Učinkovite metode smanjenja raspucavanja plodova trešnje

Colić, Lea

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:347781

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

UČINKOVITI NAČINI SMANJENJA RASPUCAVANJA PLODOVA TREŠNJE

DIPLOMSKI RAD

Lea Colić

Zagreb, rujan, 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Hortikultura - Voćarstvo

UČINKOVITI NAČINI SMANJENJA RASPUCAVANJA PLODOVA TREŠNJE

DIPLOMSKI RAD

Lea Colić

Mentor:
doc.dr.sc. Goran Fruk

Zagreb, rujan, 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Lea Colić**, JMBAG 0178107581, rođena 30. svibnja 1996. u Zadru, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UČINKOVITI NAČINI SMANJENJA RASPUCAVANJA PLODOVA TREŠNJE

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

Lea Colić
_____
Potpis studentice

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Lee Colić**, JMBAG 0178107581, naslova

UČINKOVITI NAČINI SMANJENJA RASPUCAVANJA PLODOVA TREŠNJE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	doc. dr. sc. Goran Fruk	mentor	_____
2.	doc. dr. sc. Marko Petek	član	_____
3.	prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić	član	_____

Zahvala

Ovim putem, prije svega, želim zahvaliti svom mentoru doc. dr. sc. Goranu Fruku na pruženoj prilici, vrijednim savjetima te velikoj pomoći pri pisanju ovog rada. Hvala svim prijateljima koji su bili ovih 5 godina uz mene te me motivirali i hrabrili tokom studiranja. Na kraju, najveće hvala mojoj obitelji koja mi je sve ovo omogućila i bez čije podrške i ljubavi ne bih sve ovo uspjela.

Sadržaj

1. UVOD 1

1.1. CILJ RADA 1

2. PREGLED LITERATURE 2

2.1. KARAKTERISTIKE TREŠNJE 2

2.1.1. MORFOLOGIJA PLODA 2
2.1.2. POMOLOŠKE KARAKTERISTIKE 3
2.1.3. UVJETI UZGOJA TREŠNJE 5
2.1.4. TIPOVI PUKOTINA NA PLODU TREŠNJE 6

2.2. UZROCI RASPUCAVANJA PLODOVA TREŠNJE 9

2.2.1. KOLIČINA VODE 10
2.2.2. IZBOR SORTE I PODLOGE 12

2.3. AGROTEHNIČKE MJERE SPRJEČAVANJA RASPUCAVANJA PLODOVA TREŠNJE 14

2.3.1. PRIMJENA BIOSTIMULATORA 14
2.3.2. PRIMJENA KALCIJA 17
2.3.3. KORIŠTENJE ZAŠTITNIH FOLIJA 23
2.3.4. UPOTREBA PREMAZA NA PLODOVIMA 27
2.3.5. KORIŠTENJE BESPILOTNIH LETJELICA I RASPRŠIVAČA ZRAKA 30

3. ZAKLJUČAK 31

4. POPIS LITERATURE 32

ŽIVOTOPIS 37

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Lee Colić**, naslova

UČINKOVITI NAČINI SMANJENJA RASPUCAVANJA PLODOVA TREŠNJE

Trešnja (*Prunus avium* L.) je značajno sezonsko voće u Hrvatskoj jer je vrijeme dozrijevanja u proljeće odmah nakon jagoda, no raspucavanje plodova jedan je od najvećih problema u uzgoju trešanja. Zadnjih godina cijenjeni su plodovi promjera većeg od 28 mm što je odlika sorte, ali i uzgojnih uvjeta. Uzrok raspucavanja je prekomjerna apsorpcija vode koja se najčešće događa na apikalnom dijelu ploda. Takva oštećenja plodova omogućavaju propadanje mesa ploda, bakterijska oboljenja te negativno utječu na senzoričke vrijednosti ploda, a samim time i na ekonomičnost proizvodnje. U radu su navedeni različiti načini sprječavanja raspucavanja plodova (odabir sortimenta, primjena regulatora rasta, prihrana kalcijem i dr.).

Ključne riječi: trešnja, raspucavanje plodova, apsorpcija vode, tretmani smanjenja raspucavanja

Summary

Of the master's thesis - student Lea Colić**,** entitled

EFFECTIVE WAYS TO REDUCE SWEET CHERRY FRUIT CRACKING

Sweet cherry (*Prunus avium* L.) is a significant seasonal fruit in Croatia because its time of ripening is in the spring immediately after the strawberries, but the cracking of the fruit is one of the biggest problems in the cultivation of cherries. In recent years, fruits with a diameter of more than 28 mm have been appreciated, which is a feature of the variety and growing conditions. The cause of cracking is excessive water absorption which most often occurs on the apical part of the fruit. Such damage to the fruit enables the decay of the flesh of the fruit, bacterial diseases and negatively affects the sensory values of the fruit and thus the economy of production. The paper presents various ways to prevent fruit cracking (assortment selection, application of growth regulators, calcium supplementation, etc.).

Keywords: sweet cherry, fruit cracking, water absorption, treatments reducing cracking

1. UVOD

Trešnja (*Prunus avium* L.) je voćna vrsta skromnih zahtjeva čije sorte potječu od *Prunus avium,* odnosno *Cerasus avium*, a gencentar im je Mala Azija i Transkavkasko gorje gdje rastu i do 1800 m nadmorske visine (Krpina i sur., 2004). Unatoč osjetljivosti na napad nekih bolesti i raspucavanje plodova kod dugotrajnih kiša uzgaja se u cijeloj Europi (Kantoci, 2008).

Voćka je koju potrošači iznimno cijene zbog njene kakvoće. Bogata je biljnim vlaknima, vitaminima i mineralima te antioksidansima i upravo zbog tih izrazito hranjivih sastojaka te dijetoprofilaktičkih i dijetoterapijskih vrijednosti, konzumacija trešanja sve je veća (Radunić i sur., 2008). Ima sočne plodove koji se mogu konzumirati u svježem stanju ili kao prerađevine, te se može uzgajati za proizvodnju rakija i likera. Za potrošnju u svježem stanju najbolje su rane sorte sa što krupnijim plodovima jer takvi postižu najveću cijenu, dok su za prerađivanje poželjne sorte koje imaju obojen sok te veću količinu suhe tvari (Jemrić, 1996).

Plod trešnje jedan je od najosjetljivijih na raspucavanje, zna se raspucati i do 90% plodova, no već i 25% raspucalih plodova može učiniti berbu neekonomičnom (Zeman Kovačić, 2010). Pukotine se javljaju uglavnom u skoro zreloj dobi i na zrelom voću ubrzo nakon obilatih kiša te nameću stroga ograničenja u proizvodnji u svim područjima gdje se oborine javljaju prije ili tijekom berbe (Winkler i sur., 2020). Pukotine u plodovima plitke su ili duboke rane u mesu, a pojavljuju se po cijeloj površini ploda (Duralija i sur., 2007). Dvostruki plodovi te raspucavanje plodova glavni su fiziološki poremećaji koji mogu uzrokovati gubitak u proizvodnji, stoga je nužno poraditi na maksimalnom sprječavanju nastanka istih (Engin i sur., 2015). Za ekstenzivne voćnjake moraju se primijeniti metode za smanjenje raspucavanja plodova koje uključuju tvari visokog osmotskog potencijala, poput Ca (Wermund i sur., 2005).

Posljednjih godina ostvaren je značajan napredak u razumijevanju mehaničkih osnova raspucavanja plodova uzrokovanih kišom, odnosno makropukotina koje probijaju kožicu. Takve makropukotine izlažu unutrašnjost ploda brzom i katastrofalnom degradacijom ploda kroz sušenje te napad mikroba i kukaca koji traže šećer (Schumann i sur., 2019). Samo raspucavanje se već neko vrijeme proučava, no još uvijek nisu u potpunosti objašnjeni osnovni mehanizmi koji uzrokuju raspucavanje.

1.1. Cilj rada

Cilj ovog rada je dati pregled čimbenika koji utječu na smanjenje raspucavanja te navesti i opisati različite agrotehničke mjere kao što su korištenje zaštitnih folija, primjena regulatora rasta te folijarna primjena kalcija, a sve u cilju smanjenja raspucavanja plodova trešnje.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. KARAKTERISTIKE TREŠNJE

2.1.1. MORFOLOGIJA PLODA

Zreli plodovi trešnje sastavljeni su od tankog zaštitnog egzokarpa, mesnatog mezokarpa i nejestivog endokarpa koji okružuje sjeme (Zhang i Whiting, 2011). Rast ploda trešnje podijeljen je u tri faze koje su opisane kao (1) dioba stanica, (2) lignifikacija endokarpa i (3) rast stanica (Zhang i Whiting, 2013).

Strukturalna svojstva kožice trešnje pretežno se određuju prema staničnim slojevima (epiderma i hipoderma), dok se njegova barijerska svojstva određuju po kutikuli (Schumann i sur., 2019). Prema Correia i sur. (2018) kožica trešnje može se podijeliti u tri dijela: kutikula, epiderma i slojevi hipodermalnih stanica. Izvana je kutikula prekrivena epikutikularnim voskom, dok se unutrašnjost kutikule miješa s polisaharidima iz stanične epidermalne stijenke.

Kutikularne membrane sastoje se od nekoliko slojeva; najudaljeniji visoko hidrofobni kutinski sloj s udjelom voštanih filmova, slojevi kutina ispod su hidrofilni i sadrže poliuronide i L-glukane, a najbliže staničnom sloju epiderme obično se nalaze pojedinačne celulozne fibrile (Sekse, 1995).

Kad je riječ o morfologiji ploda, istraživanja su utvrdila genetske razlike u morfologiji kožice ploda: promjenjiva debljina kutikule, razlike u gustoći puči te sadržaj kutina. Svaka kutikula trešnje sastoji se od dvije komponente: kutin i vosak. Kutin zauzima veći dio, čak (90-99%) te ima sporednu ulogu u smanjenju gubitka vode u atmosferu, dok vosak koji se manje pojavljuje (1-10%) ima glavnu ulogu (Kaiser i sur., 2014). Kutikula ploda djeluje kao učinkovita barijera protiv upijanja vode s površine ploda, no sadrži pore koje dopuštaju prodor vode. Nepravilna opskrba ploda vodom uzrokuje stvaranje parenhimskog tkiva, čime plod nepravilno raste. Uporedno s tim, voštana kutikula se ne proteže i razvijaju se pukotine (Demirsoy i Demirsoy, 2004).

Lane i sur. (2000) u svom istraživanju navode kako debljina sloja voska, debljina kutikule i oblika stanice te veličina također nije utjecala na otpornost na raspucavanje kod sorte 'Sue'. Prema Demirsoy i Demirsoy (2004) sorte koje uzimaju više vode s površine ploda su osjetljivije na raspucavanje te se razlikuju od sorti koje imaju kožicu s epidermalnim stanicama koje su snažnije povezane te će se vjerojatnije oduprijeti pucanju (Tablica 2.1).

Sorte sa slabije povezanim stanicama mogu se raspucati pod nižim tlakom za razliku od onih sorti sa stanicama koje snažnije prianjaju (Lane i sur., 2000).

Srcoliki plodovi imaju dublju udubinu peteljke koja zadržava više vlage nakon kiše, povećavajući brzinu upijanja vode (Correia i sur., 2018). To znači da, ako je sorta genetski određena (na temelju strukture i debljine kutikule i sadržaja šećera) za osjetljivost na raspucavanje te još ima oblik srca ili bubrega, doći će do raspucavanja kraja peteljke (Rehman i sur., 2015).

Tablica 2.1. Karakteristike epiderme i indeks raspucavanja sorata trešnje

Sorte	Debljina kutikule (µ)	Debljina epiderme (µ)	Debljina subepiderme (µ)	Indeks pucanja (%)
'0900 Ziraat'	4,02	20,25	118,35	0
'Bella di Pistoia'	3,94	17,01	188,49	0
'Izmit'	2,63	21,04	133,26	10,1
'Otabazmat'	3,49	18,22	160,69	19,2
'Arap'	2,89	17,8	153,59	35,4
'Turkoglu'	2,89	17,7	109,86	40,1
'Bing'	2,89	19,8	127,29	54,5
'Honey Heart'	2,63	15,78	96,26	56,1

(Izvor: Demirsoy i Demirsoy, 2004)

2.1.2. POMOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Unatoč dobrim karakteristikama, plodovi trešnje podložni su pucanju i dok su potrošači sve zahtjevniji očekujući plodove dobre veličine, čvrstoće i okusa, proizvođači žele postići veće i redovite prirode, nastojeći smanjiti gubitke voća povezane s genotipom, tipom tla te količinom i intenzitetom oborina (Correia i sur., 2015).

Pojam ″kakvoća ploda″ nije jasno definiran jer ovisi o samom ukusu potrošača, no općenito parametri kakvoće definiraju se sljedećim karakteristikama: masa ploda, boja, čvrstoća, slatkoća, kiselost, okus te miris (Gadže i sur., 2011).

Crveni egzokarp, zelena peteljka, karakteristična tekstura i okus važni su aspekti kakvoće trešanja (Engin i sur., 2015). Pomološke karakteristike ploda genetski su uvjetovane, no značajan utjecaj na genotip imaju okolišni uvjeti kao i tehnološki zahvati u uzgoju (Gadže i sur., 2011). Veličina ploda, čvrstoća mesa i specifična boja su glavni parametri kvalitete trešanja, dok je pravovremena berba najvažniji preduvjet kvalitetne prodaje proizvoda (Ozkan i sur., 2016).

Karakteristike plodova kao što su veličina, oblik, čvrstoća, sadržaj šećera i karakteristike kožice važni su čimbenici koji sudjeluju u pucanju plodova. Masa i veličina ploda vrlo su važne karakteristike za komercijalnu tržišnu vrijednost trešanja, pa tako većina potrošača preferira trešnje s krupnim plodom jer je veća vizualna privlačnost te bolji okus (Wani i sur., 2014). Krupniji i čvršći plodovi više su pogođeni raspucavanjem nego sitni i mekši. Međutim, neke studije nisu uočile povezanost između čvrstoće plodova i osjetljivosti na raspucavanje (Correia i sur., 2018).

Boja kožice je najvažniji pokazatelj kvalitete i zrelosti trešnja, no ovisi o sadržaju antocijana (Wani i sur., 2014). Bioaktivni spojevi kao što su fenoli, flavonoidi i antocijanini, koji određuju antioksidacijsku sposobnost ploda, imaju terapijsku i restorativnu ulogu u ljudskom zdravlju, osim što doprinose karakteristikama kakvoće (Aglar i sur., 2019). Isti autori navode da koncentracija bioaktivnih spojeva varira ovisno o sorti, okolišu i faktorima nakon berbe te klimatskim karakteristikama i stadiju zrelosti.

Čvrstoća plodova važan je parametar koji potrošači traže u voću. Mekšanje kod većine plodova posljedica je aktivnosti poligalakturonaze koja uzrokuje depolimerizaciju pektina, dok se u trešnjama povećava aktivnost ß-galaktozidaze koja omogućava mekšanje u posljednjim danima zrenja plodova (Khadivi i sur., 2019).

Plodovi s optimalnom zrelošću imaju najkvalitetniji i najbogatiji sadržaj hranjivih sastojaka. Zrelost ploda jedan je od ključnih čimbenika koji određuju cjelokupnu kvalitetu. Trešnje treba brati na kraju sazrijevanja, u fazi kada su potpuno zreli da osiguraju dobru kvalitetu prehrane (Correia i sur., 2017).

Neka svojstva koja se odnose na kvalitetu ploda, poput mase, boje, topive suhe tvari, ukupne kiselosti i čvrstoća ploda ocjenjuju se u različitim fazama zrenja (Garcia-Montiel i sur., 2010). Isti autori navode da sorta 'Brooks' pokazuje visoku proizvodnju cvjetnih pupova te visoku razinu topive suhe tvari, indeks zrenja i čvrstoću ploda. 'Burlat' i 'Somerset' kretali su se u srednjim vrijednostima većine analiziranih cvjetnih bioloških parametara i kvaliteta ploda.

Što je veći sadržaj boje i topive suhe tvari, to je bolja percepcija kvalitete. Da bi se izbjeglo raspucavanje, mekšanje ploda i brzo propadanje nakon berbe uslijed kiše, proizvođači ranije beru plodove (Wani i sur., 2014). Iako Aglar i sur. (2019) navode da postoji negativna korelacija između čvrstoće ploda i zrenja te da nema utjecaja na druge poželjne aspekte zrenje, kao što su boja, okus, aroma ili hranjiva vrijednost, Usenik i sur. (2005) navode kako dolazi do nedovoljnog rasta ploda, malog sadržaja topive suhe tvari te slabije boje u rano ubiranim trešnjama.

2.1.3. UVJETI UZGOJA TREŠNJE

Danas je uzgoj trešnje pretežito orijentiran na ekstenzivne voćnjake uglavnom u vidu pojedinačnih stabala u kućnim vrtovima ili vinogradima gdje trešnja prati vinovu lozu (Miljković, 2011). Suvremena proizvodnja zahtijeva uzgoj sorata veće krupnoće i bolje obojenosti te pogodnosti za transport i skladištenje, također od sorte se traži rani ulazak u rodnu dob i postizanje pune produktivnosti (Gadže i sur., 2011).

Proizvodnju trešanja uvijek treba smjestiti u klimatski i edafski najpovoljnijim područjima. Za svako područje treba odrediti kvalitetan sortiment i tehnologiju kako bi se postigla optimalna kvaliteta uz najniže troškove (Jemrić, 1996). U ukupnim površinama voćnjaka u Hrvatskoj, intenzivni (plantažni) voćnjaci zauzimaju 24%, a ostalih 76% otpada na ekstenzivne voćnjake (21.800 ha). Među voćnim vrstama najviše se na klasičan način uzgajaju trešnje koje zauzimaju čak 92,0% (Čmelik, 2010). Uzgoj trešnje u Hrvatskoj ima dugu tradiciju pogotovo u mediteranskom dijelu gdje prevladavaju povoljni agroekološki uvjeti koji utječu na ranije dozrijevanje plodova i postizanje prepoznatljive kakvoće (Radunić i sur., 2008). Međutim, sadašnja proizvodnja nije dostatna našem tržištu, izuzev visokih troškova berbe, pojave raspucavanja te dvostrukih plodova, nedovoljno poznavanje sortimenta pokazalo se glavnim ograničavajućim čimbenikom proizvodnje (Tomasović i sur., 2011).

Trešnja je vrsta za koju najveće značenje ima temperatura, posebice apsolutni minimum u periodu zimskog mirovanja, na početku i na kraju vegetacije te inaktivne temperature (Miljković, 1991). Da bi proizvodnja voća bila rentabilna i kvalitetna nužno je prije početka svakog uzgoja obratiti pozornost na ekološke uvjete, pripremu tla, izbor sorti, izbor podloge te održavanje tla u voćnjaku. Tradicionalno se uzgaja na generativnim podlogama na kojima razvija bujna stabla čija berba predstavlja najveći problem u cjelokupnoj proizvodnji (Čmelik, 2000).

Pogoduju joj tla koja imaju manju vlažnost jer njen korijen ima veliku apsorpcijsku sposobnost. Trešnja ne preferira visoku relativnu vlažnost zraka jer ona izaziva izrazitu pojavu biljnih bolesti dok povećane oborine ometaju diferencijaciju cvjetnih pupova te uzrokuju slabiju oplodnju, opadanje plodića i raspucavanje plodova (Krpina i sur., 2004). Treba paziti na razinu vlage tla i navodnjavanje jer imaju veliku ulogu u raspucavanju, dakle upravljanje navodnjavanjem i upotreba folija koje prekrivaju tlo pomažu u smanjenju raspucavanja plodova zbog manjeg unosa vode u zonu korijena (Correia i sur., 2018).

2.1.4. TIPOVI PUKOTINA NA PLODU TREŠNJE

Prema Correia i sur. (2018) pukotine predstavljaju kutikularne rascjepe te se mogu razlikovati po veličini i položaju na samoj površini ploda. Raspucavanje trešanja inducirano je različitim načinima ulaska vode u plod te se može podijeliti u dvije široke kategorije: 1) duboko oštećenje tkiva koje se često proteže cijelom površinom ploda i 2) plitke kružne ili polukružne pukotine kutikula oko peteljke ili apikalnih krajeva ploda (Measham i sur., 2010).

Raspucavanje plodova trešnje očituje se raspucavanjem vanjskog sloja kožice ploda, tj. kutikule, a pretpostavlja se da do raspucavanja dolazi kada se, kao posljedica visokog unutarnjeg tlaka, premaši ograničenje elastičnosti kutikule, posebice tijekom razdoblja intenzivnog rasta ploda (Duralija i sur., 2007). Male pukotine na bazi ili na vrhu ploda javljaju se u ranoj fazi razvoja ploda, te se na tim mjestima stvara ožiljak plutastog tkiva ili se rana zatvori prije pune zrelosti ploda ostavljajući samo trag na kožici (Zeman Kovačić, 2010).

Measham i sur. (2009) u svom istraživanju navode kako su prvo uočene apikalne i pukotine oko peteljke, a potom i veće bočne pukotine što upućuje na to da pojava manjih apikalnih i pukotina oko peteljke te dubljih bočnih pukotina može biti posljedica dva neovisna procesa. Nadalje, dolazi do porasta pojedinačnih tipova pukotina unutar sorti, što ukazuje da svaka sorta ima predispozicije za određenu vrstu pukotine.

Mikropukotine oštećuju svojstva barijere te su rezultat naprezanja kutikule uslijed prestanka taloženja tijekom razvoja ranog ploda i moguće od izlaganja kutikule napetosti zbog površinske vlažnosti (Schumann i sur., 2019). Isti autori navode kako mikropukotine usmjeravaju unos vode u određeno područje ploda gdje zbog oslabljene pregradne funkcije kutikule, voda prodire - vjerojatno u vanjski mezokarp gdje je osmotski potencijal negativniji nego na kožici te dolazi do propadanja pojedinačnih stanica.

Prema Correia i sur. (2018) mikropukotine su opisane kao pukotine u kutikuli bez utjecaja na epidermalne i hipodermalne stanične slojeve, no ugrožavaju funkciju kutikule što može pospješiti nastanak gljivične infekcije.

Prema Breia i sur. (2020) kod raspucavanja plodova uzrokovanog kišom, mikropukotine koncentriraju unošenje vode u određeno epidermalno područje što rezultira raspucavanjem pojedinih stanica mesa i posljedičnim istjecanjem staničnog sadržaja u apoplast. Oslobađanje tog staničnog sadržaja (posebno jabučne kiseline) u slobodni prostor staničnog zida dodatno slabi prijanjanje stanica, olakšavajući širenje pukotina.

Kaiser i sur. (2014) navode da plodovi trešnje razvijaju samo mikropukotine kutikula tijekom posljednja dva tjedna razdoblja rasta, a njihova učestalost je veća pri visokoj vlažnosti zraka. Povremeno se pukotine opažaju i kod nezrelog, zelenog ploda te nakon berbe zrelog ploda i nakon pakiranja (Winkler i sur., 2020).

Lokalizirani unos vode kroz mikropukotine uzrokuje da se stanice tankog parenhima brzo šire i puknu. Jabučna kiselina (glavni osmolit simplasta) prelazi u apoplast, slabi stanične stijenke otapanjem vezanog Ca i povećava propusnost membrane, što zauzvrat uzrokuje daljnje istjecanje (Winkler i sur., 2020). Isti autori navode da je prvenstveno uzrok raspucavanja trajanje vlažnosti i postotak vlažne površine. Razvoj mikropukotina u makropukotine i njihovo širenje zahtijeva kontinuirano vlaženje površine na velikom dijelu površine.

Kutikularne mikropukotine razvijaju se u makropukotine kožice, te uključuje 1) staničnu smrt, 2) istjecanje staničnog sadržaja i 3) oticanje stanične stijenke (Schumann i sur., 2019). Nadalje, makropukotine utječu na sve slojeve stanica, a nastaju kada se otpusti elastična kožica koja rijetko zacjeljuje te često bude napadnuta različitim plijesnima (Zeman Kovačić, 2010).

Prema Rehman i sur. (2015) pukotine se mogu podijeliti na tri različita tipa (Slika 2.1) koji podrazumijevaju: a) prijelomi kutikula na kraju peteljke, b) apikalno pucanje, c) pukotina koja se širi u bilo kojem smjeru i često prodire cijelim voćnim tkivom te najviše šteti, i fizički i ekonomski, ova vrsta pukotina naziva se "bočna" pukotina (Slika 2.2).



Slika 2.1. Prikaz 3 tipa pukotina na plodu. Trešnja slijeva pokazuje raspucavanje oko peteljke, srednja trešnja pokazuje raspucavanje apikalng kraja, dok trešnja s desne strane pokazuje bočno raspucavanje (Izvor: Kaiser i sur., 2019)



Slika 2.2. Pukotina na bočnom dijelu ploda trešnje (Izvor: https://bygl.osu.edu/node/1333)

Stupanj osjetljivosti na pucanje sorti trešanja obično se određuje indeksom pucanja (CI), koji se procjenjuje uranjanjem ploda trešnje u vodu pod kontroliranom temperaturom i izračunavanjem postotka napuklih plodova prema Christensenovoj metodi (Landi i sur., 2016).

2.2. UZROCI RASPUCAVANJA PLODOVA TREŠNJE

Općenito je poznato da raspucavanje plodova trešnje nastaje zbog prekomjernog unosa vode tijekom sazrijevanja plodova, bilo kroz korijenje voćke ili kroz kišnicu na kutikuli ploda. Stoga su ključne metode sprječavanja pucanja plodova trešnje te smanjenje potencijalnog unošenja kišnice ili uklanjanje kišnice s površine ploda brzo i učinkovito tijekom i nakon oborinskih događanja (Zhou i sur., 2016).

Raspucavanje plodova složen je fenomen i čini se da su u njegovu proizvodnju uključeni mnogi faktori (raznolikost između sorti, uvjeti uzgoja, upravljanje navodnjavanjem, podloga, veličina ploda, osmotski potencijal ploda, karakteristike kožice i kutikule u fazi razvoja ploda) (Dumitru i sur., 2015).

Pukotine plodova trešnje rezultat su nekoliko čimbenika, uključujući: morfološke, fiziološke, okolišne i genetske čimbenike. Unatoč dugogodišnjim istraživanjima, ostaje nerazumijevanje nekoliko mehanizama koji sudjeluju u raspucavanju plodova (Kaiser i sur., 2014).

Prema Correia i sur. (2018) jedan od važnih pristupa je razumijevanje otpornosti na pucanje na genomskoj razini. Nadalje, otkrivanje molekularnih markera povezanih s pucanjem plodova i geni koji sudjeluju u modificiranju stanične stijenke obećavaju jer bi mogli omogućiti odabir genotipova s većom otpornošću na pucanje.

Osim genetske osjetljivosti sorti na pucanje, tip tla za uzgoj voćaka i njegova vlažnost utječu na učestalost raspucavanja (Yildirim i Koyuncu, 2010). Izbor sorte, uvjeti uzgoja, režimi navodnjavanja i podloga su među najvažnijim čimbenicima koji utječu na razvoj pukotina. S fiziološkog gledišta, čini se da je osnovni mehanizam ovog poremećaja brzo bubrenje mesa ploda kao odgovor na apsorpciju vode (Bordonaba i sur., 2017).

Prema Rheman i sur. (2015) temperatura igra vrlo važnu ulogu u brzini pucanja plodova. Općenito, došlo je do linearnog povećanja pucanja s povećanjem temperature s 10 na 40 °C. Propusnost staničnih zidova i biokemijski procesi stanica neki su od čimbenika koji se nalaze pod utjecajem temperature. Visoka temperatura povećava učestalost raspucavanja plodova jer povećava brzinu unosa vode i transpiraciju plodova (Correia i sur., 2018).

Prema Rios i sur. (2015) zabilježeno je da histološka svojstva poput veličine epidermalnih stanica, slojeva epiderme kao i broja puči doprinose poremećaju raspucavanja. Osmotske koncentracije nastale visokim sadržajem šećera u voću izravno su povezane s raspucavanjem.

Osim čimbenika prije berbe veliku ulogu igra vrijeme berbe i skladištenje plodova. Čak i dvodnevno kašnjenje u berbi trešanja može rezultirati znatnim smanjenjem čvrstoće mesa i ozbiljnim gubicima (Ozkan i sur., 2016), dok visoka razina vlage u MAP-u (modificirana atmosfera pakiranja), rezultira kondenzacijom vode pakiranih trešnji te raspucavanjem ploda, posebno nakon 8 i 10 dana skladištenja (Wani i sur., 2014). Isti autori navode da se MAP koristi kod trešnji za produženje roka trajanja i smanjivanje gubitaka nakon berbe.

2.2.1. KOLIČINA VODE

Raspucavanje plodova ima dva uzroka: vanjski, kada voda ostaje na površini ploda te unutarnji uzrok vezan uz vodu, ali neovisan o vodi na površini ploda. Unutarnji odnosi vode u biljci izravno su pod utjecajem sadržaja vode u tlu, što podrazumijeva navodnjavanje i prihranu biljaka koje mogu igrati ključnu ulogu u sprječavanju raspucavanja plodova (Kaiser i sur., 2019).

Kod raspucavanja plodova trešnje bitan čimbenik je pravilan raspored padalina tijekom sve tri faze rasta ploda. Ukoliko je sušno vrijeme tijekom prve faze rasta, neće doći do formiranja dovoljnog broja stanica, a ako se to nastavi u drugoj fazi, stanice mogu ostati nedovoljno izdužene što će u trećoj fazi nakon obilne kiše rezultirati raspucavanjem plodova i mogućim napadom bolesti i štetočinja (Jemrić, 1996).

Kad kiša pada neposredno prije berbe, raspucavanje može smanjiti i prirod i kvalitetu mnogih vrsta mesnatih plodova. Trešnja, grožđe i rajčica najznačajnije su tako pogođene komercijalne kulture - značajne kako zbog velikih razmjera tih industrija, tako i zbog ekstremne osjetljivosti ovih vrsta na oštećenja (Shumman i sur., 2019).

Kišnica prodire u vanjske površinske slojeve epiderme povećavajući volumen ploda. Spomenuta su dva puta za unos vode u plod, jedan kroz epidermu, a drugi kroz peteljku koji je uglavnom odgovoran za povećanje volumena ploda (Rios i sur., 2015).

Voćke koje rastu na tlima iznimno obogaćenim oborinama ili prekomjernim navodnjavanjem zadržavaju višak vode. Kako plod sazrijeva, koncentracije šećera rastu, uspostavljajući veliki osmotski potencijal, te se višak vode dijeli unutar ploda, a kao posljedica povećanog tlaka unutar ploda dolazi do pucanja kožice (Kaiser i sur., 2019). Prema Duraliji i sur. (2007) izmjena sušnih razdoblja s navodnjavanjem uzrokuje promjene u volumenu ploda te isto tako može pridonijeti pojavi raspucavanja plodova.

Iako je vodni potencijal u plodu glavna pokretačka snaga pucanja, mnogi čimbenici daju otpornost na raspucavanje: genetska, fiziološka, stanična, tkivna i organska struktura (Wang i Long, 2015). Pukotine se javljaju tijekom razdoblja visoke atmosferske vlage kada nastaje velika razlika u vodnom potencijalu između stabla i ploda i to može uzrokovati kretanje vode s grana i lišća u sami plod trešnje (Lane i sur., 2000).

Opće je prihvaćeno da se raspucavanje događa uslijed bubrenja mesa ploda zbog ekspanzije stanica, no nije isključena ni hipoteza o pucanju uslijed skupljanja kožice. Poznato je da se u sunčanim danima temperatura kožice izloženih plodova može popeti znatno iznad 40 °C i prelazi temperaturu zraka za oko 12 °C, eventualne kapi kiše na takvom "pregrijanom" plodu mogu brzo smanjiti temperaturu kožice za više od deset Celzijevih stupnjeva, a hlađenje mesa zaostaje zbog sporijeg prijenosa topline iznutra. Stoga je pretpostavka da je skupljanje kožice značajno i gotovo trenutno, dok volumen proširenog mesa ostaje prirodno nepromijenjen. Kao rezultat, kožica ploda vjerojatno je izložena većem stresu od onog koji je izazvan osmotskom vodom (Koumanov, 2015).

Winker i sur. (2020) utvrdili su u pokusu sa simulacijom kiše (Slika 2.3) da se raspucavanje plodova razlikuje kod plodova pričvršćenih na stablu i onih odvojenih i potopljenih zbog količine unosa vode.



Slika 2.3. Trešnja pod simuliranom kišom u komori za maglu. A) Komora za maglu B) Plod trešnje montiran na linearni pretvarač za bilježenje promjene promjera C) Raspuknuti plodovi pod simuliranom kišom
(Izvor: Winkler i sur. 2020)

Rezultati istraživanja Winkler i sur. (2020) pokazuju da su količine unosa vode bile veće u samostojećim, potopljenim plodovima nego u plodovima još uvijek pričvršćenim na stablu. Količina upijanja vode bila je najniža u samostojećim plodovima izloženim simuliranoj kiši. Plodovi pričvršćeni na stablu pucali su uglavnom u području šupljine od peteljke, dok su odvojeni, potopljeni plodovi imali najveću učestalost pucanja u području ožiljka vrata tučka praćeni kroz šupljinu peteljke. Simulirana kiša koja pada na plodove obješene na drveću (u kavezima) utjecala je još sporije na pucanje plodova i zahtijevalo je još više vode da raspuca.

Moglo bi se tvrditi da su se ne samo stope, već i putevi za provođenje vode u plodovima razlikovali između tri različita tretmana i to je rezultiralo različitim brzinama neto unosa vode. Doista, u pričvršćenom plodu došlo je do dotoka vode kroz floem i kroz djelomično vlažnu kožu. Ali ne kroz ksilem, jer je potonji put nefunkcionalan u zrelosti. U odvojenim, potopljenim plodovima očigledno je eliminiran ksilem i floem kod peteljke, pa je neto unos ograničen na kožicu ploda. Ovi odvojeni, potopljeni plodovi pokazali su najveću stopu unosa vode, nakon čega slijede pričvršćeni plodovi pod simuliranom kišom, a zatim odvojeni plodovi u kavezima pod simuliranom kišom (Winkler i sur., 2020).

Prema Measham i sur. (2010) ekvivalentne, ali odvojene primjene vode na krošnju drveća ili korijenje u pokusima provedenim tijekom tri godine, potvrdile su da su velike, duboke pukotine na bočnom dijelu ploda jasno povezane s vodom nanesenom na korijensku zonu voćke, dok su kutikularne pukotine na apikalnom i peteljkinom području plodova inducirane kad je voda nanesena na krošnju drveća. Povećanje bočnih pukotina kao odgovor na primijenjenu vodu u korijensku zonu ukazuje na to da u ovoj situaciji svaki višak vode koji u plod uđe u pukotinu mora to učiniti putem vaskularnog sustava, međutim nije zabilježena razlika u osmotskom potencijalu između raspucalih i neraspucalih plodova.

2.2.2. IZBOR SORTE I PODLOGE

Izbor sorte jedan je od glavnih čimbenika koji uvjetuje kvalitetu plodova, dakle postoje određene sorte koje su se pokazale više dok su neke manje osjetljive na raspucavanje. Ovisno o sorti trešanja razlikuju se prema osjetljivosti na raspucavanje, koje obično započinje 10 do 25 dana prije berbe i povećava se do optimalnog roka berbe. Pukotina je popraćena brzim rastom plodova i promjenom škroba u šećer (Wojcik i sur., 2013).

Nadalje, jedno istraživanje u Australiji pokazalo je da je sorta 'Sam' najotpornija na raspucavanje dok je sorta 'Venus', koja je ranije dozrijevala, bila najosjetljivija (Jemrić, 1996). Prema Duraliji i sur. (2007) postotak raspucalih plodova najveći je kod sorata četvrtog ('Sylvia', 'Starking Hardy Giant') i petog tjedna dozrijevanja ('Techlovan', 'Summit', 'Vanda') jer su plodovi trešnje najosjetljiviji na raspucavanje neposredno prije ili u vrijeme same berbe. Prema Correia i sur. (2018) 'Regina' je jedna od najpoželjnijih sorti jer ima visoku toleranciju na raspucavanje, dok 'Kordija', 'Lapins' i 'Hedelfingen' imaju određenu toleranciju, a 'Bing', 'Brooks', 'Skeena' vrlo su osjetljive na raspucavanje.

Neka istraživanja nastoje objasniti razlike između osjetljivosti pojedinih sorata trešnje na raspucavanje plodova te se pretpostavlja da postoje određene razlike u građi kutikule koja omogućava da u plodove uđe veća ili manja količina vode (Duralija i sur., 2007). Isti autori navode da su sorte s debljom kutikulom manje osjetljive na raspucavanje jer su plodovi u stanju primiti veću količinu vode u odnosu na plodove sorata s tanjom kutikulom.

Osim izbora sorte, na raspucavanje plodova također utječe izbor podloge. Iako se smatra da je raspucavanje plodova većinom prouzročeno upijanjem vode preko kožice ploda pokazalo se da podloga može promijeniti sposobnost primanja vode putem korijena te na taj način smanjiti pojavu raspucavanja (Jemrić, 1996).

Prema Kaiser i sur. (2019) istraživanjem sorte i podloge početkom 2008. godine, ustanovljeno je da je podloga 'Mahaleb' općenito najosjetljivija, zatim slijedi 'Mazzard', 'Gisela 5', 'Gisela 6', 'MaxMa 14', 'Krymsk 5' i 'Krymsk 6'.

Svojstva poput veličine ploda, osmotskog potencijala i kutikularnih karakteristika kožice proučavani su u mnogim istraživanjima raspucavanja plodova trešanja (Lane i sur., 2000). Međutim, nijedno istraživanje nije pokazalo korelaciju između razine raspucavanja, odnosno pojave različitih vrsta pukotina (Measham i sur., 2009).

U svom radu Lane i sur. (2000) navode kako nisu uočene razlike u čvrstoći kožice (testirano silom potrebnom za raspucavanje kožice) između sorti niske i visoke osjetljivosti na raspucavanje, prema trenutnim indeksima pucanja. Također, nije bilo povezanosti između mase te topive suhe tvari pri pucanju između sorti. Stoga, ostaje nejasno varira li vrsta pukotina između raznolikosti sezonskih uvjeta ili na njih utječe upravljanje voćnjakom (Measham i sur., 2009).

Doista, obično se pretpostavlja da su krupniji plodovi trešnje osjetljiviji na raspucavanje. Osim toga, viši sadržaj suhe tvari, kako je uočeno kod sorte 'Prime Giant' u posljednjim fazama zrenja te veći osmotski potencijal također su povezani s većom osjetljivošću na raspucavanje. Međutim, čvrstoća kožice, čini se nije izravno povezana s raspucavanjem jer nema opažene razlike između sorti (Bordonaba i sur., 2017).

2.3. AGROTEHNIČKE MJERE SPRJEČAVANJA RASPUCAVANJA PLODOVA TREŠNJE

Neke od metoda koje se koriste za smanjenje raspucavanja trešnje su: 1.) Prskanje osmotskim otopinama (npr. mineralne soli poput $CaCl_2$) neposredno prije i za vrijeme kiše, 2.) Uklanjanje vode s površine ploda raspuhivanjem zraka u voćnjaku (helikopterom, raspršivačem zraka), 3.) Fizičke barijere poput mreža ili nadstrešnica te 4.) Kemijska zaštitna sredstva (npr. površinski aktivne tvari, regulatori rasta) za promjenu strukture ploda (Torres i sur., 2014). No, posljednje dvije tehnike nisu tako lako primjenjive zbog poteškoća pri postavljanju i velikih troškova (Imrak i sur., 2018).

Korištenje nadstrešnica (Thomidis i Exadaktylou, 2013) i primjena kemikalija na bazi minerala prije padalina te nedavno predstavljen novi hidrofobni polimerni proizvod za hranu i prevenciju pucanja plodova (Kaiser i sur. 2014) djelotvorni su načini sprječavanja raspucavanja i trenutno se koriste u komercijalnoj poljoprivrednoj proizvodnji (Zhou i sur., 2016).

Pored Ca, i drugi mikroelementi prskani prije berbe, poput B, Fe, Zn i Si pokazali su da smanjuju učinak pucanja plodova (Landi i sur., 2016). Navodi se da primjena giberelinske kiseline (GA_3) pozitivno utječe na debljinu sloja epiderme i kutikule ploda i povećava otpornost protiv pucanja (Cline i Through, 2007). Nadalje, GA_3 smanjuje pucanje plodova te odgađa vrijeme zrelosti plodova i prelaze kritični period kiše (Usenik i sur., 2005).

Otkriveno je da veće količine navodnjavanja prije zrenja rezultiraju povećanom otpornošću na pukotine uzrokovane kišom kod sorti trešanja 'Sylvia'. Smanjeni volumen navodnjavanje povećava osjetljivost na raspucavanje (Measham i sur., 2013), dok primjena navodnjavanja kap na kap i ljetna rezidba povećavaju razinu voćnih šećera i sadržaj fenola (Correia i sur., 2017).

Prema Blanco i sur. (2019) primjena trajnog smanjenja navodnjavanja (SDI), odnosno navodnjavanja na 85% ETc (evapotranspiracija biljke) tijekom razdoblja prije berbe i nakon berbe i na 100% ETc tijekom cvjetne diferencijacije, te primjena reguliranog deficita navodnjavanja (RDI) navodnjavanog na 100% ETc tijekom prije berbe i cvjetne diferencijacije i na 55% ETc tijekom poslije berbe, dovela je do znatno manje pojave pukotina i nižeg indeksa pucanja, što bi moglo produljiti rok trajanja voća.

2.3.1. PRIMJENA BIOSTIMULATORA

Biostimulatori imaju višekomponentni sastav, kao regulatori rasta biljaka (auksini, citokinini, giberelini, brasinosteroidi), aminokiseline, betaini, proteini, šećeri, vitamini, huminske tvari, među ostalima, gdje je količina i djelotvornost funkcionalnih spojeva nepoznata (Correia i sur., 2019).

Trešnja nije klimakterijsko voće, ali je pod utjecajem apscizinske kiseline (ABA) i metil jasmonata (MeJA) tijekom razvoja (Balbontín i sur., 2018). Isti autori navode da su razine ABA u plodu trešnje visoke na početku prve faze rasta, postupno se smanjujući tijekom otvrdnjavanja koštice i ponovno povećavajući tijekom završne faze širenja ploda.

Poznato je da ABA igra odlučujuću ulogu u regulaciji biosinteze kutikule i stanične membrane, što posljedično utječe na strukturu i sastav vanjskih površinskih slojeva. Rezultati istraživanja pokazuju da neke od ovih kombinacija hormona i vremena primjene mogu utjecati na parametre kvalitete. Na primjer, u slučaju ABA ili MeJA, najbolje smanjenje indeksa pucanja postignuto je primjenom ovih hormona u fazi formiranja ploda, ali također je primijećeno neznatno smanjenje udjela topive suhe tvari. Dakle, jedan nanos mogao bi povećati toleranciju na pucanje, a da se pritom značajno ne ugrozi kvaliteta ploda i poboljša boja ploda (Balbontín i sur., 2018).

Prema Breia i sur. (2020) među tretmanima za sprječavanje pukotina trešnje testirana je vanjska primjena biostimulansa, glicin-betain (GB), apscizinske kiseline (ABA) i metil jasmonat (MeJa) te $CaCl_2$. Isti autori navode da je u nedavnoj studiji (Correia i sur., 2020) najmanji indeks raspucavanja zabilježen kod trešanja tretiranih s kombinacijom ABA + $CaCl_2$ i GB + $CaCl_2$, što ukazuje na dodatnu korist u odnosu na prskanje samo $CaCl_2$. No, odgovori voćki na biostimulatore ovise o sorti, učestalosti primjene i koncentraciji, što otežava generalizaciju njihovih učinaka.

Correia i sur. (2015) navode tretman koji se sastojao od primjene biostimulansa sastavljenog uglavnom od ekstrakta morske trave (*Ascophyllum nodosum*) u tri primjene tijekom 2014. Takva primjena biostimulatora potaknula je značajno smanjenje ($p < 0,05$) indeksa pucanja i značajno povećanje ($p < 0,05$) mase, širine, promjera, pH i sadržaja voćnih voskova.

Wani i sur. (2010) u svom radu opisuju istraživanje tretmana s PBZ (paklobutrazolom) koji je primijenjen putem tla prema debljini debla te tretmana s folijarnom primjenom 20 ppm giberelinske kiseline (GA_3). Primjena je išla nakon cvatnje, a utvrdilo se da primjena GA_3 od 20 ppm rezultira povećanjem raspucavanja plodova, dok je primjena PBZ uzrokovala smanjenje učestalosti raspucavanja. Najmanje raspucavanje ploda u odnosu na kontrolu (4,5%) zabilježeno je tretiranjem s PBZ primjenom doze 0,3 g po cm promjera debla što rezultira smanjenjem od 40%. Nadalje, primjena GA_3 umanjila je učinak paklobutrazola.

Salicilna kiselina, oksalna kiselina, acetilsalicilna kiselina i metil salicilat obećavajući su regulatori rasta, također povećavaju ukupne fenole, antocijane i potiču veću aktivnost antioksidativnih enzima u plodu. Ovi regulatori rasta sada se primjenjuju i kao premazi za voće koji poboljšavaju rok trajanja (Correia i sur., 2017). Primjena sintetskih auksina odnosno naftil octene kiseline (NAA) također djeluje na smanjenje pojave raspucavanja (Jemrić, 1996).

Već dugi niz godina pokušava se naći rješenje za sprječavanje raspucavanja plodova te se utvrdilo da korištenje regulatora rasta rezultira poboljšanom skladišnom sposobnosti, povećanom crvenom bojom i veličinom ploda (Correia i sur., 2017).

Većina istraživanja o regulatorima rasta biljaka fokusirana je na primjenu GA_3 prije berbe radi dobivanja odgovarajuće veličine ploda i kasnijeg sazrijevanja plodova tijekom prijelaza iz faze II u III (Zhang i Whiting, 2011).

Primjena GA_3 može povećati veličinu ploda i smanjiti raspucavanje, ali uzrokuje zakašnjelu promjenu boje plodova (Dong i sur., 2019).

Prskanje (GA_3) prije berbe pokazalo se dobrim rješenjem za smanjenje gubitaka te poboljšanjem kvalitete plodova (Cline i Trought, 2007., Dong i sur., 2019., Engin i sur., 2015., Correia i sur., 2017).

Primjena GA_3 trenutno je standard za proizvođače trešanja (Engin i sur., 2015) jer dosljedno povećava čvrstoću ploda trešnje (Cline i Trought, 2007). Međutim, prema Kaiser i sur. (2019) primjena hormona, točnije GA_3 koja se koristi za regulaciju rasta biljaka, može uzrokovati pojačano raspucavanje ploda ako se nanosi u fazi slamnato žute boje nakon velike količine padalina. Isti autori navode kako GA_3 smanjuje transpiraciju u trenutku primjene, međutim, brzina transpiracije uspostavlja se u roku od 48 sati od primjene, ali povećanje sadržaja biljne vode može rezultirati s raspucavanjem ploda.

Prema Ozkan i sur. (2016) plodovi tretirani s GA_3 zahtijevali su dodatno vrijeme sazrijevanja te je dokazano da GA_3 smanjuje razinu šećera u trešnjama zbog usporavanja zrenja. Pored odlaganja datuma berbe, GA_3 značajno je smanjila fenolne spojeve, nakupljanje antocijana i antioksidacijske sposobnosti u odnosu na netretirane plodove.

Prema Cline i Trought, (2007) teza da GA_3 može smanjiti raspucavanje plodova izazvanih kišom je kontradiktorna. Isti autori u svom istraživanju navode da je prskanje s GA_3 imalo izrazito štetan utjecaj na raspucavanje sorte 'Bing', no nije imalo značajan utjecaj na sortu 'Sam'. Pojedinačna i opetovana primjena GA_3 uzrokovala je raspucavanje sorte 'Bing' od 17 do 27% u usporedbi s netretiranim plodovima.

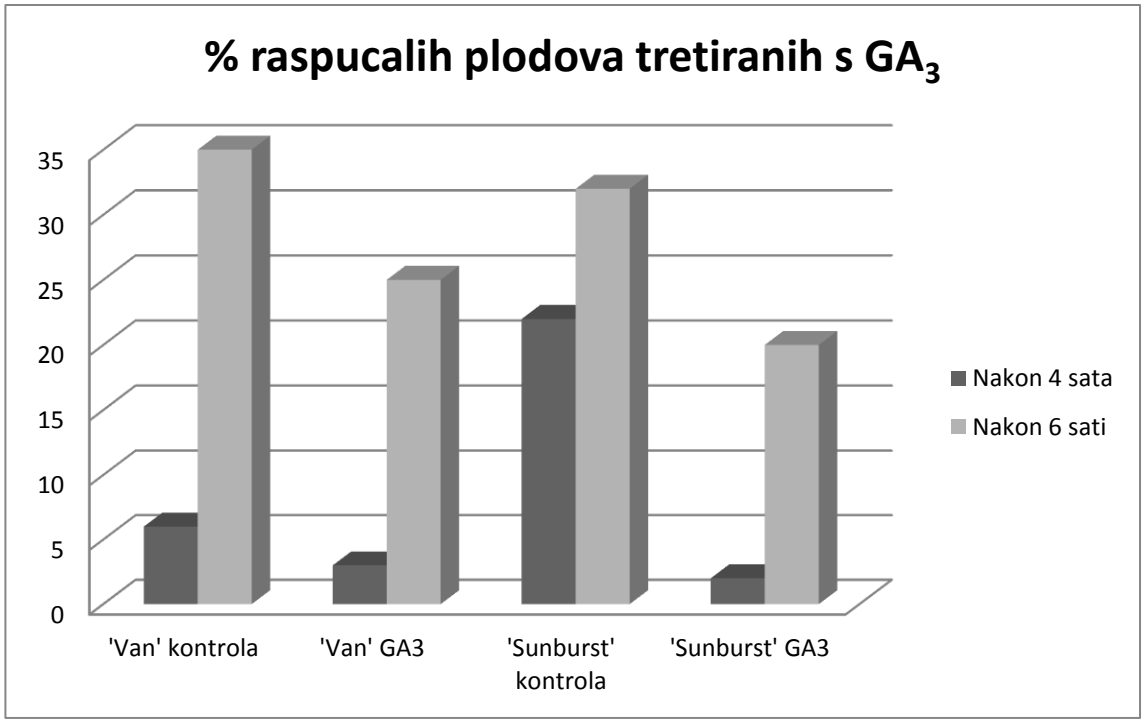
Correia i sur. (2017) u svom istraživanju navode da je primjena GA_3 povećala čvrstoću ploda sorte 'Lapins', ali nije primijećen efekt kod plodova 'Celeste' i 'Merpet'. GA_3 može izazvati, ovisno o tome koja je sorta, povećanu masu ploda i sadržaj topive suhe tvari, uključujući odgođeno zrenje i smanjeno raspucavanje ploda.

Correia i sur. (2018) također navode da je folijarna primjena giberelinske kiseline od 10 i 40 ppm u fazi slamnato žute boje povećala raspucavanje ploda sa 26 na 44% za sortu 'Bing' i 'Sam'. Isti autori navode da su slične aplikacije GA_3 smanjile indeks pucanja plodova za 6,6 puta za 'Sunburst' sorte i za 9–11% za trešnje sorte 'Justyna', 'Tamara' i 'Regina'.

Prema Yildirim i Koyuncu (2010) kao rezultat aplikacije GA_3 prije berbe pokazalo se pozitivno djelovanje na karakteristike kvalitete ploda trešnje. Naročito jer je došlo do odgode datuma berbe za 3-4 dana što je uzrokovalo povećanje masenog omjera za 10,71%, povećalo čvrstoću ploda, pomoglo pri dobivanju plodova tamnije crvene boje s većim prihvaćanjem za potrošača i smanjilo stopu pucanja površine ploda.

Usenik i sur. (2005) navode da prskanje GA_3 u koncentraciji od 20 ppm, pri prijelazu iz zelene u slamnatu boju plodova (oko 7 tjedana nakon potpunog cvjetanja) rezultira nižim indeksom pucanja kod sorti 'Van' i 'Sunburst'. Nakon 2 h jedan plod sorte 'Van' tretiran s GA_3 je napuknuo, a isto se dogodilo s četiri ploda sorte 'Sunburst' (3 netretirana ploda i jedan plod tretiran s GA_3). To se utvrdilo nakon uranjanja plodova trešnje na 4 sata u vodu, što je rezultiralo manjim indeksom pucanja za trešnje tretirane s GA_3 (4% u 'Van' i 20% u 'Sunburst'), no razlika je bila značajna samo za 'Sunburst' (Grafikon 2.1)

Raspucavanje tretiranih i netretiranih plodova 'Van' nakon 6 sati uranjanja u vodu bilo je veće od raspucavanja plodova sorte 'Sunburst' obrađenih i neobrađenih plodova. Plodovi sorte 'Van' i 'Sunburst' tretirani s GA_3 imali su veći turgor i niži indeks pucanja od kontrole. Ovo istraživanje dovelo je do zaključka da u slučaju velike količine oborina tijekom sazrijevanja plodova, prskanje GA_3 smanjuje raspucavanje, ali ga ne sprječava u potpunosti.



Grafikon 2.1. Postotak raspucalih plodova tretiranih s GA_3 nakon uranjanja 4 i 6 h u vodu.
(Izvor: Usenik i sur. 2005)

2.3.2. PRIMJENA KALCIJA

Zabilježeno je da je koncentracija kalcija (Ca) u plodu trešnje važna za otpornost na raspucavanje jer tijekom zrenja nastaju manje pukotine ili kutikularni prijelomi u vanjskim slojevima kožice te takvi lomovi čine plod osjetljivijim na gubitak mase i gljivično propadanje (Vangdal i sur. 2008).

Pozitivni rezultati sprječavanja raspucavanja dobiveni su prskanjem različitim kemikalijama, ali do sada je najperspektivniji pristup prskanje slabom otopinom kalcijevih soli za vrijeme kiše pomoću glavnih raspršivača (Meland i Skjervheim, 1998). Najčešći mineralni sprejevi koji se koriste za ograničavanje raspucavanja plodova su $CaCl_2$ i $Ca(OH)_2$ (Correia i sur. 2018).

Kalcij (Ca) je važan makroelement koji sudjeluje u regulaciji glavnih fizioloških procesa u biljkama, doprinoseći snazi staničnih stijenki i membrana (Mazahir i sur., 2018., Correia i sur., 2020., Dong i sur., 2019., Wojcik i sur., 2013).

Utjecaj Ca je raznolik i uključuje: transdukciju signala kao sekundarnog glasnika, kontrolu ekspresije gena i regulaciju proteina, održavanje i regulaciju propustljivosti membrane te umrežavanje i strukturno jačanje sastojaka stanične stijenke (Winker i sur., 2019). Ca povećava integritet i održava strukturu stanične stijenke interakcijom s pektinskom kiselinom u staničnoj stijenci kako bi se stvorio kalcijev pektat (Mazahir i sur., 2018).

Najizraženiji i dosljedniji učinak Ca na plod je veća čvrstoća mesa i sadržaja Ca u tkivu, što može poboljšati otpornost na poremećaje poslije berbe, a da ne utječe štetno na razvoj boje kožice (Dong i sur., 2019., Wojcik i sur., 2013., Michailidis i sur., 2017).

U principu površinski unos Ca može se dogoditi duž velikog broja paralelnih puteva: (1) kroz kutikulu, uključujući polarni put (naziva se i vodena pora), (2) kroz mikropukotine u kutikuli, (3) kroz puči, (4) kroz spoj peteljke/ploda i (5) kroz ožiljak na vratu tučka (Winker i sur., 2019).

Međutim, reakcija ploda na tretman s Ca ovisi o sorti, izvoru Ca i učestalosti te vremenu i koncentraciji (Dong i sur., 2019., Wojcik i sur., 2013., Michailidis i sur., 2017). Prije berbe, iz osušenih rezidualnih ostataka raspršivanja nakon folijarnih primjena Ca prodire u plod, ili nakon berbe, iz uranjanja u razrijeđenim otopinama Ca - na primjer tijekom hidro hlađenja (Winkler i sur., 2019).

Najočigledniji učinak primjene otopine kalcija na površinu ploda je taj što smanjuje osmotski potencijal preko kutikule. Samim tim, to može smanjiti osmotski vođen transport vode kroz kutikulu u plod, gdje sve veći udio šećera u zrelom plodu stvara visoki osmotski tlak (Sekse i sur., 2005).

Prema Kafle i sur. (2016) najbolje je primjenjivati Ca izravno na površinu ploda, jer je translokacija Ca s krošnje i lišća na plodove minimalna. Uz to, prskanje s kombinacijom Ca i GA_3 poboljšalo je otpornost na raspucavanje, možda zbog više Ca^{2+} vezanog na pektine i formiranje mostova između molekula pektinske kiseline, stabilizirajući stanične stijenke (Dong i sur., 2019).

Prskanje kalcijem također se može kombinirati s bakrom i saharozom. Bakrov hidroksid u kombinaciji s kalcijevim hidroksidom je učinkovitiji protiv pucanja trešnje nego sam kalcijev hidroksid (Correia i sur., 2018).

Prskanja na bazi $Ca(OH)_2$ i H_4SiO_4 obogaćeni borom, željezom i cinkom primijenjeni nakon formiranja plodova i sazrijevanja smanjila su indeks raspucavanja trešanja sorti 'Sweetheart', 'Sumtare' i 'Grace Star' za 50% (Correia i sur., 2018).

U radu Landi i sur. (2016) testirali su učinkovitost tretmana s 1% $Ca(OH)_2$ i četiri različita komercijalna proizvoda (dva na bazi Si, jedan na bazi Ca, jedan na bazi Ca i Si i različito obogaćenim mikroelementima kao sredstva protiv pucanja na slatkim trešnjama). Isti autori potvrđuju da je primjena prskanja na bazi Ca prije berbe korisna strategija za smanjenje razine raspucavanja plodova trešanja. Također su otkrili da proizvodi na bazi Si imaju u mnogim slučajevima sličan pozitivan učinak. Vrijednost plodova bila je znatno niža kada su tretirani (osim Ca i Si) s drugim mikroelementima (B, Fe i Zn), barem kod sorti visoko sklonih pucanju ('Grace Star' i 'Sweetheart Sumtare'). Iako je s jedne strane to uspjeh, s druge strane plodovi tretirani tim mikroelementima daju ponekad i manje plodove. Važno je napomenuti da je tretman koji je sadržavao kombinaciju Ca i Si bio najučinkovitiji među svim tretmanima, a učinak je bio konzistentan između dvije sorte (93% smanjenje indeksa pucanja u sorti 'Grace Star' i 97% u sorti 'Sweetheart' u usporedbi s kontrolama).

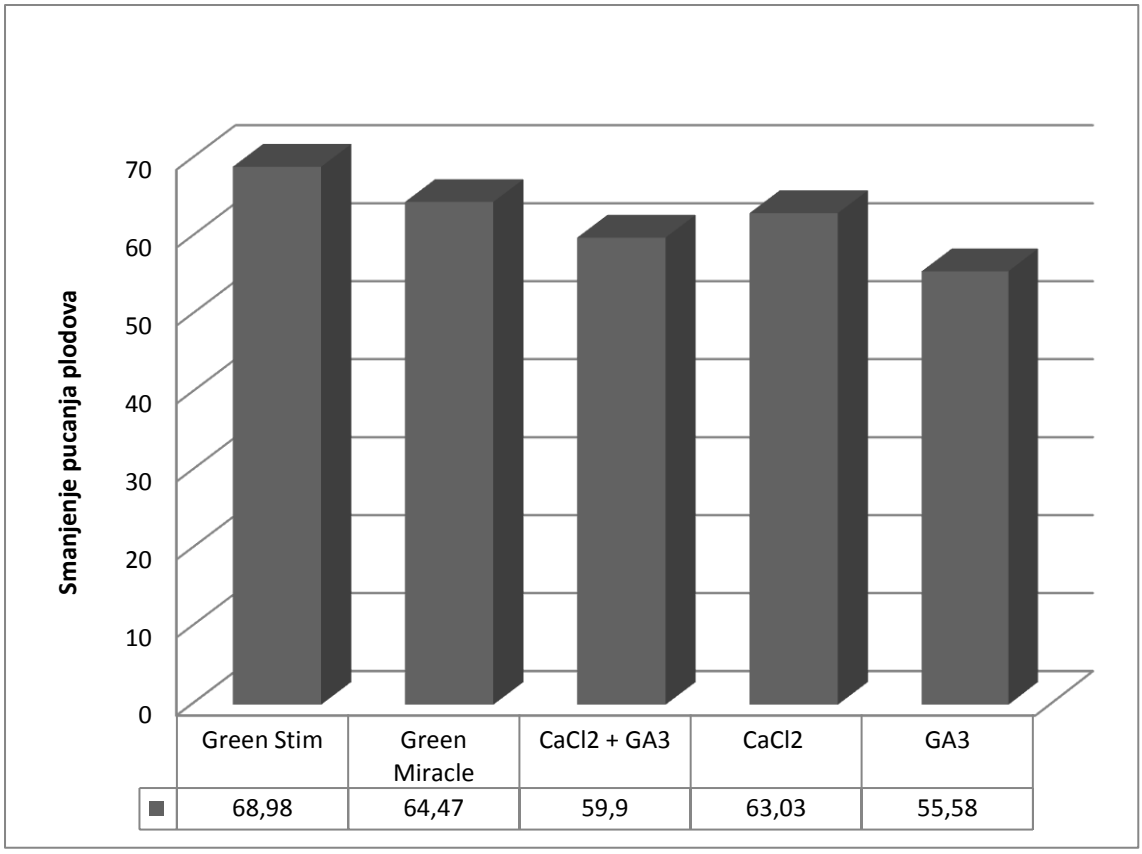
Vangdal i sur. (2008) navode da su stabla trešnje prskana s $CaCl_2$ od 0,5% jednom tjedno od trenutka pada latica do 2 tjedna prije berbe pokazala veći sadržaj topive suhe tvari i veće razine fenolnih kiselina, smanjeno propadanje i lomove kutikula, ali su pokazala veći gubitak mase tijekom skladištenja.

Prema Kafle i sur. (2016) u voćnjaku gdje je folijarno primijenjen Ca, može doći do razrjeđenja ako dođe do kiše, dok rezidualne koncentracije na površini ploda mogu ili ne moraju biti dovoljne da zaštite plodove od raspucavanja uslijed budućih pojava kiše. S druge strane, kemijsko predoziranje može prouzrokovati izgaranje kožice ploda koje naglo utječe na kvalitetu. Isti autori navode da je folijarnom primjenom 0,5–1% $Ca(OH)_2$ i $Ca(NO_3)_2$ u trešnjama sorti 'Selah', 'Skeena' i 'Rainer' u terenskim uvjetima bila vidljiva različita stopa ispiranja mineralnih škropiva na bazi Ca s površine trešanja i uzoraka lišća pri različitom intenzitetu kiše (2,5, 5 i 10 mm). Ovakva folijarna primjena, odnosno prskanje s $CaCl_2$ značajno je smanjilo raspucavanje i pri intetzitetu kiše od 5 mm dovelo do 50%-tne stope ispiranja što je zahtijevalo ponovnu primjenu prije sljedeće kiše.

Navedeno dovodi do zaključka da je potrebna višekratna primjena kako bi se plodovi zaštitili zbog značajnog ispiranja škropiva kišnicom, no pritom ostaci prskanja ostaju na površini ploda čineći plod neuglednim te smanjujući tržišnu vrijednost prodaje svježih proizvoda (Zhou i sur., 2016).

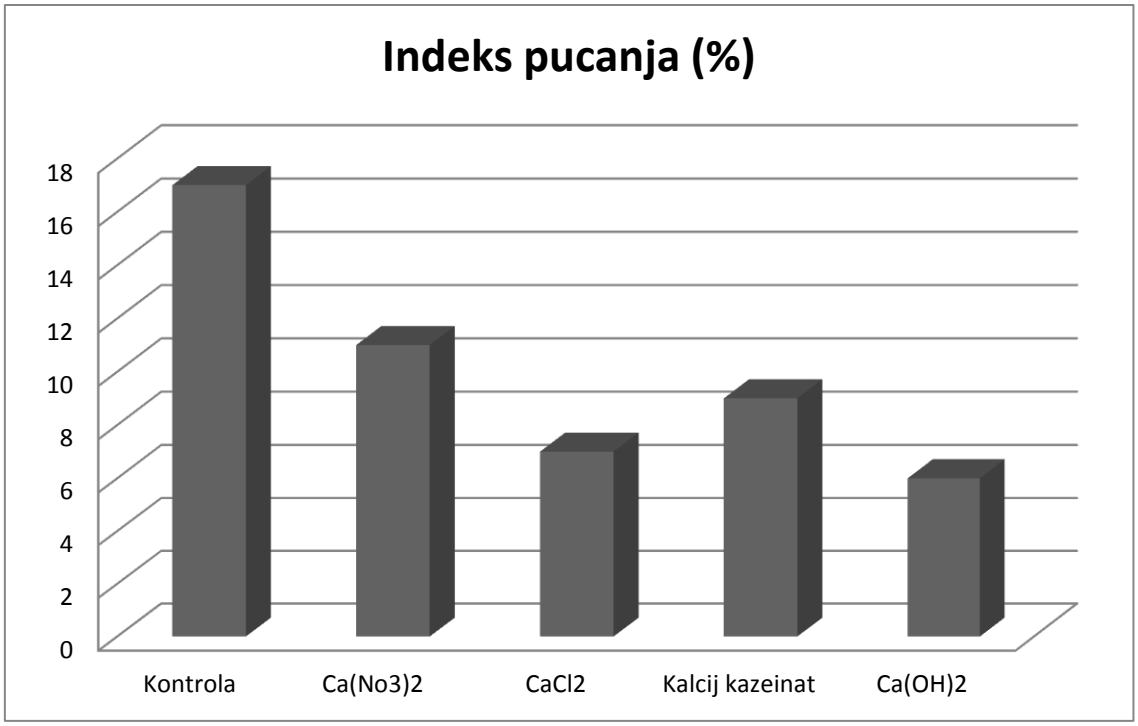
Prema istraživanju Wang i Long (2015) utvrđeno je da plodovi trešnje usvajaju Ca ukoliko se potapaju u hladnu vodu koja sadrži $CaCl_2$ u količini od 0,2–2,0%. U sortama osjetljivim na raspucavanje 'Skeena' i 'Bing' povećanje sadržaja Ca u tkivu doprinjelo je značajnom smanjenju raspucavanja smanjenjem brzine apsorpcije vode i povećanjem praga pucanja. Smanjenje potencijala pucanja usko je povezano sa sadržajem Ca u voćnom tkivu i ispuštanjem voćnog pektina u hladnu vodu. Osim smanjenja učestalosti raspucavanja i propadanja, povećanje sadržaja Ca u tkivu zbog potapanja ploda u hladnu otopinu Ca, također je povećalo čvrstoću plodova, inhibiralo starenje ploda i održalo veću kvalitetu kod plodova sorte 'Skeena' i 'Bing' tijekom skladištenja.

U istraživanju Imrak i sur. (2018) korišteno je par tretmana koji uključuju: 1) 'Green Stim' kao koncentracija vode (sadrži: glicin, betain, kompenzator osmotskog tlak), 2) 'Green Miracle' antitranspirant (sadrži: aminokiseline, peptide i oligopeptide), 3) ($CaCl_2$) 0,5%, 4) (GA_3) 20 ppm, te 5) $CaCl_2$ 0,5% + GA_3 20 ppm. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je omjer indeksa pucanja kod '0900 Ziraat' sorte trešnje tretiran s 'Green Stimom' bio 6,25%, u usporedbi s 20,15% u kontroli. Dok je sama primjena GA_3 rezultirala indeksom pucanja od 8,95%. Svi tretmani značajno su smanjili ($p \leq 0.01$) indeks pucanja sorte trešnje '0900 Ziraat', no rezultati su otkrili da je najučinkovitiji tretman za smanjenje pukotina bio 'Green Stim' koji je smanjio pucanje za 68,98% što je vidljivo iz grafikona 2.2.



Grafikon 2.2. Prikaz učinka tretmana za smanjenje raspucavanja plodova u %
(Izvor: Imrak i sur., 2018)

Prema Erogul (2014) uranjanje plodova u optimalnoj fazi berbe u otopinama kalcija smanjuje stopu unosa vode i indeks pucanja plodova za 15 do 30%. Usporedbom folijarne primjene različitih oblika kalcija (0,5% kalcije nitrata [$Ca(NO_3)_2$], 0,5% kalcij klorida [$CaCl_2x2H_2O$], 0,5% kalcij kazeinata i 0,2 M kalcij hidroksida [$Ca(OH)_2$]) 30, 20 i 10 dana prije berbe utvrđeno je da je kalcij nitrat bio najmanje učinkovita primjena za smanjenje raspucavanja; indeks pukotina smanjen je za 38% u trešnjama koje su primale folijarni kalcij nitrat u usporedbi s onima bez ikakve primjene. Primjena kalcij kazeinata značajno je smanjila raspucavanje u usporedbi s kontrolnim tretmanom (voda sa surfaktantom); omjer pukotina trešanja tretiranih kalcij kazeinatom bio je upola manji od kontrolnih trešanja. Omjer pukotina na stablima tretiranim kalcij kloridom bio je 6,7%, u usporedbi sa 17% u kontroli (Grafikon 2.3). Najučinkovitiji tretmani folijarnim kalcijem prije berbe bili su kalcij klorid i kalcij hidroksid koji su smanjili pukotine za 62%, odnosno 66%.



Grafikon 2.3. Indeks pucanja plodova trešnje pri primjeni različitih tretmana kalcija prije branja.

(Izvor: Erogul, 2014)

Wermund i sur. (2005) uspoređivali su utjecaj prekrivanja nasada zaštitnom folijom i folijarnu primjenu kalcija na sortama trešanja 'Van' (18 godina: vrlo osjetljiva na raspucavanje), 'Colney' (6 godina: umjereno osjetljiva na raspucavanje) i 'Summersun' (5 godina: slaba osjetljivost na raspucavanje).

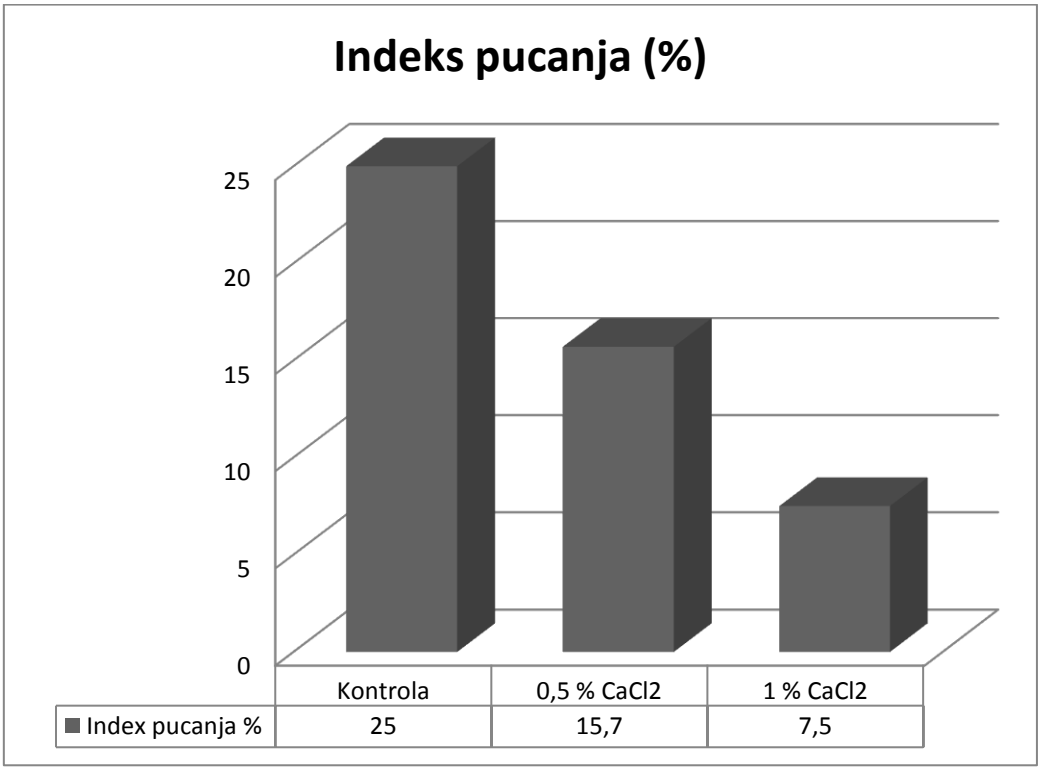
Rezultati njihovog istraživanja prikazani su u tablici 2.2. te pokazuju da je indeks pucanja za sortu 'Van' bio niži od indeksa za ostale sorte iako je klasificiran kao osjetljiviji na raspucavanje. Za 'Van' i 'Colney' indeks pucanja općenito je bio niži na prvi datum berbe bez obzira na sustave zaštite. Za 'Van' je indeks pucanja bio najniži na bilo koji datum berbe kada su primijenjena Ca^{2+} prskanja, s malom razlikom između pokrivenog i nepokrivenog sustava. Za 'Colney' indeks pucanja bio je najniži na bilo koji dan berbe u kontrolnim stablima (bez pokrivača), a najviši je pod pokrovom kod prve berbe ili s Ca^{2+} prskanjem kod druge berbe.

Tablica 2.2. Prikaz indeksa pucanja kod sorte 'Van' i 'Colney' s različitim tretmanima

Sorte	**Datum berbe**	**Indeks pucanja (%)**		
		Pokriveni	Nepokriveni	Tretmani s Ca^{2+}
'Van'	06.07.2000.	27,6	26,8	24,8
	10.07.2000.	64,4	62,0	54,8
'Colney'	20.07.2000.	89,6	62,8	77,2
	02.7.2000.	82,4	78,8	90,8

(Izvor: Wermund i sur., 2005).

Mazahir i sur. (2018) proučavali su tretiranje plodova različitim otopinama $CaCl_2$ (0,5 i 1% $CaCl_2$) prije i nakon berbe. Kod primjene kalcija prije berbe u razmaku od 10, 20 i 30 dana utvrdili su da se indeks pucanja smanjio s 25% (kontrola) na 7,5% koristeći 1% $CaCl_2$ (Grafikon 2.4). Kod primjene $CaCl_2$ na plodove prije i nakon berbe ispitane su odabrane fizikalno-kemijske i senzorne karakteristike te su se plodovi pokazali vrhunske kvalitete.



Grafikon 2.4 Usporedni prikaz kontrole i tretmana s 0.5% $CaCl_2$ te 1% $CaCl_2$.

(Izvor: Mazahir i sur., 2018)

2.3.3. KORIŠTENJE ZAŠTITNIH FOLIJA

Jedna od najčešćih preventivnih mjera raspucavanja plodova je sprječavanje da kišnica dođe u dodir s kutikulom. To se može postići pokrivanjem stabala, puhanjem kišnice s površine ploda pomoću raspršivača zraka ili helikoptera, primjenom kalcija neposredno prije i tijekom kiše i kemijske obrade lipofilnim zaštitnim sredstvima (Torres i sur., 2014). Najčešće se pokrivači upotrebljavaju u komercijalnoj proizvodnji trešanja u zemljama s važnim lokalnim tržištem ili u kojima vrijeme zrenja pruža mogućnost izvoza (Borve i sur., 2008).

Sustav pokrivanja je alat za smanjenje nekoliko rizika osim raspucavanja plodova, npr. oštećenja plodova od smrzavanja, od ptica itd. U tu svrhu koriste se visoki tuneli ili sustav prekrivanja napravljen od vodootpornih materijala (Suran i sur., 2019). Upotrebom visokih tunela prekrivenih plastikom ili pričvršćivanjem plastičnih pokrovnih ploča na pola strane stabla, stvara se drugačija mikroklima nego ako je pokriven samo vrh krošnje drveća (Borve i sur., 2008).

Glavni koncept je izgraditi okvir od čeličnih ili drvenih stupova. Konstrukcije su prekrivene plastičnim materijalima poput polietilena. Voćnjaci se obično pokrivaju tri tjedna prije berbe u vrijeme kad plodovi počnu mijenjati boju i osjetljivi su na raspucavanje te tijekom razdoblja berbe (Meland i Skjervheim, 1998). Patuljaste podloge pogodnije su za uzgoj u pokrivenim sustavima zbog ograničenog prostora ispod prekrivača (Suran i sur., 2019).

Dizajn prekrivača može biti otvoren ili više zatvoren te će otvoreni sustavi obično imati ravni krov. Kada između vrha krošnji i gornjh pokrivača ima dovoljno prostora, prirodno kretanje zraka neće biti ograničeno. Dakle, na mikroklimu (temperatura i relativna vlaga) ne utječe mnogo (Borve i sur., 2008).

Prema Melandu i Skjervheim (1998) postoje dva sustava prekrivača; sustav s jednom žicom (Slika 2.4) koji je dizajniran za polu-guste voćnjake, gdje je prekrivač trajan jednom kad je montiran. To znači da rad u prolazima s traktorom nije moguć. Zabat unutar središnje osi je uzak i otpornost na oštećenja vjetra vjerojatno je smanjena. Drugi je sustav s tri žice koji je dizajniran za voćnjake visoke gustoće. Prekrivač se uvlači i omogućuje rad u voćnjaku između redova stabala. Međutim ova vrsta sustava ima složeniji dizajn koji zahtijeva veća ulaganja. Ovaj je sustav dizajniran tako da bude stabilniji na vjetar, nudi sigurnost mehanizma za izbjegavanje loma polietilena ili oštećenja glavnog okvira zbog nepovoljnih vremenskih uvjeta.

Iako je ova metoda vrlo učinkovita u sprječavanju raspucavanja plodova, druge parametre poput njihovih učinaka na štetočine i bolesti treba istražiti zbog diferencijacije mikroklimatskih uvjeta oko nadstrešnice prekrivenih stabala (Thomidis i Exadaktylou, 2013).



Slika 2.4. Prikaz zaštite trešanja od kiše, vjetra, mraza, ptica, pijeska pomoću mrežica s jednim redom žice (Izvor: https://www.spinazzegroup.com/en/anti-insect-single-row-fruit-tree-netting/)

Prema Blanke i Balmer (2008) primjena plastičnih folija smanjila je incidentno zračenje za 20 do 40%, povećala dnevnu temperaturu zraka u travnju za 3 do 12 °C i povećala relativnu vlažnost zraka za 10 do 15%, što je rezultiralo gotovo 100% vlagom (tj. kondenzacijskim uvjetima) noću.

Borve i sur. (2008) u svom radu navode da je u pokusima, pokrivanje 3 do 4 tjedna prije berbe i tijekom berbe smanjilo raspucavanje ploda s 18% na 1% i sa 12% na 3% u dvije godine. Produljeno pokrivanje od 5 do 6 tjedana prije berbe smanjilo je količinu raspucavanja još više, ali nije značajno u usporedbi sa standardnim razdobljem pokrivanja (3 do 4 tjedna) za 5 eksperimenata u prosjeku tijekom dvije godine.

Međutim, ovaj sustav ima neke nedostatke. Visoki troškovi implementacije, visoka temperatura i vlaga ispod folije može oštetiti lišće i plodove te povećati rizik obolijevanja plodova i smanjena intenziteta boje plodova (Correia i sur., 2018).

Postoji nekoliko vrsta zaštitnih pokrova, jedan od njih je folija koja se može uvući, pokriva plod te ga štiti od kiše (Slika 2.5). Mogu biti vrlo učinkovite, ali su skupe i teške za održavanje. Folije se moraju povući kad sunce sja kako bi se spriječilo pretjerano nakupljanje topline, potaknuo protok zraka i optimizirala fotosinteza (Kaiser i sur., 2019).

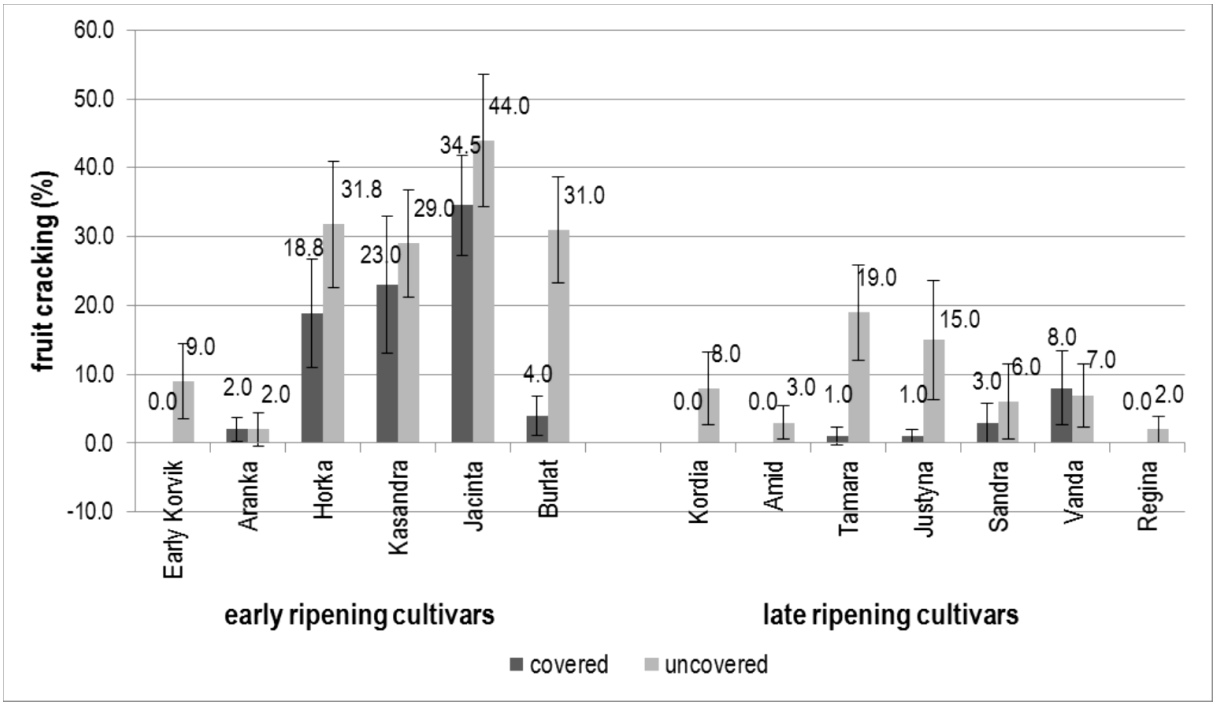
Ukoliko dođe do veće količine padalina, voda koja istječe s folije može zasititi tlo u zoni korijena, što rezultira raspucavanjem ploda zbog unutarnjih odnosa vode. Proizvođači mogu spriječiti nakupljanje viška vode sadnjom redova stabala na rovovima ili postavljanjem drenažnih cijevi u prolazima (Kaiser i sur., 2019).



Slika 2.5. Prikaz zaštitnih folija koje se mogu uvući (Izvor: Kaiser i sur., 2019)

Suran i sur. (2019) u svom istraživanju navode pokuse u kojima je korišteno 6 sorti ranog dozrijevanja ('Aranka', 'Burlat', 'Early Korvik', 'Horka', 'Jacinta', 'Kasandra') i 7 sorti kasnog dozrijevanja ('Justyna', 'Amid', 'Kordia', 'Regina', 'Sandra', 'Tamara', 'Vanda'). Ove sorte su uzgajane pod sustavom pokrivanja i bez pokrova. Otkrivena stabla korištena su kao kontrolna stabla. Sustav kapljičnog navodnjavanja bio je smješten u natkrivenom voćnjaku dok otkrivena stabla nisu bila navodnjavana.

Isti autori navode da je u pokusu potvrđena pretpostavka manjeg raspucavanja plodova pod pokrovom nego u nepokrivenom voćnjaku. No, uočeno je i raspucavanje plodova ispod pokrivača. Pokazano je da su trešnje ranijeg dozrijevanja podložnije pucanju pod pokrovom nego kasne trešnje (Grafikon 2.5). Količina raspucalih plodova kretala se u rasponu od 0 do 34,5% u zrelim trešnjama. Niži broj raspucalih plodova pod pokrovom primijećen je kod 'Early Korvik', 'Burlat' i 'Aranka' (0-4%) tijekom 2013.-2016. Osjetljive trešnje na raspucavanje su 'Horka', 'Jacinta' i 'Kasandra' koje se uzgajaju i u nepokrivenom i u natkrivenom voćnjaku. Prosječno raspucavanje ploda 'Burlat' bilo je 4%, ali prosječno raspucavanje 'Jacinta' i 'Kasandra' bilo je 34,5, odnosno 23%. Korištenje zaštitnih folija u voćnjaku bilo je najučinkovitije unutar sorti 'Burlat', 'Tamara' i 'Justyna'. Razlike između pokrivenih i nepokrivenih stabala bile su 27% kod sorte 'Burlat', 18% kod sorte 'Tamara' i 14% u 'Justyni' tijekom godina.

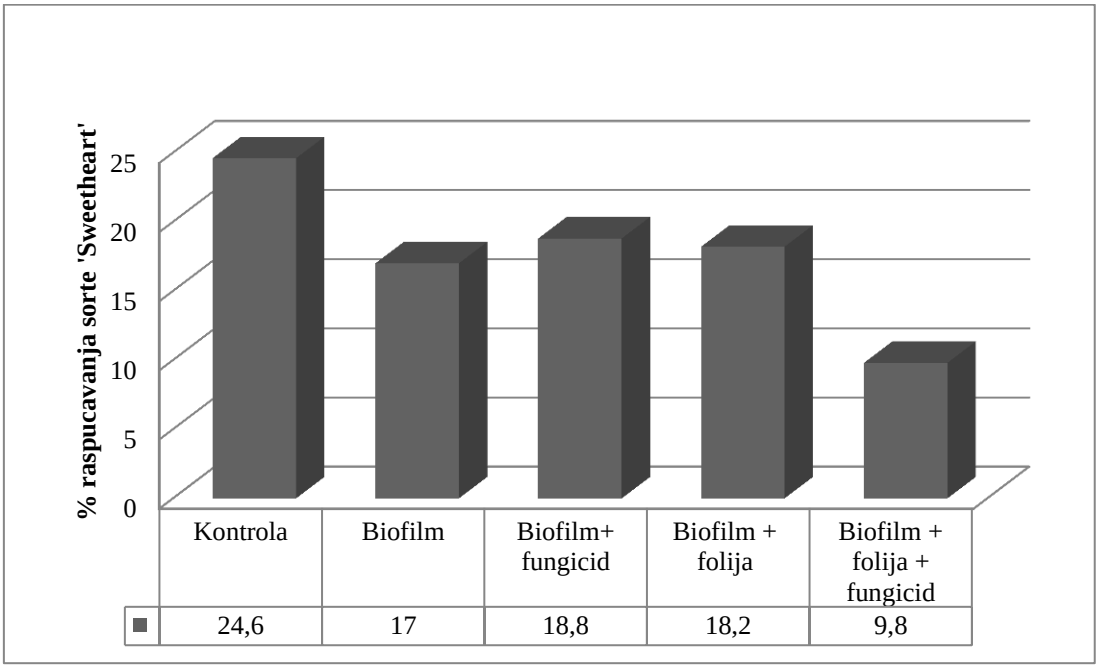


Grafikon 2.5. Učinak prekrivanja na raspucavanje plodova ranih i kasnih sorti trešanja od 2013 do 2016. (Izvor: Suran i sur., 2019).

2.3.4. UPOTREBA PREMAZA NA PLODOVIMA

Prema istraživanju provedenom na Sveučilištu u Oregonu, zaštitni premaz pod imenom SureSeal je mješavina prirodnih kemikalija sličnih onima koje se nalaze u kožicama trešanja i borovnica, pokazao se i više nego učinkovitim kod smanjenja raspucavanja plodova. Glavni sastojci su celuloza, vosak na bazi palminog ulja i kalcij. Primjenjuje ga se prskajući na stabla dva puta godišnje u emulziji na vodenoj bazi. Sitne kapljice filma objedinjuju se na plodu i lišću, tvoreći jestiv, elastičan, vodootporan ovoj debljine oko 13 mikrona. Premaz se proteže dok plod raste, ostaje tijekom berbe do tržnice i stola. Pokusi provedeni 2007.-2008. pokazali su da su kiše krajem lipnja i početkom srpnja uzrokovale raspucavanje između 10% i 27% trešanja, dok je prskanje biofilmom smanjilo stopu raspucavanja bar za 50%, a u nekim slučajevima i više (https://today.oregonstate.edu/archives/2015/apr/osu-scientists-invent-rain-resistant-coating-cuts-cherry-cracking-half).

Kaiser i sur. (2014) navode da je raspucavanje trešanja uzrokovanih kišom, kako in vitro, tako i na polju, značajno smanjeno premazivanjem organskim hidrofobnim biofilmom (SureSeal). Pokazalo se da ova jedinstvena, patentirana formulacija složenih ugljikohidrata i fosfolipida značajno smanjuje raspucavanje plodova na nekoliko mjesta u svijetu. Najistaknutiji su bili rezultati dobiveni 2007. u Milton-Freewateru gdje je raspucavanje plodova smanjeno s 23,5% na 7% u usporedbi s netretiranim kontrolnim plodovima. Sličan rezultat pronađen je u Norveškoj 2008. godine i poboljšan je ako se koristi zajedno s fungicidom prije berbe (fenheksamid) i plastičnim podlogama. U tim se uvjetima raspucavanje plodova smanjilo s 24,6 na 9,8% (Grafikon 2.6)



Grafikon 2.6. Prosječni raspuknuti plodovi (%) trešanja u vrijeme berbe prskani s 1% Biofilmom B u boji slame i opet 10 dana kasnije. U kombinaciji sa ili bez fungicida pred berbom (fenheksamidom) i plastičnim pokrovima tla, u usporedbi s netretiranim kontrolnim tretmanom.

(Izvor: Kaiser i sur., 2014)

Novi lipofilni premaz, trenutno nazvan RainGard, predstavljen je na tržištu u mnogim zemljama, sastavljen je od masnih kiselina i biljnog ulja (Torres i sur., 2014). Prema Torres i sur. (2014) RainGard program sastojao se od 3 aplikacije 0,8% otopine u vodi, prva aplikacija bila je otprilike 50 dana nakon potpunog cvjetanja (u fazi boje slame), druga aplikacija 7 do 10 dana kasnije i još 7-10 dana nakon druge išla je treća aplikacija. U svakoj primjeni spremnik $CaCl_2$ pomiješan je s RainGard. Krajnja koncentracija kalcijevog klorida bila je 0,7%. Primijenjen je u ljestvici (27,2% Ca) i potpuno otopljen u lipofilnoj otopini pripremljenoj neposredno prije primjene. Rezultati su pokazali da je raspucavanje trešanja znatno smanjeno kada su trešnje tretirane s lipofilnom premazom ili pomiješane s $CaCl_2$. Učinkovitost ovog novog premaza može se pripisati njegovoj hidrofobnosti, koja pomaže u odbacivanju kišnice s površine trešnje, i njenom djelovanju kod popunjavanja mikro pukotina u kutikuli, smanjujući prodor vode. Veća djelotvornost koja se vidi kada je premaz pomiješan s $CaCl_2$ može se objasniti boljom strukturom kutikule i epidermalne stijenke u ovom tretmanu u odnosu na sam premaz (Tablica 2.3). To se pripisuje boljem prodiranju kalcija kroz kutikulu.

Međutim, primjena tvari koje mogu stvoriti debeli sloj koji seže do petljke gdje je površina ploda propusnija čime se smanjuje unos vode ipak nije nužno dobra, ipak, ovi spojevi također negativno utječu na topivu suhu tvar jer ograničavaju razmjenu plina. Primjena anti-transpiranata je stoga kontroverzna u pogledu smanjenja pojave pukotina, a uz to može imati i negativan utjecaj na atribute kvalitete (Correia i sur., 2018).

Tablica 2.3. Učinkovitost tretiranja plodova premazima i kombinacijom s $CaCl_2$ kod sorata 'Bing' i 'Sweet Heart' u %.

	2004-2005				**2006-2007**	
	Voćnjak 1		Voćnjak 2		Voćnjak 1	Voćnjak 2
Sorta	'Bing'	'Sweet Heart'	'Bing'	'Sweet Heart'	'Bing'	'Van'
Kontrola	80,1	13,3	48	21,3	11,5	12,7
RainGard	53	10,4	33,7	8,3	7,3	6,2
RainGard + CaCl2					2,7	2,7

(Izvor: Torres i sur., 2014).

Dumitru i sur. (2015) promatrali su utjecaj prskanja 2 tjedna prije berbe s otopinom koja se sastojala od 2 tretmana: (tretman T1) 1% kalcij klorida, 1% cinkovog sulfata, 0,1% polifenola izvađenih iz sjemenke *Vitis vinifera* i 0,1% huminske kiseline izvađene iz lignita, (tretman T2) otopina koja se sastoji od 1% galaktomanan izvađenog iz sjemenki *Gleditsia triacanthos*, 1% kalcij klorida, 1% cinkovog sulfata, 0,1% polifenola izvađenih iz sjemenki *Vitis vinifera* i 0,1% huminske kiseline ekstrahirane iz lignita. Primjena raznih polimera koji formiraju film na površini ploda te djeluju kao polupropusna membrana, korišteni su zbog sprječavanja pojava pukotina. Iz tablice 2.4.vidljivo je da su vrijednosti indeksa pucanja plodova uronjenih u T2 bile niže od plodova uronjenih u T1, koji su imali vrijednosti niže u usporedbi s kontrolnim uzorcima. Prisutnost cinka u liječenju pomaže u održavanju integriteta biomembrana. Veže se za fosfolipide i membranske sulfhidrilne skupine i tvori komplekse s ostacima cisteina u polipeptidnim lancima i na taj način štiti membranske lipide i proteine od oksidacijskog djelovanja. Mikrofilm formiran na površini ploda daje mu fleksibilnost i čvrstoću sposobnu za smanjenje procesa raspucavanja, a ekstrakt sjemena *Vitis vinifera* kao moćan antioksidans štiti plod od štetnih učinaka oksidativnog stresa kao rezultat procesa pucanja.

Tablica 2.4. Indeks pucanja (%) za različite sorte i tretmane T1 (1% kalcij klorida, 1% cinkovog sulfata, 0,1% polifenola i 0,1% huminske kiseline) i T2 (otopina izvađena iz sjemenki *Gleditsia triacanthos*, 1% kalcij klorida, 1% cinkovog sulfata, 0,1% polifenola i 0,1% huminske kiseline)

Sorta	**Kontrola**	**Tretman T1**	**Tretman T2**
'Kordia'	21,2	16,6	11,2
'Summit'	26,4	19,2	13,6
'Regina'	25,2	14,8	8,8
'Simone'	30	22	14,4

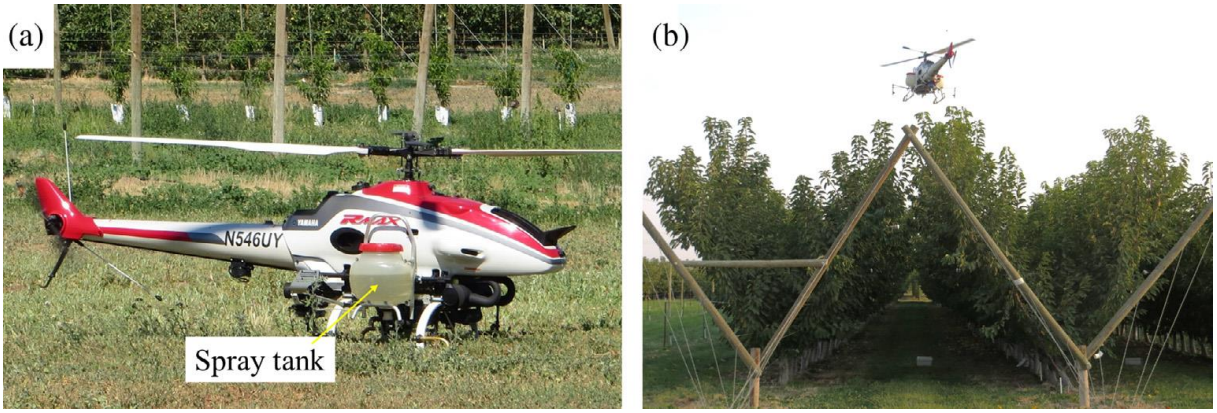
(Izvor: Dumitru i sur., 2015)

2.3.5. KORIŠTENJE BESPILOTNIH LETJELICA I RASPRŠIVAČA ZRAKA

Još jedna obećavajuća metoda za sprječavanje pucanja plodova jest uklanjanje kišnice što je prije moguće nakon kiše primjenom puhanja zraka u voćnjaku ili prelijetanjem helikoptera (Zhou i sur., 2017). Isti autori navode da helikopteri koji lete 3,0 do 6,0 m iznad krošnji voćaka brzinom od 8,0 do 16,1 km/h mogu stvoriti dovoljno jak vjetar koji uzrokuje ispiranje te može ispuhati kišnicu s plodova i lišća. Međutim, nizak let i posljedično spuštanje helikopter može oštetiti plodove.

Zhou i sur. (2016) u svom radu opisuju metodu kojom se kišnica uklanja s plodova na način da bespilotna letjelica zračnim mlazom može stvoriti jak vjetar te otpuhati kišnicu s krošnji drveća tijekom vožnje kroz voćnjak. Ključan je dovoljno širok prolaz kroz krošnje voćki za uspješno uklanjanje kišnice, a brzina ispiranja određuje se promjerom rotora, težinom helihoptera te gustoćom zraka oko rotora.

Na slici 2.6. su prikazani a) bespilotni helikopter srednje veličine (UMH) s odvojivim spremnikom za raspršivanje s obje strane. b) Ispitna stabla osposobljena su za Y armaturu voćki (Zhou i sur., 2016).



Slika 2.6. Bespilotna letjelica i primjer armature u obliku ipsilona (Izvor: Zhou i sur., 2016)

3. Zaključak

Praksa upravljanja kulturom (kombinacija sorte i podloge, razmak stabala, navodnjavanje i orezivanje) i karakteristike ploda (veličina ploda, čvrstoća i zrelost) su čimbenici koji utječu na raspucavanje ploda te je potrebno o njima voditi računa prije podizanja samog nasada. Primjena određenih spojeva na plod prije berbe, poput $CaCl_2$, antitranspiranta i regulatora rasta, koriste se za ograničavanje raspucavanja, iako njihova učinkovitost nije uvijek optimalna ili je nekad čak i kontraproduktivna. Prskajući plod mineralnim solima, šećerom i drugim kemikalijama prije berbe smanjuje se unos količine vode u plod. Porast sadržaja Ca u tkivu ploda postupno poboljšava otpornost na pucanje plodova i može ojačati strukture staničnih stijenki. Stoga, prskanje ploda s formulacijama Ca ili u kombinaciji s GA_3 prije berbe može imati velik potencijal za poboljšavanje kvalitete ploda trešnje. Za optimiziranje kvalitete ploda trešanja potrebno je bolje razumijevanje interakcije između genetike, okolišnih čimbenika i regulatora rasta biljaka kako bi se u potpunosti iskoristile nove tehnologije sprječavanja raspucavanja plodova. Iako se primjenjuju nove strategije upravljanja kao što su polituneli prekriveni polietilenskim plastikom visokog stupnja prijenosa, biostimulatori koji se temelje na morskim algama i tehnologija uklanjanja kišnice da se smanji pucanje plodova, potreban je daljnji uvid u mehanizme pucanja za razvoj novih strategija za ublažavanje nastajanja pukotina. Potreban je rad na oplemenjivanju kako bi se proizvele nove sorte s poboljšanim karakteristikama kao što su veličina i boja ploda te otpornost na pucanje koje bi imale iznimnu kvalitetu, visoku privlačnosti za potrošače, dobru prilagodbu lokalnom uzgoju i budućim klimatskim uvjetima.

4. Popis literature

1. Aglar, E., Saracoglu, O., Karakaya, O., Ozturk, B., Gun, S. (2019). The relationship between fruit color and fruit quality of sweet cherry (*Prunus avium* L. cv. '0900 Ziraat'). Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences 1 (1), 1-5
2. Balbontín, C., Gutiérrez, C., Wolff, M., Figueroa, C.R. (2018). Effect of abscisic acid and methyl jasmonate preharvest applications on fruit quality and cracking tolerance of sweet cherry. Chilean Journal of Agricultural Research, 78(3), 438–446
3. Blanco, V., Torres-Sánchez, R., Blaya-Ros, P. J., Pérez-Pastor, A., Domingo, R. (2019). Vegetative and reproductive response of 'Prime Giant' sweet cherry trees to regulated deficit irrigation. Scientia Horticulturae, 249, 478–489
4. Blanke, M.M., Balmer, M. (2008). Cultivation of sweet cherry under rain covers. Acta Horticulturae 795, 479-484
5. Bordonaba, J.G., Echeverria, G., Ubach, D., Aguayo, I.A., Lopez, M.L., Larrigaudiere, C. (2017). Biochemical and physiological changes during fruit development and ripening of two sweet cherry varieties with different levels of cracking tolerance. Plant Physiology and Biochemistry 111, 216-225.
6. Børve, J., Meland M., Sekse L., Stensvand, A. (2008). Plastic covering to reduce sweet cherry fruit cracking affects fungal fruit decay. Acta Horticulturae 795, 485-488
7. Breia, R., Mósca, A.F., Conde, A., Correia, S., Conde, C., Noronha, H., Soveral, G. Gonçalves, B., Gerós, H. (2020). Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) PaPIP1;4 Is a Functional Aquaporin Upregulated by Pre-Harvest Calcium Treatments that Prevent Cracking. Int. J. Mol. Sci. 2020, 21, 3017
8. Cline, J. A., Trought, M. (2007). Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of 'Bing' and 'Sam' sweet cherries. Canadian Journal of Plant Science, 87(3), 545-550
9. Correia, S., Oliveira, I., Queirós, F., Ribeiro, C., Ferreira, L., Luzio, A., Silva, A.P., Gonçalves, B. (2015). Preharvest application of seaweed based biostimulant reduced cherry (*Prunus avium* L.) cracking. Procedia Environmental Sciences 29, 251 – 252.
10. Correia, S., Queirós, F., Ferreira, H., Morais, M. C., Afonso, S., Silva, A. P., Gonçalves, B. (2020). Foliar application of calcium and growth regulators modulate sweet cherry (*Prunus avium* L.) Tree Performance. Plants, 9(4), 410
11. Correia, S., Queirósb, F., Ribeiroc, C., Vilelad, A., Airesa, A., Barrosa, A.I., Schoutene, R., Silvaa, A.P., Gonçalves, B. (2019). Effects of calcium and growth regulators on sweet cherry (*Prunus avium* L.) quality and sensory attributes at harvest. Scientia Horticulturae 248, 231–240
12. Correia, S., Schouten, R., Silva, A. P., Gonçalves, B. (2017). Factors affecting quality and health promoting compounds during growth and postharvest life of sweet cherry (*Prunus avium* L.). Frontiers in Plant Science, 8.
13. Correia, S., Schouten, R., Silva, A.B., Gonçalves, B. (2018). Sweet cherry fruit cracking mechanisms and prevention strategies: A review. Scientia Horticulturae 240, 369–377.

14. Čmelik, Z. (2000). Vegetativne podloge za suvremene nasade trešnje. Pregledni znanstveni rad. Sjemenarstvo 17: 279-289
15. Čmelik, Z. (2010). Klasični (ekstenzivni) voćnjaci u Hrvatskoj. Pomologia croatica 16 (3-4)
16. Demirsoy, L., Demirsoy, H. (2004). The epidermal characteristics of fruit skin of some sweet cherry cultivars in relation to fruit cracking. Pak. J. Bot., 36(4): 725-731.
17. Dong, Y., Zhi, H., Wang, Y. (2019). Cooperative effects of pre-harvest calcium and gibberellic acid on tissue calcium content, quality attributes, and in relation to postharvest disorders of late-maturing sweet cherry. Scientia Horticulturae, 246, 123–128
18. Dumitru, M.G., Vasile, N.I., Adrian A., Baciu, A.A. (2015). The use of natural biopolymer derived from Gleditsia triacanthos in reducing the cracking process of cherries. Rev. Chim. 66 (1)
19. Duralija, B., Arko, B., Čmelik, Z., Jemrić, T., Šindrak, Z. (2007). Utjecaj sorte i podloge na osjetljivost plodova trešnje na raspucavanje. Pomologia croatica 13 (2)
20. Engin, H., Gökbayrak, Z., Sakaldaş, M., Uslu Duran, F. (2015). Role of 22s, 23s-homobrassinolide and GA_3 on fruit quality of '0900 ziraat' sweet cherry and physiological disorders. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 14(5), 99–108.
21. Erogul, D. (2014). Effect of preharvest calcium treatments on sweet cherry fruit quality. Not Bot Horti Agrobo, 42 (1), 150-153
22. Gadže, J., Tomasović, S., Radunić, M., Petric, I.V., Čmelik, Z. (2011). Evaluacija introduciranih sorata trešnje na području Zagrebačke županije. Pomologia croatica 17 (1-2)
23. Garcia-Montiel, F., Serrano, M., Martinez-Romero, D., Alburquerque, N. (2010). Factors influencing fruit set and quality in different sweet cherry cultivars. Spanish Journal of Agricultural Research 8(4), 1118-1128.
24. Imrak, B., Kuden, A., Sarier, A. (2018). Researches on 0900 Ziraat cherry cultivar prevent from fruit cracking. International journal of agricultural and natural sciences. 1(2): 142-145.
25. Jemrić, T. (1996). Kvaliteta plodova trešanja (*Prunus avium* L.) Pomologia croatica 2 (1-4)
26. Kafle, G.K., Khot L.R., Zhou, J., Bahlol, H.J., Yongsheng Si. (2016). Towards precision spray applications to prevent rain-induced sweetcherry cracking: Understanding calcium washout due to rain and fruitcracking susceptibility. Scientia Horticulturae 203: 152-157
27. Kaiser, C., Fallahi, E., Meland, M., Long, L., Christensen, J. (2014). Prevention of sweet cherry fruit cracking using sureseal, an organic biofilm. Acta Hortaculturae. 1020. 477-488. 10.17660/ActaHortic.2014.1020.65.
28. Kaiser, C., Long, L., Brewer, L. (2019). Understanding and preventing sweet cherry fruit cracking. Department of Horticulture, Oregon State University.
29. Kantoci D.(2008). Koštićavo voće. Glasnik zaštite bilja 5. Pregledni rad.
30. Khadivi, A., Mohammadi, M., Asgari, K. (2019). Morphological and pomological characterizations of sweet cherry (*Prunus avium* L.), sour cherry (*Prunus cerasus*

L.) and duke cherry (*Prunus* × *gondouinii* Rehd.) to choose the promising selections. Scientia Horticulturae 257: 108719
31. Koumanov, K.S. (2015). On the mechanisms of the sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit cracking: Swelling or shrinking?. Scientia Horticulturae 184 : 169–170.
32. Krpina, I. i sur.(2004). Voćarstvo. Nakladni zavod Globus. Zagreb.
33. Landi, M., Lo Piccolo, E., Ricciardi, R., Rossi, A., Massai, R.,. Guidi, L., Remorini D. (2016). Contrasting the cracking phenomena in sweet cherries: positive effect of microelements addition (B, Fe, and Zn) to pre-harvest Ca- and Si-based spray treatments. Agrochimica, Vol. 60 No. 2.
34. Lane, W.D, Meheriuk, M., McKenzie, D.L. (2000). Fruit cracking of a susceptible, an intermediate, and a resistant sweet cherry cultivar. Hortscience 35(2):239–242.
35. Mazahir, M., Durrani,Y., Mabood Qazi, I., Hashmi, M., Muhammad, A. (2018). Pre and post-harvest calcium chloride treatments maintain the overall quality of sweet cherries. Research gate. 27 (12B), 9696-9705
36. Measham, P. F., Gracie, A. J., Wilson, S. J., Bound, S. A. (2013). Nutrition and irrigation: towards a practical solution for cherry cracking. Acta horticulturae, (984), 409–414
37. Measham, P.F, Richardson, A., Townsend, A. (2017). Calcium application and impacts on cherry fruit quality. Acta Hortic. 1161. DOI 10.17660/ActaHortic.2017.1161.60.
38. Measham, P.F., Gracie, A.J., Wilson, S.J., Bound, S.A. (2010). Vascular flow of water induces side cracking in sweet cherry (*Prunus avium* L.). Adv. Hort. Sci. 24(4): 243-248
39. Measham, P.F., Bound, S.A., Gracie,A.J., Wilson, S.J. (2009). Incidence and type of cracking in sweet cherry (*Prunus avium* L.) are affected by genotype and season. Crop & Pasture Science, 60, 1002–1008.
40. Meland, M., Skjervheim, K. (1998). Rain cover protection against cracking for sweet cherry orchards. Acta Hort. 468, 441-447
41. Michailidis,M., Karagiannis, E., Tanou, G., Karamanoli, K., Lazaridou, A., Matsi, T., Molassiotis, A. (2017). Metabolomic and physico-chemical approach unravel dynamic regulation of calcium in sweet cherry fruit physiology. Plant Physiology et Biochemistry (2017), doi: 10.1016/j.plaphy.2017.05.005.
42. Miljković, I. (1991). Suvremeno voćarstvo. Nakladni Zavod Znanje, Zagreb.
43. Miljković, I. (2011). Trešnja. Zagreb. Hrvatsko agronomsko društvo.
44. Ozkan,Y., Ucar, M., Yildiz, K., Ozturk, B. (2016). Pre-harvest gibberellic acid (GA3) treatments play an important roleon bioactive compounds and fruit quality of sweet cherry cultivars. Scientia Horticulturae 211: 358–362
45. Radunić, M., Klepo, T., Strikić, F., Čmelik, Z., Barbarić, M. (2008). Osobine sorata trešnje uzgajanih u Dalmaciji. Pomologia Croatica 14 (3), 159 – 168
46. Rehman, M.U., Rather, G.H., Dar, N.A., Mir, M.M., Iqbal, U., Mir, M.R., Fayaz, S., Hakeem, K.R. (2015). Causes and prevention of cherry cracking: a review. Crop Production and Global Environmental Issues, DOI 10.1007/978-3-319-23162-4_19
47. Rios, J.C., Robledo, F. Schreiber, L. Zeisler, V., Lang, E., Carrasco, B., Silva, H. (2015). Association between the concentration of n-alkanes and tolerance

tocracking in commercial varieties of sweet cherry fruits. Scientia Horticulturae 197:57–65
48. Schumann, C., Winkler, A., Bruggenwirth, M., Kopcke K., Knoche, M. (2019) Crack initiation and propagation in sweet cherry skin: A simple chain reaction causes the crack to 'run'. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219794
49. Sekse, L. (1995). Fruit cracking in sweet cherries (Prunus avium L.). Some physiological aspects-a mini review. Scientia Horticulturae 63: 135-141
50. Sekse, L., Bjerke, K. L., Vangdal, E. (2005). Fruit cracking in sweet cherries - an integrated approach. Acta Horticulturae, (667), 471–474.
51. Suran, P., Vávra, R., Jonáš, M., Zelený,L., Skřivanová, A. (2019). Effect of rain protective covering of sweet cherry orchard on fruit quality and cracking. Acta Hortic. 1235. ISHS 2019. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1235.25.
52. Thomidis,T., Exadaktylou, E. (2013). Effect of a plastic rain shield on fruit cracking and cherry diseases in Greek orchards. Crop Protection 52: 125-129
53. Tomasović, S., Bogunović, I., Gadže, J., Radunić, M., Čmelik, Z. (2011). Vrijeme cvatnje i dozrijevanje plodova trešnje različitih sorata // 6.Znanstveno-stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem. 28-28
54. Torres, C.A., Yuri, A., Venegas, A., Lepe, V. (2014). Use of a lipophilic coating pre-harvest to reduce sweet cherry (*Prunus Avium* L.) rain-cracking. Acta Horticulturae 1020. 534-543
55. Usenik, V., Kastelec, D., Štampar, F. (2005). Physicochemical changes of sweet cherry fruits related to application of gibberellic acid. Food Chem., 90, 663–671.
56. Vangdal, E., Hovland, K.L, Børve, J., Sekse, L. (2008). Foliar application of calcium reduces postharvest decay in sweet cherry fruit by various mechanisms. Acta Horticulturae 768.143-148
57. Wang, Y., Long, L.E, (2015). Physiological and biochemical changes relating to postharvest splitting of sweet cherries affected by calcium application in hydrocooling water. Food Chemistry 181: 241–247
58. Wani, A.A., Singh, P., Gul, K., Wani, M.H., Langowski, H.C. (2014). Sweet cherry (Prunus avium): Critical factors affecting the composition and shelf life. food packaging and shelf life 1, 86 – 99.
59. Wani, W. M., Banday, F.A., Bhat, Z.A., Bhat, J.A., Rashid, R. (2010). Effect of growth regulators on fruit cracking, pitting, and yield of "Bigarreau Noir Gross" ("Misiri") sweet cherry. International Journal of Fruit Science, 10(3), 294–300.
60. Wermund, U., Holland, A., Reardon, S. (2005). Cracking susceptibility of sweet cherries in the united kingdom in relation to calcium application and cover systems. Acta Horticulturae (667), 475–482
61. Winkler, A., Blumenberg, A., Schurmann, L., Knoche, M. (2020). Rain cracking in sweet cherries is caused by surface wetness, not by water uptake. Scientia Horticulturae 269, 109400
62. Winkler,A., Knoche, M.(2019). Calcium and the physiology of sweet cherries: A review. Scientia Horticulturae 245: 107–115
63. Wójcik, P., Akgül, H. , Demirtaş, I. , Sarısu, C., Aksu, M., Gubbuk,H. (2013). Effect of preharvest sprays of calcium chloride and sucrose on cracking and quality of 'burlat'

sweet cherry fruiT. Journal of Plant Nutrition, 36:9,1453-1465, DOI: 10.1080/01904167.2013.793714
64. Yildirim, A.N., Koyuncu, F. (2010). The effect of gibberellic acid applications on the cracking rate and fruit quality in the '0900 Ziraat' sweet cherry cultivar. African Journal of Biotechnology Vol. 9(38), 6307-6311
65. Zeman Kovačić, S. (2010). Raspucavanje plodova trešnje. Stručni rad. Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu, 1 (2)
66. Zhang, C., Whiting, M.D. (2013). Plant growth regulators improve sweet cherry fruit quality without reducing endocarp growth. Scientia Horticulturae 150, 73–79
67. Zhang, C., Whiting, M.D. (2011). Improving 'Bing' sweet cherry fruit quality withplant growth regulators. Sci. Hortic. 127, 341–346.
68. Zhou, J., Khot, L.R., Peters, T., Whiting, M.D., Zhang, Q., Granatstein, D. (2016). Efficacy of unmanned helicopter in rainwater removal from cherry canopies. Computers and Electronics in Agriculture 124: 161–167
69. Zhou, J., Khot, L. R., Bahlol, H. Y., Kafle, G. K., Peters, T., Whiting, M. D., Coffey, T. (2017). In-field sensing for crop protection: Efficacy of air-blast sprayer

Korištene internet poveznice:

1. Internet poveznica: https://www.spinazzegroup.com/en/anti-insect-single-row-fruit-tree-netting/ Pristup: 15.8.2020.
2. Internet poveznica: Jim Chatfield i Erik Draper (2019). Fruit Cracking of Cherry. https://bygl.osu.edu/node/1333 Pristup: 15.8.2020.

Životopis

Lea Colić rođena je 30. svibnja 1996. u Zadru. Živi u Biogradu na moru gdje je pohađala osnovnu i srednju školu. Opću gimnaziju pohađa od 2011. godine te je maturirala 2015. godine, a te iste godine upisala preddiplomski studij Agroekologija na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Preddiplomski studij Agroekologija završila je 2018. godine, te upisala diplomski studij, smjer Hortikultura - Voćarstvo. U slobodno vrijeme plesala je za biogradske mažoretkinje te je 10 godina aktivno trenirala i natjecala se za Plivački klub Dupin. Aktivno se koristi engleskim i talijanskim jezikom, kako u govoru tako i u pismu. Posjeduje računalne vještine za sve programe Ms Office.