

Skladišne bolesti voća

Ivković, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:807413>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

SKLADIŠNE BOLESTI VOĆA

ZAVRŠNI RAD

Luka Ivković

Zagreb, srpanj, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Preddiplomski studij:
Fitomedicina

SKLADIŠNE BOLESTI VOĆA

ZAVRŠNI RAD

Luka Ivković

Mentor: izv. prof. dr. sc. Joško Kaliterna

Zagreb, srpanj, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Luka Ivković**, JMBAG 0178121488 , izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio završni rad pod naslovom:

SKLADIŠNE BOLESTI VOĆA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga završnog 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 završni 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 završnog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE
O OCJENI I OBRANI ZAVRŠNOG RADA**

Završni rad studenta, **Luka Ivković**, JMBAG 0178121488, naslova

SKLADIŠNE BOLESTI VOĆA

mentor je ocijenio ocjenom _____.

Završni rad obranjen je dana _____ pred povjerenstvom koje je prezentaciju

ocijenilo ocjenom _____, te je student/ica postigao/la ukupnu ocjenu¹

_____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|--------------------------------|--------|-------|
| 1. | izv.prof.dr.sc Joško Kaliterna | mentor | _____ |
| 2. | _____ | član | _____ |
| 3. | _____ | član | _____ |

¹ Ocjenu završnog rada čine ocjena rada koju daje mentor (2/3 ocjene) i prosječna ocjena prezentacije koju daju članovi povjerenstva (1/3 ocjene).

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj rada	2
2. Skladišne bolesti jezgričavog voća	3
2.1. Gorka trulež jabuke i kruške	3
2.2. Smeđa trulež ploda jabuke i kruške	6
2.3. Krastavost ploda jabuke i kruške	8
2.4. Fiziopatije jezgričavog voća	11
3. Skladišne bolesti koštičavog voća	15
3.1. Smeđa trulež plodova breskve, nektarine, marelice, šljive i trešnje	15
3.2. Plava trulež plodova breskve, marelice, nektarine, šljive i trešnje	18
3.3. Pjegavost koštičavog voća	19
3.4. Fiziopatije koštičavog voća	23
4. Skladišne bolesti citrusa	26
4.1. Alternarijska trulež	27
4.2. Plijesnivost ploda citrusa	29
4.2.1. Plava plijesan ploda citrusa	30
4.2.2. Zelena plijesan ploda citrusa	30
4.3. Fiziopatije citrusa	33
5. Skladišne bolesti jagodastog voća	35
5.1. Siva plijesan kivija	35
5.2. Istjecanje ploda jagode	37
5.3. Fiziopatije jagodastog voća	39
6. Skladišne bolesti tropskog voća	41
6.1. Antraknoza banana	41
6.2. Trulež kraja stabljike avokada	44
6.3. Fiziopatije tropskog voća	45
7. Skladišne bolesti grožđa	48
7.1. Siva plijesan grožđa	48
7.2. Fiziopatije grožđa	51
8. Zaključak	53
9. Popis literature	54
Životopis	68

Sažetak

Završnog rada studenta Luka Ivković, naslova

SKLADIŠNE BOLESTI VOĆA

Za bolesti voća koje se javljaju tijekom skladištenja možemo reći da su to bolesti koje se pojavljuju najprije u voćnjaku, pri kraju vegetacije. Usprkos adekvatnoj zaštiti plodova tijekom vegetacije, česta je pojava da plodovi budu izloženi infekciji nakon berbe. Bolesti koje se razvijaju u skladištu u najvećem broju slučajeva uzrokovane su gljivama, rjeđe bakterijama te uzrokuju važne ekonomske štete razarajući zdrave plodove voća koje se treba plasirati na tržište. Voće prilikom rukovanja i skladištenja izloženo je i raznim fiziopatijama. Razvoju štetnih odnosno fitopatogenih gljiva znatno pridonose kišovita ljeta, ali se razvijaju i za sušnog razdoblja. Najvažnija skladišna oboljenja uzrokuju: *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructigena*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Gloeosporium* spp., *Alternaria* spp. Budući da su uzročnici bolesti u većini slučajeva gljive za suzbijanje uzročnika skladišnih bolesti primjenjuju se fungicidi sa što kraćom karencom. Iako se većina bolesti nakon berbe uspješno može kontrolirati kemijskim fungicidima, njihova uporaba sve više je ograničena zbog propisa o razinama kemijskih ostataka. Za upravljanje bolestima nakon berbe voća i povrća koriste se tri osnovna pristupa: sprječavanje infekcije, eliminacija incipijentne ili latentne infekcije i sprječavanje širenja patogena u tkivu domaćina. Fizičke, kemijske i biološke metode koriste se za upravljanje bolestima nakon berbe, ali svaka od njih ima svoja ograničenja. Međutim, učinkovitost ovih metoda može se poboljšati kombiniranjem dvije ili tri metode tretmana kako bi se smanjili gubici nakon berbe, produžio rok trajanja proizvoda te izbjegla rezistentnost na fungicide.

Ključne riječi: abiotske bolesti, mikoze, bakterioze, suzbijanje, skladištenje voća

Summary

Of the final work student Luka Ivković, entitled

POST HARVEST FRUIT DISEASES

For diseases of fruits that occur during storage, we can say that these are diseases that primarily occur in the orchard towards the end of the growing season. Despite adequate protection of the fruits during the growing season, it is common for the fruits to be exposed to infection after harvest. The diseases that develop in storage are mostly caused by fungi, and less commonly by bacteria, resulting in significant economic damage by destroying healthy fruits intended for the market. Fruits are also exposed to various physiological disorders during handling and storage. Rainy summers significantly contribute to the development of harmful or phytopathogenic fungi, but they can also develop during dry periods. The most important storage diseases are caused by *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructigena*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Gloeosporium* spp., and *Alternaria* spp. Since fungi are the main pathogens in most cases, fungicides with shorter withholding periods are used to control the causative agents of storage diseases. Although most postharvest diseases can be successfully controlled with chemical fungicides, their use is increasingly limited due to regulations on chemical residue levels. Three basic approaches are used to manage postharvest diseases of fruits and vegetables: prevention of infection, elimination of incipient or latent infection, and prevention of pathogen spread in the host tissue. Physical, chemical, and biological methods are used to manage postharvest diseases, but each has its limitations. However, the effectiveness of these methods can be improved by combining two or three treatment methods to reduce postharvest losses, extend the shelf life of the produce, and avoid fungicide resistance.

Keywords: abiotic diseases, fungal diseases, bacterial diseases, control, postharvest storage of fruit

1. Uvod

Uzgoj voća već stoljećima predstavlja temeljni aspekt ljudske civilizacije pružajući bogat izvor esencijalnih hranjivih tvari i okusa. Međutim, put ovog voća od voćnjaka do stola potrošača često je obilježen značajnim izazovom - bolestima voća nakon berbe (skladišne bolesti voća). Ove bolesti, uzrokovane različitim patogenima, dovode do značajnih ekonomskih gubitaka, ugrožene sigurnosti hrane i smanjene nutritivne vrijednosti zahvaćenog voća. Razumijevanje složenosti bolesti voća nakon berbe i razvoj učinkovitih strategija upravljanja ključni su za očuvanje kvalitete i sigurnosti voća te osiguranje njegove dostupnosti tijekom cijele godine (Bano i sur. 2023.). Skladišne bolesti voća obuhvaćaju široki spektar stanja koja mogu utjecati na voće nakon berbe, uključujući gljivične, bakterijske, virusne infekcije te abiotičke bolesti ili fiziopatije. Ove bolesti mogu se manifestirati na različite načine, poput truljenja, promjene boje, uvenuća i propadanja, što rezultira pogoršanjem kvalitete, izgleda i okusa voća. Osim toga, širenje patogena tijekom skladištenja i prijevoza može ubrzati proces propadanja, što dovodi do značajnih financijskih gubitaka za poljoprivrednike, dobavljače i trgovce. Usprkos razvijenim i poboljšanim metodama čuvanja i skladištenja gotovo je nemoguće izbjeći pojedine infekcije plodova. Metode čuvanja i skladištenja osobito su razvijene na sljedećim voćnim vrstama: jabuke, kruške, citrusi, banane, grožđe i trešnje (Hodges i sur. 2011.). Uzroci bolesti voća nakon berbe su složeni i uključuju čimbenike okoliša, neodgovarajuće rukovanje, nedovoljne skladišne uvjete te prisutnost prethodno postojećeg infektivnog inokuluma patogena u procesima nakon berbe. Okolišni uvjeti poput temperature, vlage i izloženosti svjetlu imaju ključnu ulogu u osjetljivosti voća na bolesti. Osim toga, fizička oštećenja tijekom berbe, pakiranja i prijevoza mogu pružiti ulazne točke za patogene, narušavajući prirodne obrambene mehanizme voća (Bui i sur. 2021.). Bolesti uskladištenog voća neizbježne su, javljaju se svake godine u većem ili manjem intenzitetu. Simptomi bolesti ovise o vrsti uzročnika, vrsti proizvoda te vrsti uskladištenja. Tijekom skladištenja voća bitno je ispoštovati niz mjera ne samo u skladištu nego i u voćnjaku. U suprotnom dolazi do niza već spomenutih ekonomskih gubitaka. Usporedbe radi, dostupni podaci dobiveni nakon praćenja skladišnih bolesti jabuke tijekom tri mjeseca ukazuju na znatne ekonomske gubitke. Uzimajući u obzir prosječne cijene jabuke prema Tržišnom cjenovnom informacijskom sustavu u poljoprivredi i učestalosti skladišnih bolesti izračunati su ekonomski gubici. U tri mjeseca skladištenja gubici su se kretali između 5,16 do 52,78 € po toni plodova. Tako je u 2009/10 prosječni iznos gubitaka po toni i mjesecu skladištenja iznosio 21,43 €. Naravno, navedeni gubici izračunati prema maloprodajnim cijenama su znatno veći te su se kretali između 9,60 i 81,90 € po toni, a prosječni gubitak za 2009/10 iznosio je 33,11 € (Ivić i sur. 2013.). Navedeni podaci jasno upućuju na to koliko su ozbiljne štete, odnosno gubici prouzrokovani skladišnim bolestima. Neovisno iz kojeg kuta gledali, kao postotak ekonomskog gubitka uroda ili preračunato u cjenovni gubitak da se zaključiti kako su skladišne bolesti jedan od bitnijih rizika u poljoprivredi. Suzbijanje skladišnih bolesti voća zahtijeva višestruki pristup koji uključuje preventivne mjere, učinkovite prakse skladištenja i strategije učinkovitog upravljanja bolestima. Napredak u poljoprivrednoj tehnologiji, uključujući poboljšane skladišne uvjete, pakiranje u modificiranoj atmosferi i korištenje prirodnih ili sintetičkih spojeva s antimikrobnim svojstvima, pružaju potencijalna rješenja za borbu protiv ovih bolesti. Nadalje,

razumijevanje molekularnih mehanizama interakcija patogena i domaćina može olakšati razvoj ciljanih intervencija za smanjenje razvoja i napredovanja bolesti (Palumbo i sur. 2022.). Prema podacima Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske za 2021. godinu u Republici Hrvatskoj voćnjaci se prostiru na 36 248 ha. Podaci Zavoda ukazuju da od ukupno proizvedenog voća u Republici Hrvatskoj u 2021. godini se najviše proizvede jabuka (60 788 t), mandarina (40 468 t), trešanja i višanja (6 235 t), šljiva (5 835 t), krušaka (3 856 t), breskvi i nektarina (3 064 t) (Državni zavod za statistiku 2021.). Neke voćne vrste poput tropskog voća i sl., koje se uvoze iz inozemstva te se ne uzgajaju lokalno također su podložne pojavi skladišnih bolesti tijekom transporta i skladištenja u Republici Hrvatskoj. Zbog navedenih podataka u nastavku rada, a temeljem prikupljenih podataka iz dostupne literature sažet je pregled skladišnih bolesti i njihovih uzročnika s naglaskom na bolesti nekih od najzastupljenijih voćnih vrsta na tržištu u Republici Hrvatskoj.

1.1. Cilj rada

Plodovi biljaka poput citrusa, jezgričavog voća, koštičavog voća i sl. podložni su pojavi različitih biotskih bolesti i abiotskih oboljenja (fiziopatija) koji se javljaju poslije berbe i tijekom skladištenja. Poznavanje simptomatologije i etiologije te mjera suzbijanja tih bolesti važno je kako bi se smanjili gubitci uslijed propadanja neadekvatno tretiranih i uskladištenih plodova. Stoga, cilj ovog završnog rada bit će prikazati suvremene znanstvene spoznaje o najvažnijim (pseudo)mikozama, bakteriozama te fiziopatijama plodova najznačajnijih voćnih vrsta nakon berbe i tijekom skladištenja te mjere suzbijanja istih.

2. Skladišne bolesti jezgričavog voća

Jabuka i kruška se najčešće čuvaju u kontroliranoj atmosferi no ta tehnologija skladištenja ne sprječava propadanje plodova ako oni na sebi nose latentni inokulum patogena koji je prenesen iz voćnjaka (Cvjetković 2010.). Bolesti plodova jezgričavog voća nakon berbe rezultiraju značajnim ekonomskim gubicima tijekom skladištenja diljem svijeta svake godine. Obično ih uzrokuju raznoliki gljivični patogeni, iako se povremeno mogu pojaviti i bakterijski i oomicetni patogeni nakon berbe. Unatoč tehnološkom napretku u skladišnoj obradi svježeg voća, gubici plodova nakon berbe kreću se od 5 do 20%, a na osjetljivim sortama mogu doseći i do 50% (Jurick II i sur. 2011.). Na primjer, trulež uzrokovana *Neofabraea* spp., glavna je bolest skladištenih jabuka u Poljskoj, uzrokujući do 30-40% gubitaka plodova nakon berbe na osjetljivim sortama jabuka (Michalecka i sur. 2016.). Slično tome, gorka trulež (*Colletotrichum* spp.) prikazala se kao uzročnik do 30% propadanja tijekom skladištenja ekološki uzgojenih jabuka na sjeveru Njemačke (Maxin i sur. 2014.). Kako novodi Agroklub (2017.) od jednake važnosti su i fiziološke bolesti jezgričavog voća koje nisu uzrokovane fitopatogenim gljivama, bakterijama ili virusima. Fiziopatije možemo definirati kao poremećaje fizioloških procesa unutar ploda tijekom procesa zrenja i starenja plodova koji dovode do promjena izgleda, arome, okusa i sočnosti. Sva fiziološka oboljenja možemo podijeliti u dvije grupe:

- Bolesti ploda koje vode porijeklo iz voćnjaka kao rezultat poremećaja u rastu i razvoju samog voćnog stabla.
- Bolesti ploda koje su pak rezultat promjene metabolizma prilikom skladištenja.

U radu su detaljno opisane biotske bolesti poput gorke truleži jezgričavog voća, smeđe truleži, krastavosti ploda te abiotske bolesti odnosno fiziopatije kao što su gorke pjege, Jonathanove pjege, lenticelne pjege i staklavost ploda. Osim već spomenutih biotskih bolesti koje napadaju jezgričavo voće prilikom skladištenja važno je napomenuti da postoje i drugi uzročnici bolesti, fitopatogene gljive, poput *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum*, *Cylindrocarpon mali* koje ostavljaju plodove bez vrijednosti te ih uništavaju u skladištu u određenim uvjetima i imaju ekonomski važan značaj. Snowdon (1990.) također navodi da su od važnosti poremećaji poput raspadanja kruške, „smeđe srce“ jabuke i kruške, ozljede prilikom smrzavanja jabuke i kruške te ozljede prilikom primjene fungicida.

2.1. Gorka trulež jabuke i kruške

Ova bolest je uzrokovana fitopatogenom askomicetnom gljivom: *Glomerella cingulata*, koja se još i naziva *Colletotrichum gloeosporioides* kao anamorf u aseksualnom stadiju. Gorka trulež je jedna od najčešćih i ekonomski najvažnijih bolesti na jabukama (Bessin i sur. 1994.). Može uzrokovati značajne gubitke, pogotovo tijekom dugih razdoblja toplih i vlažnih vremenskih uvjeta (Shi i sur. 1995.). Za vrste koje uzrokuju gorku trulež poznato je da variraju u svojoj agresivnosti i odgovoru na fungicide. Stoga je važno napraviti točnu dijagnozu vrste kako bi se optimizirali protokoli suzbijanja. Međutim, može biti izazovno identificirati vrste *Colletotrichum* spp. jer proizvode slične simptome na plodovima jabuke i često su morfološki slični, a morfologija ponekad varira kao odgovor na okolišne čimbenike u kulturi (González i sur. 2006.).

Simptomi: Kako navodi Borecki (1961.) početni znakovi bolesti se primjećuju kao manje okrugle sivo-smeđe mrlje, obično na bočnoj strani ploda jabuke. Te mrlje brzo rastu i postaju potpuno kružnog oblika, blago udubljene u središtu, stvarajući „tanjurasto“ udubljenje na površini ploda. Broj mrlja na plodu može varirati. Kada mrlje dosegnu veličinu od 1-2 cm, na njihovoj površini se pojavljuju sitne točkice raspoređene u kružnom uzorku, što su plodonosna tijela uzročnika bolesti (poznata kao acervuli ili otvorena plodišta). Ovo je tipičan i prepoznatljiv znak bolesti (Slika 1. i 2.). Kako mrlje stare, njihova površina postaje naborana, mijenjaju boju u tamnosmeđu do crnu, te se šire i spajaju sve više, što dovodi do potpune truleži i „mumifikacije“ plodova. Unutar plodova, negativne promjene se događaju jer se odmah nakon pojave mrlja u mesu ploda razvija smeđa trulež, stvarajući oblik klina ili slova „V“ na poprečnom presjeku. Trulo meso ove bolesti ima blago vodenastu konzistenciju, ali nije sluzasto kao kod zelene plijesni (*Penicillium* spp.) niti kožasto kao kod crne truleži (*Botryosphaeria* spp.). Gljiva u oboljelom tkivu formira toksine koji zaraženom plodu daju gorak okus, pa stoga ime gorka trulež (Gospodarski list 2022.).

Biologija: Neki sojevi ovog gljivičnog biljnog patogena (*Glomerella cingulata*) proizvode i seksualnu fazu (peritecije koje stvaraju askospore) i aseksualnu fazu (acervuli koji daju konidije), a obje su važne u infekciji (Struble i Keitt 1950.). Postoje i drugi sojevi koji proizvode samo aseksualno stanje. Prema Shane i Sutton (1983.) tijela koja nose spore razvijaju se u ranama na stablu; askospore se oslobađaju tijekom kišnih pljuskova i kasnije se šire zračnim strujama, dok se konidije (Slika 3.) raspršuju kišnicom. Iako se bolest često povezuje s plodovima koji dozrijevaju (Sitterly i Shay 1960.), utvrđeno je da su jabuke osjetljive na infekciju u svim stadijima svog razvoja (Noe i Starkey 1982.), s tim da gljiva može direktno prodirati kroz netaknutu kožu ploda. Optimalna temperatura za infekciju iznosi otprilike 26°C, a epidemije su povezane s vlažnim sezonama. Plodovi mogu potpuno istrunuti na stablu, tvoreći uvela „mumificirana“ tijela koja preživljavaju zimu i, zajedno s ranama koje su prethodno formirane na plodu, djeluju kao izvor spora sljedeće godine. Berba plodova može dovesti do infekcije putem ozljeda koje se događaju tijekom rukovanja i transporta (Wang i sur. 2015.).



Slika 1. i 2. Simptomi gorke truleži na jabuci.

(<http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=OrgCirs/takson.asp&CODE=131F7EDB-4ED3-4225-8F0C-14B7CF27556F>)



Slika 3. Konidije *Colletotrichum gloeosporioides* (obojeno laktofenolom)

(https://www.tecnicoagricola.es/enfermedades-o-patogenos-mas-importartes-en-postcosecha-de-citricos/p_colletotrichum-gloeosporioides01-2/)

Suzbijanje: Učestalost gorke truleži može se smanjiti rezanjem mrtvog drveta i uklanjanjem mumificiranih plodova iz voćnjaka (Struble i Keitt 1950.) Za potpunu kontrolu bolesti potrebno je tijekom vegetacijske sezone nekoliko puta prskati stabla fungicidima poput sredstava na bazi: mankozeba, kaptana, tiofanat-metila i miklobutnila. U voćnjacima koji se navodnjavaju, kap po kap navodnjavanje je poželjnije od raspršivača, koji su slični kiši. Također je koristan fungicidni tretman poslije berbe. Učinkovito upravljanje gorkom truleži uključuje kombinaciju agrotehničkih mjera, kemijskih tretmana i strategiju upravljanja voćnjakom. Sanitacija u smislu uklanjanja i uništavanja zaraženih plodova ili mumificirane jabuke kako bi se smanjilo izvor inokuluma. Obrezivanje stabla kako bi se poboljšala cirkulacija zraka i prodor svjetla unutar krošnje, smanjujući vlagu. Korištenje modela prognoze bolesti radi optimizacije primjene fungicida na temelju vremenskih uvjeta. Prorjeđivanje plodova može biti od velike koristi zbog smanjenja kontakta između plodova i poboljšane cirkulaciju zraka (Leonberger i sur. 2019.).

2.2. Smeđa trulež ploda jabuke i kruške

Monilinia fructigena u seksualnom stadiju, kao teleomorf, parazitira na plodovima mnogih voćnih vrsta. Na jezgričavom voću (jabuka, kruška i dunja) u našem uzgojnom području najvažniji je uzročnik propadanja plodova. Na plodovima oštećenima od tuče ili insekata zaraze su učestalije, a štete veće. Posljednjih godina smeđa trulež plodova je sve češća u voćnjacima. U Republici Hrvatskoj, *M. Fructigena*, najučestalija je među brojnim uzročnicima truleži plodova jabuka u skladištima i hladnjačama (Cvjetković 2010.).

Simptomi: U svim fazama razvitka, od zametanja do berbe, postoji mogućnost da plodovi budu zaraženi. Međutim, najveći broj infekcija događa se u drugom dijelu vegetacije kada su plodovi najosjetljiviji na zarazu (Cvjetković 2010.). Kada su plodovi zreli, truljenje napreduje brže, a početne lezije su smeđe, kružnog oblika i čvrste teksture. Na mjestu ulaska parazita, boja se mijenja, a ispod kožice ploda jabuke ili kruške razvija se smeđa pjega, ispod koje se nalazi smeđe tkivo (Cvjetković 2010.). U početku, pjega je glatka, ali s vremenom se na kožici zaraženog voća razvijaju jastučići koji se sastoje od micelija gljive i konidija, često raspoređenih u koncentričnim krugovima (Slika 4.). Ovaj raspored micelija u koncentričnim krugovima nastaje zbog gušćeg rasta micelija tijekom dana i rjeđeg rasta tijekom noći. Pjega se s vremenom povećava, a na njoj se pojavljuje sve veći broj koncentričnih krugova. Konačno, cijeli plod propada i poprima smeđu boju. Trulo voće može pasti na tlo ili ostati suho na stablu, pretvarajući se u tvrdnu, smežuranu formaciju koja se naziva mumija (Anon 1991.). Mumije plodova ostaju obješene na granama voćaka sve do proljeća ili padaju na tlo gdje ostaju tijekom zimskih mjeseci, djelomično ili potpuno zakopane pod zemljom. Zaraza se može proširiti i na susjedne plodove koje su bile u kontaktu sa zaraženom voćkom, pa nije rijetkost vidjeti više plodova koji trunu zajedno. Spore mnogih gljiva, uključujući one koje pripadaju vrsti *M.fructigena* nalaze se na plodovima u voćnjaku (MacHardy i sur. 1996.). Voće kontaminirano na ovaj način će oboljeti ako se ošteti tijekom skladištenja u skladištima ili hladnjačama ovisno jesu li uvjeti za infekciju povoljni. U skladištu ili hladnjači, u mraku, slika bolesti je drugačija, javlja se tzv. **Crna trulež**, pri čemu plod postaje crn (Slika 5.). Bolest se može prepoznati po kuglastom obliku ploda koji se zadržava dugo vremena, a površina mu je glatka i sjajna. Sporulacija je zbog slabog osvjetljenja je umanjena ili je uopće nema (Cvjetković 2010.).



Slika 4. Gusti micelij gljive *Monilinia fructigena* na jabuci.

(<https://www.plantbiosecuritydiagnostics.net.au/app/uploads/2018/11/NDP-1-Apple-Brown-Rot-Monilinia-fructigena-V2.1.pdf>)



Slika 5. Crna trulež jabuke u skladištu, uzročnik: *Monilinia fructigena*

(<https://www.boljazemlja.com/propadanje-plodova-jabuke-u-skladistu/>)

Biologija: Voće zaraženo rano tijekom sezone rasta truli na stablu, pretvarajući se u osušene 'mumije' koje mogu ostati pričvršćene ili pasti na tlo. Gljiva na taj način preživljava zimu i, kada su uvjeti okoliša povoljni, spore se šire po voćnjaku. Osim što proizvodi konidije, *M. Fructicola* i, rijetke (*M. Fructigena* i *M. Laxa*) može također proizvesti spolni stadij (apotecije koje daju askospore). Oslobađanje askospora poklapa se s pojavom mladih izdanaka i cvjetova te, nakon infekcije cvjetnih dijelova, gljiva se širi u razvijajuće plodove. Stariji plodovi vjerojatnije će biti zaraženi konidijima koji se raspršuju zrakom, prskanjem vodom ili insektima, a prodor se obično događa putem rana (Moore 1950.). Smeđa trulež najbolje

uspijeva u toplim i vlažnim uvjetima. Kiša ili visoka vlažnost mogu stvoriti idealno okruženje za širenje bolesti. Dodatno, oštećenja na plodu poput pukotina, oštećenja insekata ili rana nastalih nepravilnim rukovanjem pružaju ulazna vrata gljivi (Byrde i sur. 1977.).

Suzbijanje: Pripravci za prskanje voćnjaka nisu vrlo učinkoviti protiv smeđe truleži, ali fungicidna kupka poslije berbe pruža izvrsnu kontrolu sekundarnog širenja u skladištu. Sprječavanje mehaničkih ozljeda pomaže smanjiti infekciju, a uporaba hlađenja usporava propadanje (Alford i Gwynne 1983.). Razmatrajući načine borbe protiv ove bolesti, važno je uzeti u obzir i potrebu za uklanjanjem i uništavanjem zaraženog voća, sušenih plodova, ostataka usjeva i oboljelog lišća. Održavanje voćnjaka čistim smanjuje dostupnost spora za infekciju. Redovito prorjeđivanje plodova pomaže u smanjenju zbijenosti i poboljšava cirkulaciju zraka među plodovima. To pomaže u sušenju plodova brže nakon kiše ili rose, smanjujući povoljne uvjete za razvoj smeđe truleži. Korištenje sustava „kap po kap“ za navodnjavanje može biti korisno jer se voda primjenjuje izravno u korijensku zonu, smanjujući vlažnost plodova i lišća. Primjena fungicida može biti važan alat u suzbijanju smeđe truleži jabuka. Fungicidi se obično primjenjuju prema preporukama stručnjaka ili uputama na proizvodu. Fungicidi na bazi aktivnih tvari mankozeba (ditiokarbamati), propikonazola (triazoli), fungicidi koji sadrže aktivne tvari poput azoksistrobina i piraklostrobina su strobilurin-bazirani fungicidi koji mogu pružiti kontrolu nad smeđom truleži. Imaju preventivno i anti-sporulativno djelovanje, pomažući u sprečavanju klijanja spora i razvoja bolesti. Također je važno i spomenuti fungicide na bazi bakra koji se mogu koristiti kao dio cjelokupne strategije upravljanja bolestima. Važno je slijediti preporučene doze, vrijeme primjene i bilo kakva ograničenja ili sigurnosne smjernice navedene na etiketi fungicida. Razmotriti izmjenu fungicida s različitim načinima djelovanja kako bi se smanjilo rizik od razvoja otpornosti na fungicide (Grabke i sur. 2011.).

2.3. Krastavost ploda jabuke i kruške

Krastavost ploda jabuke i kruške uzrokovana je askomicetnom gljivom *Venturia inaequalis* odnosno infekciju proizvodi aseksualna faza ove gljive koja se još naziva i *Spilocaea pomi* (anamorf). Bolest se raširila u svim područjima uzgoja jabuka, posebno u godinama s obilnom kišom. Međutim, napadi su manje izraženi u južnim dijelovima Hrvatske u usporedbi sa sjevernim. Ova bolest nanosi značajne štete, procijenjene na 56-74% prema istraživanju Cvjetkovića i suradnika iz 1989. godine.

Simptomi: Lezije na jabukama su tamnosmeđe ili crne mrlje koje s vremenom postaju plutenaste (Slika 8.). Ponekad se na rubovima lezija može razviti askomicetna gljiva. Ove lezije najčešće se javljaju oko stabljike, a ako se infekcija dogodila dok je plod bio u razvoju, jabuka može biti deformirana. Na zaraženim listovima dolazi do smanjene asimilacije i povećane transpiracije. Listovi koji su zaraženi otpadaju, što smanjuje ukupnu površinu biljke koja obavlja fotosintezu. To dovodi do slabljenja voćke, što se očituje sljedeće godine. Izravne štete uključuju gubitak plodova koji otpadaju zbog zaraze, rezultirajući manjim urodom. Osim toga,

kvaliteta plodova je smanjena zbog prisutnosti krasta, što smanjuje njihovu tržišnu vrijednost. Cijeli program zaštite jabuka temelji se na rokovima za suzbijanje ove bolesti, što rezultira značajnim troškovima zaštite prema studiji Cvjetkovića i suradnika iz 1998. Osim infekcije plodova, smeđa trulež može zaraziti cvjetove, uzrokujući uvelost cvijeta. Zaraženi cvjetovi mogu uvenuti, potamniti i razviti pljesnivu, smeđu masu spora boje pijeska. U teškim slučajevima, smeđa trulež se može proširiti na grančice i izbojke, uzrokujući sušenje i rane. Ako se pojave simptomi, troškovi zaštite se znatno povećavaju zbog primjene eradikativnog programa zaštite (Cvjetković 2010.).

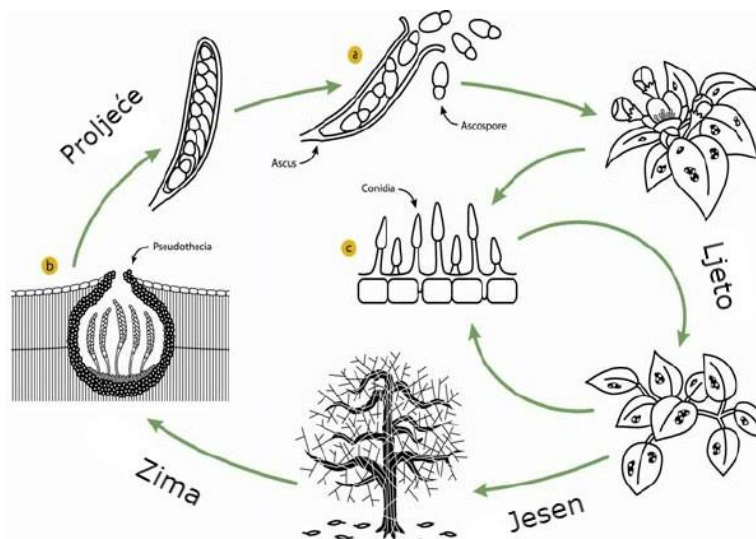


Slika 8. Plutenaste lezije na jabuci uzrokovane, uzročnik: *Venturia inaequalis*.

(<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/AppleScab.aspx>)

Biologija: Bolest koja je prije svega problem u voćnjacima, ali kasna infekcija može dovesti do razvoja krastavosti ploda u skladištu. *Venturia inaequalis* je askomicetna gljiva; ona proizvodi spolne spore (askospore) u strukturi nalik vrećici koja se naziva askus (Tomerlin i Jones 1983.). Micelij *V. Inaequalis* je pregradan, a jezgre su haploidne. Preživljava zimu u otpalim listovima jabuke, gdje se razvija spolna faza (periteciji koji proizvode askospore). Spore se oslobađaju tijekom vlažnih razdoblja u rano proljeće, a toplo i vlažno vrijeme pogoduje infekciji i listova i plodova (Slika 9.). Aseksualne spore (konidije) proizvode se na zaraženom tkivu i raspršuju se kišnim kapljicama; neprekidno vlažno vrijeme može dovesti do teške infekcije zrelih plodova, a dugotrajno skladištenje treba izbjegavati (Schwabe 1980.). Iako se ne širi na zdrave plodove u skladištu, lagano zaraženi plodovi će se i dalje pogoršavati čak i pri temperaturama bliskim 0°C, a lezije će se povećavati i po broju i po veličini. *Venturia inaequalis* je vrsta gljive koja ima poseban način razmnožavanja. Kada se pojavi pjega na listu, ta pjega ne može sebe oploditi. Da bi se oplodila, potrebno je da se hife, odnosno reproduktivni dijelovi gljive, spoje s hifama druge jedinke ili pjege. Bez obzira na podrijetlo, svaka jedinka mora biti kompatibilna s onom s kojom se spaja. Ove gljive imaju dva tipa, (+) i (-), i samo se jedinke različitih tipova mogu međusobno spojiti. Dakle, ako se na listu nalazi samo jedna

pjega, ne može se formirati posebna struktura nazvana pseudotecij. Također, ako su pjege istog tipa i nisu međusobno kompatibilne, neće se razviti pseudotecij. Ovo je potvrđeno kroz pokuse provedene u području RH (Jurjević 1996.).



Slika 9. Životni ciklus, *Venturia inaequalis*, prikaz askospora (a), odgovoran za primarne infekcije proizvedene u pseudotecijima (b) i konidija (c) odgovorna za sekundarne infekcije.

(https://www.researchgate.net/figure/Life-cycle-of-Venturia-inaequalis-showing-the-ascospores-a-responsible-for-the-primary_fig1_221909830)

Suzbijanje: Preventivne mjere su ključne u suzbijanju krastavosti ploda jabuke. To uključuje redovito uklanjanje zaraženih plodova i ostataka biljnog materijala. Pravilno provođenje prskanja fungicidima tijekom sezone također može pomoći u suzbijanju infekcije. Neke sorte jabuka su osjetljivije na krastavost ploda od drugih. Stoga je važno odabrati sorte koje su manje podložne ovoj bolesti. Krastavost ploda jabuke može uzrokovati smanjenje tržišne vrijednosti plodova zbog njihove neestetske vanjšine. Također, oštećeni plodovi mogu biti podložniji drugim bolestima i propadanju. Prskanje fungicidima može se provesti prema zaštitnom ili kurativnom program (Shabi i sur. 1986.). Inspekcije voćnjaka, zajedno s pouzdanim meteorološkim prognozama, pomažu u pravilnom vremenskom usklađivanju prskanja (Gupta 1984.). Korisna može biti i primjena uree nakon berbe, ali prije otpadanja lišća; tretirano lišće brzo se raspada nakon što padne s drveta, čime se smanjuje izvor hrane dostupan gljivi. Postoje pokušaji smanjenja krastavosti biološkim sredstvima (korištenjem raznih parazitskih gljiva) i uzgojem otpornih sorti jabuka. Za suzbijanje ove bolesti mogu se koristiti fungicidi iz skupine ditiokarbamata (metiram). Mankozeb stvara zaštitni sloj na površini ploda, sprječavajući tako ulazak gljivičnih patogena jednako kao i kaptan (Bowen i sur. 2011.).

2.4. Fiziopatije jezgričavog voća

Ovo je brojna grupa bolesti koja se javlja na plodovima jezgričavog voća dok su oni još uvijek na stablu, ali se bolest iskazuje kasnije. Na pojavu ovih bolesti može se utjecati izborom lokacije za sadnju, izborom sorte, podloge, primjenom pravilne agrotehnike, izborom uzgojnog oblika, posebno pravilnom ishranom, zalijevanjem i zaštitom stabala jabuke. One su dominantne u gotovo svim uzgojnim regijama jabuke, a pritom se najčešće prije podizanja nasada ne rukovodi načelima regionalizacije prema specifičnim obilježjima klime i tla sa zahtjevima sorte. Upravo je fiziološka stabilnost plodova pored genetske osnove sorte jako ovisna o vremenskim i zemljišnim obilježjima po proizvodnim sezonama (Agroklub 2017.).

Gorke pjege jabuka su fiziološki poremećaj koji utječe na plodove jabuke, uzrokujući karakteristične tamne, udubljene mrlje na koži. Najčešće pogađa određene sorte jabuka i češće se javlja u područjima s nedostatkom kalcija u tlu i promjenjivom dostupnosti vode. Obično se razvijaju tijekom razvoja ploda, ali postaje vidljiv nakon berbe ili tijekom skladištenja (Schotsmans i Bylemans 2016.).

Uzroci gorkih pjega prema De Freitas i sur. (2010.) točan uzrok gorkih pjega nije potpuno shvaćen, ali nekoliko čimbenika doprinosi njegovom razvoju:

1. Neravnoteža kalcija: Kalcij ima ključnu ulogu u formiranju i stabilnosti staničnih stijenki. Nedovoljno usvajanje ili prijenos kalcija unutar ploda može dovesti do propadanja stanica, što rezultira simptomima.
2. Upravljanje vodom: Nedovoljna dostupnost vode, posebno tijekom razvoja ploda, može poremetiti usvajanje kalcija i povećati rizik.
3. Sorte jabuka: Određene sorte jabuka su osjetljivije na gorke pjega od drugih. Sorte poput 'Honeycrisp', 'Cortland' i 'Jonathan' poznate su po tome da su podložne ovom poremećaju.

Simptomi: Pojavljuju se kao male tamne, udubljene mrlje na koži ploda jabuke. Početno, ove mrlje su jedva vidljive, ali se razvijaju u veće udubine kako poremećaj napreduje (Slika 10.). Zahvaćena područja mogu potamniti ili postati crna i često imaju hrskavu teksturu. Uglavnom je ova pojava vizualni problem i ne utječe na unutarnju kvalitetu ili okus ploda (Schotmans i Bylemans 2016.).

Suzbijanje: Kako navode Rosenberger i sur. (2004.) budući se ovaj slučaj ne može potpuno eliminirati, sljedeće mjere mogu pomoći smanjiti njegovo pojavljivanje:

1. Upravljanje kalcijem: Održavanje dovoljne razine kalcija u tlu putem analize tla i pravilne gnojidbe. Folijarni tretmani kalcijem tijekom razvoja ploda također mogu pomoći u poboljšanju usvajanja kalcija.
2. Upravljanje navodnjavanjem: Održavanje konstantne razine vlage u tlu tijekom razvoja ploda kako bi se održalo pravilno usvajanje kalcija.
3. Odabir sorti jabuka: Odabir sorti jabuka manje osjetljive na ovu pojavu.

4. Prozračivanje plodova: Pravilno prozračivanje plodova omogućava bolju distribuciju kalcija unutar preostalih plodova, smanjujući pojavu gorkih pjege.
5. Skladištenje nakon berbe: Skladištenje jabuke pod kontroliranim uvjetima, uključujući temperaturu i vlažnost, kako bi se minimizirao stres i smanjio razvoj gorke koštice tijekom skladištenja.

Važno je napomenuti da su gorke pjege složeni poremećaj koji je pod utjecajem različitih čimbenika, a učinkovitost metoda upravljanja može varirati ovisno o specifičnom voćnjaku i uvjetima uzgoja. Posavjetovanje s lokalnim stručnjacima za poljoprivredu može pružiti prilagođene smjernice za upravljanje ove fiziopatije (Ferguson i Watkins 1989.).



Slika 10. Gorke pjege na jabuci.

(<https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/apple-malus-spp-bitter-pit>)

Razlikujemo **Jonathanove pjege** koje se javljaju nasumično na površini ploda i **Lenticelne pjege** koji se pojavljuju na prirodnim otvorima (lenticelima). Pogođene mogu biti i druge sorte jabuka osim Jonathan, na primjer Rome Beauty i Stayman Winesap (Richmond i Dewey 1969.).

Simptomi: Na koži ploda razvijaju se smeđe do crne mrlje, koje su obično tamnije i brojnije na strani koja je rumena. „Jonathanove pjege“ ponekad karakteriziraju aure koje okružuju lezije. Mrlje na lenticelama mogu biti blago udubljene i do 5 mm u promjeru (Slika 11.), zadržavajući se uglavnom na površini sve dok ih ne napadnu vrste gljiva iz roda *Alternaria* (Funt i Ellis 2016.).

Uzroci ovih fizioloških poremećaja još uvijek nisu potpuno razumljivi, iako su karakteristične mrlje umjetno izazvane ultraljubičastim svjetlom (Balazs i Tooth 1974.). To je u skladu s opažanjem da se mrlje češće javljaju na plodovima izloženim osunčanim položajima nego na

plodovima koji su bili zasjenjeni tijekom rasta. Mrlje na lenticelima se mogu pojaviti prije berbe, iako je razvoj tijekom razdoblja skladištenja karakterističniji. Predisponirajući faktori uključuju prekomjernu upotrebu dušičnih gnojiva i rano berbu. „Jonathanove pjege“ javljaju se nakon berbe, a posebno na prezrelim plodovima. Učestalost ovog poremećaja nastoji biti veća nakon nedovoljne upotrebe dušičnih gnojiva, kasne berbe, odgođenog hlađenja ili produljenog skladištenja (Richmond i Dewey 1969.).

Suzbijanje: Nakon dijagnosticiranja vrste poremećaja, preporučljivo je promijeniti režim gnojidbe. Treba paziti da se usjev bere u optimalnoj zrelosti, brzo hladi plodove i održava što nižu temperaturu skladištenja. Povećane razine ugljičnog dioksida pomažu odgađanju pojave poremećaja, pa je stoga korisno koristiti skladištenje pod kontroliranim atmosferskim uvjetima ili pakirati voće u kartonske kutije obložene polietilenom (Tomana 1963.).



Slika 11. Jonathanove pjege na jabuci.

(<https://collections.museumsvictoria.com.au/items/390058>)

Pojava **Staklavosti ploda** je posebno raširena kod jabuka koje se uzgajaju u područjima s visokim ljetnim temperaturama i jakim sunčevim svjetlom, ponekad se može pojaviti i na kruškama (Yamaki i Kojura 1983.).

Simptomi: Počinju se razvijati prije berbe i mogu se primijetiti ako se pogođeni plodovi prerežu. Prozirna ili staklasta područja tkiva prisutna su, ne nužno u jezgri ploda, ponekad su smještena oko vaskularnih snopova ili raspršena u mesu prema bazalnom dijelu ploda (Slika 12.). Blagi simptomi obično postupno nestaju nakon berbe, posebno ako se plodovi čuvaju na sobnoj temperaturi 3 ili 4 dana prije hlađenja. Međutim, ako je stanje ozbiljno, može doći do nepovratnog propadanja mesa (Bramlage i Shipway 1967.).

Uzroci u svim vrstama staklavosti ploda karakteristično natapanje vode rezultat je curenja stanice u međustanične prostore (koji su obično ispunjeni zrakom) uslijed nenormalno brze pretvorbe škroba u šećer. Predisponirajući faktori uključuju nedovoljnu prehranu voćnjaka, posebno u pogledu kalcija, teško ili nepravilno obrezivanje i izmjenu vrućih sunčanih dana s

hladnim noćima. Međutim, najutjecajniji faktor je zrelost, a odgođena berba može rezultirati velikim povećanjem učestalosti i ozbiljnosti poremećaja (Brooks i Fisher 1926.).

Suzbijanje: Prema Bramlage i Shipway (1967.) najpraktičniji način za minimiziranje staklavosti ploda je berba plodova u pravom trenutku, prije nego što postanu prezreli. Upotreba sprejeva etefona (za poticanje ranog obaranja boje) može izazvati široko raširenu staklavost ploda jabuke ako plodovi nisu pravovremeno ubrani. Ne destruktivna metoda otkrivanja poremećaja ovisi o promijenjenoj propusnosti svjetlosti kod pogođenih plodova. Osim toga, budući da ti plodovi imaju povećanu gustoću, bilo bi moguće razdvojiti zdrave plodove flotacijom u odgovarajućoj smjesi alkohola i vode. Plodovi koji pokazuju ozbiljnu staklavost trebaju se odmah staviti na tržište; hlađenje služi za odgađanje pojave propadanja, ali meso će se brzo pogoršati kada se proizvod izvadi na obične temperature.



Slika 12. Staklavost ploda jabuke.

(<https://www.canr.msu.edu/news/a-perfect-apple-harvest-season-for-watercore>)

3. Skladišne bolesti koštičavog voća

Koštičavo voće, poput marelica, bresaka, šljiva, trešanja, nektarina itd., vrlo su osjetljivi plodovi koji podliježu brojnim bolestima koje smanjuju njihovu ekonomsku vrijednost i rok trajanja. Važne bolesti nakon berbe kod koštičavog voća su smeđa trulež (*Monilinia* spp.) i siva ili zelena trulež (*Botrytis* spp.). Trulež također može uzrokovati različite vrste roda *Rhizopus* spp., *Mucor* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp i *Geotrichum* spp. Težina bolesti uzrokovane određenim patogenom varira ovisno o vlažnim ili suhim uvjetima. Simptomi variraju od blagih oštećenja do potpune truleži plodova. Plodovi se mogu zaraziti na polju, tijekom berbe ili tijekom skladištenja. Različiti uvjeti okoline, posebno temperatura i vlažnost, igraju ulogu u razvoju bolesti. Bolesti se mogu suzbiti primjenom kombinirane strategije kemijskih pripravaka, biokontrolnih agensa, agrotehničkih i kulturalnih metoda, kao i uzgojem otpornih biljnih kultivara (Shahnaz i sur. 2022.). Vrlo je vjerojatno da promjene vremenskih uvjeta povećavaju stanje truleži, primjerice produljeni zimski pljuskovi tijekom cvatnje i početka sazrijevanja, kao i više temperature i oluje tijekom razvoja plodova i berbe. Klima utječe na mnoge čimbenike koji su povezani s razvojem bolesti, poput prezimljavanja gljiva, razmnožavanja i novih infekcija. Promijenile su se i prakse uzgoja, s većim naglaskom na prinos, što stavlja pritisak na mnoge aktivnosti poput obrade, berbe, pakiranja, hlađenja, skladištenja i tržišnog plasmana. Iako uvjeti pod kojima se čuva koštičavo voće izravno utječu na razvoj bolesti, uvjeti pod kojima se proizvod uzgaja često određuju njegov potencijal za uspješno skladištenje i plasman na tržištu (Conway 1984.). Uzroci gubitaka nakon berbe kod koštičavog voća mogu se klasificirati kao parazitski, neparazitski ili fizički (Cappellini i Ceponis 1984.). Gubici koštičavog voća tijekom skladištenja mogu biti brzi i ozbiljni, posebno ako su plodovi u naprednoj fazi zrelosti. Čimbenici prije berbe imaju veliki utjecaj na razinu truleži nakon berbe. Za kontrolu razvoja truleži važno je razumjeti uzročne organizme, fiziologiju ploda i okolišne uvjete prije, tijekom i nakon potencijalnih razdoblja infekcije. U ovom pregledu posebna pažnja posvećena je parazitskim uzročnicima koji su mikrobiološkog podrijetla i uzrokuju infekciju koštičavog voća nakon berbe. Opisane su biotske bolesti, kao što su smeđa trulež, plava trulež te pjegavost koštičavih plodova. Neke od bolesti ove skupine voća još su: crna plijesan (*Aspergillus niger*), ružičasta plijesan (*Trichothecium roseum*), kožičavost lista (*Blumeria jappii*), kisela trulež (*Geotrichum candidum*) i još mnoge druge (Snowdon 1990). Prikazane su i fiziopatije poput modrica, pukotina, ozljeda od smrzavanja prilikom skladištenja dok se uz navedene fiziopatije na koštičavom voću se još javljaju: unutarjna oštećenja, smežuravanja, promjene boje kože, razdvojene jame, rupice na površini, “znojenje” i “vunavost” (Snowdon 1990.).

3.1. Smeđa trulež plodova breskve, nektarine, marelice, šljive i trešnje

Ova vrsta bolesti uzrokovana gljivama iz roda *Monilinia* javlja se na svim vrstama koštičavog voća te uzrokuje relativno visoke gubitke. Trulež plodova mogu uzrokovati *M. Fructigena*, *M. Laxa* i *M. Fructicola*. U Hrvatskoj i diljem svijeta su prisutne sve navedene vrste. Zaraze

uzrokovane vrstom *M. Fructigena* znatno su slabije od onih koje uzrokuje *M. Laxa* (Ivić i Novak 2012.). Međutim, u Španjolskoj, uzročnik *M. Fructicola* nije bio otkriven sve do 2009. godine (De Cal i sur. 2009.), a bio je uključen na popis karantenskih organizama EU sve do kraja 2014. godine. Od njegovog otkrića, *M. Fructicola* je zamijenio *M. Fructigena* i sada *M. Laxa* i *M. Fructicola* su prisutni s istom učestalošću pojavljivanja (Villarino i sur. 2013.).

Na polju, učestalost smeđe truleži povećava se kako se vrijeme berbe približava, a istovremeno su plodovi osjetljiviji na infekcije (Gell i sur. 2008.). Kada su klimatski uvjeti povoljni za razvoj bolesti, gubici od smeđe truleži tijekom skladištenja mogu biti ozbiljniji nego prije berbe, što može doseći čak 80% (Usall i sur. 2015). Tijekom skladištenja, smeđa trulež se redovito javlja prilikom rukovanja, uvjeta u skladištu i transporta. Povoljni uvjeti za razvoj bolesti odnose se na temperaturu i vlažnost, koje se smatraju najvažnijim abiotskim čimbenicima koji utječu na klijanje (Casals i sur. 2010), infekciju te na razdoblje inkubacije i latentnosti patogena. S druge strane, treba uzeti u obzir i druge čimbenike koji utječu na razvoj bolesti smeđe truleži, poput stupnja zrelosti plodova ili osjetljivosti plodova na infekciju od strane vrsta roda *Monilinia* (Xu i sur. 2007.).

Simptomi: Plodovi breskve i nektarine mogu biti napadnuti neposredno poslije formiranja, pa sve do berbe. U područjima Republike Hrvatske mladi plodovi su rijetko napadnuti pa se trulež ploda najčešće javlja u drugom dijelu vegetacije. Infekcija nastaje na plodovima koji su oštećeni od savijača, tripsa, pepelnice ili tuče. Osobito su osjetljivi plodovi nektarine. Prvi simptomi pojavljuju se kao male mrlje natopljene vodom koje s vremenom postaju smeđe, meke i često se smežuraju. Vrlo brzo nakon zaraze na plodovima se počinju stvarati nakupine “jastučići” smeđe, sivo-bijele, bjeličaste ili žućkaste boje koje se povećavaju ili spajaju (Slika 13). Kada uvjeti okoline pogoduju razvoju bolesti, zreli plodovi mogu potpuno istrunuti u roku od dva dana (Bush i Yoder 2009.). Na trulim plodovima često su vidljive mase spora u boji od smeđe do sive. Često u plikovima raspoređenima u koncentričnim krugovima; spore *Monilia cinerea* (konidijalno stanje gljive *Monilinia laxa*) izgledaju sivo u masi; isto vrijedi i za one od *M. Fructicola*, dok su spore od *M. Fructigena* smeđkaste. Oboljeli plodovi obično se smežuraju i postaju smeđi do crni, otpadaju na tlo ili ostaju pričvršćeni na stablo. Ovi tvrdi, osušeni plodovi, nazvani mumije, predstavljaju glavni izvor gljivičnog inokuluma za prezimljavanje, ali patogen smeđe truleži također može prezimiti u rakovima i zaraženim peteljka plodova. Simptomi na nedozrelim slatkim trešnjama mogu biti sitni (promjera od 0.48 cm do 1,9 cm) dok simptomi na zrelih trešnjama slični su onima na breskvi i nektarini. Klasteri spora u obliku krzna, sivkaste do bež boje, razvijaju se na šljivama koje su kolonizirane smeđom truleži (Cote i sur. 2004.).



Slika 13. Smeđa trulež na koštičavom voću (Marelica).

(<https://rezistentnost-szb.hr/biljni-patogeni/agronomija/smeda-trulez-kosticavih-vocaka>)

Biologija: Gljive smeđe truleži zimu preživljavaju na mumificiranim plodovima i oštećenim grančicama u voćnjaku. Vlažno vrijeme tijekom proljetnih mjeseci rezultira umnažanjem spora. *M. Fructicola* često se razmnožava spolno, askosporama, što je rijede kod *M. Fructigena* i *M. Laxa*. Sve tri vrste razmnožavaju se i nespolnim putem, tj. šire se vjetrom, kišom i pomoću kukaca. *M. Fructicola* i *M. Laxa* imaju mogućnost zaraze cvjetova odakle napreduju prema mladim plodovima. Tijekom zaraze mladih plodova ne dolazi do znatnih promjena na plodu, tj. zaraze su uglavnom mirne, gljive se aktiviraju tek kad plodovi sazriju. Infekcija zrelih plodova je moguća preko prirodnih otvora (puči) ili izravno kroz kožicu. Kod breskve postoji mogućnost zaraze i preko čašice. Međutim, uzročnici smeđe truleži, koštičavo voće napadaju kroz rane uzrokovane kukcima prije berbe ili nepovoljnim vremenskim uvjetima ili putem ozljeda nastalih tijekom berbe i rukovanja (Pugliese 2020.).

Suzbijanje: Slabe, mrtve i oštećene grane i grančice treba obrezivati tijekom zime i proljeća. Obrezivanje krošnje radi stvaranja više prostora između grana može pomoći u smanjenju inokuluma povećanjem sunčeve svjetlosti i protoka zraka. Preporučuje se uporaba mikroprskalica umjesto kišnog/natkrivenog navodnjavanja kako bi se izbjeglo vlaženje plodova, cvjetova, grana i grančica (Rungjindamai i sur. 2014.). Otvorenost krošnje može poboljšati ukupno pokrivanje kemijskim tretmanom, što će također rezultirati boljim rezultatima i učinkovitijom upotrebom resursa. Razrjeđivanje plodova duž grane izuzetno je važno jer plodovi koji se dodiruju pokazuju veću učestalost infekcije zbog povećanog kontakta s inokulumom. Također treba razrijediti plodove koji izgledaju zakržljali kako bi se uklonio još jedan mogući izvor inokuluma (Bush i sur. 2015.). Važno je slijediti preporuke UF/IFAS-a kako bi se izbjegla pretjerana uporaba dušičnih gnojiva, jer previše dušika može povećati osjetljivost stabla na bolesti. Najbitnija zaštitna mjera je redovno održavanje voćnjaka u svrhu smanjenja spora dostupnih za infekciju tijekom sljedeće vegetacije, što podrazumijeva uklanjanje trulih plodova i oštećenih grančica ili tretiranje fungicidima koji suzbijaju stvaranje spora. Bitno je korištenje različite grupe fungicida kako se ne bi stvorila otpornost na bolesti. Koštičavo voće

se može uroniti u otopinu tople vode i fungicida kako bi se spriječilo naknadno truljenje. Koriste se fungicidi poput kaptana, miklobutanila i boskalid prema uputama (Byrne i sur. 2012.).

3.2. Plava trulež plodova breskve, marelice, nektarine, šljive i trešnje

Plava plijesan je uobičajena bolest koštičavog voća nakon berbe u svim uzgojnim područjima. Osobito je česta na šljivama i trešnjama, a u manjoj mjeri na breskvama, nektarinama i marelicama. Bolest uzrokuje *Penicillium expansum* u aseksualnom stadiju (Keller i sur. 2020.).

Simptomi: Oštećenja na plodovima vidljiva su u obliku lezija kružnog oblika, mekane i blijedo smeđe boje, koje postaju prekrivene bijelim micelijem koja stvara plavozelene spore (konidije). Na breskvama, nektarinama i marelicama obično se javlja gusta masa spora. Na šljivama i trešnjama, konidije koje sadrže spore su skupljene u snopove koji su raspoređeni u koncentričnim krugovima oko točke infekcije (Slika 14.). Postoji karakterističan ustajali miris (Snowdon 1990.).

Biologija: *Penicillium expansum* je sveprisutna gljiva, od tla do zraka, osobito na raspadajućim vegetativnim tvarima na podu ili tlu voćnjaka. Čimbenici koji utječu na infekciju su rane na površni ploda, vremenske prilike i relativna osjetljivost ploda. Klijanje spora je početni korak za gljivične patogene da zaraze biljku domaćina. Konidije su nespolne spore koje stvara micelij *P. Expansum* koji aktivno raste. Tri različite faze aseksualnog životnog ciklusa *Penicillium* spp., uključuju klijanje, vegetativni rast i širenje. U povoljnim uvjetima konidija klija i razvija se u jedinku. Brzina klijanja ovisi o vrsti, odnosno izvoru ugljika ili razini enzima u konidijama. Aktivnosti ksilanaze i pektinaze utječu su na produljenje klijavosti. Konidije *Penicillium expansum* obično su zelene ili plave boje i mogu biti jednostavne ili složene strukture. One su glavni način širenja gljive u okolišu. Također je važno spomenuti da ima sposobnost proizvodnje mikotoksina, posebno patulina. Patulin je toksin koji može biti prisutan u zaraženom voću i prehrambenim proizvodima te ima potencijalnu štetnost za ljudsko zdravlje (Bautista-Banos 2014.).



Slika 14. Plava plijesan ploda šljive.

(<https://www.alamy.com/stock-photo/mouldy-plum.html?sortBy=relevant>)

Suzbijanje: Prema Louw i Korsten (2015.) najjednostavniji način suzbijanja bolesti je sprječavanje fizičkih ozljeda pokožice ploda. Također, važno je minimizirati broj spora dostupnih za infekciju uklanjanjem pljesnivih plodova. Nakon berbe poseže se za tretmanima pranja, hlađenja i upotrebe dezinficijensa i fungicida. Poželjno je brzo hlađenje te skladištenje u kontroliranim uvjetima. Upotreba ugljikovog dioksida tijekom prijevoza koristi se za smanjivanje plave plijesni kod trešanja. Tretmani prije berbe mogu smanjiti inokulum gljiva na površini voća, ostaci fungicida na površini voća mogu zaštititi rane koje nastaju tijekom berbe i rukovanja te kontrolirati latentne infekcije. Primjena fungicida ciprodinila tri tjedna prije berbe kontrolira pojavu plave plijesni nakon berbe. Nakon berbe za zaštitu se koristi metoda potapanja voća u pripravak fungicida. Fungicid 2(4-tiazol-4-il) benzimidazol (tiabendazol, TBZ) ostaje stabilan u vodenoj suspenziji tijekom cijelog vijeka skladištenja tretiranog voća. Opsežna primjena benzimidazolakih fungicida u voćnjacima i pakirnicama dovela je do razvoja otpornosti na fungicide. Pojava rezistentnosti *P. Expanaum* na TBZ i DPA dovela je do alternativnih strategija kemijske kontrole. Fludioksonil (pripada kemijskoj skupini fenilpirola) i pirimetanil (pripada anilinopiramidskoj skupini) imaju dozvolu za suzbijanje različitih vrsta roda *Monilina* spp. Danas postoji vrlo malo registriranih fungicida za kontrolu plave truleži nakon berbe. Potrebno je nastaviti istraživanje u identifikaciji i razvoju fungicida s različitim načinima djelovanja za učinkovito upravljanje plavom plijesni nakon berbe u voću i povrću. (Bautista-Banos 2014.).

3.3. Pjegavost koštičavog voća

Xanthomonas arboricola pv. *Pruni* (Xap) je patogen visoko specijaliziran za infekciju vrsta *Prunus* i odgovoran je za značajne ekonomske gubitke u ovoj kulturi diljem svijeta (Stefani i sur. 1989). „Xap“ je trenutno prisutan na pet kontinenata, u gotovo svim zemljama s

proizvodnjom koštičavog voća (EFSA PLH Panel, 2014.). Rasprostranjenost bolesti bakterijske pjegavosti nije homogena, smatra se da je raširena u nekim zemljama, dok se u drugima provodi iskorjenjivanje i bilježe se samo lokalne i sporadične pojave. Ekonomski utjecaj bolesti rezultat je smanjene kvalitete i tržišne vrijednosti voća, smanjene produktivnosti voćnjaka i povećanih troškova uzgoja u rasadnicima. Postoje rijetke informacije o stvarnim troškovima povezanim s izbijanjima bolesti. U SAD-u, 25% -75% voća pokazalo je lezije u zpuštenim voćnjacima breskve, dok je u Južnoj Americi prisutnost Xap-a uzrokovala ozbiljne gubitke i ograničila proizvodnju osjetljivih sorti breskve i nektarine. Iako se bolest primarno javlja u voćnjaku, može prouzrokovati velike štete i gubitke pojavljujući se u skladište (Palacio-Bielsa i sur. 2010.).

Simptomi: Tipičan simptom je pjegavost na listovima, koja se također javlja i na plodovima kao plutaste pjege od crne do crvenkasto-smeđe boje. Najčešće se javljaju u nakupinama na jednom dijelu ploda, iako mogu biti i neravnomjerno raspoređene. U slučajevima ranijih zaraza, na plodovima se stvaraju plutaste, ispucale kraste. Kraste su dosta često prekrivene smolom. Na plodovima šljive, trešnje i višnje dolazi do pojave ulegnutih, tamnih pjega većih dimenzija (Slika 15.). Ukoliko je zaraza rana, plodovi su deformirani. Bakterija može zaraziti i izboje, na kojima se stvara rak rane. Rak rane su manje od onih koje na koštičavom voću uzrokuju vrste iz roda *Pseudomonas*, a nekroza ispod kore je slabije izražena (HAPIH 2023.) Na plodovima japanske šljive (*Prunus salicina*), simptomi mogu biti prilično različiti; velike udubljene crne lezije (Slika 16) česte su kod nekih sorti, dok se kod drugih javljaju samo male lezije nalik udubljenjima. To ovisi o različitoj osjetljivosti sorti. Na plodovima europske šljive (*Prunus domestica*), simptomi nisu česti: mogu se pojaviti kao male vodenaste lezije koje kasnije nekrotiziraju i pucaju (Slika 17). Na plodovima slatke trešnje (*Prunus avium*) i kisele trešnje (*Prunus cerasus*), rana infekcija plodova rezultira deformiranim plodovima, a bakterije se mogu pronaći od epiderme do koštice. Simptomi na plodovima badema (*Prunus dulcis*) prilično su specifični i razlikuju se od onih promatranih na drugim koštičavim voćkama. Zaraženi plodovi na početku pokazuju udubljene, hrastovite lezije koje izlučuju smolu koja se slijeva ili skuplja. Kasnije, kada mezokarp isušuje, udubljene lezije postaju izbočene. U nekim slučajevima, primjećuju se okrugle tamne mrlje na endokarpu, što može čak utjecati na jezgru (Slika 18.). Zaraženi plodovi ili prerano otpadaju ili se mumificiraju i ostaju na stablima nakon berbe. Ove mumije sadrže žive bakterije i stoga služe kao izvor zaraze nakon toga (Lamichhane 2014.).



Slika 15. Zaraženi plod trešnje s vidljivim nakupinama pjega, uzrokovanih *X. arboricola* pv. *Pruni*.

(<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendum.56968>)



Slika 16. Crne lezije uzrokovane *X. arboricola* pv. *pruni* (Japanska šljiva).

(<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/epp.12756?af=R>)



Slika 17. Male vodenaste lezije zarežene s *X. arboricola* pv. *pruni* (Europske šljiva).

(<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/epp.12756?af=R>)



Slika 18. Kružne tamne mrlje na endokarpu plodova badema zaraženih s *X. arboricola* pv. *pruni*.

(<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/epp.12756?af=R>)

Biologija: Bakterije se mogu prebaciti sa saprofitskog na parazitski način života i prodrijeti kroz prirodne otvore plodova, kao i kroz nastale rane uslijed mehaničkih oštećenja. Zbog toga su zaraze najčešće tijekom vegetativnog rasta u proljeće, osobito uz oborine. Osim toga bakterija je sposobna prodrijeti kroz lisne ožiljke, te nakon opadanja u jesen, lišće može postati mjesto preživljavanja. Vlažnost lišća značajno utječe na tijek infekcije. Česta razdoblja vlage od kasne cvatnje do nekoliko tjedana nakon opadanja latica vrlo su pogodna za primarne infekcije plodova i lišća breskvi i nektarina. Topla godišnja doba s temperaturama od 19°C do 28°C, česte kiše, vjetrovi i jake rose tijekom vegetacije mogu pogodovati razvoju sekundarnih

infekcija. Nasuprot tome malo infekcija se događa kad je klima topla i suha nego kad je svjež, s obzirom na to da je *X.arboricola* mezofilna bakterija te su joj za razmnožavanje potrebne temperature iznad 20°C (Lamichhane 2014.).

Suzbijanje: Budući da se organizam može prenositi putem rezidbarskih škara, higijenske prakse su ključne. Održavanje dobrog vitaliteta stabla je važno, jer je to povezano s otpornošću na bolest. Dodatna kontrola može se postići pažljivo tempiranim prskanjem baktericida ili antibiotika. Kemijska kontrola je skupa i ne uvijek učinkovita, stoga je uzgoj otpornijih sorti dugoročni cilj (Snowdon 1990.). Temelj zaštite je integrirani pristup koji uključuje mjere izbjegavanja unošenja bakterije u proizvodnu zonu te korištenje tolerantnog ili otpornog biljnog materijala. Kemijski tretmani se odnose na tretiranje spojevima na bazi bakra (Cubero i sur. 2018.). *Xanthomonas arboricola* pv. *Pruni* (Xap) smatra se karantenskim reguliranim patogenom u nekim geografskim područjima, primjerice od strane Europske unije. Proizvodnja rasadnika za razmnožavanje zahtijeva redoviti pregled vrsta *Prunus* namijenjenih sadnji, osim sjemenki. Zbog postojanja latentnih infekcija koje omogućuju širenje bakterija putem razmnožavanja, potrebne su brze i vrlo osjetljive metode za detekciju Xap-a, čak i u asimptomatskim uzorcima (Palacio-Bielsa i sur. 2018.).

3.4. Fiziopatije koštičavog voća

Izuzev biotskih bolesti i koštičavo voće obolijeva od abiotskih bolesti odnosno fiziopatija koje su uzrokovane mehaničkim oštećenjima, klimatskim uvjetima, nedovoljnom količinom hranjiva i sl.

Modrice se pojavljuju u slučajevima mehaničkih oštećenja, odnosno grubim rukovanjem tijekom berbe ili izlaganjem jakim udarcima na liniji za pakiranje. Tako oštećeno voće brže propada. Intenzitet osjetljivosti na oštećenja od udaraca može se smanjiti unošenjem kalcija prije i nakon berbe (Snowdon 1990.).

Pukotine, prvenstveno na trešnjama, a nekada i kod drugog koštičavog voća događaju se tijekom loših vremenskih uvjeta, kiše i visoke vlažnosti, prije same berbe. Otpornost se postiže primjenom pripravaka kalcija (Snowdon 1990.).

Smrztina najstarija je pojava prilikom izlaganja plodova jako niskim temperaturama. Kod višanja je to na -1°C, a kod trešanja -3°C. Karakterizirana ih prozirno i vodom natopljeno meso. Jako smrznuto voće se raspadne prilikom odmrzavanja pri čemu ozlijeđeno tkivo postaje mekano, smeđe i vodenasto (Snowdon 1990.).

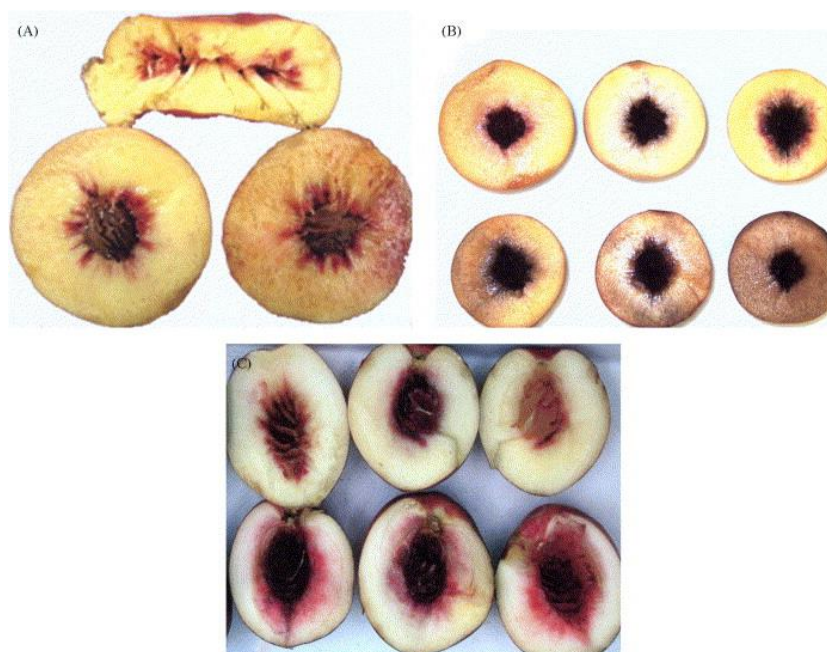
Ozljede od insekata se pojavljuju u različitim oblicima, ovisno o vrsti kukca i vremenu napada. Tijekom ranog razvoja ploda ozljeda od insekata može dovesti do izlučivanja gume, a kasnije ozljede mogu rezultirati truljenjem kako navodi Snowdon (1990.).

Ozljede u uvjetima skladišta: Minimalna koncentracija amonijaka koja oštećuje koštičavo voće kreće se od 0,04 do 0,3%, ovisno o kvaliteti voća i vremenu izloženosti plinu. Očekuje se oštećenje od amonijaka ako je došlo do izlijevanja plina iz rashladnih uređaja. Kada se ne primjećuje miris amonijaka, vizualni simptomi poremećaja se koriste kako bi se utvrdio uzrok oštećenja. Simptomi oštećenja od amonijaka, osobito nekoliko dana nakon izloženosti, mogu

biti slični simptomima drugih štetnih tvari koje se nalaze u skladišnom okruženju, poput prekomjerne izloženosti fumigantima koji se koriste za kontrolu infestacija insekata ili deterdžentima koji se koriste za pranje voća u pakirnici (Phillips 1985.). Oštećenje breskve i nektarine od amonijaka nakon izloženosti niskoj, ali štetnoj dozi očituje se sitnim zeleno-crnim pjegama na koži. S povećanom izloženošću amonijaka, dolazi do općeg potamnjavanja ili plavkastog prekrivanja crvenih pigmentata na cijeloj površini voća (Harvey i sur. 1972.).

Unutarnje raspadanje: Glavni je ograničavajući faktor u transportu i konzumaciji bresaka i nektarina. To je najčešća pritužba potrošača i veletrgovaca te glavna prepreka konzumaciji.

Simptomi: gubitak okusa, "loš okus", nedostatak sočnosti zbog kožne teksture ili vlaknastosti mesa, crna udubina koštice i potamnjene mesa (Slika 19.). Kod šljiva i pluota, osim prethodnih simptoma, tipična su prozirnost mesa i nakupljanje crvenog pigmenta (krvarenje).



Slika 19. Tri fiziološka poremećaja koji se javljaju u breskvama i nektarinama nakon skladištenja: (A) vlaknastost ili pahuljastost; (B) unutarnje potamnjene (gornji plodovi su zdravi); (C) unutarnje crvenjenje (gornji plodovi su zdravi).

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521405000888>)

Uzroci: Inducirano je kada se voće čuva na temperaturama nižim od 8°C. Pojava simptoma je brža, a ozbiljnost simptoma veća kada je voće izloženo temperaturama između 2 i 8°C (tzv. "raspon ubijanja"). Simptomi unutarnjeg raspadanja obično se javljaju nakon što se voće premjesti iz hladnog skladišta na sobne temperature i dok se odvija sazrijevanje. Iz tog razloga, ovaj problem obično doživljavaju potrošači, a ne proizvođači. Sorte koštičavog voća se jako razlikuju u osjetljivosti i neke od njih ne razvijaju simptome. U većini slučajeva, rane sorte bresaka i nektarina su najmanje osjetljive, dok su kasne sorte najosjetljivije. Među sortama

šljiva, nema sezonskog obrasca osjetljivosti. Nedavno razvijene sorte na tržištu iz različitih programa uzgoja pokazuju manju osjetljivost na unutarnje raspadanje (Lurie i Crisosto 2005.).

Suzbijanje: Razvrstavanje sorte osjetljive na osnovu njihovog potencijalnog vijeka trajanja nakon berbe. Korištenje tretmana kontroliranog odgođenog hlađenja ('prekondicioniranje') kako bi se odgodila pojava i smanjio intenzitet simptoma. Kada se ovaj protokol 'prekondicioniranja' pravilno izvede, vijek trajanja voća nakon berbe gotovo se udvostručuje.

Skladištenje voća ispod 0°C , ali iznad točke smrzavanja te izbjegavanje temperatura od 2°C do 8°C da bi se odgodili simptomi i produžio vijek trajanja na tržištu. Od važnosti je i praćenje odgovarajuće prakse nakon berbe prilikom rukovanja, transporta i prodaje (Lurie i Crisosto 2005.).

4. Skladišne bolesti citrusa

Citrusi su neklimaterijski plodovi, što znači da se razlikuju od klimaterijskih plodova (poput jabuka, krušaka, dinja i sl.) po tome što nemaju porast respiracije i proizvodnju etilena povezanu sa sazrijevanjem. Imaju relativno dug rok trajanja u usporedbi s drugim tropskim voćem; međutim, ako se pravilno ne rukuju i skladište, plodovi mogu postati neprikladni za prodaju. Lako propadajuće voće općenito ima veću brzinu respiracije, a energija koja se oslobađa kao toplina utječe na tehnološke faktore nakon berbe, poput procjena potreba za hlađenjem i ventilacijom. Transpiracija je fizički proces koji se karakterizira isparavanjem vode iz tkiva voća, što dovodi do propadanja voća zbog gubitka svježine (uvenuće i smežuranje), promjene teksture (omekšavanje) i nutritivne kvalitete (Ladaniya 2010.). Brzina transpiracije ovisi o oštećenjima korice, stupnju zrelosti i okolišnim čimbenicima kao što su temperatura, relativna vlažnost i strujanje zraka. Primjena površinskih premaza i manipulacija uvjetima skladištenja (niska temperatura, visoka relativna vlažnost i kontrola cirkulacije zraka) omogućuje upravljanje tim procesom. Biotske bolesti, fiziološki poremećaji, dozrijevanje voća i fizička oštećenja predstavljaju glavne uzroke gubitaka nakon berbe. Trulež citrusa nakon berbe je najteži uzrok gubitka i pogoršanja kvalitete jer čini svježije voće neprikladnim za konzumaciju, što dovodi do teških ekonomskih gubitaka. Gubici mogu doseći 30% ukupne proizvodnje i 50% u manje razvijenim zemljama. Kako je potrošnja ovog voća u RH i u svijetu jako velika, tehnologija skladištenja i čuvanja vrlo je bitna. U ovisnosti o vrsti, plodovi citrusa se čuvaju najčešće 1 – 3 mjeseca, na temperaturama od 3 do 5 °C. Fiziološki poremećaji i dozrijevanje voća ovise o neodgovarajućim temperaturama za skladištenje citrusa, visokoj brzini respiracije i transpiracije te stresu koji uzrokuju berba i naknadna obrada. U proteklih godinama uloženi su napor da se otkriju faktori odgovorni za različite fiziološke poremećaje kod citrusnog voća nakon berbe i da se razviju nove strategije za njihovo suzbijanje. Posebni napor uloženi su u razumijevanje fizioloških i biokemijskih osnova tolerancije citrusa na niske temperature, uključujući ulogu biljnih hormona, promjene u lipidima, metabolizmu ugljikohidrata i fenilpropanoida te procesima povezanim s oksidativnim stresom. Molekularni procesi kojima citrusno voće može tolerirati hladnoću još su u ranim fazama istraživanja, no nedavne studije su pokazale kompleksnost molekularnog mehanizma koji leži u osnovi tolerancije na hladnoću, što zahtijeva ekspresiju transkripcijskih faktora, aktivaciju sekundarnog metabolizma i proteina povezanih s stresom. S druge strane, informacije o mehanizmu koji upravlja drugim fiziološkim poremećajima koji nisu povezani s hladnoćom još uvijek su rijetke (Zacarias i sur. 2006.). Oštećenja korice i udarci su glavni uzročnici propadanja voća, jer ubrzavaju gubitak vode, potiču veću brzinu respiracije i proizvodnju etilena te pomažu razvoj patogena (Droby i sur. 2008.). Prikazane su biotske najvažnije bolesti poput alternarijske truleži, plave te zelene pljesni ploda citrusa dok je istovremeno važno spomenuti oboljenja i od sljedećih bolesti: antraknoze (*Colletotrichum gloeosporioides*), septoriozne pjegavosti (*Septoria citri*), fuzarijska trulež (*Fusarium* spp.) navodi Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (HAPIH 2023.). Također su opisane fiziopatije kao što su:

napuhivanje voća, poremećaji kože, granulacija, oleoceloza te pucanje voća. Osim spomenutih fiziopatija, oštećenja od hladnoće, neprikladnog rukovanja te skladištenja, produženog skladištenja na niskim temperaturama mogu biti od velikog ekonomskog značaja.

4.1. Alternarijska trulež

Alternaria citri- uzročnik bolesti, parazitira na plodovima mnogih citrusa, ali najčešća je na plodovima limuna, plodove naseljava *A. Alternata*, koja se kao saprofit naseljava na oštećene plodove. Težina ove bolesti može se vidjeti iz činjenice da je proizvodnja citrusa u Floridi pala s 147,7 milijuna kutija 2006. godine na 56,95 milijuna kutija 2020. godine. Ova bolest kao faktor prije berbe jedan je od glavnih izazova za industriju citrusa ne samo u Floridi, već i širom svijeta (Ladaniya 2023.).

Simptomi: Otkrivanje zaraženih plodova otežano je činjenicom da se značajno truljenje može dogoditi unutar ploda prije nego se pojave vanjski simptomi (Brown i McCornack 1972.). Neki sojevi imaju tendenciju rasta duž osi ploda prije nego što prodiru u tkivo bliže kori. U limunima, pulpa postaje sivkasto smeđa, mekana i sluzava (Bartholomew 1926.). Kod naranči, grejpa i mandarina zaraženo unutarnje tkivo je crno (Slika 20.) , što daje nazive crne truleži i crne središnje truleži (Singh i Khanna, 1966.). Kod mandarina (koji su napadnuti odvojenim patotipom) lezije se često razvijaju na strani ploda, a zaražena kora izgleda smeđe, stoga naziv smeđa pjega mandarine (Kiely 1964.); kod određenih sorti, ipak, simptomi se sastoje od korastih izbočina i udubljenja. Simptomi postaju izražajni nakon berbe. U skladištu ti dijelovi poprimaju kestenjastu boju, a promjena boje proteže se duž unutrašnje zamišljene osi ploda, šireći se u meso ploda (Whiteside 1979.).



Slika 20. Crna središnja trulež naranči koju uzrokuje *Alternaria citri*.

(https://www.tecnicoagricola.es/wp-content/uploads/2011/08/P_Alt_03.jpg)



Slika 21. Konidije i konidiospore uzročnika *Alternaria citri*

(https://www-tecnicoagricola-es.translate.googleusercontent/uploads/2011/08/P_Alternaria04.jpg?_x_tr_sl=es&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=en)

Biologija: Spore (konidije) se šire po cijelom voćnjaku putem zračnih struja (Slika 21.). Inače nisu u mogućnosti invadirati normalno zdravo citrusu, ali ako je plod ozlijeđen (Joly 1967.) ili oslabljen nepovoljnim uvjetima uzgoja (klimatskim ili kulturalnim), postaje podložan invaziji. Naranče, posebno mandarine, mogu biti zaražene rano u sezoni i otpasti s drveta (Masui 1986.). Nakon berbe, zdravi citrusi ostaju otporni na invaziju sve dok čašica cvijeta ne počne odumirati, nakon čega se gljiva lakše razvija u plodu (Joly 1967.). Stoga je crna ili alternarijska trulež najrasprostranjenija kod citrusa koji su podvrgnuti procesu gubitka zelene boje etilenom ili pohranjeni na produljeno razdoblje. Spore mogu ostati pritajene pa infekcija može nastati i kasnije u skladištu, čemu pridonosi i fiziološko starenje plodova (Brown i McCornack 1972.).

Suzbijanje: Većina fungicida nije učinkovita protiv vrsta iz roda *Alternaria* iako su prijavljena neka uspješna postignuća (Burger i Davis 1982.). Glavni način kontrole, odnosno zaštite je sprječavanje ozljeda i održavanje vitalnosti ploda. Važno je pravilno branje plodova u fazi zrelosti. Potapanje u kemijska sredstva za reguliranje rasta (imazalil ili vosak) služi održavanju čaške u svježem zelenom stanju, čime se odgađa invazija gljiva u plod. Takav tretman posebno je potreban ako se plodovi tretiraju etilenom. Međutim, s vremenom će cvjetna čašica postati stara i izgubiti svoju otpornost, stoga voće koje se treba skladištiti, a zaraženo je ovom gljivom treba čuvati u hladnjaku i brzo plasirati na tržište (Cohen i Shuali, 1983.). Uobičajeno, većina pristupa uključuje primjenu različitih sintetskih fungicida, posebno u skladišnoj fazi, kao što su imazalil (IMZ), tiabendazol (TBZ), pirimetanil (PYR), natrij ortofenilfenat i fludioksonil, među mnogim drugima (Ferreira i sur. 2020). Prvi izvještaji o obilnoj primjeni benzimidazolnih fungicida poput TBZ-a u citrusima potječu iz 1970-ih godina. Biološki pristupi kontroli citrusnih bolesti nakon berbe predloženi su kao obećavajuće alternative sintetskim fungicidima. Ova strategija uključuje upotrebu antagonističkih mikroorganizama, primjenu prirodnih bioaktivnih spojeva i indukciju prirodne otpornosti. Više skladišnih bolesti je kontrolirano pomoću mikrobnih antagonista, a očekuje se da će se ova strategija široko primjenjivati i uskoro postati globalno prihvaćena (Sharma i sur. 2009.). U tom kontekstu, identifikacija učinkovitih mikroorganizama koji mogu kontrolirati citrusne bolesti nakon berbe

relevantna je za razvoj izvedivih biokontrolnih proizvoda. Uspješno bolest suzbija *Trichoderma harzianum*, saprofitna gljiva, kojoj je prirodno stanište svako tlo, gdje obavlja mnoge funkcije relevantne za zdravlje biljaka (Slika 22.). Ove gljive izlučuju auksine koji potiču rast korijena i obrambene mehanizme protiv različitih patogena, insekata i nematoda (Podder i Ghosh 2019.).



Slika 22. *Trichoderma harzianum*, gljiva-fungicid.

(<https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/trichoderma>)

4.2. Plijesnivost ploda citrusa

Najštetnije bolesti citrusa nakon berbe, u Hrvatskoj su plava plijesan (*Penicillium italicum*) i zelena plijesan (*Pencillium digitatum*). I jedna i druga vrsta bolesti su gljivične, na plodovima se intezivno razvijaju nakon berbe (Louw i Korsten 2016.). *P. Italicum* i *P. Digitalium* naseljavaju plodove najčešće još u voćnjaku, potom za vrijeme berbe i tijekom transporta (Cvjetović 2010.). Obje rezultiraju značajnim ekonomskim gubicima diljem svijeta (Zamani i sur. 2009.). *P. Digitatum* i *P. Italicum* imaju kratki ciklus bolesti koji traje od 3 do 5 dana na temperaturi od 25°C i proizvode jednu do dvije milijarde konidijalnih spora (Zhu i sur. 2019.). Ozljede ploda preduvjet su za inficiranje ovim patogenom. Uzroci ozljeda, odnosno oštećenja epikarpa mogu biti mehanička ili kao posljedica štetnika. Uzrokuju masovno propadanje plodova tijekom skladištenja, transporta i u trgovinama. Obje bolesti počinju s vlažnim pjegama na površini plodova. Kasnije se pojavljuju konidiofori s konidijama, koje mogu biti zelene ili plave boje, ovisno o vrsti gljive. Gljivične spore zaraze plodove putem rana na kori, koje često potječu od uboda insekata (npr. Mediteranske voćne muhe) ili mehaničkih oštećenja koja su se dogodila prije ili tijekom berbe. Simptomi bolesti postaju vidljivi tijekom skladištenja i brzo se šire. Posebno je izraženo kod plave plijesni koja može inficirati plodove izravno, čak i bez prisustva rana ili oštećenja, za razliku od zelene plijesni koja može inficirati

plodove samo kroz rane. Zaštita od ovih bolesti provodi se preventivno, prije same berbe, uglavnom suzbijanjem štetnika koji oštećuju plodove citrusa, poput mediteranske voćne muhe i drugih. Plava plijesan je štetnija jer se širi u kutijama i zdravi plodovi su izravno napadnuti, bez obzira na ozljede. *P. Italicum* je patogen koji proizvodi enzime koji omekšavaju susjedne plodove i omogućavaju gljivama da prodiru u plod. *P. Digitalium*, uzročnik zelene plijesni se ne širi na takav način; stoga, ako je jedan plod zaražen, ostaje takav bez zaraze susjednih plodova. Međutim, spore kontaminiraju plodove i zahtijevaju prepakiranje i zamjenu kutija (Ladaniya 2023.).

4.2.1. Plava plijesan ploda citrusa

Simptomi: Kod obje bolesti najraniji simptom je mekana i vodom natopljena površina na kori ploda koja u kratkom vremenu postaje prekrivena bijelim micelijem. Obojene spore formiraju se u središtu lezije s bijelim rubom širine do oko 2 mm (Snowdon 1990.). Plava plijesan plodova može zahvatiti samo jedan dio ploda (Slika 23.), ali obično završava tako da prekrije čitav plod, prodirući u perikarp (Cvjetković 2010.). Svaki zaraženi plod zbog obilja sporulacije tako postaje izvor novih infekcija.



Slika 23. Simptomi plave plijesni (*Penicillium italicum*) na plodu limuna.

(<https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1578579>)

4.2.2. Zelena plijesan ploda citrusa

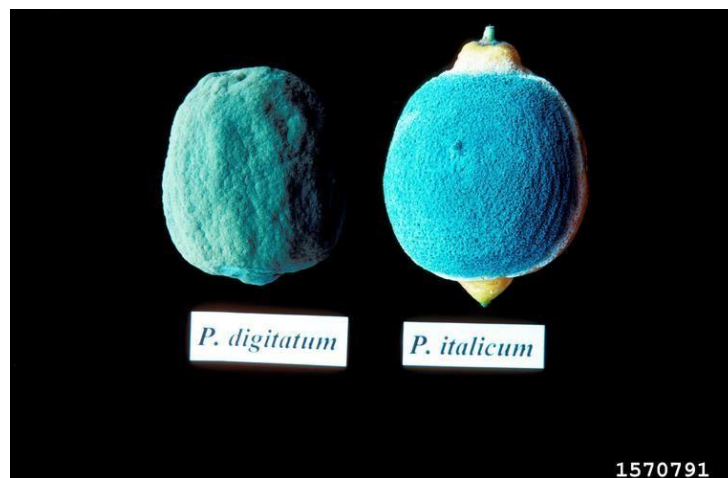
Simptomi: Kod ove vrste truleži obično postoji široka, bjelkasta zona što je razlikuje od plave plijesni, odnosno truleži (Slika 24.). Kao što se već iz samog naziva bolesti da zaključiti, najvidljivija razlika kod ove dvije vrste plijesni je u boji micelarne prevlake (Cvjetković 2010.).

Česta je pojava da su obje gljive istovremeno na plodu (Slika 25.), s tim da uglavnom prevladava zelena plijesan jer se pri umjerenim temperaturama brže širi (Snowdon 1990.).



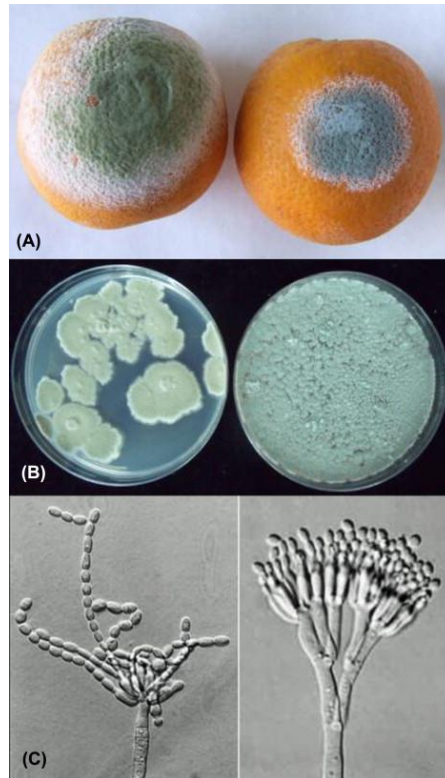
Slika 24. Simptom zelene plijesni (*Penicillium digitatum*) na plodu limuna

(<https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1570809>)



Slika 25. Simptomi zelene plijesni - *Penicillium digitatum* (lijevo) i plave plijesni - *Penicillium italicum*

(<https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1570791>)



Slika 26. A- Vidljivi simptomi plave i zelene plijesni, B- Kolonije *P. digitarium* i *P. italicum* na PDA. C- Mikorskopski prizak konidija *P. digitarium* i *P. italicum*

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124115521000028>)

Biologija: Konidije, odnosno spore ovih gljiva prisutne su u svakom voćnjaku citrusa, stoga se lako naseljavaju na oštećene plodove u voćnjaku (Slika 26.). Neovisno o stalnoj prisutnosti u voćnjaku, štete, odnosno zaraza nastaje naročito nakon berbe na temperaturi 20° do 25°C jer je to raspon temperature koji izuzetno pogoduje razvoju truleži (Cvjetković 2010.). Dovoljno je par dana da plod potpuno istrune. Insekti koji probadaju plodove, poput mediteranske voćne mušice, mogu uzrokovati ozljede dok su plodovi još na stablu. Takva infekcija ne može se otkriti u vrijeme berbe. Infekcija se također javlja preko rana zadobivenih tijekom berbe i rukovanja, pri čemu je voće posebno osjetljivo, pogotovo tijekom razdoblja vlažnog vremena (Snowdon 1990.). Plava plijesan može se širiti izravno na neozlijeđene zdrave plodove dodirrom. Na taj način u skladištima širi bolest te uzrokuje velike štete. S druge strane, zelena plijesan ne naseljava neoštećene plodove, tj. Ne može zaraziti susjedne plodove ako nisu već oštećeni (Cvjetković 2010.). Usprkos tome, čak i minimalni doticaj sa sporama zdravo voće može učiniti nepristupačnim na tržištu. Nadalje, etilen koji nastaje u zaraženom voću utječe na ubrzano starenje istoga (Snowdon 1990.).

Suzbijanje: U voćnjacima, suzbijanje, odnosi se prije svega na tretiranja insekata koji probadaju, odnosno oštećuju plodove. Prije berbe mogu se provesti prskanja pripravcima na osnovi aszoksistrobina, fludioksinila, imazalila, benzimidazola. Budući da nije dokazana korelacija između koncentracije spora *Penicillium* spp., u atmosferi i učestalosti truljenja nakon berbe, od iznimne važnosti je minimizirati nakupljanje spora u voćnjaku. Svakako je bitno i

otpale plodove svakih nekoliko dana ukloniti iz nasada te ih uništiti prije no što se aktiviraju kolonije spora. Bitno je izbjegavati berbu neposredno nakon kiše jer su tada veće mogućnosti ozljeda i posljedičnih infekcija. Neophodna je i primjena odgovarajućih fungicida nakon berbe, tretiranje se provodi unutar 24 sata od berbe, prije nego što gljive prodru duboko u plod. S obzirom na lakoću kojom se *Penicillium* može razviti, važno je da korišteni fungicidi nakon berbe ne bude isti kao i onaj kojim se tretiralo prije berbe, potrebna je kombinacija fungicida. Preporučuju se fungicidi na osnovi azoksistrobina, fludioksinila i pirimetanila (Kanetis i sur. 2008.). Najpoznatiji i najkorisniji među fungicidima je difenil, njegova funkcija je suzbijanje proizvodnje spora na zaraženom voću, čime se smanjuju gubici prouzročeni “prljanjem” plodova. Na taj način plodovi se operu od nečistoća te se smanjuje prisutnost propagula na plodovima. Pranje plodova je isključivo vodom ili otopinom fungicida u zemljama u kojima je dopuštena. Plodovi koji se planiraju čuvati nešto dulje i skladištiti, štite se od prebrzog isušivanja nanošenjem voštanog sloja. Taj vosak u većini slučajeva sadrži u sebi fungicid s aktivnom tvari imazalil koji sprječava sporulaciju gljiva tijekom skladištenja (Cvjetković 2010.). Navedene mjere zaštićuju plodove i od drugih uzročnika truleži tijekom skladištenja. Pretjerana upotreba dovela je do pojave rezistentnosti na fungicide čije su aktivne tvari tiabendazol ili imazalil (Kanetis i sur. 2008.). U nekim zemljama dopušteno je dezinficirati plodove u otopini peroksiocetene kiseline, natrijeva hipoklorita ili vodikova peroksida prije skladištenja, ali najkasnije 24 sata nakon berbe. Svakako je bitno spomenuti i hlađenje, koje služi za suzbijanje razvoja zelene i plave plijesni (Snowdon, 1990.). Plodovi koji su ubrani ranije, limuni koji nemaju karakterističnu žutu boju, odnosno naranče koje nemaju karakterističnu narančastu boju mogu se fumigirati etilenom uz održavanje vlage zraka veće od 95%, nakon čega se plodovi unose u skladište zagrijano na 25°C i tu ostaju 3-4 dana.

4.3. Fiziopatije citrusa

Fiziološki poremećaji uzrokovani čimbenicima prije berbe uključuju granulaciju, pucanje ploda, napuhanost, površinsko udubljenje kore, gužvanje i opekline od sunca, dok faktori nakon berbe uzrokuju ozljedu od hlađenja, oleocelozu, mrlje na kori, raspadanje vrha i raspadanje kore na vrhu peteljke (Ladaniya 2008.).

Napuhanost voća je fiziopatija koja se manifestira kao odvajanje pulpe od kore. Do ove bolesti dolazi u slučajevima kad plod ostane na stablu duže nego što je potrebno. Još se javlja s pojavom visoke temperature i visoke vlažnosti. Pojavi ovog poremećaj pogoduje pretjerana primjena dušika zbog čega je treba izbjegavati, budući da pogoduje brzom razvoju ploda (Sanchez 2023.).

Poremećaj kože citrusa prema (Sanchez 2023.) javlja se zbog prehrambene neravnoteže. U većini slučajeva to je zbog nedostatka fosfora, a višak dušika kad koža postaje izrazito gusta s malo pulpe. U tim slučajevima neizbježna je gnojidba gnojivima bogatim fosforom.

Granulacija je uobičajena pojava u naranči. Pojavljuje se i kod citrusa uz kombinaciju visoke temperature tijekom cijele godine i vrlo laganog tla. Sokovi u zrnastim plodovima postaju tvrdi, suhi, povećani, sivo-smeđe boje s malo sadržaja soka. Često navodnjavanje, veća primjena dušičnih gnojiva, bujan rast nakon obilne rezidbe ili gnojidbe, kasna berba, klimatski

čimbenici, podloge, veličina ploda, starost stabla i enzimi poput peroksidaze, superoksid dismutaze povezani su s ovim poremećajem (Sharma i sur. 2006.). Ova fiziopatija se izbjegava odabirom sorti koje najviše odgovaraju klimatskim uvjetima i vrsti tla uzgojnog područja.

Oleoceloza: Mehaničke ozljede oštećuju uljne žlijezde i oslobađaju fitotoksično ulje koje uzrokuje oleocelozu. Ova tekućina (ulje) uzrokuje pojavu zelenkasto-smeđih mrlja na koži ploda koje na kraju poprime crnu boju te se može prenijeti na susjedne uskladištene plodove u slučaju dodira. Glavni razlog pojave ove fiziopatije je prekomjerna vlaga u zraku ili u tlu zbog čega treba biti pažljiv pri odabiru sorti te započeti berbu u najsušnijim danima. Ostali uzroci ovog poremećaja uključuju napad insekata, udarce tuče, modrice i dodir oštećenog voća s neoštećenim plodovima. Oleoceloza se najčešće primjećuje kod limuna, limete i slatkih naranči. Najbolji način smanjenja pojave oleocelozе je da se plodovi tretiraju preko noći na temperaturi od 18-20 °C tijekom 12-24 sata prije nego što se plodovi premjeste s polja u pakirnicu (Montero i sur. 2012.).

Pucanje voća odvija se još na stablu, prije sazrijevanja kad biljka određeno vrijeme dobiva previše vode, a zatim nastupi sušno razdoblje. Prekinut je proces dozrijevanja ploda jer je biljka ostala bez zaliha vode. I drugi čimbenik, poput nedostatka kalija, nutritivno siromašna tla ili čak prisutnost patogenih mikroorganizama mogu utjecati na pucanje voća. Izuzetno je bitno napraviti detaljnu analizu tla, radi provjere plodnosti tla (Sanchez 2023.).

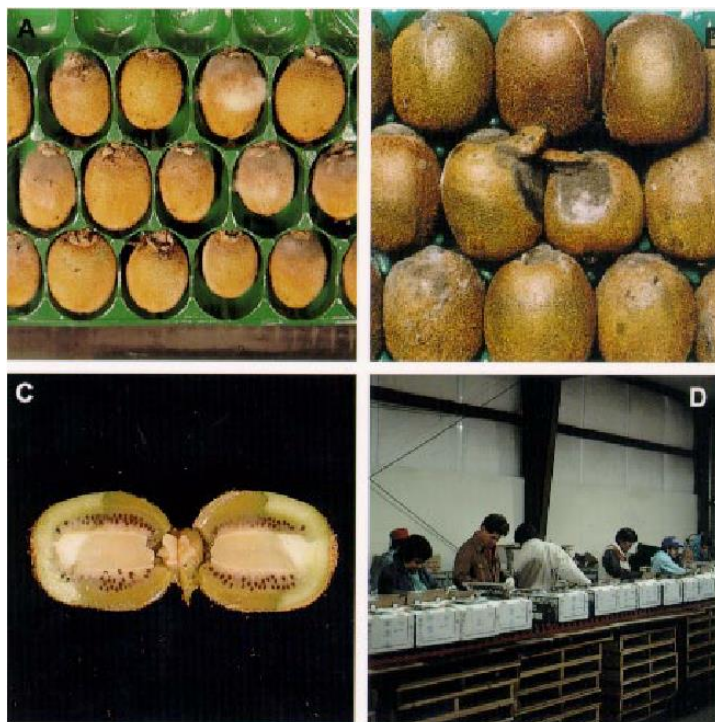
5. Skladišne bolesti jagodastog voća

Plodovi jagode su posebno osjetljivi na propadanje, posebno nakon berbe, kada su čak naizgled zdravi pri berbi, mogu propasti. Glavni uzroci propadanja plodova jagode tijekom skladištenja i vijeka trajanja na policama su razvoj truleži koje uzrokuju razne gljivične bolesti. Kivi je voćna vrsta koja je u posljednjih 100 godina najviše porasla u pogledu površine proizvodnje i potrošnje. Sorta Hayward s zelenim plodovima najviše je preferirana sorta među proizvođačima i potrošačima zbog svog ukusnog okusa, visoke prehrambene vrijednosti, prinosa i dugog vijeka trajanja na policama. Zbog toga je veliki dio svjetske proizvodnje kivija sastavljen od sorte Hayward. U 2014. godini, Kina je na prvom mjestu svjetske proizvodnje kivija. Turska se nalazi na osmom mjestu svjetske proizvodnje s 31.795 tona. Stoga je cilj ovog pregleda je sažeti dostupne informacije o etiologiji, simptomima i epidemiologiji bolesti jagoda i kivija nakon berbe. To uključuje glavnog patogena kivija i jagoda, *Botrytis cinerea*, koji je uzročnik sive plijesni, a navedeni su i mnogi drugi patogeni koji mogu uzrokovati propadanje nakon berbe, uključujući *Rhizopus stolonifer*, *Mucor* spp., *Colletotrichum* spp. i *Penicillium* spp. Zatim se opisuje tradicionalna strategija kontrole propadanja nakon berbe, koja se uglavnom temelji na primjeni sintetskih fungicida u polju. Bolesti koje su prikazane često znaju biti od velikog ekonomskog značaja te posve uništiti uskladištene plodove koji se trebaju plasirati na tržište (Yilmaz 2016.). Voće poput kivija i jagoda pogodno je i raznim abiotičkim bolestima poput albinizma plodova jagode, granulacije perikarpa, prozirnosti mesa, vodenih mrlja kivija, oštećenja od smrzavanja, koji su opisani u radu. Nadalje ovo isto voće se može susresti s abiotičkim oboljenjima poput tvrde jezgre ploda, bijele jezgre kivija te malformacija ploda jagode.

5.1. Siva plijesan kivija

Najznačajnija bolest kivija nakon berbe je siva plijesan čiji je prvi znak pojava truleži na plodovima, a druga bolest je plava plijesan uzrokovana *Penicillium expansum* (Wang i Buta 2003.). Kivi sazrijeva nakon berbe zbog čega se bere dok je još tvrd kako bi se održao u transportu. Uglavnom se pakira u jednoslojne drvene ladice s omotom od polietilenske folije radi smanjenja dehidracije. Vrijeme skladištenja se povećava brzim hlađenjem plodova na 0°C. Zdravi plodovi kivija ubrani u najpovoljnijem stupnju zrelosti i valjano ohlađeni mogu se skladištiti nekoliko mjeseci. Potapanje kivija u kalcijev klorid nakon berbe pomaže odgoditi početak omekšavanja (Snowdon 1990.). Glavni problem je prerano sazrijevanje nakon berbe.

Simptomi: Najčešći simptom je trulež koja počinje na krajevima ili na mjestima ozljeda (Slika 27.). Zahvaćeno tkivo postaje tamno i natopljeno vodom. I u odsustvu truljenja, na površini čaške mogu se pronaći bijela plijesan ili sivo smeđe spore (Opgenorth 1983.).



Slika 27. (A) Kivi s tipičnom sivom plijesni na peteljci; (B) kivi s simptomima sive plijesni na bočnoj strani (bočna trulež); (C) presječeni plod s sivom plijesni koja pokazuje simptome natopljenosti vodom u mesu ploda; (D) sortiranje i ponovno pakiranje voća koje se povremeno provodi tijekom hladnog skladištenja kivija.

(https://www.researchgate.net/figure/A-Kiwifruit-with-typical-gray-mold-at-the-stem-end-B-kiwifruit-with-gray-mold_fig2_249303424)

Biologija: Početna zaraza moguća je tijekom kraja cvatnje pa sve do berbe preko starih dijelova cvijeta. Za infekciju su potrebni vlažni uvjeti nakon kojih gljiva može ostati u stanju mirovanja nekoliko mjeseci, pojavljujući se tek nakon određenog razdoblja skladištenja. Druga mogućnost zaraze, odnosno infekcije je preko odrezane stabljike u vrijeme berbe te kroz rane na kožici. Prema Sommer i sur. (1983.) *Botrytis cinerea* dospjeva u plod na jedan od sljedećih načina:

- nanošenjem rana na plod tijekom berbe i transporta kada i najmanja ozljeda na koži može biti dovoljna za infekciju
- koloniziranjem latica i prašnika od strane raznih gljiva pred kraj cvatnje, od kojih oni kolonizirani *Botrytis cinerea* mogu poslužiti kao inokulum
- kontaminiranim tkivima na voćnoj stabljici
- izravnim prodiranjem gljive kroz kožu ploda uz kišne uvjete i visoku vlažnost dva do tri dana.

Proces uranjanja nakon berbe u kupku limunske kiseline, u svrhu uklanjanja mrlja od vode i poboljšanja izgleda sa sobom nosi povećanu mogućnost razvoja infekcije. Iako je najpovoljnija temperatura za skladištenje 0°C, na toj temperaturi uzročnik ove bolesti je sposoban rasti. Tijekom dugotrajnog skladištenja bolest se može proširiti i na zdrave plodove. S obzirom na to da proces sazrijevanja pokreće etilen, ako se želi spriječiti omekšavanje ploda tijekom skladištenja, okolina mora biti bez ikakvih tragova etilena. Zbog toga se mora paziti da se

izdvoje oštećeni, bolesni i prezreli plodovi te da se ne skladište zajedno sa jabukama i kruškama. Najoptimalnija temperatura skladištenja je je 0° do 1°C (kivi se smrzava na približno -1,5° C) (Cristoso i Kader 1999.).

Suzbijanje: Budući da su već opisane mjere suzbijanja za ovog uzročnika važno je ipak napomenuti da preporučene mjere zaštite uključuju tretiranje fungicidima prije berbe, počevši od vremena cvatnje i u državama u kojima je to dopušteno tretiranje fungicidima nakon berbe. Alternativne strategije kontrole bolesti, poput biološke kontrole, pokazuju veliko obećanje, budući da ovaj način suzbijanja bolesti ima prednost veće javne prihvaćenosti i smanjene kontaminacije okoliša (Duncan 1991.). Biološka kontrola sive plijesni na kiviju započela je 1990. godine kako u Kaliforniji (Duncan 1991.), tako i na Novom Zelandu (Francicevic 1993.). U Kaliforniji, tretmani uranjanjem nakon berbe u suspenzije *Bacillus subtilis* smanjili su infekcije sive plijesni za 78%.

5.2. Istjecanje ploda jagode

Najpoznatija bolest jagoda svakako je siva plijesan. Osim što je najpoznatija to je i bolest koja se javlja u svim područjima gdje se uzgajaju jagode. Budući da je bolest već opisana kod ostalih vrsta voća sljedeća najzastupljenija bolest ploda jagoda je uzrokovana gljivama iz roda *Rhizopus spp.*, naziva istjecanje ploda jagode. Ovu bolest također može uzrokovati vrste gljiva iz roda *Mucor spp.*, uzrokovajući jako slične simptome.

Simptomi: Početak infekcije vidljiv je u obliku mrlje, bez boje, ali vodom, natopljenih plodova. Potpomognute enzimskom razgradnjom mrlje se brzo povećavaju, a bobica ostaje mlitava, smeđa sa sadržajem koji je iscurio (Slika 28.). U uvjetima visoke relativne vlažnosti, bobica je prekrivena ovojnicom bijelog micelija i sporangiofora. Sporangiofori razvijaju crne, sferne sporangije, od kojih svaki sadrži milijune spora (Koike i sur 2018.). Simptomi bolesti na plodovima mogu biti vrlo suptilni i može se dogoditi da se zaraženi plodovi beru i pakuju bez spoznaje o zarazi. To predstavlja problem jer zaraženi plodovi imaju vrlo loš okus, čak i mali simptomi u obliku mrlje rezultirat će da cijeli plod ima neugodan okus. Trulež ploda može biti uzrokovan vrstama roda *Rhizopus* i *Mucor* koji međusobno jako slično izgledaju, ali se mogu razlikovati na terenu promatranjem gljivičnog rasta pomoću povećala. Kod *Rhizopus spp.*, sporangije izgledaju suhe, dok su sporangije *Mucor spp.*, mokre ili ljepljive zbog viskoznog tekućeg filma (Koike i sur. 2018.).



Slika 28. Tijek širenja truleži, odnosno istjecanje ploda uzrokovano *Rhizopus* spp.

(<https://www.nysbga.org/berry-growers/2020/6/19/berry-disease-snapshot-rhizopus-rot-of-strawberry-leak>)

Biologija: Prirodno se nalazi u tlu, biljnim ostacima i zraku. Mehanizmi raspršivanja uključuju vjetar, zračne struje i neke beskralježnjake. Obično su plodovi jagode koji su bliže tlu osjetljiviji na ovu bolest. Međutim, kiša može lako proširiti spore patogena na druga biljna tkiva. Naime, istjecanje ploda je češće kod biljaka izloženih kiši na otvorenom polju ili uzgojenih pod plastičnim tunelima u nekoliko redova, gdje se može nalaziti uz rubove. Patogeni istjecanja ploda jagode dobri su saprofiti i vjerojatno žive na ostacima usjeva i u tlu između sezona. Zigospore služe kao dugotrajne otporne spore, a sporangiospore mogu ostati održive nekoliko mjeseci. Posebno je aktivna tijekom toplijih mjeseci u kasno ljeto i preživljava hladna razdoblja kao u obliku spora na organskim ostacima. Spore se prenose zrakom. Uzročnik ima širok raspon domaćina i raširen je diljem svijeta (Koike i sur. 2018.).

Suzbijanje: Prije svega potrebno je ukloniti sve zrele plodove tijekom berbe, izuzetno pazeći da se ukloni cijeli plod sa stabljike jer ostaci mogu poslužiti kao mjesto za invaziju gljiva. Izuzev plodova bitno je ne ostavljati ni odbačene biljne ostatke ili bobice u brazdama. S obzirom na to da *Rhizopus* prestaje rasti na temperaturi ispod 8° do 10°C, brzo hlađenje voća nakon berbe je izuzetno bitno i efikasno. Od agrotehničkih metoda valja istaknuti i odabir kultivira. Primjena fungicida se ne preporučuje, a razvoj otpornosti na nekoliko skupina fungicida često je prijavljen diljem svijeta. U mnogim zemljama uporaba nekih fungicida (npr. Benzimidazola) zabranjena je ili je ograničena prema strategijama protiv otpornosti. Skladišna trulež uzrokovana gljivom *Rhizopus* spp., kontrolira se brzim hlađenjem jagoda odmah nakon berbe i održavanjem temperature skladištenja ispod 6°C. Tijekom berbe, pakiranja, transporta i pripreme proizvoda treba održavati higijenske uvjete. Biološki kontrolni agensi su uglavnom bakterije i kvasci koji su 'antagonistički' prema patogenima koji uzrokuju kvarenje jagoda nakon berbe. Ti biološki kontrolni agensi natječu se s patogenima kako bi smanjili dostupnost hranjivih tvari i prostora, ili parazitiraju patogene putem proizvodnje spojeva koji su ponekad

hlapivi i koji su štetni ili neugodni za patogene, ili mogu inducirati otpornost u tkivu domaćina kako bi ojačali obranu biljke protiv patogena (Jamalizadeh i sur. 2011.). Dokazano je da anorganske soli djeluju kao aktivni antimikrobni agensi protiv raznih fitopatogenih gljiva, a među tim agensima, bikarbonati su predloženi kao sigurni i učinkoviti alternativni način za kontrolu truleži plodova i povrća nakon berbe, uključujući jagode (Karabulut i sur. 2004.).

5.3. Fiziopatije jagodastog voća

Oštećenje smrzanjem može se dogoditi na rano ubranom kiviju kada se skladišti na temperaturama ispod 0°C ili kada je izložen ranom mrazu. Prozirnost mesa započinje na stabljici voćke i napreduje prema cvjetnom kraju kako se ozbiljnost povećava. Osjetljivo voće postaje žućkasto s produljenim skladištenjem. Plodovi koji su kasno izloženi mrazu obično su pogođeni na mjestu gdje se stanice urušavaju, što uzrokuje stezanje ploda na stabljici (Singh i sur. 2019.).

Granulacija perikarpa: Pojava granulacije je uglavnom prisutna na donjem kraju ploda, ali kao i kod prozirnosti može se proširiti uzduž bočnih strana ploda. Ovaj poremećaj također postaje ozbiljniji s produljenim skladištenjem i nakon sazrijevanja pri temperaturi od 20°C. Nema očigledne povezanosti između prozirnosti perikarpa i granulacije, jer se simptomi mogu javiti neovisno jedni o drugima (Singh i sur. 2019.).

Vodne mrlje: Plodovi s mrljama od vode postižu lošu cijenu na tržištu, što uzrokuje ekonomski gubitak u proizvodnji. Karakteriziraju ih tamne pruge ili mrlje koje se javljaju duž bočne strane kivija zbog taloženja tanina. Ta nakupina rezultat je ispiranja tanina iz mrtvih tkiva ploda uslijed kiše. Ova bolest može se kontrolirati uklanjanjem mrtvog tkiva s biljke. Oštećenja se mogu popraviti tretmanom slabom otopinom limunske kiseline (Singh i sur. 2019.).

Albinizam: Kako navode Singh i suradnici (2019.) to je najozbiljniji poremećaj kod jagoda u kojem plodovi razvijaju mrlje bijele ili ružičaste boje na površini, dok je pulpa blijede boje (Slika 29.). Pogođeni plodovi imaju loš okus, veću kiselost i manju čvrstoću te nisu prihvatljivi za potrošače. Albino plodovi često su oštećeni tijekom berbe i osjetljivi su na infekciju *Botrytis* spp. i propadanje tijekom skladištenja. Međutim, plodovi se normalno razvijaju, ali ne sazrijevaju jednoliko. Plodovi imaju malo voskast izgled i postižu lošu cijenu na tržištu. Takvi plodovi su skloni ozbiljnom oštećenju tijekom berbe. Tijekom skladištenja, plodovi postaju osjetljivi na trulež plodova.



Slika 29. Albino plodovi jagode.

(<https://bowtieduck.com/fruits/pine-white-strawberries-beekers>)

Uzroci:

- Gusta sadnja,
- Pretjerano gnojenje,
- Toplo vrijeme i oblačno nebo tijekom vrhunca proizvodnje plodova u prethodnoj sezoni,
- Razvija se više na pjeskovitim tlima s niskom pH vrijednosti,
- Visok sadržaj dušika (N), fosfora (P) i kalija (K) u tlu pogoduje ovom poremećaju,
- Ozbiljnost se povećava u zatvorenim tunelima s manje ventilacije,
- Učestalost albinizma je veća s crnim filmom za pokrivanje tla nego s bijelim filmom,
- Može biti posljedica svojstava sorte, pri čemu je Elasanta najviše pogođena.

Suzbijanje:

- Odabir odgovarajuće sorte,
- Izbjegavanje guste sadnje,
- Ne pretjerano gnojenje dušikom (N) i kalijem (K),
- Korištenje sijena ili malča kao materijal za pokrivanje tla umjesto polietilenske folije.

6. Skladišne bolesti tropskog voća

Propadanje tropskog i subtropskog voća jedan je od glavnih uzroka gubitaka nakon berbe, a uglavnom je posljedica gljivičnih infekcija (Armstrong 1994.). Iako izvještaji o razini tih gubitaka variraju, procjenjuje se da su u zemljama u razvoju 50% ili više, zbog nedostatka odgovarajućih prostora za rukovanje i hlađenje; gubici mogu biti niži u razvijenim zemljama. Međutim, zbog nedostatka preciznih statistika teško je odrediti stvaran opseg gubitaka koji mogu varirati ovisno o robi i zemlji proizvođačici. Propadanje nakon berbe može se pratiti do infekcija koje se javljaju ili između cvatnje i zrelosti plodova ili tijekom berbe i naknadnog rukovanja, skladištenja, tržišta, pa čak i nakon kupnje od strane potrošača. Poduzimaju se strategije kako bi se smanjili ovi gubici razvijanjem boljeg razumijevanja biologije i etiologije bolesti nakon berbe, kao i razvojem adekvatnih tehnologija rukovanja nakon berbe i strategija kontrole te suzbijanja. Nekoliko gljiva iz različitih rodova uzrokuje propadanje plodova nakon berbe poljoprivrednih proizvoda. Među njima su predstavnici *Botrytis*, *Penicillium*, *Mucor*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Rhizopus*, *Fusarium* i *Aspergillus* (Snowdon 1992.). Zbog široke raznolikosti tropskih i subtropskih poljoprivrednih proizvoda diljem svijeta, ovaj pregled će se uglavnom usredotočiti na voćne usjeve koji imaju široku potrošnju i igraju važnu ulogu u trgovini kao proizvodi (banana i avokado). Istovremeno, detaljno će se raspravljati o istraživanjima glavnih patogena. U mnogim slučajevima, kod lokalno konzumiranog voća, patogeni odgovorni za gubitke nakon berbe nisu dobro karakterizirani. Dotaknut će se etiologije i biologije glavnih patogena, pružiti detalje o faktorima koji utječu na infekciju i razvoj bolesti te raspravljati o interakcijama domaćin-patogen. Također će se raspravljati o trenutnim primarnim strategijama kontrole i alternativnim pristupima upravljanju bolestima antraknoze banane i truleži kraja stabljike avokada. Općenito, nekoliko faktora značajno doprinosi visokim razinama gubitaka nakon berbe kod tropskog i subtropskog voća, koji su teški za rješavanje na jednostavan način poput korištenja učinkovitih fungicida ili biokontrolnih sredstava. Tropska okruženja često su vruća i vlažna, uvjeti koji su optimalni za preživljavanje i razvoj gljiva i gljivičnih propagula poput spora. Osim toga, osim ako postoji veliko izvozno tržište i ako se roba proizvodi i upravlja na konvencionalan način poput velikog voćnjaka s poznatim sortama, nedostaje infrastruktura koja može pomoći u smanjenju gubitaka nakon berbe. Ta infrastruktura može uključivati stvari poput adekvatne opreme za berbu i dezinficiranih pakirnih kutija, pravovremenog prijevoza do pakirnog postrojenja, brzog pristupa hlađenju tijekom prijevoza do pakirnog postrojenja ili samog pakirnog postrojenja, pristupa kontroliranim atmosferskim (CA) skladištima ili pakiranju u modificiranoj atmosferi (MA) itd (Droby i sur. 2011.). Opisane su i fiziopatije poput ozljeda od niskih te visokih temperaturnih uvjeta skladištenja banane. Također je detaljno opisano unutarnje potamnjivanje avokada no važno je spomenuti da postoje razna abiotska oboljenja tropskog voća kao što su: pjegavost kože, lom ploda, granulacija, spužvasto tkivo itd., koja su uz insekte i gljivične uzročnike najvažniji ekonomski gubici ove skupine voća (Jain i sur. 2022.).

6.1. Antraknoza banana

Ova bolest banana je jedna od najvažnijih bolesti koja se pojavljuje u svim državama proizvodnje. Bolest prouzrokuje *Colletotrichum musae* u aseksualnoj fazi, kao anamorf. Na

osnovu ekonomskog značaja i broja znanstvenih radova *Colletotrichum* vrste se nalaze na osmom mjestu najznačajnijih fitopatogenih gljiva u svijetu. Antraknoza se uočava pojavom tamnih kružnih udubljenih pjega, vlažnog ili masnog izgleda, u okviru kojih se pojavljuju najčešće koncentrično raspoređene acervule i narančaste kapljice od mase spora (Dean i sur. 2012.).

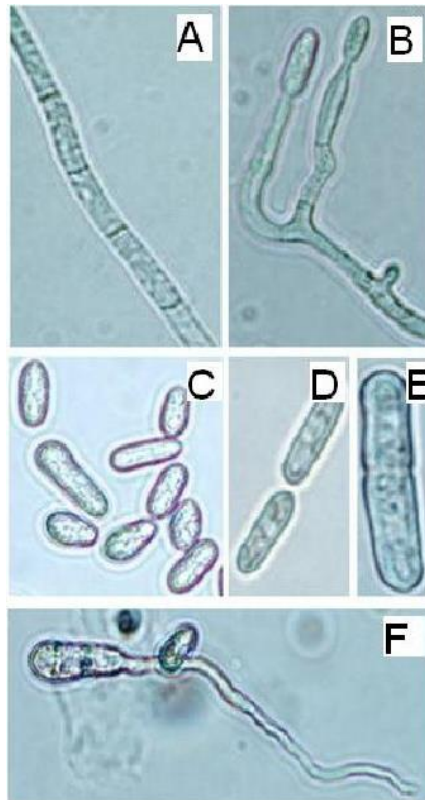
Simptomi: Postoje dva tipa simptoma koji proizlaze iz različitih načina infekcije. Lezije antraknoze na zelenom voću općenito su tamnosmeđe do crne boje s blijedim rubom, lećastog su oblika, blago utonule i dimenzija nekoliko centimetara. Kod zrelih plodova tipični simptomi su brojne male tamne kružne mrlje koje se povećavaju (Slika 30.), spajaju i postaju utonule. Lezije lećastog oblika također mogu biti prisutne na zrelom voću. Na oba tipa lezija na kraju se formiraju ružičaste skupine spora. Velike lezije rezultat su infekcije koja nastaje nakon fizičke ozljede, gljiva prodire kroz rane koje su nastale tijekom berbe i rukovanja (Shillingford i Sinclair 1977.). Kružne mrlje rezultat su infekcija prije berbe koje su započele na neozlijeđenom nezrelom voću (Simmonds 1963.)

Biologija: Gljiva postoji u aseksualnom stanju (acervuli koji proizvode konidije) (Slika 31.) i strukture koje nose spore razvijaju se na lišću u nasadu. Spore se oslobađaju uslijed udara kiše ili navodnjavanja, a rasprostiru se zračnim strujama i insektima koji posjećuju razvijajuće plodove. Ako površina ploda ostane vlažna, spore klijaju, svaka proizvodeći oteklinu (apresorij) koja se pričvršćuje na kožu (Simmonds 1963.). Neki apresoriji ostaju živi, iako su u stanju mirovanja, sve dok plod ne sazrije i postane podložan invaziji (Swinburne i Brown 1983.). Gljiva otpušta etilen i stoga može izazvati prerano sazrijevanje banane (Peacock i Muirhead 1974.). Isti organizam je jedan od sastavnih dijelova kompleksa truleži korijenovog sustava.



Slika 30. Prikaz spojenih tamnih mrlja na banani.

(<https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/10.1079/PWKB.20187800642>)



Slika 31. A - micelij, B - konidiofor, C,D,E - konidij, F - nastajanje spore

(https://www.researchgate.net/figure/Microscopic-characteristics-of-Colletotrichum-musae-isolates-A-Septate-mycelia-B_fig2_49655100)

Suzbijanje: Stroga sanitacija je potrebna u plantažama i pakirnicama kako bi se smanjio broj spora dostupnih za infekciju. Plodovi se moraju brati u pravom stadiju zrelosti i rukovati pažljivo kako bi se spriječila ozljeda. U situacijama u kojima je potrebna kemijska kontrola, tretman plodova nakon berbe s sistemskim fungicidom učinkovitiji je od prskanja prije berbe (Ram i sur 1983.). Plodovi bi trebali biti što prije ohlađeni nakon berbe. Vrijeme sazrijevanja trebalo bi biti što kraće, u higijenskim prostorijama za sazrijevanje. Kemijski fungicidi, poput imazalila, često se koriste za kontrolu antraknoze u bananama tijekom skladištenja kako bi se produljio vijek trajanja svježeg voća. Iako kontrola patogena nakon berbe trenutno uglavnom ovisi o primjeni fungicida zbog kratkog vremena između tretmana i konzumacije, postoje snažni javni i znanstveni zahtjevi protiv upotrebe kemijskih fungicida radi sprječavanja karcinogenih učinaka, rezidualne toksičnosti, ekološkog onečišćenja i posebno razvoja rezistencije na fungicide (Cindi i sur. 2015.). Prvi simptomi antraknoze banane mogu se pojaviti dugo nakon berbe, čak tek tijekom skladištenja i transporta. Za smanjenje pojave bolesti od prihvatljivih tretmana najčešće se koristi potapanje zelenih plodova u vruću vodu na 55 °C na dvije minute te tretiranje plodova biofungicidom na bazi 10 posto arapske gume i 1,0% hitozana. Kod kemijske kontrole bolesti plodovi se najčešće tretiraju pripravcima koji sadrže mankozeb (0,25%) ili benzimidazole (0,05%). Korištenje mankozeba s krajem 2021. godine je zabranjeno u Hrvatskoj (Plantix 2023.).

6.2. Trulež kraja stabljike avokada

Avokado potječe iz Južne Amerike, tako da su i vodeći svjetski proizvođači s američkog kontinenta, mada se danas uzgaja i na Mediteranu. Zanimljivo je da se avokado nakon dozrijevanja može ostaviti na stablu još par tjedana, a zapravo dozrijevanje se odvija tek nakon odvajanja ploda od stabla. S druge strane, ako se ubere nezreo avokado nema sposobnost normalnog sazrijevanja nakon berbe. Tijekom berbe plodovi su prilično tvrdi. Avokado najbolje sazrijeva na temperaturama između 15°C i 20°C, a etilen se može koristiti u svrhu istovremenog dozrijevanja. Kad plodovi sazrijevaju mogu podnijeti puno niže temperature. Stabla avokada zahvaća nekoliko ozbiljnih bolesti. Najozbiljnija od njih je trulež krajeva stabljike i antraknoza ploda avokada. Tjelesne truleži imaju nekoliko uzroka, ali uglavnom su uzrokovane antraknozom. Truleži se obično rješavaju određenim zahvatima nakon berbe. Međutim, praćenje navedenih truleži počinje u voćnjaku (McCauley 2020.). Budući da je antraknoza već detaljno opisana u radu, dalje u tekstu biti će opisana trulež kraja stabljike. Ovu bolest uzrokuju fitopatogene gljive poput *Dothiorella dominicana*, *Phomopsis* spp., *Botryodiplodia theobromae* i *Lasiodiplodia theobromae*.

Simptomi: Trulež kraja stabljike karakterizira tamno smeđa do crna trulež koja počinje na kraju stabljike ploda i nastavlja se prema dolje (McCauley 2020.). Trulež stvara tamne pruge na tkivima koja provode vodu, ovo je ujedno i simptom po kojemu se razlikuju trulež krajeva stabljike i antraknoza) (Queensland Government 2018.). Na Slici 32. jasno se vidi trulež na krajevima koja se nastavlja od vrhova prema dole.



Slika 32. Trulež krajeva stabljike avokada.

(<https://link.springer.com/article/10.1007/s41348-017-0086-8>)

Biologija: Uzročnici ove bolesti, odnosno gljive su pronađene na većini drvenastih kultura. Prisutne su na lišću, granama, grančicama, plodu i peteljci te se spore tijekom kiše ispiru na plodove. Kada je stabljika ploda oštećena, prirodno ili u procesu branja, gljiva postaje

nekrotična i raste niz vaskularne snopove ploda, izazivajući tako trulež vrha stabljike (McCauley 2020.).

Suzbijanje: Učestalost pojave truleži krajeva stabljike može se smanjiti tretiranjem fungicida prije berbe i to fungicidima za suzbijanje bakterijske crne pjegavosti ili antraknoze (Queensland Government 2018.). Suzbijanje ove gljivične bolesti počinje uklanjanjem mrtvog materijala s krošnje i tla voćnjaka, tj. Uklanjanjem inokuluma iz voćnjaka. Uklanjanjem mrtvog materijala uklonit će se primarni izvor inokuluma sa stabla. Korisno je i održavanje krošnje otvorenom jer stvara praznine između grana, što može smanjiti prijenos inokuluma kroz stablo. Otvoreni prostor omogućuje lakše kretanje zraka, a time i brže sušenje viška vode nakon kiše. Tijekom berbe, potrebno je više pažnje posvetiti vlažnosti voća jer se mokri plodovi mehanički lakše oštete. Zbog toga je branje po vlažnom vremenu najbolje izbjegavati (McCauley 2020.). Ozbiljnost truleži na krajevima stabljike može se procijeniti na sljedeći način:

- ubrati 100 zrelih plodova nasumično iz cijelog voćnjaka,
- ostaviti ih netretirane na 25°C dok potpuno ne sazriju.

U idealnom slučaju, manje od jedne desetine i sigurno ne više od jedne trećine plodova trebalo bi razviti simptome truleži krajeva stabljike do trenutka kad potpuno sazriju (Queensland Government 2018.). Već spomenute bolesti ploda avokada utječu na kvalitetu proizvoda zbog čega u lancu opskrbe dolazi do nezadovoljstva među potrošačima. Tako uzročnik antraknoze može biti prisutan u plodu avokada, u bilo kojem stadiju vegetacije, i ostati u fazi mirovanja mjesecima bez vidljivih simptoma. Tek nakon berbe, tijekom procesa sazrijevanja, gljiva nastavlja rasti uzrokujući simptome bolesti. Naravno, najpopularniji su tretmani fungicidima nakon berbe i kod sprječavanja antraknoze, ali i truleži vrha stabljike. Prevencija ovih bolesti započinje u voćnjaku pravilno dezinficiranim alatom, primjenom registriranih fungicida, optimalnim navodnjavanjem i ishranom. Najpoznatiji fungicid za suzbijanje skladišnih bolesti avokada je prokloraza, čija je korištenje s krajem 2020. godine zabranjeno u Europi i Izraelu.

Fungicid Graudate A+ koji se sastoji od dva aktivna sastojka, azoksistrobina i fludioksonila pokazao se izuzetno učinkovitima protiv bolesti truleži vrha stabljike. Tretiranje ovim fungicidom obavlja se 7 dana prije berbe, odnosno skladištenja.

Sve prisutnija je upotreba elektrolizirane, oksidirajuće vode (EO). To je sredstvo na bazi klora koje smanjuje truleži uzrokovane gljivama. Prednost ovog tretmana je ta što se može veoma lako integrirati u objekte za pakiranje svježeg voća te nakon pranja s EO voće tretirati fungicidom (Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation 2020.).

6.3. Fiziopatije tropskog voća

Bananama su potrebni odgovarajući uvjeti rasta kako bi se razvile i sazrele. Međutim, ne postoji specifična bolest koja je isključivo karakteristična za banane. Ipak, banane su podložne

određenim fiziološkim poremećajima koji mogu utjecati na njihov izgled i kvalitetu jednako kao i avokado i ostalo voće tropskog porijekla.

Ozljede prilikom hlađenja banana važne su fiziopatije banana i može uzrokovati smanjenje tržišne vrijednosti ili potpuni gubitak. Izazvan je temperaturama ispod kritične temperature, koja je općenito u rasponu od 12° do 14° C, ovisno o sorti i drugim čimbenicima. Zeleno voće može pretrpjeti oštećenja od hladnoće na plantaži, brodu ili luci istovara, dok je zrelo voće podložno oštećenju tijekom prodaje na otvorenom za vrijeme zimskih uvjeta . Čak i nekoliko sati na hladnoći može biti dovoljno za izazivanje nepovratnih promjena (Jones i sur. 1978).

Simptomi: Ako se zelene banane izlože jakom hlađenju, mogu se pojaviti tamna područja natopljena vodom na kori. Međutim, jedini pokazatelj oštećenja je smeđa promjena boje ispod kore, koja se vidi kao pruge u uzdužnom reznom dijelu ili kao prsten smeđih „točkica“ u poprečnom presjeku kroz plod Kod zrelih banana ili onih koje su blizu zrenja, opći izgled je pomalo tup, kora ima gotovo sivkastu boju, no unutarnji dio ploda može biti nepromijenjen. Ako se zelene banane jako ohlade, s vremenom će potamniti i unutarnji dio ploda dobit će neugodan okus (Wardlaw i Macguire 1930).

Uzroci: Izlaganje hladnim temperaturama uzrokuje poremećeno disanje. U vaskularnim tkivima kore nakupljaju se smeđe tvari (polifenoli), a stres može povećati proizvodnju etilena. Osjetljivost na hladnoću varira ovisno o sorti, klimi na uzgojnom području i stupnju zrelosti banane, pri čemu su potpuno zreli plodovi osjetljiviji od plodova koji su tri četvrtine zreli . Hladne temperature posebno oštećuju banane tijekom početka sazrijevanja, zbog složenih biokemijskih promjena koje prate porast disanja u klimakterijskoj fazi. Inhibira se pretvorba škroba u šećer, što sprječava normalno sazrijevanje (Olorunda i sur. 1978.).

Suzbijanje: Budući da su banane izuzetno osjetljive na hladne temperature, nužna je velika pažnja kako bi se plod zaštitio u svim fazama proizvodnje i manipulacije. Na područjima s hladnijim uvjetima uzgoja, „omatanje“ razvijajućih grozdova može pružiti izolaciju od niskih temperatura na plantaži. Što se tiče pomorskog prijevoza banana, već je mnogo godina poznato da ozljeda zbog hlađenja nije uzrokovana brzim hlađenjem; bitno je da temperatura zraka pri dostavi ne padne ispod kritične vrijednosti. Ozljede zbog hlađenja pri temperaturama blizu 12°C mogu se spriječiti korištenjem umakanja u ulje ili premaza koji smanjuje gubitak vlage; skladišna atmosfera blizu zasićenosti ima isti učinak. Kutije su oblikovane tako da, kada se poklopac stavi na podlogu u jednom smjeru, ventilacijski otvori sa strane budu prekriveni; ta se pozicija koristi prilikom distribucije banana zimi, dok se obrnuta pozicija koristi u toplom vremenu kada je poželjna provjetranje (Hashim i sur. 2013.).

Ozljede banana uslijed visokih temperatura: Pri temperaturama nešto iznad 30°C, kora može propustiti promjenu u žutu boju, ali pulpa ipak može normalno sazrijevati. Između 35° i 40°C, proizvodnja etilena je inhibirana i sazrijevanje se ne može potaknuti etilenom iz vanjskog izvora . Ako se banane drže na temperaturi od 40°C nekoliko dana, mogu biti nepovratno oštećene i neće sazrijevati nakon povratka na umjerene temperature (Dick i Marcellin 1985.).

Unutarnje potamnjene avokada je pojava sivkastog ili čak crnog prebojavanja pulpe avokada, koje započinje na distalnom kraju i oko koštice. Vidljivost vaskularnih snopova može varirati. Ova pojava može biti izazvana izlaganjem hladnoći, prilikom primjene voska ili skladištenju u modificiranoj atmosferi. Nakon ozbiljnih problema u izvozu avokada u Južnoj Africi, provedena su istraživanja koja su ukazala da avokada s drveća koja su izložena nedostatku vode imaju veću sklonost unutarnjem potamnjenu. Kontrola ove pojave uključuje pravilan tretman navodnjavanjem tijekom ranog razvoja ploda, kao i osiguravanje adekvatne ventilacije kontejnera nakon istovara s broda za daljnji transport. Budući da postoji nekoliko faktora koji mogu uzrokovati slične unutarnje simptome, važno je provesti detaljno praćenje stanja plodova prije i poslije berbe kako bi se postigla točna dijagnoza i odgovarajuća kontrola navode Bower i Lelyveld (1985.).

7. Skladišne bolesti grožđa

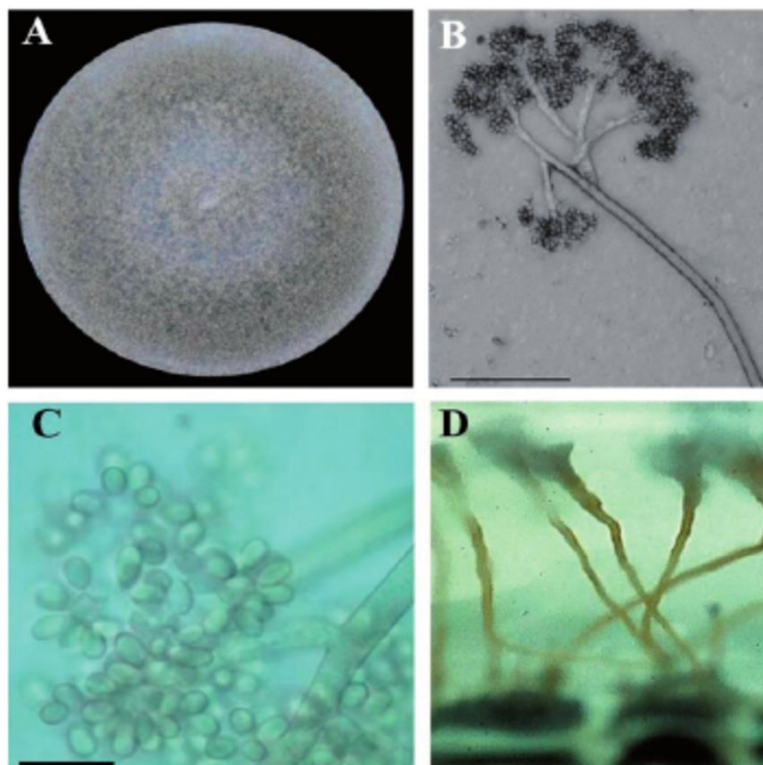
Grožđe je važna voćna kultura s značajnim izvozom i potencijalom za dodavanje vrijednosti. Širom svijeta, gubitci nakon berbe uzrokovani mikroorganizmima procjenjuju se na do 50% ubranih plodova. U Indiji, gubitak nakon berbe grožđa iznosi 8,30%, pri čemu je veći za prodaju na udaljenim tržištima, a manji za lokalno tržište. Grožđe je osjetljivo na naknadne bolesti, uključujući sivu trulež, antraknozu, plavu trulež, trulež koju uzrokuje *Fusarium* spp i meku trulež, dok su crna trulež i trulež koju uzrokuju vrste iz roda *Rhizopus* najznačajnije u Indiji. Upotreba sintetičkih fungicida, fizičkih mjera, bioloških agensa i ekstrakata biljaka ima svoje prednosti i nedostatke u upravljanju naknadnim bolestima grožđa. U skladu s zahtjevima tržišta, za dizajniranje strategija za upravljanje naknadnom obradom grožđa, treba uzeti u obzir usklađenost s Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) standardima i slijediti Dobre poljoprivredne prakse (GAP) i Dobre proizvođačke prakse (GMP). Metode za smanjenje mikrobiološkog opterećenja bobica uključuju fizičko izlaganje UV zrakama i fumigaciju prije skladištenja, upotrebu biljnih proizvoda i molekula za aktiviranje biljne obrane tijekom prijevoza i skladištenja koje poznato povećavaju vijek trajanja i smanjuju gubitak nakon berbe uzrokovan patogenim gljivama. Unošenjem prirodnih neprijatelja patogena može se ograničiti normalan rast ili aktivnost patogena. Iako su biljni pripravci i biološka sredstva ocijenjena bolje od fungicida, manje se koriste u komercijalne svrhe. Sigurnije metode skladištenja mogu se dalje razvijati kako bi se riješili izazovi naknadnih bolesti grožđa. U pregledu bolesti grožđa opisana je i ekonomski važna fiziopatija „gubljenje bobica“ dok još postoje razne fiziopatije poput pucanja bobica i raspadanja bobica u uvjetima skladišta te fiziološko posmeđivanje (Achari i Devappa 2021.).

7.1. Siva plijesan grožđa

Kako navodi Cvjetković (2010.) Siva plijesan jedna je od najštetnijih bolesti vinove loze u kontinentalnom području, iako znatne štete čini i u priobalnom dijelu Hrvatske. Izravne štete smanjenja uroda kreću se od 3 do 15%, ovisno o godini, a bolest se ne javlja svake godine. Neizravne štete očituju se u lošijoj kakvoći mošta koji ima miris po plijesni i vina koje je podložno jakoj i brznoj promjeni boje. Ovu bolest uzrokuje *Botrytis cinerea* u seksualnom stadiju.

Biologija: Ova gljiva prezimljava u obliku micelija ili sklerocija na odrezanoj rozgvi na tlu. Na rozgvi koja ostane nakon rezidbe na čokotu, gljiva može prezimiti u obliku micelija pod korom, u obliku sklerocija ili kao micelij u pupu. Sklerociji koji kliju daju sivkastu nakupinu micelija na kojem se razvijaju sporonosni organi gljive i konidije koje šire zarazu. Na sklerociju mogu nastati i apoteciji (plodišta) koja pripadaju spolnom stadiju gljive. Tada nastaju askusi s akosporama u apoteciju (Slika 33.) koji su izvor zaraze, no ovaj stadij gljive rijetko kada se u prirodi stvari. Konidije koje dospiju na dijelove cvata žive saprofitski i koriste te dijelove biljke za svoj opstanak (Marais, 1985.). Unutar cvata se ne događaju veće promjene osim ako ne dođe do povoljnih prilika kao što su dugotrajne kiše kada se gljiva može naseliti na peteljkovinu osjetljivih sorata. „Zelena faza“ plijesni javlja se u vrijeme zatvaranja boba kada se naseljava na peteljke, peteljčice preko kojih inficira bobe i može izazvati ozbiljne štete. Najizraženije

promjene na bobama nastaju u jesen. Gljiva se lako naseljava na oštećena mjesta koja su nastala bilo od kukaca, tuče ili strojeva. Kada čokoti koji imaju plitak korijen naglo prime vodu, transportiraju je u grozd gdje na bobama mogu nastati sitne pukotine na kožici koje su idealna mjesta za ulazak gljive. Direktan prodor gljive se događa nakon što spora proklija i stvori infekcijsku hifu koja probija pokožicu. Optimalna temperatura za razvoj ove gljive je 20 – 23°C uz prisutnost vode na biljnim organima, a u ovim uvjetima razdoblje od infekcije do pojave simptoma traje svega 4 – 5 dana (Northover 1987.).



Slika 33. Morfološka obilježja *Botrytis cinerea* na PDA.

A- kolonije , B- Konidiofore, C- konidij, D- apotecij

(https://www.researchgate.net/figure/Botrytis-cinerea-A-Colony-morphology-on-potato-dextrose-agar-B-Conidiophore-bar_fig2_286479208)

Simptomi: Na listovima se u rano proljeće javljaju žućkaste pjege koje kasnije postaju smeđe. Na pjegama se može formirati sivkasta prevlaka pri vlažnom vremenu. Zaraza se može širiti i na mladice kojima trule koljenca. U vremenu cvatnje mogu biti napadnute i peteljke cvata nekih sorata što uzrokuje sušenje grozdića. Cvjetovi posmeđe i suše se, a može doći i do otpadanja te se u vlažnim uvjetima na njima može javiti paučinasta siva prevlaka. Najuočljiviji i najčešći simptomi javljaju se na grozdovima u razdoblju od promjene boje do potpune zriobe. Tada se na bobama javlja siva paučinasta prevlaka (Slika 34.). Na pokožici se boja na dijelovima

mijenja sve dok cijela boba ne poprimi svijetlosmeđu boju. Bolest se brzo širi i može zahvatiti veći dio grozda ili cijeli grozd (Nelson 1956.).



Slika 34. Siva plijesan na grožđu (*Botrytis cinerea*)

(<https://www.chromos-agro.hr/siva-plijesan-vinove-loze-botrytis-cinerea/>)

Suzbijanje: Pri podizanju vinograda treba računati o njegovom položaju, o sadnji redova na način da se vlaga unutar čokota što kraće zadržava, o izboru uzgojnog oblika, o izboru sorte, o pravovremenom plijevljenju mladica, pinciranju, zalamanju zaperaka, skidanju suvišnih listova u blizini grozda i tako dalje. Ove mjere uvelike smanjuju zarazu, smanjuju vlagu i olakšavaju uporabu fungicida. U vegetaciji treba paziti da se ne pretjera s gnojdbom dušikom. Važna je i zaštita od štetnika kao što su grozdovi moljci koji oštećuju bobice i na taj način stvaraju povoljne uvjete za ulaz i razvoj bolesti. U godinama povoljnim za pojavu i širenje bolesti primjena fungicida je neizbježna. Najčešće se provode četiri prskanja: neposredno nakon cvatnje, kada se bobice počnu dodirivati, kada bobice počnu omekšavati ili kada bobice s obojenom pokožicom počnu mijenjati boju i 21 – 28 dana prije planirane berbe što ovisi o karenci primijenjenog fungicida (Nair i sur. 1987.). Na sortama kao što su zeleni silvanac i rajnski rizling i na lokacijama gdje se često javlja zaraza peteljke grozda prvo prskanje treba obaviti pred cvatnju, a ne nakon cvatnje. Najučinkovitija zaštita postiže se uporabom specifičnog fungicida u sva četiri roka, ali budući da zaraze nije jednolična svake godine, često se u prva dva prskanja koriste fungicidi koji uz plamenjaču smanjuju zarazu sivom plijesni (Gubler i sur. 1987.). Najbitnije od svega je smanjiti ozljede grožđa u svim fazama proizvodnje. Mjere koje se primjenjuju nakon berbe uključuju uranjanje u fungicid, fumigaciju sumporovim dioksidom i zračenje voća prije skladištenja. Hlađenje služi za usporavanje razvoja sive plijesni, ali ga ne može u potpunosti zaustaviti (Cvjetković 2010.). Pripravci i aktivne tvari s dozvolom za suzbijanje sive plijesni (FIS 2023.) su Cantus - boksalid, Pyrus 400SC- pirimetanil, Switch 62,5 WG – ciprodinil, fludioksonil.

7.2. Fiziopatije grožđa

Sumpor-dioksid (SO_2) je efikasno sredstvo za suzbijanje fitopatogenih gljiva; iako ne može zaustaviti već prisutne infekcije, ubija spore i inhibira rast plijesni na površini grožđa, čime sprječava nove infekcije. Tretman se primjenjuje putem fumigacije ili pomoću generatora SO_2 unutar pakiranja. Ovi tretmani koriste natrijev ili kalijev metabisulfit i mogu biti listovi impregnirani kemikalijom, plastične vrećice s tekućom otopinom ili suhe vrećice s praškastom formulacijom. Što je temperatura i vlažnost viša, brže se oslobađa plin. Grožđe je gotovo jedino voće koje može podnijeti izlaganje ovom kemijskom tretmanu, no postoji tanka granica između koncentracije potrebne za učinkovito suzbijanje plijesni i koncentracije koja može oštetiti plod (Laszlo i sur. 1981.).

Simptomi: Na svakoj bobici mogu se pojaviti mnoge male udubljene i izbijeljene mrlje, pri čemu je jasno vidljiva granica između izbijeljene i normalne kože. No češće se izbijeljenost javlja na gornjem dijelu bobice. Većina bobica u pogođenom grozdu pokazuje djelomično promijenjenu boju koja se proteže nekoliko milimetara od gornjeg dijela, dok su neke bobice potpuno izbijeljene (Slika 35.). Oštećene bobice sklonije su gubitku vlage i naginju se sušenju. Stabljike tretiranih grozdova zadržavaju svježiju zelenu boju mnogo duže nego stabljike netretiranih grozdova (Sabir i Sabir 2009.).

Uzroci: Težina ozljede ovisi o količini SO_2 koja prodire u bobicu. Najosjetljivija točka je spoj između bobice i peteljke, gdje se preferencijalno događa difuzija. Ako je koža bobice oštećena, plin ulazi bez prepreka i cijela bobica je zahvaćena. Osim što izbjeljuje kožu, SO_2 daje neugodan okus bobici (Sabir i Sabir 2009.).

Suzbijanje: Pravilno odrediti odgovarajuću koncentraciju SO_2 nije jednostavno. Sorte se razlikuju po svojoj toleranciji, a serije se razlikuju po potencijalnom propadanju; nadalje, uvjeti okoliša nakon berbe imaju ključnu ulogu (Nelson 1983.). Kako bi se smanjio rizik od ozljede tijekom skladištenja, preporučljivo je koristiti smanjene koncentracije SO_2 u čestim intervalima. Što se tiče tretmana unutar pakiranja, prvotno su se koristili generatori jednog stupnja koji su se iscrpili u roku od jednog ili dva dana pakiranja; visoke početne koncentracije ponekad su rezultirale ozljedom od SO_2 , dok su kasnije niske razine bile nedovoljne za suzbijanje rasta plijesni. Stoga je preporučljivo da se grožđe ohladi prije pakiranja kako bi se smanjila brzina ispuštanja SO_2 na početku i produljio njegov zaštitni učinak. Alternativna strategija je korištenje generatora s dva stupnja, koji se sastoje od materijala s različitim propusnošću kako bi jedan oslobađao SO_2 odmah, dok drugi oslobađa plin tijekom kasnijih faza transporta ili skladištenja (Sawant i sur. 2014.).



Slika 35. Ozljede od sumporovog (IV) oksida na bobama grožđa.

(<http://www.ipt.us.com/produce-inspection-resources/inspectors-blog/defect-identification/table-grapes-sulphur-dioxide-injury>)

Gubljenje bobica: Tijekom manipulacije, transporta i prodaje, pojedine bobice se odvajaju od grozda, što se ponekad naziva „raspadanje“. Istraživanja su provedena u nekoliko zemalja, poput Južne Afrike, Indije i Japana. Osjetljivost na ovaj problem je genetski određena, ali predisponirajući faktori uključuju nedostatak vlage tijekom rasta, visoke temperature pri berbi i odgodu hlađenja ubranih plodova. Besjemene bobice, koje su proizvedene tretiranjem loze gibereličnom kiselinom (kemijskim regulatorom rasta), posebno su podložne gubljenju bobica jer taj tretman uzrokuje stvrdnjavanje tkiva peteljke. Međutim, određeni drugi kemijski regulatori rasta mogu smanjiti pojavu gubljenja bobica. U opisanom poremećaju, kratke vaskularni niti mogu se otkinuti iz unutrašnjosti bobice i izbočiti iz peteljke u obliku „četke“. Kod određenih sorti dolazi do čistog odvajanja na mjestu pričvršćivanja bobice (abscizijski sloj). Ovaj drugi tip gubljenja bobica može biti potaknut i vanjskim etilenom, koji potiče starenje vezivnog tkiva. Treći mogući uzrok gubljenja bobica je alterarijska trulež na vrhu peteljke, pri čemu se „četka“ inficira. Još jedna mogućnost je blago smrzavanje, što uzrokuje oštećenje tkiva peteljke (Nakamura i Hori 1981.).

8. Zaključak

Zaključno, bolesti nakon berbe predstavljaju značajan izazov u voćarskoj industriji, uzrokujući značajne ekonomske gubitke te utječu na kvalitetu i tržišnu vrijednost voća. Razni mikroorganizmi, poput gljiva (*Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp., *Colletotrichum* spp., *Alternaria* spp., *Rhizopus* spp.) i rjeđe bakterija, mogu uzrokovati bolesti voća nakon berbe odosno u skladištu, što dovodi do truljenja, propadanja i drugih neželjenih simptoma. U radu su detaljno opisani simptomi ovih uzročnika bolesti na najznačajnijim voćnim vrstama, etiologija istih, biologija te mjere suzbijanja.

Upravljanje bolestima nakon berbe zahtijeva sveobuhvatan pristup. Tradicionalne metode, poput upotrebe sintetičkih fungicida koji se koriste se za suzbijanje bolesti, s druge strane imaju nedostatke poput potencijalne opasnosti za okoliš i razvoj otpornosti patogena.

Raste interes za alternativne pristupe upravljanju bolestima nakon berbe, uključujući upotrebu fizičkih mjera, bioloških agensa i ekstrakata biljaka. Fizički tretmani poput izlaganja UV zrakama i fumigacije mogu smanjiti mikrobn opterećenje, dok biološki agensi mogu suzbijati rast i aktivnost patogena. Ekstrakti biljaka i molekule koje aktiviraju obranu biljaka pokazuju se obećavajućima u poboljšanju vijeka trajanja i smanjenju gubitaka nakon berbe.

Uspješnost upravljanja bolestima nakon berbe ovisi i o usklađenosti s kvalitativnim standardima i propisima, poput Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) i Dobre poljoprivredne prakse (GAP), što je ključno za osiguravanje sigurnosti i tržišne vrijednosti voća. Integrirane strategije upravljanja uzročnicima bolesti, uključujući unošenje prirodnih neprijatelja patogena, također mogu pomoći u sprečavanju i suzbijanju skladišnih bolesti voća.

Daljnja istraživanja i razvojni naponi potrebni su kako bi se optimizirale i usavršile strategije upravljanja bolestima nakon berbe, s naglaskom na održive i ekološki prihvatljive pristupe. Učinkovitim upravljanjem skladišnih bolesti voća, voćarska industrija može smanjiti gubitke, poboljšati kvalitetu voća, produljiti vijek trajanja i zadovoljiti zahtjeve potrošača za visokokvalitetnim, zdravim plodovima.

9. Popis literature

1. Achari, R., Devappa, V. (2021.). Postharvest Diseases of Grapes and Their Management. In Postharvest Handling and Diseases of Horticultural Produce (pp. 211-218). 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300, Boca Raton, FL 33487-2742: CRC Press.
2. Agroklub (2017). Fiziološke bolesti plodova jabuke – kako ih spriječiti. <https://www.agroklub.com/vocarstvo/fizioloske-bolesti-plodova-jabuke-kako-ih-sprijeciti/35672/> ches/ (pristupljeno 17. lipnja 2023.).
3. Alford D.V, Gwynne D.C. (1983.). Pests and diseases of fruit and hops. British Crop Protection Council, Croydon.
4. Armstrong J W (1994 .) ‘ Tropical and subtropical crops ’, in Paull R E and Armstrong J W, Insect Pests and Fresh Horticultural Products: Treatments and Responses’, CAB International, Wallingford, UK , 275 – 290 .
5. Balazs E, Toth A. (1974.). Jonathan spot induced by ultraviolet light. Acta Phytopathologica Scientiarum Hungaricae. Akademiai Kiado, Budapest.
6. Bano A, Gupta A, Prusty R. M, Kumar M. (2023.). Elicitation of Fruit Fungi Infection and Its Protective Response to Improve the Postharvest Quality of Fruits. MPDI 3(1), 231-255.
7. Bartholomew E. T. (1926.). Alternaria rot of lemons. Agriculture Experiment Station Berkeley, California.
8. Bautista-Banos S. (2014.). Postharvest Decay. Control Strategies. Academic Press is an imprint of Elsevier, London.
9. Berrie A. M, XU X-M. (2003.). Managing apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) using Adem. International Journal of Pest Management 49(3) 243-249.
10. Bessin, R., Hartman, J., Brown, J., Strang, J., Jones, T., and Johnson, D. 1994. Kentucky backyard apple integrated pest management. Pages 19-32 in: Kentucky Integrated Pest Management Program.
11. Borecki Z. (1961.). Investigations on the bitter rot of apples caused by the fungi *Gloeosporium perennans* Zeller and Childs, *G. Album* Osterw., and *G. Fructigenum* Berk. Acta Agrobotanica 10(1), 53-97.

12. Boudreau M. A, Andrews J.H. (1987.). Factors Influencing Antagonism of *Chaetomium globosum* to *Venturia inaequalis*: A Case Study in Failed Biocontrol. *Phytopathology* 77:1470-1475.
13. Bowen J. K, Mesarich C. H, Bus, V. G, Beresford R. M, Plummer K. M, Templeton M. D. (2011.). *Venturia inaequalis*: the causal agent of apple scab. *Molecular Plant Pathology* 12(2), 105-122.
14. Bower J.P, Lelyveld L. J. (1985.). The effect of stress history and container ventilation on a avocado fruit polyphenol oxidase activity. *Journal of Horticultural Science* 60 (4), 545-547.
15. Bramlage W. J, Shipway M.R. (1976). Loss of watercore and development of internal breakdown during storage of 'Delicious' apples, as a determined by repeated light transmittance measurement of intacta apples. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 90: 475-483.
16. Brook P.J. (1977.). *Glomerella cingulata* and bitter rot of apple. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 20: 547-55.
17. Brooks C, Cooley J. S. (1917.). Effect of temperature, aeration and humidity on Jonathan spot and scald of apples in storage. *Journal of Agricultural Research* 11, 287-317.
18. Brooks G. E, Fisher D. F. (1926.). Water-core of apples. *Jour. Agr. Research* 32: 223-260.
19. Brown G. E, McCornack A.A. (1972.). Decay caused by *Alternaria citri* in Florida citrus fruit. *Florida Agricultural Experiment Stations Journal Series No.* 4491.
20. Bui, T. A. T., Stridh, H., and Molin, M. (2021). Influence of weather conditions on the quality of 'Ingrid Marie' apples and their susceptibility to grey mould infection. *J. Agric. Food Res.* 3, 100104.
21. Burger D. W, Davis R. M. (1982..). New Fungicides for the Postharvest Control of Stem-end-rot in Texas Grapefruit. *HortScience* 17(6): 976-977.
22. Bush E. A, Yoder K. S, Smith H. (2015). Brown Rot on Peach and Other Stone Fruits. College of Agriculture and Life Sciences. VirginiaTech Invent the Future.
23. Bush, E. A. And Yoder, K. S. (2009.). Brown rot on peach and other stone fruit. *Virginia Cooperative Extension* 450-721.
24. Business Queensland (2018.). Horticultural diseases and disorder. Stem end rot. <https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/agriculture/biosecurity/plants/diseases/horticultural/stem-end-rot> (pristupljeno 6. lipnja 2023.).

25. Butt D. J, Jeger M.J. (1986.). Components of spore production in Apple powdery mildew (*Podosphaera leucotrich*). *British Society for Plant Pathology* 35(4), 491-497.
26. Byrde R. J. W, Willetts H. J. (1977.). *The Brown Rot Fungi of Fruit. Their biology and control*. Pergamon Press, Oxford.
27. Byrne D. H, Raseira M. B, Bassi D, Piagnani M. C, Gasic K, Reighard L, Moreno M. A, Perez S. (2012.). Peach. In *Fruit Breeding, Handbook of Plant Breeding*, Chapter 14 505-570. Springer, Boston.
28. Cappellini, R.A. and Ceponis, M.J.(1984.). Postharvest losses in fresh fruits and vegetables. Chapter 4, p24-30, in: *Postharvest Pathology of Fruits and Vegetables: Postharvest Losses of Perishable Crops*, Publication NE-87, Univ. Calif., Bulletin 1914, Berkley Agricultural Experimental Station.
29. Casals, C., Vinas, I., Torres, R., Griera, C., Usall, J.(2010.). Effect of temperature and water activity on in vitro germination of *Monilinia* spp. *J. Appl. Microbiol.* 108, 47–54.
30. Chand J. N, Kondal M. R, Aggarwal R. K. (1968.). Epidemiology and control of bitter rot of apple caused by *Gloeosporium fructigenum* Berk. *Indian Phytopathology* 21, 257-263.
31. Ciglar I, Cvjetković B, Oštrec Lj, Barić B. (1998.). Integralna zaštita voćaka i vinograda. *Zrinski d.d., Čakovec*.
32. Cindi M. D, Shittu T, Sivakumar D, Bautista-Banos S. (2015.). Chitosan boehmite-alumina nanocomposite filma and thyme oil vapour control brown rot in peaches (*Prunus persica* L.) during postharvest storage. *Centro de Desarrollo de Productos Bioticos (CEPROBI)* 72(5) 127-131.
33. Cohen E, Shuali M. (1983.). [Combined treatment with 2,4-D and thiabendazole drencher, before degreening citrus fruits, to delay drying of buttons and stem-end rot development.] *Alon Hanotea* 37, 669-672: 750.
34. Conway, W.S. (1984.). Preharvest factors affecting postharvest losses from disease. Chapter 2, p11-16, in: *Postharvest Pathology of Fruits and Vegetables: Postharvest Losses of Perishable Crops*, Publication NE-87, Univ. California, Bulletin 1914, Berkley Agricultural Experimental Station.
35. Cote, M. J., Tardif, M. C., and Meldrum, A. J. (2004.). Identification of ‘‘*Monilinia fructigena*’’, ‘‘*M. Fructicola*’’, ‘‘*M. Laxa*’’, and ‘‘*Monilia polystroma*’’ on inoculated and naturally infected fruit using multiplex PCR. *Plant Disease* 88:1219-1225.

36. Cristoso C.H, Kader A.A. (1999.). Kiwifruit Postharvest Quality Maintenance Guidelines. University of California Davis 1-9.
37. Cvjetković B, Vrabl S, Dulić K. (1989..). Ekonomski aspekti zaštite jabuka. Jug. Savjetovanje o primjeni pesticida. Zbornik radova 11, 21-29.
38. Cvjetković B. (2010.). Mikoze i pseudomikoze voćaka i vinove loze s opširnim prikazom zaštite. Zrinski d.d., Čakovec.
39. Dario Ivić ; Adrijana Novak.(2012.) Zagreb : Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo. Smeđa trulež koštičavih voćaka – *Monilinia fructicola* (G.Winter) Honey (e-dokument) .
40. De Cal, A., Gell, I., Usall, J., Viñas, I., Melgarejo, P.(2009.). First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* in peach orchards in Ebro Valley. Spain. Plant Dis. 93.
41. De Feritas S. T, Do Amarante V. T. C, Labavitch M. J, Mitcham J. E. (2010). Cellular approach to understand bitter pit development in apple fruit. Postharvest Biology and Technology 57(2001.) 6-13.
42. De Freitas, S. T., do Amarante, C. V., Labavitch, J. M., & Mitcham, E. J. (2010.). Cellular approach to understand bitter pit development in apple fruit. Postharvest Biology and Technology, 57(1), 6-13.
43. Dean R, Van Kan J. A, Pretorius Z.A, Hammond-Kosack K.E, Di Pietro A, Spanu P.D, Rudd J.J, Dickman M, Kahmann R, Ellis J, Foster G.D. (2012.). The Top 10 fungal pathogens in molecularplant pathology. Molecular Plant Pathology 13, 414-430.
44. Dick E, Marcellin P. (1985.). Efeza des temperatures elevees sur l'evolution des bananes apresrecolt. Fruits 40(12) 781-784.
45. Droby S, Eick A, Macarisin D, Cohen L, Rafael G, Stange R, Mc-Collum G, Dudai N, Nasser A, Wisniewski M, Shapira R.(2008.). Role of citrus volatiles in host recognition, germination and growth of *P. Digitatum* and *P. Italicum*. Postharvest Biol. Technol. 49, 386–396.
46. Droby, S., Wisniewski, M., & Benkeblia, N. (2011). Postharvest pathology of tropical and subtropical fruit and strategies for decay control. Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, 194–224e.
47. Duncan R. (1991.). Biological control of *Botrytis cinerea* on kiwifruit through field applications of antagonistic microorganisms. M.S. Thesis, Dept of Plant Science, California State University, Fresno.

48. Ferguson I. B, Watkins C. B. (1989.). Bitter Pit in Apple Fruit. *Horticultural Reviews*, 11: 289-355.
49. Ferreira F. V, Herrmann-Andrade, Calbrese C. D, Belo F, Vasquez D, Musumeci M.A. (2020.). Effectiveness of *Trichoderma* strains isolated from the rhizosphere of citrus tree to control *Alternaria alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides* and *Penicillium digitatum* A21 resistant to pyrimethanil in post-harvest oranges (*Citrus sinensis* L. Osbeck L.). *Journal of applied microbiology* 129(3),712-727.
50. Fitosanitarni Informacijski Sustav (2023.). Fitosanitarni Informacijski Sustav (FIS) <https://fis.mps.hr/fis/javna-trazilica-szb/> (Pristupljeno 26.lipnja 2023.).
51. Franicevic S. C. (1993.). Biological control of *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum* on kiwifruit. *Plant Pathology*, University of Auckland.
52. Funt R, C, Ellis M. A. (2016.). Cork Spot and Bitter Pit of Apples. Ohio State University Extension.
53. Garita-Cambronero J, Palacio-Bielsa A, Cubero J. (2018.). *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* , causal agent of bacterial spot of stone fruits and almond: its genomic and phenotypic characteristics in the *X. arboricola* species context. *Molecular Plant Pathology*, 19(9), 2053–2065.
54. Gell, I., De Cal, A., Torres, R., Usall, J., Melgarejo, P.(2008.). Relationship between the incidence of latent infections caused by *Monilinia* spp. And the incidence of brown rot of peach fruit: factors affecting latent infection. *Eur. J. Plant Pathol.* 121, 487–498.
55. González, E., Sutton, T. B., & Correll, J. C. (2006.). Clarification of the etiology of *Glomerella* leaf spot and bitter rot of apple caused by *Colletotrichum* spp. based on morphology and genetic, molecular, and pathogenicity tests. *Phytopathology*, 96(9), 982-992.
56. Gospodarski list. (2022.). Ljetne Zaštite Protiv gorke truleži plodova jabuke. *Gospodarski list*. <https://gospodarski.hr/rubrike/ljetne-zastite-protiv-gorke-trulezi-plodova-jabuke/>
57. Grabke, A., Hu, M. J., Luo, C. X., Bryson, P. K., & Schnabel, G. (2011.). First report of brown rot of apple caused by *Monilinia fructicola* in Germany. *Plant disease*, 95(6), 772-772.
58. Gubler W. D, Marois J. J, Bledsoe A. M, Bettiga L. J. (1987.). Control of *Botrytis* Bunch Rot of Grape with Canopy Management. *Department of Plant Pathology, University of California* 71: 599-601.

59. Gupta G.K. (1984.). Recent trends in forecasting and control of apple scab (*Venturia inaequalis*). *Pesticides* 19(1), 19-31.
60. HAPIH. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. Regulirani nekarantenski organizmi na koštičavom voću – drugo izdanje. <https://www.hapih.hr/> (Pristupljeno 2.lipnja 2023.)
61. Harvey, J. M., Smith, W. L., Jr., Kaufman, J. (1972.). Market diseases of stone fruits: Cherries, peaches, nectarines, apricots, and plums, US Dept Agr Handb No. 414.
62. Hashim N, et al. (2013). An approach for monitoring the chilling injury appearance in banana by means of backscattered ring imaging. *Journal of Food Engineering* 116(1) 28-36.
63. HCPHS (2012.). Hrvatski centar za poljoprivredu hranu i selo. Smeđa trulež koštičavih voćaka – *Monilinia fructicola* (G. Winter), <https://www.hcphs.hr/files/smedja-trulez-kosticavih-vocaka.pdf> (pristupljeno 10. lipnja 2023.).
64. Hodges R. J, Buzby J. C, Bennett B. (2011.). Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: opportunities to improve resource use. *The Journal of Agriculture Science* 149, 37-45.
65. Hunter L.D, Blake P. S, Swait A. A. J. (1982.). The use of fungicide-containing Mixtures During the Dormant Season for Safe and Effective Apple Powdery Mildew Eradication. *Journal of Horticultural Science* 57(3) 294-289.
66. Ivić D, Sever Z, Miličević T. (2013.). Procjena ekonomskog gubitka zbog skladišnih bolesti jabuka (cv. Idared) u četiri sezone. *Pomologia Croatica: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 19 51-62.
67. Jain, Shikha., Maurya, Poonam., Saini, Shikha., Sagore, Bhupendra. (2022.). *Physiological Disorders of Tropical and Sub Tropical Fruit Crops and Their Management*.
68. Jamalizadeh M, Etebarian H. R, Aminian H, Alizadeh A. (2011.). A review of mechanisms of action of biological control organisms against postharvest fruit spoilage. *Wiley Online Library* 40(1) 65-71.
69. Janisiewicz, W. J., Pimenta, R. S., & Jurick II, W. M. (2011). A novel method for selecting antagonists against postharvest fruit decays originating from latent infections. *Biological Control*, 59(3), 384-389.
70. Joly P. (1967.). Less pourritures noires des agrumes provoquées par les *Alternaria*. *Fruits* 22(2) 89-95.

71. Jones R. L, Freebairn H. T, McDonnell J.F. (1978.). The Prevention of Chilling Injury, Weight Loss Reduction, and Ripening Retardation in Banana. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(2) 219-221.
72. Jurjević Ž. (1996.). Prilog poznavanju biologije i suzbijanja gljive *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter. Magistarski rad. Agronomski fakultet, Zagreb.
73. Kanetis L, Forster H, Jones C. A, Borkovich K. A. (2008.). Characterization of genetic and biochemical mechanisms of fludioxonil and pyrimethanil resistance in field isolates of *Penicillium digitatum*. *Phytopathology* 98(2) 205-214.
74. Karabulut O. A, Arslan U, Kuruoglu G. (2004.). Control of postharvest diseases of organically grown strawberry with preharvest applications of some food additives and postharvest hot water dips. *Journal of Phytopathology* 152(4) 224-228.
75. Kiely T. B. (1964.). Brown spot of Emperor mandarin. *Agricultural Gazette of New South Wales*. Government printer, Sydney.
76. Koike S.T, Browne G.T, Gordon T. R, Bolda M. P, Gubler W.D, Wintermantel S. T. (2018.). *Rhizopus Fruit Rot (LEAK)*. UCIPM.
77. Ladaniya M. S., (2008.). *Citrus fruit: biology, technology and evaluation*, copyright © 2008 by Elsevier Inc. PP:451-452.
78. Ladaniya M.(2010.). Fruit morphology, anatomy, and physiology. In: *Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation*. Academic Press, Elsevier, pp. 103–124.
79. Lafuente, María T., and Lorenzo Zacarias(2006.) „Postharvest physiological disorders in citrus fruit.“ 1-9.
80. Lamichhane J. R. (2014.). *Xanthomonas arboricola* Diseases of Stone Fruit, Almond, and Walnut Trees: Progress Toward Understanding and Management. *The American Phytopathological Society* 98:12, 1600-1610.
81. Laszlo J. C, Combrink J. C, Eksteen G.J, Truter A.B. (1981.). Effect of temperature on the emission of sulphur dioxide from gas generators for grapes. *Deciduous Fruit Grower* 31, 112-119.
82. Latorre B. A, Yanez P, Rauld E. (1985.). Factors affecting release of ascospores by the pear scab fungus (*Venturia pinna*). *The American Phytopathological Society* 69 213-216.
83. Lafuente M. T, Zacarias L. (2006.). Postharvest physiological disorders in citrus fruit. *Stewart Postharvest Review* 2(1) 1-9.

84. Leonberger, Kimberly, Madison McCulloch, and Nicole W. Gauthier (2019.) „Bitter rot of apple.“ Plant Pathology Fact Sheet. University of Kentucky, College of Agriculture, Food and Environment. Extension Plant Pathology.
85. Louw J. P, Korsten L. (2015.). Pathogenicity and host susceptibility of *Penicillium* spp. on citrus. *Plant Dis.* 99 21-30.
86. Louw J. P, Korsten L. (2016.). Postharvest decay of nectarine and plum caused by *Penicillium* spp. *European Journal of Plant Pathology* 146(4).
87. Luciano-Rosario, D, Keller, NP, Jurick, WM. (2020.). *Penicillium expansum*: biology, omics, and management tools for a global postharvest pathogen causing blue mould of pome fruit. *Molecular Plant Pathology.* 21: 1391– 1404.
88. Luo C-X, Schnabel G, Hu M, De Cal A. (2020). Global distribution and management of peach diseases. *Phytopathology Research* 4, 30.
89. M. Sanchez (2023.). Enfermedades y plagas. Fisiopatías en cítricos (<https://www.jardineriaon.com/fisiopatias-en-citricos.html>)
90. MacHardy, W. E. (1996.). *Apple Scab Biology, Epidemiology, and Management.* APS Press St. Paul 545 pp.
91. Marais P. G. (1985.). Infection of table grapes by *Botrytis cinerea*. *Deciduous Fruit Grower* 35, 166-170.
92. Masui M. (1986.). Befran (iminocadine) a new fungicide. *Japan Pesticide Information* No. 49, 7-9.
93. Maxin, P., Williams, M., & Weber, R. W. (2014). Control of Fungal Storage Rots of Apples by Hot-Water Treatments: A Northern European Perspective. *Erwerbs-obstbau,* 56(1).
94. McCauley D. (2020.). *Growing Avocados-Fungal diseases of fruit.* Agriculture and food. Department of Primary Industries and Regional Development.
95. Michalecka, M., Bryk, H., Poniatowska, A., & Puławska, J. (2016). Identification of *Neofabraea* species causing bull's eye rot of apple in Poland and their direct detection in apple fruit using multiplex PCR. *Plant Pathology,* 65(4), 643-654.
96. Milind Ladaniya (2023.). *Citrus Fruit (Second Edition).* Chapter 4 - Preharvest factors, Editor(s): Milind Ladaniya , Academic Press, Pages 113-144.
97. Montero C. R. S., Schwarz L. L., Santos L. C. D., Santos R. P. D. and Bender R. J., (2012.). oleocellosis incidence in citrus fruit in response to mechanical injuries, *Scientia Horticulturae,* 134:227–231.

98. Moore M. H. (1950.). Brown rot of apples: Fungicide trials and studies of the relative importance of different wound-agents. *Journal Horticultural Science*, 25(4) 225-234.
99. Myresiotis C. K, Karaohlanidis G. S, Tzavella-Klonari K. (2007.). Resistance of *Botrytis cinerea* isolates from vegetable crops to anilinopyrimidine, phenylpyrrole, hydroxyanilide, benzimidazole, and dicarboximide fungicides. *Plant Diseases* 91(4) 407-413.
100. Nair N. G, Emmett R. W, Parket F.E. (1987.). Programming applications of dicarboximides to control bunch rot of grapes caused by *Botrytis cinerea*. *Plant Pathology* 36, 175-179.
101. Nakamura M, Hori Y. (1985.). Postharvest berry drop of seedless berries produced by GA treatment ingrape cultivar 'Kyoho'. *Tohoku Journal of Agricultural Research* 35 81-89.
102. Nelson K. E. (1956.). The effect of infection on the tissue of Tokay grapes. *Phytophatology* 46:223-229.
103. Nelson K. E. (1983.). Effects of in-package sulfur dioxide generators, package liners, and temperature on decay and desiccation of table grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 34(1) 10-16.
104. Noe J. P, Starkey T. E. (1982.). Relationship of apple fruit maturity and inoculum concentration to infection by *Glomerella cingulata*. *Plant Diseases* 64: 1084-1085.
105. Northover J. (1987.). Infection sites and fungicidal prevention of *Botrytis cinerea* bunch rot of grapes in Ontario. *Canadian Journal of Plant Pathology* 9(2) 129-136.
106. Olorunda A. O, Meheriuk M, Looney N. E. (1978.). Some post harvest factors associated with the occurrence of chilling injury banana. *J. Sci. Food. Agric.* 29: 213-218.
107. Opgenorth D. C. (1983.). Storage rot of California-grown kiwifruit. *Plant Pathologist, California Department of Food and Agriculture* 67: 382-382.
108. Palacio-Bielsa A, Roselló R, Cambra MA & López MM. (2010.). First report of bacterial spot of stone fruits on almond caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *Pruni*. *Plant Disease* 94, 786.
109. Palumbo M, Attolico G, Capozzi V, Cozzolino R, Corvino A, de Chiara M. L. V, Pace B, Pelosi S, Ricci I, Romaniello R, Cefola M. (2022.). Emerging postharvest technologies to enhance the shelf-life of fruit and vegetables: an overview. *MPDI, Foods* 11(23) 3925.

110. Peacock B. C, Muirhead I. F. (1974.). Ethylene production by *Colletotrichum musae*. *Queensl. J. Agric. Anim. Sci.* 31: 249-252.
111. PennState Extension (2023.). Powdery Mildew of Apple in the Home Fruit Planting. <https://extension.psu.edu/powdery-mildew-of-apple-in-the-home-fruit-planting> (pristupljeno 5. lipnja 2023.).
112. Phillips, D. J. (1985.). Detecting ammonia injury on stone fruit. *International Journal of Refrigeration*, 8(1), 54–55.
113. Plant Health (2014.) European Food Safety Authority. Available at: <https://www.efsa.europa.eu/en/science/scientific-committee-and-panels/plh> (Pristupljeno: 25. lipnja 2023).
114. Plantix (2023.). Anthracnose of Banana. <https://plantix.net/en/library/plant-diseases/100078/anthracnose-of-banana/> (pristupljeno 4. srpnja 2023.).
115. Podder D, Ghosh Kr. S. (2019.). A new application of *Trichoderma asperellum* as an anopheline larvicide for eco friendly management in medical science. *Scientific Reports* 9, 1108.
116. Proizvodnja povrća, voća i grožđa u 2021. Privremeni podaci. (2021.). Državni Zavod Za Statistiku. POLJ-2021-2-7 <https://podaci.dzs.hr/2021/hr/10118> (pristupljeno 29. lipnja 2023.).
117. Pugliese P. (2022.). Brown Rot on Peaches. Growing & Mowing in Bartow County. University of Georgia Extension.
118. Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (2020). Improving avocado fruit quality: evaluation of post-harvest treatments. <https://qaafi.uq.edu.au/article/2020/07/improving-avocado-fruit-quality-evaluation-post-harvest-treatments> (pristupljeno 4. srpnja 2023.)
119. Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (2020.). Improving avocado fruit quality: evaluation of post-harvest treatments.
120. Ram V, Vir D. (1983.). Evaluation of benzimidazole and other fungicides against postharvest spoilage of banana fruits caused by *Colletotrichum musae* (Berkeley et Curtis) Von Arx. *Pesticides* 17(5): 28-29.
121. Richmond A. E, Dewey D, H. (1969.). Distinguishing characteristics of the Jonathan spot and lenticel spot disorders in the 'Jonathan' apple fruit. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 94: 245-247.

122. Rosenberger D. A, Schupp J. R, Hoying S. A, Cheng L, Watkins C. B. (2004.). Controlling Bitter Pit in 'Honeycrisp' Apple. *HortTechnology* 14(3), 342-349.
123. Rungjindamai N, Jeffries P, Xu X. (2014.). Epidemiology and management of brown rot on stone fruit caused by *Monilinia laxa*. *European Journal of Plant Pathology* 140(1): 1-17.
124. Sabir A, Sabir K. F, (2009.). Postharvest treatments to preserve table grape quality during storage and approaches to find better ways alternative for SO₂. *Advances in Environmental Biology* 3(3): 286-295.
125. Sawant S. D, Sawant I, Banerjee K. (2014.) Minimizing sulphur dioxide injury in table grapes (*Vitis vinifera*) for export by preharvest benomyl sprays. *The Indian Journal of Agricultural Sciences* 72(11).
126. Schotsmans W. C, Bylemans D. (2016.). Understanding Bitter Pit in Apples. *Good Fruit Grower*, 67(3) 36-38.
127. Schwabe W, F, S. (1980.). Epidemiology and control of apple scab in South Africa. *Phytophylactica* 12, 219-222.
128. Shabi E, Koenraad H, Katan T. (1986.). Further studies of the inheritance of benomyl resistance in *Venturia pirina* isolated from pear orchards in Israel. *Plant Pathology* 4, 310-313.
129. Shahnaz, Efath., Anwar, Ali., Banday, Saba. (2021.). *Postharvest Fungal Diseases in Stone Fruits and Their Management*.
130. Sharma R, R, Singh D, Singh R. (2009.). Biological control of postharvest diseases of fruit and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biological Control* 50(3) 205-221.
131. Sharma R. R., Singh R. and Saxena S. K., (2006). Characteristics of citrus fruits in relation to granulation, *Scientia Horticulturae* 111(1):91-96.
132. Shi, Y., Rom, C., Correll, J. C. (1995.). Effect of fruit maturity on bitter rot of apple. *HortScience*, 30(4), 762F-762.
133. Shillingford C. A, Sinclair J. B. (1977.). Susceptibility of five banana cultivars to anthracnose and crown rotting fungi. *Plant Disease Reporter* 61 797-801.
134. Simmonds J, H. (1963). Studies in the latent phase of *Colletotrichum* species causing ripe rots of tropical fruits. *Queensland Journal of Agricultural Sciences* 20, 373-424.
135. Singh R. S, Khanna R. N. (1966.). Black core rot of mandarina oranges caused by *Alternaria tenuis*. *Auct. Plant Dis. Rep.* 50: 127-131.

136. Singh, Dr., Kumari, Sudarshna., Sharma, Dharam., Sharma, Desh., Singh, Gopal., Thakur, Kishore. (2019.). Abiotic Problems and Their Managements in Kiwifruit, Strawberry and Persimmon Fruit Crops.
137. Sitterly W. R, Shay J. R. (1960.). Physiological factors affecting the onset of susceptibility of applefruit to rotting by fungus pathogens. *Phytopathology* 50, 91-93.
138. Snowdon A.L (1992.), *Color Atlas of Postharvest Diseases and Disorders of Fruit and Vegetables* , Boca Raton (FL) , CRC Press , Volumes 1 & 2 .
139. Snowdon A.L. (1990.). *A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables. Vol. 1 : General Introduction and Fruits.*
140. Sommer N. F, Fortlage R. J, Edwards D. C. (1983.). Minimizing postharvest diseases of kiwifruit. *California Agriculture Experiment Station*, 37(1/2) 16-18.
141. Spotts R. A. (1984.). Infection of Anjou pear Fruit by *Podosphaera leucotricha*. *Plant Disease* 68: 857- 859.
142. Stefani E, Bazzi C, Mazzucchi U & Colussi A. (1989.). *Xanthomonas campestris* pv. *Pruni* in Friuli peach orchards. *Informatore Fitopatologico* 39(7-8), 60- 63.
143. Struble E.G., Keitt G.W. (1950.) Variability and inheritance in *Glomerella dngulata* (Stonem.) S., v. S. from apple. *American Journal of Botany* 39, 110-119.
144. Susan Lurie, Carlos H. Crisosto. (2005.). Chilling injury in peach and nectarine, *Postharvest Biology and Technology*, Volume 37, Issue 3, Pages 195-208..
145. Sutton T.B., Shane W.W. (1983.) Epidemiology of the perfect stage of *Glomerella dngulata* on apples. *Phytopathology* 73, 1179-1183.
146. Swinburne T. R, Brown A. E. (1983.). Appressoria development and quiescent infections of banana fruit by *Colletotrichum musae*. *Transactions of the British Mycological Society* 80(1) 176-178.
147. Timmer L. W, Mondal S. N, Peres N. A. R, Bhatia A. (2004.). Fungal Diseases of Fruit and Foliage of Citrus Trees 191-227.
148. Tomana T. (1963.). Histological and physiological studies on the cause of Jonathan spot in apples. *Yamagata U. B.* 4(2): 89-153.
149. Tomerlin J. R, Jones A. L. (1983.). Development of apple scab on fruit in the orchard and during cold storage. *Plant Diseases* 67:147-150.
150. Turechek W. W, Carroll J. E, Rosenberger D. A. (2004.). Powdery mildew of apple. *New York State IPM Program.*

151. Usall, J., Casals, C., Sisquella, M., Palou, L., De Cal, A. (2015.). Alternative technologies to control postharvest diseases of stone fruits. *Stewart Postharvest Rev.* 11, 1–6.
152. Vidaković O. (2015.). *Bolesti koštičavog voća*. PSS Subotica AD.
153. Villarino, M., Eguen, B., Lamarca, N., Segarra, J., Usall, J., Melgarejo, P., De Cal, A. (2013.). Occurrence of *Monilinia laxa* and *M. Fructigena* after introduction of *M. Fructicola* in peach orchards in Spain. *Eur. J. Plant Pathol.* 137, 835–845.
154. Vinkešević J. (2018.). Utjecaj različitih vrsta cijepljenja i starosti podloge *Prunus mirobolana* na dužine jednogodišnjih izboja marelice Carmen. Diss. Polytechnic in Požega. Biotechnical Department.
155. Wang B, Li B. H, Dong X, Wang C, Zhang Z. (2015.). Effects of temperature, wetness duration, and moisture on the conidial germination, infection, and disease incubation period of *Glomerella cingulata*. *Plant Disease* 9(2) 249-256.
156. Wang Y. C, Buta G. J. (2003.). Maintaining quality of fresh-cut kiwifruit with volatile compounds. *Postharvest Biology and Technology* 28(1): 181-186.
157. Wardlaw C. W, McGuire L. P. (1930.). The behaviour and diseases of the banana in storage and transport, with special reference to chilling. London, H. M. Stationery Off.
158. Whiteside J. O. (1979.). *Alternaria* brown spot of Dancy tangerines and its control. *Proceedings of Florida State Horticultural Society* 92, 34-37.
159. Xu, X.M., Bertone, C., Berrie, A.(2007.). Effects of wounding, fruit age and wetness duration on the development of cherry brown rot in the UK. *Plant Pathol.* 56, 114–119.
160. Yamaki S, Kajuri I. (1983.). Changes in the polysaccharides of cell wall, their constituent monosaccharides and some cell wall-degrading enzyme activities in the watercore fruit of Japanese pear (*Pyrus serotina* Rehder var. *Culta* Rehder) fruit. *Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 57:602-607.
161. Yilmaz, B. (2016.). Changes in Important Quality Features during Fruit Development Process in Hayward Kiwifruit Variety Grown in Giresun Conditions. (Master's thesis, Ordu University Institute of Science).
162. Yoder K. S, Mickey K. D. (1983..). Control of apple power dry mildew in the Mild-Atlantic region. *American Phytopathological Society* 67:245.
163. Zamani, M., Tehrani, A. S., Ahmadzadeh, M., Hosseininaveh, V., and Mostofy, Y. (2009). Control of *Penicillium digitatum* on orange fruit combining *Pantoea agglomerans* with hot sodium bicarbonate dipping. *J. Plant Pathol.* 437–442.

164. Zhu, H., Zhao, L., Zhang, X., Foku, J. M., Li, J., Hu, W., and Zhang, H. (2019.). Efficacy of *Yarrowia lipolytica* in the biocontrol of green mold and blue mold in *Citrus reticulata* and the mechanisms involved. *Biol. Control* 139:104096.

Životopis

Luka Ivković rođen je u Kninu 28. kolovoza 2000. godine. Pohađao je Medicinsku srednju školu u Šibeniku od 2015. do 2019. godine gdje je stekao laboratorijske vještine te generalno medicinsko znanje. Neposredno nakon završetka smjera „Sanitarni tehničar“ upisao je Agronomski fakultet u Zagrebu, smjer Fitomedicina. Kroz svoj život stekao je razna iskustva u ugostiteljstvu tijekom školovanja. Neprestano traži načine za profesionalni rast, preuzimanje novih odgovornosti i usvajanje novih sposobnosti. Iskusan je u vođenju i obukama osoblja. Kompetentan je javni govornik s iskustvom vođenja treninga i prezentacija. Ima iskustva rada pod vremenskim ograničenjima gdje je produktivnost ključna. Samo motivirani timski igrač s izvrsnim međuljudskim i organizacijskim sposobnostima. Uz hrvatski materini jezik, govornik je engleskog jezika (C1) dok još uz to uči talijanski jezik. U slobodno vrijeme voli se socijalizirati, učiti nove stvari i provoditi vrijeme u prirodi izvan kaosa čovječanstva. Trenutno upisuje diplomski studij na Utrecht University gdje se planira usavršavati u području Biologije, točnije ekologije i upravljanja prirodnim resursima.