

## **Kakvoća toplinski tretiranih plodova mandarine (*Citrus unshiu* Marc., cv. Owari) nakon skladištenja**

Effects of prestorage heat treatments on Satsuma mandarin fruits  
(*Citrus unshiu* Marc., cv. Owari) quality after storage

**Martina Skendrović Babojelić, Iva Palčić, Ana Kovač,  
Zoran Šindrak, Sandra Voća**

### SAŽETAK

Istraživan je utjecaj toplinskih predtretmana potapanjem plodova u toplu vodu na 48°C (HWD 48) i 52°C (HWD 52) te kontrole (izostanak predtretmana) na kakvoću plodova mandarine (*Citrus unshiu* Marc., cv. Owari) nakon 8 tjedana skladištenja na temperaturi od 1 °C. Dobiveni rezultati upućuju da je kod plodova tretiranih toplom vodom došlo do manjeg gubitka na težini u odnosu na kontrolu, a utvrđen je signifikantan utjecaj predtretmana na kakvoću plodova. Boljim predtretmanom se pokazao HWD 48 čijom su se primjenom postigli najmanji gubitci plodova na težini, a zadržala zadovoljavajuća kakvoća.

Ključne riječi: mandarina unshiu, toplinski predtretman, gubitak na težini, kakvoća ploda

### ABSTRACT

Influence of hot water dipping pre-treatments at 48°C (HWD 48) and 52°C (HWD 52) on Satsuma mandarin fruits (*Citrus unshiu* Marc., cv. Owari) quality was studied. Measurements of fruit weight loss and basic chemical parameters of fruit quality were carried out after 8 weeks of storage at 1°C temperature. Obtained results indicate that fruits treated by hot water dips underwent a smaller weight loss than those not treated – the control fruits. Besides, a significant impact of applied pre-treatments on fruit quality was found. It was demonstrated that better pre-treatment was HWD 48 by whose utilization mandarin fruits underwent the smallest weight loss and at the same time maintained satisfactory quality.

Keywords: 'Owari' Satsuma mandarin, hot water dipping pre-treatment, fruit weight loss, mandarin fruit quality

## UVOD

Mandarina unshiu (*Citrus unshiu* Marc.) je najzastupljenija suptropska voćna vrsta koja se uzgaja u Hrvatskoj. U 2002. godini proizvodnja je iznosila 16.057, dok je u 2007. godini iznosila 43 136 t, što je povećanje oko 170 posto (DZS, 2008.). Mandarina je trenutačno jedina voćna vrsta koja se izvozi, zbog čega ima veliku gospodarsku važnost. Sorta "Owari" je dobre kakvoće što se odražava skladnim odnosom kiselina i šećera, no nakon berbe kemijski se sastav plodova počinje mijenjati ovisno o načinu i dužini skladištenja (Jemrić i sur. 2003.).

Nakon berbe u plodovima se odvijaju brojni životni procesi od kojih je najvažnije disanje. Svi ti procesi utječu na brojne biokemijske, kao i na anatomske promjene važne za što bolje održavanje kakvoće, skladišne sposobnosti i zadržavanja komercijalne vrijednosti plodova mandarine unshiu. Promjene u plodovima mandarine su izrazito brze radi čega oni gube na okusu i za razliku od ostalih agruma mogu se kratko čuvati. U Hrvatskoj se mandarine u prosjeku čuvaju 3-4 tjedna dok se u drugim zemljama čuvaju oko 6 tjedana (Beever, 1990; Lawes and Prasad, 1999). Na skladišnu sposobnost plodova mandarine djeluje čitav niz čimbenika, kao što su temperatura i vlaga u skladištu, klimatski uvjeti tijekom vegetacijske godine, rokovi berbe i dr. Temperatura ima veliki utjecaj na smjer i brzinu kretanja svih biokemijskih procesa u plodu. Kod niskih temperatura dolazi do brže razgradnje kiselina kao i do različitih fizioloških bolesti, dok je kod viših temperatura veća dehidracija ploda, što utječe na gubitak plodova na težini kao i napad mikroorganizama koji u kratkom vremenu mogu uništiti cijeli plod, a isto tako dolazi i do jače razgradnje šećera, što narušava skladne šećerno kiselinske odnose radi čega se mijenja svojstven okus (Bakarić, 1983.). Da bi se spriječile promjene u kakvoći plodova mandarine tijekom čuvanja koriste se različiti predtretmani (Bakarić, 1983.). Jedan od spomenutih predtretman je potapanje plodova u toplu vodu, koji je ujedno najjednostavniji i ekološki prihvatljiv (Rodov i sur., 1994; Gonzales Aguilar i sur., 1997). Na taj način izlaganja visokim temperaturama stanice u kratkom vremenu stvaraju specifičnu skupinu proteina nazvanim «heat shock proteins» - HSP (Lindquist i Craig, 1998.). Funkcija tih proteina je prvenstveno zaštitna (molekularna zaštita, zaštita ATP-aza te stimulacija njihove aktivnosti, stabilizacija proteina, prevencija denaturacije proteina), a usmjerena je održanju strukture i funkcije stanice u uvjetima toplinskog stresa (Lerner, 1999.).

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi kako toplinski tretmani utječu na gubitak težine plodova mandarine i na njihovu kakvoću nakon 8 tjedana skladištenja na temperaturi od +1 °C .

## MATERIJALI I METODE

### **Berba i doprema plodova**

Istraživanje je provedeno tijekom dvije godine (2005. i 2006.). Plodovi su bili ubrani u nasadu mandarina u Opuzenu (43°10' N i 14°34' E) u stanju povoljnom za čuvanje (1/3 do 2/3 zelene boje kore). Dopremljeni su u Zagreb u laboratorij Zavoda za voćarstvo. Odvojeni su nezdravi plodovi odnosno plodovi s bilo kakvim simptomima oboljenja ili oštećenja. Isključivo zdravi plodovi klasirani su na standardnu veličinu od 90-110 grama..

### **Toplinski tretman**

Provedeno je potapanje plodova u toplu vodu (HWD= hot water dips) pri temperaturi od 48°C (HWD 48) i 52°C (HWD 52) u trajanju od tri minute u posebno konstruiranom uređaju. Plodovi koji nisu potapani činili su kontrolu.

### **Skladištenje plodova**

Pokus je bio postavljen po principu slučajnog bloknog rasporeda u 5 repeticija, koje su činile po pet standardnih letvarica s oko 25 plodova u jednoj letvarici (jedna letvarica = jedna repeticija). Plodovi su skladišteni u hladnjači s normalnom atmosferom (NA) na temperaturi od +1 °C konstantno, uz vlažnost zraka od 85 %, u trajanju od 8 tjedana. Nakon vađenja iz hladnjače, a prije daljnjih analiza plodovi su bili sedam dana držani na sobnoj temperaturi – život na polici (shelf life).

### **Fizikalne i kemijske analize**

Sve su analize provedene nakon berbe kao i nakon 8 tjedana skladištenja odnosno nakon života ploda na polici.

### **Analiza kakvoće plodova**

Kakvoća plodova određivana je sljedećim metodama:

- a) Gubitak plodova na težini – kalo (nakon čuvanja, života na polici i ukupno) utvrđen je vaganjem na analitičkoj vagi (Metler toledo PM 2000)
- b) Količina topljive suhe tvari – utvrđena je refraktometrom (AOAC, 1995)
- c) Količina ukupnih kiselina – potencimetrijskom titracijom (AOAC, 1995).
- d) Odnos topljive suhe tvari i kiselina - dobiven je iz omjera vrijednosti topljive suhe tvari i kiselina, određenih prethodno opisanim postupcima.
- e) Sočnost – postotak soka nakon cijedenja na električnom cjedilu

Podaci su analizirani u statističkom paketu SAS, verzije 8.12. (SAS Institute, Cary, NC, SAD).

## REZULTATI I RASPRAVA

Dobiveni podaci statistički su obrađeni i prikazani na tablicama od 1 do 4.

U prvoj godini istraživanja (Tablica 1.) predtretman je značajno utjecao na kalo nakon života na polici i ukupni kalo, dok za kalo nakon čuvanja nije bilo značajnih razlika između predtretmana i kontrole. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da je predtretman HWD 48 imao dobar utjecaj na plodove, s obzirom da je pri tom predtretmanu kalo bio manji u odnosu na kontrolu i drugi predtretman. Slične rezultate objavili su (Schirra i D'hallewin, 1997) u kojima također veća temperatura predtretmana (HWD 52) uzrokuje povećani gubitak na težini plodova u odnosu na predtretman HWD 50.

U drugoj godini istraživanja (Tablica 3.) predtretman nije značajno utjecao na kalo, međutim dolazi do smanjenja kala s obzirom na kontrolu. Kao i prethodne godine najmanji gubitak na težini javlja se kod predtretmana HWD 48, a najveći kod kontrole.

Dobiveni podatci u obje godine istraživanja podudaraju se i s istraživanjima Jemrić i sur., 2003., gdje je kontrola također pokazala najveće gubitke na težini u odnosu na toplinske tretmane.

Na temelju prikazanih rezultata može se zaključiti da je kod toplinski tretiranih plodova gubitak na težini bio značajno manji u odnosu na plodove koji nisu bili potopljeni u toplu vodu. Poznato je da tretman toplom vodom pomaže zatvaranju pukotina na kutikuli i redistribuciju voštanog sloja na površini ploda (Schirra i D'Hallewin, 1997.), što može biti razlog uspješnog djelovanja toplinskih tretmana na smanjenje gubitka plodova na težini zamijećenog u pojedinim načinima čuvanja u ovom istraživanju.

Što se tiče kakvoće plodova, u prvoj godini istraživanja (Tablica 2.) je utvrđen značajan utjecaj predtretmana na topljivu suha tvar jedino kod predtretmana HWD 48. U odnosu na kontrolu i HWD 52 navedeni predtretman utjecao je na smanjenje količine topljive suhe tvari. U drugoj godini istraživanja (Tablica 4.) utvrđena je značajno veća količina topljive suhe tvari kod predtretmana HWD 52 u odnosu na HWD 48 i kontrolu, ali je kao i u prethodnoj godini ipak kod predtretmana HWD 48 zabilježena je najmanja količina topljive suhe tvari. U količini ukupnih kiselina u obje godine istraživanja predtretmani pokazuju značajnu razliku u odnosu na kontrolu, dok se oni međusobno ne razlikuju. Količina ukupnih kiselina značajno je veća kod kontrole u obje godine istraživanja u odnosu na predtretmane. Iz dobivenih rezultata može se vidjeti pozitivan utjecaj predtretmana na količine

ukupnih kiselina, koje su manje kod tretiranih plodova u odnosu na kontrolu što pozitivno utječe na njihovu kakvoću. Na odnos šećera i kiselina predtretman HWD 52 je imao signifikantan utjecaj u odnosu na HWD 48 i kontrolu gdje nije došlo do značajnih promjena. Predtretmant HWD 52 utjecao je na povećanje odnosa šećera i kiselina. Za razliku od prethodnih parametara kod sočnosti rezultati nisu bili jednaki u obje godine. U prvoj godini istraživanja predtretman HWD 52 signifikantno se razlikuje od predtretmana HWD 48 i kontrole, te je navedeni predtretman utjecao na povećanje sočnosti. Međutim u drugoj godini nema signifikantne razlike između oba predtretmana i kontrole, te je sočnost u ovoj godini najveća u kontroli.

Dobiveni podatci u obje godine istraživanja podudaraju se i s prethodnim istraživanjima da toplinski predtretmani utječu na kakvoću plodova mandarine (Schirra i Ben-Yehoshua, 1999., Jemrić i sur., 2003.).

**Tablica 1. Gubitak na težini (kalo) plodova mandarine ovisno o predtretmanu nakon 8 tjedana čuvanja za 2005. godinu**

**Table 1. Weight loss of mandarin fruits depending on pre-treatment, after 8 week of storage for year 2006.**

P.T.	Weight loss after storage (%)	Weight loss after shelf life (%)	Total weight loss (%)
HWD 48	6.57 <sup>b</sup> ±0.96	6.44 <sup>b</sup> ±0.54	13.02 <sup>b</sup> ±1.33
HWD 52	6.60 <sup>b</sup> ±0.34	7.47 <sup>ab</sup> ±1.19	14.79 <sup>ab</sup> ±1.76
Kontrola/Control	7.10 <sup>b</sup> ±0.91	8.20 <sup>a</sup> ±0.52	15.30 <sup>a</sup> ±0.89

Unutar stupca (određene vrste kala) prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu značajno različite uz  $P \leq 0.05$ .

Means followed by the same letter within a column (a particular weight loss type) are not significantly different  $P \leq 0.05$ .

**Tablica 2. Kakvoća plodova mandarine ovisno o predtretmanu nakon 8 tjedana čuvanja za 2005. godinu**

**Table 2. Quality parameters of mandarin fruits depending on pre-treatment after 8 weeks of storage for year 2006.**

P.T.	TST (°Brix)	UK (%)	TST/UK	Sočnost / Juiciness
HWD 48	10.30 <sup>b</sup> ±0.48	0.89 <sup>ab</sup> ±0.07	11.67 <sup>ab</sup> ±0.93	71.10 <sup>b</sup> ±2.19
HWD 52	10.89 <sup>a</sup> ±0.53	0.82 <sup>b</sup> ±0.10	13.07 <sup>a</sup> ±0.52	72.32 <sup>a</sup> ±1.31
Kontrola / Control	10.72 <sup>a</sup> ±0.57	1.03 <sup>a</sup> ±0.07	10.55 <sup>b</sup> ±0.86	70.79 <sup>b</sup> ±2.45

P.T. – predtretman; TST – topljiva suha tvar; UK – ukupne kiseline (izražene kao limunska kiselina)

Unutar stupca (određenog parametra kakvoće) prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu značajno različite uz  $P \leq 0.05$ .

P.T. – pre-treatment; TST – total soluble solids; UK – total acids (expressed as citric acid)

Means followed by the same letter within a column (a particular quality parameter) are not significantly different  $P \leq 0.05$ .

**Tablica 3. Gubitak na težini (kalo) plodova mandarine ovisno o predtretmanu nakon 8 tjedana čuvanja za 2006. godinu**

**Table 3. Weight loss of mandarin fruits depending on pre-treatment after 8 week of storage for year 2006.**

P.T.	Weight loss after storage (%)	Weight loss after shelf lif (%)	Total weight loss (%)
HWD 48	8.01 <sup>b</sup> ±0.76	9.64 <sup>b</sup> ±0.16	17.65 <sup>b</sup> ±0.88
HWD 52	9.02 <sup>ab</sup> ±0.87	9.05 <sup>b</sup> ±0.41	18.07 <sup>b</sup> ±0.86
Kontrola/Control	9.49 <sup>b</sup> ±0.24	11.97 <sup>a</sup> ±0.72	21.46 <sup>a</sup> ±1.60

Unutar stupca (određene vrste kala) prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu značajno različite uz  $P \leq 0.05$ .

Means followed by the same letter within a column (a particular weight loss type) are not significantly different  $P \leq 0.05$ .

**Tablica 4. Kakvoća plodova mandarine ovisno o predtretmanu nakon 8 tjedana čuvanja za 2006. godinu**

**Table 4. Quality parameters of mandarin fruits depending on pre-treatment, after 8 weeks of storage for year 2006.**

P.T.	TST (°Brix)	UK (%)	TST/UK	Sočnost/Juiciness
HWD 48	9.78 <sup>b</sup> ±0.33	0.999 <sup>ab</sup> ±0.07	10.14 <sup>b</sup> ±0.82	68.7 <sup>b</sup> ±1.82
HWD 52	10.34 <sup>a</sup> ±0.41	0.946 <sup>b</sup> ±0.09	11.29 <sup>a</sup> ±1.06	68.75 <sup>b</sup> ±2.66
Kontrola/Control	9.94 <sup>b</sup> ±0.32	1.026 <sup>a</sup> ±0.10	10.27 <sup>b</sup> ±1.62	71.98 <sup>a</sup> ±0.97

P.T. – predtretman; TST – topljiva suha tvar; UK – ukupne kiseline (izražene kao limunska kiselina)

Unutar stupca (određenog parametra kakvoće) prosječne vrijednosti označene istim slovom nisu značajno različite uz  $P \leq 0.05$ .

P:T. – pre-treatment; TST – total soluble solids; UK – total acids (expressed as citric acid)

Means followed by the same letter within a column (a particular quality parameter) are not significantly different  $P \leq 0.05$ .

## ZAKLJUČAK

Toplinski predtretmani su značajno utjecali na gubitke plodova na težini i na kakvoću plodova.

Kod kontrole su utvrđeni signifikantno najveći gubici plodova na težini u odnosu na toplinske predtretmane, te je utvrđena i lošija kakvoća plodova nakon 8 tjedana skladištenja.

Najbolji predtretman se pokazao HWD 48 kod kojeg je utvrđen signifikantno najmanji gubitak plodova na težini, a zadržao je zadovoljavajuću kakvoću.

Na temelju dobivenih rezultata vidljivo je da toplinski predtretmani utječu na kakvoću plodova, te se njihovom primjenom može djelomično produžiti vrijeme čuvanja plodova mandarine.

## LITERATURA

- BEEVER, D.J. (1990). Mandrins. Export quality Satsuma need careful handling. *Orchardist of New Zealand*, 63:24-25
- DRŽAVNI ZAVOD ZA STATISTIKU (DZS) - Priopćenja 2002-2007, ISSN 1334-0565
- LAWES, G.S. AND PRASAD, L. (1999). Peel permeance and storage changes in internal atmosphere composition of surface coated mandarin. *Acta Hort.* 485:249-254
- GONZALES-AGUILAR, G.A., ZACARIAS, L., MULAS, M. AND LAFUENTE, M.T. (1997). Temperature and duration of water dips influence chilling injury, decay and polyamine content in 'Fortune' mandarins. *Postharvest Biol. Technol.* 12:61-69
- JEMRIĆ, T., PAVIČIĆ, N., BLASKOVIĆ, D. (2003.). The Effect of Heat Treatments on Quality and Chilling Injury of I Satsuma Mandarin after Long-Term Storage at Lower Temperature; *Acta Horticulturae* 628:563-568
- RODOV, V., BEN-YEHOSHUA, S., ALBAGLI, R. AND FANG, D.Q. (1994). Reducing chilling injury and decay of stored citrus fruit by hot water dips. *Postharvest Biol. Technol.* 5:119-127
- LINDQUIST, S., CRAIG, E. A. (1998. ). The heat shock proteins. *Annual Reviews of Genetics* 22:631-677
- LERNER, H.R. (1999). The influence of temperature extremes on gene expression, genomic structure and the evolution of induced tolerance in plants, In: *Plant responses to enviromental stress: From phytohormones to genome reorganization*, pp. 497-548, Marcel Dekker, Inc, USA'
- BAKARIĆ, P. (1983) Uzgoj mandarine unshiu. Stanica za južne kulture . Dubrovnik
- AOAC. (1995). *Offical methods of analyses*. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- SAS INSTITUTE (1997). *SAS/STAT User's Guide*, version 8 edition. Vol. 2. SAS

SHIRRA, M., D'HALLEWIN, G. (1997). Storage performance of Fortune mandarins following hot water dips. *Postharvest Biology and Technology* 10:229-238.

SCHIRRA, M., BEN- YEHOUSHA, S. (1999.). Heat treatments: A possible new technology in citrus handling. Challenges and prospects, *Advances in postharvest diseases and disorders control of citrus fruit*, Ed. M. Schirra, Research Signpost, Trivandurum, India, pp. 133-145

**Adresa autora – Author's address:**

Martina Skendrović Babojelić  
Zavod za voćarstvo,  
Agronomski fakultet,  
Sveučilište u Zagrebu,  
Svetošimunska 25, HR-10000 Zagreb, Hrvatska  
e-mail: mskendrovic@agr.hr