

## Utjecaj reflektirajuće folije na fizikalno-kemijska svojstva plodova jabuke 'Wilton's ®Red Jonaprince'

Influence of reflective groundcover on physico-chemical properties of 'Wilton's ®Red Jonaprince' apples

**Martina Skendrović Babojelić, Janja Keškić, D. Vuković, Vesna Tomaš, Ines Mihaljević, Jana Šic Žlabur, Ana Marija Antolković, Ž. Silovski**

### SAŽETAK

Fizikalno-kemijska svojstva značajan su čimbenik u procjeni kvalitete i tržišne vrijednosti plodova jabuke. U intenzivnoj proizvodnji jabuke teži se primjeni novijih tehnologija u cilju poboljšanja kvalitete ploda. Cilj rada bio je utvrditi utjecaj reflektirajuće folije Lumilys™ na fizikalno - kemijska svojstva plodova jabuke sorte 'Wilton's ®Red Jonaprince' nakon berbe i nakon 18 tjedana čuvanja u uvjetima normalne atmosfere. Reflektirajuća folija postavljena je u nasadu između redova istraživane sorte četiri do šest tjedana prije berbe, a kontrolu su činili redovi bez folije. Plodovi su ubrani u optimalnom roku berbe i potom su analizirani boja, masa i dimenzije plodova, tvrdoća, indeks razgradnje škroba, udio topljive suhe tvari i ukupnih kiselina. Analizom kromatskih vrijednosti prema CIE L\*a\*b sustavu boja utvrđeno je da su plodovi sa stabala gdje je unutar redova bila postavljena reflektirajuća folija imali veći intenzitet crvene boje, a manji intenzitet zelene boje. Reflektirajuća folija je pozitivno utjecala na tvrdoću, udio topljive suhe tvari i indeks razgradnje škroba. Plodovi koji su čuvani 18 tjedana u uvjetima normalne atmosfere pokazali su nešto veći kalo, manji udio topljive suhe tvari i veću tvrdoću. Reflektirajuća folija Lumilys™ pokazala je pozitivan utjecaj na fizikalno-kemijska svojstva plodova istraživane sorte što upućuje na njen potencijal u postizanju standarda kvalitete plodova jabuka.

**Ključne riječi:** fizikalno-kemijska svojstva, jabuka, plod, reflektirajuća folija

### ABSTRACT

Physical and chemical characteristics are a significant factor in assessing the quality and market value of apple fruit. In intensive apple production, new technologies are being applied to improve the fruit quality. The aim of this work was to determine influence of the reflective groundcover Lumilys™ on physical and chemical characteristics of apple fruits cv. 'Wilton's ®Red Jonaprince' after harvest and after 18 weeks of storage under normal atmospheric conditions. Reflective groundcover was placed in the plantation between the rows of the examined cultivars, four to six weeks

before harvest, and the control was made of non - groundcover rows. The fruits were harvested in the optimal harvesting time and then the color, mass and size of fruits, firmness, starch degradation index, the soluble solids content and total acids were analyzed. By analysis of chromatic values it was found that the products of trees where reflective groundcover was placed within rows had a higher intensity of red color and lower intensity of green color by the CIE L\*a\*b color system. Reflective groundcover had a positive effect on the significantly higher firmness, the proportion of soluble solids content and the lowest starch degradation index. There was no significant difference in the part of total acids between the treatments. The fruits that were stored for 18 weeks under normal atmosphere showed a slightly higher loss of fruit weight, lower proportion of soluble solids content and higher firmness. Reflective groundcover Lumilys™ showed a positive effect on physical and chemical characteristics of the fruits of the tested cultivars, which indicates its potential in achieving apple fruits quality standards.

**Key words:** apple, fruit, physical and chemical characteristics, reflective groundcover

## UVOD

Iako je jabuka (*Malus x domestica* Borkh.) najrasprostranjenija voćna vrsta koja se uzgaja u Republici Hrvatskoj, u intenzivnoj proizvodnji zastupljena je svega nekoliko sorata i njihovih klonova visoke rodnosti i dobre kakvoće plodova. Kakvoća ploda ovisi o mnogim čimbenicima: vrsti i sorti voćke, brzini razvoja i vremenu dozrijevanja ploda, podlozi, starosti i kondiciji voćke, krupnoći ploda, uvjetima uzgoja, klimatsko-edafskim uvjetima, agrotehničkim i pomotehničkim mjerama i mnogim drugim (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.). Klimatski uvjeti imaju različit utjecaj na rast i razvoj ploda. U nepovoljnim uvjetima dolazi do promjene pojedinih svojstava ploda koje mogu značajno odstupati od onih karakterističnih za pojedine sorte odnosno njihove klonove. Ukoliko plodovi nemaju dobro razvijenu boju često gube tržišnu vrijednost s obzirom da potrošači ocjenjuju kvalitetu plodova prema izgledu i tvrdoći u vrijeme kupnje (Jemrić i Ilić, 2012.). Jedna od glavnih odrednica pri kupnji svježeg voća je boja ploda. Ona ovisi o području uzgoja, položaju nasada, osvjetljenosti krošnje, položaju ploda u krošnji i drugim čimbenicima. Vrijeme prije berbe je ključno za razvoj boje kožice, koja je ujedno i prvi znak dozrijevanja plodova. Boja kožice nakon zametanja ploda je zelena zbog prisutnosti pigmenta klorofila. Sazrijevanjem ploda, razgrađuje se magnezij organski kompleks koji je sastavni dio klorofila i dolazi do promjene boje, odnosno plod postepeno gubi zelenu boju, a sve više do izražaja dolaze

antocijani i karotenoidi čime se mijenja boja kože (Skendrović Babojelić, 2018.). Potrošači prilikom kupnje favoriziraju sorte čiji su plodovi crvene boje (Saure, 1990.). Iglesias i Alegre (2009.) smatraju da ukoliko su plodovi zadovoljavajuće veličine, ali neodgovarajuće boje smanjuje se potražnja za takvim plodovima. Ritenour i Khemira (1997.) navode kako plodovi iz unutrašnjosti krošnje gdje ima manjka svjetlosti reduciraju sintezu antocijana, čime se potvrđuje da je količina svjetlosti značajna za sintezu antocijana odnosno razvoj boje ploda. Idealni uvjeti za razvoj crvene boje su vedri i topli dani dani i hladne noći u razdoblju dozrijevanja odnosno od dva do tri tjedna prije berbe (Andris i sur., 1996.). Zahvati poput orezivanja, prikraćivanja, gnojidbe i korištenje regulatora rasta utječu na razvoj crvene boje, ali također postoje drugi čimbenici poput dima, prašine, oblaka i kiše koji neizravnim utjecajem na plod smanjuju intenzitet razvoja crvene boje (Andris i sur., 1996.). Postoje brojne tehnike kojima se može pozitivno utjecati na razvoj boje ploda jabuka poput rezidbe u svrhu boljeg raspoređivanja svjetlosti u krošnji (Wertheim i sur., 1986.), korištenje protugradnih mreža različitog obojenja (Funke i Blanke 2004.) i korištenje sustava za orošavanje (Iglesias i sur., 2005.). Istraživanja u svrhu poboljšanja obojenosti ploda jabuke usmjerena su također na korištenje reflektirajućih folija koje pospješuju fotosintezu refleksijom sunčeve svjetlosti i time pozitivno utječu na pojedina svojstva plodova (Marini i Marini, 1983.). Grappadelli (2003.) navodi da je korištenje reflektirajuće folije od razdoblja cvatnje do dva tjedna prije berbe utjecalo na povećanu produktivnost i kvalitetu plodova pri čemu se broj plodova po stablu povećao za 9%. Prema istraživanju Blanke-a (2007.), bijela folija između stabla poboljšava boju na onim plodovima koji su zasjenjeni u unutrašnjosti krošnje, a također isti autor navodi kako folije pozitivno utječu na količinu šećera u plodu. Reflektirajuća folija u kombinaciji s aluminijskom folijom pokazala se kao dobar način za povećanje osvjetljenja krošnje kod sorata 'Pinova', 'Jonagold' i 'Jonagored' u trogodišnjem istraživanju koje su proveli Mika i sur. (2007.), a dobiveni rezultati su ukazali na povoljan utjecaj folije na boju plodova. Tijekom istraživanja primjene reflektirajuće folije na 'Gali Mondial' utvrđena su poboljšana nutritivna svojstva plodova (Overbeck i sur. 2014.). Prive i sur. (2008.) navode kako istraživanja o utjecaju reflektirajuće folije na plodove jabuke često pokazuju varijabilne rezultate, a razlog tome pripisuju različitim vremenskim uvjetima, području uzgoja, sorti kao i vremenu primjene folije.

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj reflektirajuće folije Lumilys™ na fizikalno-kemijska svojstva ploda jabuke Wilton's®Red Jonaprince.

## MATERIJALI I METODE

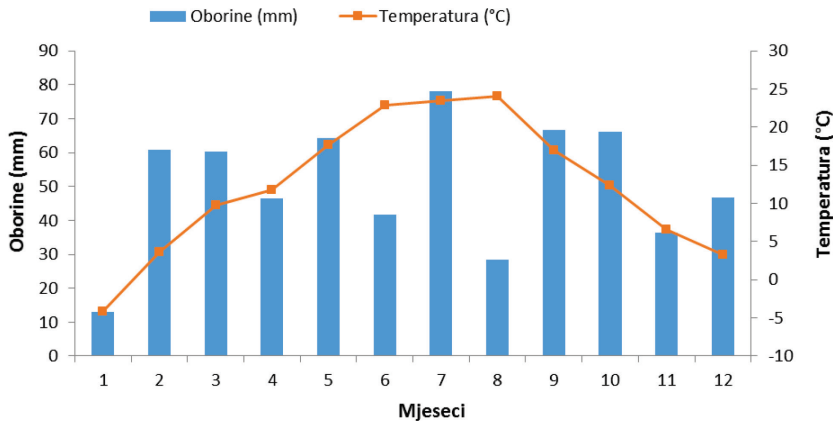
Pokus je bio postavljen u nasadu jabuka na pokušalištu 'Tovaljač' Poljoprivrednog instituta u Osijeku na sorti 'Wilton's ®Red Jonaprince'. Između redova postavljena je reflektirajuća folija četiri do šest tjedana prije berbe (4 repeticije x 5 stabla), a udaljena stabla u redu bila su bez folije, odnosno predstavljala su kontrolnu skupinu (ukupno 20 stabala po sorti). Plodovi sorte 'Wilton's ®Red Jonaprince' ubrani su u optimalnom roku berbe te dopremljeni u laboratorij Zavoda za voćarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Odvojeni su isključivo zdravi plodovi i grupirani u dvije skupine: I. skupinu činili su plodovi pokusa (40 plodova sa stabala ispod kojih je bila postavljena reflektirajuća folija 'Lumilys™', dok II. skupinu plodovi kontrole (40 plodova sa kontrolnih stabala stabala bez folije). Na 20 plodova svake sorte analizirana su fizikalno-kemijska svojstva nakon berbe (boja, masa, dimenzije ploda, tvrdoća, topljiva suha tvar, ukupne kiseline). Preostalih 20 plodova stavljeno je na čuvanje 18 tjedana u hladnjaču s normalnom atmosferom (1 °C, 85% r.v.z.). Nakon 18 tjedana na čuvanim plodovima provedene su analize mase, tvrdoće, udjela ukupnih kiselina i topljive suhe tvari. Masa ploda određena je na digitalnoj laboratorijskoj vagi s dvije decimale (OHAUS corporation, USA), a dobivene vrijednosti izražene su u gramima (g). Visina (V) i širina (Š) ploda mjerene su digitalnim pomičnim mjerilom (Somet, Czech Republic), a vrijednosti su izražene u milimetrima (mm). Iz dobivenih podataka izračunat je indeks oblika ploda koji predstavlja omjer visina:širina. Boja ploda određena je kolorimetrom (PCE-CSM2, PCE Instruments UK Ltd.) po CIE LAB sistemu boja. Tvrdoća ploda je određena digitalnim stolnim penetrometrom (PCE-FM200, PCE Instruments, Southampton, UK) s klipom promjera 11mm i skalom izraženom u  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Topljiva suha tvar izmjerena je refraktometrom (ATAGO PAL-1, Japan), a vrijednosti su izražene u stupnjevima Brix (°Brix). Udio ukupnih kiselina određen je postupkom acidimetrije uz indikator bromtimol-plavo i izražen u postocima kao jabučna kiselina. Indeks razgradnje škroba utvrđen je pomoću otopine Jod-jod kalija i ocijenjen po ljestvici od 1 do 5 (prema Laimburgu). Indeks dozrelosti po Streiffu izračunat je prema formuli  $I=T/I\dot{S}\times TST$  gdje je T – tvrdoća ploda ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ),  $I\dot{S}$  – indeks razgradnje škroba i TST- topljiva suha tvar. Analiza sjemenki izvršena je nakon poprečnog prereza ploda. Iz sjemenjače su izvađene i prebrojane šture i zdrave sjemenke, a masa zdravih sjemenki utvrđena je na analitičkoj vagi s četiri decimale (KERN® Analytical balance AES-C/AEJ-CM) te su dobivene vrijednosti izražene u gramima (g). Masa jedne sjemenke dobivena je dijeljenjem ukupne mase sjemenki s njihovim ukupnim brojem.

Podaci su statistički obrađeni u programskom sustavu SAS, verzija 9.3 (SAS/STAT, 2010). Provedena je analiza varijance (ANOVA). Srednje vrijednosti uspoređene su LSD testom.

## REZULTATI I RASPRAVA

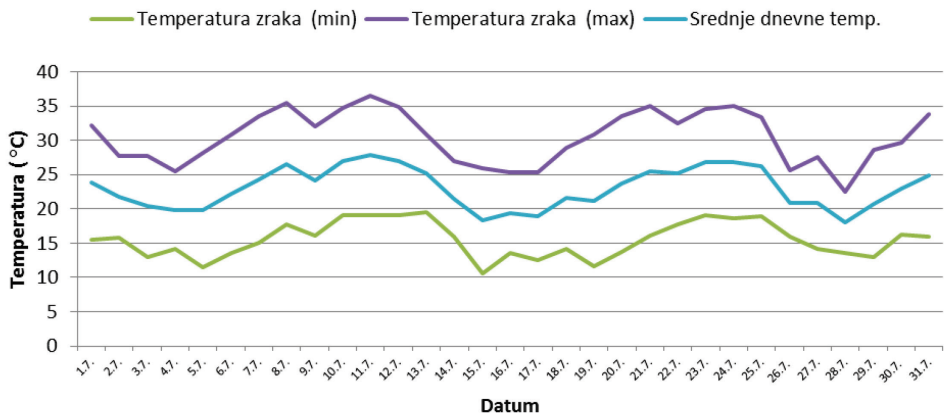
### Meteorološki podaci

Na temelju meteoroloških podataka ustupljenih s meteorološke postaje Poljoprivrednog instituta Osijek izrađen je klima dijagram koji pokazuje odnos srednje mjesečne temperature zraka (°C) i količine oborina (mm/m<sup>2</sup>) u 2017. godini (Grafikon 1). Iz navedenog klima dijagrama može se zaključiti da je najmanje oborina bilo u siječnju i kolovozu, dok je temperatura zraka bila najviša u kolovozu (prosječna temperatura 24,1 °C), a najniža u siječnju (prosječna -4,16 °C). Najveća količina oborina zabilježena je u srpnju (78,1 mm) i rujnu (66,6 mm). Faza dozrijevanja plodova odvija se nakon faze zrenja do postizanja najboljih organoleptičkih svojstava ploda i upravo su zbog toga jako važne izmjene noćnih i dnevnih temperatura. U grafikonima 2, 3 i 4 prikazane su minimalne, maksimalne i srednje dnevne temperature zraka (°C) tijekom mjeseca srpnja, kolovoza i rujna koje su bile značajne za ovo istraživanje. Dozrijevanje plodova manifestira se u promjeni boje epiderme, mekšanju ploda, razvoju karakterističnog mirisa i promjenama u kemijskom sastavu staničnog soka. Temperatura zajedno s ostalim parametrima utječe na intenzitet tih procesa. U ovom istraživanju, temperature u razdoblju rasta ploda kretale su se u rasponu od 16 °C do 24 °C, što je povoljno utjecalo na rast i razvoj te formiranje dopunske (crvene) boje na plodovima istraživane sorte. Prosječna temperatura zraka za mjesec srpanj bila je 23,45 °C, za kolovoz 24,4 °C, a za rujna 16,98 °C. U prirodnim uvjetima, posebno tijekom ljeta kada temperature dosežu i do 40 °C uz visoke količine svjetlosti, toplinski i svjetlosni stres se preklapaju (Yamamoto i sur., 2008.). Toplinski stres je vrlo često ograničavajući čimbenik za rast, razvoj i reprodukciju biljaka (Zinn i sur., 2010.). Zbog visokih temperatura dolazi do inaktivacije i denaturacije određenih enzima, što usporava rast biljke (Dubois i sur., 1991.) pa se tako na Grafikonu 3 uočava najviša temperatura u mjesecu kolovozu, koja je iznosila 38,4 °C. Kod ovako visokih temperatura ubrzava se dozrijevanje plodova i kao posljedica dolazi do pojave prijevremenog opadanja plodova kod ranijih sorata. Upravo je to razdoblje prije berbe za plodove jabuka bitno jer visoke ljetne temperature zraka mogu imati štetne učinke na fotosintezu (Salvucci i Crafs-Brandner, 2004.), a time i na prirod i kvalitetu ploda.



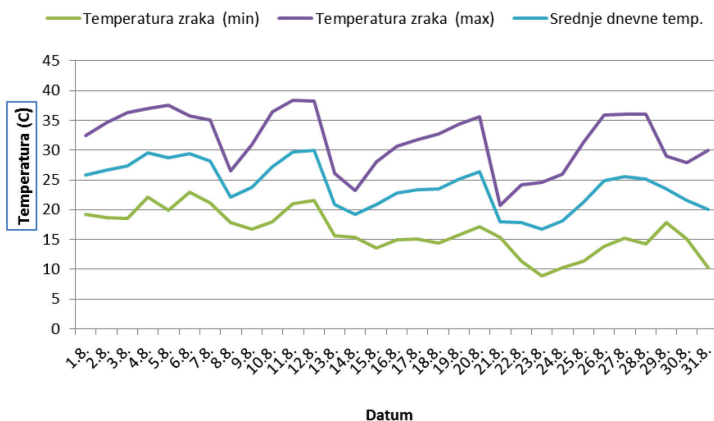
**Grafikon 1. Klima dijagram za 2017. godinu za meteorološku postaju Osijek (Izvor podataka: Poljoprivredni institut Osijek)**

**Figure 1 Climate diagram of the meteorological station in Osijek for 2017 (Data sources: Agricultural Institute Osijek)**



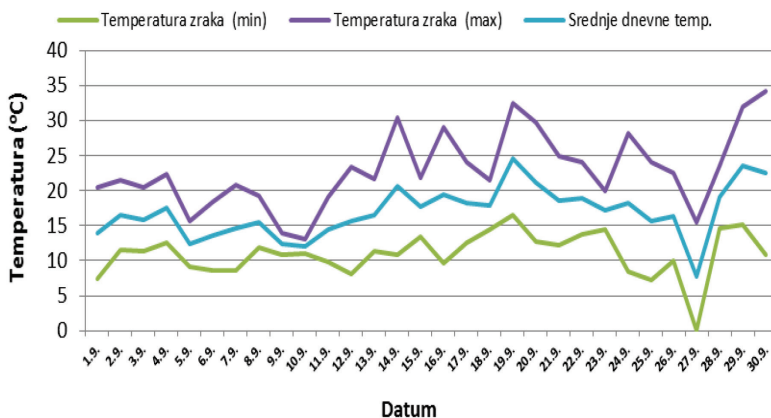
**Grafikon 2. Pregled srednjih dnevnih temperatura te apsolutno minimalna i apsolutno maksimalna temperatura tijekom mjeseca srpnja 2017. godine (Izvor podataka: Poljoprivredni institut Osijek)**

**Figure 2 Average daily temperatures, the absolute minimum and the absolute maximum temperatures in July 2017 (Data sources: Agricultural Institute Osijek)**



**Grafikon 3.** Pregled srednjih dnevnih temperatura te apsolutno minimalna i apsolutno maksimalna temperatura tijekom mjeseca kolovoza 2017. godine (Izvor podataka: Poljoprivredni institut Osijek)

**Figure 3** Average daily temperatures, the absolute minimum and the absolute maximum temperatures in August 2017 (Data sources: Agricultural Institute Osijek)



**Grafikon 4.** Pregled srednjih dnevnih temperatura te apsolutno minimalna i apsolutno maksimalna temperatura tijekom mjeseca rujna 2017. godine (Izvor podataka: Poljoprivredni institut Osijek)

**Figure 4** Average daily temperatures, the absolute minimum and the absolute maximum temperatures in September 2017 (Data sources: Agricultural Institute Osijek)

## Rezultati analiza pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava ploda jabuke 'Wilton's ®Red Jonaprince' nakon berbe

Dobiveni rezultati pomoloških i fizikalno – kemijskih analiza plodova sorte 'Wilton's ®Red Jonaprince' statistički su obrađeni i prikazani su u tablicama 1 i 2. Utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u veličini plodova kontrole i tretmana s Lumilys™ folijom, što se može uočiti u tablici 1. Masa plodova kontrole iznosila je 222,45 g, a masa u pokusu s Lumilys™ folijom 260,93 g. Prema Pašaliću (2006.) veličina ploda je sortno svojstvo koje ovisi o broju plodova na stablu, tehnološkim postupcima i mikroklimatskim uvjetima. Lakso i Goffinet (2013.) navode da krupniji plodovi imaju veći porast od sitnijih plodova i porast je povezan s kontroliranim brojem stanica u plodu. Visina (75,14 mm) i širina ploda (82,43 mm) u pokusu s Lumilys™ folijom su veće u odnosu na kontrolu čije vrijednosti su za visinu iznosile 69,61 mm i 79,13 mm za širinu, a također su kod plodova pokusa utvrđene veće vrijednosti indeksa oblika ploda (0,91) u odnosu na kontrolu (0,87). Jemrić i sur. (2012.) navode da na veličinu ploda utječu mnogi čimbenici, a kada se voćke uzgajaju u sličnim uvjetima uzgoja, razlike se mogu povezati s prirodom i genetskim svojstvima sorata. Istraživana sorta nije pokazala značajne razlike u broju i masi sjemenki. Utvrđena je razlika u tvrdoći plodova (Tablica 2) pokusa s Lumilys™ folijom s vrijednošću od 6,06 kg/cm<sup>2</sup> u odnosu na 5,72 kg/cm<sup>2</sup> za plodove kontrole. DeEll i sur. (2001.) smatraju kako se plodovi sorata veće tvrdoće u berbi mogu dulje čuvati, a prema Laimburgu, (cit. Werth, 1995.) tvrdoća za optimalan rok berbe većine sorata jabuke kreće se u rasponu od 5,9 do 9,5 kg/cm<sup>2</sup>. Temeljem navoda može se reći da su dobivene vrijednosti u ovom istraživanju na donjoj granici tvrdoće za optimalni rok berbe. Indeks razgradnje škroba je značajno veći za kontrolu u odnosu na pokus s Lumilys™ folijom, a prema Pašaliću (2006.) škrob kao rezervna energetska tvar prati intenzitet disanja ploda te se tijekom dozrijevanja ploda brzo razgrađuje u jednostavnije šećere. Utvrđen je pozitivan utjecaj reflektirajuće folije na sadržaj topljive suhe tvari (TST) s vrijednostima od 12,76 °Brixa u odnosu na vrijednosti za plodove kontrole od 12,30 °Brixa. Topljivu suhu tvar čine šećeri i nešećerne komponente. Udio topljive suhe tvari povećava se tijekom zrenja i čuvanja plodova te je dobar pokazatelj udjela šećera u plodu jabuka (Hoehn i sur., 2003.). Prema Limburgu (cit. Werth 1995.) optimalni udio topljive suhe tvari je između 10 i 15 °Brix-a. Dobivene vrijednosti su bile iznad minimalne vrijednosti topljive suhe tvari, te je utvrđen pozitivan utjecaj folije na udio topljive suhe tvari. Nisu utvrđene značajne razlike između tretmana i kontrole u sadržaju ukupnih kiselina i odnosu topljive suhe tvari i ukupnih kiselina. Takav rezultat može se potkrijepiti činjenicom da su plodovi ubrani u optimalnom roku berbe, a prema Prenkiću i Čizmoviću



(2012.) ukupne kiseline se mijenjaju za vrijeme rasta plodova. Skendrović Babojelić i sur. (2010.) navode kako adekvatan omjer šećera i kiselina plodovima daje skladan i osvježavajući okus, što najvećim dijelom predstavlja važan kriterij prilikom ocjenjivanja voća. Prema Brezmesu i sur. (2001.) praćenje i kontroliranje zrelosti postaje važno u postupanju s plodovima jer je stupanj zrelosti percipiran kao glavni indikator kakvoće ploda. Indeks zrelosti se nije značajno razlikovao između plodova kontrole i plodova pokusa s Lumilys™ folijom istraživane sorte. Rezultati boje plodova istraživane sorte prikazani su u Tablicama 3 i 4. Iz analize kromatskih parametara osnovne (zelene) boje ploda (Tablica 3) vidljivo je da postoji statistički značajna razlika između plodova kontrole i reflektirajuće folije za b i H vrijednosti. Rezultat kontrole za vrijednosti b je iznosila 33,24, a za plodove pokusa 29,00, dok za H vrijednost plodovi kontrole su iznosili 94,04, a plodovi pokusa 81,46. Kromatski parametri za dopunsku (crvenu) boju plodova (Tablica 4), pokazuju statistički značajne vrijednosti za parametre L, a i b. Utvrđena je statistička značajna razlika u lumiscenciji (L) između kontrole (41,28) i pokusa s reflektirajućom folijom (35,56). Za vrijednost a manja vrijednost je utvrđena u plodovima kontrole (24,65) u odnosu na plodove pokusa (29,40), dok vrijednost b ima značajno manju vrijednost za plodove pokusa (6,90) u odnosu na plodove kontrole (13,99). Prema istraživanju drugih autora (Moreshet i sur., 1975., Andris i Crisosto, 1996., Layne i sur., 1999, Doud i Frree, 1980., Layne i sur., 2001.) postavljanje reflektirajućeg materijala na tlo ili ispod stabla utječe pozitivno na poboljšanje crvene boje na plodovima.

**Tablica 1. Pomološka svojstva ploda jabuke 'Wilton's ®Red Jonaprince nakon berbe**

**Table 1 Pomological properties of 'Wilton's ®Red Jonaprince' apple after harvest**

	Masa ploda (g)	Visina (mm)	Širina (mm)	Indeks oblika ploda	Broj sjemenki	Masa sjemenke (g)
Kontrola	222,45 <sup>b</sup> ±22,96	69,61 <sup>b</sup> ±2,69	79,13 <sup>b</sup> ±2,69	0,87 <sup>b</sup> ±0,03	8,50 <sup>a</sup> ±1,13	0,046 <sup>a</sup> ±0,01
Lumilys™	260,93 <sup>a</sup> ±32,08	75,14 <sup>a</sup> ±4,69	82,43 <sup>a</sup> ±2,77	0,91 <sup>a</sup> ±0,04	8,85 <sup>a</sup> ±1,74	0,047 <sup>a</sup> ±0,01
<b>Pr&gt;F</b>	<b>≤0,0022</b>	<b>≤0,0021</b>	<b>≤0,0054</b>	<b>≤0,0289</b>	<b>≤0,5222</b>	<b>≤0,5737</b>

Napomena: Prikazane su prosječne vrijednosti ± SD (standardna devijacija). Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se plodovi statistički značajno razlikuju u istraživanom svojstvu prema Fisher LSD testu uz  $P \leq 0,0001$

Note: Presents the average values ± SD (standard deviation). Data followed by different letters in the same column represents the fruits which have statistically significantly different characteristics according to Fisher's LSD test ( $P \leq 0,0001$ ).

**Tablica 2. Fizikalno-kemijska svojstva ploda jabuke 'Wilton's ®Red Jonaprince nakon berbe**

**Table 2 Physico-chemical properties of "Wilton's ®Red Jonaprince' apples after harvest**

	Tvrdoća ploda (kg/cm <sup>2</sup> )	Indeks razgradnje škroba	TST (°Brix)	Ukupne kiseline (%)	TST: ukupne kiseline	Indeks zrelosti
Kontrola	5,72 <sup>b</sup> ±0,39	4,55 <sup>a</sup> ±0,22	12,30 <sup>b</sup> ±0,46	0,38 <sup>a</sup> ±0,04	32,80 <sup>a</sup> ±3,96	0,09 <sup>a</sup> ±0,00
Lumilys™	6,06 <sup>a</sup> ±0,45	4,05 <sup>b</sup> ±0,38	12,76 <sup>a</sup> ±0,33	0,41 <sup>a</sup> ±0,06	31,58 <sup>a</sup> ±4,74	0,15 <sup>a</sup> ±0,02
<b>Pr&gt;F</b>	<b>≤0,0369</b>	<b>≤0,0002</b>	<b>≤0,0092</b>	<b>≤0,1223</b>	<b>≤0,4982</b>	<b>≤0,1548</b>

Napomena: Prikazane su prosječne vrijednosti ± SD (standardna devijacija). Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se plodovi statistički značajno razlikuju u istraživanom svojstvu prema Fisher LSD testu uz P≤0,0001

Note: Presents the average values ± SD (standard deviation). Data followed by different letters in the same column represents the fruits which have statistically significantly different characteristics according to Fisher's LSD test (P≤0,0001).

**Tablica 3. Osnovna boja (zelena) ploda jabuke 'Wilton's ®Red Jonaprince nakon berbe**

**Table 3 The primary color (green) of apple fruit "Wilton's ®Red Jonaprince' after harvest**

	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>C</i>	<i>H</i>
Kontrola	63,30 <sup>a</sup> ±4,21	4,97 <sup>a</sup> ±3,08	33,24 <sup>a</sup> ±5,32	33,80 <sup>a</sup> ±4,89	94,04 <sup>a</sup> ±10,96
Lumilys™	60,47 <sup>a</sup> ±6,73	5,61 <sup>a</sup> ±6,36	29,00 <sup>b</sup> ±7,62	30,57 <sup>a</sup> ±5,79	81,46 <sup>b</sup> ±19,06
<b>Pr&gt;F</b>	<b>≤0,1185</b>	<b>≤0,6908</b>	<b>≤0,0491</b>	<b>≤0,0642</b>	<b>≤0,0146</b>

Napomena: Prikazane su prosječne vrijednosti ± SD (standardna devijacija). Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se plodovi statistički značajno razlikuju u istraživanom svojstvu prema Fisher LSD testu uz P≤0,0001

Note: Presents the average values ± SD (standard deviation). Data followed by different letters in the same column represents the fruits which have statistically significantly different characteristics according to Fisher's LSD test (P≤0,0001).

**Tablica 4. Dopunska boja (crvena) ploda jabuke 'Wilton's ®Red Jonaprince nakon berbe**

**Table 4 The secondary color (red) of apple fruit "Wilton's ®Red Jonaprince' after harvest**

	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>C</i>	<i>H</i>
Kontrola	41,28 <sup>a</sup> ±6,91	24,65 <sup>b</sup> ±8,42	13,99 <sup>a</sup> ±9,02	30,70 <sup>a</sup> ±2,48	30,23 <sup>a</sup> ±23,65
Lumilys™	35,56 <sup>b</sup> ±3,11	29,40 <sup>a</sup> ±1,44	6,90 <sup>b</sup> ±5,48	30,66 <sup>a</sup> ±1,70	44,11 <sup>a</sup> ±89,05
<b>Pr&gt;F</b>	<b>≤0,0017</b>	<b>≤0,0175</b>	<b>≤0,0047</b>	<b>≤0,9493</b>	<b>≤0,5045</b>

Napomena: Prikazane su prosječne vrijednosti ± SD (standardna devijacija). Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se plodovi statistički značajno razlikuju u istraživanom svojstvu prema Fisher LSD testu uz P≤0,0001

Note: Presents the average values ± SD (standard deviation). Data followed by different letters in the same column represents the fruits which have statistically significantly different characteristics according to Fisher's LSD test (P≤0,0001).

U tablici 5 prikazani su rezultati gubitka mase plodova (kalo) tijekom 18 tjedana čuvanja u komori s normalnom atmosferom. Prema podacima za kalo nakon čuvanja i nakon 7 dana stajanja na polici nema značajnih razlika između plodova kontrole i pokusa. Međutim ukupni kalo za plodove pokusa je veći (5,01%) u odnosu na ukupni kalo plodova iz kontrole (4,68%). Gubitak mase plodova voća proporcionalno se povećava s duljinom čuvanja plodova što je u skladu s istraživanjima Jemriću i sur. (2012.). U tablici 6 prikazani su rezultati tvrdoće, topljive suhe tvari i ukupnih kiselina nakon 18 tjedana čuvanja plodova u uvjetima normalne atmosfere. Usporedbom rezultata tvrdoće plodova i ukupnih kiselina nakon berbe i nakon čuvanja, pokazalo se da je došlo do smanjenja tvrdoće i ukupnih kiselina, što je i logično. Naime, tijekom čuvanja tvrdoća se smanjuje zbog enzima poligalakturonaze koji katalizira razgradnju pektina i tako plodovi postaju mekši. Prema Drakeu i sur. (2002.) kratka kašnjenja između berbe i postavljanja idealnih uvjeta u komorama mogu rezultirati gubitkom kakvoće. Prema Kovač i sur. (2010.) posljedica duljeg čuvanja plodova nakon berbe – osobito dulje od 14 tjedana je značajna degradacija ukupnih kiselina. Plodovi kontrole zadržali su puno veći udio topljive suhe tvari nakon čuvanja u odnosu na plodove pokusa gdje je došlo do smanjenja udjela topljive suhe tvari. Prema Hoehnsu i sur. (2003.) sadržaj topljive suhe tvari je dobar pokazatelj kakvoće plodova, međutim on se mijenja tijekom čuvanja pod utjecajem različitih čimbenika.

**Tablica 5. Gubitak mase ploda jabuke 'Wilton's ®Red Jonaprince' nakon čuvanja**  
**Table 5 Weight loss (%) of 'Wilton's ®Red Jonaprince' apples after storage**

	Kalo nakon čuvanja (%)	Kalo nakon 7 dana (%)	Ukupni kalo (%)
Kontrola	3,75 <sup>a</sup> ±1,64	0,93 <sup>a</sup> ±0,14	4,68 <sup>b</sup> ±0,93
Lumily <sup>TM</sup>	3,99 <sup>a</sup> ±4,66	1,02 <sup>a</sup> ±0,22	5,01 <sup>a</sup> ±0,94
<b>Pr&gt;F</b>	<b>≤0,5222</b>	<b>≤0,5377</b>	<b>≤0,0267</b>

Napomena: Prikazane su prosječne vrijednosti ± SD (standardna devijacija). Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se plodovi statistički značajno razlikuju u istraživanom svojstvu prema Fisher LSD testu uz  $P \leq 0,0001$ .

Note: Presents the average values ± SD (standard deviation). Data followed by different letters in the same column represents the fruits which have statistically significantly different characteristics according to Fisher's LSD test ( $P \leq 0,0001$ ).

**Tablica 6. Fizikalno-kemijska svojstva ploda jabuke 'Wilton's ®Red Jonaprince' nakon čuvanja**

**Table 6 Physico-chemical properties of 'Wilton's ®Red Jonaprince' apples after storage**

	Tvrdoća (kg/cm <sup>2</sup> )	Topljiva suha tvar (°Brix)	Ukupne kiseline (%)
Kontrola	3,23 <sup>b</sup> ±0,37	12,21 <sup>a</sup> ±0,63	0,17 <sup>a</sup> ±0,04
Lumilys™	3,58 <sup>a</sup> ±0,60	9,94 <sup>b</sup> ±0,47	0,18 <sup>a</sup> ±0,05
<b>Pr&gt;F</b>	<b>≤0,0001</b>	<b>≤0,0002</b>	<b>≤0,5710</b>

Napomena: Prikazane su prosječne vrijednosti ± SD (standardna devijacija). Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se plodovi statistički značajno razlikuju u istraživanom svojstvu prema Fisher LSD testu uz  $P \leq 0,0001$ .

Note: Presents the average values ± SD (standard deviation). Data followed by different letters in the same column represents the fruits which have statistically significantly different characteristics according to Fisher's LSD test ( $P \leq 0,0001$ ).

## ZAKLJUČAK

Pokus s folijom rezultirao je značajno većom masom i dimenzijom plodova. Pod utjecajem Lumilys™ folije plodovi sorte 'Wilton's ®Red Jonaprince' nakon berbe imali su veće vrijednosti mase ploda, visine, indeksa oblika ploda, mase jedne sjemenke, tvrdoće ploda, te najveću vrijednost indeksa zrelosti. Analizom kromatskih vrijednosti utvrđeno je da su plodovi koji su uzeti sa stabala gdje je unutar redova bila postavljena reflektirajuća folija imali veći intenzitet crvene boje, a manji intenzitet zelene u odnosu na plodove s kontrolnih stabala. Prema dobivenim rezultatima plodovi koji su čuvani 18 tjedana u uvjetima normalne atmosfere pokazali su veći gubitak mase, ukupnih kiselina i tvrdoće, međutim takav rezultat je očekivan za period čuvanja dulji od 14 tjedana. Reflektirajuća folija Lumilys™ pokazala je pozitivan utjecaj na fizikalno-kemijska svojstva plodova istraživanih sorata, što upućuje na njen potencijal u postizanju standarda kvalitete plodova jabuka

## LITERATURA

- ANDRIS, H. I., CRISOSTO, C.H. (1996.): Reflective materials enhance 'Fuji' apple color. *California Agriculture and Natural Resources*, 50: 27-30
- BLANKE, M., FUNKE K. (2004.): Can reflective ground cover enhance fruit quality and colouration. *Science and Technology. Agriculture and environment*, 3: 203-206.
- BLANKE, M. M. (2007.): Can reflective ground cover compensate for light losses under hail nets? *Acta Horticulturae*, 732: 669-673.
- BREZMES, J., LLOBET, E., VILANOVA, X., ORTS, J., SAIZ, G., CORREIG, X. (2001.): Correlation between electronic nose signals and fruit quality indicators on shelf-life measurement with Pink Lady apples. *Sensors and actuators B: chemical*, 80:41-50
- DEELL, J.R., KHANIZADEH, S., SAAD, F., FERRE, D.C. (2001.): Factors affecting apple fruit firmness. *Pomologia Society*, 55: 8-27
- DOUD, D.S., FERREE, D.C., (1980.): Influence of altered light levels on growth and fruiting of mature 'Delicious' apple trees. *Južna Amerika. Society Horticulturae Science*, 105: 325-328.
- DRAKE, S. R., ELFVING, D. C., EISELE, T. A. (2002.): Harvest maturity and storage effect quality of Pink Lady apples. *Scientia Horticulturae*, 107: 271-276
- GRAPPADELLI, L. C. (2003.): Light relations. Chapter 9 in D. C. Ferree and I. J. Warrington, eds. *Apple: Botany, production and uses*. CABI Publishing, Cambridge, MA. 22 pp.
- HOEHN, E., GASSER, F., GUGGENBUHT, B., KUNSCH, U. (2003.): Efficacy of instrumental measurement of determination of minimum requirements of firmness, soluble solids, and acidity of several apple varieties in comparison to consumer expectations. *Postharvest biological and technological*, 27: 27-37
- IGLESIAS, I., SALVIA, J., TORGUET, L., MONTSERRAT, R. (2005.): The evaporative cooling effect of overtree microsprinkler irrigation on 'Mondial Gala' apples. *Sci. Hortic.* 103,267–287.
- IGLESIAS, I., ALEGRE, S. (2009.): The effect of reflective film on fruit color, quality, canopy, light distribution, and profitability of 'mondial gala' apples. *Horticulturae technology*, 19: 3.

- JEMRIĆ, T., FRUK, G., ČIČEK, D., SKENDROVIĆ BABOJELIĆ, M., ŠINDRAK, Z. (2012.): Preliminary results of fruit quality of eight Croatian local apple cultivars. University of Zagreb, faculty of agriculture, department of pomology. *Agriculturae Conspectus Scientifi cus*, 77: 4.
- JEMRIĆ, T., ILIĆ, Z. (2012.): Present state of cold chain and postharvest loss of fruits and vegetables in Croatia and Serbia. *Agriculture Compectus scientificus*, 77: 1.
- KOVAČ, A., SKENDROVIĆ BABOJELIĆ, M., VOĆA, S., VOĆA, N., DOBRIČEVIĆ, N., JAGATIĆ, A. M., ŠINDRAK, Z. (2010.): 'Influence of harvest time and storage duration on "Cripps Pink" apple cultivar (*Malus × domestica* Borkh) quality parameters: *CyTA - Journal of Food*, 8 1: 1 – 6
- LAKSO, A., GOFFINET M. (2013.): Apple Fruit Growth. Department of Horticulture. Cornell University Geneva.
- LAYNE, D.R., RUSHING J.W. RUSHING, JIANG Z. (1999.): South Carolina apples benefit from reflective film treatments. *Horticulturae Science*, 34: 832
- LAYNE, D. R., W. JIANG-ZHENG, J. W. RUHING, Z. W. JIANG. (2001.): Tree fruit reflective film improves red skin coloration and advances maturity in peach. *Horticulturae technology*, 11:234-242.
- MARINI, R. P., MARINI, M. C. (1983.): Seasonal changes in specific leaf weight, net photosynthesis, and chlorophyll content of peach leaves as affected by light penetration and canopy position. *Horticulturae Scientia*, 108: 600- 605.
- MIKA, A., TREDER, W., BULER, Z., RUTKOWSKI, K., MICHALSKA, B. (2007.): Effects of orchard mulching with reflective mulch on apple tree canopy irradiation and fruit quality. *Journal of Fruit and Ornamental Plant*, Vol.15
- MORESHET, S., G. STANHILL, AND M. FUCHS (1975.): Aluminum mulch increases quality and yield of Orleans' apples. *HortScience* 10:390 391
- OVERBECK, V., BLANKE, M. M., SCHMITZ-EIBERGER, M.A. (2014.): Healthier Fruit with Extenday. *Acta Horticulturae*.
- PAŠALIĆ, B. 2006. Berba, pakovanje i skladištenje plodova voćaka, Poljoprivredni fakultet Banja Luka
- POLJOPRIVREDNI INSTITUT OSIJEK (2016.): Uvod u voćne sadnice.

- PRENKIĆ, R., ĆIZMOVIĆ, M. (2012.): Berba, čuvanje i pakovanje voća i grožđa. Industrial Plant, Construction and Agricultural equipment. Podgorica
- PRIVE, J. P., RUSSELL, L., LEBLANC, A. (2008.): Use of Extenday reflective groundcover in New Brunswick production of 'Gala' apples. I. Impact on canopy microclimate and leaf gas exchange. N. Z. J. Crop Horticulturæ Scientia, 36: 221-231.
- RITENOUR, M., KHEMIRA H. (1997.): Red color development of apple. Washington state University.
- SAURE, M.C. (1990.): External control of anthocyanin formation in apple. Scientia Horticulturæ, 42: 181-218
- SKENDROVIĆ BABOJELIĆ, M. (2018.): Reflektirajuće folije za kvalitetnije plodove jabuke. Gospodarski list, 54-55
- SKENDROVIĆ BABOJELIĆ, M., FRUK, G. (2016.): Priručnik iz voćarstva: Građa, svojstva i analize voćnih plodova. Hrvatska Sveučilišna naklada. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
- WERTH, V. K. (1995.): Farbe und Qualität der süd Tiroler apfelsorten. Verband der Südtirolen Obstgenossenschaften Gen.m.b.h., Bozen, Italy.
- WERTHEIM, S. J., DE JAGER, A., DUYZENS, M. J. J. P. (1986.): Comparison of single-row and multiple-row planting system with apple, with regard to productivity, fruit size and colour, and light conditions. Acta Horticulturæ, 160: 243- 258.
- YAMAMOTO Y., AMINAKA R., YOSHIOKA M., KHATOON M., KOMAYAMA K., TAKENAKA D., YAMASHITA A., NIJO N., INAGAWA K., MORITA N., SASAKI T., YAMAMOTO, Y. (2008.): Quality control of photosystem II: impact of light and heat stresses. Photosynthesis Research, 98: 589- 608
- ZINN, K. E., TUNC-OZDEMIR M., HARPER, JF. (2010.): Temperature stress and plant sexual reproduction: uncovering the weakest links. Experimental Botany, 61(7): 1959-1968.

**Adresa autora – Authors address:**

Martina Skendrović Babojelić, e-mail: mskendrovic@agr.hr

Janja Keškić,

Jana Šic Žlabur,

Ana Marija Antolković,

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,

Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dominik Vuković,

Vesna Tomaš,

Ines Mihaljević,

Poljoprivredni institut Osijek,

Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Hrvatska

Željko Silovski

Plantus project d.o.o.,

Trg kardinala Franje Šepera 7, 10000 Zagreb, Hrvatska