

# Postupci poslije berbe i tehnologija čuvanja plodova kivija

---

**Barbir, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:078237>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**POSTUPCI POSLIJE BERBE I TEHNOLOGIJA ČUVANJA KIVIJA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Student: Marko Barbir**

**Zagreb, rujan 2017.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:  
Hortikultura voćarstvo

**POSTUPCI POSLIJE BERBE I TEHNOLOGIJA ČUVANJA KIVIJA  
POSTHARVEST PROCEDURES AND PRESERVATION TECHNOLOGY OF  
KIWIFRUIT**

DIPLOMSKI RAD

Marko Barbir

Mentor: doc.dr.sc. Goran Fruk

Zagreb, rujan 2017

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZJAVA STUDENTA**  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Marko Barbir**, JMBAG 0117201492, rođen dana 21.10.1987. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom: **POSTUPCI POSLIJE BERBE I TEHNOLOGIJA ČUVANJA KIVIJA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE  
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Marko Barbir**, JMBAG 0117201492, naslova **POSTUPCI  
POSLIJE BERBE I TEHNOLOGIJA ČUVANJA KIVIJA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc.dr.sc. Goran Fruk          mentor          \_\_\_\_\_

2. prof.dr.sc. Tomislav Jemrić    član          \_\_\_\_\_

3. izv.prof.dr.sc. Marko Vinceković    član          \_\_\_\_\_

## INFORMACIJE O MENTORU

Doc. dr. sc. Goran Fruk diplomirao je 2008. godine na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu studij Bilinogojstvo, usmjerenje Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo.

Od 2009. godine zaposlen je na Zavodu za voćarstvo Agronomskog fakulteta, gdje radi i danas. Poslijediplomski doktorski studij Poljoprivredne znanosti završava 2014. godine obranom disertacije naslova „Uloga toplinskih tretmana i sastava pektina u pojavi ozljeda plodova nektarine (*Prunus persica* var. *nectarina* Ait.) od niskih temperatura tijekom čuvanja“ pod mentorstvom prof. dr. sc. Tomislava Jemrića. Od 2016. godine, docent je na Zavodu za voćarstvo Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta. Znanstveno se usavršavao kod prof. dr. sc. Branimira Pavkovića na Sveučilištu u Rijeci Tehničkom fakultetu (Zavod za termodinamiku i energetiku) u trajanju 14 dana (2009.) te kod prof. dr. sc. Janeza Hribara na Sveučilištu u Ljubljani Biotehničkom fakultetu u trajanju od šest mjeseci (2013.-2014.). Koautor je devet objavljenih znanstvenih radova kategorije A1, 17 radova A2 kategorije te 2 rada A3 kategorije. Također je koautor tri knjige, te je 16 puta sudjelovao na domaćim i međunarodnim skupovima. Bio je suradnik na četiri domaća stručna i znanstvena projekta te dva međunarodna znanstvena projekta.

U nastavi sudjeluje na preddiplomskom i diplomskom studiju kao suradnik na pet modula iz područja voćarstva i čuvanja voća, te je koordinator modula Temelji voćarstva na diplomskom studiju. Bio mentor 15 završnih radova i dva diplomska rada

## Postupci poslije berbe i tehnologija čuvanja kivija

Marko Barbir

### Sažetak

Cilj ovog istraživanja je na temelju prikupljene relevantne literature proučiti postupke poslije berbe i tehnologiju čuvanja kivija. Odnosi se na skladištenje, bolesti, fiziološke poremećaje, transport, tretmane i sve ostale čimbenike koji utječu na kvalitetu ploda kivija nakon berbe i neposredno prije berbe, a mogu utjecati na kvalitetu tijekom skladištenja. Utvrđeno je kako je čuvanje na niskim temperaturama imalo značajan utjecaj na fizikalno-kemijska i nutritivna svojstva kivija čime se poboljšala kvaliteta, pojačala se čvrstoća, škrob i sadržaj topljive suhe tvari uslijed nižeg disanja i proizvodnje etilena, produžen je sami rok trajanja ploda bez ikakvih ozljeda ili promjene boje. Ustanovljeno je kako je antioksidativno djelovanje znatno smanjeno nakon četiri mjeseca hladnog skladištenja i kako hladno skladištenje ima negativan učinak na antioksidativno djelovanje u plodu kivija. Zaključeno je kako tretman kalcijem i HRW tretman čine plod prihvatljivijim zbog smanjenja brzine promjene boje i smanjenja truleži. Ustanovljeno je da salicilna kiselina ima pozitivan utjecaj na postotak gubitka težine ploda kivija i njegovo propadanje. Također je ustanovljeno kako tretman etilenom ubrzava proces zrenja, na što je kivi izrazito osjetljiv.

**Ključne riječi:** kivi, voće kivi, skladištenje, kvaliteta voća, boja voća, fiziološki poremećaji, senzorna analiza, pakiranje, fiziološki poremećaji i bolesti nakon berbe, salicilna kiselina

**Postharvest procedures and preservation technology of kiwifruit**

Marko Barbir

The aim of this study is to investigate post-harvest procedures and kiwi fruit preservation techniques based on relevant literature collected. It relates to storage, diseases, physiological disorders, transport, treatments and all other factors affecting the quality of kiwi fruit after harvesting and just before harvesting that may affect the quality during storage. It was established that low temperature storage had a significant impact on the physico-chemical and nutritional properties of the kiwi fruit, which improved the quality, strengthened starch and starch content of dry solids due to lower breathing and ethylene production, extended the shelf-life itself without any injury or color change. It has been found that antioxidant activity has been significantly reduced after four months of cold storage and how cold storage has a negative effect on antioxidant activity in kiwi fruit. It was concluded that calcium treatment and HRW treatment make the fruit more acceptable by reducing the rate of change in color and decreasing rot.

It has been found that salicylic acid has a positive effect on the percentage of loss of kiwi weight and its degradation.

It has also been found that treating with ethylene accelerates the ripening process, which makes the kiwi extremely sensitive.

**Keywords:** kiwi, kiwi fruit, storage, fruit quality, fruit color, physiological disorder, sensory analysis, packaging, physiological disorders and diseases after harvest, salicylic acid.



# SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. Uvod.....   | 1  |
| 2. Svojstva kakvoće ploda .....  | 2  |
| 2.1. Karakteristike i kriteriji kvalitete .....                              | 2  |
| 2.2. Indeksi hortikulturnih zrelosti .....                                   | 2  |
| 2.3. Razredi, veličine i pakiranja.....                                      | 3  |
| 3. Problemi u čuvanju plodova .....  | 4  |
| 3.1. Fiziološki poremećaji.....  | 4  |
| 3.1.1 Štete od smrzavanja .....  | 4  |
| 3.1.2. Tvrda jezgra .....  | 4  |
| 3.1.3. Unutarnje propadanje.....   | 4  |
| 3.1.4. Zrnatost mesa ploda .....   | 4  |
| 3.1.5. Prozirnost perikarpa.....   | 5  |
| 3.1.6. Pojava bijelih mrlja na jezgri ploda .....                            | 5  |
| 3.1.7. Poremećaji uzrokovani etilenom.....                                   | 5  |
| 3.2. Bolesti .....   | 6  |
| 3.2.1. Plijesni i kvasci.....  | 6  |
| 3.2.1.1. Botrytis.....   | 7  |
| 3.2.2. Trulež „Alternaria“ .....   | 8  |
| 4. Tretmani u čuvanju plodova .....  | 9  |
| 4.1. . Skladištenje .....  | 9  |
| 4.2. Čuvanje na niskim temperaturama.....                                    | 10 |
| 4.3. Boja mesa .....   | 12 |
| 4.4. Gubitak težine .....  | 13 |
| 4.5. Čvrstoća mesa .....   | 13 |
| 4.6. Ukupne kiseline i sadržaj topljive suhe tvari .....                     | 14 |
| 4.7. Askorbinska kiselina .....  | 15 |
| 4.8. Fenolni spojevi .....   | 15 |
| 4.9. Antioksidativna aktivnost.....  | 16 |
| 4.10. Kontrolirana atmosfera (KA).....                                       | 16 |
| 4.11. Ultrazvučni tretmani .....   | 17 |
| 4.12. HRW tretman (hydrogen - rich treatment – voda obogaćena vodikom) ..... | 18 |
| 4.13. Tretman kalcijem.....  | 19 |
| 4.14. Tretman salicilnom kiselinom .....                                     | 21 |
| 5. Premazi .....   | 25 |
| 6. Zaključak .....   | 26 |
| 7. Popis literature .....  | 27 |
| 8. Tablice .....   | 38 |

# 1. Uvod

Prema Crisosto i Kader (1999) botanički gledano, kivi je bobica sa brojnim mjestima popunjenim sa mnogo malih, mekih, crnih, sjemenki. Zeleno obojeno meso (jestivi dio) sastoji se od tri sekcije: vanjski perikarp, unutarnji perikarp te columelle (jezgra) koja je svjetlije zelene boje u odnosu na perikarpno tkivo, a relativno tanka smeđa kožica uključuje epiderm i hipodermalne stanice (Crisosto i Kader 1999). Plutene stanice mogu nekada biti viđene kako prekrivaju male ozljede (Crisosto i Kader 1999). Pući nisu zamijećene na površini ploda, ali zato drugi otvori gdje su uklonjene dlačice (trichomesi), pružaju adekvatnu izmjenu plinova (Crisosto i Kader 1999).

Kivi ima velike i male dlačice (trikome) na svojoj površini, gdje male dlačice mogu biti zamijećene u ranoj fazi razvoja velikih dlačica koje su višestanične i ponekad razgranate (Crisosto i Kader 1999). Većina malih jednostaničnih dlačica na površini zrelog ploda kivija je polegnuta kao posljedica rukovanja tijekom i nakon berbe (Crisosto i Kader 1999).

Plod kivija sadrži nekoliko spojeva sa antioksidativnim svojstvima, kao što su askorbinska kiselina, karotenoidi i polifenoli (Paredes-Lopez i sur. 2010; Duttaroy & Joorgensen 2004; Tavarini i sur. 2008; Jeong i sur. 2007). Postoji više sorata kivija, od kojih je najpoznatija ona imenom 'Hayward' koja se uzgaja u različitim uvjetima a to su: konvencionalni, integrirani (niska razina kemikalija, LCG) i organski (Park i sur. 2015). Izgled i kvaliteta svježeg voća glavni je kriterij u donošenju odluka o kupnji (Shiri i sur. 2014). Potrošačka prihvatljivost kod zrelog kivija (*Actinidia deliciosa* cv. 'Hayward') je veličina i oblik ploda, koncentracija šećera, omjer šećera i kiseline, zelena boja mesa te senzorna svojstva kao što su hlapivi sadržaj, tekstura, slatko-nektarni miris, slatki okus mesa i izgled (Jaeger i sur. 2003; Ghasemnezhad i sur. 2013).

Kivi sadrži bogatstvo fitonutrijenata, uključujući askorbinsku kiselinu, fenole, flavonoide, vitamin E, karotenoide i minerale, a služi kao najbolji izvor luteina i mio-inozitola (Zhang i sur. 2012). Kultivari kivija koje poznajemo su 'Hayward', 'Abbott', 'Monty', 'Bruno' i 'Alison' (Crisosto i Kader 1999; Park i sur. 2015) te zasebna vrsta kivija *Actinidia arguta* 'Ananasnaya' (Strik i Hummer, 2006).

U ovom radu se na temelju prikupljene dostupne relevantne literature nastoji napraviti sažeti pregled svih tehnika čuvanja i pakiranja ploda kivija što uključuje razne tretmane, fiziološke poremećaje, bolesti i određene poremećaje koji se prenose još iz nasada te na koji način ih spriječiti.

## 2. Svojstva kakvoće ploda

### 2.1. Karakteristike i kriteriji kvalitete

Nedostaci kvalitete uključuju pukotine u rastu, oštećenja od insekata, modrice, ožiljke, sunčev scald i unutarnje raspadanje (Crisosto i Kader 1999). Zadovoljstvo kupaca je postignuto kada zrelo voće dosegne barem 12,5% sadržaja topljivih suhih tvari (TST) (Crisosto i Kader 1999). Meso tvrdoće 8,90 – 13,34 N/cm<sup>2</sup><sup>1</sup> smatra se zrelim (Crisosto i Kader 1999).

Predviđanje kvalitete zrelog kivija se može postići mjerenjem topljivih suhih tvari pri berbi destruktivno i ne destruktivno (Crisosto i Kader 1999).

Kivi sadrži velike količine vitamina C i limunske kiseline (Crisosto i Kader 1999). Škrob je visok tijekom berbe, ali tijekom skladištenja i sazrijevanja prelazi u topljive šećere (Crisosto i Kader 1999).

### 2.2. Indeksi hortikulturnih zrelosti

Prema Crisosto i Kader (1999) kivi bi trebao biti bran kada dosegne 6,5% koncentracije sadržaja topljive suhe tvari. Maksimalna zrelost je postignuta kada je tvrdoća mesa jednaka ili viša od 62,30 N/cm<sup>2</sup><sup>2</sup> mjerena penetrometrom<sup>3</sup> (Crisosto i Kader 1999). Kasnije ubran kivi će tokom skladištenja zadržati čvrstoću mesa bolje od ranije ubranog kivija (Crisosto i Kader 1999).

Nakon skladištenja, ozljede od vibracija mogu značajno biti smanjene ako se plodovi kivija prevoze kada im je tvrdoća 22,24 N/cm<sup>2</sup><sup>4</sup> ili viša (Crisosto i Kader 1999). Kasnije ubran kivi će u većini slučajeva imati visok sadržaj topljivih suhih tvari tijekom berbe i konzumacije (Crisosto i Kader 1999).

---

<sup>1</sup> U izvornom radu je tvrdoća izražena u pound force (*eng.*), što se može preračunati kao 1 p.f. = 4,45 N

<sup>2</sup> U izvornom radu je tvrdoća izražena u pound force (*eng.*), što se može preračunati kao 1 p.f. = 4,45 N

<sup>3</sup> Izvorno autori navode sedam različitih faza zrelosti koje izražavaju kroz °Brix-a: 6,5, 7, 7,5, 8, 8,5, 9, 10, a mi preračunavamo u postotak izražen kroz TST

<sup>4</sup> U radu je tvrdoća izražena u N, a izvorno u pound force gdje je 1p.f. = 4,45 N

### **2.3. Razredi, veličine i pakiranja**

Prema Crisosto i Kader (1999) jednom kada se dostigne minimalna zrelost ploda može krenuti berba svih plodova kivija odjednom zato jer ne postoje vidljive karakteristične razlike koje bi pomogle beračima da razlikuju nezreo od zrelog ploda. Plodovi se beru ručno, obično u klokan torbe pa berači prebacuju plodove u drvene ili plastične posude na otvorenom (Crisosto i Kader 1999). Plodovi kivija se pakiraju u pojedinačne slojeve od po 3 kg, a određeni plodovi se pakiraju u male potrošačke vrećice u rasponu od pola kilograma pa do jednog kilograma (Crisosto i Kader 1999).

### **3. Problemi u čuvanju plodova**

#### **3.1. Fiziološki poremećaji**

##### **3.1.1 Štete od smrzavanja**

Prema Crisosto i Kader (1999) prozirnost mesa se razvija od peteljke ploda prema cvjetnom kraju kako jača težina ozljede. Osjetljivi plodovi postaju žućkastog mesa kod produljenog čuvanja (Crisosto i Kader 1999). Ozljede od smrzavanja mogu nastati kod rano ubranih plodova koji se čuvaju na  $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  i  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ili kada su izloženi ranom mrazu u voćnjaku (Crisosto i Kader 1999). Plodovi koji su bili izloženi kasnom mrazu u voćnjaku, uglavnom pokazuju simptome na "ramenima" ploda gdje kolabiraju stanice što djeluje kao da je plod uštipnut na peteljkinjoj strani (Crisosto i Kader 1999).

##### **3.1.2. Tvrda jezgra**

Crisosto i Kader (1999) zaključuju kako se ovaj poremećaj javlja kod plodova koji su čuvani u atmosferi s više od 8%  $\text{CO}_2$  uz prisutnost etilena. U takvim uvjetima čuvanja jezgra ploda ne može dozrijeti dok je ostatak ploda mekan i zreo (Crisosto i Kader 1999).

##### **3.1.3. Unutarnje propadanje**

Crisosto i Kader (1999) izvještavaju kako ovi simptomi počinju kao blago obezbojenje („natapanje mesa ploda vodom“) na cvjetnom kraju ploda. S vremenom to napreduje oko cvjetnog kraja te na kraju obuhvaća veliki dio ploda, a kako simptomi napreduju stvara se „zrnatost“ ispod površine ploda, a počinje oko cvatnog dijela ploda.

##### **3.1.4. Zrnatost mesa ploda**

Prema Crisosto i Kader (1999) pojava granulacije se pretežno javlja na vršnom kraju ploda, ali kao na primjer u slučaju translucencije može se proširiti i na bočne strane ploda. Ovaj je poremećaj također svrstan u ozbiljnije poremećaje uzrokovan produženim čuvanjem te dozrijevanjem na  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Crisosto i Kader 1999). Ne postoji vidljiva povezanost između prozirnosti perikarpa i granulacije, jer se simptomi mogu pojaviti neovisno (Crisosto i Kader 1999).

### **3.1.5. Prozirnost perikarpa**

Crisosto i Kader (1999) zaključuju kako je ovaj poremećaj zabilježen i pri standardnim uvjetima i pri skladištenju kivija u KA (kontrolirana atmosfera) na 0 °C. Pojavljuje se kao prozirna mrlja u vanjskom perikarpnom tkivu na vršnom dijelu ploda koja se može proširiti na bočne strane (Crisosto i Kader 1999). Također (Crisosto i Kader 1999) su zaključili kako prozirnost perikarpa postaje puno veća nakon produljenog skladištenja, a može se primijetiti tek nakon dvanaestog tjedna skladištenja na 0 °C gdje prisutnost etilena u atmosferi skladištenja dodatno pogoršava razvoj simptoma.

### **3.1.6. Pojava bijelih mrlja na jezgri ploda**

Crisosto i Kader (1999) su zaključili kako različite bijele mrlje temeljnog tkiva mogu proizaći iz izloženosti povišenom ugljičnom dioksidu i etilenu dužem od 3 tjedna na 0 °C.

### **3.1.7. Poremećaji uzrokovani etilenom**

Crisosto i Kader (1999) izvještavaju kako se potreba za izbjegavanjem izloženosti etilenu nastavlja tijekom prijevoza i distribucije. Isto tako Crisosto i Kader (1999) upozoravaju da baš kao što kivi nije moguće skladištiti s drugim proizvodima ili u blizini proizvoda koji proizvode etilen, tako se ujedno ne smiju niti prevoziti s njima. Oprema za proizvodnju etilena (kao što su viličari na propan) ne smije se koristiti u skladišnim prostorijama, a područja za utovar i istovar ne smiju sadržavati ispušne plinove s kontaminiranim etilenom (Crisosto i Kader 1999).

Etilen ubrzava proces zrenja voća, a koncentracija etilena na koju kivi reagira može biti niska poput 0,1 µL/L čak i pri niskoj temperaturi i kontroliranim uvjetima (McDonald i Harman 1982; Beever i Hopkirk 1990, Fisk i sur. 2008).

Sommer i sur. (1983) se slažu sa Crisosto i Kader (1999) i također zaključuju kako se tijekom skladištenja mora izbjegavati izloženost plodova etilenu kako bi se spriječilo ubrzano omekšavanje, a budući da su ispušni plinovi viličara s motorima s unutarnjim izgaranjem izvor etilena samo bi se električni viličari trebali koristiti.

## 3.2. Bolesti

### 3.2.1. Plijesni i kvasci

Kivi se već dugo naziva „kraljem voćaka“ zbog visokog sadržaja vitamina C i uravnoteženog sastava minerala, dijetalnih vlakana te drugih metabolita korisnih za ljudsko zdravlje (Huang i sur. 2013; Stonehouse i sur. 2013). Međutim, propadanje kivija nakon berbe zbog infekcija gljivičnih patogena rezultira značajnim gubicima (Tang i sur. 2015).

Siva plijesan uzrokovana *Botrytis cinera*-om najznačajnija je bolest kivija nakon berbe (Michailides i Elmer 2000; Minas i sur. 2010) čiji prvi znak pojave truleži kod Sommer i sur. (1983) na plodovima je obično izgled sitnih čašica bijelog micelija koji raste kroz kožicu ploda, a druga bolest (Neri i sur. 2010; Wang i Buta 2003) je plava plijesan uzrokovana *Penicillium expansum*-om. Iako je u državama članica EU zabranjena uporaba pesticida nakon berbe na svom voću osim kod agruma, Bardas i sur. (2010) izvještavaju kako su sintetički kemijski fungicidi još uvijek glavna metoda kojom se kontrolira propadanje plodova kivija nakon berbe. Među ekološki prihvatljivim pristupima, biološka kontrola koja koristi antagonističke kvasce izvijestila je da su takvi kvasci učinkoviti u kontroli propadanja raznih voćnih vrsta nakon berbe (Droby i sur. 2009; Liu i sur. 2013; Sharma i sur. 2009; Spadaro i Gullino, 2004). Osim upotrebe antagonista, indukcija otpornosti bolesti pobuđivačem u tehnologiji nakon berbe je još jedna potencijalna alternativa sintetičko kemijskim fungicidima (Terry i Joyce, 2004; Tian i sur., 2006).

Harpin kao hipersenzitivni podražajni pobuđivač može aktivirati obrambeni mehanizam u mnogih biljaka (Akbulak i sur. 2006; de Capdeville i sur. 2003; Fonseca i sur. 2009; Taylor 2006; Tezcan i sur. 2013; Wei i sur. 1998), a u istraživanju od Tang i sur. (2015) harpin pri koncentracijama od 60 do 120 mg/L je bio učinkovit u kontroli sive plijesni (*B. cinerea*) i plave plijesni (*P. expansum*) kod kivija, što ukazuje da indukcija otpornosti bolesti u domaćinu, pomoću harpina, igra glavnu ulogu u kontroli propadanja, a ne antifungalna aktivnost. Što se tiče razvoja prirodnog propadanja, glavni patogeni odgovorni za prirodne infekcije ploda kivija, u istraživanju od Tang i sur. (2015), bili su identificirani kao *Botrytis cinrera*, *Penicillium expansum* i *A. alternata*, pri čemu je *B. cinerea* najopsežniji, a ovo istraživanje je u suglasnosti s prijašnjim istraživanjima kivija što ukazuje da je *B. cinerea* najčešći gljivični patogen (Bautista – Banos i sur. 1997; Michailides i Elmer, 2000; Minas i sur. 2010). Prema Tang i sur. (2015) kombinacija harpina i *Candida diversae* je rezultirala najboljom kontrolom prirodnog propadanja u kiviju nakon skladištenja na 20 °C tijekom 15 dana. U usporedbi kontrolnih plodova s učestalosti prirodnog propadanja od 37 % kod Tang i sur. (2015), tretman harpinom, *C. diversae*-om i kombiniranim tretmanom, značajno se smanjila učestalost bolesti na 22 %, 27 % i 15 %.

Tang i sur. (2015) zaključuju da je kombinirana upotreba antagonističkog kvasca, *C. diversae* i harpin tretmana bila učinkovitija u kontroli propadanja kivija nakon berbe, za razliku od svakog tretmana zasebno. Nadalje Tang i sur. (2015) još dodaju, kako integrirana strategija biokontrole i tretmani pobuđivačima predstavljaju obećavajući pristup, osobito za visoko pokvarljivu robu poput kivija, za kontrolu propadanja plodova nakon berbe.

### 3.2.1.1. Botrytis

Prema Crisosto i Kader (1999) najčešći simptom je blaga trulež koja počinje na krajevima matičnih stanica ili na područjima ozljeda te zahvaćeno tkivo postaje tamno i natopljeno vodom sa čime se slažu (Sommer i sur. 1983). Prema Lee i sur. (2001) *Botrytis cinerea* je identificirana kao glavni gljivični patogen što uzrokuje propadanje sive plijesni tijekom skladištenja nakon berbe. Crisosto i Kader (1999) izvještavaju kako čak i pri odsutnosti propadanja može postojati površinski rast bijele plijesni ili sivo-smeđih spora na ostacima čašice ploda. Inicijalna infekcija može se pojaviti preko senescentnih cvjetnih dijelova u bilo kojem trenutku od kraja cvatnje pa do berbe (Crisosto i Kader 1999). Vlažni uvjeti su neophodni za infekciju nakon čega gljivice mogu ostati mirne i do nekoliko mjeseci te se pojaviti tek nakon određenog razdoblja skladištenja (Crisosto i Kader 1999).

Prema Sommer i sur. (1983) *Botrytis cinerea* ulazi u plod na nekoliko sljedećih načina:

- 1) Rane mogu biti nanijete na plod tijekom sakupljanja i rukovanja te su čak i najmanje ozljede dovoljne ako se ozlijedi kožica i spora dolazi na ranu
- 2) Prašnici i latice mogu biti kolonizirani raznim gljivicama pred kraj cvatnje, a oni koji su kolonizirani *Botrytis cinerea*-om mogu poslužiti kao inokulum
- 3) Tkiva na voćnoj stabljici mogu biti kontaminirana
- 4) Gljivica može izravno prodrijeti kroz kožu ploda, a to je proces koji zahtijeva razdoblje kiše od dva do tri dana ili izuzetno visoku vlažnost

Crisosto i Kader (1999) nadalje izvještavaju kako se infekcija može pojaviti preko porezotina i preko rana na koži, a Sommer i sur. (1983) zaključuju, ako se plod pohranjuje pri visokoj vlazi, zračni micelij će izaći iz površine zaraženih plodova koji može narasti preko 2,5 cm iz trulih plodova i prenijeti se na susjedne plodove penetrirajući u njih i uzrokujući im trulež. Isto tako Crisosto i Kader (1999) zaključuju da je siva plijesan sposobna za spor rast čak i na 0 °C te se tijekom dugotrajnog skladištenja može proširiti na zdrave plodove pritom uzrokujući „gnijezdo“ i Sommer i sur. (1983) dodaju kako je to uobičajeno sredstvo kojim se bolest širi pri skladištenju. Sommer i sur. (1983) izvještavaju kako se površinski micelij povremeno može promijeniti od bijele do izrazito sive boje kao rezultat proizvodnje spora. Prema Sommer i sur. (1983) čini se da je *Botrytis* trulež usko povezana sa stanjem ploda jer je kivi u nasadu vrlo otporan na gljivicu te na temelju višegodišnjih testova promatranja i skladištenja smatraju kako



normalni, neosjetljivi plodovi ne postaju osjetljivi na Botrytisovu trulež sve dok ne budu gotovo zreli.

Dakle Crisosto i Kader (1999) preporučuju primjenu fungicidnih sprejeva prije berbe te ako to zakon dozvoljava fungicidni tretman nakon berbe.

### 3.2.2. Trulež „*Alternaria*“

Sommer i sur. (1983) izvještavaju kako plodovi zahvaćeni sunčevim scaldom često budu zaraženi s *Alternaria spp.* pri čemu se stvara tvrda, suha trulež. Iako su iste gljivice umiješane u „*Alternaria*“ trulež i površinsku plijesan „*Alternaria*“, čini se da ne postoje nikakve druge poveznice, te se stoga uklanjanjem plodova zahvaćenih sunčevim scaldom, uklanja „*Alternaria*“ trulež (Sommer i sur. 1983).

## 4. Tretmani u čuvanju plodova

### 4.1. Skladištenje

Skladištenje voća, općenito, vrlo je bitno za njegovu kvalitetu, naročito svojstva organoleptičkog okusa (Fatemi i sur. 2013). Razdoblje skladištenja kivija za tržišne potrebe je od 4 do 6 mjeseci (Antunes i Sfakiotakis 2002; Crisosto i Kader 1999). Kivi je niskokaloričan te ima visoke količine vitamina C koji je viši čak i od naranče, jagode, limuna i grejpa, a ustanovljeno je kako se koncentracija vitamina C kod kultivara 'Hayward' smanjuje na kraju dugotrajnog čuvanja na niskim temperaturama (6 mjeseci) (Tavarini i sur. 2008).

Prema Crisosto i Kader (1999) smanjenje mekšanja ploda nakon berbe je ključno u uspješnom rukovanju kivijem. Mekšanje se rapidno odvija tijekom prvih nekoliko tjedana skladištenja na zraku (Crisosto i Kader 1999). Pad čvrstoće mesa otprilike odgovara pretvorbi škroba u topljive šećere (Crisosto i Kader 1999). Čak i kad je voće čuvano na 0°C, otprilike jedna trećina do jedna polovina preostale čvrstoće mesa se može izgubiti u mjesec dana (Crisosto i Kader 1999).

Za čuvanje plodova koriste se različite vrste skladištenja: skladištenje pri standardnim uvjetima, kontrolirana atmosfera zamrzavanjem na 0°C, skladištenje u modificiranoj atmosferi, kontrolirana atmosfera (Antunes i Sfakiotakis 2002; Das i sur. 2006) i skladištenje u ozonom obogaćenoj atmosferi (Tzotzakakis i sur. 2007).

Crisosto i Kader (1999) izvještavaju kako bi kivi trebao biti skladišten na otprilike 0 °C i ispod 90 – 95 % relativne vlažnosti i važno je voditi računa o tome da temperatura čuvanja ne pada ispod 0 °C jer se točka zamrzavanja teško može predvidjeti. Svježe ubrani plod na 6,5 % sadržaja topljivih suhih tvari može imati točku smrzavanja na otprilike 0,5 °C, pogotovo na kraju ploda kod peteljke gdje se nalazi najniži sadržaj topljivih suhih tvari (Crisosto i Kader 1999). Ozljeđu od niskih temperatura karakterizira staklavost mesa i jezgre ploda (Crisosto i Kader 1999).

Tijekom skladištenja, kada je škrob hidroliziran i sadržaj topljivih suhih tvari je barem 13 %, točka zamrzavanja se određuje na otprilike -1,5 °C, iako se ni u ovom trenutku ne preporučuje niža temperatura skladištenja (Crisosto i Kader 1999). Svi potencijalni izvori onečišćenja od etilena trebaju biti uklonjeni u području skladištenja i rukovanja (idealno bi bilo manje od 10 ppb) (Crisosto i Kader 1999). Za dugoročno skladištenje, pokazalo se da je uporaba kontroliranih atmosfera učinkovita pod uvjetom da se održavaju i 0 °C i etilen manji od 50 ppb (Crisosto i Kader 1999).

Kako bi se produljio životni vijek skladištenja i kakvoća kivija razvijene su razne metode među kojima je najčešće čuvanje na niskim temperaturama prema Huali i sur. (2014) iako je prema Mworja i sur. (2012) plod osjetljiv na nisku temperaturu (0 °C, -0,8 °C) što dovodi do razvoja fizioloških poremećaja uz brzo mekšanje nakon čuvanja na niskim temperaturama. Prema Jhalegar i sur. (2011) 1-MCP može smanjiti proizvodnju etilena i spriječiti mekšanje mesa učinkovitije na 20 °C nego na 0 °C Kim i sur. (2001) to potvrđuju ali navode kako to nema značajnog utjecaja na čvrstoću ploda tijekom srednjeg do kasnog razdoblja skladištenja. Salicilna kiselina, umakanje kalcijem, jestivi premazi i modificirana atmosfera pakiranja drugi su izbori za smanjenje gubitka vlažnosti, ograničenje unosa kisika, redukciju u respiraciji te proizvodnju usporivača etilena koji će rezultirati usporavanjem diskoloracije te inhibirati rast klica (Fisk i sur. 2008; Yao & Tian 2005; Montanaro i sur. 2006).

## 4.2. Čuvanje na niskim temperaturama

Nakon berbe parametri kakvoće plodova<sup>5</sup> kod kultivara kivija su međusobno bili uspoređeni u organskom, integriranom i konvencionalnom sustavu uzgoja za određivanje ukupne antioksidativne aktivnosti (Ozgen i sur. 2006; Apak 2004; Proteggente 2002). Park i sur. (2015) navode kako su se fizikalno-kemijska svojstva kivija promijenila čuvanjem na niskim temperaturama tokom 24 tjedna. Čvrstoća kultivara 'Hayward' izražena u N se tijekom 24 tjedna promijenila sa 40 – 42 na 6,22 – 5,65, dok je suha tvar nakon 24 tjedna ostala gotovo nepromijenjena (Park i sur. 2015).

Značajno mekšanje plodova i smanjeni sadržaj ukupnih kiselina (UK) zabilježeni su bez proizvodnje etilena u netaknutim plodovima pohranjenim na niskoj temperaturi tijekom jednog mjeseca, ali ne i u plodovima čuvanim na sobnoj temperaturi (Park i sur. 2015). Ponavljani tretmani 1-MCP-om (dva puta tjedno) nisu uspjeli inhibirati promjene koje su se dogodile u čuvanju na niskim temperaturama (Park i sur. 2015).

Kod Park i sur. (2015) opažanja ukazuju kako niska temperatura modulira zrenje kivija nezavisno od etilena, a kod Mworja i sur. (2012) to upućuje na to da je zrenje kivija inducirano, bilo etilenom ili nisko-temperaturnim signalima.

Istraživanje koje su napravili Park i sur. (2015) polučilo je rezultate gdje je ukupni sadržaj topljivih suhih tvari prije čuvanja na niskim temperaturama bio od  $7,83 \pm 0,06$  % TST<sup>6</sup>, a nakon čuvanja  $14,97 \pm 0,12$  % TST za sortu 'Hayward' tijekom 24 tjedna. Nadalje, pH i ukupne kiseline tijekom čuvanja na niskim temperaturama su promijenjene gdje se pH prije čuvanja promijenio od  $3,22 \pm 0,02$  % do  $3,52 \pm 0,01$  % nakon čuvanja, a

---

<sup>5</sup> čvrstoća, kiselost, suha tvar, senzorna svojstva, propadanje voća, antioksidansi

<sup>6</sup> U izvornom radu autori TST izražavaju kroz °Brix, a mi preračunavamo i izražavamo kroz TST postotak, gdje je 1 °Brix = 1 % TST

ukupna kiselina (UK) se kretala od  $1,49 \pm 0,10$  % prije čuvanja do  $0,84 \pm 0,10$  % nakon čuvanja (Park i sur. 2015).

Polifenoli u zrelih plodovima su bili slični u plodova dozrelih putem skladištenja (8-10% TST) (Park i sur. 2015).

Rezultati od Park i sur. (2015) su se podudarali sa rezultatima od Krupa i sur. (2011) koji su utvrdili da je čvrstoća brzo smanjena i TST se povećao za sve sorte tijekom prvih 14 dana skladištenja na  $1^{\circ}\text{C}$ .

Proučavane su fizikalno-kemijske osobine uzoraka kultivara 'Abbot', 'Alison', 'Bruno', 'Monty' i 'Hayward' tijekom hladnog skladištenja na intervalima od 0,9 i 18 tjedana (Park i sur. 2015). Srednji kemijski sastav plodova ispitanih kultivara bio je sljedeći: škrob =  $0,3 - 7,0\%$ , TST =  $6,5 - 14,8\%$  i kiselost =  $1,8 - 2,5\%$  (Park i sur. 2015).

Kultivar 'Hayward' je imao najbolju ukupnu kvalitetu, osobito zbog otpornosti na omekšavanje (Park i sur. 2015). Ovo istraživanje od Park i sur. (2015) potvrđuje da je dugotrajno skladištenje na  $1 \pm 1^{\circ}\text{C}$  i  $80 \pm 5\%$  relativne vlažnosti pogodno za održavanje najviše kvalitete uzgojenih iranskih kultivara kivija. Također je vidljivo da je kultivar 'Hayward' bio sličan onome u Italiji usporedivši ovo istraživanje sa istraživanjem od (Castaldo i sur. 1992). Fizikalno-kemijski pokazatelji kultivara 'Hayward' uzgajani u Iranu se razlikuju od rezultata dobivenih istraživanjem (Park i sur. 2015). Sadržaj topljive suhe tvari se promijenio sa  $7,83 \pm 0,06$  % na  $14,97 \pm 0,12$  % u usporedbi s iranskim koji se promijenio od  $8,13 \pm 0,15$  % na  $17,70 \pm 0,26$  % tijekom 18 tjedana (Park i sur. 2015). Također Park i sur. (2015) navode kako se pH kultivara promijenio s  $3,22 \pm 0,02$  % na  $3,52 \pm 0,01$  % u usporedbi sa istim kultivarom uzgojenim u Italiji koji se promijenio s  $3,10 \pm 0,01$  % na  $2,93 \pm 0,02$  %.

Prema istraživanju Park i sur. (2015) smanjenje sadržaja šećera značajno se povećava u ranoj fazi skladištenja (od  $35,20 \pm 0,30$  % do  $47,32 \pm 0,40$  % za 'Hayward') sa smanjenjem sadržaja škroba ( $11,12 \pm 0,09$  % do  $7,21 \pm 0,06$  % za 'Hayward'). Stopa respiracije se povećala tokom vremena, a zatim se smanjila tijekom hladnog skladištenja (od  $38,18 \pm 0,13$  do  $17,12 \pm 0,14$   $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$  za etilen i od  $4,22 \pm 0,04$  do  $2,13 \pm 0,02$   $\text{ml kg}^{-1} \text{h}^{-1}$  za ugljični dioksid) (Park i sur. 2015).

Prema Park i sur. (2015) tijekom hladnog skladištenja, značajna učinkovitost roka trajanja ploda kivija je okarakterizirana disanjem i proizvodnjom etilena.

Na temelju istraživanja koje su proveli Park i sur. (2015) došlo se do zaključaka kako je hladno skladištenje imalo značajan utjecaj na fizikalno-kemijska i nutritivna svojstva kivija čime je poboljšana kvaliteta i antioksidativna aktivnost, pojačala se čvrstoća, škrob i ukupni sadržaj topljivih suhih tvari uslijed nižeg disanja i proizvodnje etilena, produžen je sami rok trajanja ploda bez ikakvih ozljeda ili promjene boje kod kultivara 'Hayward'.

### 4.3. Boja mesa

Prema tablici 1 iz istraživanja od Ghasemnezhad i sur. (2013) sažete su vrijednosti boje mesa kivija prema LCh sustavu u sedam različitih stadija berbe nakon četiri mjeseca hladnog skladištenja. Rezultati od Ghasemnezhad i sur. (2013) su pokazali da nisu pronađene značajne razlike u stupnjevima boje mesa kod h i C u fazama berbe i na kraju hladnog skladištenja, ali se L značajno smanjio neovisno o fazama berbe nakon četiri mjeseca skladištenja na 0 °C. Zapravo, L vrijednost označava svjetlinu koja varira od nule (crna) do 100 (čista bijela) (Ghasemnezhad i sur. 2013).

Kruger i sur. (2010) su utvrdili da se ukupne vrijednosti boje kao što su L\*, a\* i b\* zasićenost (C) te nijansa (h) smanjuju nakon hladnog skladištenja za sve stupnjeve žetve u odnosu na svježe plodove.

**Tablica 1.**

Tablica 1. Promjene u nijansi mesa ploda (*h*), svjetline (*L*) i zasićenosti (*C*) vrijednosti kivija dobivenih u različitim fazama zrelosti tijekom berbe i nakon četiri mjeseca čuvanja na niskim temperaturama

| <i>Vrijeme berbe (% TST)</i> | <i>L</i>         |                               | <i>h</i>         |                               | <i>C</i>         |                               |
|------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
|                              | <i>Pri berbi</i> | <i>Skladištenje 4 mjeseca</i> | <i>Pri berbi</i> | <i>Skladištenje 4 mjeseca</i> | <i>Pri berbi</i> | <i>Skladištenje 4 mjeseca</i> |
| 6,5                          | 56,92abc         | 55,26abc                      | 109,9a           | 112,2a                        | 28,89a           | 26,73a                        |
| 7,0                          | 57,04abc         | 52,57cde                      | 110,5a           | 111,9a                        | 30,00a           | 27,34a                        |
| 7,5                          | 56,79abc         | 54,57abc                      | 109,5a           | 111,6a                        | 26,69a           | 26,75a                        |
| 8,0                          | 56,94abc         | 53,59cde                      | 109,6a           | 111,7a                        | 29,93a           | 25,43a                        |
| 8,5                          | 55,74abc         | 52,01e                        | 110,6a           | 111,5a                        | 29,90a           | 26,82a                        |
| 9,0                          | 60,34a           | 52,97cde                      | 110,0a           | 112,9a                        | 28,31a           | 25,98a                        |
| 10,0                         | 58,60ab          | 52,48de                       | 109,7a           | 113,0a                        | 27,16a           | 25,42a                        |

Napomena: Prosječne vrijednosti označene istim slovom unutar stupaca, ne razlikuju se značajno kod  $P \leq 0.05$  prema Duncanovom višestrukome rasponu ispitivanja

Izvor: Ghasemnezhad i sur. (2013)

#### 4.4. Gubitak težine

Kod Ghasemnezhad i sur. (2013) gubitak mase ploda se znatno povećao tijekom skladištenja, ovisno o fazi berbe. Najniža vrijednost je pronađena kod plodova koji su brani pri 6,5 % TST<sup>7</sup>, iako nije pronađena značajna razlika niti kod plodova branih pri 7 i 7,5 % TST (Ghasemnezhad i sur. 2013).

Podaci su također pokazali kako su ranije ubrani plodovi imali manji gubitak mase od onih kasnije ubranih, tijekom čuvanja na niskim temperaturama tokom četiri mjeseca (Ghasemnezhad i sur. 2013).

Burdon i Clark, (2001) izvještavaju da srednji sadržaj vode kivija kod berbe obično iznosi 80 – 90 % svježe mase. Gubitak vode nakon berbe može uzrokovati brzo opadanje kvalitete proizvodnje kroz sušenje međutim, prije nego što sušenje ploda postane uočljivo, gubitak vode nakon berbe također može promijeniti metabolizam i u nekim slučajevima ubrzati samo zrenje ploda (Burdon i sur. 1994). Dakle, smanjenje gubitka vode iz ploda tijekom skladištenja ili zrenja pomaže u održavanju kvalitete ploda, a kasnija berba čini plod osjetljivijim na gubitak vode za razliku od ranije berbe gledano iz standardne zrelosti (6,5 % TST) (Ghasemnezhad i sur. 2013).

#### 4.5. Čvrstoća mesa

Čvrstoća mesa kod Ghasemnezhad i sur. (2013) se znatno smanjuje samim napredovanjem ploda u sazrijevanju tokom berbe, a najveća vrijednost je pronađena u plodu branom s 6,5 % TST, ali isto tako čvrstoća se smanjuje tijekom hladnog skladištenja neovisno o stadiju berbe, a pri četveromjesečnom čuvanju na niskim temperaturama na 0°C nije pronađena nikakva značajna razlika. Bonghi i sur. (1997) izvještavaju kako se čvrstoća mesa naširoko koristi za definiranje kvalitete ploda kivija nakon berbe.

Yin i sur. (2009) izvještavaju da se čvrstoća ploda lagano smanjila sa 81,8 N kod berbe na 20,7 N nakon 12 tjedana skladištenja pri 0°C.

Iako Crisosto i Kader (1999) izvještavaju da kasnije ubran kivi, tijekom skladištenja, bolje zadržava čvrstoću mesa od onog ubranog ranije, istraživanje od Ghasemnezhad i sur. (2013) je pobilo tu tvrdnju u već spomenutom tekstu.

Uspoređujući podatke od Ghasemnezhad i sur. (2013) s podacima od Tavarini i sur. (2008) važno je napomenuti kako je prva berba pokazala veću čvrstoću ploda odmah nakon berbe, što znači da su plodovi bili blizu faze fiziološke zrelosti (8 % TST).

---

<sup>7</sup> U istraživanju od Ghasemnezhad i sur. (2013) masa ploda se izražava kroz „°Brix“, dok se kod nas izražava kroz TST (topljive suhe tvari)

Kako su izvijestili Villarreal i sur. (2008) tijekom razdoblja sazrijevanja i skladištenja zabilježeno je smanjenje čvrstoće mesa kao posljedica aktivnosti poligalakturonaze, a ta aktivnost ovisi o uvjetima skladištenja i genetskim svojstvima kultivara. Istraživanje Ghasemnezhad i sur. (2013) je pokazalo da mekšanje ploda (*Actinidia deliciosa*, cv. 'Hayward') nakon četiri mjeseca ne ovisi o zrelosti.

#### **4.6. Ukupne kiseline i sadržaj topljive suhe tvari**

Istraživanja Ghasemnezhad i sur. (2013) nas izvještavaju da ako se u standardnoj zrelosti ploda (6,5 – 7 % TST) odgodi berba smanjit će se sadržaj ukupnih kiselina, a najniža vrijednost se zabilježila kod plodova branih na 8 % TST. Isto tako Ghasemnezhad i sur. (2013) izvještavaju da se UK značajno smanjila tijekom skladištenja neovisno o stadijima berbe. Smanjenje kiselosti tijekom skladištenja voća koje su promatrali (Fisk i sur. 2006; Krupa i sur. 2011) te također izvijestili o nižem sadržaju ukupnih kiselina nakon skladištenja što se podudara sa rezultatima od (Ghasemnezhad i sur. 2013).

Kako navode Ghasemnezhad i sur. (2013) faze berbe, hladno skladištenje i sama interakcija između te dvije varijable imaju značajan utjecaj na TST/UK ploda kivija. Također, Ghasemnezhad i sur. (2013) zaključuju kako je dugotrajno skladištenje povećalo TST/UK kivija, ovisno o stadijima berbe, a također su dokazali da su faze rane berbe pokazale niže TST/UK od kasnijih, a najveća vrijednost je bila zabilježena u plodovima s 9 i 10 % TST nakon četiri mjeseca hladnog skladištenja.

Burdon i sur. (2004) su pokazali da se sadržaj TST-a kod zrelog kivija odražava na kvalitetu jestivog ploda kivija. Crisosto i Crisosto (2001) su izvjestili da 'Hayward' uzgojen u Kaliforniji ima prihvatljiv okus ako plod sadrži više od 11,6 % TST-a. Povećanje sadržaja TST-a rezultat je hidrolitičke promjene u škrobu i pretvorbi škroba u šećer, a to je važan indeks procesa zrenja u voću (Arthey i Ashurst, 2005). Prema Ghasemnezhad i sur. (2013) porast u omjeru između TST i UK u plodu tijekom skladištenja je bio usko vezan s povećanjem TST-a, nakon kojeg je uslijedilo opadanje UK sadržaja. Arthey i Ashurst (2005) su zaključili da aktivnost glikolitičkih enzima uzrokuje degradaciju škroba te pretvorbu vezanog škroba u saharozu.

Rezultati od Langenkamper i sur. (1998) koji su izvjestili o povećanju aktivnosti glikolitičkih enzima tijekom zrelosti bez obzira na temperaturu skladištenja se podudaraju s rezultatima od (Ghasemnezhad i sur. 2013). Dakle Ghasemnezhad i sur. (2013) zaključuju kako ranija berba smanjuje omjer TST i UK za razliku od kasnije berbe.

## 4.7. Askorbinska kiselina

Kod Ghasemnezhad i sur. (2013) podaci su pokazali da se askorbinska kiselina znatno povećala s odgodom berbe do 8 % TST i zatim pala, ali nakon četveromjesečnog čuvanja na niskim temperaturama, kasnije ubrani plodovi su pokazali znatno veću količinu askorbinske kiseline za razliku od ranije ubranih plodova kivija. Isto tako je veća vrijednost pronađena u plodovima branim na 10 % TST (Ghasemnezhad i sur. 2013). Istraživanja od Kabaluk i sur. (1997) su pokazala da askorbinska kiselina u plodu kivija varira između 25 i 155 mg na 100 <sup>-1</sup>g svježe tvari.

Kalt (2005) je dokazao da se sadržaj askorbinske kiseline smanjuje kada plodovi postaju prezreli uz istovremenu degradaciju tkiva.

Tavarini i sur. (2008) su izvijestili kako se askorbinska kiselina kod kivija ubranog na 10 % TST nije promijenila nakon dugog perioda skladištenja.

Ghasemnezhad i sur. (2013) zaključuju da se sadržaj askorbinske kiseline kod kivija znatno povećao nakon četiri mjeseca hladnog skladištenja. Također Ghasemnezhad i sur. (2013) su utvrdili da kasnije ubrani plodovi pokazuju znatno veći sadržaj askorbinske kiseline za razliku od onih ubranih ranije.

## 4.8. Fenolni spojevi

Faze berbe, hladno skladištenje odvojeno te međusobno u interakciji s fazama berbe značajno utječe na fenolne spojeve kivija (Ghasemnezhad i sur. 2013).

Prema Ghasemnezhad i sur. (2013) izvještavaju kako se fenolni sadržaj značajno promijenio u plodovima sakupljenim u sedam faza zrelosti i skladištenim na četiri mjeseca pri 0 °C. Također, fenolni se sadržaj znatno povećao s odgodom berbe do 8 % TST i zatim smanjio (Ghasemnezhad i sur. 2013). Suprotno tome, na kraju razdoblja skladištenja, plodovi brani nakon 8 % TST pokazali su znatno veći sadržaj fenola od onih ranije branih (Ghasemnezhad i sur. 2013). Prema Kalt (2005) fenolni se sadržaj u plodu može povećati ili smanjiti ovisno o uvjetima skladištenja.

Tavarini i sur. (2008) utvrdili su da promjena sadržaja fenola u plodu kivija, tijekom skladištenja, ovisi o zrelosti ploda za vrijeme berbe. Također Tavarini i sur. (2008) su izvijestili da je kod plodova, branim na približno 8 % TST i skladištenim na dva mjeseca pri 0 °C zabilježen značajan porast fenolnih spojeva.

Gil i sur. (2006) su utvrdili da tijekom devet dana skladištenja nije došlo do značajnih promjena u fenolnom sadržaju kivija, a razlika nije utvrđena niti između kriški i cijelog ploda.



## **4.9. Antioksidativna aktivnost**

Faze berbe, hladno skladištenje, te njihova međusobna interakcija značajno utječe na antioksidativni kapacitet (Ghasemnezhad i sur. 2013).

Prema Ghasemnezhad i sur. (2013) najveće vrijednosti antioksidativne aktivnosti, u plodu kivija, zabilježene su kod plodova ubranih na 6,5 % TST i skladištenih četiri mjeseca, a takvi rezultati sugeriraju da bi hladno skladištenje moglo negativno utjecati na antioksidativnu aktivnost u plodu kivija, a moglo bi ovisiti o vremenu berbe. Ovo se podudara s rezultatima dobivenim od Tavarini i sur. (2008) koji su izvijestili da je antioksidativno djelovanje znatno smanjeno nakon četiri mjeseca hladnog skladištenja i kako hladno skladištenje ima negativan učinak na antioksidativno djelovanje u plodu kivija branom na 8,5 i 10 % TST.

## **4.10. Kontrolirana atmosfera (KA)**

Prema Crisosto i Kader (1999) glavne prednosti kontrolirane atmosfere su zadržavanje čvrstoće i smanjenje pojave Botrytisa u odnosu na čuvanje pri standardnim uvjetima. Skladištenje pod kontroliranom atmosferom se uspješno koristi u komercijalnoj industriji kivija (Crisosto i Kader 1999). Preporuča se razina O<sub>2</sub> od 2 % sa udjelom CO<sub>2</sub> od 5 % bez etilena, ali uspostava uvjeta kontrolirane atmosfere mora biti najkasnije jedan tjedan nakon berbe kako izvještavaju Crisosto i Kader (1999), a prema Sommer i sur. (1983) korištenje kontrolirane atmosfere od oko 2,5 % O<sub>2</sub> i 5 % CO<sub>2</sub> znatno je usporilo zrenje plodova u testiranjima kada je pohranjivanje u KA pratilo praksu dobrog rukovanja.

Prema istraživanju Crisosto i Kader (1999) veliki (≈101g), srednji (≈93g) i mali (≈81g) plodovi kivija kultivara 'Hayward' su bili skladišteni bilo bez etilena ili u kontroliranoj atmosferi sa 5 % CO<sub>2</sub> + 2 % O<sub>2</sub> na 0 °C tokom 16 tjedana. Tijekom oba uvjeta skladištenja, veći plodovi su sporije omekšali za razliku od manjih plodova (Crisosto i Kader 1999). Kivi skladišten pri standardnim uvjetima je omekšao otprilike 2,6 puta brže od kivija skladištenog u kontroliranoj atmosferi (Crisosto i Kader 1999).

Prema Crisosto i Kader (1999) pri standardnim uvjetima veliki, srednji i mali plodovi kivija su dosegli 22,24 N (minimalna čvrstoća potrebna za pakiranje sa minimalnim pojavama ozljeda) do 12-og, 10-og i 8-og tjedna. Veliki, srednji i mali plodovi kivija skladišteni u KA uvjetima su omekšali do 22,24 N do 49-og, 30-og i 20-og tjedna (Crisosto i Kader 1999).

**Tablica 2.**

Razlike u čuvanju plodova pri standardnim uvjetima i u kontroliranoj atmosferi

| <i>'Hayward'</i>                      | <i>Očvrsnuli do 22,24 N</i> | <i>Omekšali do 22,24 N</i> |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Veliki plod ( $\approx 101\text{g}$ ) | 12. tjedan                  | 49. tjedan                 |
| Srednji plod ( $\approx 93\text{g}$ ) | 10. tjedan                  | 30. tjedan                 |
| Mali plod ( $\approx 81\text{g}$ )    | 8. tjedan                   | 20. tjedan                 |
| <b>Skladištenje</b>                   | Standardni uvjeti           | KA                         |

Izvor: Crisosto i Kader (1999)

#### 4.11. Ultrazvučni tretmani

Mnoga istraživanja su pokazala učinak ultrazvučnih tretmana u preradi i konzerviranju hrane, tj. inaktivacije mikroorganizama i enzima, ekstrakcije antioksidacijskih spojeva i ubrzavanju prijenosa topline (Knorr i sur. 2004; Zheng i Sun 2006; Stojanović i Silva 2007; Patist i Bates 2008; Feng i sur. 2008; Vilku i sur. 2008; Chemat i Khan 2011; Meng i sur. 2014). U prehrambenoj industriji ultrazvučni tretman se smatra inovativnom i atraktivnom tehnologijom jer ima jedinstvenu prednost pred drugim tretmanima, a ta je da proizvodi akustične valove koji se smatraju sigurnima, netoksičnima i ekološki prihvatljivima (Kentish i Ashokkumar 2011). Ultrazvučni tretmani u kombinaciji s vodenim kemikalijama (klorov dioksid, askorbinska kiselina, natrijev hipoklorit (NaOCl), perocetna kiselina) pokazali su se učinkovitijima u smanjenju mikrobiološkog opterećenja, propadanja i zadržavanju senzornih kvaliteta kod mnogih plodova, u usporedbi s individualnim tretmanima i netretiranim uzorcima (Meng i sur. 2014; Kentish i Ashokkumar 2011; Chen i Zhu 2011).

Meng i sur. (2014) izvjestili su kako bi ultrazvučni tretman u kombinaciji s NaOCl mogao povećati rok trajanja kivija u trgovini. Kod Vivek i sur. (2016) ultrazvučni intenzitet, vrijeme tretmana, koncentracija otapala su pokazale negativan učinak na ukupan broj bakterija, tj. ukupni broj bakterija se smanjio s povećanjem ultrazvučnog intenziteta, vremenom obrade i koncentracijom otapala, dakle ultrazvučna tehnologija je korištena za smanjenje mikrobiološkog opterećenja na plodove kivija.

**RSM (response surface methodology - metodologija površinske rezonivnosti)** je korištena za optimizaciju eksperimentalnih varijabli (ultrazvučni intenzitet, temperatura, vrijeme tretmana i koncentracija otapala) (Vivek i sur. 2016). Optimalna rješenja za postizanje smanjenja mikrobiološke populacije (bakterije, kvasci, plijesni) tijekom 1.5 – 3 dnevna ciklusa, poboljšavajući kvalitetu kivija za daljnji jestivi citozan premaz kako bi se poboljšao rok trajanja svježeg rezanog ploda pri 5 °C tokom 10 dana

određena su na sljedeći način: 368W/cm<sup>2</sup> ultrazvučnog intenziteta, vrijeme tretmana od 8 min, 25 °C i 30 ppm koncentracije otapala (Vivek i sur. 2016).

Dakle Vivek i sur. (2016) zaključuju kako ultrazvučni tretman povećava stopu respiracije (26,7 – 36,90 mg CO<sub>2</sub>/kg h) kivija sa opadanjem čvrstoće (62,89 – 55,33 N).

#### **4.12. HRW tretman (hydrogen - rich treatment – voda obogaćena vodikom)**

Unatoč efektu usporavanja ulaska ploda u senescencu kod malih doza dušikovog oksida (NO) i sumporovodika (H<sub>2</sub>S) visoke doze ovih spojeva, osobito u kasnijoj fazi, mogu biti otrovne za plodove (Perna i sur. 2011). Nedavna istraživanja Xie i sur. (2012) pokazala su kako H<sub>2</sub> djeluje kao novi i citoprotektivni regulator u poboljšanju arabidopsisa pa Jin i sur. (2013) tvrde da H<sub>2</sub> može povećati toleranciju biljaka na stresne situacije u okolišu uključujući sušu i hladnoću. Huali i sur. (2014) su izvjestili da prethranjivanjem kivija s 80% HRW se može učinkovito smanjiti trulež te ujedno zadržati veća čvrstoća ploda što ukazuje da je H<sub>2</sub> koristan za odgađanje zrenja ploda. Nakon 12 dana skladištenja čvrstoća plodova koji su bili tretirani HRW-om bila je znatno veća od kontrolnih na njihov 8. dan, što je pokazalo da bi prethranjivanje s H<sub>2</sub> moglo produljiti rok trajanja ploda za oko 4 dana (Huali i sur. 2014).

Huali i sur. (2014) su također primijetili da je tretman sa 100% HRW pogoršao trulež ploda. Nadalje Huali i sur. (2014) su zaključili da kivi može proizvoditi H<sub>2</sub> pa su tako, u usporedbi s kontrolnim uzorcima, 80% i 100% HRW tretmani uzrokovali povećanje sadržaja H<sub>2</sub> nakon četiri dana skladištenja.

#### **Tablica 3.**

Razlike u HRW tretmanima

| <i><b>Kontrolni plodovi</b></i> | <i><b>80% HRW tretman</b></i> | <i><b>100% HRW tretman</b></i> |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 8. dan                          | 12. dan                       | Povećana trulež                |
| Manja čvrstoća                  | Veća čvrstoća                 | Povećana trulež                |

Izvor: Huali i sur. (2014)

Omekšavanje plodova često se javlja tijekom zrenja, osobito u klimakterijskih plodova zbog degradacije komponenti staničnih stijenki, a to je posljedica koordiniranog djelovanja enzima koji modificiraju stanične stijenke, uključujući celulozu, pektin metilesterazu (PME) i poligalakturonazu (PG) (Fischer i sur. 1996; Pathak i Sanwal 1998). Kako su izvjestili Bonghi i sur. (1997) poligalakturonaza je uključena u depolimerizaciju pektina u kasnoj fazi omekšavanja ploda, a Mahboubi i sur. (2010) zaključuju kako je aktivnost pektin metilesteraze (PME) obično povezana s kemijskim promjenama u strukturi srednje stanične stijenke tijekom zrenja tkiva kod ploda kivija. U rezultatima od Huali i sur. (2014) korelacijska analiza je također pokazala da aktivnost poligalakturonaze ima značajnu negativnu korelaciju sa čvrstoćom u svim tretmanima, a ista negativna korelacija je ustanovljena kod PME aktivnosti, međutim koeficijent korelacije bio je značajan samo u 80% HRW tretmanu, što upućuje kako PME ima ključnu ulogu u regulaciji omekšavanja ploda kivija. Dakle Huali i sur. (2014) zaključuju kako je tretman HRW-om uklonio aktivnosti PME i PG u plodu što je rezultiralo odgađanjem topljivosti poliuronidne stanične stijenke i time utjecao na metabolizam pektina i mekšanje ploda.

#### **4.13. Tretman kalcijem**

Prema Richardson i sur. (2004) i Moscatello i sur. (2011) prethodne studije pokazuju da postoje tri glavne faze u smislu dominantnog metabolizma kod kivija:

- (1) stanična podjela (od 0 do 45 dana nakon pune cvatnje(DAFB))
- (2) akumulacija škroba (od oko 45 do 120 DAFB)
- (3) sazrijevanje plodova ( od oko 120 DAFB do berbe)

Tijekom rasta i razvoja kivija dolazi do brojnih biokemijskih, fizioloških i strukturnih modifikacija, a ove promjene određuju konačnu kvalitetu voća (Tavarini i sur. 2009). Budući da su kvalitetne značajke plodova snažno pod utjecajem različitih čimbenika, folijarna primjena makro i mikro hranjivih tvari, tijekom razvoja voća, imaju vrlo važnu ulogu u poboljšanju kvalitete plodova (Shukla i sur. 2011; Singh i sur. 2007).

Kalcij je bitan element kao i ključni regulator rasta i razvoja biljaka kako izvještava Hepler (2005) te sudjeluje u umrežavanju negativnih naboja posebice na karboksilnim reziduama pektina što daje značajnu strukturnu krutost staničnoj stijenci (Hepler & Winship 2010; Li i sur. 2012). Budući da se tijekom rasta i razvoja voća mala količina kalcija prenosi iz lišća u plodove, a s druge strane, čini se da lenticele, pukotine i diskontinuiteti na površini imaju značajan pozitivan učinak na penetraciju kalcija, preporučuje se izravna primjena kalcija na površini ploda. Dokazano je da je folijarna prihrana kalcijem posebno učinkovita u povećanju razine kalcija u mnogih mesnatih plodova (Manganaris i sur. 2005; Manganaris i sur. 2006).

U tretmanu kalcijem prije berbe mijenjaju se unutar-stanični i izvan-stanični procesi kao što su stope staničnog disanja i produkcije etilena, a time se uzrokuje usporavanje dozrijevanja ploda, omekšavanje i na kraju usporavanje starenja (Tsantili i sur. 2007). Znatna pozornost posvećena je primjeni kalcija u kiviju, budući da je utvrđeno kako je primjena kalcija učinkoviti način održavanja kvalitete voća, produljenja skladištenja i potencijalno povezana s pojavom pitinga (Basiouny i Basiouny 2000; Xie i sur. 2003; Gerasopoulos i Drogoudi 2005).

Kalcij čini plod prihvatljivijim zbog smanjenja brzine promjene boje, održavanja membranske propusnosti i sporog procesa zrenja (Gerasopoulos i Drogoudi 2005). Kod Shiri i sur. (2014) rezultati su pokazali da položaj voćnjaka i  $\text{CaCl}_2$  tretmani značajno utječu na dugotrajnost voća i FSA, ali da njihova interakcija nema značajan utjecaj. Veličina ploda pri berbi ovisi o brojnim čimbenicima okoliša i upravljanja te složenim međusobnim odnosima između fizioloških procesa (Basile i sur. 2012). Istraživanje od Shiri i sur. (2014) pokazalo je da trostruka primjena  $\text{CaCl}_2$  smanjuje veličinu ploda i parametre vezane uz rast, a to bi djelomično moglo biti zbog uloge kalcija u povećanju mehaničke čvrstoće staničnih stijenki koje mogu ograničiti ekspanziju stanica.

Prema Heggie i Halliday (2005) na elastičnost stanica utječu vanjski čimbenici poput svjetlosti, temperature i regulatora rasta biljaka kao što su auksini i giberelinska kiselina. Virk i Cleland (1988) su ustanovili da je plastična rastezljivost usko povezana sa stopom rasta biljnih stanica, a da smanjenje sadržaja kalcija ima izravan utjecaj na povećanje plastične rastezljivosti i otkidanje stanične stijenke.

Unos šećera u plod je strogo vezan uz transpiraciju što ukazuje na važnost gubitka vode kroz površinu ploda, a to utječe na kvalitetu rasta ploda (Li i sur. 2001). Pronađeni su odnosi između nakupljanja kalcija i transpiracije ploda uzrokovani utjecajem mikrookoliša i čini se kako se smanjenje transpiracije ploda primjenom  $\text{CaCl}_2$  može pripisati promjeni voćne stanice (poput površine i gustoće ploda) te smanjenja veličine ploda (Shiri i sur. 2014). Smanjenje transpiracije ploda moglo bi biti uzrokovano smanjenjem ukupnog ugljika dobivenog plodom i stresom prinostnog praga (Shiri i sur. 2014).

Shiri i sur. (2014) su utvrdili da primjena  $\text{CaCl}_2$  jednom do dva puta nije imala značajan utjecaj na kvalitetu senzornih svojstava ploda, dok je trostruka primjena polučila bolju kakvoću u odnosu na jednostruku i dvostruku aplikaciju. Metabolizam šećera i protoci ugljika imaju važnu ulogu u kvaliteti senzornih svojstava ploda, a njihovi učinci na osobine kvalitete mogu biti suprotni (npr. povećanje protoka vode u plod povećava veličinu ploda, ali i smanjuje koncentraciju šećera) (Genard i Lescourret, 2004; Lescourret i Genard, 2005).

#### 4.14. Tretman salicilnom kiselinom

Kivi je klimakterijski plod sa mogućnošću duge trajnosti nakon berbe uz hladno skladištenje, koje se naširoko koristi za smanjenje respirativne aktivnosti te produljenja roka trajanja samog ploda (Fattahi i sur. 2010). Gubitak u kvaliteti ploda je uzrokovan uglavnom zbog relativno visoke metaboličke aktivnosti tijekom skladištenja (Fattahi i sur. 2010).

Usporavanje metabolizma mora biti prioritet za transport ili skladištenje (Fattahi i sur. 2010). Kultivar kivija 'Hayward' je, kako je već spomenuto u prijašnjem tekstu, uglavnom skladišten na 0 °C i 90 – 95 % relativne vlažnosti (Zhang i sur. 2003; Fisk i sur. 2008; Solaimani i sur. 2009). Život ploda nakon berbe i njegova kvaliteta može također biti produljena i nekim drugim tehnikama u kombinaciji s hladnim skladištenjem (Fallik 2004). Jedna od tih tehnika je toplinski tretman koji se već koristi za kontrolu senescence ploda nakon berbe, a ujedno se poboljšava i njegova kvaliteta skladištenja (Femenia i sur. 2009).

Salicilna kiselina je poznata kao signalna molekula u indukciji obrambenog mehanizma u biljkama (Horvath i sur. 2007; Cao i sur. 2006; Huang i sur. 2008), dok Raskin (1992) izvještava da je signalna molekula u sustavu inducirane rezistencije na biljku, a prema Fatemi i sur. (2013) ona je jednostavan sveprisutni biljni fenol koji regulira brojne procese u biljkama, uključujući proizvodnju topline i otpornost na bolesti. Aplikacija salicilne kiseline na kivi povećava slobodne radikale superoksida i lipoksigenaznu aktivnost te je tada klimakterijski porast u produkciji etilena usporen, dakle, pucanje membrane kod ploda i senescenca su usporeni (Zhang i sur. 2003). Ujedno Xu i sur. (2000) izvještavaju da salicilna kiselina inhibira lipogenaznu aktivnost u diskovima ploda kivija i dovodi do smanjenja produkcije etilena i aktivnosti slobodnih radikala. Aplikacija egzogenog metil salikatnog (MeSA) vapna na kivi dovodi do prevencije procesa mekšanja mesa, zadržava sadržaj askorbinske kiseline i čvrstoću tokom pet mjeseci skladištenja (Solaimani i sur. 2009).

Zadržavanje prirodne boje u obrađenom i skladištenom voću je bio veliki izazov u poboljšanju kvalitete voća (Mohammadi i sur. 2008). Većina istraživanja na promjene u zelenoj boji s obzirom na vremenske i temperaturne tretmane samo spominje smanjenje zelene boje (Giese 2000). Gubitak vode je naveden kao najveći razlog u smislu poslovnog gubitka kod kivija (Hassall i sur. 1998). Već na 3 – 4 % gubitka vode, plod može poprimiti simptome sasušenosti (Fisk 2006). Neki kemijski parametri poput sadržaja topljive suhe tvari, ukupne kiseline, električne provodljivosti (EP) i vitamina C također mogu biti korišteni za određivanje kvalitete voća (Marsh i sur. 2004; Jha i sur. 2007). Ustanovljeno je da ukupna kiselina opada, a TST raste kada je kivi koji je otporan na niske temperature skladišten u hladnjaku Fisk i sur. (2006), a Fatemi i sur. (2013) govore kako su značajne razlike u sadržaju topljivih suhih tvari zabilježene između tretiranih i kontrolnih plodova, a plodovi tretirani sa 5 mM salicilnom kiselinom su imali

najveći udio topljivih suhih tvari (14,67 % TST). Također, UK konstantno opada od otprilike 1,26 % na manje od 1 % kod 42 dana nakon skladištenja prema Fisk i sur. (2006), dok kod Fatemi i sur. (2013) postoje značajne razlike u UK između tretiranih i kontrolnih uzoraka, a tretman 5 mM salicilnom kiselinom se pokazao kao najbolji tretman. Isto tako je među tretmanima bilo značajnih razlika u indeksu okusa (TST/UK), a plodovi tretirani sa 2 mM salicilnom kiselinom su imali najveći TST/UK (22,42) (Fatemi i sur. 2013). Kod Fisk i sur. (2006) pH se konstantno povećava od 3,61 do 3,75 %, a kod Fatemi i sur. (2013) razlike u pH između tretiranih i kontrolnih plodova su bile značajne pa su tako plodovi sa 5 mM salicilnom kiselinom imali najniži pH (3,90).

Eksperiment kod Fattahi i sur. (2010) pokazao je učinkovitost SK tretmana (5 – 10 min) na kvalitetu kivija kultivara 'Hayward' gdje su se poboljšala svojstva poput TST, UK, izgled kože i mesa, okus i slatkoća. Isto tako, tretman salicilnom kiselinom nakon berbe je spriječio omekšavanje voća i smanjio gubitak težine, tako da se ovaj tretman može koristiti za poboljšanje kvalitete kivija (Fattahi i sur. 2010).

Također, prema Fatemi i sur. (2013) plodovi tretirani salicilnom kiselinom bolje su se održavali i imali su niži stupanj propadanja za razliku od kontrolnih plodova, a plodovi tretirani sa 5 mM salicilnom kiselinom imali su najniži postotak propadanja. Postotak gubitka težine plodova, koji su bili tretirani salicilnom kiselinom, bio je znatno niži od onog u kontrolnih plodova ( $p < 0.01$ ) pa su tako plodovi tretirani sa 5 mM salicilnom kiselinom pokazali najniži postotak gubitka težine (6.26%) dok su kontrolni plodovi i plodovi tretirani 2 mM salicilnom kiselinom, pokazali najveći postotak gubitka težine (Fatemi i sur. 2013).

#### **Tablica 4.**

Gubitak težine plodova tretiranih salicilnom kiselinom

| <i>TRETMAN</i>         | <i>GUBITAK TEŽINE</i> |
|------------------------|-----------------------|
| SK (5 mM)              | 6,26%                 |
| SK (2mM)               | ≈13%                  |
| SK (kontrolni plodovi) | ≈13%                  |

Izvor: Fatemi i sur. (2013)

Sadržaj askorbinske kiseline u plodovima značajno se razlikovao između tretmana, pa su tako najviše i najniže razine pronađene u plodovima tretiranim 5 mM salicilnom kiselinom (41,33mg na 100g<sup>-1</sup>) i u kontrolnim plodovima (18,33mg na 100g<sup>-1</sup>) (Fatemi i sur. 2013).

**Tablica 5.**

Utjecaj tretmana salicilnom kiselinom na askorbinsku kiselinu

| <i>TRETMAN</i>          | <i>ASKORBINSKA KISELINA</i>   |
|-------------------------|-------------------------------|
| SK (5mM)                | 41,33mg na 100g <sup>-1</sup> |
| Kontrolni plodovi (5mM) | 18,33mg na 100g <sup>-1</sup> |

Izvor: Fatemi i sur. (2013).

Što se tiče antioksidativnog sadržaja prema Fatemi i sur. (2013) sadržaj antioksidansa je imao značajnu razliku između plodova tretiranih salicilnom kiselinom i kontrolnih plodova te su tako plodovi tretirani salicilnom kiselinom imali najviši sadržaj antioksidansa za razliku od kontrolnih plodova. Najviša antioksidativna vrijednost je tako uočena u plodovima tretiranim 5 mM salicilnom kiselinom (51,67 %) dok su kontrolni plodovi imali najmanju vrijednost (Fatemi i sur. 2013).

Poznato je kako široka primjena pesticida ima značajne nedostatke, uključujući povećane troškove, zabrinutost zbog ostatka rezidua na hrani i prijetnji ljudskom zdravlju i okolišu (Fatemi i sur. 2013). Alternativa zamjeni sintetičkih kemijskih pesticida je uporaba salicilne kiseline koja uzrokuje nisku toksičnost kod sisavaca te ima manji učinak na okoliš i široko je prihvaćena u javnosti (Babalar i sur. 2007).

Rezultati od Fatemi i sur. (2013) na kraju su pokazali da salicilna kiselina ima pozitivan učinak na životni vijek čuvanja i smanjenja kvarenja kiviya i to uporabom tretmana 5 mM salicilnom kiselinom. Prema Amborabe i sur. (2002) iako salicilna kiselina nema direktne fungicidne učinke, različiti rezultati pokazuju da utječe na razvoj gljivica tj. smanjuje ih. Fatemi i sur. (2013) izvještavaju kako salicilna kiselina kao prirodni spoj ima velik potencijal u suzbijanju produkcije etilena i gljivičnog propadanja u ubranim plodovima.

Dakle, prema istraživanjima od Fatemi i sur. (2013) dolazimo do zaključka da su plodovi tretirani salicilnom kiselinom imali više TST, UK i sadržaj antioksidansa od kontrolnih plodova, a tretman 5 mM salicilnom kiselinom je bio najbolji tretman za TST (14,67 %), UK (0,97g na 100g), askorbinsku kiselinu (41,33mg na 100g žive vage) i sadržaj antioksidansa (51,67 %), a ti rezultati su u suglasnosti s rezultatima od Asghari (2006). Također, prethodni pokusi su pokazali da je gubitak težine uzrokovan metaboličkom aktivnošću, disanjem i transpiracijom, a rezultati od Fatemi i sur. (2013) pokazuju da je primjena salicilne kiseline značajno smanjila postotak gubitka težine, a plodovi 5 mM tretirani salicilnom kiselinom pokazali su najniži postotak gubitka težine



(6,26%). Prema Wisniewska i Chelcowski (1999) povećana sposobnost antioksidansa i antistresna snaga biljaka i plodova induciranih salicilnom kiselinom sprečava uništavanje vitamina C.

Wolucka i sur. (2005) zaključuju kako salicilna kiselina kao donor elektrona proizvodi slobodne radikale koji sprječavaju normalno disanje, a (Manthe i sur. 1992; Zheng i Zhang 2004) izvještavaju kako salicilna kiselina također može smanjiti stopu respiracije i gubitak težine ploda zatvaranjem puči, a zapravo prema Cristescu i sur. (2002), postojala je linearna korelacija između etilena i oštećenja, pa je zapravo gljivica bila odgovorna za većinu proizvodnje etilena, što spada pod dio osnovne razine tipične za ne-klimakterijske plodove.

Dakle, Fatemi i sur. (2013) zaključuju kako salicilna kiselina, smanjenjem stope respiracije, ima pozitivan utjecaj na postotak gubitka težine ploda kivija i njegovo propadanje te se tretman salicilnom kiselinom može jednostavno koristiti umjesto danas već zabrinjavajućih tretmana nakon berbe i samim time poboljšati sveukupna kvaliteta ploda.

## 5. Premazi

Jestivi premazi mogu potencijalno smanjiti gubitak vlage, ograničiti unos kisika, sniziti respiraciju, usporiti proizvodnju etilena, zaustaviti hlapivost okusa te prenositi dodatne funkcionalne sastojke (kao što su antioksidansi i antimikrobna sredstva) koji usporavaju diskoloraciju i rast mikroorganizama (Baldwin i sur. 1995). Jestivi premazi na svježim proizvodima pružaju alternativu ambalaži s modificiranom atmosferom i smanjuju promjenu kvalitete i količinski gubitak kroz modifikaciju i kontrolu unutarnje atmosfere pojedinih plodova (Smith i sur. 1987).

Prema više autora (Diab i sur. 2001; Xu i sur. 2001, 2003) kod sorte 'Hayward', pullulan (polisaharid polimer), Semperfresh<sup>TM</sup> kalcij kazeinat, kitozan i otopine na bazi lipida i proteina ocjenjuju se kao jestivi premazi. Diab i sur. (2001) izvještavaju da premazi na polisaharidima i bjelančevinama imaju prikladna svojstva plinske barijere, ali slaba za vodenu paru, dok premazi na bazi lipida pomažu u kontroli gubitka vlage, ali su krhki i skloni oksidaciji.

Prema Diab i sur. (2001) sorta 'Hayward' obložena pullulanom imala je veću unutarnju koncentraciju etilena, čime je došlo do ubrzanog zrenja, dok nasuprot tome Xu i sur. (2001, 2003) su izvjestili da premazi sastavljeni od izolata sojinih bjelančevina, stearinske kiseline i pullulana produljuju rok trajanja kultivara 'Hayward' i to za 3 tjedna u usporedbi s netretiranim plodovima. Još jedan premaz koji je privukao pozornost je citozan, deacilirani citin iz morskih bezkralježnjaka (Zhang i Quantick, 1998; Han i sur. 2004, 2005), a prema Park i sur. (2005) jedna od glavnih prednosti njegovog korištenja kod bobičastog voća je njegova antifungalna sposobnost protiv *Botrytis cinerea* i *Rhizopus spp.* Na kraju Rodriguez i sur. (2003) zaključuju kako njegovi negativni atributi uključuju gorčinu i astringenciju kiselih topivih premaza na osnovi citozana.

## 6. Zaključak

Čuvanje na niskim temperaturama ima značajan utjecaj na fizikalno-kemijska i nutritivna svojstva kivija čime se bolje održava kvaliteta, čvrstoća, škrob i sadržaj topljive suhe tvari uslijed nižeg disanja i proizvodnje etilena. Produžen je rok trajanja ploda bez ikakvih ozljeda ili promjene boje. Antioksidativno djelovanje znatno je smanjeno nakon četiri mjeseca hladnog skladištenja, a hladno skladištenje ima negativan učinak na antioksidativno djelovanje u plodu kivija.

Glavne prednosti kontrolirane atmosfere su zadržavanje čvrstoće i smanjenje pojave *Botrytis* u odnosu na čuvanje pri standardnim uvjetima.

Ultrazvučni tretman se smatra inovativnom i atraktivnom tehnologijom jer ima jedinstvenu prednost pred drugim tretmanima, a ta je da proizvodi akustične valove koji se smatraju sigurnima, netoksičnima i ekološki prihvatljivima. Isto tako tretman kalcijem čini plod prihvatljivijim zbog smanjenja brzine promjene boje, održavanja membranske propusnosti i sporog procesa zrenja.

Salicilna kiselina, smanjenjem stope respiracije, ima pozitivan utjecaj na postotak gubitka težine ploda kivija i njegovo propadanje.

Tretman etilenom je kod nekih voćnih vrsta dobar za dozrijevanje, međutim kod kivija ima sasvim suprotan efekt a taj je da ubrzava proces zrenja, na što je kivi izrazito osjetljiv, te se samim time kod rukovanja kivijem ne bi smjeli upotrebljavati niti viličari sa unutarnjim izgaranjem, jer proizvode etilen.

HRW tretman utječe na čvrstoću ploda tijekom skladištenja i uklanja aktivnosti PME i PG u plodu što rezultira odgađanjem topljivosti poliuronidne stanične stijenke i time utječe na metabolizam pektina i mekšanje ploda.

## 7. Popis literature

1. Akbudak, B., Akbudak, N., Seniz, V., Eris, A., (2006). The effect of harpin treatment on storage of cherry tomato cv. 'Naomi'. *Acta Hort.* 712, 237-244.
2. Amborabe B.E., Lessard P.F., Chollet JF, Roblin G. (2002). Antifungal effects of salicylic acid and other benzoic acid derivatives towards *Eutypa lata*: structure–activity relationship. *Plant Physiol. Biochem.* 40: 1051–1060.
3. Antunes M.D.C., Sfakiotakis E.M. (2002). Ethylene biosynthesis and ripening behavior of 'Hayward' kiwi fruit subjected to some controlled atmospheres. *Postharvest Biol Technol.* 26: 167–179.
4. Apak R., Guclu K., Ozyurek M., Karademir S.E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *J Agric Food Chem* 52:7970–7981.
5. Arthey D., Ashurst P.R., (2005). *Fruit processing nutrition, product and quality management*, Ed 2nd Brijbasi Art Press Ltd.
6. Asghari M. (2006). Effects of salicylic acid on Selva strawberry fruit, antioxidant activity, ethylene production and senescence, fungal contamination and some other quality attributes, Tehran.
7. Babalar A., Asghari M., Talaei A., Khosroshahi A. (2007). Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. *Food Chem.* 105: 449–453.
8. Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., Baker, R.A., (1995). Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 35, 509–524.
9. Bardas, G.A., Veloukas, T., Koutita, O., Karaoglanidis, G.S., (2010). Multiple resistance of *Botrytis cinerea* from kiwifruit to SDHIs, QoIs and fungicides of other chemical groups. *Pest Manag. Sci.* 66, 967-973.
10. Basile B., Giaccone M., Cirillo C., Ritieni A., Graziani G., Shahak Y., Forlani M. (2012). Photo-selective hail nets affect fruit size and quality in Hayward kiwifruit. *Sci Hort* 141: 91-97.
11. Basiouny F.M., Basiouny A. (2000). Effects of liquid calcium and control atmosphere on storability and quality of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch cv. 'Hayward'). *Acta Hort* 518: 213-221.
12. Bautista-Baños, S., Long, P.G., Ganesh, S., (1997). Curing of kiwifruit for control of postharvest infection by *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biol. Technol.* 12, 137-145.

13. Beever, D.J., Hopkirk, G., (1990). Fruit development and fruit physiology. In: Warrington, I.J., Weston, G.C. (Eds.), *Kiwifruit Science and Management*. Ray Richards Publisher, Auckland, 97–126.
14. Bonghi, C., Pagni, S., Vidrih, R., Ramina, A., & Tonutti, P. (1997). Cell wall hydrolases and amylase in kiwifruit softening. *Postharvest Biology and Technology*, 9: 19–29.
15. Burdon J., Clark C. (2001). Effect of postharvest water loss on ‘Hayward’ kiwifruit water status. *Postharvest Biol Technol* 22: 215-225.
16. Burdon J. N., Dori S., Lomaniec E., Marinansky R., Pesis E. (1994). The post-harvest ripening of water stressed banana fruits. *J Hortic Sci Biotechnol* 69: 799-804.
17. Burdon J., McLeod D., Lallu N., Gamble J., Petley M., Gunson A. (2004). Consumer evaluation of “Hayward” kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest Biol Technol* 34: 245-255.
18. Cao, J., Zeng, K., Jiang, W. (2006). Enhancement of postharvest disease resistance in Ya Li pear (*Pyrus bretschneideri*) fruit by salicylic acid sprays on the trees during fruit growth. *European Journal of Plant Pathology* 114: 363–370.
19. Castaldo D., Lo Vio A., Trifiro A., Gherardi S. (1992). Composition of Italian kiwi (*Actinidia chinensis*) puree. *J Agric Food Chem* 40: 594–598.
20. Chemat, F., Khan, M.K., (2011). Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction, *Ultrason. Sonochem.* 18: 813– 835.
21. Chen, Z., Zhu, C., (2011). Combined effects of aqueous chlorine dioxide and ultrasonic treatments on postharvest storage quality of plum fruit (*Prunus salicina* L.), *Postharvest Biol. Technol.* 61: 117–123.
22. Crisosto C. H., Crisosto G. M. (2001). Understanding consumer acceptance of early harvested ‘Hayward’ kiwifruit. *Postharvest Biol Technol* 22: 205-213.
23. Crisosto C.H., Kader A.A., (1999). *Kiwifruit Postharvest Quality Maintenance Guidelines*. University of California Davis, 1 – 9.
24. Cristescu SM, Demartinis D, Hekkert SL, Parker DH, Harren FJM. (2002). Ethylene production by *Botrytis cinerea* in vitro and in tomatoes. *Appl Environ Microbiol.* 68: 5342–5350.
25. de Capdeville, D., Beer, S.V., Watkins, C.B., Wilson, C.L., Tedeschi, L.O., Aist, J.R., (2003). Pre- and post-harvest harpin treatments of apples induce resistance to blue mold. *Plant Dis.* 87, 39-44.
26. Das E, Gurakan GC, Bayındırlı A. (2006). Effect of controlled atmosphere storage, modified atmosphere packaging and gaseous ozone treatment on the survival of *Salmonella enteritidis* on cherry tomatoes. *Food Microbiol.* 23:430–438.

27. Diab, T., Biliaderis, C.G., Gerasopoulos, D., Sfakiotakis, E., (2001). Physicochemical properties and application of pullulan edible films and coatings in fruit preservation. *J. Sci. Food Agric.* 81, 988–1000.
28. Droby, S., Wisniewski, M., Macarasin, D., Wilson, C., (2009). Twenty years of postharvest biocontrol research: is it time for a new paradigm? *Postharvest Biol. Technol.* 52, 137-145.
29. Duttaroy A.K., Jørgensen A. (2004). Effects of kiwi fruits consumption in human volunteers on platelet aggregation and plasma lipids in vitro. *Platelets* 15: 287–292.
30. Fallik, E. (2004): Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest Biology and Technology* 32: 125–134.
31. Fatemi H., Mohammadi S., Aminifard M. H., (2013). Effect of postharvest salicylic acid treatment on fungal decay and some postharvest quality factors of kiwi fruit. *Archives of Phytopathology and Plant Protection.* 46(11): 1338–1345, <http://dx.doi.org/10.1080/03235408.2013.767013>.
32. Fattahi J., Fifaii R., Babri M., (2010). Postharvest Quality of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) Affected By Pre-storage Application of Salicylic Acid. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 1(2), 175-186.
33. Femenia, A., Sastre-Serrano, G., Simal, S., Garau, M., Eim, V.S., Rossello, C. (2009): Effects of air-drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening. *Food Science and Technology* 42: 106–112.
34. Feng, H., Yang, W., Hielscher, T., (2008). Power ultrasound, *Food Sci. Technol. Int.* 145: 433–436.
35. Fischer, M., Wegryzn, T. F., Hallett, I. C., & Redgwell, R. J. (1996). Chemical and structural features of kiwifruit cell walls: Comparison of fruit and suspensioncultured cells. *Carbohydrate Research*, 295: 195–208.
36. Fisk, C.L. (2006): Investigation of postharvest quality and storability of Hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* ‘Ananasnaya’). A thesis submitted to Oregon State University
37. Fisk, C.L., Silver, A.M., Strik, B.C., Zhao, Y. (2008): Postharvest quality of hardy Kiwifruit (*Actinidia arguta* Ananasnaya) associated with packaging and storage conditions. *Postharvest Biology and Technology* 47: 338-345.
38. Fisk C. L., McDaniel M. R., Strik B.C., Zhao Y. (2006). Physicochemical, sensory and nutritive qualities of hardy Kiwifruit (*Actinidia arguta* ‘Ananasnaya’) as affected by harvest maturity and storage. *J Food Sci* 71: 204-210.
39. Fonseca, J.M., Kim, H.J., Kline, W.L., Wyenandt, C.A., Hoque, M., Ajwa, H., French, N., (2009). Effect of preharvest application of a second-generation harpin protein on microbial quality, antioxidants, and shelf life of fresh-cut lettuce. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 134: 141-147.

40. Gerasopoulos D., Drogoudi PD. (2005). Summer-pruning and preharvest calcium chloride sprays affect storability and low temperature breakdown incidence in kiwifruit. *Postharvest Biol Technol* 36: 303-308.
41. Génard M., Lescourret F. (2004). Modeling fruit quality: ecophysiological, agronomical and ecological perspectives. In: *Production practices and quality assessment of food crops, preharvest practice*. Kluwer Academic Press, Dordrecht. (R Dris, SM Jain, eds), The Netherlands. 47-82.
42. Ghasemnezhad M., Ghorbanalipour R., Shiri M.A. (2013). Changes in physiological characteristics of kiwifruit Harvested at different maturity stages after cold storage. *Agric Conspec Sci* 78(1): 41-47.
43. Giese, J. (2000): Color measurement in foods as a quality parameter. *Food Technology* 54: 62-65.
44. Gil M. I., Aguayo E., Kader A. A. (2006). Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *J Agric Food Chem* 54: 4284-4296.
45. Hassall, A.K., Pringle, G.J., MacRae, E.A. (1998): Development, maturation, and postharvest responses of *Actinidia arguta*. *Newziland Journal Crop Horticulture and Sciences* 26: 95-108.
46. Han, C., Lederer, C., McDaniel, M., Zhao, Y., (2005). Sensory evaluation of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*) coated with chitosan-based edible coatings. *J. Food Sci.* 70, 172–178.
47. Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W., Traber, M.G., (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen berries. *Postharvest Biol. Technol.* 33, 67–78.
48. Heggie L., Halliday K.J. (2005). The highs and lows of plant life: temperature and light interactions in development. *Int J Dev Biol* 49: 675-687.
49. Hepler P.K. (2005). Calcium: A central regulator of plant growth and development. *Plant Cell* 17: 2142-2155.
50. Hepler P.K., Winship L.J. (2010). Calcium at the cell wall-cytoplasm interface. *J Integr Plant Biol* 52: 147-160.
51. Horvath, E., Szalai, G., Janda, T. (2007). Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Journal Plant Growth Regular* 26: 290–300.
52. Huali H., Pengxia L., Yuning W., Rongxin G. (2014). Hydrogen-rich water delays postharvest ripening and senescence of kiwifruit. *Food Chemistry* 156: 100–109.
53. Huang, S., et al. (2013). Draft genome of the kiwifruit *Actinidia chinensis*. *Nat. Commun.* 4, 2640.
54. Huang, R.H., Liu, J.H., Lu, Y.M., Xia, R.X. (2008). Effect of salicylic acid on the antioxidant system in the pulp of 'Cara cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) at different storage temperatures. *Postharvest Biology and Technology* 47: 168–175.

55. Jaeger S., Rossiter K.L., Wismer W.V., Harker F.R. (2003). Consumer-driven product development in the kiwifruit industry. *Food Qual Preference* 14: 187-198.
56. Jeong C.H., Lee W.J., Bae S.H., Choi S.G. (2007). Chemical components and antioxidative activity of Korean gold kiwifruit. *Han'guk Sikip'um Yongyang Kwahak Hoechi* 36: 859–865.
57. Jha, S.N., Chopra, S., Kingsly, A.R.P. (2007). Modeling of color values for nondestructive evaluation of maturity of mango. *Journal of Food Engineering* 78: 22-26.
58. Jhalegar, M. J., Sharma, R. R., Pal, R. K., Arora, A., & Dahuja, A. (2011). Analysis of physiological and biochemical changes in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Allison) after the postharvest treatment with 1-methylcyclopropene. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 20: 205–210.
59. Jin, Q. J., Zhu, K. K., Cui, W. T., Xie, Y. J., Han, B., & Shen, W. B. (2013). Hydrogen gas acts as a novel bioactive molecule in enhancing plant tolerance to paraquat-induced oxidative stress via the modulation of heme oxygenase-1 signalling system. *Plant Cell and Environment*, 36: 956–969.
60. Kabaluk J. T., Kempler C., Toivonen P. M. A. (1997). *Actinidia arguta* characteristics relevant to commercial production. *Fruit Varieties J* 51: 117-122.
61. Kalt W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *J Food Sci* 70: 11-19.
62. Kentish, S., Ashokkumar, M., (2011). The physical and chemical effects of ultrasound, in: *Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing*, 1–12.
63. Kim, H. O., Hewett, E. W., & Lallu, N. (2001). Softening and ethylene production of kiwifruit reduced with 1-methylcyclopropene. *Acta Horticulturae*, 553: 167–170.
64. Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V., Lee, D.U. (2004). Applications and potential of ultrasonics in food processing, *Trend Food Sci. Technol.* 15: 261–266.
65. Krupa T., Latocha P., Liwin´ska A. (2011). Changes of physicochemical quality, phenolics and vitamin C content in hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during storage. *Sci Horti* 130: 410–417.
66. Krugera E., Dietrich H., Schopplein E., Rasima S., Kurbelb P. (2010). Cultivar, storage conditions and ripening effects on physical and chemical qualities of red raspberry fruit. *Postharvest Biol Technol* 60: 31-37.
67. Langenkamper G., McHale R., Gardner R. C., MacRae E. (1998). Sucrose-phosphate synthase steady-state mRNA increases in ripening kiwifruit. *Plant Mol Biol* 36: 857-869.
68. Lee J.G., Lee D.H., Park S.Y., Hur J.S., Koh Y.J. (2001). First report of *Diaporthe actinideae*, the causal organism of stem-end rots of kiwi fruit in Korea. *Plant Pathol J.* 17: 110–113.



69. Lescourret F., Génard M. (2005). A virtual peach fruit model simulating changes in fruit quality during the final stage of fruit growth. *Tree Physiol* 25: 1303-1315.
70. Li C., Tao, J., Zhao D., You C., Ge J. (2012). Effect of calcium sprays on mechanical strength and cell wall fractions of herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* pall.) inflorescence stems. *Int J Molec Sci* 13: 4704-4713.
71. Li S.H., Génard M., Bussi C., Huguet J.G., Habib R., Besset J., Laurent R. (2001). Fruit quality and leaf photosynthesis in response to microenvironment modification around individual fruit by covering the fruit with plastic in nectarine and peach trees. *J Hortic Sci Biotechnol* 76: 61-69.
72. Liu, J., Sui, Y., Wisniewski, M., Droby, S., Liu, Y., (2013). Review: Utilization of antagonistic yeasts to manage postharvest fungal diseases of fruit. *Int. J. Food Microbiol.* 167: 153-160.
73. Mahboube, Z., Mohammad, A. S., Mohsen, B., & Hamidreza, S. (2010). Physicochemical and enzymatic properties of five kiwifruit cultivars during cold storage. *Food Bioprocess Technology*, 3: 239–246.
74. Manganaris G.A., Vasilakakis M., Diamantidis G., Mignani I. (2006). Effect of in-season calcium applications on cell wall physicochemical properties of nectarine fruit (*Prunus persica* var. nectarine Ait. Maxim) after harvest or cold storage. *J Sci Food Agric* 86: 2597-2602.
75. Manganaris G.A., Vasilakakis M., Mignani I., Diamantidis G., Tzavella-Klonari K. (2005). The effect of preharvest calcium sprays on quality attributes, physicochemical aspects of cell wall components and susceptibility to brown rot of peach fruits (*Prunus persica* L. cv. Andross). *Sci Hort* 107: 43-50.
76. Manthe B., Schulz M., Schnabl H. (1992). Effects of salicylic acid on growth and stomatal movements of *Vicia faba* L.: evidence for salicylic acid metabolism. *J Chem Ecol.* 18: 1525–1539.
77. Marsh, K., Attanayake, S., Walker, S., Gunson, A., Boldingh, H., MacRae, E. (2004): Acidity and taste in kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 32: 159–168.
78. McDonald, B., Harman, J.E., (1982). Controlled-atmosphere storage of kiwifruit. Effect of fruit firmness and storage life. *Sci. Hort.* 17: 113– 123.
79. Meng, X., Zhang, M., Adhikari, B. (2014). The effects of ultrasound treatment and nanozinc oxide coating on the physiological activities of fresh-cut kiwifruit, *Food Bioprocess Technol.* 7: 126–132.
80. Michailides, T.J., Elmer, P.A.G., (2000). Botrytis gray mold of kiwifruit caused by *Botrytis cinerea* in the United States and New Zealand. *Plant Dis.* 84: 208-223.
81. Minas, I.S., Karaoglanidis, G.S., Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., (2010). Effect of ozone application during cold storage of kiwifruit on the development of stem-end rot caused by *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biol. Technol.* 58: 203-210.

82. Mohammadi, A., Rafiee, S., Emam-Djomeh, Z., Keyhani, A. (2008). Kinetic models for colour changes in kiwifruit slices during hot air drying. *World Journal of Agricultural Sciences* 4: 376-383.
83. Montanaro, G., Dichio, B., Xiloyannis, C., Celano, G. (2006). Light influences transpiration and calcium accumulation in fruit of Kiwifruit plants (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa*). *Plant Science* 170: 520-527.
84. Moscatello S., Famiani F., Proietti S., Farinelli D., Battistelli A. (2011). Sucrose synthase dominates carbohydrate metabolism and relative growth rate in growing kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, cv Hayward). *Sci Hort* 128: 197-205 (*Prunus persica* L. cv. Andross). *Sci Hort* 107: 43-50.
85. Mworira, E. G., Yoshikawa, T., Salikon, N., Oda, C., Asiche, W. O., Yokotani, N., i suradnici (2012). Low-temperature-modulated fruit ripening is independent of ethylene in ‘Sanuki Gold’ kiwifruit. *Journal of Experimental Botany*, 63: 963–971.
86. Neri, F., Donati, I., Veronesi, F., Mazzoni, D., Mari, M., (2010). Evaluation of *Penicillium expansum* isolates for aggressiveness, growth and patulin accumulation in usual and less common fruit hosts. *Int. J. Food Microbiol.* 143: 109-117.
87. Ozgen M., Reese R.N., Tulio A.Z. Jr., Scheerens J.C., Miller A.R. (2006). Modified 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. *J Agric Food Chem* 54: 1151–1157.
88. Paredes-López O., Cervantes-Ceja M., Vigna-Pérez M., Hernández- Pérez T. (2010). Berries: improving human health and healthy aging, and promoting quality life—a review. *Plant Foods Hum Nutr* 65: 299–308.
89. Park Y.S., Polovka M., Suhaj M., Ham K.S., Kang S.G., Park Y.K., Arancibia-Avila P., Toledo F., Sanchez M.R., Gorinstein S., (2015). The postharvest performance of kiwi fruit after long cold storage. *Eur Food Res Technol*, 241: 601 – 613.
90. Park, S.I., Stan, S.D., Daeschel, M., Zhao, A.Y., (2005). Antifungal coatings on fresh strawberries (*fragaria*×*ananassa*) to control mold growth during cold storage. *J. Food Sci.* 70, 197–201.
91. Pathak, N., & Sanwal, G. G. (1998). Multiple forms of polygalacturonase from banana fruits. *Phytochemistry*, 48: 249–255.
92. Patist, A., Bates, D. (2008). Ultrasonic innovations in the food industry: from the laboratory to commercial production, *Innov. Food Sci. Emerg.* 9: 147– 154.
93. Perna, A. F., Lanza, D., Sepe, I., Raiola, I., Capasso, R., De-Santo, N. G. i suradnici (2011). Hydrogen sulfide, a toxic gas with cardiovascular properties in Uremia: How harmful is it? *Blood Purification*, 31: 102–106.

94. Proteggente A.R., Pannala A.S., Paganga G., Van Buren L., Wagner E., Wiseman S., Van De Put F., Dacombe C., Rice-Evans C.A. (2002). The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Rad Res* 36: 217–233.
95. Raskin I. (1992). Role of salicylic acid in plants. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol.* 43: 439–463.
96. Richardson A.C., Marsh K.B., Bolding H.L., Pichering A.H., Bulley S.M., Frearson N.J., Ferguson A.R., Thornber S.E., Bolitho K.M., MacRae E.A. (2004). High growing temperatures reduce fruit carbohydrate and vitamin C in kiwifruit. *Plant Cell Environ* 27: 423-435.
97. Rodriguez, M.S., Albertengo, L.A., Vitale, I., Agullo, E. (2003). Relationship between astringency and chitosan–saliva solutions turbidity at different pH. *J. Food Sci.* 68: 665–667.
98. Sharma, R.R., Singh, D., Singh, R. (2009). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biol. Control* 50: 205-221.
99. Shiri M.A., Ghasemnezhad M., Fattahi Moghaddam J., Ebrahimi R. (2014). Fruit Growth and Sensory Evaluation of “Hayward” Kiwifruit in Response to Preharvest Calcium Chloride Application and Orchard Location. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79(3): 183 – 189.
100. Shukla A.K. (2011). Effect of foliar application of calcium and boron on growth, productivity and quality of Indian gooseberry (*Emblica officinalis*). *Indian J Agric Sci* 81(7): 628-632
101. Singh R., Sharma R.R., Tyagi S.K. (2007). Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Sci Hortic* 112(2): 215-220.
102. Smith, S., Geeson, J., Stow, J. (1987). Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. *Hort. Sci.* 22: 772–776.
103. Solaimani, M., Mostofi, Y., Motallebiazar, A., Fattahi Moghadam, J., Ghasemnezhad, M. (2009). Effects of MeSA vapor treatment on the postharvest quality of Hayward kiwifruit. 6th International Postharvest Symposium. Turkey.
104. Sommer N. F., Fortlage R. J., Edwards D. C. (1983). Minimizing postharvest diseases of kiwifruit. *California Agriculture*, January-February, 16-18.
105. Spadaro, D., Gullino, M.L., (2004). State of the art and future prospects of the biological control of postharvest fruit diseases. *Int. J. Food Microbiol.* 91: 185-194.
106. Stojanovic, J., Silva, J.L. (2007). Influence of osmotic concentration, continuous high frequency ultrasound and dehydration on antioxidants, colour and chemical properties of rabbit eye blueberries, *Food Chem.* 3: 898–906.

107. Stonehouse, W., Gammon, C.S., Beck, K.L., Conlon, C.A., von Hurst, P.R., Kruger, R. (2013). Kiwifruit: our daily prescription for health. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 91: 442-447.
108. Strik, B., Hummer, K., (2006). 'Ananasnaya' hardy kiwifruit. *J. Am. Pom. Soc.* 60: 106–112.
109. Tang, J., Liu, Y., Li, H., Wang, L., Huang, K., Chen, Z. (2015). Combining an Antagonistic Yeast with Harpin Treatment to Control Postharvest Decay of Kiwifruit, *Biological Control* doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol>. Pristupljeno: 25. travnja 2014.
110. Tavarini S., Degl'Innocenti E., Remorini D., Massai R., Guidi L. (2008). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chem* 107: 282–288.
111. Tavarini S., Degl'Innocenti E., Remorini D., Massai R., Guidi L. (2009). Polygalacturonase and  $\beta$ -galactosidase activities in Hayward kiwifruit as affected by light exposure, maturity stage and storage time. *Sci Hort* 120: 342-347.
112. Taylor, K.C., (2006). Harpin protein application impacts fruit yield, size and retention of peach fruit. *Acta Hort.* 713: 237-242.
113. Terry, L.A., Joyce, D.C., (2004). Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. *Postharvest Biol. Technol.* 32: 1-13.
114. Tezcan, H., Akbudak, N., Akbudak, B., (2013). The effect of harpin on shelf life of peppers inoculated with *Botrytis cinerea*. *J. Food Sci. Techno.* 50: 1079-1087.
115. Tian, S., Wan, Y., Qin, G., Xu, Y., (2006). Induction of defense responses against *Alternaria* rot by different elicitors in harvested pear fruit. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 70: 729-734.
116. Tsantili E., Rouskas D., Christopoulos M.V., Stanidis V., Akrivos J., Papanikolaou D. (2007). Effects of two pre-harvest calcium treatments on physiological and quality parameters in 'Vogue' cherries during storage. *J Horti Sci Biotechnol* 82(4): 657-663.
117. Tzotzakis N, Borland A, Singleton I, Barnes J. (2007). Impact of atmospheric ozone-enrichment on quality-related attributes of tomato fruit. *Postharvest Biol Technol.* 45: 317–325.
118. Vilku, K., Mawson, R., Simons, L., Bates, D. (2008). Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry-a review, *Innov Food Sci. Emerg.* 9: 161–169.
119. Villarreal N. M., Rosli H. G., Martinez G. A., Civello P. M. (2008). Polygalacturonase activity and expression of related genes during ripening of strawberry cultivars with contrasting fruit firmness. *Postharvest Biol Technol* 47: 141-150.

120. Virk S.S., Cleland R.E. (1988). Calcium and the mechanical properties of soybean hypocotyl cell walls: possible role of calcium and protons in cell-wall loosening. *Planta* 176(1): 60-67.
121. Vivek, K., Subbarao, K.V., Srivastava, B. (2016). Optimization of postharvest ultrasonic treatment of kiwifruit using RSM. *Ultrasonics Sonochemistry* 32: 328–335.
122. Wang, C., Buta, J.G., (2003). Maintaining quality of fresh-cut kiwifruit with volatile compounds. *Postharvest Biol. Technol.* 28: 181-186.
123. Wei, Z.M., Qiu, D., Kropp, M.J., Schading, R.L., (1998). Harpin, an HR elicitor, activates both defense and growth systems in many commercially important crops. *Phytopathology* 88:96.
124. Wisniewska H, Chelcowski J. (1999). Influence of exogenic salicylic acid on Fusarium seedling blight reduction in barley. *Acta Physiol Plant.* 21: 63–66.
125. Wolucka B.A., Goossens A., Inze D. (2005). Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions. *J Exp Bot.* 56: 2527–2538.
126. Xie M., Jiang G.H., Kawada K. (2003). Effect of preharvest Ca-chelate treatment on the storage quality of kiwifruit. *Act Hort* 610: 317-324.
127. Xie, Y. J., Mao, Y., Lai, D. W., Zhang, W., & Shen, W. B. (2012). H2 Enhances Arabidopsis salt tolerance by manipulating ZAT10/12-mediated antioxidant defence and controlling sodium exclusion. *PLoS One* 7: e49800.
128. Xu, S., Chen, X., Sun, D.-W., (2001). Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. *J. Food Eng.* 50: 211–216.
129. Xu, S., Xu, L.D., Chen, X., (2003). Determining optimum edible films for kiwifruits using an analytical hierarchy process. *Comp. Oper. Res.* 30: 877–886.
130. Xu W.P., Chen K.S., Li F., Zhang S.L. (2000). Regulation of lipoxygenase on jasmonic acid biosynthesis in ripening kiwifruit. *Acta Phytophysiol Sinica.* 26: 507–514.
131. Yao, H., Tian, S. (2005). Effects of pre and postharvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology and Technology* 35: 253-262.
132. Yin X., Allan A. C., Zhang B., Wu R., Burdon J., Wang P., Ferguson I. B., Chen K. S. (2009). Ethylene-related genes show a differential response to low temperature during “Hayward” kiwifruit ripening. *Postharvest Biol Technol* 52: 9-15.
133. Zhang, D., Quantick, P. (1998). Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 73, 763–767.
134. Zhang, Y., Chen, K., Zhang, S. (2003). The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 28: 67-74.

135. Zhang, L., Li, S., Liu, X., Song, C., & Liu, X. (2012). Effects of ethephon on physicochemical and quality properties of kiwifruit during ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 65: 69–75.
136. Zheng, L., Sun, D.W. (2006). Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes-a review, *Trend Food Sci. Technol.* 17: 16–23.
137. Zheng Y., Zhang Q. (2004). Effects of polyamines and salicylic acid postharvest storage of ‘Ponkan’ mandarin. *Acta Hort.* 632: 317–320.

## 8. Tablice

**Tablica 1:** . Promjene u nijansi mesa ploda (*H*), *svjetline (L)* i *zasićenosti (C)* vrijednosti kivija dobivenih u različitim fazama zrelosti tijekom berbe i nakon četiri mjeseca čuvanja na niskim temperaturama - preuzeto iz istraživanja od (Ghasemnezhad i sur. 2013).

**Tablica 2:** Razlike u čuvanju plodova pri standardnim uvjetima i u kontroliranoj atmosferi - napravljena na temelju istraživanja od (Crisosto i Kader 1999).

**Tablica 3:** Razlike u HRW tretmanima - napravljena na temelju istraživanja od (Huali i sur. 2014).

**Tablica 4:** Gubitak težine plodova tretiranih salicilnom kiselinom - napravljena na temelju istraživanja od (Fatemi i sur. 2013).

**Tablica 5:** Utjecaj tretmana salicilnom kiselinom na askorbinsku kiselinu - napravljena na temelju istraživanja od (Fatemi i sur. 2013).