

Primjena fizikalnog predtremana abrazije u postupku sušenja šljive

Application of physical pre-treatment of abrasion
in the plum drying process

**T. Jelačić, Jana Šic Žlabur, Verica Dragović-Uzelac,
Martina Skendrović Babojelić, A. Galić, Sandra Voća**

SAŽETAK

Voštana prevlaka površine kožice ploda šljive ključna je prepreka gubitku vode prilikom postupka sušenja te ju je nužno ukloniti. Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj primjene različitih predtremana, kemijskog (primjenom lužine), fizikalnog (primjenom abrazije) i toplinskog (ugrijanom destiliranom vodom) na vrijeme sušenja plodova šljive sorte 'President'. Također, varirani su i ključni parametri svakog pojedinog predtremana poput temperature otopine prilikom toplinskog (22 i 60 °C), koncentracije (0,5, 1 i 1,5% v/v) i temperature (22 i 60 °C) lužine (KOH) kod kemijskog i vremenskog perioda abrazije (5, 10 i 15 min) kod fizikalnog. Prema dobivenim rezultatima, kemijski predtretman lužinom koncentracije 1 i 1,5% temperature 60 °C bio je najučinkovitiji, vrijeme sušenja iznosilo je svega 27 sati, adok je samo 2 sata dulje (29 h) trajalo sušenje plodova predtretiranih abrazijom u vremenu od 15 min. Temeljem svega, može se zaključiti kako je fizikalni predtretman abrazijom izrazito učinkovit u uklanjanju voštane prevlake, time i u skraćivanju vremena sušenja plodova šljive, a isto tako treba naglasiti kako primjenom abrazivnog predtremana značajno utječemo na smanjenje onečišćenja okoliša, ali i na zdravlje ljudi, s obzirom da nema ostataka kemijskih sredstava koja nakon primjene treba adekvatno zbrinuti, jer potencijalno mogu negativno utjecati na čovjeka i okoliš.

Ključne riječi: vrijeme sušenja, KOH tretman, fizikalni tretman, toplinski tretman, 'President'

ABSTRACT

Wax coating from the surface of the plum fruit skin is a key barrier to water loss during the drying process and it is necessary to remove it. Therefore, the aim of this study was to examine the impact of the application of different pre-treatments, i.e. chemical (using alkali solution), physical (using abrasion) and thermal (heated distilled water) on the drying time of plum fruits cv. 'President'. Also, the key factors of each pre-treatment varied, such as the temperature of the solution in the thermal pre-

treatment (22 and 60 °C), the concentration (0.5, 1 and 1.5% v/v) and the temperature (22 and 60 °C) of the alkali solution (KOH) in the chemical and time duration of abrasion (5, 10 and 15 min) in the physical pre-treatment, while the influence of each pre-treatment was researched. According to the obtained results, chemical pre-treatment with alkali solution concentration of 1 and 1.5% temperature of 60 °C was most effective in shortening the drying time of plums, lasted only 27 hours, while only 2 hours longer (29 h) lasted the drying of plums pre-treated by abrasion of 15 min. Based on all mentioned, it can be concluded that the physical pre-treatment by abrasion is extremely effective in removing the wax coating thus affecting shortening the drying time of plum fruits, and it should be emphasized that the application of abrasive pre-treatment significantly affects the reduction of environmental pollution, but also human health, given that there are no chemical residues that after application should be adequately disposed of, which can affect humans and environment.

Keywords: drying time, KOH treatment, physical treatment, thermal treatment, 'President'

UVOD

Plodovi šljive (*Prunus domestica* L.) na europskom su tržištu zastupljeni kao svježa, konzumna sirovina ili industrijski, prerađena namirnica. Među najpoznatije proizvode šljive ubrajaju se suha šljiva, džem, jaka alkoholna pića i sokovi, a često se i zamrzavaju. Suhi plodovi šljive karakterističnog su nutritivnog sastava i kvalitete, bogatog sadržaja minerala, vlakana i bioaktivnih spojeva (Mihalache Arion i sur., 2014.), te se uglavnom koriste kao međuobrok ili kao dodatak žitaricama za doručak, dodatak pekarskim proizvodima, mliječnim proizvodima ili kao desert.

Proces sušenja plodova šljiva s ekonomskog stajališta energetski je vrlo skup, spor i zahtjevan postupak i to zbog specifičnog voštanog sloja kojim je prekrivena kožica ploda. Voštani sloj na plodu šljive predstavlja zaštitnu barijeru protiv gljivičnih patogena, a ujedno smanjuje propusnost, djeluje kao prepreka kretanju vode kroz membranu i ograničavajući je čimbenik za gubitak vode iz ploda šljive (Cinquanta i sur., 2002.; Tarhan, 2007.). Upravo iz tog razloga prije procesa sušenja neophodno je otvoriti put kretanju vode, odnosno ukloniti voštanu prevlaku primjenom predtretmana (Adiletta i sur., 2016.). Dosadašnji predtretmani u procesu sušenja šljive uključivali su uglavnom kemijske tretmane koji su vrlo učinkoviti i ekonomski isplativi, no ekološki i zdravstveno manje prihvatljivi zbog ostatka kemijskih sredstava koje nakon tretiranja treba zbrinuti (European Commission, 2006.). S obzirom na spomenute nedostatke upotrebe kemijskih sredstava, današnje trendove u prehrani kao i potrošačima orijentiranim na proizvode minimalno tretirane

kemijskim sredstvima, uvode se manje invazivne tehnologije bazirane na fizikalnim tretmanima, poput abrazije. Fizikalni predtretmani efikasni su u odstranjivanju voštanog sloja i omogućuju difuziju vode iz ploda uz znatno smanjenje negativnih utjecaja na plod i okolinu, a ujedno i skraćuju vrijeme sušenja (Cinquanta i sur., 2002.; Hui i sur., 2006.). Prednost je što nakon takvog načina tretiranja nema ostatka kemijskih sredstava koji mogu onečistiti okoliš i imati negativan utjecaj na ljudsko zdravlje. Primjena abrazivnog načina predtretiranja do sada je provedena kao predtretman na goji bobicama, groždicama i američkoj borovnici (Adiletta i sur., 2014.; Adiletta i sur., 2016.), a rezultati provedenih istraživanja pokazuju pozitivne učinke na očuvanje bioaktivnih komponenti, nutritivnih i senzorskih svojstava osušenog ploda.

Temeljem svega navedenog cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj primjene različitih predtretmana, odnosno kemijskog (primjenom lužine), fizikalnog (primjenom abrazije) i toplinskog (ugrijanom destiliranom vodom) u postupku sušenja šljive.

MATERIJALI I METODE

Biljni materijal

Za potrebe istraživanja korišteni su plodovi sorte šljive 'President' ubrane u pokusnom nasadu šljive Centra za voćarstvo i povrćarstvo Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu u Donjoj Zelini. Plodovi su ubrani u optimalnom roku berbe utvrđenom praćenjem fizikalno-kemijskih svojstava plodova tijekom zrenja. Berba plodova provodila se u više navrata, u razmaku od 2 do 4 dana, u periodu od 03.09. do 15.09. Plodovi su brani ručno u plastične posude u ranim, jutarnjim satima za suhog vremena. Odmah nakon branja plodovi su pripremljeni za proces sušenja.

Postupak predobrade

Plodovi su sortirani prema veličini, te su uklonjeni plodovi s eventualnim mehaničkim oštećenjima ili vidljivim znakovima kvarenja. Oprani su u sanitarno ispravnoj vodi, te im je uklonjena koštica postupkom mehaničkog izbivanja. Također, zbog karakteristične voštane prevlake kojom je prekrivena površina ploda (kožice) šljive, odvojen je dio plodova kojima će ona biti uklonjena pojedinim predtretmanima, dok dio plodova nije predtretiran prije postupka sušenja, odnosno služio je kao kontrola (K). Varirani predtretmani podijeljeni su na fizikalne (abrazija), kemijske (lužinom) te toplinske (ugrijanom vodom). Za potrebe fizikalnog predtretmana uklanjanja voštane

prevlake korišten je postupak abrazije proveden u posebno konstruiranom cilindru, s unutarnje strane obloženom inertnim abrazivnim materijalom (tip PW400). Plodovi šljive tretirani su u rotirajućem cilindru konstantnog broja okretaja (120 okretaja u minuti), pri tri vremena 5, 10 i 15 minuta. Kemijski predtretman plodova šljiva uključivao je potapanje plodova u otopinu lužine (KOH) različitih koncentracija: 0,5, 1 i 1,5% (v/v) pri dvije različite temperature: 22 i 60 °C, prilikom čega je vrijeme tretiranja trajalo jednu minutu. Nakon provedenog predtretmana plodovi su isprani destiliranom vodom i ocijedeni kako bi se uklonio višak vode. Toplinski predtretman uključivao je potapanje plodova u destiliranu vodu pri dvjema različitim temperaturama: 22 i 60 °C u trajanju od jedne minute. U Tablici 1 prikazani su varirani predtretmani.

Postupak sušenja

Nakon provedenih predtretmana plodovi su pravilno raspoređeni u jednom sloju te sušeni u konvekcijskoj komornoj sušari (Buchner AG, Typ 20B, Švicarska) uz brzinu strujanja zraka od 2,0 m/s i konstantne temperature zraka od 42 °C. Postupak sušenja proveden je u tri repeticije, a svaku repeticiju predstavlja jedna polica na kojoj se sušilo oko 2,2 kg plodova. Plodovi su sušeni do udjela vode u plodu od 35%.

Gubitak sadržaja vode tijekom postupka sušenja prikazan je grafički s prikazom gubitka sadržaja vode tijekom sušenja. Mjerena je masa plodova (svakih četiri sata), prema formuli 1 izračunat je sadržaj vode u plodu.

$$W_2 = 100 - \frac{m_1}{m_2} \times (100 - W_1) \quad (1)$$

W_2 - sadržaj vode u plodu tijekom sušenja; W_1 - početni sadržaj vode u plodu prije sušenja; m_1 - masa uzorka (g) prije sušenja; m_2 - masa uzorka (g) tijekom sušenja.

Tablica 1. Predtretmani plodova šljive sorte 'President'**Table 1 Pre-treatments of plum fruits cv. 'President'**

Tretman	Vrijeme tretiranja (min)	Otapalo	Koncentracija (%)	Temperatura (°C)	Uzorak
Abrazija	5	-	-	-	PA5
	10	-	-	-	PA10
	15	-	-	-	PA15
Kemijski	1	KOH	0,5	22	PK1
	1	KOH	1,0	22	PK2
	1	KOH	1,5	22	PK3
	1	KOH	0,5	60	PK4
	1	KOH	1,0	60	PK5
	1	KOH	1,5	60	PK6
Destilirana voda	1	dH ₂ O	-	22	PD1
	1	dH ₂ O	-	60	PD2

Određivanje oštećenja kožice ploda

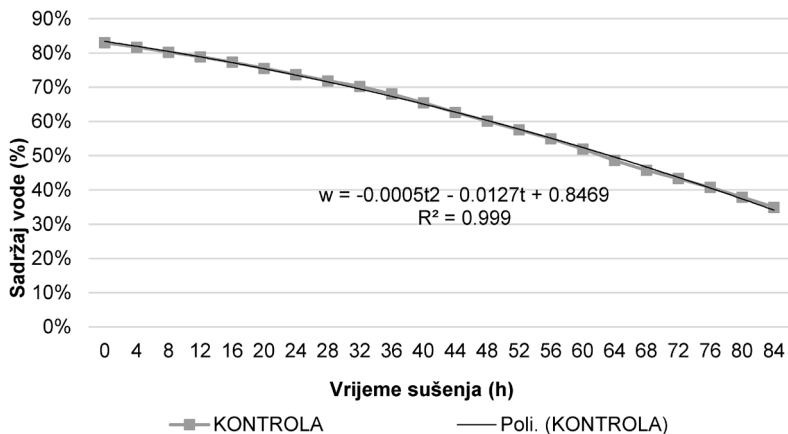
Deskriptivnim načinom, na skali intenziteta, nakon svakog provedenog predtretmana (prije sušenja), utvrđeno je oštećenje kožice ploda. Skala intenziteta raspoređena je od 1 do 9, prilikom čega 1 predstavlja plod bez oštećenja, 5 plodove srednje oštećene kožice (50%) i 9 više od 90% oštećenja na plodu.

REZULTATI I RASPRAVA

Vrijeme sušenja plodova šljive sorte 'President'

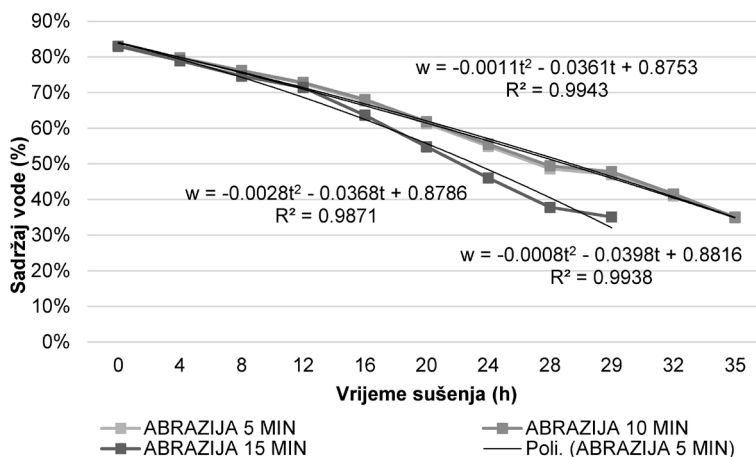
Na grafikonima 1-5 prikazan je gubitak sadržaja vode (%) u plodovima šljive sorte 'President' tijekom perioda sušenja. Prema dobivenim rezultatima vrijeme sušenja kontrolnog uzorka (K), odnosno svježeg ploda koji nije prethodno tretiran sa svrhom uklanjanja voštane prevlake, trajalo je 84 sata (Grafikon 1). Kod uzoraka tretiranih fizikalnim predtretmanom abrazije najkraće vrijeme sušenja trajalo je 29 sati za uzorak PA15 (abrazija 15 minuta), dok za uzorke PA5 i PA10 (abrazija 5 i 10 minuta) vrijeme sušenja iznosilo je do 35 sati (Grafikon 2). Kod plodova tretiranih kemijski, lužinom (KOH) pri temperaturi otopine od 22 °C najkraće vrijeme sušenja (69 h) utvrđeno je kod tretmana PK2 (KOH 1% v/v), zatim tretmana PK3 (KOH 1,5 % v/v) od 71 h, dok je sušenje plodova tretmana PK1 trajalo 75 h, odnosno uzoraka tretiranih najnižom pripremljenom koncentracijom lužine (KOH 0,5% v/v) (Grafikon 3). Znatno kraće vrijeme sušenja utvrđeno je kod svih uzoraka kemijski tretiranih lužinom pri upotrijebljenoj višoj temperaturi otopine lužine (60 °C) neovisno o koncentraciji iste, u usporedbi s kemijskim predtretmanom istih koncentracija

otopine provedenim pri 22 °C, a prilikom čega je najkraće vrijeme sušenja (27 h) utvrđeno za plodove PK5 i PK6 (KOH 1 i 1,5% v/v), dok je pri nižoj koncentraciji KOH 0,5% (PK4) vrijeme sušenja bilo nešto dulje i iznosilo 35 sati (Grafikon 4). Kod uzoraka toplinski tretiranih destiliranom vodom (Grafikon 5) varirana temperatura (22 i 60 °C) značajno je utjecala na vrijeme sušenja plodova šljive. Naime, vrijeme sušenja uzoraka PD2 (dH₂O 60 °C) trajalo je svega 68 h, dok uzoraka PD1 (dH₂O 22 °C) čak 84 h odnosno isto koliko je i trajalo vrijeme sušenja kontrolnog uzorka. Temeljem svih variranih predtretmana i dobivenih rezultata može se zaključiti kako je najkraće vrijeme sušenja trajalo kod plodova šljiva predtretiranih KOH koncentracije 1 i 1,5% (v/v) temperature otopine 60 °C, dok je samo dva sata dulje trajalo sušenje plodova predtretiranih fizikalnim tretmanom abrazije u vremenu od 15 min. Također, kod kemijskih i toplinskih predtretmana temperatura otopine značajno je utjecala na vrijeme sušenja plodova, prilikom čega je u oba navedena tretmana viša temperatura otopine (60 °C) značajno utjecala na skraćivanje vremena sušenja plodova šljive. Dobiveni rezultati su i očekivani s obzirom na rezultate drugih autora koji također kemijske predtretmane ističu kao učinkovitije s obzirom na vrijeme sušenja (Doymaz i Pala, 2002.; Bursać Kovačević i sur., 2014.), no istovremeno pojedini i naglašavaju kako abrazivni predtretmani mogu biti adekvatna zamjena kemijskim u kontekstu kraćeg vremenskog perioda sušenja uz prednost ekološki prihvatljivijeg načina (Cinquanta i sur., 2002.; Jazini i sur., 2010.).



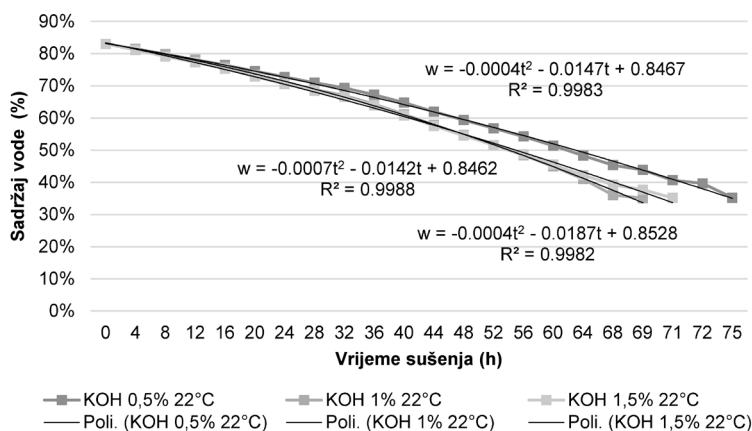
Grafikon 1. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja netretiranih plodova (kontrola, K) šljive sorte 'President'

Graph 1 Water content (%) loss during the drying of non-treated plum fruits (control, K) cv. 'President'



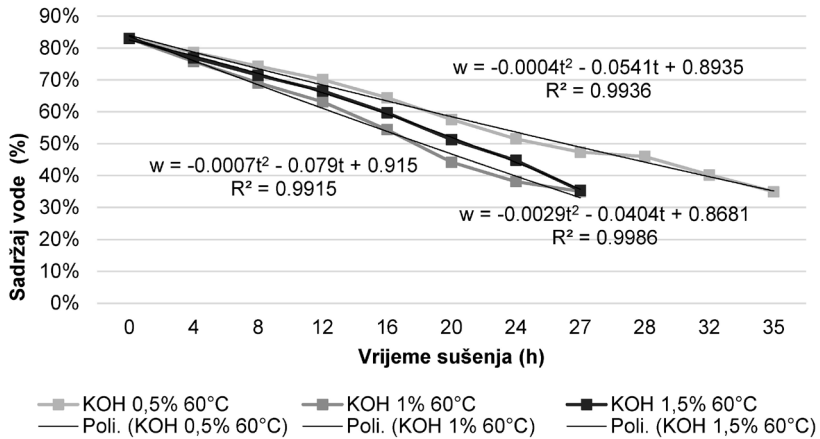
Grafikon 2. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih fizikalnim tretmanom abrazije tijekom 5, 10 i 15 minuta (PA5, PA10, PA15)

Graph 2 Water content (%) loss during the drying of plum fruits cv. 'President' treated by physical treatment of abrasion for 5, 10 and 15 min (PA5, PA10, PA15)



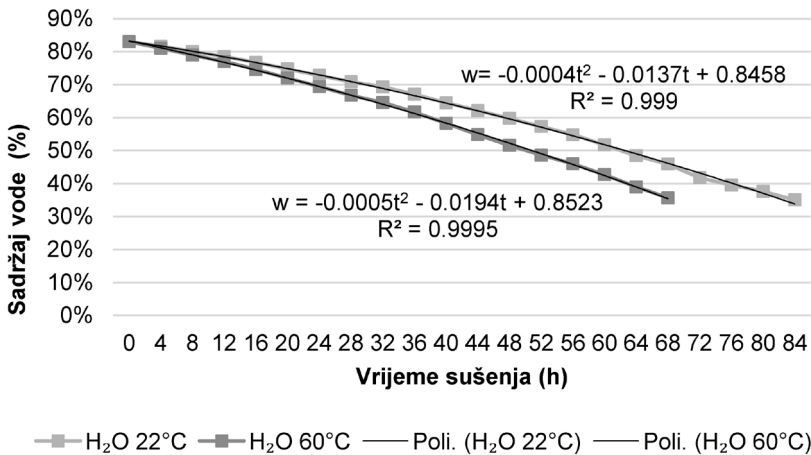
Grafikon 3. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih kemijskim tretmanom lužinom (KOH) koncentracija 0,5, 1 i 1,5% (v/v) temperature otopine 22 °C (PK1, PK2, PK3)

Graph 3 Water content (%) loss during the drying of plum fruits cv. 'President' treated by chemical treatment with KOH concentrations 0.5, 1 and 1.5% (v/v) solution temperature of 22 °C (PK1, PK2, PK3)



Grafikon 4. Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih kemijskim tretmanom lužinom (KOH) koncentracije 0,5, 1 i 1,5% (v/v) temperature otopine 60 °C (PK4, PK5, PK6)

Graph 4 Water content (%) loss during the drying of plum fruits cv. 'President' treated by chemically with KOH concentrations 0.5, 1 and 1.5% (v/v) solution temperature of 60 °C (PK4, PK5, PK6)



Grafikon 5 Gubitak sadržaja vode (%) tijekom sušenja plodova šljive sorte 'President' tretiranih toplinskim tretmanom destiliranom vodom pri dvije temperature (22 i 60 °C)

Graph 5 Water content (%) loss during the drying of plum fruits cv. 'President' treated thermally by distilled water at two temperatures (22 and 60 °C)

U tablici 2 prikazane su polinomne jednadžbe II. stupnja koje su derivirane kako bi se mogli usporediti koeficijenti nagiba pravca dobivenih krivulja. Iz deriviranih jednadžbi jasno je vidljivo da se koeficijenti nagiba značajno razlikuju ovisno o primijenjenom predtretmanu. Najniži koeficijenti nagiba pravca (0,0008) utvrđeni su za kontrolni uzorak (K), zatim KOH tretman koncentracije lužine 0,5% pri 22 i 60 °C (PK1 i PK4), KOH tretman 1,5% koncentracije pri 22 °C, te toplinski tretman destiliranom vodom pri 22 °C (PD1). Najveći pak koeficijenti nagiba pravca utvrđeni su kod uzoraka tretiranih KOH 1,5% pri 60 °C (PK6) i abrazijom kod 15 minuta (PA15), što se poklapa i s utvrđenim vremenskim razdobljima sušenja plodova za navedene predtretmane. Naime, za tretmane kojima je temeljem derivacija polinomnih jednadžbi II. stupnja utvrđen manji nagib pravca (niži koeficijent nagiba pravca) utvrđeno je i duže vrijeme sušenja, dok je kod tretmana s utvrđenim višim koeficijentima nagiba pravca vrijeme sušenja plodova trajalo znatno kraće.

Tablica 2. Polinomne jednadžbe II. stupnja krivulja sušenja uzoraka plodova šljive sorte 'President' i derivacije polinomnih jednadžbi

Table 2 Polynomial Equations 2nd degree of drying curves of plum fruits cv. 'President' and derivation of polynomial equations

Tretman	Polinomne jednadžbe II. stupnja – krivulje sušenja	R ²	R	Derivacije polinomnih jednadžbi II. stupnja
K	$w = 0,8469 - 0,0127t - 0,0005t^2$	0,999	0,9995	$dw/dt = -0,0127 - 0,0008t$
PA5	$w = 0,8816 - 0,0398t - 0,0008t^2$	0,9938	0,9969	$dw/dt = -0,0398 - 0,0016t$
PA10	$w = 0,8753 - 0,0361t - 0,0011t^2$	0,9943	0,9971	$dw/dt = -0,0361 - 0,0022t$
PA15	$w = 0,8786 - 0,0368t - 0,0028t^2$	0,9871	0,9936	$dw/dt = -0,0368 - 0,0056t$
PK1	$w = 0,8467 - 0,0147t - 0,0004t^2$	0,9983	0,9991	$dw/dt = -0,0147 - 0,0008t$
PK2	$w = 0,8462 - 0,0142t - 0,0007t^2$	0,9988	0,9994	$dw/dt = -0,0142 - 0,0014t$
PK3	$w = 0,8528 - 0,0187t - 0,0004t^2$	0,9982	0,9991	$dw/dt = -0,0187 - 0,0008t$
PK4	$w = 0,8935 - 0,0541t - 0,0004t^2$	0,9936	0,9968	$dw/dt = -0,0541 - 0,0008t$
PK5	$w = 0,9150 - 0,0791t - 0,0007t^2$	0,9915	0,9957	$dw/dt = -0,0790 - 0,0014t$
PK6	$w = 0,8681 - 0,0404t - 0,0029t^2$	0,9986	0,9993	$dw/dt = -0,0404 - 0,0058t$
PD1	$w = 0,8458 - 0,0137t - 0,0004t^2$	0,999	0,9995	$dw/dt = -0,0137 - 0,0008t$
PD2	$w = 0,8523 - 0,0194t - 0,0005t^2$	0,9995	0,9997	$dw/dt = -0,0194 - 0,0010t$

Oštećenje kožice ploda nakon provedenih predtretmana

U Tablici 3, sa skale intenziteta objašnjene u poglavlju 2.3., prikazana su oštećenja kožice ploda šljive sorte 'President' ovisno o variranim predtretmanima. Prema dobivenim podacima, najveći intenzitet oštećenja kožice ploda utvrđen je nakon predtretmana lužinom KOH 1,5% (v/v) pri 60 °C, zatim predtretmanom KOH 1% (v/v) pri 60 °C i predtretmanom KOH 0,5% (v/v) pri 60 °C. Nešto niža oštećenja utvrđena su prilikom primjene predtretmana abrazijom i to najviše kada je vrijeme tretmana trajalo 15 min, dok manje pri 10 i 5 min. Plodovi kod kojih nije utvrđeno oštećenje kožice (broj 1 na skali) bili su predtretirani lužinom KOH pri 22 °C (sve primijenjene koncentracije) te toplinski, destiliranom vodom pri 22 i 60 °C. Iz dobivenih podataka može se utvrditi povezanost stupnja oštećenja kožice i voštane prevlake s površine ploda šljive i vremena sušenja, prilikom čega je kod plodova s utvrđenim najvećim stupnjem oštećenja kožice, sušenje bilo najkraće. No, isto tako, stupanj oštećenja kožice ploda značajno će utjecati i na konačnu kvalitetu gotovog proizvoda, osušenog ploda, te pritom bez obzira na potrebu uklanjanja prepreke kretanju vode kroz membranu i neophodnom otvaranju puta kretanju vode iz unutrašnjosti ploda, važno je voditi računa kako kožica i površina ploda primjenom predtretmana ne bi ostale trajno značajnije oštećene, a time i nakon sušenja neprikladne s organoleptičkog i konzumnog stajališta.

Tablica 3. Oštećenje kožece ploda nakon primjene različitih predtremana svježih plodova šljiva**Table 3 Damage of plum fruit skin after the application of various pre-treatments on fresh fruits**

Predtretmani	'President'
Kontrola	1
Abrazija 5 min	2
Abrazija 10 min	2
Abrazija 15 min	3
KOH 0,5%, 22 °C	1
KOH 1%, 22 °C	1
KOH 1,5%, 22 °C	1
KOH 0,5%, 60 °C	4
KOH 1%, 60 °C	5
KOH 1,5%, 60 °C	7
dH ₂ O 60 °C	1
dH ₂ O 60 °C	1

ZAKLJUČAK

Upotreba predtremana za potrebe uklanjanja voštane prevlake s površine kožece ploda šljive nužna je u procesu sušenja u cilju skraćivanja vremena sušenja. Usporedbom učinkovitosti variranih predtremana: fizikalnog, kemijskog i toplinskog na vrijeme sušenja ploda šljive sorte 'President' može se zaključiti kako upotreba kemijskog i fizikalnog predtremana najviše utječu na skraćivanje vremena sušenja plodova šljive. Uz primjenu kemijskog predtremana kalijevim hidroksidom koncentracije 1 i 1,5% (v/v) uz temperaturu otopine od 60 °C vrijeme sušenja je bilo najkraće, svega 27 sati. No isto tako, primjena abrazivnog predtremana značajno je pozitivno utjecala na vrijeme sušenja. Abrazivnim predtretmanom u trajanju od 15 min vrijeme sušenja je skraćeno čak 55 sati u usporedbi s netretiranim plodovima (kontrolom), dok je primjenom istog predtremana vrijeme sušenja bilo samo 2 sata duže u usporedbi s kemijskim (KOH 1 i 1,5% (v/v) pri 60 °C). Također, valja naglasiti kako je svaki pojedini predtretman potrebno optimizirati s obzirom na ključne varijable ovisno o vrsti istog, od koncentracije i temperature lužine pri kemijskom predtretmanu, vremenu trajanja vrtnje pri fizikalnom ili temperature otopine kod toplinskog. Proces sušenja ploda šljive izrazito je energetski zahtjevan, a primjenom adekvatnih predtremana smanjenog negativnog utjecaja na okoliš i zdravlje ljudi može se značajno utjecati na njegovu kvalitetu.

LITERATURA

- ADILETTA, G., IANNONE, G., RUSSO, P., PATIMO, G., DE PASQUALE, S., DI MATTEO, M., (2014.): Moisture migration by magnetic resonance imaging during eggplant drying: a preliminary study, *International Journal of Food Science and Technology*. 49: 2602-2609.
- ADILETTA, G., RUSSO, P., SENADEERA, W., MATTEO, M.D. (2016.): Drying characteristics and quality of grape under physical pretreatment. *Journal of Food Engineering*. 172: 9-18
- BURSAĆ KOVAČEVIĆ, D., DRAGOVIĆ UZELAC, V., VUJEVIĆ, P., OBRADOVIĆ, D. (2014.): Effect of dipping treatments on the quality of dried plums. *Proceedings of 8th International Congress of Food Technologists, Biotechnologists and Nutritionists, Frece, Jadranka (ur.)*. Zagreb: Croatian Society of Food Technologists, Biotechnologists and Nutritionists: 285 – 290.
- CINQUANTA, L., DI MATTEO, M., ESTI, M. (2002.): Physical pre-treatment of plums (*Prunus domestica*). Part 2. Effect on the quality characteristics of different prune cultivars. *Food Chemistry*. 79: 233-238.
- DOYMAZ, I., PALA, M. (2003.): Effect of ethyl oleate on drying characteristics of mulberries. *Nahrung/Food*. 47(5): 304–308.
- EUROPEAN COMMISSION (2006.). European economy. Dostupno na: https://ec.europa.eu/economy_finance/publications/pages/publication425_en.pdf. Pristupljeno: 12.05.2020.
- HUI, Y.H., BARTA, J., PILAN CANO, M., GUSEK, T., SIDHU, J.S., SINHA, N. (2006.): *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, Blackwell Publishing, Iowa, USA.
- JAZINI, M.H., HATAMIPOUR, M.S. (2010.): A new physical pretreatment of plum for drying. *Food and Bioproducts Processing*. 88: 133-137.
- MIHALACHE ARION, C., TABART, J., KEVERS, C., NICULAU, M., FILIMON, R., BECEANU, D., DOMMES, J. (2014.): Antioxidant potential of different plum cultivars during storage, *Food Chemistry*. 146: 485–491.
- TARHAN, S. (2007.): Selection of chemical and thermal pretreatment combination for plum drying at low and moderate drying air temperatures, *Journal of Food Engineering*. 79: 255–260.

Adresa autora – Authors address:

Tvrtko Jelačić,

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za voćarstvo i povrćarstvo,
Gorice 68b, 10000 Zagreb

Jana Šic Žlabur, e-mail: jszlabur@agr.hr

Martina Skendrović Babojelić,

Ante Galić,

Sandra Voća

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet Zagreb,

Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

Verica Dragović-Uzelac,

Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet,

Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

