvo. Međutim, tijekom proizvodnje može dovesti do stvaranja kancerogenih spojeva.

U upotrebi je i ozon (alotrop kisika čija se molekula sastoji od 3 atoma kisika – O<sub>3</sub>) kao aktivno sredstvo protiv bakterija, gljivica, virusa, protozoa i spora jednako kao i protiv Gram-pozitivnih i Gram-negativnih bakterija.

Klorit (ClO<sub>2</sub>) postoji kao plin pri temperaturi 25-30°C i pri atmosferskom tlaku i također se koristi kao dezinficijens. U kratkom vremenu s visokom efikasnošću djeluje na *Legionella*, *Tuberculosis*, *Listeriu*, *Salmonellu*, *E. coli*. Efikasniji je od klorida i manje je korozivan od ozona. U praćenju prisutnosti *E.coli* na jabukama primjećeno je smanjenje od 90 % nakon tretmanom s kloritom (Joshi, 2013).

Koristiti se može i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(vodikom peroksid) – bezbojni plin na sobnoj temperaturi s visokim oksidacijskim kapacitetom i efikasnim antimikrobnim djelovanjem.

Peroctena kiselina također je efikasna pri inaktivaciji patogenih mikroorganizama poput *E. coli*, *Samonelle*, *Listerie*.

Važno je da proizvod nije mikrobiološki kontaminiran i da je zadržao nutritivnu vrijednost i kvalitetu. Iako neki dezinficijensi imaju moguće negativno djelovanje, pokazalo se da ih je većina sigurna za upotrebu (Joshi, 2013).

Usprkos visokom aktivitetu vode u mnogim voćnim plodovima i sredstvima koja se koriste za dezinfekciju, niska pH-vrijednost dovodi do kvarenja pri kojem prevladavaju mikroskopske gljivice, kvasci i plijesni. Mikroorganizmi koriste voće kao supstrat za svoj razvoj, odnosno kao izvor energije pa se često radi o parazitskim mikroorganizmima. Broj i vrsta MO na voću su različiti i ovise o udjelu vode, proteina, ugljikohidrata, kiselina i dr.(Duraković i sur., 2002).

Kvasci dolaze kao jednostanične mikroskopske nemicelijske gljivice iako neki rodovi rastu u specifičnim uvjetima i proizvode tvorevine nalik na micelij koji se nazivaju pseudomiceliji. Iako i mikrobi imaju sposobnost tolerirati kiseliji okoliš, na kraju su kvasci ti koji su povezani s kvarenjem rezanog voća.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Materijal

Za istraživanje korištena je jabuka Cripps Pink iz trgovačke mreže nabavljena u veljači 2016. godine. Plodovi su minimalno prerađeni, oprani, oguljeni i izrezani na komadiće veličine 3cm, te skladišteni tijekom 8 dana u komori s kontroliranom atmosferom s razinom kisika oko 11%, te CO<sub>2</sub> oko 9% i pri temperaturi od 6°C.

Komadići su tretirani i sredstvom protiv posmeđivanja na način da su uronjeni na 3 minute u otopinu askorbinske i limunske kiseline, ocijeđeni te stavljeni u prethodno opranu, dezinficiranu i ohlađenu na 6°C komoru koja je već bila zaplunjena koncentracijom O<sub>2</sub> 11,9% i CO<sub>2</sub> 10,1%. Tijekom 8 dana iz komore su uzimani uzorci na kojima se provodila daljnja analiza mikrobiološke ispravnosti i senzorske kvalitete.

##### 3.1.1. Pribor i aparatura

- Komercijalna vaga
- Analitička vaga (ABT 220-4M, Kern & Sohn GmbH)
- Vortex (MS2 Minishaker IKA)
- Laminar
- Inkubator (PCA 35°C / YM 31.4°C)
- pH metar (S20 SevenEasy, Mettler-Toleda)
- Menzura od 1000ml
- Pipeta od 10ml
- Propipeta
- Mikropipeta volumena do 10 do 1000µm
- Staklene i plastične epruvete
- Erlenmeyerove tikvice od 500ml
- Analizator plinova Oxy baby M+ (WITT-GASETECKNIK GmbH i Co. KG Njemačka)
- Čaša volumena 100ml
- Petrijeve zdjelice
- Autoklav (Sutjeska-fabrika medicinskih uređaja i instrumenata, Beograd)

- Plamenik
- Refraktometar (Pocket refractometer PAL-3, Atago Co., Kina)
- Metalna pinceta
- Metalna žličica

### 3.1.2. Kemikalije

Sredstva korištena za pripremu otopina za dezinfekciju:

- 0.1 % Klorovodična kiselina (HCl/H<sub>2</sub>O)
- 1 M Natrijev hidroksid (NaOH)
- Destilirana voda

Sredstva korištena za pripremu otopine za sprečavanje posmeđivanja:

- L(+) askorbinska kiselina, p.a. (Gram-mol d.o.o., Zagreb, Hrvatska)
- Limunska kiselina, monohidrat, p.a. (Gram-mol d.o.o., Zagreb, Hrvatska)

Sredstva korištena za pripremu podloga:

- Peptone bacteriological (Liofilchem, Italija)
- Yeast extract (Biolife, Milano, Italija)
- Malt extract broth (Biolife, Milano, Italija)
- Glucose (Biolife, Milano, Italija)
- Agar (Liofilchem, Italija)
- Tryptone (Biolife, Milano, Italija)
- 20% sulfatna kiselina i 10% amonijeva lužina za ujednačavanje pH

### 3.2. Metode rada

U svrhu provedbe zadanih ciljeva istraživanja korištene su različite metode kojima su se pripremali uzorci, koji su kasnije bili podvrgnuti analizi. Plinovi u komori određivani su pomoću Oxybaby M+ uređaja, mikrobiološka ispravnost određivana je na temelju rasta (uzgoja) mikroorganizama na selektivnim podlogama, a rezultati senzorske analize dobiveni su od strane 7 ispitanika. Postotak suhe tvari mjeren je refraktometrom.

### 3.2.1. Priprema uzoraka jabuka i njihova obrada otopinama

Težina jabuka za preradu iznosila je 4,05 kg. Jabuke su oprane u tekućoj vodi te je slijedilo guljenje i uklanjanje sjemene lože, Masa jabuke nakon toga iznosila je 2,07 kg. Slijedilo je rezanje na kriške s ručnom rezačicom te naknadno rezanje oštrim nožem svake kriške na dva komada jabuke. Jabuke su rezane te potopljene u vodu kako nebi bile izložene kisiku zbog posmeđivanja jer je to je jedan od načina kako se posmeđivanje može spriječiti. Kada su jabuke oguljene i narezane na komadiće veličine 3-4 cm, dodatno su potopljene su na 3 minute u otopinu limunske i askorbinske kiseline. Udio limunske kiseline iznosio je 0,2%, a askorbinske 1%. Nakon 3 minute jabuke se ocijeđene i prenesene u komoru u koja je već ohlađena na 6°C. Koncentracija O<sub>2</sub> je 11,9 %, a CO<sub>2</sub> 10,1 %.

### 3.2.2. Mikrobiološka analiza

Tijekom ispitivanja mikrobiološke ispravnosti koristile su se dvije podloge.

PCA je podloga koja se koristi za ukupan broj bakterija. Podloga se sastoji od triptona, ekstrakta kvasca, glukoze, agara i vode pri čemu se pH treba korigirati na 7,2. Uzorak naciepljen na podlogu u Petrijevoj zdjelici čuva se u inkubatoru na temperaturi oko 35°C kroz 48 sati. Slijedi brojanje ukupnih bakterija.

YM podloga je podloga za uzgoj kvasaca. Sastoji se od ekstrakta kvasca, sladnog ekstrakta, peptona, glukoze, agara i vode uz korekciju pH do 6.2. Nakon što se uzorak naciepi na podlogu, stavlja se u inkubator na temperaturu od oko 31°C također na 48 sati.

Uzorci su uzimani 1., 2. 3., 5. i 8. dan na način da se jedan komadić jabuke stavlja u 20ml fiziološke otopine te usitni i protrese na votatoru kako bi se MO prenijeli u otopinu. Otopina se pomoću mikropipete naciepljuje na PCA i YM podlogu u volumenima od 0,1 do 2ml. Nakon 20 minuta, Petrijeve zdjelice stavljaju se u inkubator na temperature koje su pogodne za rast bakterija i kvasaca.

### 3.2.3. Senzorka analiza

Princip metode:

U ovom istraživanju provedena je analiza senzorske prihvatljivosti metodom bipolarne hedonističke skale gdje se ispitivane namirnice rangiraju prema stupnju prihvaćanja i preferencije ocjenjivača (Aguayo, 2010).

Postupak određivanja:

Utvrđivanje senzorske prihvatljivosti MPJ ovisno o periodu skladištenja provedeno je primjenom bipolarne hedonističke skale, prema kojoj su ocjenjivači ocjenama od 1 do 7 izrazili opći utisak, okus, teksturu i izgled ispitivanog proizvoda (tablica 2).

U istraživanju je sudjelovao panel od 7 članova.

**Tablica 2.**Primijenjena skala

Utisak o proizvodu	Ocjena
jako visoko poželjno	9
visoko poželjno	8
poželjno	7
osrednje poželjno	6
neutralno	5
osrednje nepoželjno	4
nepoželjno	3
visoko nepoželjno	2
jako visoko nepoželjno	1

### 3.3 Rezultati rasprava

#### Senzorska analiza

Senzorskom analizom od strane 7 ispitivača tijekom 8 dana očekivana je značajna promjena boje, okusa i teksture. Smanjenje senzorske prihvatljivosti tijekom prolaska vremena skladištenja vidi se i u radovima dugih autora koji su ispitali utjecaj skladištenja na senzorska svojstva MPJ(Rocha, 2003).

Iz slike 2 je vidljivo da su prvog dana ispitivani uzorke jabuke ocjenili s ocjenom "vrlo visoko poželjno". Prolaskom vremena skladištenja dolazi do pada kvalitete jabuke što je vidljivo u nižim ocjenama u odnosu na prvi dan. Značajan pad senzorskih ocjena boje i teksture vidljiv je trećeg dana (pad poželjnosti s jako visoko poželjne na osrednje poželjnu), a daljnjim stajanjem ta svojstva jabuke se minimalno mijenjaju. Okus, tekstura i boja jabuke neznatno su se promijenili između trećeg i petog dana, čak su ocjene i neznatno više dok nakon petog dana slijedi znatna degradacija okusa, ali ne i boje i teksture.



**Slika 2.** Senzorska ocjena MPJ tijekom 8 dana skladištenja

Opisano u prethodnom paragrafu potvrđuje i slika 3.



**Slika 3.** Usporedba boje prvog i posljednjeg dana

Rast udjela suhe tvari dodatno doprinosi objašnjenju ovisnosti teksture i vremena. Udio vode u jabukama kreće se u rasponu od 80-90 %. Eksperimentalnom analizom netretirane jabuke (bez potapanja u otopinu limunske i askorbinske kiseline) izmjerena je suha tvar od 11.9 °Brixa. Tijekom skladištenja suha tvar raste, kao što je pokazano u tablici, do vrijednosti 14.1 °Brixa.

**Tablica 3.** Promjena suhe tvari tijekom 8 dana

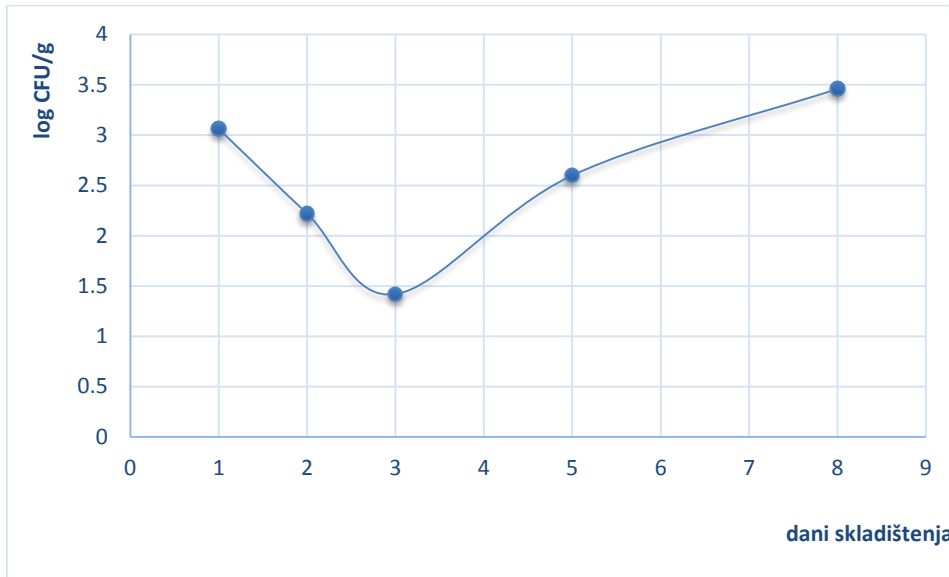
Dani	°Brixa
1	12,7
2	13
3	13,2
5	13,7
8	14,1



### Rezultati mikrobiološke ispravnosti:

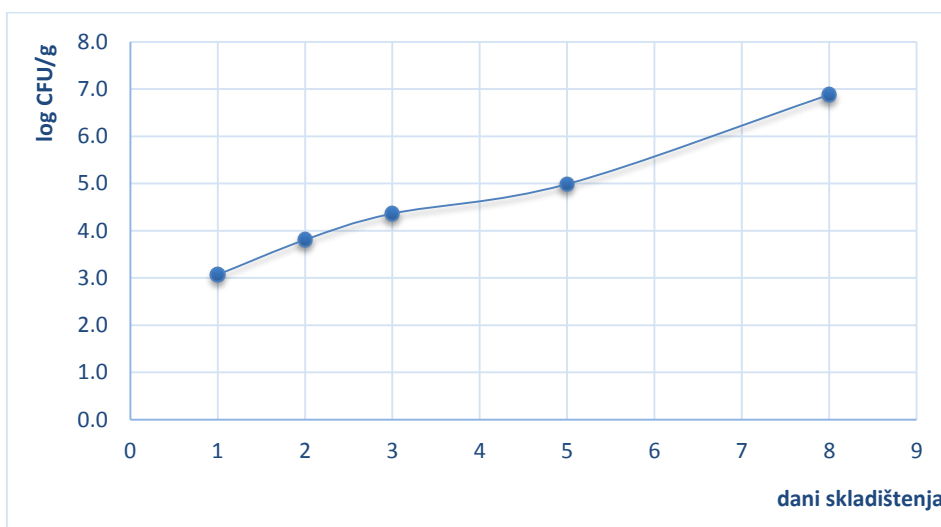
Nakon što su obrađene analize mikrobiološke ispravnosti 1., 2., 3., 5., i 8. dan skladištenja dobiveni su sljedeći rezultati.

- Za ukupan broj bakterija:



**Slika 4.** Ukupan broj živih bakterija izražen kao CFU/g tijekom 8 dana skladištenja

- Za broj kvasaca:



**Slika 5.** log Ukupan broj živih kvasaca izražen kao CFU/g tijekom 8 dana skladištenja

Tijekom svih 8 dana skladištenja broj bakterija i kvasaca bio je  $<10 \log \text{CFU/g}$  što je unutar dozvoljenih granica prema članku 14 Zakona o hrani (NN broj 46/07, 155/08, 55/11).

Prvog dana broj ukupnih bakterija (PCA podloga) koje su se nalazile na voću bio je  $3,06 \log \text{CFU/g}$  jedinica. Naredna dva dana broj bakterija se smanjuje u odnosu na početni broj zbog nedostatka kisika koji je aerobnim mezofilnim bakterija potreban za razmnožavanje. Od trećeg dana slijedi prilagodba na uvjete u kontroliranoj atmosferi sa sniženom koncentracijom  $\text{O}_2$  i  $\text{CO}_2$  te započinje njihovo ponovno razmnožavanje sve do posljednjeg (osmog) ispitivanog dana. Broj jedinica bakterija posljednjeg dana bio je  $3,46 \log \text{CFU/g}$  što ne predstavlja drastičan porast bakterija u odnosu na prvi dan, a za to je odgovorna atmosfera u komori u kojoj je jabuka čuvana kroz 8 dana. Mezofilne bakterije su bakterije koje rastu u temperaturnom rasponu od  $20$  do  $45 \text{ }^\circ\text{C}$ , uz prisutnost kisika što objašnjava pad broja bakterija drugog i trećeg dana kada su naglo ostale bez kisika potrebnog za preživljavanje. Većini ovih bakterija optimalna temperatura za rast i razvoj jest  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  (čovjekova tjelesna temperatura).



**Slika 6.** Fotografije naraslih kolonija bakterija na hranjivoj podlozi prvog dana., volumen 0,1 i 0,5ml

Za razliku od bakterija, kvasci se razmnožavaju te im broj jedinica  $\log \text{CFU/g}$  raste od prvog do posljednjeg dana mjerenja. Osmog dana mjerenja postignut je maksimalan broj jedinica u odnosu na dane prije i iznosio je  $6,88 \log \text{CFU/g}$  što je unutar dozvoljenih granica prema članku 14 Zakona o hrani (NN broj 46/07, 155/08, 55/11). U tijeku rasta na različitim

podlogama kvasci proizvode čitav niz obojenih spojeva u rasponu od blijedožučkaste do ružičaste i crvene. (Duraković, 2001).



**Slika 7.** Ukupan broj naraslih kolonija kvasaca prvog dana, volumen 0,5 i 1ml

Juhneviča i sur., (2011.) proveli su istraživanje o razvoju mikroorganizama na površini jabuke u uvjetima kontrolirane atmosfere. Uspoređujući normalnu i kontroliranu atmosferu, rezultati pokazuju kako na jabuci skladištenoj u kontroliranoj atmosferi dolazi do smanjenja broja mikroorganizama u odnosu na rast mikroorganizama u normalnoj atmosferi. Razlog tomu je niska koncentracija kisika pri čemu se aerobne bakterije i mikroorganizmi ne razvijaju. Međutim u istim uvjetima broj anaerobnih mikroorganizama se nije smanjio. No kako su kvasci anaerobi oni se razvijaju i u uvjetima bez kisika.

Zaključno, ovakavi uvjeti skladištenja mogu osigurati jabuku koja je mikrobiološki ispravna, ali u kraćem periodu. Ukoliko se želi osigurati duži rok trajanja, potrebna su još mnoga istraživanja i promjene u pripremi jabuke i radu komore.

## 4. ZAKLJUČAK

1. Sva senzorska svojstva (okus, boja, tekstura) najveće promjene doživljavaju do trećeg dana, između trećeg i petog dana bitno se ne mijenjaju. Tekstura i boja ostaju stabilne i do osmog dana, kada je okus znatno slabije ocjenjen, ali još uvijek poželjan (osrednje).
2. Topljiva suha tvar tijekom skladištenja blago raste.
3. Mikrobiološkom analizom ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija te kvasaca ustanovljena je ispravnost jabuke za konzumaciju tijekom svih 8 danaskladištenja.
4. Ovim ispitivanjem pokazalo se da je skladištenje u kontroliranoj atmosferi i tretman antioksidansima imalo povoljan utjecaj na narezane jabuke sorte Cripps Pink tijekom 8 danaskladištenja.

## 5. LITERATURA

- Aguayo, E., Requejo-Jackman, C., Stanley, R., Woolf, A., (2010) Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices. *Postharvest Biol. Tec.* **57**, 52-60
- Anonymous (2015.) Voćnevrste, <[http://pinova.hr/hr\\_HR/baza-znanja/vocarstvo/vocne-vrste](http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/vocne-vrste)>Pristupljeno 24.06.2016.
- Calderon-Lopez, B., Bartsch, J. A., Lee, C. Y., Watkins, C. B., (2005) Cultivar effects on quality of fresh cut apple slices from 1-methylcyclopropene (1-MCP)-treated apple fruit. *J. Food Sci.* **70**, 221-227.
- Castro, E., Barrett, D. M., Jobling, J., Mitcham, E. J., (2008) Biochemical factors associated with a CO<sub>2</sub>-induced flesh browning disorder of Pink Lady apples. *Postharvest Biol. Tec.* **48**, 182-191.
- Chen C., Hu W., He J., (2016.) Effect of citric acid combined with UV-C on the quality of fresh-cut apples. *Postharvest Biol. Tec.* **111**, 126-131.
- Corrigan, K.V., Hurst P., Boulton G., (2010.) Sensory characteristics and consumer acceptability of 'Pink Lady' and other late-season apple cultivars. *New Zeal. J. Crop. Hort.* **25**:4, 375-383.
- Cortellino, G., Gobbi S., Bianchi G., (2015.) Modified atmosphere packaging for shelf-life extension of fresh-cut apples. *Trends Food Sci. Tech.* **xx**, 1-3.
- Duraković, S. i sur., (2002.) Moderna mikrobiologija namirnica, knjiga prva, Zagreb
- Duraković, S., Duraković L., (2001.) Mikrobiologija namirnica, knjiga treća, Zagreb
- Fallahi, E., Conway, W.S., Hickey, K.D., Sams, C.E., (1997) The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *Horticulture. Sci.* **32**, 831-835.
- Ghidelli, C., Mateos, M., Rojas-Argudo, C., Perez-Gago, M. B., (2013) Antibrowning effect of antioxidants on extract, precipitate, and fresh-cut tissue of artichokes. *Food Sci. Tehnol.-Leb* **51**, 462-468.
- Garcia, E., Barrett, D.M., (2002.) Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. U *Fresh-cut Fruits and Vegetables*, ur. Olusola Lamikanra
- Graca, A., Santo, D., Esteves E., (2015.) Evaluation of microbial quality and yeast diversity in fresh-cut apples. *Food Microbial.* **51**, 179-185.

- Hatoum, D., Hertog M., Geeraerd A., (2015.) Effect of browning related pre- and postharvest factors on the 'Braeburn' apple metabolome during CA storage. *Postharvest Biol. Tec.* **111**, 106-116.
- He, Q., Luo, Y., (2007.) Enzymatic browning and its control in fresh-cut produce. *Stewart Postharvest Review* **3**, 1-7
- Ivančić, A., (2002.) Hibridizacija pomembnejših rastlinskih vrsta. Fakultet za kmetijstvo, Maribor
- James, H. J., (2007) Understanding the flesh browning disorder of 'Cripps Pink' apples. Faculty of Agriculture, Sydney, Australia.
- Jašić, M., (2013.) Opća svojstva i podjela voća i povrća <<http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/opca-svojstva-i-podjela-voca-i-povrca>> Pristupljeno 02.06.2016.
- Joshi, K., Mahendran R., Alagusundaram K., Torton T., (2013.) Novel disinfectants for fresh produce. *Trends Food Sci. Tech.* **34**, 54-61.
- Juhnevča, K., Skudra G., (2011.) Evaluation of microbiological contamination of apple fruit stored in a modified atmosphere. *Environ. Biol.* **9**, 53-59.
- Kader, A.A., (2002.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. U: Fresh-cut Fruits and Vegetables, California, str. 445-465.
- Keenan, D. F., Valverde, J., Gormley, R., Butler, F., Brunton, N. P., (2012) Selecting apple cultivars for use in ready-to-eat desserts based on multivariate analyses of physico-chemical properties. *Food Sci. Tehnol.-Lab.* **48**, 308-315.
- Kolniak-Ostek, J., Oszmianski, J., Wojdylo, A., (2013) Effect of l-ascorbic acid addition on quality, polyphenolic compounds and antioxidant capacity of cloudy apple juices. *Eur. Food Res. Technol.* **236**, 777-798.
- Landi, M., Degl'Innocenti, E., Guglielminetti, L., Guidi, L., (2013) Role of ascorbic acid in the inhibition of polyphenol oxidase and the prevention of browning in different browning-sensitive *Lactuca sativa* var. capitata (L.) and *Eruca sativa* (Mill.) stored as fresh-cut produce. *J. Sci. Food Agric.* **93**, 1814-1819.
- Lee, J. Y., Park, H. J., Lee, C. Y., Choi, W. Y., (2003) Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *Food Sci. Tehnol.-Lab.* **36**, 323-329

- Liu, X., Ren, J., (2016.) The preservation effect of ascorbic acid and calcium chloride modified chitosan coating on fresh-cut apples at room temperature. *Colloid Surface*. **502**, 106-106.
- Lučić, D., (2014.) Kako smo od jabuke stvorili superiorno voće? <<http://www.agroklub.com/vocarstvo/kako-smo-od-jabuke-stvorili-superiorno-voce/15068/>> Pristupljeno 20.06.2016.
- MacRea, R., Robinson RK, Sadler MJ., (1993.) Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition, Vol. 1. Academic Press Inc. 269-280
- Maurice R. M., (2000.) Enzymatic Browning in Fruits, Vegetables and Seafoods. Food Science and Human Nutrition Department, University of Florida
- Piližota, V., Šubarić D., (1998.) Control of enzymatic browning of foods. *Food Technol. Biotech.* **36**(3):219-227
- Piližota, V., Šubarić D, Nedić N, Palijan A., (2000.) Primjena vodikovog peroksida i askorbinske kiseline u minimalnoj obradi krušaka. *Kemija u industriji* **49**, 7-11.
- Rizollo, A., Vanoli M., Spinelli L., (2010.) Sensory characteristics, quality and optical properties measured by time-resolved reflectance spectroscopy in stored apples. *Postharvest Biol. Tech.* **58**, 1-12.
- Rossle, C., Gormley, T. R., Brunton, N., Butler, F., (2011) Quality and Antioxidant Properties of Fresh-cut Apple Wedges from 10 Cultivars During Modified Atmosphere Packaging Storage. *Food Sci. Technol. Int.* **17**, 267-276.
- Sapers, G. M., Hicks, K. B., Miller, R. L., (2001) Browning agents. U: *Food Additives*, 2. izd. (Branen, A. L., Davidson, P. M., Salminen, S., Thorngate, J., ured.), New York, str. 574-596
- Siroli, L., Patrignani F., Serrazanetti I. D., (2014.) Lactic acid bacteria and natural antimicrobials to improve the safety and shelf-life of minimally processed sliced apples and lamb's lettuce. *Food Microbial.* **47**, 74-84.
- Skendrovic, B. M., (2013) Nove kasne sorte jabuka, <<http://www.agroklub.com/vocarstvo/nove-kasne-sorte-jabuka/5811/>>Pristupljeno 08.06.2016.
- Son, S. M., Moon, K. D., Lee, C. Y., (2001) Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. *Food Chem.* **73**, 23-30.

- Stebbins, R. L., Duncan, A., Compton, C., Duncan, D., (1991) Taste ratings of new apple cultivars. *Fruit Varieties J.* **45**, 37-44.
- Šubarić, D., (1999.) Inhibicija polifenol oksidaze u svrhu sprečavanja enzimskog posmeđivanja. *Doktorski rad*, Zagreb
- Tortoe C., Orchard, J., Beezer, A., (2007) Prevention of enzymatic browning of apple cylinders using different solutions. *Food Sci. Technol. Int.* **42**, 1475-1481.
- Vujević, P., Milinović, B., Jelačić, T., Halapija Kazija, D., Čiček, D., (2011), *Sorte voćnih vrsta*. Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb.
- Yoshida, Y., Fan, X., Patterson, M., (1995) "Fuji" apple. *Fruit Varieties J.* **49**, 194-197.
- Wang, H., Feng, H., Luo, Y. G., (2007) Control of browning and microbial growth on fresh-cut apples by sequential treatment of sanitizers and calcium ascorbate. *J. Food Sci.* **72**, 1-7.