

Gubici nakon berbe povrća - čimbenici koji utječu na skladišnost

Автор(и): проф. д-р Стойка Машева, ИЗК "Марица" Пловдив; проф. д-р Винелина Янкова, ИЗК "Марица" в Пловдив

Дата: 02.12.2025 *Брой:* 12/2025



Sažetak

Postžetveni gubici glavni su problemi za proizvođače nakon berbe povrtnih kultura. Razlozi za to uključuju fiziološke promjene, fizička oštećenja, kemijska oštećenja, oštećenja od štetnika i patološke truleži. Povrće gubi tržišni izgled zbog postžetvenih infekcija. Oni čine proizvode neprodavljivim ili smanjuju njihovu vrijednost. Svježi povrtni proizvodi mogu biti zaraženi prije ili poslije berbe bolestima uzrokovanim gljivičnim ili bakterijskim patogenima, kao i nekim štetnicima.

Gubici uzrokovani bolestima i štetnicima koji se razvijaju nakon berbe su značajni. Prema nekim istraživačima, oni dosežu do 30% godišnje, unatoč korištenju modernih tehnika i objekata za skladištenje. U zemljama u razvoju, koje nemaju moderne skladišne objekte, taj je postotak znatno veći. Zaraza patogenima i štetnicima može se dogoditi tijekom vegetacije, pri berbi, tijekom skladištenja, transporta i trgovine, pa čak i nakon kupnje od strane krajnjeg potrošača. U kontekstu rastućeg deficita hrane, postžetveni gubici su neprihvatljivi. Kako bi se prehranilo 10 milijardi ljudi diljem svijeta tijekom sljedećih 40 do 50 godina, učinkovitost proizvodnje i distribucije hrane morat će se iznimno poboljšati.

Uzroci postžetvenih gubitaka voća i povrća mogu biti parazitski, neparazitski ili fizički. Parazitski uzroci mogu biti mikroorganizmi, uzročnici bolesti ili štetnici. Bolesti mogu započeti kao latentne infekcije prije berbe, dok se druge pojavljuju tijekom ili nakon berbe, tijekom skladištenja.

Bitno je detektirati i dijagnosticirati postžetvene štetnike te formulirati sigurne prakse upravljanja skladištenjem. Povrtni proizvodi oštećuju se patogenima nakon berbe i kratkotrajnog skladištenja, čime postaju neprikladni za konzumaciju i prodaju. To je uglavnom zbog proizvodnje mikotoksina i drugih potencijalnih rizika za ljudsko zdravlje. Neki gljivični (*Alternaria*, *Aschochyta*, *Colletotrichum*, *Didymella*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*) i bakterijski patogeni (*Erwinia* spp., *Pseudomonas* spp., *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas euvesicatoria*) zabilježeni su kao postžetveni patogeni povrtnih kultura.



Incidencija truleži plodova od postžetvenih patogena rajčice može doseći: od *Alternaria solani* do 30%, od *Phytophthora infestans* 15%, od *Sclerotium rolsii* 30%, od *X. euvesicatoria* 5%. Na tikvenicama, najčešći postžetveni patogeni su *Didymella* i *Colletotrichum*.

Kod mahunarki, najčešći postžetveni patogeni su *Ascochyta pisi*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Sclerotinia sclerotiorum* i *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*.



Na cvjetači se često opažaju bijela i siva trulež uzrokovana *Xanthomonasom* (10%) i meka trulež uzrokovana *Pectinovorom* (*Erwinia*) (19%). Oni su zabilježeni kao novi postžetveni patogeni cvjetače.

Jednom ubrani, povrtni usjevi imaju ograničen postžetveni vijek; više ne dobivaju vodu ni hranjive tvari iz biljke. Prirodno starenje proizvoda dovodi do omekšavanja tkiva i često gube prethodno formirane antimikrobne tvari. Ove promjene u kvaliteti povrća čine ih manje poželjnim za potrošače.

Prežetveni čimbenici koji utječu na postžetvenu patologiju su:

- Osjetljivost uzgojenih sorti na patogene i štetnike. Neke su sorte sklonije truleži i napadu štetnika od drugih;
- Stanje usjeva, koje ovisi o gnojidbi, navodnjavanju i primijenjenim mjerama zaštite bilja;
- Stupanj zrelosti voća i povrća pri berbi;

- Način obrade i skladištenja proizvoda.

Ostali čimbenici koji utječu na patologiju skladištenja su:

Vrijeme: Vrijeme utječe na količinu inokuluma i štetnika koji uspješno prezime, kao i na količinu rezidualnih pesticida preostalih u plodovima tijekom berbe. Obilje inokuluma i štetnika, uz povoljne uvjete za infekciju i razvoj tijekom sezone, često dovodi do ozbiljnih oštećenja u ubranim proizvodima.

Postžetvena oštećenja uključuju daljnji razvoj infekcija koje su započele prije berbe, uz nova oštećenja od štetnika pronađenih na površini proizvoda.

Fiziološko stanje: Stanje proizvoda pri berbi određuje koliko dugo se može sigurno skladištiti. Početak sazrijevanja i starenja kod raznog povrća čini ga podložnijim infekciji patogenima. Pravilna prehrana tijekom vegetacije također je od velike važnosti.



Poznato je da je kalcij više povezan s otpornošću na bolesti od bilo kojeg drugog kationa vezanog za staničnu stijenku. Tretman prije berbe otopinom CaCl_2 značajno smanjuje trulež. Utvrđeno je da povećani sadržaj kalcija u krumpiru i breskvama također smanjuje postžetvenu trulež. Proizvodi koji sadrže dovoljne razine kalcija mogu se skladištiti duže prije truljenja. Visok sadržaj dušika u plodovima predisponira ih za trulež. Globalno oplemenjivanje sada marljivo radi na stvaranju sorti otpornih na postžetvene patogene.

Tretman fungicidima: Neki prežetveni sprejevi smanjuju trulež tijekom skladištenja. Primjerice, tretman određenim fungicidima smanjuje trulež za 25 do 50% jednim prskanjem. Neki novo registrirani fungicidi imaju dobre izgledе za zaštitu proizvoda nakon berbe. Na primjer, ciprodinil sprječava infekciju sive plijesni na jabukama do 3 mjeseca nakon tretmana. Nova skupina strobilurina pruža postžetvenu kontrolu nekih bolesti nakon berbe voća i povrća.

Postžetveni čimbenici koji utječu na trulež usjeva:

Sanitacija tijekom pakiranja: Važno je održavati sanitarne uvjete u svim područjima gdje se proizvodi pakiraju. Prisutnost organskih ostataka pogodna je preduvjet za razvoj patogena koji uzrokuju trulež.

Klor brzo uništava mikroorganizme ako je njegova količina dovoljna. Razina od 50 do 100 ppm aktivnog klora pruža izvrsno fungicidno djelovanje. Perocetna kiselina je još jedna tvar koja se može koristiti. Potraga za učinkovitim i ekonomičnim dezinfekcijskim sredstvima se nastavlja. Novi i stari proizvodi nastavljaju se procjenjivati prema trenutnim operacijama pakiranja. Interes za ozonom oživljava razvojem učinkovitijih generatora.

Postžetveni tretman određuju:

- Vrsta patogena koji uzrokuje trulež;
- Lokacija patogena u proizvodu;
- Najprikladnije vrijeme za tretman;
- Zrelost domaćina.

Okolni uvjeti tijekom skladištenja, transporta i marketinga proizvoda također imaju utjecaj. Specifične tvari odabiru se na temelju navedenih uvjeta.

Postžetveni tretman pesticidima: Ograničen broj pesticida trenutno se koristi za postžetveni tretman i kontrolu širokog spektra mikroorganizama koji uzrokuju trulež, kao i štetnika. Mnogi proizvodi koji su se koristili za postžetveni tretman zabranjeni su zbog ostataka i mogućih toksičnih učinaka. Drugi se ne koriste zbog razvoja rezistencije. Ovaj proces i dalje predstavlja značajan problem.

Glavni proizvodi za zaštitu bilja koji se trenutno koriste su tiabendazol i imazalil. Međutim, otpornost na tiabendazol i imazalil je raširena.

Konzervansi ili antimikrobni aditivi za hranu također mogu kontrolirati trulež u skladištenim proizvodima. To uključuje natrijev benzoat, parabene, sorbinsku kiselinu, propionsku kiselinu, SO₂, octenu kiselinu, nitrite i nitrate te antibiotike. Potražnja za novim postžetvenim pesticidima je velika, posebno nakon ukidanja mnogih aktivnih tvari. Godine 1998. odobrena je hitna registracija fludioksonila kako bi se ograničili potencijalni gubici nektarina, bresaka i šljiva koji bi nastali

Biološka kontrola postžetvenih patogena:

Ovo je relativno nov pristup i nudi nekoliko prednosti u usporedbi s konvencionalnom biološkom kontrolom:

- Mogu se stvoriti i održavati precizni okolišni uvjeti.
- Biokontrolni agens može se mnogo učinkovitije ciljati.
- Skupi postupci kontrole su isplativi za ubranu hranu.

Prvi biološki agens za kontrolu razvijen za postžetvenu primjenu je soj *Bacillus subtilis*. On kontrolira smeđu trulež na breskvama. Utvrđeno je da soj *Pseudomonas syringae* kontrolira plavu i sivu plijesan na plodovima jabuke. Sojovi *Bacillus pumilus* i *Pseudomonas fluorescens* pokazuju uspješnu kontrolu *B. cinerea* na jagodama

Biološka kontrola je učinkovita, ali ne daje uvijek dosljedne rezultate. Prihvaćeno je da bi biološke agense trebalo kombinirati s drugim strategijama i sredstvima za bolju učinkovitost.

Kontrola truleži zračenjem: Ultraljubičasto svjetlo ima smrtonosan učinak na bakterije i gljivice, ali nema dokaza da smanjuje trulež u pakiranom voću i povrću. Eksperimentalno je utvrđeno da niska doza ultraljubičastog svjetla smanjuje smeđu trulež na breskvama. Ima dvostruki učinak na patogen – smanjuje inokulum i inducira otpornost kod domaćina.

Gama zračenje je proučavano za kontrolu truleži, dezinsekciju i produljenje skladištenja i roka trajanja svježeg voća i povrća. Doze od 1,5 do 2 kGy učinkovito kontroliraju trulež u nekim proizvodima. Niske doze od 150 Gy za voćne muhe i 250 Gy za jabučnog savijača su prihvatljivi karantenski postupci. Primjena gama zračenja je ograničena zbog troškova opreme potrebne za tretman i nedostatka informacija o utjecaju ozračene hrane na potrošača. Pojavljuje se kao moguća alternativa nakon prestanka korištenja metil bromida diljem svijeta.

Utjecaj skladišnog okruženja na postžetvenu trulež: Temperatura, relativna vlažnost i atmosferski sastav tijekom prethranjivanja, skladištenja i tranzita od velike su važnosti za kontrolu truleži. Za postizanje optimalne

kontrole, često se istodobno mijenjaju dva ili više čimbenika:

Temperatura i relativna vlažnost: Pravilno upravljanje temperaturom toliko je ključno za kontrolu bolesti nakon berbe da se svi ostali tretmani mogu smatrati dodacima hlađenju. Niske temperature su poželjne jer značajno usporavaju rast i time smanjuju trulež. Visoke temperature mogu se koristiti za postžetvenu kontrolu usjeva koji su oštećeni niskim temperaturama. Toplinska obrada uklanja početnu infekciju i poboljšava pokrivenost fungicidima. Glavna prepreka širokoj primjeni ove metode je osjetljivost mnogih plodova na temperature potrebne za učinkovit tretman.

I niska i visoka relativna vlažnost (RV) povezane su s kontrolom postžetvene truleži. Perforirane polietilenske vreće za skladištenje voća i povrća stvaraju RV od 5 do 10% iznad one u skladišnim prostorijama, a trulež se može povećati.

Modifikacija ili kontrola atmosfere: Promjene u koncentracijama O₂ i CO₂ oko voća i povrća mogu uspješno kontrolirati razvoj postžetvenih patogena.

Dodani CO₂ u zrak široko se koristi u transportu trešanja 'Bing', prvenstveno za suzbijanje sive i smeđe truleži.

Stvorena umjetna atmosfera naziva se kontrolirana atmosfera; pojam modificirana atmosfera koristi se kada postoji mala mogućnost podešavanja sastava plina tijekom skladištenja ili transporta. Dodani CO₂ u zrak široko se koristi u transportu trešanja 'Bing', prvenstveno za suzbijanje sive i smeđe truleži.

Postžetvene bolesti povrća: Postžetvene bolesti povrća uzrokuju mikroskopske gljivice i bakterije. Bakterije su raširenije kao patogeni na povrću nego na voću, jer je povrće manje kiselo od voća. Vidljive su pod svjetlosnim mikroskopom uglavnom kao jednostanični štapići. Bakterije su sposobne za vrlo brzo razmnožavanje pod prikladnim uvjetima pH, temperature i prehrane.

Novi smjerovi u postžetvenoj fitopatologiji: Posljednjih godina, fokus postžetvene fitopatologije se pomaknuo. Sigurnost hrane ključni je element u programima kontrole truleži. Kontinuirani neuspjeh u učinkovitoj kontroli nekih postžetvenih bolesti, kao i potreba za ekološki prihvatljivijim kontrolnim tvarima, pokreće novi pristup upravljanju bolestima. Integrirana kontrola postžetvene truleži najperspektivniji je koncept predložen za budućnost. Društvo se više ne može oslanjati na jednu ili dvije strategije kontrole, već se mora pružiti cijeli spektar strategija za smanjenje postžetvenih gubitaka.

Postžetveni štetnici povrća: Infestacija štetnicima tijekom skladištenja može se dogoditi i na polju i u skladišnim objektima koji nisu pravilno očišćeni. Ponekad je oštećenje vidljivo, dok se u drugim slučajevima

otkriva u kasnijoj fazi kada je štetnik možda proširio svoj raspon izražavanja. Sekundarni procesi truljenja često se mogu razviti na mjestima oštećenja od štetnika.

Sigurnost hrane: Dva najvažnija uzroka nesigurne hrane su: mikrobnih toksini i kontaminacija hortikulturnih proizvoda fekalnim koliformima. Mikrobnih toksini dijele se na bakterijske toksine i mikotoksine. Primjeri mikrobnih toksina koji su iznimno otrovni su botulinum toksini koje proizvodi anaerobna bakterija *Clostridium botulinum*, kao i aflatoksini. Aflatoksini su pronađeni kao potentni kancerogeni proizvedeni u orašastim plodovima i nekim žitaricama.

Toksin patulin proizvode *Penicillium* i *Aspergillus* spp., koji se mogu pronaći u proizvodima od jabuka i krušaka.

Identificirani su i drugi toksini koje proizvode iste gljivice koje uzrokuju postžetvenu trulež. Primjerice, patulin proizvode *Penicillium* i *Aspergillus* spp., koji se mogu pronaći u proizvodima od jabuka i krušaka. Patulin je toksičan za mnoge biološke sustave, ali njegova uloga u uzrokovanju bolesti kod ljudi i životinja je nejasna. Studije o kontaminaciji hortikulturnih proizvoda fekalnim koliformima drastično su se povećale zbog dokumentiranih slučajeva trovanja hranom od jabučnog soka. Demonstrirana je interakcija između biljnih patogena i ljudskih patogena koji se prenose hranom, kao što su *Salmonella* i *Listeria*. Studija koja je uključivala preko 400 uzoraka zdravih i meko trulih proizvoda prikupljenih s maloprodajnih tržišta pokazuje da je prisutnost Salmonelle u proizvodima zahvaćenim bakterijskom mekom truleži dvostruko veća nego u zdravim uzorcima.

Kontaminacija proizvoda ljudskim patogenima važno je pitanje koje treba riješiti, kao i ograničavanje truleži uzrokovane postžetvenim patogenima i održavanje kvalitete proizvoda.

Integrirana kontrola postžetvenih bolesti i štetnika: Učinkovita i dosljedna kontrola bolesti i štetnika tijekom skladištenja povrtnih proizvoda ovisi o integraciji sljedećih praksi:

- Odabir sorti otpornih na bolesti i štetnike, gdje je to moguće;
- Uravnotežena prehrana bilja tijekom vegetacije. Kontrola navodnjavanja na temelju potreba usjeva i izbjegavanje nadzemnog navodnjavanja;
- Tretman prije berbe za kontrolu štetnika i bolesti;
- Berba u preciznoj zrelosti za skladištenje;
- Korištenje čiste ambalaže za berbu proizvoda;

- Čišćenje i sortiranje povrća namijenjenog skladištenju;
- Postžetveni tretmani;
- Održavanje dobre sanitacije u područjima pakiranja i čuvanje otpadnih voda bez kontaminacije;
- Skladištenje u očišćenim i dezinficiranim skladišnim objektima s dobrom kontrolom temperature i vlažnosti, s postavljenim mrežama protiv insekata na ventilatorima, vratima i prozorima;
- Uvjeti skladištenja trebali bi biti najmanje pogodni za rast patogena ili razvoj štetnika.

Poznato je da su alternative kemijskoj kontroli često manje učinkovite od mnogih pesticida. Malo je vjerojatno da će bilo koja pojedinačna alternativna metoda, sama po sebi, pružiti istu razinu kontrole kao kemijski proizvodi. Stoga je potrebno kombinirati nekoliko alternativnih metoda za razvoj integrirane strategije za uspješno smanjenje postžetvenih patogena i štetnika.

Ograničavanje gubitaka proizvoda tijekom skladištenja povrtnih kultura uključuje metode i sredstva kontrole bolesti i štetnika od polja, preko pripreme za skladištenje, do njege proizvoda u skladištima. Primjenom sveobuhvatnog pristupa, rizik od oštećenja može se svesti na minimum.

Literatura

1. Coates L. M., G. I. Johnson, M. Dale, 1997. Patologija voća i povrća nakon berbe. Biljni patogeni i biljne bolesti. Rockvale Publications Editors, Armidale, Australija, 533–547.
2. Kumar V., H. Sharma, M. Sood, D. Kumar, 2024. Inovativne tehnologije za postžetveno upravljanje štetnicima i bolestima voća i povrća, Springer Nature, 63-81.
3. Sharma R. R., D. Singh, R. Singh, 2009. Biološka kontrola postžetvenih bolesti voća i povrća mikrobijskim antagonistima: Pregled. Biološka kontrola, 50(3), 205–221.
4. Tripathi A. N., S. K. Tiwari, T. K. Behera, 2022. Postžetvene bolesti povrtnih kultura i njihovo upravljanje, u Postžetvena tehnologija - Nedavni napredak, nove perspektive i primjene, pogl