

UTJECAJ REFLEKTIRAJUĆE FOLIJE NA KVALITETU PLODOVA JABUKE GALA

Đurković, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:950132>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marko Đurković

Sveučilišni diplomski studij Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo

Smjer: Voćarstvo

UTJECAJ REFLEKTIRAJUĆE FOLIJE NA KVALITETU PLODOVA
JABUKE GALA

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Marko Đurković

Sveučilišni diplomski studij Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo

Smjer: Voćarstvo

UTJECAJ REFLEKTIRAJUĆE FOLIJE NA KVALITETU PLODOVA
JABUKE GALA

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

1. Doc. dr. sc. Brigita Popović, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Aleksandar Stanisavljević, mentor
3. Doc.dr.sc. Miroslav Lisjak, član

Osijek, 2016.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Pregled literature	2
2.1. Sorte i proizvodnja.....	2
2.2. Klimatsko-edafski čimbenici	2
2.3. Izbor uzgojnog oblika i podloge	3
2.4. Fiziološke osobine ploda jabuke.....	5
2.5. Razvoj crvene boje na jabukama	6
2.6. Mjere za poboljšanje obojenosti ploda jabuke	9
3. Materijal i metode	16
3.1. Lokalitet.....	16
3.2. Sorta u pokusu	19
3.3. Postavljanje pokusa i tretmani	20
3.4. Mjerenje refleksije svjetlosti	21
3.5. Pomološka mjerenja	22
3.6. Labaratorijska mjerenja	25
3.7. Statistička obrada podataka	29
4. Rezultati	30
4.1. Mjerenje intenziteta svjetlosti prema Lux metru	30
4.2. Mjerenje obojenosti plodova prema CIE L*a*b* sustavu.....	33
4.3. Pomološka mjerenja kvalitete plodova.....	40
5. Rasprava.....	50
6. Zaključak.....	56
7. Popis literature	57
8. Sažetak	61
9. Summary	62
10. Popis tablica	63
11. Popis slika	66
12. Popis grafikona.....	67
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	68
BASIC DOCUMENTATION CARD	69

1. Uvod

Jabuka (lat *Malus domestica*) je voćna vrsta koja se nalazi u samom svjetskom vrhu po proizvodnim površinama. Pripada porodici ruža (Rosaceae), a u svijetu je poznato preko 10.000 sorti jabuka. Njezini plodovi dozrijevaju od najranijeg ljeta pa sve do zime. Prema arealu rasprostranjenosti i uzgoja kvalitetnih plodova, jabuka je kontinentalna voćka. U hrvatskoj se najviše uzgaja u kontinentalnom dijelu, gdje su najveće površine intenzivnog uzgoja ove voćne vrste. Plod jabuke je najkompletnije voće u ljudskoj prehrani, sadrži gotovo sve što je potrebno ljudskom organizmu (voćne šećere i kiseline, vitamine, minerale, pektine).

Cilj svake intenzivne proizvodnje, pa tako i proizvodnje jabuka, je dobivanje kvalitetnog ploda koji zadovoljava sve potrebe tržišta. Element koji definira kvalitetu jabuke je boja, odnosno ona je prodaje kupcu. Proizvođači su svjesni navedenog i znaju da samo najkvalitetniji proizvodi imaju konkurentsku prednost na polici. Osim boje dakako vrlo je važna i čvrstoća, krupnoća, sadržaj suhe tvari, odnosno pomološke i interne (antocijani, polifenoli, vitamin C) karakteristike ploda. Puno čimbenika sudjeluje u stvaranju navedenog, a posljednjih godina proizvođači posežu za raznim modelima koji pomažu u pospješivanju istog. Jedno od obećavajućih rješenja je i postavljanje reflektirajućih folija između redova u cilju postizanja refleksije, odnosno disperzije sunčeve svjetlosti u krošnju i plodove.

Svjedoci smo posljednjih godina sve većeg trenda naglih prelazaka iz hladnog u toplo razdoblje i obrnuto. Takve nagle temperaturne oscilacije povezuju se s promjenama u sadržaju ugljikohidrata, aminokiselina, razine disanja itd. Pri nižim temperaturama i hladnijim noćima povećava se i sadržaj antocijana (sinteza PAL enzima) koji može biti narušen, odnosno poništen ukoliko dođe do naglih povećanja temperature tijekom dana. Najveći utjecaj na sintezu antocijana ipak ima svjetlost, odnosno plodovi koji rastu u sredini krošnje ili sjeni lošije bojaju.

Cilj ovog diplomskog rada je ispitati utjecaj reflektirajuće UV stabilne folije na disperziju svjetlosti i utjecaj na pomološku i internu kvalitetu plodova jabuke kultivara Gala Must.

2. Pregled literature

2.1. Sorte i proizvodnja

Ukupna svjetska proizvodnja jabuka prema podacima FAOSTAT-a u 2012. godini bila je 76.378,738 t. Najveći svjetski proizvođač je Kina sa 37.000,000 t, a zatim slijede USA, Turska i Poljska. Površine pod nasadima jabuka u principu su u opadanju ali je zbog povećanog prinosa po jedinici površine i količina ukupnih prinosa u porastu.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u RH je 2014. bilo prijavljeno 5.944 ha pod uzgojem jabuka. Ukupna proizvodnja je iznosila 102.335 t, od čega je 96.703 t intenzivna proizvodnja za tržište, a ostatak ekstenzivna, pretežno za vlastite potrebe. 2015. godine je prijavljeno 5.756 ha pod uzgojem jabuka sa ukupnom proizvodnjom od 96.182 t.

Hrvatski sortiment jabuke svodi se na mali broj sorata od kojih prvo mjesto zauzima sorta Idared, a prati ga Golden Delicious. Uz te dvije sorte, u manjoj mjeri uzgaja se Jonagold i njegovi mutanti, Granny Smith te mutanti sortne skupine Gala (<http://pinova.hr>).

2.2. Klimatsko-edafski čimbenici

Jabuka se ubraja u kontinentalne voćne vrste, stoga traži ekološke uvjete primjerene njoj. Suvremena intenzivna proizvodnja u najvećoj mjeri ovisi o uvjetima sredine, ako su oni nepovoljni ni najbolja sorta neće dati dobre rezultate. S obzirom na to da je jabuka višegodišnja biljka, neophodno je prije sadnje otkloniti svaki rizik pri izboru sorte za odgovarajuće agroekološke uvjete. Najbitniji uvjeti sredine su: klima, tlo i položaj (Keserović i sur., 2014.).

Klima

Za ocjenu uspješnosti intenzivnog uzgoja jabuka u nekom proizvodnom području nužno je utvrditi dali klimatski čimbenici iz višegodišnjih prosjeka odgovaraju zahtjevima jabuke. Od klimatskih faktora najveći utjecaj na vegetativni razvoj i rodnost imaju svjetlost, temperatura i vlažnost zraka.

Temperatura utječe na intenzitet odvijanja važnih fizioloških procesa kao što su fotosinteza, disanje, transpiracija, ali i na početak svih fenofaza. Jabuka zahtjeva srednje godišnje

temperature zraka 8-12 °C, prosječne temperature zraka u vegetaciji 14-19 °C. U vrijeme dubokog zimskog mirovanja podnosi vrlo niske temperature, do -28 °C. Ograničavajući faktor u proizvodnji mogu biti i visoke i niske temperature. Pri niskim temperaturama dolazi do smrzavanja generativnih organa, a pri visokim do pojave ožegotina na plodu i listu (Krpina i sur., 2004.).

Jabuka za svoj rast i razvoj traži ukupnu količinu godišnjih oborina oko 1.000 mm, a u vegetaciji oko 500 mm (Krpina i sur., 2004.). Posebno je osjetljiva na nedostatak vlage u fazi cvatnje i formiranja plodova, ali i tijekom ljeta kada dolazi do prekomjerne transpiracije. Šteti joj i visoka relativna vlažnost zraka do sredine kolovoza jer tada dolazi do pojačanog napada bolesti.

Tlo

Jabuka, kao i većina ostalih voćnih vrsta, voli duboka tla jednoličnog profila, pjeskovito-illovastog sastava, s dovoljno humusa (barem 3%) i mineralnih hraniva, te s dobrim poljskim vodnim kapacitetom. Voli tla blagokisele reakcije (pH 5,5-6,5) koja nemaju previše fiziološki aktivnog vapna. Prilikom podizanja nasada mora se obratiti pozornost na dubinu i propusnost, strukturu, mehaničke i kemijske osobine tla. Prije sadnje se mora obaviti kemijska, fizička i biološka analiza tla, utvrditi količinu humusa i hranjivih tvari te pH tla. Ukoliko tlo ne sadrži dovoljne količine hranjivih tvari treba izvršiti meliorativnu gnojidbu (Keserović i sur., 2014.).

Položaj

Kako bi se osigurali povoljni uvjeti za dnevnom svjetlom, pri podizanju nasada se mora obratiti pažnja na položaj, ekspoziciju terena, pravac redova te način zimske i zelene rezidbe. Pravac pružanja redova sjever-jug omogućava najbolje iskorištenje dnevne svjetlosti, kao i tereni na vrhovima brda i nagibima. Kao rezultat nedovoljne osvjetljenosti listovi su blijedozelene boje, sitniji, a plodovi sitniji i slabije obojani (Keserović i sur., 2014.).

2.3. Izbor uzgojnog oblika i podloge

Uzgojni oblik voćke predstavlja način na koji se oblikuje krošnja. Uzgojni oblik je, uz sortu, podlogu i razmak sadnje, ključni element o kojem ovisi rentabilnost proizvodnje. Cilj uzgojnog oblika je osigurati najbolje iskorištenje sklopa proizvodne površine, omogućiti dobru osvjetljenost unutrašnjosti krošnje i dovoljno prostora za rast stabla, efikasnu

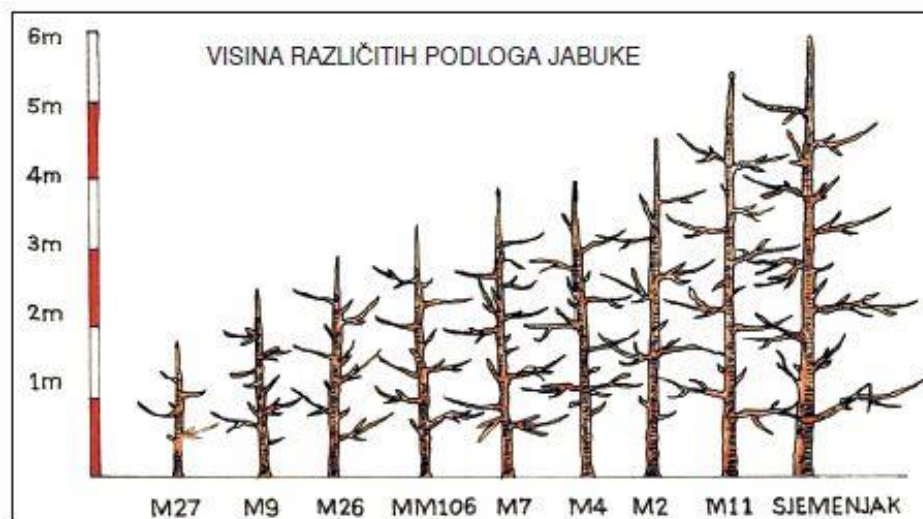
distribuciju sredstava za zaštitu bilja, jednostavno održavanje uz što manju upotrebu ljudskog rada. Od suvremenih uzgojnih oblika koji se koriste u intenzivnoj proizvodnji najčešći su: vitko vreteno, supervreteno, sistem „V“ uzgoja i solaxe.

Vitko vreteno (*Slika 1.*) se najčešće primjenjuje kod sorti jabuka na slabo bujnim, slabo do srednje bujnim i srednje bujnim podlogama. Slabe skeletne grane su raspoređene spiralno i prema vrhu sve kraće. Između njih se mogu nalaziti slabi jednogodišnji izboji i kratke rodne grančice. Jednostavnost tehnike formiranja i njihove rezidbe u rodu, visoki prinosi i kvaliteta plodova omogućili su širenje i popularizaciju ovoga uzgojnog oblika. S obzirom na dobru osvjetljenost krošnje ovaj uzgojni oblik omogućuje dobru obojenost plodova (Keserović i sur., 2014.).



Slika 1. Vitko vreteno (autor: Đurković, 2015.)

Jabuka ima vrlo veliki izbor podloga (*Slika 2.*). Brzica (1991.) navodi kako se kombiniranjem svojstava podloge i plemke utječe na veličinu krošnje, gustoću sklopa, prilagodljivost na različite tipove tla, početak rodnosti, količinu i kvalitetu plodova.



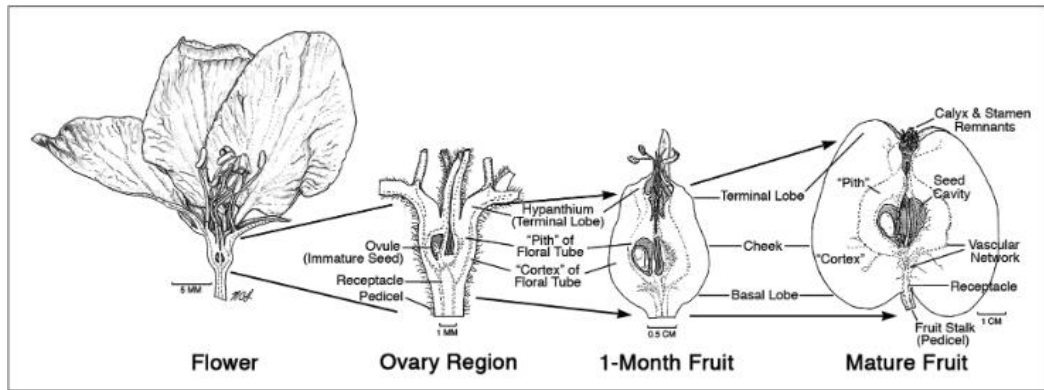
Slika 2. Podloge za jabuku (izvor: <http://www.gospodarski.hr/>)

Podloge koje se koriste u proizvodnji sadnica jabuke gotovo isključivo su vegetativne. Najviše se uzgajaju slabo bujne i srednje bujne podloge. Razlog tome su intenzivni nasadi s tendencijom povećanja broja stabala po jedinici površine. Jabuke uzgojene na slabije bujnim podlogama ranije prorode, brže dostižu punu rodnost i lakše se provode pomotehničke mjere. Na našem području najviše se koriste M9, M26 i MM106 vegetativne podloge (Keserović i sur., 2014.). Izbor podloge je bitan i za postizanje bolje obojenosti ploda. Slabije bujne podloge daju slabije bujnu krošnju, plodovi su jače osvjetljeni te tako postižu bolju obojenost.

M9 je slabobujna podloga koja se koristi za gustu sadnju jabuke. Omogućava redovnu primjenu svih agro i pomotehničkih mjera. S obzirom na to da je korijenov sustav relativno plitak i nerazvijen potrebno je navodnjavanje i naslon.

2.4. Fiziološke osobine ploda jabuke

Plod jabuke prolazi kroz kompleksan proces (Slika 3.) tijekom dozrijevanja. Proces započinje sa formiranjem plodića u bazi cvijeta nakon oprašivanja i oplodnje. Nakon opadanja latica plod počinje rasti kako bi postigao željenu krupnoću za berbu. Otvaranje cvijeta u proljeće je omogućeno zalihom ugljikohidrata u stablu, a rast ploda nakon cvatnje omogućava proces fotosinteze u lišću. Rast plodova se može mjeriti povećanjem promjera, ali ispravnije bi bilo mjeriti promjene u težini ploda.



Slika 3. Proces razvoja ploda jabuke (izvor: <http://www.fruit.cornell.edu/>)

Nakon oplodnje, u otprilike prvih tjedan dana, plod raste isključivo eksponencijalnim dijeljenjem stanica, odnosno povećanjem njihovog broja, dok stanice ostaju iste veličine. Nakon toga, do otprilike četvrtog do petog tjedna nakon cvatnje, plod raste i dijeljenjem stanica i povećanjem njihovog volumena. Nakon ove faze pa sve do kraja vegetacije plod raste isključivo povećanjem volumena stanica.

Tijekom perioda povećanja volumena stanica plod podjednako povećava masu tijekom jednog dana, osim kod jako krupnih plodova i u slučaju hladnog vremena, kada može doći do smanjenog porasta pred berbu.

Lakso i Goffinet (2013.) utvrdili su da krupniji plodovi imaju veći porast od sitnijih plodova, odnosno da je porast izravno kontroliran brojem stanica u plodu, dok je porast svake stanice bio jednak.

2.5. Razvoj crvene boje na jabukama

Od svih elemenata koji definiraju kvalitetu jabuka (boja, krupnoća, sadržaj suhe tvari, čvrstoća), boja je vjerojatno ključan čimbenik. Jabuke sadrže puno komponenti poput antocijana, flavonida, klorofila i karotenoida, koje joj u sinergiji daju boju. Najvažniji od navedenih spojeva, koji jabuci daje crvenu boju je antocijan, koji se nalazi u pokožici ploda, čiji sadržaj se povećava više od pet puta tijekom dozrijevanja kod nekih sorti. Najvažnije komponente koje sudjeluju u njegovoj sintezi su sadržaj šećera te dostupnost enzima fenilalanin-amonij-liaze, takozvanog PAL enzima. Tijekom sinteze postoji puno koraka, a na svaki od njih, kao i na konačnu sintezu tj. bojanje ili izostanak boje kod jabuke, utječu različiti fiziološki i okolinski faktori. Svaki od ovih čimbenika treba promatrati u odnosu na

ostale. Vrlo bitno je i poznavanje stadija razvoja ploda zato što pojedini stadiji nisu genetski određeni za stvaranje crvene boje. To objašnjava zašto neki tretmani koji se provode kako bi se poboljšalo bojanje daju rezultate samo u određenim okolnostima i stadijima razvoja ploda jabuke (Ritenour i Khemira, 1997.).

Svjetlost

Od svih okolinskih uvjeta koji utječu na sintezu antocijana, najveći utjecaj ima svjetlost. Količina svjetlosti potrebna za produkciju antocijana, varira i ovisi o periodu dozrijevanja pojedinih sorti. Kod kasnijih sorti potrebno je duže izlaganje ploda utjecaju svjetlosti da bi se sintetizirali antocijani, dok je taj period kod ranih sorti znatno kraći. Neki istraživači su mišljenja da svjetlost pozitivno djeluje na nakupljanje PAL enzima i njegovu aktivnost u jabuci. Količina svjetla koje pada na površinu jabuka ključna je u sintezi antocijana. Plodovi jabuke koji rastu u sjeni u sredini krošnje reduciraju proizvodnju antocijana i bojanje (Ritenour i Khemira, 1997.).

Temperatura

Učinak temperature na bojanje ovisi o sorti i stadiju razvoja. Crvenilo na plodovima jabuka pojačava se na nižim temperaturama i hladnim noćima. Na temperaturama ispod 21 °C postoji inverzan odnos između sadržaja antocijana i temperature. Prednosti ostvarene uslijed niskih noćnih temperatura mogu biti poništene naknadnom izloženošću dnevnim temperaturama većim od 32 °C. Niske noćne temperature reduciraju gubitak šećera u pokožici ploda, smanjujući disanje, pa ostaje više ugljikohidrata za sintezu antocijana. Pri visokim temperaturama tkivo može proizvesti PAL inaktivator koji smanjuje aktivnost PAL enzima, dok pri niskim temperaturama taj inaktivator nema utjecaja (Ritenour i Khemira, 1997.).

Dušik

Suvišak dušika negativno djeluje na proizvodnju antocijana i bojanje jabuka, osobito ako je prisutan u kasnijim fazama uzgoja. Višak dušika dovodi do bujanja lisne mase u krošnji, pa se smanjuje dotok svjetla na plodove unutar krošnje. S druge strane, manjak dušika može dovesti do sitnih plodova i ulaska stabla u alternativu (Ritenour i Khemira, 1997.).

Kalij

Dodavanjem kalija se povećava proizvodnja antocijana i obojenost plodova tako što se kompenziraju neki negativni učinci visoke razine dušika na sintezu boje. Weeks (1958.) navodi kako kalij sam po sebi toliko ne utječe na bolje bojanje, koliko neutralizira negativne efekte dušika. Na stablima koji su inače u deficitu s kalijem, njegovo dodavanje promovira boju tako što omogućava normalan razvoj ploda. Također, postoji mogućnost da tretman s kalijem, u cilju pojačanog bojanja, dovodi do smanjenja otpornosti nekih sorti na pojavu gorkih pjega, ali to još nije do kraja istraženo.

Vodni režim

Postoje kontradiktorna mišljenja o izravnom utjecaju vlažnosti tla na akumulaciju antocijana u jabukama. Mišljenje je da voda može promicati boju samo u sušnim područjima ili u sušnim razdobljima kada su biljke pod vodnim stresom. Višak vode može umanjiti obojenost jabuka (Saure, 1990.).

Genetski činitelji

Iako su okolinski faktori ključni za sintezu antocijana u različitim stadijima razvoja ploda, ukupni kapacitet proizvodnje antocijana ipak je genetski kontroliran u odnosu na razvojni stadij ploda. Dakle, djelotvornost svjetlosti i temperature na sintezu antocijana mijenja se u ovisnosti od stadija razvoja. Generalno se može reći da postoje dva stadija razvoja ploda kada se događa najveća sinteza antocijana. Prvi je stadij je u trenutku intenzivnog dijeljenja stanica u plodu, a drugi u periodu dozrijevanja plodova. Ova činjenica da se vrhovi proizvodnje antocijana u plodu dešavaju u ovako velikom rasponu u odnosu na okolinske uvjete, ide u prilog tezi da ipak najveći utjecaj na bojanje plodova ima genetika sorte. Kod klonova nekih sorti utvrđeno je i lošije bojanje kako stablo stari, ali ovo se može dovesti i u vezu sa boljom razvijenosti krošnje, koja tada više sjeni plodove i smanjuje sintezu antocijana (Drake i Eisele, 1994.).

Utjecaj podloge

Slabije i srednje bujne podloge, te upotreba međupodloga, koje imaju za cilj smanjenje bujnosti, povećavaju tvorbu antocijana jer dovode do manje produkcije lista i drveta, a samim time stvaraju manju sjenu plodova. Slabije bujne podloge imaju i direktan utjecaj na

veću sintezu antocijana, jer je dokazano da kod istog osvjetljenja plodova, bolje boje plodovi koji su rasli na slabije bujnim podlogama (Saure, 1990.).

Broj listova

Povećanje broja listova po plodu utječe na proizvodnju antocijana sve do određene točke. To je rezultat pojačane fotosinteze, koja rezultira stvaranjem više ugljikohidrata, koji su neophodni u sintezi antocijana. Utvrđeno je da Jonagold boji bolje ako je broj listova po jednom plodu veći od 45, dok Red Delicious puno bolje boji kada je taj broj preko 75 listova po jednom plodu (Saure, 1990.).

Sklop, uzgojni oblik i rezidba

Kako bi se postiglo ravnomjerno osvjetljenje svih plodova u krošnji vrlo je bitno postići uravnotežen odnos između plodonošenja i vegetativnog rasta. S obzirom da se jabuka u intenzivnom voćarstvu pretežno uzgaja u gustom sklopu, u kombinaciji slabo bujnih podloga i uzgojnog oblika vitko vreteno i njegovih modifikacija, krošnja nije pregusta, te su svi plodovi, uz pravilno obavljenu zelenu rezidbu, dobro izloženi suncu te ostvaruju dobro bojanje. Težnja je da se rezidba što je moguće više minimalizira i svede na izmjenu prebujnih grana na gornjim dijelovima krošnje, te da se održi konusni oblik stabla, koji omogućava ravnomjerno raspoređivanje svjetlosti u sve dijelove krošnje. Nedostatak je moguća pojava ožegotina u ekstremno vrućim godinama (Wertheim i sur., 1986.).

2.6. Mjere za poboljšanje obojenosti ploda jabuke

Kemijske metode

U svijetu postoji čitav niz kemijskih preparata koji mogu poslužiti za poboljšanje boje ploda jabuke. Najčešće korišteni preparat je Ethephon. On djeluje tako što stimulira dozrijevanje i na taj način pospješuje tvorbu antocijanina. Negativni efekt je što može utjecati na samu kvalitetu ploda jer može doći do gubitka tvrdoće. Ethephon se primjenjuje između tjedan dana do tri tjedna prije berbe. Za poboljšanje boje se koristi još i Seniphos koji poboljšava intenzitet boje, no za razliku od ethephona ne stimulira dozrijevanje pa je prihvatljiviji za korištenje na voću koje je za skladištenje. Primjenjuje se jednom, i to dva ili tri tjedna prije berbe (www.postharvest.edu).

Aminoetoksivinihglicin (AVG) je inhibitor biosinteze etilena. U kombinaciji sa Ethephonom poboljšava obojenost ploda, ali ne ubrzava dozrijevanje te na taj način omogućuje dobivanje kvalitetnijeg ploda sa boljom obojenosti koji se može duže čuvati u hladnjači sa kontroliranom atmosferom (Wang i Dilley, 2001.).

Seniphos (SLS) gnojivo u kombinaciji sa Ethephonom dovode do bolje obojenosti, ali i povećane koncentracije flavonoida u plodu. Ethephon je povećao aktivnost CHI enzima, a Seniphos aktivnost PAL enzima (ZhengHua i sur., 2001.).

Askorbinska kiselina dovodi do jakog stvaranja boje pokožice tako što stimulira akumulacija antocijana a reducira sadržaj klorofila. Također poboljšava aktivnost PAL enzima, te dovodi do balansa između biljnih hormona u plodu tijekom dozrijevanja (Li i sur., 2005.).

Metoda smanjenog navodnjavanja

Snabdjevanje biljke manjom količinom vode nego što je potrebno za maksimalnu transpiraciju i rast dovodi do niske razine biljnog stresa, usporava se vegetativni rast te dolazi do većeg prodora svjetlosti kroz krošnju (www.postharvest.edu).

Utjecaj protugradnih mreža

U intenzivnim nasadima jabuke, zbog smanjenja rizika od oštećenja izazvanih ledom, postavljaju se protugradne mreže (*Slika 4.*). Postavljanjem mreža utječe se na količinu svjetla koje prodire do plodova, temperaturu zraka, relativnu vlažnost zraka i brzinu vjetra. Na jačinu utjecaja navedenih parametara djeluju karakteristike mreže kao što su boja, debljina i kvaliteta materijala te veličina otvora na mreži.



Slika 4. Crna protugradna mreža (autor: Đurković, 2016.)

U europskim voćnjacima najviše se koriste crne i bijele, a od 2007.g. i crvene i zelene mreže. Problem koji se može pojaviti kod korištenja crnih protugradnih mreža je slabije osvjetljenje tijekom sunčanih ljetnih dana što može uzrokovati slabiju kvalitetu i obojanost plodova jabuke (Guererro i suradnici, 2002). Plodovi uzgojeni pod mrežama slabije su kvalitete, imaju manje ugljikohidrata i lošijeg su okusa. Bijele i obojene mreže bolje propuštaju svjetlost od crnih mreža (Funke i Blanke, 2005.).

Davide Neri (2010.) je proveo istraživanje gdje je pratio utjecaj mreže bijele, crvene, žute i crne boje na fotosintezu i bojanje jabuke sorte Fuji kroz period od dvije godine. Rezultati su pokazali da jabuke ispod bijele i žute mreže su bolje obojane u odnosu na jabuke ispod crne i crvene mreže te da je proces fotosinteze također jači ispod mreže žute i bijele boje.

Prekrivanje plodova vrećicama

Kod ove metode svaki plod se prekriva dvoslojnom vrećicom u ranom stadiju razvoja. Cijeli princip je zasnovan na činjenici da se oblaganjem jabuke sa barijerom, koja sprječava dostupnost svijetla, sprječava tvorba klorofila, pa jabuka umjesto zelene poprima blijedu boju. Kada se takav plod naglo izloži osvjetljenju, u pokožici dolazi do snažne tvorbe antocijana, pa plodovi postaju intenzivno obojani. Približno 3 tjedna prije berbe vanjski sloj vrećice se uklanja te ostaje unutarnji prozirni voštani sloj koji štiti plod i propušta svjetlost. Unutarnji voštani sloj može biti različite boje ali istraživanja su pokazala da boja ne utječe na količinu formiranja antocijanina (Kikuchi i sur., 1997.).

Sustav za orošavanje

Osim u zaštiti od mraza, sustav za orošavanje se može koristiti i kod poboljšanja obojenosti crvenih sorti jabuka. Iglesias i sur. (2005.) navode kako je korištenjem sustava za orošavanje u voćnjaku znatno snižena temperatura, osobito kada je orošavanje vršeno sredinom dana ili navečer. Postotak obojenosti ploda i koncentracija antocijana je bila značajno veća. Također je došlo i do povećanja krupnoće i tvrdoće ploda, te do postotka suhe tvari.

Upotreba reflektirajućih folija

Jedna od metoda za poboljšanje obojenosti plodova jabuke je i upotreba reflektirajućih mulch folija (*Slika 5.*). Cilj ove metode je refleksija sunčeve svjetlosti sa tla, gdje se folije postavljaju, prema krošnji stabla. Osobito je bitno osvjetljavanje plodova koji se nalaze na

donjim granama ili u unutrašnjosti krošnje, do kojih svjetlost zbog zasjenjenosti slabije dolazi.



Slika 5. Reflektirajuća mulch folija (autor: Đurković, 2015.)

U svijetu se koriste različite vrste reflektirajućih materijala, ali cilj je isti kod svih. Mogu biti polietilenske, koje se najčešće nazivaju Mylar folije, iste ili različite boje sa jedne i druge strane. S jedne strane mogu biti srebrne reflektirajuće, a s druge crne koje služe za sprječavanje prodiranja svjetlosti. Umjesto srebrne reflektirajuće strane mogu se naći folije sa bijelom stranom koja također služi za reflektiranje svjetlosti te dijamentne Mylar folije koje ravnomjernije raspršuju svjetlost i toplinu. U voćnjacima zapadnih zemalja često se mogu vidjeti reflektirajući materijali tvrtke Extenday koji su napravljeni od bijele, plastične (Polyolefin) tkanine koja sadrži dodatne aditive kako bi se poboljšala reflektirajuća svojstva (Meinholda i sur., 2011.).

Provedeno je mnogo istraživanja o utjecaju reflektirajućih folija na kvalitetu plodova, a ovo su neka od njih:

Blanke (2008.) je proveo istraživanje u kojem je uspoređivao učinak reflektirajućeg materijala Extenday sa organskim materijalima koji mogu pospješiti boju i kvalitetu jabuka. Kao organske materijale koristio je slamu, vapno i biorazgradivu bijelu boju. Istraživanje je

provedeno na jabuci sorte Jonagold koja se nalazi ispod bijele protugradne mreže. Rezultati su pokazali smanjenje početne refleksije svjetla kod slame i boje zbog rasta trave i ispiranja boje. Kod Extenday reflektirajućeg materijala je došlo do povećanja sadržaja šećera u plodovima te poboljšanja boje.

Andris, Crisosto i Grossman (1993.) su proveli pokus na jabuci sorte "Fuji" u Kaliforniji gdje zbog iznimno toplih klimatskih uvjeta nije dovoljno izraženo bojanje plodova. Za reflektirajući materijal su koristili aluminijsku foliju sa platnom i metaliziranu polietilensku foliju širine 50.8 cm i širine 101.6 cm. Rezultati su pokazali da su plodovi značajnije bolje obojani gdje su korišteni reflektirajući materijali te da je veći postotak obojanosti ploda na jabukama gdje su korištene folije širine 101.6 cm. Nije bilo značajne razlike u obojanosti plodova pod utjecajem različitih folija iste širine.

Andris i Crisosto (1996.) su ponovili pokus, ali su prilagodili tretmane. Aluminijsku foliju sa platnom su proširili sa 50.8 cm na 121.92 cm, a metaliziranu polietilensku foliju sa 101.6 cm na 152.4 cm. Sa novim dimenzijama folije stabla su imala puno više svjetlosti, pa je i postotak obojenosti plodova bio puno veći nego prethodne godine na užim folijama. Nisu prijetili značajnije razlike između različitih folija iste širine.

Funke i Blanke (2004.) su proveli pokus sa bijelom reflektirajućom folijom na sorti Breaburn. Foliju su postavili sa obadvije strane reda, četiri tjedna prije očekivanog roka berbe. Rezultati su pokazali kako je folija povećala refleksiju svjetla te na taj način dovela do bolje obojanosti plodova, osobito na plodovima koji su na donjim granama i u sjeni. Ostali parametri (krupnoća i tvrdoća ploda, koncentracija škroba i šećera) su ostali kao i na kontroli, što pokazuje kako folija nije negativno utjecala na ove parametre.

Zhiqiang i sur. (1999.) su proveli pokus sa naboranom aluminijskom folijom sa platnom, aluminijskom metaliziranom polipropilenskom folijom i polipropilenskom folijom. Pratili su utjecaj folija na akumulaciju antocijana, flavonoida, klorofila i karotenoida, te obojenost ploda na sorti Fuji. Otkrili su kako je došlo do značajnog povećanja osvjetljenosti krošnje kod upotrebe naborane aluminijske folije sa platnom i aluminijske metalizirane polipropilenske folije. Rezultat je bio povećanje koncentracije antocijana i smanjenje koncentracije klorofila u pokožici ploda, te povećanje postotka crvene boje na plodu. Koncentracija karotenoida i flavonoida je ostala ista. Polipropilenska folija nije značajnije utjecala na povećanje osvjetljenosti krošnje, niti na ostale ispitivane parametre.

Mika i sur. (2007.) sa istraživačkog instituta za pomologiju i florikulturu u Poljskoj su proveli istraživanje utjecaja reflektirajuće podloge na osvjetljenje unutar krošnje i na kvalitetu plodova. Istraživanje je provedeno na jabukama sorte Pinova, Jonagold i Jonagored u periodu od tri godine. Kao reflektirajući materijal je korišten polipropilenski tekstil prekriven sa aluminijskom folijom raširen ispod krošnje drveta sa obje strane. Rezultati su pokazali bolje osvjetljenje unutar krošnje kod sve tri sorte. Kod sorte Pinova poboljšanje u boji je primjećeno samo kod plodova u donjoj zoni krošnje, dok je kod sorata Jonagold i Jonagored primjećeno poboljšanje u boji ploda u svim zonama drveta.

Meinhold i sur. (2011.) navode kako korištenje crnih protugradnih mreža može dovesti do slabije kvalitete i obojanosti ploda, te da je korištenjem reflektirajućih materijala te negativne efekte moguće izbjeći. U svom pokusu na sorti Gala Mondial koriste 5 reflektirajućih materijala (ExtendayR, Daybright™, UniSet O™, Mylar™ i Svensson Alu ILS™) koje postavljaju između redova 4-5 tjedana prije očekivanog roka berbe i uspoređuju njihove učinke. Navode kako je došlo do bolje osvjetljenosti plodova kod svih vrsta materijala, ali i do ranijeg početka berbe od 2-3 dana u odnosu na kontrolu, te da nije bilo utjecaja na kvalitetu ploda.

Iglesias i Alegre (2009.) su istraživali utjecaj reflektirajuće podloge na boju, kvalitetu ploda, osvjetljenost krošnje, temperaturu u voćnjaku i profitabilnost na sorti Gala Mondial kroz period od tri godine. Za reflektirajuće podloge je korištena Extenday reflektirajuća tkanina i Solarmate reflektirajuća polietilenska folija, koje su postavljene 5 tjedana prije očekivanog roka berbe. Rezultati su pozitivni što se tiče djelovanja folija na boju, osobito na nižim dijelovima krošnje. Na ostale parametre, poput čvrstoće i krupnoće ploda, reflektirajuće podloge nisu bitno utjecale. Također navode kako su folije pozitivno utjecale na profitabilnost voćnjaka kroz te tri godine, ali da dugoročna isplativnost ovisi isključivo o cijeni jabuka na tržištu.

Layne i sur. (2002.) su napravili pokus kojim su istraživali utjecaj metaliziranog reflektivnog materijala (SonocoRF) od polietilena, visoke gustoće, i kemijskog sredstva aminoetoksivinilglicina (ReTain) na stvaranje crvene boje i na dozrijevanje sorte Gala. Pokus se sastojao od četiri tretmana: kontrole, stabala pod utjecajem reflektirajućeg materijala, stabala na kojima je primjenjen ReTain i kombinacija reflektirajućeg materijala i ReTain-a. Rezultati su pokazali da je ReTain odgodio dozrijevanje plodova, plodovi pod utjecajem folije su imali znatno bolju obojanost, a plodovi pod utjecajem folije i ReTain-a

su bili i znatno crveniji i imali su više topive suhe tvari nego plodovi sa kontrolnih stabala. Nisu utvrdili razliku u krupnoći, tvrdoći ploda i sadržaju škroba između tretmana sa folijom i kombinacije folije i ReTain-a.

Glenn i Puterka (2007.) proveli su pokus na jabukama sorte Empire sa reflektirajućom folijom i kaolinom. U pokusu su uspoređivali utjecaj tretmana na boju i težinu ploda. Reflektirajuću polietilensku foliju su postavili između redova, kaolinsku glinu su nanijeli na zatravljenu površinu između redova, na zatravljenu površinu sa zapadne strane stabla i na stablo. Tretman folijom je pokazao bolje djelovanje na obojanost plodova dok su svi tretmani kaolinskom glinom pokazali bolji utjecaj na prosječnu težinu ploda. Tretman folijom je reflektirao 6 puta više fotosintetski aktivnog zračenja nego glina ali je glina davala drugačiji omjer zračenja crvenog spektra.

Overbeck i sur. (2014.) postavljaju reflektirajuću foliju Extenday na sorti Gala Mondijal 5 tjedana prije očekivanog roka berbe. Cilj je poboljšanje kvalitete plodova, obojenosti, okusa i nutritivne vrijednosti kako bi se postigla veća tržišna vrijednost plodova. U rezultatima navode kako je došlo do značajno veće osvjetljenosti krošnje, ubrzalo se dozrijevanje ploda i smanjenje koncentracije škroba. Plodovi su bili crveniji a folija nije negativno utjecala na tvrdoću i sadržaj šećera.

Solomakhin i sur. (2012.) u pokusu sa organskim materijalom (piljevina bora), kao alternativa uporabi herbicida, pokušavaju poboljšati kvalitetu plodova na tri sorte jabuka, Krasivoye, Gigulevskoye i Bogatir. U analizama uspoređuju sadržaj fosfora, magnezija i kalcija, koncentraciju fenola i vitamina C na tretmanu sa organskim materijalom u odnosu na kontrolu. U rezultatima navode kako je došlo do značajnog povećanja refleksije i sadržaja ispitivanih parametara.

3. Materijal i metode

3.1. Lokalitet



Slika 6. Prikaz nasada jabuke (izvor: <https://www.google.hr/maps/>)

Pokus je postavljen u voćnjaku (Slika 6.) poduzeća Poljoprivredni centar d.o.o. u Valpovu. Ukupna površina voćnjaka je 35 ha, i podijeljen je na 5 tabli, s obzirom na godinu sadnje (Tablica 1.). Najstariji dio je posađen 2003. godine, a najmlađi dio u proljeće 2014. godine. Uzgojni oblik je vitko vreteno, a podloga M9. Cijeli voćnjak je pod sustavom navodnjavanja "kap na kap", te pokriven protugradnom mrežom. Na cijeloj površini je postavljen naslon, betonski ili drveni stupovi, i žica. Nadmorska visina lokaliteta je 91 m, tlo je ilovaste strukture i blago kisele reakcije (pH 5,7), smjer redova sjever-jug. Prosječna godišnja količina oborina je oko 750 mm/m². Posađeno je ukupno 11 sorata, od najranijih (Summerred, Gala) pa do najkasnijih (Fuji, Cripps Pink). Ukupni prinos je oko 1.800 tona, ovisno o godini.

Tablica 1. Deskripcija voćnjaka

	Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3	Tabla 4	Tabla 5
Ukupna površina (ha)	6,80	8,30	7,80	6,00	6,10
Godina sadnje	2003.	2006.	2008.	2009.	2014.
Broj sadnica (kom)	25.185	30.741	27.083	20.833	21.180
Visina stupova (m)	3,30	3,30	3,80	3,80	3,80
Broj žica	4	4	5	5	5
Razmak u redu (m)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Razmak između redova (m)	3,00	3,00	3,20	3,20	3,20

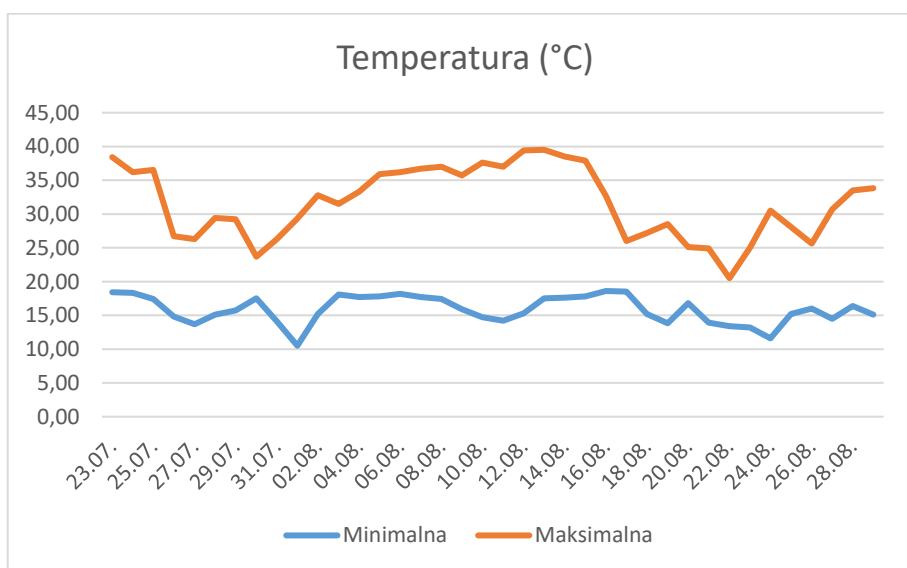
U voćnjaku je postavljena agrometeorološka stanica (*Slika 7.*) tvrtke Pinova. Sastoji se od centralne mikroprocesorske jedinice i perifernih mjernih instrumenata koji mjere: temperaturu zraka, relativnu vlagu zraka, količinu padalina, prisutnost vlage na listu i temperaturu tla. Stanica dolazi u paketu s PinovaSoft računalnom i PinovaMobile internet aplikacijom. Za aplikaciju su razvijeni različiti prognozni modeli pomoću kojih se u grafičkom prikazu PinovaSoft aplikacije prikazuju i bilježe zadovoljeni vremenski uvjeti za infekciju biljne bolesti. Svrha Pinova Meteo stanice je prikupljanje, obrada i prikaz meteoroloških podataka koji daju pravovremenu informaciju o početku, trajanju i intenzitetu napada određene biljne bolesti ili štetnika. Time je omogućeno precizno određivanje roka tretiranja zaštitnim sredstvima te je olakšan izbor preparata (http://pinova-meteo.com/hr_HR/).



Slika 7. Agrometeorološka stanica (autor: Đurković, 2016.)

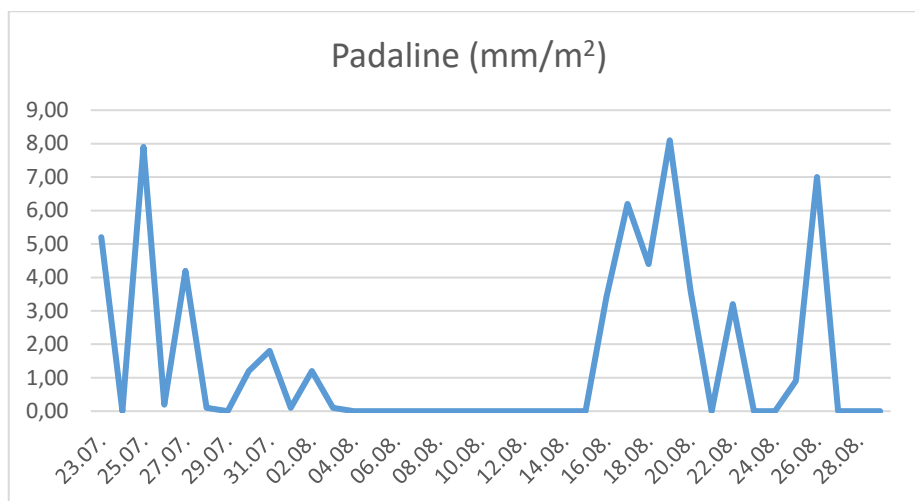
U sklopu pokusa odrađena su mjerenja od dana postavljanja folije do zadnjeg roka berbe, u kojima je mjerena količina padalina (mm/m^2), minimalna, maksimalna i prosječna temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$) za svaki dan.

U *Grafikonu 1.* prikazano je kretanje minimalnih i maksimalnih temperatura izmjerenih za vrijeme trajanja pokusa. Prosječna temperatura zraka je bila 23.2°C , minimalna 10.5°C a maksimalna 39.5°C .



Grafikon 1. Kretanje minimalnih i maksimalnih temperatura zraka

U *Grafikonu 2.* prikazana je količina padalina za navedeno razdoblje. Ukupna količina padalina je iznosila 58.80 mm/m².



Grafikon 2. Količina padalina

3.2. Sorta u pokusu

Pokus je proveden na sorti Gala Must (*Slika 8.*). Ova sorta je porijeklom s Novog Zelanda. Prema tipu organogeneze pripada Tipu III (Golden Delicious). Stablo je srednje bujno, plod srednje krupan, okruglasto konusnog oblika, temeljne zelenkasto žute boje gotovo potpuno prekrivene mutnim crvenim sjajem. Meso je žućkasto bijele boje, čvrsto, sočno i nešto slađe od standarda (<http://www.agroalians.com/page/>).

U voćnjaku u kojem je postavljen pokus je posađena 2009. godine (4 ha) na slabo bujnoj podlozi M9, a uzgojni oblik je vitko vreteno. Razmak u redu je 0.9 m a između redova 3.2 m, odnosno 3472 biljke po hektaru. Uzgaja se uz naslon koji čine betonski stupovi i 5 žica. Početak berbe je sredinom 8. mjeseca.



Slika 8. Gala Must (autor: Đurković, 2015.)

3.3. Postavljanje pokusa i tretmani

Pokus je postavljen 23.07.2015. godine (20 dana prije berbe) u voćnjaku Poljoprivrednog centra u Valpovu, na tabli broj 4. Kao reflektirajući materijal je korištena polietilenska metalizirana folija bez pojačanja mrežom, dužine 22 m i širine 3 m, koja je postavljena i s istočne i s zapadne strane reda (*Slika 9.*). Kontrolni tretman uključivao je redovnu međurednu obradu. Raspored tretmana je postavljen po split-plot metodi, s 4 repeticije po 6 stabala. U istom redu, nakon 10 m izolacije, je postavljena kontrola po istom principu. Tijekom trajanja pokusa u nasadu svakodnevno je mjerena refleksija svjetlosti na tretmanima uz pomoć Lux metra, u jutarnjem i večernjem terminu, na visini prve i treće žice. Nakon 20 dana izvršena je berba i mjerenje pomoloških karakteristika (promjer, visina, masa, tvrdoća, Brix i JŠI), mjerenje intenziteta obojenosti plodova chromametrom prema CIE L*a*b* sustavu i mjerenje interne kvalitete plodova (antocijani, polifenoli i vitamin C). Nakon 3 mjeseca skladištenja u hladnjači s kontroliranom atmosferom ponovljena su mjerenja interne kvalitete plodova. Svi navedeni promatrani parametri mjereni su na plodovima i sa zapadne i sa istočne strane reda.



Slika 9. Polietilenska metalizirana folija bez pojačanja mrežom (autor: Đurković, 2015.)

3.4. Mjerenje refleksije svjetlosti

Nakon postavljanja reflektirajuće folije dva puta dnevno je mjerena refleksija svjetlosti pomoću Lux metra (*Slika 10.*), u 07:30 h i u 19:30 h. Mjerenja na foliji su provedena sa istočne i zapadne strane reda, te na visini prve i treće žice. Na isti način su odrađena i mjerenja na kontroli.



Slika 10. Mjerenje refleksije svjetlosti Lux metrom (autor: Đurković, 2015.)

3.5. Pomološka mjerenja

Nakon berbe provedena su mjerenja krupnoće, tvrdoće, mase, postotka suhe tvari i jednoškrobnog indeksa. Provedeno je i mjerenje boje pokožice ploda chromametrom.

Mjerenje krupnoće plodova je odrađeno sa digitalnom pomičnom mjerkom (Slika 11.). Na svakom plodu se mjere dva promjera iz kojih se računa srednja vrijednost, a za visinu jedno mjerenje. Krupnoća plodova se izražava u mm.



Slika 11. Mjerenje krupnoće plodova pomičnom mjerkom (autor: Đurković, 2015.)

Mjerenje tvrdoće mesa ploda jabuke je provedeno pomoću ručnog penetrometra (*Slika 12.*) koji mjeri otpor prilikom pritiska sonde uređaja u plod. Na svakom plodu se radi po 4 mjerenja, a kao rezultat se uzima prosjek dobivenih vrijednosti. Jedinica za mjerenje tvrdoće ploda je kg/cm^2 .



Slika 12. Mjerenje tvrdoće ploda penetrometrom (autor: Đurković, 2015.)

Za određivanje postotka suhe tvari korišten je digitalni refraktometar (*Slika 13.*). Dobivene vrijednosti na digitalnom refraktometru izražavaju se u stupnjevima Brix ($^{\circ}\text{Bx}$). Mjerenje se provodi tako da se na mjerni dio uređaja iscjedi malo soka sa najcrvenije strane ploda jabuke, te se očita rezultat.



Slika 13. Mjerenje postotka suhe tvari refraktometrom (autor: Đurković, 2015.)

Jodno-škrobni indeks je određen pomoću jodno-škrobnog testa (*Slika 14.*) kojim se mjeri količina škroba u plodu. Plodovi se poprečno prerežu i umoče u otopinu jodne tinkture (otopina joda i kalijevog jodida). Jodna tinktura škrob boji u tamnoplavu do crnu boju, i nakon par minuta reagiranja otopine sa škrobom donosi se ocjena o zrelosti plodova na temelju prošaranosti uzorka.



Slika 14. Jodno-škrobni test (autor: Đurković, 2015.)

Mjerenje boje pokožice ploda odrađeno je sa chromametrom Konica Minolta CR – 400 (*Slika 15.*) na Poljoprivrednom institutu u Osijeku. Sa chromametra se očitavaju: svjetlina (L^*), odnos intenziteta crvene ($+a^*$) / zelene boje ($-a^*$) i odnos intenziteta žute ($+b^*$) / plave boje ($-b^*$). Uređaj ima uvjetno zadanu vrijednost C što označava izvor vidljive svjetlosti koja obasjava uzorak. Mi uzimamo C koja je prosječna osvjetljenost sjenovitog područja tijekom dana. Ako se boja mjeri vani onda mora biti D65. To je vrijednost podnevnog svjetla u vanjskim uvjetima u SZ Europi.

Navedene vrijednosti se nalaze u sustavu za prikazivanje svjetlosti (CIELAB dijagram). a^* i b^* vrijednosti su vrijednosti kromatske koordinate.



Slika 15. CR-400 chromametar (izvor: <http://sensing.konicaminolta.asia/>)

3.6. Labaratorijska mjerenja

3.6.1. Priprema jabuka za analizu

Plodovi jabuka su oprani u 5%-tnoj octenoj kiselini a nakon toga u vodovodnoj i destiliranoj vodi ako bi se s plodova uklonili ostatci pesticida. S plodova je uklonjen dio pokožice koji je temeljito očišćen od usplođa te usitnjen u prah pomoću tekućeg dušika (Slika 16.). Usplođe je također usitnjeno tekućim dušikom. Nakon usitnjavanja i vaganja iz tkiva pokožice određen je sadržaj antocijanina, ukupnih fenola te ukupna antioksidativna aktivnost, a iz tkiva usplođa određen je sadržaj askorbinske kiseline.



Slika 16. Maceriranje pokožice tekućim dušikom (autor: Đurković, 2015.)

3.6.2. Određivanje ukupnog sadržaja monomernih antocijanina

Ukupni sadržaj monomernih antocijanina određen je spektrofotometrijskom metodom prema Giusti i Wrolstad (2001.). Metoda se temelji na različitoj obojenosti uzoraka pri različitom pH što dovodi i do različite apsorpcije svjetlosti pri 520 nm valne duljine. Nakon maceracije tekućim dušikom, u dvije posebno označene plastične epruvete od 15 ml je odvagano oko 0,5 g tkiva pokožice. U prvu je dodano 10 ml pufera I pH 1,0 (0,05 M KCl), a u drugu 10 ml pufera II pH 4,5 (0,4 M CH₃COONa) (Slika 17.). Nakon ekstrakcije uz povremeno miješanje na vrtložnoj miješalici obje suspenzije se centrifugiraju 30 minuta na 4000 g pri 4°C. Prije mjerenja na UV-VIS spektrofotometru (Varian, Cary 50) supernatanti obje suspenzije filtrirani su pomoću filtera za špricu 0,2 μm poroznosti. Uzorci su mjereni u staklenim kivetama na 520 i 700 nm (zbog korekcije zamućenja) valne duljine. Dobiveni rezultati se računaju prema formuli za izračun ukupnog sadržaja antocijanina:

$$A = (A_{520} - A_{700})_{\text{pH } 1,0} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH } 4,5}$$

$$\text{ANT (mg/l)} = (A * \text{MW} * \text{DF} * 1000) / (\epsilon * l)$$

$$\text{ANT (mg/g Sv.t.)} = \text{ANT (mg/ml)} / (m/10)$$

MW – molekulska masa cijanidin 3-glukozida (cyd-3-glu) 449,2 g mol⁻¹

DF – faktor razrjeđenja

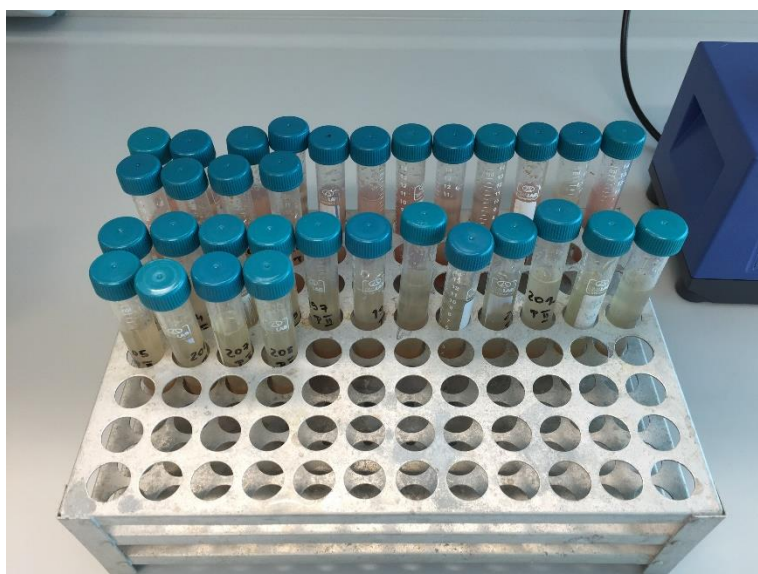
l – duljina prolaza zrake (cm)

ϵ – molarni apsorpcijski koeficijent $26900 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

1000- faktor za preračunavanje iz g u mg

m – masa svježe tvari 0,5 g

Rezultati su izraženi u mg g^{-1} svježe tvari.



Slika 17. Pokožica ploda sa puferom I i II (autor: Đurković, 2015.)

3.6.3. Određivanje sadržaja askorbinske kiseline

Određivanje ukupnog sadržaja askorbinske kiseline je spektrofotometrijska metoda prema Benderittera i sur. (1998.). Nakon maceriranja, oko 0,5 g usitnjenog tkiva usplođa je odvagano u plastične epruvete od 15 ml te je dodano 10 ml destilirane vode. Nakon ekstrakcije uzorci su centrifugirani 15 minuta na 4000 g pri 4°C . 300 μl supernatanta uzoraka pipetirano je u mikroeprevete od 2 ml te je u prvu skupinu (uzorak) uzorcima dodana reakcijska smjesa (100 μl 13,3% TCA, 25 μL destilirane vode i 75 μL 2% DNPH (2 g DNPH, 230 mg tiourea i 270 mg CuSO_4 u 100 ml 5 M H_2SO_4)). U drugu skupinu (slijepa proba) uzorcima je dodana navedena reakcijska smjesa ali bez DNPH reagensa. Obje skupine inkubirane su 1,5 h pri 37°C u vodenoj kupelji. Nakon inkubacije u drugu skupinu je dodano 75 μl DNPH reagensa. U obje skupine je dodano 500 μl 65% H_2SO_4 kako bi se otopio nastali talog. Standardna krivulja napravljena je pomoću osnovnog standarda otopine

askorbinske kiseline koncentracije $0,1 \text{ mg ml}^{-1}$ u rasponu koncentracija $1-10 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$. Koncentracija askorbinske kiseline određena je mjerenjem apsorbancije na 520 nm valne duljine (Slika 18.) i izračunata iz standardne krivulje s poznatim koncentracijama AA, koje su tretirane na isti način kao i uzorci prve skupine. Konačni rezultati su izraženi kao $\text{mg}_{\text{AA}} 100 \text{ g}^{-1}$ svježe tvari. Formula za izračun ukupnog sadržaja askorbinske kiseline:

$$c_{\text{AA}} (\text{mg}_{\text{AA}} 100 \text{ g}^{-1} \text{ Sv.t.}) = (A_{520} \text{ uzorak} - A_{520} \text{ slijepa proba}) \times 3,33 / m$$



Slika 18. Uzorci za određivanje sadržaja askorbinske kiseline (autor: Đurković, 2015.)

3.6.4. Određivanje koncentracije ukupnih fenola

Za određivanje koncentracije ukupnih fenola koristi se alkoholni ekstrakt fenolnih spojeva pokožice jabuke uz primjenu spektrofotometrijske metode uz Folin-Denisov reagens. Metoda se temelji na oksidaciji fenolnih skupina dodatkom Folin-Denisovog reagensa i nastajanja plavo obojenog produkta, čiji se intenzitet obojenja mjeri pri valnoj duljini 725 nm (Singleton i Rossi, 1965.). U staklenu epruvetu od 5 mL otpipetira se redom $15 \text{ } \mu\text{L}$ alkoholnog ekstrakta, $485 \text{ } \mu\text{L}$ destilirane vode i $500 \text{ } \mu\text{L}$ Folin-Denisovog reagensa (prethodno razrijeđenog u omjeru $1 : 3$) te se dobro promiješa. Pripremljenoj smjesi doda se $1 \text{ mL } 0,875 \text{ mol L}^{-1}$ otopine natrijeva karbonata i stavi termostatirati u vodenu kupelj tijekom 40 minuta na 25°C . Nakon termostatiranja uzorcima se mjeri apsorbancija pri valnoj duljini 725 nm . Svaki uzorak pripremljen je u dvije paralelne probe, a rezultat je izražen kao srednja

vrijednost dobivenih rezultata. Na isti se način pripremi i slijepa proba, ali umjesto ekstrakta pokožice jabuke uzima se otapalo za ekstrakciju.

Za izračunavanje koncentracije ukupnih fenola prethodno se izradi baždarni pravac uz upotrebu galne kiseline kao standarda te se rezultati izražavaju kao ekvivalent miligrama galne kiseline (mg GAE)/g svježe tvari.

3.7. Statistička obrada podataka

Dobiveni podaci obrađeni su uz pomoć programske podrške SAS Software 9.3 (2002.-2010., SAS Institute Inc., Cary, USA) i Microsoft Office Excell 2010. Značajnost utjecaj tretmana na ispitivane parametre je testirana analizom varijance (ANOVA; F test), a međusobne razlike između primijenjenih tretmana testirane su Fisher's LSD testom (eng. Least Significant Difference) na razini značajnosti $p \leq 0,05$.

4. Rezultati

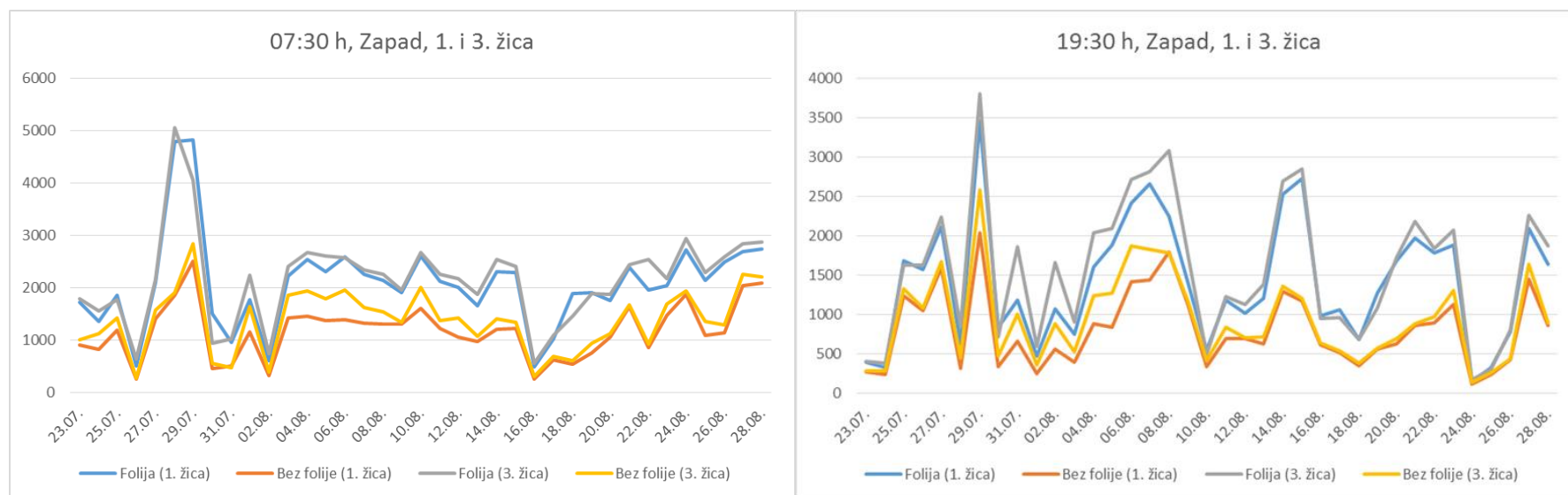
4.1. Mjerenje intenziteta svjetlosti prema Lux metru



Grafikon 3. i Grafikon 4. Intenzitet refleksije svjetlosti u 07:30 h i 19:30 h sa istočne strane reda na visini 1. i 3. žice

U *Grafikonu 3.* prikazane su vrijednosti mjerenja refleksije svjetlosti lux metrom, na tretmanu folijom i bez folije. Mjerenja su odrađena u 07:30 h sa istočne strane reda, i to na visini 1. i 3. žice, a vrijednosti prikazane u luksima. Iz rezultata je vidljivo kako je bilo određenih oscilacija u vrijednostima. Najveća izmjerena vrijednosti je bila na tretmanu folijom na visini 3. žice i iznosila je 7.152 luksa, dok je najmanja bila 363 luksa, koja je zabilježena na tretmanu bez folije na visini 1. žice. Najveće vrijednosti pokazuje tretman folijom na visini 3. žice gdje je srednja vrijednost mjerenja iznosila 3.239,16 luksa. Dio bez folije na visini 1. žice imao je najmanju srednju vrijednost mjerenja, a ona je iznosila 1.655,03 luksa.

U *Grafikonu 4.* prikazane su vrijednosti mjerenja refleksije svjetlosti lux metrom, na tretmanu folijom i bez folije. Mjerenja su odrađena u 19:30 h sa istočne strane reda, i to na visini 1. i 3. žice, a vrijednosti prikazane u luksima. Najveća izmjerena vrijednosti je bila na tretmanu folijom na visini 3. žice i iznosila je 2.105 luksa, dok je najmanja bila 86 luksa, koja je zabilježena na tretmanu bez folije na visini 1. žice. Najveće vrijednosti pokazuje tretman folijom na visini 3. žice gdje je srednja vrijednost mjerenja iznosila 1.074,81 luksa. Dio bez folije na visini 1. žice imao je najmanju srednju vrijednost mjerenja, a ona je iznosila 557,11 luksa.



Grafikon 5. i Grafikon 6. Intenzitet refleksije svjetlosti u 07:30 h i 19:30 h sa zapadne strane reda na visini 1. i 3. žice

U *Grafikonu 5.* prikazane su vrijednosti mjerenja refleksije svjetlosti lux metrom, na tretmanu folijom i bez folije. Mjerenja su odrađena u 07:30 h sa zapadne strane reda, i to na visini 1. i 3. žice, a vrijednosti prikazane u luksima. Najveća izmjerena vrijednosti je bila na tretmanu folijom na visini 3. žice i iznosila je 5.054 luksa, dok je najmanja bila 267 luksa, koja je zabilježena na tretmanu bez folije na visini 1. žice. Najveće vrijednosti pokazuje tretman folijom na visini 3. žice gdje je srednja vrijednost mjerenja iznosila 2.175,38 luksa. Dio bez folije na visini 1. žice imao je najmanju srednju vrijednost mjerenja, a ona je iznosila 1.186,92 luksa.

Vidljivo je kako su vrijednosti manje nego u *Grafikonu 3.* što je posljedica zasjenjenosti zapadne strane reda na kojem su vršena mjerenja u jutarnjim satima.

U *Grafikonu 6.* prikazane su vrijednosti mjerenja refleksije svjetlosti lux metrom, na tretmanu folijom i bez folije. Mjerenja su odrađena u 19:30 h sa zapadne strane reda, i to na visini 1. i 3. žice, a vrijednosti prikazane u luksima. Najveća izmjerena vrijednosti je bila na tretmanu folijom na visini 3. žice i iznosila je 3.809 luksa, dok je najmanja bila 116 luksa, koja je zabilježena na tretmanu bez folije na visini 1. žice. Najveće vrijednosti pokazuje tretman folijom na visini 3. žice gdje je srednja vrijednost mjerenja iznosila 1.566,54 luksa. Dio bez folije na visini 1. žice imao je najmanju srednju vrijednost mjerenja, a ona je iznosila 810,46 luksa.

O obzirom da su mjerenja vršena u večernjim satima sa zapadne strane reda, srednje vrijednosti mjerenja su veće nego u *Grafikonu 4.* što je rezultat jače osunčanosti te strane reda, a samim time i veće refleksije svjetlosti.

4.2. Mjerenje obojenosti plodova prema CIE L*a*b* sustavu

Tablica 2. Trofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj tretmana (bez folije i folija), smjera reda (istok i zapad) i roka berbe (prvi, drugi i treći rok) na vrijednosti ispitivanih parametara (L*) svjetlina, (a*) odnos intenziteta crvene (+a*) /zelene boje (-a*), (b*) odnos intenziteta žute(+b*)/plave boje(-b*) prema CIE L*a*b* sustavu (ANOVA, F test; vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$). SAS 9. Software

Gala	L*(C)	a*(C)	b*(C)
Bez folije	66.3 ^A	3.0 ^B	38.4 ^A
Folija	60.9 ^B	3.3 ^A	34.7 ^B
<i>F test</i>	162.50	152.70	154.78
<i>p</i>	<.0001	<.0001	<.0001
Istok	63.7	3.2	36.9
Zapad	63.5	3.2	36.3
<i>F test</i>	0.46	0.05	3.80
<i>p</i>	0.4979	0.8244	0.0515
Prvi rok berbe	65.9 ^A	3.0 ^B	41.9 ^A
Drugi rok berbe	66.4 ^A	3.0 ^B	37.8 ^B
Treći rok berbe	58.5 ^B	3.5 ^A	30.0 ^C
<i>F test</i>	145.98	176.38	529.05
<i>p</i>	<.0001	<.0001	<.0001
<i>smjer x rok p</i>	0.4399	0.0524	0.3594
<i>Tretman x rok p</i>	<.0001	0.0097	0.0129
<i>Tretman x smjer p</i>	0.7114	0.8012	0.2464
<i>Tretman x smjer x rok p</i>	0.0003	0.0975	0.0003

Iz *Tablice 2.* vidljivo je kako je interakcija tretman x smjer bila je značajna za sve ispitivane parametre CIE $L^*a^*b^*$ sustava, dok je interakcija tretman x smjer x rok bila značajna samo za parametar L^* i b^* . U prosjeku za sve smjerove reda i rokove berbe vidljivo je da su vrijednosti svjetline $L^*(C)$ značajno više kod plodova koji nisu bili izloženi utjecaju reflektirajuće folije. Vrijednost intenziteta crvene boje $a^*(C)$ je značajno veća na plodovima koji su bili u tretmanu s reflektirajućom folijom, dok nam parametar $b^*(C)$ ukazuje na značajno veću vrijednost intenziteta žute boje pri plodovima iz kontrolne grupe. Plodovi u prvom i drugom roku berbe bili su značajno svjetliji, odnosno u trećem roku berbe značajno crveniji i s značajno manjom vrijednosti žute boje u prosjeku za sve tretmane i smjer reda.

Tablica 3. Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i tretmana folijom (bez folije i folija) na vrijednosti ispitivanih parametara (L^*) svjetlina, (a^*) odnos intenziteta crvene (+ a^*) /zelene boje (- a^*), (b^*) odnos intenziteta žute(+ b^*)/plave boje(- b^*) prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu po rokovima berbe (ANOVA, F test; vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$). SAS 9. Software

	Prvi rok berbe			Drugi rok berbe			Treći rok berbe		
Gala	$L^*(C)$	$a^*(C)$	$b^*(C)$	$L^*(C)$	$a^*(C)$	$b^*(C)$	$L^*(C)$	$a^*(C)$	$b^*(C)$
Bez folije	67.1 ^A	2.8 ^B	43.1 ^A	68.4 ^A	2.8 ^B	40.0 ^A	63.5 ^A	3.3 ^B	32.3 ^A
Folija	64.8 ^B	3.1 ^A	40.6 ^B	64.5 ^B	3.2 ^A	35.7 ^B	53.4 ^B	3.7 ^A	27.8 ^B
<i>F test</i>	8.50	16.67	16.92	31.54	52.93	68.95	188.09	158.27	108.78
<i>p</i>	0.0037	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Istok	65.7	3.0	42.1	66.9	2.9	38.4 ^A	58.6	3.5	30.1
Zapad	66.1	2.9	41.6	66.0	3.0	37.2 ^B	58.3	3.5	30.0
<i>F test</i>	0.25	1.20	0.65	1.86	3.51	5.09	0.18	0.35	0.07
<i>p</i>	0.6162	0.2742	0.4213	0.1727	0.0613	0.0243	0.6733	0.5559	0.7892
<i>Smjer x tretman p</i>	0.9308	0.7447	0.6530	0.0007	0.0889	<.0001	0.0145	0.1304	0.0977

Tablica 3. prikazuje kako je interakcija smjer x tretman bila značajna u drugom roku berbe za L*(C) i b*(C) vrijednosti i u trećem roku berbe za L*(C) vrijednost. Svi tretmani u sva tri roka berbe pod tretmanom s folijom rezultirali su značajno manjom L* (svjetlina) i b* (količina žute boje) vrijednosti u odnosu na kontrolnu varijantu, odnosno značajno većom a* vrijednosti (količina crvene boje) u prosjeku za obje strane reda. Jedino je na istočnoj strani reda u drugom roku berbe količina žute boje (b*) bila značajno veća od zapadne strane reda u prosjeku za oba tretmana s folijom.

Tablica 4. Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i roka berbe (prvi, drugi i treći rok) na vrijednosti ispitivanih parametara (L*) svjetlina, (a*) odnos intenziteta crvene (+a*) /zelene boje (-a*), (b*) odnos intenziteta žute(+b*)/plave boje(-b*) prema CIE L*a*b* sustavu po tretmanima s folijom (ANOVA, F test; vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$). SAS 9. Software

	Bez folije			Folija		
Gala	L*(C)	a*(C)	b*(C)	L*(C)	a*(C)	b*(C)
Istok	66.5	3.0	38.9 ^A	60.8	3.3	34.8
Zapad	66.1	3.0	38.0 ^B	61.0	3.3	34.6
<i>F test</i>	0.52	0.09	4.44	0.05	0.00	0.34
<i>p</i>	0.4693	0.7595	0.0354	0.8234	0.9812	0.5593
Prvi rok berbe	67.1 ^A	2.8 ^B	43.1 ^A	64.8 ^A	3.1 ^C	40.6 ^A
Drugi rok berbe	68.4 ^A	2.8 ^B	40.0 ^B	64.5 ^A	3.2 ^B	35.7 ^B
Treći rok berbe	63.5 ^B	3.3 ^A	32.3 ^C	53.4 ^B	3.7 ^A	27.8 ^C
<i>F test</i>	22.01	58.83	208.61	162.25	137.73	336.06
<i>p</i>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
<i>Smjer x Rok berbe p</i>	0.0039	0.0159	0.0013	0.0436	0.6826	0.1530

U *Tablici 4.* interakcija smjer x rok berbe na istočnoj strani reda bila je značajna za sve parametre prema CIE L*a*b* sustavu, dok je na zapadnoj interakcija bila značajna samo za L*(C) i b*(C) vrijednosti. Na oba tretmana s folijom u prvom i drugom rok berbe plodovi su bili značajno svjetliji, odnosno u trećem roku berbe značajno crveniji i s značajno manjom količinom žute boje na oba tretmana. Jedino je kontrolni tretman rezultirao značajno većim sadržajem žute boje na plodovima s istočne strane reda.

Tablica 5. Utjecaj tretmana (kontrola i folija) na vrijednosti ispitivanih parametara (L*) svjetlina, (a*) odnos intenziteta crvene (+a*) / zelene (-a*) boje, (b*) odnos intenziteta žute (+b*) / plave (-b*) boje prema CIE L*a*b* sustavu po roku berbe. Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$

Gala	Prvi rok berbe			Drugi rok berbe			Treći rok berbe		
	L*(C)	a*(C)	b*(C)	L*(C)	a*(C)	b*(C)	L*(C)	a*(C)	b*(C)
Bez folije	67.1 ^A	2.8 ^B	43.1 ^A	68.4 ^A	2.8 ^B	40.0 ^A	63.5 ^A	3.3 ^B	32.3 ^A
Folija	64.8 ^B	3.1 ^A	40.6 ^B	64.3 ^B	3.2 ^A	35.7 ^B	53.4 ^B	3.7 ^A	27.8 ^B
<i>F test</i>	8.52	16.68	16.94	31.09	52.64	67.36	187.11	158.14	108.67
<i>p</i>	0.003	<.000	<.000	<.000	<.000	<.000	<.000	<.000	<.000
	6	1	1	1	1	1	1	1	1

U *Tablici 5.* i *Tablici 6.* prikazani su rezultati mjerenja chromametrom iz kojih se vidi da su plodovi pod reflektirajućom folijom u svim rokovima berbe i svim smjerovima reda imali su značajno manju L* (svjetlinu) i b* (količinu žute boje) vrijednost u odnosu na kontrolnu varijantu, odnosno značajno veću a* vrijednost (količinu crvene boje). Može se zaključiti da su plodovi pod reflektirajućom folijom bili tamniji i s više crvene, odnosno manje žute boje.

Tablica 6. Utjecaj tretmana (kontrola i folija) na vrijednosti ispitivanih parametara (L*) svjetlina, (a*) odnos intenziteta crvene (+a*) / zelene (-a*) boje, (b*) odnos intenziteta žute (+b*) / plave (-b*) boje prema CIE L*a*b* sustavu po smjeru pružanja reda. Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina p ≤ 0,05

Gala	Istok			Zapad		
	L*(C)	a*(C)	b*(C)	L*(C)	a*(C)	b*(C)
Bez folije	66.5 ^A	3.0 ^B	38.9 ^A	66.1 ^A	3.0 ^B	38.0 ^A
Folija	61.0 ^B	3.3 ^A	34.8 ^B	60.8 ^B	3.3 ^A	34.6 ^B
<i>F test</i>	79.05	71.84	63.21	62.99	61.17	44.33
<i>p</i>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Tablica 7. Utjecaj roka berbe na vrijednosti ispitivanih parametara (L*) svjetlina, (a*) odnos intenziteta crvene (+a*) / zelene (-a*) boje, odnos intenziteta žute (+b*) / plave (-b*) boje prema CIE L*a*b* sustavu po smjeru pružanja reda. Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina p ≤ 0,05

Gala	Istok			Zapad		
	L*(C)	a*(C)	b*(C)	L*(C)	a*(C)	b*(C)
Prvi rok berbe	65.7 ^A	3.0 ^B	42.1 ^A	66.1 ^A	2.9 ^C	41.6 ^A
Drugi rok berbe	66.9 ^A	2.9 ^B	38.4 ^B	66.0 ^A	3.0 ^B	37.2 ^B
Treći rok berbe	58.6 ^B	3.5 ^A	30.1 ^C	58.3 ^B	3.5 ^A	30.0 ^C
<i>F test</i>	71.01	92.79	256.81	63.07	76.06	237.08
<i>p</i>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Rezultati u Tablici 7. i Tablici 8. ukazuju da je u oba smjera reda i u oba tretmana L* (svjetlina) bila značajno veća u prvom i drugom roku berbe (nema značajnosti) u odnosu na treći rok, a* vrijednost (količina crvene boje) u trećem roku berbe i b* (količinu žute boje) u prvom roku berbe. Možemo zaključiti da su plodovi u prosjeku za oba smjera reda u prvom i drugom roku berbe bili svjetliji i žući dok su u trećem razvili značajno veću količinu crvene boje u odnosu na prva dva roka berbe.

Tablica 8. Utjecaj roka berbe na vrijednosti ispitivanih parametara (L*) svjetlina, (a*) odnos intenziteta crvene (+a*) / zelene (-a*) boje, odnos intenziteta žute (+b*) / plave (-b*) boje prema CIE L*a*b* sustavu po tretmanima. Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$

Gala	Bez folije			Folija		
	L*(C)	a*(C)	b*(C)	L*(C)	a*(C)	b*(C)
Prvi rok berbe	67.1 ^A	2.8 ^B	43.1 ^A	64.8 ^A	3.1 ^C	40.6 ^A
Drugi rok berbe	68.4 ^A	2.8 ^B	40.0 ^B	64.5 ^A	3.2 ^B	35.7 ^B
Treći rok berbe	63.5 ^B	3.3 ^A	32.3 ^C	53.4 ^B	3.7 ^A	27.8 ^C
<i>F test</i>	21.85	58.56	206.05	161.80	137.99	335.75
<i>p</i>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Tablica 9. Utjecaj smjera reda na vrijednosti ispitivanih parametara (L*) svjetlina, (a*) odnos intenziteta crvene (+a*) / zelene (-a*) boje, odnos intenziteta žute (+b*) / plave (-b*) boje prema CIE L*a*b* sustavu po tretmanima. Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

Gala	Bez folije			Folija		
	L*(C)	a*(C)	b*(C)	L*(C)	a*(C)	b*(C)
Istok	66.5	3.0	38.9	61.0	3.3	34.8
Zapad	66.1	3.0	38.0	60.8	3.3	34.6
<i>F test</i>	0.50	0.09	3.27	0.04	0.00	0.22
<i>p</i>	0.4785	0.7706	0.0707	0.8432	0.9831	0.6402

Rezultati mjerenja u Tablici 9. pokazuju kako nema značajne razlike između smjera reda u vrijednostima ispitivanih parametara (L*) svjetlina, (a*) odnos intenziteta crvene (+a*) / zelene boje (-a*), (b*) odnos intenziteta žute(+b*)/plave boje (-b*) prema CIE L*a*b* s obzirom na tretmane folijom.

4.3. Pomološka mjerenja kvalitete plodova

Tablica 10. Trofaktorijska ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj roka berbe (prvi, drugi i treći rok), smjera reda (istok i zapad) i tretmana (bez folije i folija) na pomološke karakteristike ploda (promjer, visina, masa, tvrdoća, brix i JŠI). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

		Promjer	Visina	Masa	Tvrdoća	Brix	JŠI
Prvi rok		76.2 ^{AB}	71.0	215.6	7.7 ^A	15.0 ^A	5.3 ^C
Drugi rok		78.1 ^A	72.7	222.8	7.2 ^B	14.4 ^B	6.2 ^B
Treći rok		75.5 ^B	72.2	210.2	6.1 ^C	14.3 ^B	8.3 ^A
	<i>F-test</i>	2.32	1.13	1.20	106.07	5.31	174.55
	<i>p</i>	0.1032	0.3281	0.3051	<.0001	0.0063	<.0001
Istok		77.3	72.3	219.1	7.2 ^A	14.4	6.4 ^B
Zapad		75.9	71.6	213.3	6.9 ^B	14.7	6.8 ^A
	<i>F-test</i>	1.89	0.56	0.76	10.83	3.88	8.79
	<i>p</i>	0.1722	0.4543	0.3868	0.0013	0.0515	0.0037
Bez folije		75.9	70.5 ^B	211.7	7.0	14.5	6.5
Folija		77.3	73.5 ^A	220.8	7.1	14.6	6.7
	<i>F-test</i>	1.92	9.87	1.86	0.76	0.38	2.99
	<i>p</i>	0.1687	0.0022	0.1756	0.3857	0.5366	0.0866
	<i>analiza x smjer p</i>	0.4012	0.2993	0.0961	0.9491	0.9270	0.0001
	<i>analiza x tretman p</i>	0.4712	0.8745	0.9177	0.2262	<.0001	0.0522
	<i>tretman x smjer p</i>	0.7126	0.3576	0.5111	0.1673	0.7434	<.0001
	<i>analiza x tretman x smjer p</i>	0.7793	0.8005	0.7728	0.1783	0.0426	0.0439

Na osnovu trofaktorijske ANOVE i LSD testa (Tablica 10.) interakcija analiza x tretman bila je značajna za sadržaj šećera (Brix). Interakcija analiza x smjer, tretman x smjer i analiza x tretman x smjer bila je značajna za parametar JŠI. Promjer ploda u drugom roku (78.1^A) bio je značajno veći u odnosu na treći rok, u prosjeku za obje strane reda i oba tretmana. Tretman s folijom rezultirao je značajno većom visinom ploda (73.5^A), u prosjeku za obje strane reda i sve rokove berbe. Nema značajne razlike u masi. Tvrdoća u prvom roku berbe bila je najznačajnija (7.7^A), u prosjeku za obje strane reda i oba tretmana. Istočna strana reda rezultirala je značajno većom tvrdoćom (7.2^A), u prosjeku za sve rokove berbe i sve tretmane. Sadržaj šećera u prvom roku berbe bio je najznačajniji (15.0^A), u prosjeku za obje strane reda i oba tretmana. U trećem roku berbe JŠI bio je najznačajniji (8.3^A), u prosjeku za obje strane reda i oba tretmana. Zapadna strana reda rezultirala je znatno većim JŠI u prosjeku za sve rokove i sve tretmane.

Tablica 11. Dvofaktorijska ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i tretmana (bez folije i folija) po roku berbe (prvi, drugi i treći rok) na pomološke karakteristike ploda (promjer, visina, masa, tvrdoća, brix i JŠI). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

	Prvi rok berbe						Drugi rok berbe						Treći rok berbe					
	Promjer	Visina	Masa	Tvrdoća	Brix	JŠI	Promjer	Visina	Masa	Tvrdoća	Brix	JŠI	Promjer	Visina	Masa	Tvrdoća	Brix	JŠI
Istok	77.3	71.3	213.6	7.9	14.8	4.7 ^B	77.8	72.2	220.4	7.3	14.2	6.4	76.7	73.6	223.4 ^A	6.3 ^A	14.2	8.2
Zapad	75.1	70.8	217.7	7.6	15.2	5.9 ^A	78.3	73.2	225.3	7.1	14.6	6.1	74.2	70.9	197.0 ^B	5.9 ^B	14.5	8.4
<i>F-test</i>	2.42	0.13	0.13	2.51	2.46	16.72	0.13	0.31	0.20	3.81	1.38	1.12	1.26	2.19	4.94	5.33	0.64	2.85
<i>p</i>	0.1285	0.7163	0.7257	0.1219	0.1257	0.0002	0.7158	0.5813	0.6596	0.0589	0.2478	0.2971	0.2691	0.1477	0.0325	0.0269	0.4286	0.1001
Bez folije	74.7 ^B	69.8	212.6	7.7	15.1	4.9 ^B	77.9	71.0	218.6	7.4 ^A	14.8 ^A	6.3	75.2	70.5	203.8	6.1	13.7 ^B	8.3
Folija	77.8 ^A	72.2	218.7	7.7	14.9	5.6 ^A	78.3	74.4	227.1	7.0 ^B	14.0 ^B	6.2	75.8	73.9	216.6	6.1	14.9 ^A	8.3
<i>F-test</i>	5.02	2.86	0.27	0.00	0.20	5.69	0.08	3.49	0.59	4.83	8.41	0.04	0.08	3.57	1.15	0.16	11.31	0.11
<i>p</i>	0.0313	0.0993	0.6093	0.9814	0.6604	0.0224	0.7771	0.0698	0.4460	0.0345	0.0063	0.8336	0.7824	0.0671	0.2909	0.6927	0.0018	0.7377
<i>tretman x smjer</i>	0.4370	0.7332	0.9023	0.5414	0.1106	0.0041	0.6893	0.3230	0.3567	0.0173	0.0370	0.0010	0.7879	0.8257	0.7167	0.6084	0.4441	0.3180
<i>p</i>																		

Interakcija tretman x smjer (Tablica 11.) bila je signifikantna u prvom i drugom roku berbe za parametar JŠI, dok je u drugom značajnost rezultirala na parametru tvrdoća i sadržaj šećera. Tretman s folijom u prvom roku berbe rezultirao je značajno većim sadržajem JŠI (5.6^A) i promjerom ploda (77.8^A), u prosjeku za obje strane reda. JŠI na zapadnoj strani u prvom roku berbe (5.9^A) bio je značajno veći, u prosjeku za oba tretmana. U drugom roku berbe kontrolni tretman rezultirao je značajno većim sadržajem Brix (14.8^A) i tvrdoće ploda (7.4^A) u prosjeku za obje strane reda. U trećem roku berbe tretman s folijom rezultirao je značajno većim sadržajem Brix (14.9^A) u prosjeku za obje strane reda, dok je istočna strana rezultirala značajno većom masom (223.4^A) i tvrdoćom (6.3^A) u prosjeku za oba tretmana.

Tablica 12. Dvofaktorijska ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj roka berbe (prvi, drugi i treći rok) i tretmana (bez folije i folija) po smjeru reda (istok i zapad) na pomološke karakteristike ploda (promjer, visina, masa, tvrdoća, brix i JŠI). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

		Istok					Zapad						
		Promjer	Visina	Masa	Tvrdoća	Brix	JŠI	Promjer	Visina	Masa	Tvrdoća	Brix	JŠI
Prvi rok berbe		77.3	71.3	213.6	7.9 ^A	14.8	4.7 ^C	75.1 ^B	70.8	217.7 ^A	7.6 ^A	15.2 ^A	5.9 ^B
Drugi rok berbe		77.8	72.2	220.4	7.3 ^B	14.2	6.4 ^B	78.3 ^A	73.2	225.3 ^A	7.1 ^B	14.6 ^B	6.1 ^B
Treći rok berbe		76.7	73.6	223.4	6.3 ^B	14.2	8.2 ^A	74.2 ^B	70.9	197.0 ^B	5.9 ^C	14.5 ^B	8.4 ^A
	<i>F-test</i>	0.12	0.79	0.27	41.11	1.89	118.16	7.09	1.79	5.41	72.86	3.65	68.84
	<i>p</i>	0.8896	0.4601	0.7639	<.0001	0.1607	<.0001	0.0018	0.1774	0.0072	<.0001	0.0326	<.0001
Bez folije		76.8	70.4 ^B	212.4	7.1	14.4	6.0 ^B	75.0	70.6	211.0	6.7	14.7	7.0 ^A
Folija		77.8	74.3 ^A	225.9	7.2	14.4	6.8 ^A	76.8	72.7	215.7	7.0	14.8	6.6 ^B
	<i>F-test</i>	0.33	6.73	1.46	0.11	0.04	21.73	3.57	3.18	0.42	3.40	0.49	4.18
	<i>p</i>	0.5686	0.0122	0.2329	0.7435	0.8440	<.0001	0.0641	0.0800	0.5210	0.0708	0.4856	0.0458
	<i>rok x tretman p</i>	0.8983	0.8150	0.8525	0.9277	0.0541	0.0125	0.1526	0.8729	0.8187	0.0201	<.0001	0.2007

Interakcija rok x tretman prikazana u Tablici 12. bila je značajna na istočnoj strani samo za parametar JŠI, dok je na zapadnoj strani interakcija bila značajna za tvrdoću i Brix. Na istočnoj strani tretman s folijom rezultirao je značajno većom visinom (74.3^A) i JŠI (6.8^A) u prosjeku za sve tretmane. Tvrdoća ploda u prvom roku berbe (7.9^A) i JŠI (8.2^A) u trećem roku berbe na istočnoj strani reda bili su značajno veći u prosjeku za oba tretmana. Na zapadnoj strani reda masa (217.7^A), tvrdoća (7.6^A) i Brix (15.2^A) u prvom roku berbe i promjer (78.3^A), masa (225.3^A) u drugom roku berbe i JŠI (8.4^A) u trećem roku berbe bili su značajno veći u prosjeku za oba tretmana. Kontrolni tretman na zapadnoj strani rezultirao je značajno većim JŠI (7.0^A) u prosjeku za sve rokove berbe.

Tablica 13. Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj roka berbe (prvi, drugi i treći rok) i smjera reda (istok i zapad) po roku tretmanu (bez folije i folija) na pomološke karakteristike ploda (promjer, visina, masa, tvrdoća, brix i JŠI). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

		Bez folije					Folija						
		Promjer	Visina	Masa	Tvrdoća	Brix	JŠI	Promjer	Visina	Masa	Tvrdoća	Brix	JŠI
Prvi rok berbe		74.7 ^B	69.8	212.6	7.7 ^A	15.1 ^A	4.9 ^C	77.8	72.2	218.7	7.7 ^A	14.9 ^A	5.6 ^C
Drugi rok berbe		77.9 ^A	71.0	218.6	7.4 ^B	14.8 ^A	6.3 ^B	78.3	74.4	227.1	7.0 ^B	14.0 ^B	6.2 ^B
Treći rok berbe		75.2 ^{AB}	70.5	203.8	6.1 ^C	13.7 ^B	8.3 ^A	75.8	73.9	216.6	6.1 ^C	14.9 ^A	8.3 ^A
	<i>F-test</i>	2.59	0.31	0.84	46.76	8.90	114.91	0.91	0.87	0.46	65.27	6.99	67.21
	<i>p</i>	0.0840	0.7371	0.4387	<.0001	0.0005	<.0001	0.4091	0.4249	0.6367	<.0001	0.0020	<.0001
Istok		76.8	70.4	212.4	7.1	14.4	6.0 ^B	77.8	74.3	225.9	7.2 ^A	14.4	6.8
Zapad		75.0	70.6	211.0	7.0	14.7	7.0 ^A	76.8	72.7	215.7	6.7 ^B	14.8	6.6
	<i>F-test</i>	2.03	0.02	0.02	1.46	1.14	32.39	0.40	1.22	1.15	14.43	3.22	1.37
	<i>p</i>	0.1597	0.8951	0.8818	0.2327	0.2903	<.0001	0.5281	0.2741	0.2881	0.0004	0.0783	0.2477
	<i>smjer x analiza p</i>	0.2610	0.2655	0.2631	0.3867	0.3151	0.0005	0.8937	0.7806	0.2850	0.4562	0.1041	0.0121

Interakcija smjer x analiza prikazana u Tablici 13. bila je značajna na oba tretmana samo za parametar JŠI. Na kontrolnom tretmanu tvrdoća (7.7^A) i Brix (15.1^A), u drugom roku promjer (77.9^A), Brix (14.8^A) i u trećem JŠI (8.3^A) bili su značajno veći u prosjeku za obje strane reda. Jedino je zapadna strana reda rezultirala značajno većim JŠI (7.0^A) u prosjeku za sve rokove berbe. Tretman s folijom u prvom roku berbe rezultirao je značajno većom tvrdoćom (7.7^A) i Brixima (14.9^A), odnosno u trećem roku berbe JŠI (8.3^A) i Brix (14.9^A) u prosjeku za obje strane reda. Jedino je istočna strana reda na tretmanu sa folijom rezultirala značajno većom tvrdoćom (7.2^A) u prosjeku za sve rokove berbe.

Tablica 14. Trofaktorijska ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj rok berbe (prvi, drugi i treći rok), smjera reda (istok i zapad) i tretmana (bez folije i folija) na interne karakteristike ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

	Vit C	ant	PHEE
Prvi rok berbe	8.3 ^B	0.06 ^B	5.41 ^A
Drugi rok berbe	6.1 ^C	0.03 ^B	4.14 ^B
Treći rok berbe	11.2 ^A	0.11 ^A	3.36 ^C
<i>F-test</i>	65.52	14.42	34.08
<i>p</i>	<.0001	<.0001	<.0001
Istok	8.7	0.06	4.40
Zapad	8.4	0.07	4.21
<i>F-test</i>	0.33	1.66	0.85
<i>p</i>	0.5711	0.2061	0.3626
Bez folije	8.3	0.05 ^B	4.18
Folija	8.8	0.08 ^A	4.43
<i>F-test</i>	1.84	7.69	1.49
<i>p</i>	0.1838	0.0087	0.2300
<i>rok x smjer p</i>	0.0603	0.4473	0.8371
<i>rok x analiza p</i>	0.0924	0.0020	0.0169
<i>analiza x smjer p</i>	0.0050	0.7883	0.6774
<i>rok x analiza x smjer p</i>	0.0004	0.2135	0.0581

U Tablici 14. prikazana je interakcija rok x analiza koja je bila značajna za parametar antocijani i fenoli, dok je interakcija analiza x smjer i rok x analiza x smjer bila značajna samo za parametar vitamin C. Sadržaj vitamina C (11.2^A) i antocijana (0.11^A) u trećem roku berbe bio je značajno veći u prosjeku za obje strane reda i oba tretmana folijom. Sadržaj fenola u prvom roku berbe (5.41^A) bio je značajniji u prosjeku za obje strane reda i oba tretmana s folijom. Tretman s folijom rezultirao je značajno većim sadržajem antocijana (0.08^A) u prosjeku za sve rokove berbe i obje strane reda.

Tablica 15. Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i rok berbe (prvi, drugi i treći rok) po tretmanima (bez folije i folija) na interne karakteristike ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

		Bez folije			Folija		
		Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE
Prvi rok berbe		8.66 ^B	0.06 ^A	5.69 ^A	8.06 ^B	0.05 ^B	5.13 ^A
	Drugi rok berbe	5.48 ^C	0.03 ^A	3.96 ^B	6.85 ^B	0.04 ^B	4.32 ^B
	Treći rok berbe	10.91 ^A	0.06 ^A	2.89 ^C	11.61 ^A	0.15 ^A	3.84 ^B
	<i>F-test</i>	51.79	6.65	30.62	24.01	11.70	7.12
	<i>p</i>	<.0001	0.0069	<.0001	<.0001	0.0006	0.0053
istok		8.79	0.04	4.32	8.19 ^B	0.07	4.48
	zapad	7.91	0.05	4.04	9.49 ^A	0.09	4.38
	<i>F-test</i>	4.05	1.67	0.87	4.96	0.72	0.13
	<i>p</i>	0.0593	0.2129	0.3645	0.0389	0.4078	0.7211
	<i>smjer x rok p</i>	0.2355	0.8087	0.3786	0.0017	0.2718	0.1305

Interakcija smjer x rok u Tablici 15. bila je značajna samo za parametar vitamin C na tretmanu s folijom. Na oba tremana sadržaj vitamina C bio je značajno veći u trećem roku berbe (10.91^A i 11.61^A) u odnosu na prvi i drugi, u prosjeku za obje strane reda. Kontrasno, sadržaj fenola bio je značajno veći u prvom roku berbe (5.69^A i 5.13^A) u prosjeku za obje strane reda. Tretman folijom rezultirao je značajno većim sadržajem antocijanina u trećem roku berbe (0.15^A) u prosjeku za obje strane reda. Jedino je zapadna strana reda rezultirala značajno većim sadržajem vitamina C na tretmanu s folijom (9.49^A).

Tablica 16. Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj tretmana (bez folije i folija) i roka berbe (prvi, drugi i treći rok) po smjeru reda (istok i zapad) na interne karakteristike ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

		Istok			Zapad		
		Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE
Prvi rok berbe		7.97 ^B	0.06 ^{AB}	5.58 ^A	5.63 ^C	0.06 ^B	5.24 ^A
	Drugi rok berbe	6.70 ^B	0.03 ^B	4.22 ^B	8.75 ^B	0.03 ^B	4.05 ^B
	Treći rok berbe	10.81 ^A	0.09 ^A	3.39 ^C	11.71 ^A	0.12 ^A	3.34 ^B
	<i>F-test</i>	19.89	3.62	25.99	52.59	15.59	11.77
	<i>p</i>	<.0001	0.0476	<.0001	<.0001	0.0001	0.0005
Bez folije		8.79	0.04	4.32	7.91 ^B	0.05 ^B	4.04
	Folija	8.19	0.07	4.48	9.49 ^A	0.09 ^A	4.38
	<i>F-test</i>	1.19	2.35	0.43	10.73	6.93	1.08
	<i>p</i>	0.2889	0.1425	0.5222	0.0042	0.0169	0.3125
	<i>rok x tretman p</i>	0.0032	0.4602	0.2699	0.0383	0.0005	0.0155

Iz Tablice 16. je vidljivo kako je na obje strane reda sadržaj vitamina C (10.81^A, 11.71^A) i antocijana u trećem roku berbe (0.09^A, 0.12^A) i sadržaj fenola u prvom roku berbe (5.58^A i 5.24^A) bio je značajno veći u prosjeku za oba tretmana. Na zapadnoj strani reda sadržaj vitamina C (9.49^A) i antocijanina (0.09^A) pod tretmanom s folijom bio je značajno veći u prosjeku za sve rokove berbe.

Tablica 17. Dvofaktorijska ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i tretmana (bez folije i folija) po roku berbe (prvi, drugi i treći rok) na interne karakteristike ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

		Prvi rok berbe			Drugi rok berbe			Treći rok berbe		
		Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE
Istok		7.97	0.06	5.58	6.70	0.03	4.22	10.81	0.09	3.39
	Zapad	8.75	0.06	5.24	5.63	0.03	4.05	11.71	0.12	3.34
	<i>F-test</i>	1.41	0.00	0.44	4.16	2.85	0.79	1.66	1.15	0.03
	<i>p</i>	0.2576	0.9771	0.5186	0.0641	0.1170	0.3926	0.2216	0.3056	0.8589
Bez folije		8.66	0.06	5.69	5.48 ^B	0.03	3.96	10.91	0.06 ^B	2.89 ^B
	Folija	8.06	0.05	5.13	6.85 ^A	0.04	4.32	11.61	0.15 ^A	3.84 ^A
	<i>F-test</i>	0.83	0.72	1.15	7.02	3.47	3.48	1.02	8.18	13.06
	<i>p</i>	0.3808	0.4139	0.3037	0.0212	0.0872	0.0869	0.3320	0.0144	0.0036
	<i>tretman x smjer p</i>	0.0289	0.0805	0.6847	0.0531	0.4996	0.1181	0.0020	0.3605	0.0098

Interakcija tretman x smjer (Tablica 17.) bila je značajna sa parametar vitamin C u prvom i trećem roku berbe, te za sadržaj fenola u trećem roku berbe. Nema značajne razlike u prvom roku berbe u sadržaju vitamina C, antocijanina i fenola između istočne i zapadne strane reda u prosjeku za oba tretmana s folijom i obrnuto. U drugom roku berbe jedino je tretman s folijom rezultirao značajno većim sadržajem vitamina C (6.85^A) u prosjeku za obje strane reda. U trećem roku berbe također tretman s folijom rezultirao je značajno većim sadržajem antocijanina (0.15^A) i fenola (3.84^A) u prosjeku za obje strane reda.

Tablica 18. Razlike u sadržaju promatranih parametara interne kvalitete ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli) između tretmana (bez folije i folija) po rokovima berbe (prvi, drugi i treći rok) i smjeru pružanja reda (istok i zapad). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

	Prvi rok berbe						Drugi rok berbe						Treći rok berbe					
	Istok			Zapad			Istok			Zapad			Istok			Zapad		
	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE
Bez folije	9.09 ^A	0.05	5.75	8.23	0.07	5.62	5.45 ^B	0.02 ^B	3.88	5.50	0.03	4.03	11.83	0.06	3.31	9.98 ^B	0.06 ^B	2.47 ^B
Folija	6.84 ^B	0.06	5.41	9.27	0.05	4.85	7.94 ^A	0.03 ^A	4.57	5.77	0.04	4.07	9.79	0.12	3.46	13.43 ^A	0.19 ^A	4.21 ^A
F-test	10.07	0.53	0.51	0.86	4.04	0.71	7.15	7.90	4.93	0.32	0.43	0.02	3.18	1.32	0.09	18.59	11.69	92.09
p	0.0192	0.4934	0.5029	0.3885	0.0911	0.4329	0.0368	0.0307	0.0682	0.5896	0.5369	0.8851	0.1248	0.2941	0.7790	0.0050	0.0142	<.0001

U prvom roku berbe jedino je kontrolni tretman bez folije na istočnoj strani rezultirao značajno većim sadržajem vitamina C (9.09^A). Sadržaj ostalih promatranih parametara u prvom roku berbe na istočnoj i zapadnoj strani reda pod tretmanom s folijom i bez folije nije bio značajan. U drugom roku berbe tretman s folijom rezultirao je značajno većim sadržajem vitamina C (7.94^A) i antocijanina (0.03^A) na istočnoj strani, dok je u trećem roku berbe također tretman folijom rezultirao značajno većim sadržajem vitamina C (13.43^A), antocijanina (0.19^A) i fenola (4.21^A) na zapadnoj strani reda.

Tablica 19. Razlike u sadržaju promatranih parametara interne kvalitete ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli) između rokova berbe (prvi, drugi i treći rok) po tretmanima (bez folije i folija) i smjeru pružanja reda (istok i zapad). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

	Bez folije						Folija					
	Istok			Zapad			Istok			Zapad		
	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE
Prvi rok berbe	9.09 ^B	0.05 ^{AB}	5.75 ^A	8.23 ^B	0.07 ^A	5.62 ^A	6.84 ^B	0.06	5.41 ^A	9.27 ^B	0.05 ^B	4.85
Drugi rok berbe	5.45 ^C	0.02 ^B	3.88 ^B	5.50 ^C	0.03 ^B	4.03 ^B	7.94 ^{AB}	0.03	4.57 ^{AB}	5.77 ^C	0.04 ^B	4.07
Treći rok berbe	11.83 ^A	0.06 ^A	3.31 ^B	9.98 ^A	0.06 ^{AB}	2.47 ^C	9.79 ^A	0.12	3.46 ^B	13.43 ^A	0.19 ^A	4.21
F-test	24.92	3.52	24.81	31.09	3.35	12.79	4.61	2.05	7.78	27.40	16.90	1.47
p	0.0002	0.0744	0.0002	<.0001	0.0816	0.0023	0.0419	0.1851	0.0109	0.0001	0.0009	0.2800

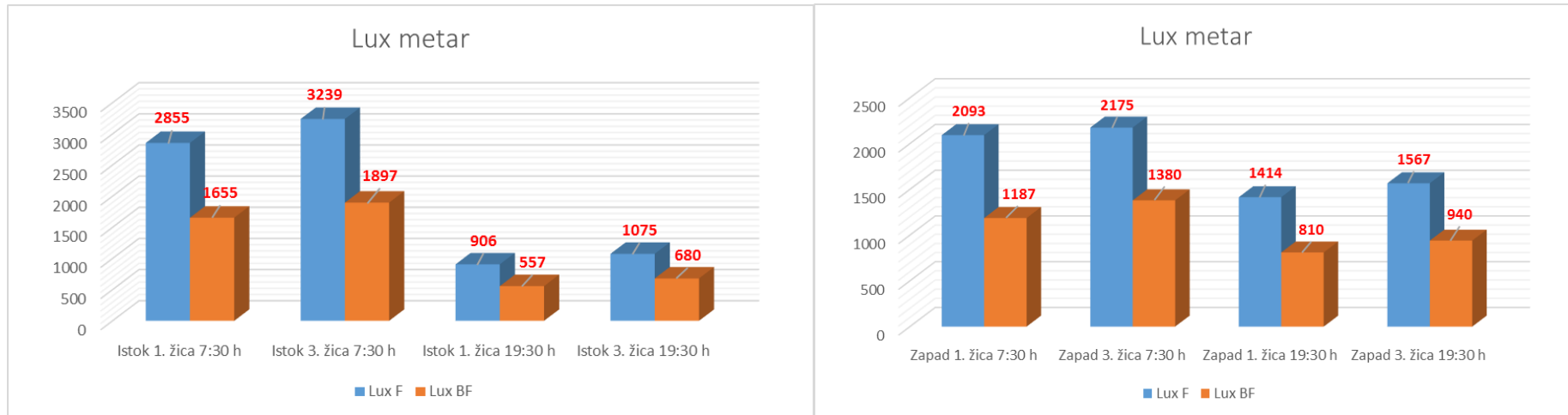
Kontrolni tretman na istočnoj strani reda rezultirao je značajno većim sadržajem vitamina C u trećem roku berbe (11.83^A). Sadržaj fenola i na istočnoj (5.75^A). i na zapadnoj strani (5.62^A) kontrolne varijante bio je značajno veći u prvom roku berbe. Na tretmanu s folijom vitamina C i na zapadnoj (13.43^A) i na istočnoj (9.79^A) strani u trećem roku berbe bio je značajno veći. Fenoli na istočnoj strani tretmana s folijom u prvom roku berbe (5.41^A) i antocijani na zapadnoj strani (0.19^A) rezultirali su značajno većim sadržajem u odnosu na ostale rokove berbe.

Tablica 20. Razlike u sadržaju promatranih parametara interne kvalitete ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli) između smjera pružanja reda (istok i zapad) po tretmanima (bez folije i folija) i rokovima berbe (prvi, drugi i treći rok). Vrijednosti iste slovne oznake nisu statistički značajne: ^{AB} razina $p \leq 0,05$.

		Bez folije									Folija								
		Prvi rok berbe			Drugi rok berbe			Treći rok berbe			Prvi rok berbe			Drugi rok berbe			Treći rok berbe		
		Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE	Vit C	ant	PHEE
istok		9.09	0.05	5.75	5.452	0.02	3.88	11.83	0.06	3.31 ^A	6.84	0.06	5.41	7.94	0.03	4.57	9.79 ^B	0.12	3.46
zapad		8.23	0.07	5.62	5.50	0.03	4.03	9.98	0.06	2.47 ^B	9.27	0.05	4.85	5.77	0.04	4.07	13.43 ^A	0.19	4.21
F-test		1.24	1.34	0.03	0.01	2.12	0.54	3.93	0.04	7.94	5.08	2.93	0.73	5.83	0.75	2.35	12.27	1.13	3.11
p		0.3080	0.2905	0.8775	0.9190	0.1957	0.4916	0.0946	0.8532	0.0305	0.0651	0.1377	0.4263	0.0523	0.4200	0.1765	0.0128	0.3288	0.1284

Kontrolni tretman bez folije rezultirao je značajno većim sadržajem fenola na istočnoj strani reda samo u trećem roku berbe (3.31^A). U ostalim rokovima berbe nisu utvrđene značajne razlike na kontrolnoj varijanti između istočne i zapadne strane u sadržaju ispitivanih parametara. Također na tretmanu s folijom jedino je u trećem roku berbe vitamina C bio značajno veći na zapadnoj strani reda (13.43^A).

5. Rasprava



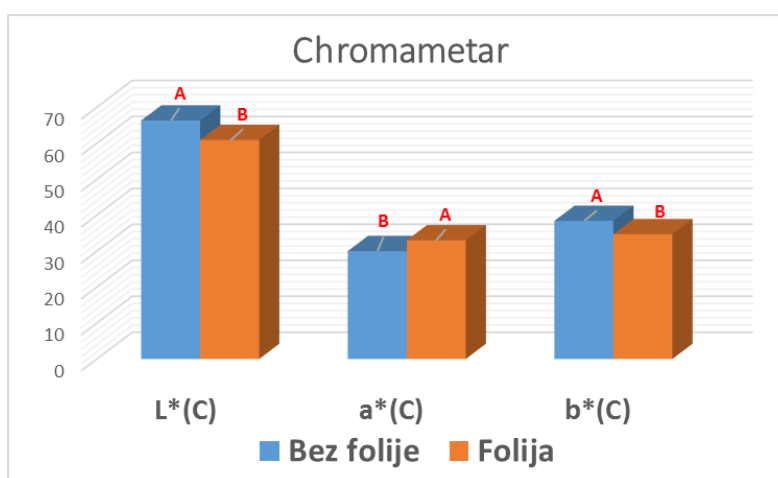
Grafikon 7. i Grafikon 8. Intenzitet refleksije svjetlosti sa istočne i zapadne strane reda

U Grafikonima 7. i 8. prikazane su prosječne vrijednosti mjerenja refleksije svjetlosti sa istočne i zapadne strane reda. Sa istočne strane reda na visini 1. i 3. žice uočene su značajne razlike između tretmana, osobito kod mjerenja u jutarnjim satima gdje je refleksija na foliji povećana za oko 70%. Kod mjerenja u večernjim satima zabilježeno je povećanje za 60% na tretmanu folijom u odnosu na kontrolu. Sa zapadne strane reda također su uočene značajne razlike između tretmana, i u jutarnjim i u večernjim satima. U jutarnjim satima na visini 1. žice došlo je do povećanja refleksije za 76%, na visini 3. žice za 57%. U večernjim satima povećanje refleksije na tretmanu folijom iznosilo je 74% na visini 1. žice, a na visini 3. žice 66%.

S obzirom na srednje vrijednosti mjerenja vidljivo je kako je na tretmanu folijom došlo do puno veće refleksije svjetlosti, što potvrđuju i brojna druga istraživanja. Blanke (2008.) navodi kako je pri korištenju Extenday folije došlo do povećanja refleksije svjetlosti za 13.9%, što je utjecalo na boje obojenje plodova i veći postotak prve klase.

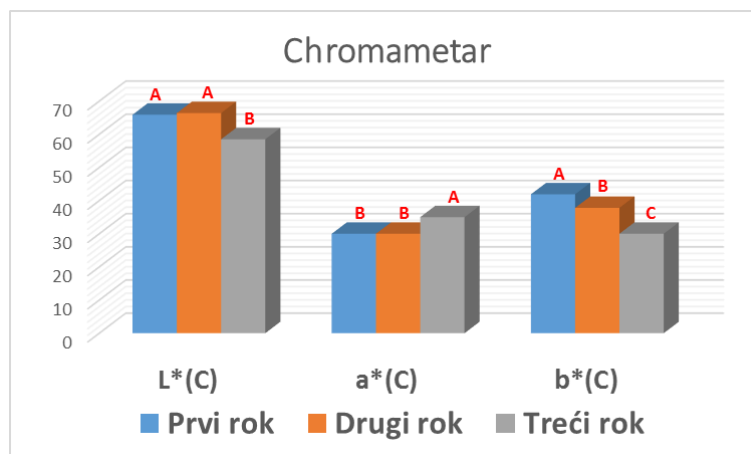
Zhang (2011.) provodi pokus sa reflektirajućom folijom na pistaciju i dolazi do zaključka kako je unutar krošnje na tretmanu folijom došlo do povećanja temperature za 3°C i do povećanja refleksije za 11% u odnosu na kontrolu. Istraživanje obuhvaća i ekonomsku opravdanost pa navodi kako se ulaganje vraća već u prvoj godini kroz bolju kvalitetu plodova.

Mika i sur. (2007.) postavljaju pokus sa reflektirajućom folijom na nasadu jabuka te navode kako je došlo do značajnog povećanja refleksije. Na sorti Pinova na 0,5 m dolazi do povećanja refleksije za 8 puta, na 1 m za 4 puta, na 1,5 m za 2 puta a na 2 m za 10%. Na sorti Jonagold na visini 0,75 m dolazi do povećanja refleksije za 7 puta, na 1,5 m za 2 puta a na 2,25 m za 10%.



Grafikon 9. Utjecaj tretmana na obojenost ploda

Mjerenje obojenosti plodova provedeno je na chromametru, a razlike između tretmana folijom i bez folije prikazane su u *Grafikonu 9*. Iz rezultata je vidljivo kako su plodovi na dijelu bez folije bili značajno svjetliji, sa manje crvene i više žute boje na pokožici u odnosu na tretman folijom.



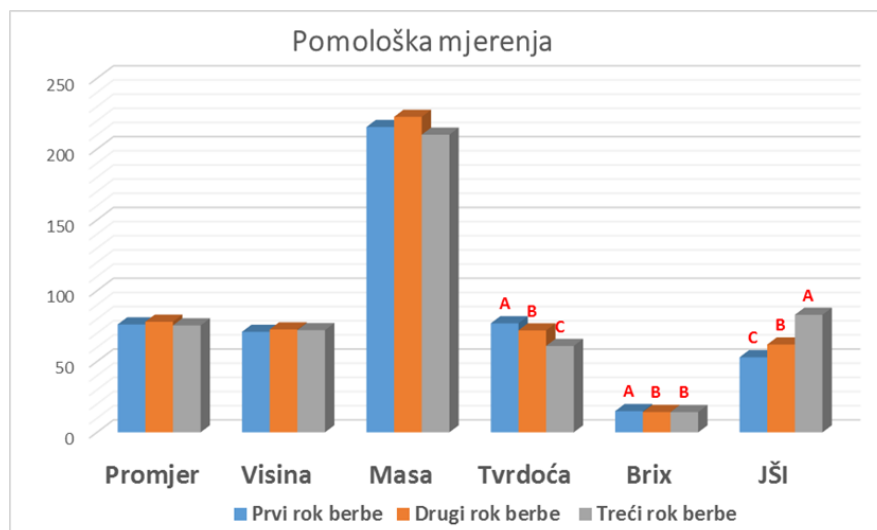
Grafikon 10. Utjecaj roka berbe na obojenost ploda

U *Grafikonu 10.* prikazane su razlike u obojenosti plodova između rokova berbe. Svjetlina pokožice je bila značajno veća u prvom i drugom roku berbe te su plodovi bili sa manje crvene boje. U trećem roku plodovi su bili značajno crveniji, dok su u prvom i drugom roku imali više žute boje.

Funke i Blanke (2004.) su koristili bijelu reflektirajuću foliju na sorti Braeburn te došli do zaključka kako je bolja osvjetljenost krošnje dovela do bolje obojenosti plodova, osobito u unutrašnjosti krošnje i na nižim granama koje su inače u sjeni. Na skali obojenosti plodovi unutar krošnje na dijelu bez folije imali su 66° obojenosti, dok su oni na tretmanu folijom imali 48°. Kod mjerenja zelene strane ploda oni na dijelu bez folije imali su 95° obojenosti, a plodovi na foliji 73°.

Overbeck i sur. (2014.) korištenjem reflektirajuće folije na sorti Gala Mondial ostvaruju poboljšanje interne kvalitete plodova, okus i nutritivnu vrijednost. Na tretmanu folijom dolazi do puno većeg osvjetljenja krošnje (8-9 puta) pa su plodovi crveniji za 14% u odnosu na one bez folije.

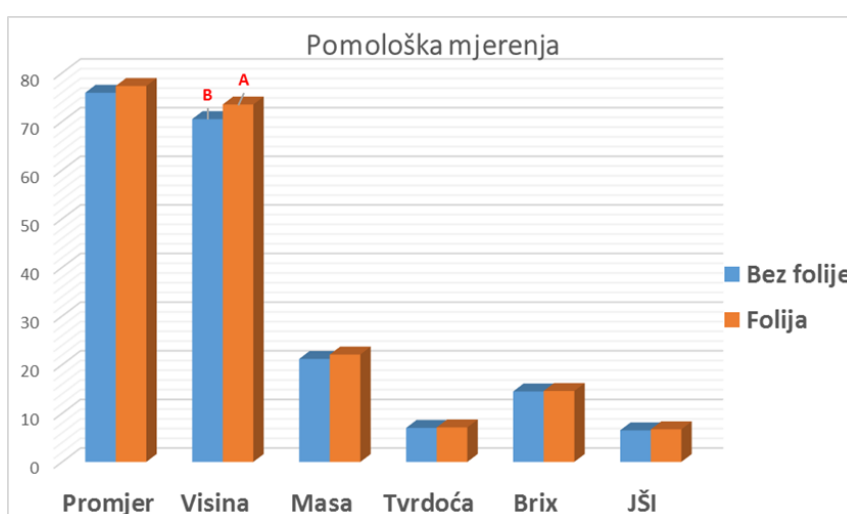
S obzirom na važnost crvene boje jabuke, Andris i Crisosto (1996.) postavljaju dvije vrste reflektirajućih materijala na sorti Fuji. Na aluminijskoj foliji sa platnom širine 121,12 cm plodovi su za 36,1% crveniji u odnosu na kontrolu, a na metaliziranoj polietilenskoj foliji širine 152,4 cm plodovi su za 30% crveniji. Osim crveniji plodova navode kako je omogućena ranija berba, plodovi su krupniji i bolje kvalitete. Još jedna vrlo bitna prednost je što su na tretmanom folijom ustanovili kako se u prvom roku berbe pobralo oko 35% više plodova nego na kontroli.



Grafikon 11. Utjecaj roka berbe na pomološke karakteristike ploda

Analize plodova nakon berbe obuhvatile su više mjerenja koja su prikazana u *Grafikonu 11*. Statistički značajne razlike vidljive su kod mjerenja tvrdoće ploda, sadržaja šećera i jodno-škrobnog indeksa. U prvom roku berbe izmjerene su najveće vrijednosti kod tvrdoće i sadržaja šećera, dok je u trećem roku najveća vrijednost jodno-škrobnog indeksa.

Iglesias i Alegre (2009.) u pokusu sa Extenday i Solarmate reflektirajućim folijama dolaze do zaključka kako nije bilo utjecaja na početak berbe, tvrdoću i krupnoću plodova te sadržaj šećera i škroba, ali broj plodova prve klase u prvom roku berbe je kod Extenday folije veći za 26%, a kod Solarmate za 17%.

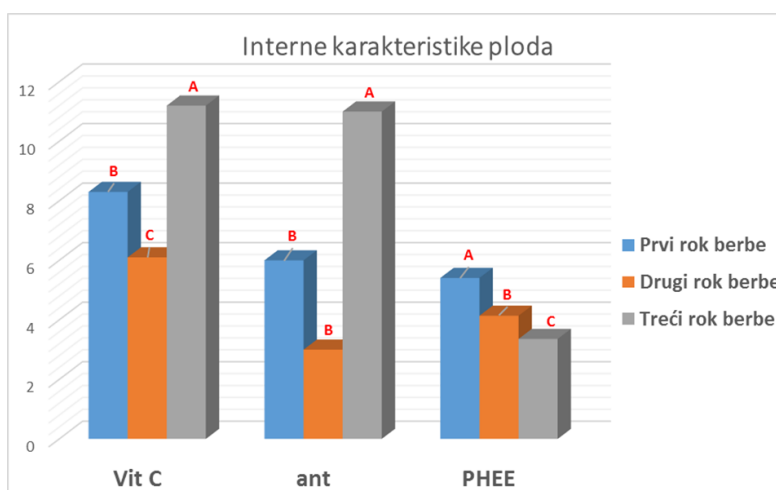


Grafikon 12. Utjecaj tretmana na pomološke karakteristike ploda

U *Grafikonu 12.* prikazan je utjecaj tretmana na pomološke karakteristike plodova, te je iz rezultata vidljivo kako je jedina statistički značajna razlika kod visine plodova na tretmanu folijom. Kod ostalih mjerenja nisu utvrđene statistički značajne razlike.

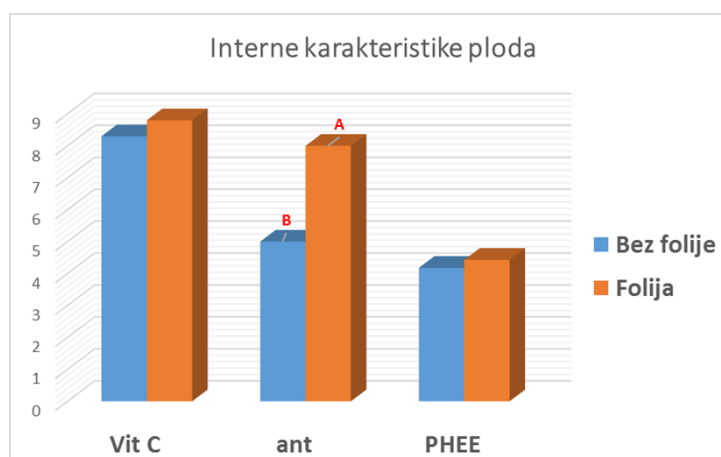
Overbeck i sur. (2014.) su u svom pokusu na sorti Gala utvrdili kako je reflektirajuća folija ubrzala konverziju škroba u šećer, ali nisu primjetili značajne razlike kod tvrdoće i sadržaja šećera.

Andris i Crisosto (1994.) također navode kako reflektirajuća folija nije utjecala na tvrdoću plodova, sadržaj šećera i škroba, što se slaže i sa našim rezultatima.



Grafikon 13. Utjecaj roka berbe na interne karakteristike ploda

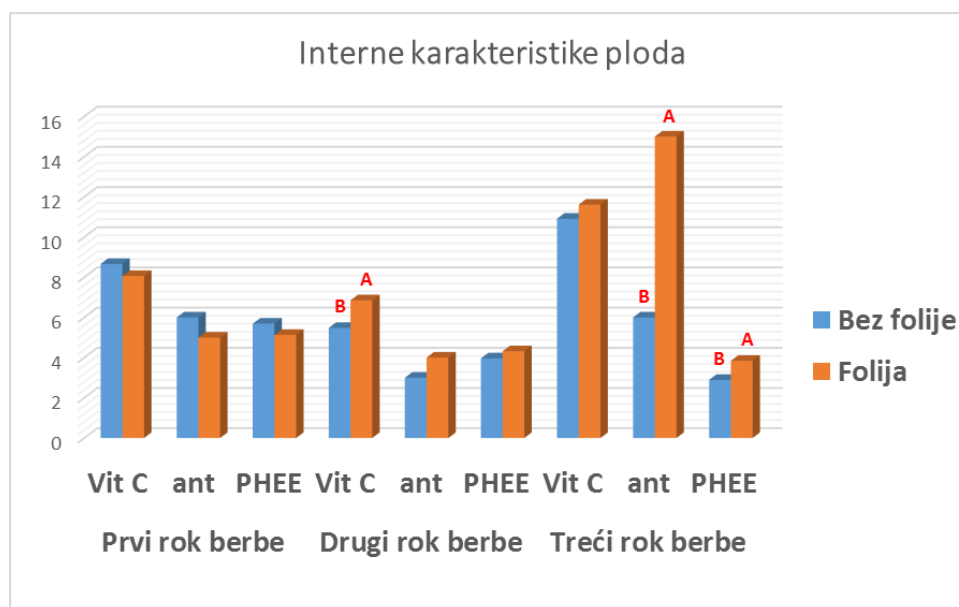
U *Grafikonu 13.* prikazan je utjecaj roka berbe na internu kvalitetu plodova. Sadržaj vitamina C i antocijana je bio najveći u trećem roku berbe, dok je koncentracija fenola bila najveća u prvom roku berbe.



Grafikon 14. Utjecaj tretmana na interne karakteristike ploda

Razlike interne kvalitete između tretmana folijom i bez folije prikazane su u *Grafikonu 14.* i vidljiva je statistički značajna razlika kod sadržaja antocijana u plodovima na tretmanu folijom. Kod ostalih parametara je bilo razlika, ali one nisu bile statistički značajne.

Iste rezultate kao i u našem pokusu navode Zhiqiang i sur. (1999.) koji koriste tri vrste reflektirajućih folija na sorti Fuji. U analizama utvrđuju kako je došlo do značajnog povećanja koncentracije antocijana i smanjenja sadržaja klorofila, osobito kod plodova koji su na vanjskim dijelovima krošnje.



Grafikon 15. Utjecaj tretmana po rokovima berbe na interne karakteristike ploda

U *Grafikonu 15.* prikazane su razlike internih parametara između tretmana folijom i bez folije, s obzirom na rok berbe. U prvom roku berbe nisu utvrđene statistički značajne razlike. U drugom roku berbe sadržaj vitamina C je bio značajno veći na tretmanu folijom, dok je u trećem roku sadržaj antocijana i fenola bio značajno veći na tretmanu folijom.

Solomakhin i sur. (2012.) u pokusu sa organskim mulchom (piljevina bora) dolaze do zaključka kako je refleksija povećana za 2-3 puta u odnosu na kontrolu. U plodovima je izmjeren veći sadržaj fosfora, magnezija i kalcija što je vrlo bitno za skladištenje jabuka. Na sorti Krasivoye sadržaj fenola je povećan za 2,5 puta, dok je na sortama Bogatir i Gigulevskoye puvećan za 15%. Koncentracija vitamina C je na sorti Krasivoye povećana za 22%, a na sorti Gigulevskoye za 63% u odnosu na kontrolu. Također navode kako je sadržaj antioksidansa povećan zbog bolje obojenosti plodova, odnosno više crvene boje na pokožici.

6. Zaključak

Pomološke karakteristike i interna kvaliteta ploda uz boju, ključni su i najvažniji parametri kvalitete suvremene visokointenzivne proizvodnje jabuke. Trendovi naglih temperaturnih iz toplijeg u hladni period i obrnuto uzrokuju nekonzistentnost po pitanju obojenosti plodova (sinteza PAL enzima). Istraživanje s ciljem utvrđivanja utjecaja reflektirajuće mulch folije na pomološke karakteristike i internu kvalitetu ploda jabuke kultivara Gala Must provedeno je 2015. godine u nasadu jabuke Poljoprivrednog centra d.o.o. u Valpovu (Istočna Hrvatska). Sorta je cjepljenja na podlogu M9, uzgojnog oblika vitko vreteno s gustoćom sklopa 0.9 x 3.2 m, odnosno 3 472 biljke po hektaru. Pokus je postavljen po split-plot metodi s 4 repeticije po 6 stabala. Tretmani su uključivali stabla ispod kojih je postavljena reflektirajuća folija i kontrolni tretman s redovnom međurednom obradom. Tretman je postavljen 20 dana prije očekivane tehnološke berbe plodova.

- Disperzija svjetlosti unutar krošnje na prvoj i trećoj žici bila je značajno veća pri tretmanu s folijom na obje strane reda. Mjerenja ukazuju na veći intenzitet svjetlosti u jutarnjim satima na istočnoj strani, odnosno u večernjim satima na zapadnoj strani, što je u korelaciji s pružanjem smjera redova i sunčeve putanje.
- Plodovi pod reflektirajućom folijom u svim rokovima berbe i svim smjerovima redova bili su tamniji i s više crvene, odnosno manje žute boje prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu (saturiraniji bojom); niži L^* i b^* .
- Tretman s folijom rezultirao je značajno većom visinom plodova, u prosjeku za oba smjera reda i sve rokove berbe. U prvom roku berbe tretman folijom rezultirao je značajno većim promjerom i JŠI, dok je u trećem roku berbe sadržaj Brix bio značajniji u prosjeku za obje strane reda. Istočna strana reda rezultirala je značajno većom visinom ploda i JŠI u prosjeku za sva tri roka berbe.
- Sadržaj antocijana na tretmanu sa folijom bio je značajno veći u prosjeku za obje strane reda i sve rokove berbe. Koncentracija vitamina C i antocijana bila je najznačajnija u trećem roku berbe, a fenola u prvom roku berbe, u prosjeku za sve strane redova i sve rokove berbe.
- Dobiveni rezultati istraživanja upućuju na veliki potencijal reflektirajuće folije u dostizanju, odnosno povećanju dopunske boje i interne kvalitete plodova.
- Upotreba ove dopunske pomotehničke mjere predstavlja vrlo kvalitetno rješenje tijekom prevladavanja nepovoljnih klimatskih trendova tijekom dozrijevanja jabuke.

7. Popis literature

- Andris, H.L., Crisosto, C.H. (1996.): Reflective materials enhance 'Fuji' apple color. *California Agriculture* 50(5):27-30. DOI: 10.3733/ca.v050n05p27.
- Andris, H.L., Crisosto, C.H., Grossman, Y.L. (1993.): The Use of Reflective Films to Improve the Apple Fruit Red Color. *California Agriculture*. 50: 27-30
- Benderitter M., Maupoil V., Vergely C., Dalloz F., Briot F., Rochette L. (1998): Studies by electron paramagnetic resonance of the importance of iron in the hydroxyl scavenging properties of ascorbic acid in plasma: effects of iron chelators. *Fundam Clin Pharmacol*, 12: 510-516.
- Blanke, M.M. (2008.): Alternatives to reflective mulch cloth (Extenday™) for apple under hail net? Volume 116, Issue 2, 4 April 2008, Pages 223–226
- Blanke, M.M. (2009). The structure of coloured hail nets affects light transmission, light spectrum, phytochrome and apple fruit colouration. *Acta Hort.* 817, 177-184. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.817.17
- Brzica K. (1991.): *Voćarstvo za svakog*, Naprijed, Zagreb
- Drake, S.R. and T.A. Eisele. (1994.): Influence of harvest date and controlled atmosphere storage delay on the color and quality of 'Delicious' apples stored in a purge type controlled atmosphere environment. *HortTechnology*, July/Sept. 1994
- Funke, K., Blanke, M. (2004.): Can reflective ground cover enhance fruit quality and colouration? *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.3 (1) : 203-206. 2005
- Giusti, M.M.; Wrolstad, R.E. (2001): Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*. New York: John Wiley and Sons F1.2.1. - F1.2.13.
- Glenn, M.D., Puterka, G.J. (2007.): The Use of Plastic Films and Sprayable Reflective Particle Films to Increase Light Penetration in Apple Canopies and Improve Apple Color and Weight. *HortScience* February 2007 vol. 42 no. 1 91-96
- Guerrero V.M., Orozco J.A., Romo A., Gardea A.A., Molina F.J., Sastré B., Martínez J.J. (2002.): The effect of hail nets and ethephon on color development of 'Redchief Delicious' apple fruit in the highlands of Chihuahua, Mexico. *J. Am. Pomol. Soc.* 56: 132-135.

- Iglesias, I., Alegre, S. (2009.): The effects of reflective film on fruit color, quality, canopy light distribution, and profitability of 'mondial gala' apples. HortTechnology July-September 2009 vol. 19 no. 3 488-498
- Iglesias, I., Salvia, J., Torguet, L., Montserrat, R. (2005.): The evaporative cooling effects of overtree microsprinkler irrigation on 'Mondial Gala' apples. Volume 103, Issue 3, 30 January 2005, Pages 267–287
- Keserović Z., Magazin N., Injac M., Totis F., Milić B., Dorić M., Petrović J. (2014.): Integralna proizvodnja jabuke, Tampograf, Novi Sad
- Kikuchi, T., Arakawa, O. Norton, R.N. (1997.): Improving skin color of 'Fuji' apple in Japan. Fruit varieties journal, ISSN : 0091-3642
- Krpina I. i suradnici (2004.): Voćarstvo, Globus, Zagreb
- Layne, D.R., Zhengwang, J., Z., Rushing, J.W. (2002.): The Influence of Reflective Film and ReTain on Red Skin Coloration and Maturity of 'Gala' Apples. HortTechnology October-December 2002 vol. 12 no. 4 640-645
- Li, M., Hao, J., Yu, Y., Fu, S., Li, Y., Wu, J. (2005.): Effects of abscisic acid on the color of hanguang apple fruit. Journal of Shenyang Agricultural University [2005, 36(2):189-193]
- Meinhold, T., Damerow, L., Blanke, M. (2011.): Reflective materials under hailnet improve orchard light utilisation, fruit quality and particularly fruit colouration. Scientia Horticulturae. Volume 127, Issue 3, 10 January 2011, Pages 447–451
- 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 Research Vol. 15, 2007:41-53
- Overbeck, V., Blanke, M.M., Schmitz-Eiberger, M.A. (2014.): Healthier Fruit with Extenday?. Acta Hort. 1058, ISHS 2014
- Saure, M.C., (1990) External control of anthocyanin formation in apple. Scientia Hort. 42:181–218
- Singleton, V. L., Rossi, J.A. (1965): Colorimetry a total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitric. 16, 144-158.
- Solomakhin, A.A., Trunov, Y.V., Blanke, M., Noga, G. (2012.): Improvement of Vitamin C, Phenolics and Colouration in Apple Fruit with Organic Mulch Used as a Reflective Material. Acta Hort. 933, ISHS 2012

- Wang, Z., Dilley D.R. (2001.): Aminoethoxyvinylglycine, Combined with Ethephon, Can Enhance Red Color Development without Over-ripening Apples. HortScience April 2001 vol. 36 no. 2, 328-331
- Weeks, W.D., F.W. Southwick, M.Drake, and J.E. Steckel. (1958.): The effect of varying rates of nitrogen and potassium on the mineral composition of McIntosh foliage and fruit color. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71:11-19
- Wertheim, S.J., A. de Jager, and M.J.J.P. Duyzens. (1986.): Comparison of single-row and multi-row planting systems with apples, with regard to productivity, fruit size and colour. Acta Horticulturae 160:243-258
- Zhang, J. (2011.): Application of Reflective Mulch in Pistachio Production. Acta Hort. 912, ISHS 2011
- ZhengHua, L., Hiroshi, G., Shuichi I. (2001.): Stimulation of 'Fuji' apple skin color by ethephon and phosphorus–calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis. Scientia Horticulturae, Volume 94, Issues 1–2, 2002., Pages 193–199
- Zhiqiang, J., Yousheng, D., Zhiguo, J. (1999.): Effects of covering the orchard floor with reflecting films on pigment accumulation and fruit coloration in 'Fuji' apples. Scientia Horticulturae. Volume 82, Issues 1–2, 1 December 1999, Pages 47–56
- Agro Alians (2016.): Apple. <http://www.agroalians.com/page/apple.php>
- FAOSTAT (2013.): <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Fresh Plaza (2012.): Italy: Photosensitive anti-hail nets make Fuji apples red. <http://www.freshplaza.com/article/96509/Italy-Photosensitive-anti-hail-nets-make-Fuji-apples-red>
- Google karte (2016.): <https://www.google.hr/maps/@45.6392998,18.4541675,1304m/data=!3m1!1e3?hl=hr>
- Izbor podloga voćnih vrsta (2013.): <http://www.gospodarski.hr/Publication/2013/5/izbor-podloga-voćnih-vrsta/7776>
- Izbor sorata jabuke (2013.): http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/vocne-vrste/jabuka/izbor-sorata-jabuke
- Konica Minolta (2016.): <http://sensing.konicaminolta.asia/products/cr-400-410-chroma-meter-difference-with-colorimeter/>

- Lakso, A.; Goffinet M. (2013.): Apple Fruit Growth.
<http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2014/Tree%20Fruit/Apple%20Fruit%20Growth%20Lakso.pdf>
- PinovaSoft (2016.): http://pinova-meteo.com/hr_HR/meteo-stanica
- Proizvodnja povrća, voća i grožđa u 2015. (2016.):
http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2015/01-01-31_01_2015.htm
- Ritenour, M.; Khemira H. (1997.): Red color development of apple.
<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/REP2007A.pdf>

8. Sažetak

Istraživanje s ciljem utvrđivanja utjecaja reflektirajuće mulch folije na pomološke karakteristike i internu kvalitetu ploda jabuke kultivara Gala Must provedeno je 2015. godine u nasadu jabuke Poljoprivrednog centra d.o.o. u Valpovu (Istočna Hrvatska). Sorta je cjepljenja na podlogu M9, uzgojnog oblika vitko vreteno s gustoćom sklopa 0.9 x 3.2 m, odnosno 3 472 biljke po hektaru. Pokus je postavljen po split-plot metodi s 4 repeticije po 6 stabala. Tretmani su uključivali stabla ispod kojih je postavljena reflektirajuća folija i kontrolni tretman s redovnom međurednom obradom. Tretman je postavljen 20 dana prije očekivane tehnološke berbe plodova. Disperzija svjetlosti unutar krošnje na prvoj i trećoj žici bila je značajno veća pri tretmanu s folijom na obje strane reda. Mjerenja ukazuju na veći intenzitet svjetlosti u jutarnjim satima na istočnoj strani, odnosno u večernjim satima na zapadnoj strani, što je u korelaciji s pružanjem smjera redova i sunčeve putanje. Plodovi pod reflektirajućom folijom u svim rokovima berbe i svim smjerovima redova bili su tamniji i s više crvene, odnosno manje žute boje prema CIE L*a*b* sustavu (saturiraniji bojom); niži L* i b*. Tretman s folijom rezultirao je značajno većom visinom plodova, u prosjeku za oba smjera reda i sve rokove berbe. U prvom roku berbe tretman folijom rezultirao je značajno većim promjerom i JŠI, dok je u trećem roku berbe sadržaj Brix bio značajniji u prosjeku za obje strane reda. Istočna strana reda rezultirala je značajno većom visinom ploda i JŠI u prosjeku za sva tri roka berbe. Sadržaj antocijana na tretmanu sa folijom bio je značajno veći u prosjeku za obje strane reda i sve rokove berbe. Koncentracija vitamina C i antocijana bila je najznačajnija u trećem roku berbe, a fenola u prvom roku berbe, u prosjeku za sve strane redova i sve rokove berbe. Dobiveni rezultati istraživanja upućuju na veliki potencijal reflektirajuće folije u dostizanju, odnosno povećanju dopunske boje i interne kvalitete plodova. Upotreba ove dopunske pomotehničke mjere predstavlja vrlo kvalitetno rješenje tijekom prevladavanja nepovoljnih klimatskih trendova tijekom dozrijevanja jabuke.

Ključne riječi: Jabuka, reflektirajuća folija, intenzitet boje, obojenost ploda

9. Summary

The study aimed at determining the impact of reflective mulch foil to pomological characteristics and internal quality of the fruit apple cultivars Gala Must was conducted in 2015 in the apple orchard of Agricultural Centre Ltd. in Valpovo (Eastern Croatia). Variety was grafted on M9 rootstock, with spindle training system and density set 0.9 x 3.2 m, or 3472 plants per hectare. Treatments included the trees beneath which was set reflective foil, and control treatment with regular inter-row cultivation. The treatment was set 20 days before the expected technological harvest. The dispersion of light within the canopy on the first and third string was significantly higher in the treatment with foil on both sides of the row.

Measurements indicate a greater intensity of light in the morning on the east side, and in the evening on the west side which is correlated with stretching of the row direction and path of the sun. The fruits under the reflective foil in all harvest periods and all row direction were darker and more red and less yellow, according to the CIE $L^* a^* b^*$ system (more saturated with color); lower L^* and b^* . Treatment with foil resulted in a significantly greater height of fruits, on average, for each row direction and all harvest periods. In the first harvest period foil treatment resulted in a significantly larger diameter and starch-iodine index, while in the third harvest time Brix content was significant, on average, for both row sides. The east side of the row resulted in significantly greater height of the fruit and starch-iodine index on average for all three periods of harvest. Anthocyanin contents in the foil treatment were significantly higher on average for both rows and all harvest periods. Vitamin C and anthocyanin concentrations were the most significant in the third harvest period, and phenols in the first harvest period, with average for all row sides and all harvest periods. Obtained research results suggest great potential of reflective foil in achieving or increasing the additional color and internal quality of the fruit. The use of these additional pomotechnical measures is a very good solution for overcoming the adverse climatic trends during ripening of apples.

Key words: Apple, reflective mulch, color intensity, fruit color

10. Popis tablica

Tablica 1. Deskripcija voćnjaka 17

Tablica 2. Trofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj tretmana (bez folije i folija), smjera reda (istok i zapad) i roka berbe (prvi, drugi i treći rok) na vrijednosti ispitivanih parametara (L^*) svjetlina, (a^*) odnos intenziteta crvene ($+a^*$) / zelene boje ($-a^*$), (b^*) odnos intenziteta žute($+b^*$)/plave boje($-b^*$) prema CIE $L^*a^*b^*$ 33

Tablica 3. Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i tretmana folijom (bez folije i folija) na vrijednosti ispitivanih parametara (L^*) svjetlina, (a^*) odnos intenziteta crvene ($+a^*$) / zelene boje ($-a^*$), (b^*) odnos intenziteta žute($+b^*$)/plave boje($-b^*$) prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu po rokovima berbe 35

Tablica 4. Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i roka berbe (prvi, drugi i treći rok) na vrijednosti ispitivanih parametara (L^*) svjetlina, (a^*) odnos intenziteta crvene ($+a^*$) / zelene boje ($-a^*$), (b^*) odnos intenziteta žute($+b^*$)/plave boje($-b^*$) prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu po tretmanima s folijom..... 36

Tablica 5. Utjecaj tretmana (kontrola i folija) na vrijednosti ispitivanih parametara (L^*) svjetlina, (a^*) odnos intenziteta crvene ($+a^*$) / zelene ($-a^*$) boje, (b^*) odnos intenziteta žute ($+b^*$) / plave ($-b^*$) boje prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu po roku berbe..... 37

Tablica 6. Utjecaj tretmana (kontrola i folija) na vrijednosti ispitivanih parametara (L^*) svjetlina, (a^*) odnos intenziteta crvene ($+a^*$) / zelene ($-a^*$) boje, (b^*) odnos intenziteta žute ($+b^*$) / plave ($-b^*$) boje prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu po smjeru pružanja reda. 38

Tablica 7. Utjecaj roka berbe na vrijednosti ispitivanih parametara (L^*) svjetlina, (a^*) odnos intenziteta crvene ($+a^*$) / zelene ($-a^*$) boje, odnos intenziteta žute ($+b^*$) / plave ($-b^*$) boje prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu po smjeru pružanja reda. 38

Tablica 8. Utjecaj roka berbe na vrijednosti ispitivanih parametara (L^*) svjetlina, (a^*) odnos intenziteta crvene ($+a^*$) / zelene ($-a^*$) boje, odnos intenziteta žute ($+b^*$) / plave ($-b^*$) boje prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu po tretmanima. 39

Tablica 9. Utjecaj smjera reda na vrijednosti ispitivanih parametara (L^*) svjetlina, (a^*) odnos intenziteta crvene ($+a^*$) / zelene ($-a^*$) boje, odnos intenziteta žute ($+b^*$) / plave ($-b^*$) boje prema CIE $L^*a^*b^*$ sustavu po tretmanima.. 39

<i>Tablica 10.</i> Trofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj roka berbe (prvi, drugi i treći rok), smjera reda (istok i zapad) i tretmana (bez folije i folija) na pomološke karakteristike ploda (promjer, visina, masa, tvrdoća, brix i JŠI).....	40
<i>Tablica 11.</i> Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i tretmana (bez folije i folija) po roku berbe (prvi, drugi i treći rok) na pomološke karakteristike ploda (promjer, visina, masa, tvrdoća, brix i JŠI).....	41
<i>Tablica 12.</i> Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj roka berbe (prvi, drugi i treći rok) i tretmana (bez folije i folija) po smjeru reda (istok i zapad) na pomološke karakteristike ploda (promjer, visina, masa, tvrdoća, brix i JŠI).....	42
<i>Tablica 13.</i> Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj roka berbe (prvi, drugi i treći rok) i smjera reda (istok i zapad) po roku tretmanu (bez folije i folija) na pomološke karakteristike ploda (promjer, visina, masa, tvrdoća, brix i JŠI).....	43
<i>Tablica 14.</i> Trofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj rok berbe (prvi, drugi i treći rok), smjera reda (istok i zapad) i tretmana (bez folije i folija) na interne karakteristike ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli)..	44
<i>Tablica 15.</i> Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i rok berbe (prvi, drugi i treći rok) po tretmanima (bez folije i folija) na interne karakteristike ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli).....	45
<i>Tablica 16.</i> Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj tretmana (bez folije i folija) i roka berbe (prvi, drugi i treći rok) po smjeru reda (istok i zapad) na interne karakteristike ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli).....	45
<i>Tablica 17.</i> Dvofaktorijalna ANOVA i LSD test ($p \leq 0,05$) za utjecaj smjera reda (istok i zapad) i tretmana (bez folije i folija) po roku berbe (prvi, drugi i treći rok) na interne karakteristike ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli).....	46
<i>Tablica 18.</i> Razlike u sadržaju promatranih parametara interne kvalitete ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli) između tretmana (bez folije i folija) po rokovima berbe (prvi, drugi i treći rok) i smjeru pružanja reda (istok i zapad).....	47

Tablica 19. Razlike u sadržaju promatranih parametara interne kvalitete ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli) između rokova berbe (prvi, drugi i treći rok) po tretmanima (bez folije i folija) i smjeru pružanja reda (istok i zapad)..... 48

Tablica 20. Razlike u sadržaju promatranih parametara interne kvalitete ploda (vitamin C, antocijanini i fenoli) između smjera pružanja reda (istok i zapad) po tretmanima (bez folije i folija) i rokovima berbe (prvi, drugi i treći rok)..... 49

11. Popis slika

<i>Slika 1.</i> Vitko vreteno	4
<i>Slika 2.</i> Podloge za jabuku.....	5
<i>Slika 3.</i> Proces razvoja ploda jabuke	6
<i>Slika 4.</i> Crna protugradna mreža	10
<i>Slika 5.</i> Reflektirajuća mulch folija	12
<i>Slika 6.</i> Prikaz nasada jabuke	16
<i>Slika 7.</i> Agrometeorološka stanica	18
<i>Slika 8.</i> Gala Must	20
<i>Slika 9.</i> Polietilenska metalizirana folija bez pojačanja mrežom	21
<i>Slika 10.</i> Mjerenje refleksije svjetlosti Lux metrom.....	22
<i>Slika 11.</i> Mjerenje krupnoće plodova pomičnom mjerkom	22
<i>Slika 12.</i> Mjerenje tvrdoće ploda penetrometrom	23
<i>Slika 13.</i> Mjerenje postotka suhe tvari refraktometrom	23
<i>Slika 14.</i> Jodno-škrobni test.....	24
<i>Slika 15.</i> CR-400 chromametar	25
<i>Slika 16.</i> Maceriranje pokožice tekućim dušikom.....	26
<i>Slika 17.</i> Pokožica ploda sa puferom I i II.....	27
<i>Slika 18.</i> Uzorci za određivanje sadržaja askorbinske kiseline	28

12. Popis grafikona

<i>Grafikon 1.</i> Kretanje minimalnih i maksimalnih temperatura zraka	18
<i>Grafikon 2.</i> Količina padalina	19
<i>Grafikon 3. i Grafikon 4.</i> Intenzitet refleksije svjetlosti u 07:30 h i 19:30 h sa istočne strane reda na visini 1. i 3. žice	30
<i>Grafikon 5. i Grafikon 6.</i> Intenzitet refleksije svjetlosti u 07:30 h i 19:30 h sa zapadne strane reda na visini 1. i 3. žice	31
<i>Grafikon 7. i Grafikon 8.</i> Intenzitet refleksije svjetlosti sa istočne i zapadne strane reda ..	50
<i>Grafikon 9.</i> Utjecaj tretmana na obojenost ploda	51
<i>Grafikon 10.</i> Utjecaj roka berbe na obojenost ploda	52
<i>Grafikon 11.</i> Utjecaj roka berbe na pomološke karakteristike ploda	53
<i>Grafikon 12.</i> Utjecaj tretmana na pomološke karakteristike ploda	53
<i>Grafikon 13.</i> Utjecaj roka berbe na interne karakteristike ploda.....	54
<i>Grafikon 14.</i> Utjecaj tretmana na interne karakteristike ploda.....	54
<i>Grafikon 15.</i> Utjecaj tretmana po rokovima berbe na interne karakteristike ploda	55

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smjer: Voćarstvo

UTJECAJ REFLEKTIRAJUĆE FOLIJE NA KVALITETU PLODOVA JABUKE GALA

Marko Đurković

Sažetak: Istraživanje s ciljem utvrđivanja utjecaja reflektirajuće mulch folije na pomološke karakteristike i internu kvalitetu ploda jabuke kultivara Gala Must provedeno je 2015. godine u nasadu jabuke Poljoprivrednog centra d.o.o. u Valpovu (Istočna Hrvatska). Sorta je cjepljena na podlogu M9, uzgojnog oblika vitko vreteno s gustoćom sklopa 0.9 x 3.2 m, odnosno 3 472 biljke po hektaru. Pokus je postavljen po split-plot metodi s 4 repeticije po 6 stabala. Tretmani su uključivali stabla ispod kojih je postavljena reflektirajuća folija i kontrolni tretman s redovnom međurednom obradom. Tretman je postavljen 20 dana prije očekivane tehnološke berbe plodova. Disperzija svjetlosti unutar krošnje na prvoj i trećoj žici bila je značajno veća pri tretmanu s folijom na obje strane reda. Mjerenja ukazuju na veći intenzitet svjetlosti u jutarnjim satima na istočnoj strani, odnosno u večernjim satima na zapadnoj strani, što je u korelaciji s pružanjem smjera redova i sunčeve putanje. Plodovi pod reflektirajućom folijom u svim rokovima berbe i svim smjerovima redova bili su tamniji i s više crvene, odnosno manje žute boje prema CIE L*a*b* sustavu (saturiraniji bojom); niži L* i b*. Tretman s folijom rezultirao je značajno većom visinom plodova, u prosjeku za oba smjera reda i sve rokove berbe. U prvom roku berbe tretman folijom rezultirao je značajno većim promjerom i JŠI, dok je u trećem roku berbe sadržaj Brix bio značajniji u prosjeku za obje strane reda. Istočna strana reda rezultirala je značajno većom visinom ploda i JŠI u prosjeku za sva tri roka berbe. Sadržaj antocijana na tretmanu sa folijom bio je značajno veći u prosjeku za obje strane reda i sve rokove berbe. Koncentracija vitamina C i antocijana bila je najznačajnija u trećem roku berbe, a fenola u prvom roku berbe, u prosjeku za sve strane redova i sve rokove berbe. Dobiveni rezultati istraživanja upućuju na veliki potencijal reflektirajuće folije u dostizanju, odnosno povećanju dopunske boje i interne kvalitete plodova. Upotreba ove dopunske pomotehničke mjere predstavlja vrlo kvalitetno rješenje tijekom prevladavanja nepovoljnih klimatskih trendova tijekom dozrijevanja jabuke.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Aleksandar Stanisavljević

Broj stranica: 72

Broj grafikona i slika: 33

Broj tablica: 20

Broj literaturnih navoda: 41

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: Jabuka, reflektirajuća folija, intenzitet boje, obojenost ploda

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Doc. dr. sc. Brigita Popović, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Aleksandar Stanisavljević, mentor
3. Doc.dr.sc. Miroslav Lisjak, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek
University graduate study, course: Pomiculture

Graduate work

THE IMPACT OF REFLECTIVE FOIL ON THE QUALITY OF GALA APPLES

Marko Đurković

Abstract: The study aimed at determining the impact of reflective mulch foil to pomological characteristics and internal quality of the fruit apple cultivars Gala Must was conducted in 2015 in the apple orchard of Agricultural Centre Ltd. in Valpovo (Eastern Croatia). Variety was grafted on M9 rootstock, with spindle training system and density set 0.9 x 3.2 m, or 3472 plants per hectare. Treatments included the trees beneath which was set reflective foil, and control treatment with regular inter-row cultivation. The treatment was set 20 days before the expected technological harvest. The dispersion of light within the canopy on the first and third string was significantly higher in the treatment with foil on both sides of the row. Measurements indicate a greater intensity of light in the morning on the east side, and in the evening on the west side which is correlated with stretching of the row direction and path of the sun. The fruits under the reflective foil in all harvest periods and all row direction were darker and more red and less yellow, according to the CIE L * a * b * system (more saturated with color); lower L * and b *. Treatment with foil resulted in a significantly greater height of fruits, on average, for each row direction and all harvest periods. In the first harvest period foil treatment resulted in a significantly larger diameter and starch-iodine index, while in the third harvest time Brix content was significant, on average, for both row sides. The east side of the row resulted in significantly greater height of the fruit and starch-iodine index on average for all three periods of harvest. Anthocyanin contents in the foil treatment were significantly higher on average for both rows and all harvest periods. Vitamin C and anthocyanin concentrations were the most significant in the third harvest period, and phenols in the first harvest period, with average for all row sides and all harvest periods. Obtained research results suggest great potential of reflective foil in achieving or increasing the additional color and internal quality of the fruit. The use of these additional pomotechnical measures is a very good solution for overcoming the adverse climatic trends during ripening of apples.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Aleksandar Stanisavljević

Number of pages: 72

Number of figures and pictures: 33

Number of tables: 20

Number of references: 41

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: Apple, reflective mulch, color intensity, fruit color

Reviewers:

1. Brigita Popović, Ph.D., asst. prof., president
2. Aleksandar Stanisavljević, Ph.D. assoc. prof., mentor
3. Miroslav Lisjak, Ph.D., asst. prof., member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d