

Gubici nakon berbe povrća - faktori koji utiču na skladištenje

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



Rezime

Post-berbeni gubici predstavljaju glavne probleme za proizvođače nakon berbe povrtarskih kultura. Razlozi za to uključuju fiziološke promene, fizička oštećenja, hemijske povrede, štete od štetočina i patološku trulež. Povrće gubi svoj tržišni izgled zbog post-berbenih infekcija. One čine proizvod neprodajnim ili smanjuju njegovu vrednost. Sveži povrtarski proizvodi mogu biti inficirani pre ili posle berbe bolestima uzrokovanim gljivičnim ili bakterijskim patogenima, kao i nekim štetočinama.

Gubici uzrokovani bolestima i štetočinama koje se razvijaju nakon berbe su značajni. Prema nekim istraživačima, oni dostižu i do 30% godišnje, uprkos korišćenju savremenih tehnika i objekata za skladištenje. U zemljama u razvoju, kojima nedostaju moderni skladišni objekti, ovaj procenat je znatno veći. Infekcija patogenima i štetočinama može nastati tokom vegetacije, pri berbi, tokom skladištenja, transporta i trgovine, pa čak i nakon kupovine od strane krajnjeg potrošača. U kontekstu rastućeg deficita hrane, post-berbeni gubici su neprihvatljivi. Da bi se nahranilo 10 milijardi ljudi širom sveta u narednih 40 do 50 godina, efikasnost proizvodnje i distribucije hrane moraće se znatno poboljšati.

Uzroci post-berbenih gubitaka kod voća i povrća mogu biti parazitski, neparazitski ili fizički. Parazitski uzroci mogu biti mikroorganizmi, uzročnici bolesti ili štetočine. Bolesti mogu početi kao latentne infekcije pre berbe, dok se druge pojavljuju pri berbi ili nakon nje, tokom skladištenja.

Neophodno je otkriti i dijagnostikovati post-berbene štetočine i formulisati bezbedne prakse upravljanja skladištenjem. Povrtarski proizvodi bivaju oštećeni patogenima nakon berbe i kratkoročnog skladištenja, čineći ih nepodesnim za konzumaciju i prodaju. To je uglavnom zbog proizvodnje mikotoksina i drugih potencijalnih rizika po 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*) zabeleženi su kao post-berbeni patogeni povrtarskih kultura.



Incidencija truleži plodova od post-berbenih patogena paradajza može dostići: od *Alternaria solani* do 30%, od *Phytophthora infestans* 15%, od *Sclerotium rolfsii* 30%, od *X. euvesicatoria* 5%. Na tikvenjačama, najčešći post-berbeni patogeni su *Didymella* i *Colletotrichum*.

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



Na karfiolu se često primećuju bela i siva trulež uzrokovana bakterijom *Xanthomonas* (10%) i meka trulež uzrokovana bakterijom *Pectinovora* (*Erwinia*) (19%). Oni su zabeleženi kao novi post-berbeni patogeni karfiola.

Nakon berbe, povrće ima ograničen post-berbeni životni vek; ono više ne prima vodu ni hranljive materije od biljke. Prirodno starenje proizvoda dovodi do omekšavanja tkiva i često gube prethodno formirane antimikrobne supstance. Ove promene u kvalitetu povrća čine ga manje poželjnim za potrošače.

Pred-berbeni faktori koji utiču na post-berbenu patologiju su:

- Osetljivost gajenih sorti na patogene i štetočine. Neke sorte su podložnije truleži i napadu štetočina od drugih;
- Stanje useva, koje zavisi od đubrenja, navodnjavanja i primenjenih mera zaštite bilja;
- Stepen zrelosti plodova i povrća pri berbi;

- Način prerade i skladištenja proizvoda.

Drugi faktori koji utiču na patologiju skladištenja su:

Vreme: Vreme utiče na količinu inokuluma i štetočina koje uspešno prezimljavaju, kao i na količinu rezidualnih pesticida preostalih u plodovima tokom berbe. Obilje inokuluma i štetočina, zajedno sa povoljnim uslovima za infekciju i razvoj tokom sezone, često dovodi do ozbiljnih oštećenja u ubranom proizvodu.

Post-berbena oštećenja uključuju dalji razvoj infekcija koje su započele pre berbe, zajedno sa novim oštećenjima od štetočina pronađenih na površini proizvoda.

Fiziološko stanje: Stanje proizvoda pri berbi određuje koliko dugo se može bezbedno čuvati. Početak zrenja i starenja kod raznog povrća čini ga podložnijim infekciji patogenima. Pravilna ishrana tokom vegetacije je takođe od velikog značaja.



Poznato je da je kalcijum usko povezan sa otpornošću na bolesti više nego bilo koji drugi katjon vezan za ćelijski zid. Tretiranje pre berbe rastvorom CaCl_2 značajno smanjuje trulež. Utvrđeno je da povećani sadržaj kalcijuma u krompiru i breskvama takođe smanjuje post-berbenu trulež. Proizvodi koji sadrže dovoljan nivo kalcijuma mogu se duže čuvati pre nego što počnu da trule. Visok sadržaj azota u plodovima predisponira ih truleži. Globalno oplemenjivanje sada marljivo radi na stvaranju sorti otpornih na post-berbene patogene.

Tretman fungicidima: Neki pred-berbeni sprejevi smanjuju trulež tokom skladištenja. Na primer, tretman određenim fungicidima smanjuje trulež za 25 do 50% jednim prskanjem. Neki novo registrovani fungicidi imaju dobre izgledе za zaštitu proizvoda nakon berbe. Na primer, ciprodinil sprečava infekciju sive plesni na jabukama do 3 meseca nakon tretmana. Nova grupa strobilurina pruža post-berbenu kontrolu nekih bolesti nakon berbe voća i povrća.

Post-berbeni faktori koji utiču na trulež useva:

Sanitacija tokom pakovanja: Važno je održavati sanitarne uslove u svim područjima gde se proizvodi pakuju. Prisustvo organskih ostataka je pogodan preduslov za razvoj patogena koji uzrokuju trulež.

Hlor brzo ubija mikroorganizme ako je njegova količina dovoljna. Nivo od 50 do 100 ppm aktivnog hlora pruža odlično fungicidno dejstvo. Perocetna kiselina je još jedna supstanca koja se može koristiti. Potraga za efikasnim i ekonomičnim dezinfekcionim sredstvima se nastavlja. Novi i stari proizvodi se i dalje procenjuju prema trenutnim operacijama pakovanja. Interesovanje za ozon se ponovo javlja sa razvojem efikasnijih generatora.

Post-berbeni tretman je određen sa:

- Vrsta patogena koji uzrokuje trulež;
- Lokacija patogena u proizvodu;
- Najpogodnije vreme za tretman;
- Zrelost domaćina.

Okruženje tokom skladištenja, transporta i marketinga proizvoda takođe ima uticaj. Specifične supstance se biraju na osnovu navedenih uslova.

Post-berbeni tretman pesticidima: Ograničen broj pesticida se trenutno koristi za post-berbeni tretman i kontrolu širokog spektra mikroorganizama koji uzrokuju trulež, kao i štetočina. Mnogi proizvodi koji su korišćeni za post-berbeni tretman zabranjeni su zbog ostataka i mogućih toksičnih efekata. 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 široko rasprostranjena.

Konzervansi ili antimikrobni aditivi za hranu takođe mogu kontrolisati trulež uskladištenih proizvoda. To uključuje natrijum benzoat, parabene, sorbinsku kiselinu, propionsku kiselinu, SO₂, sirćetnu kiselinu, nitrite i nitrate, i antibiotike. Potražnja za novim post-berbenim pesticidima je velika, posebno nakon prestanka upotrebe mnogih aktivnih supstanci. Godine 1998. dozvoljena je hitna registracija fludioksonila radi ograničavanja potencijalnih gubitaka nektarina, bresaka i šljiva koji bi nastali

Biološka kontrola post-berbenih patogena:

Ovo je relativno nov pristup i nudi nekoliko prednosti u poređenju sa konvencionalnom biološkom kontrolom:

- Precizni uslovi okoline mogu biti stvoreni i održavani.
- Biokontrolni agens se može mnogo efikasnije ciljati.
- Skupi kontrolni postupci su isplativi za ubrane namirnice.

Prvi agens za biološku kontrolu razvijen za post-berbenu upotrebu je soj *Bacillus subtilis*. On kontroliše braon trulež na breskvama. Utvrđeno je da soj *Pseudomonas syringae* kontroliše plavu i sivu plesan na plodovima jabuke. Sojevi *Bacillus pumilus* i *Pseudomonas fluorescens* pokazuju uspešnu kontrolu *B. cinerea* na jagodama

Biološka kontrola je efikasna, ali ne daje uvek dosledne rezultate. Prihvaćeno je da bi biološke agense trebalo kombinovati sa drugim strategijama i sredstvima za bolju efikasnost.

Kontrola truleži putem zračenja: Ultraljubičasta svetlost ima smrtonosni efekat na bakterije i gljive, ali nema dokaza da smanjuje trulež u pakovanom voću i povrću. Eksperimentalno je utvrđeno da niska doza ultraljubičaste svetlosti smanjuje braon trulež na breskvama. Ima dvojak efekat na patogen – smanjuje inokulum i indukuje otpornost u domaćinu.

Gama zračenje je proučavano za kontrolu truleži, dezinfekciju i produžavanje skladišnog i roka trajanja svežeg voća i povrća. Doze od 1,5 do 2 kGy efikasno kontrolišu trulež kod nekih proizvoda. Niske doze od 150 Gy za voćne mušice i 250 Gy za jabučni savijač su prihvatljive karantinske procedure. Primena gama zračenja je ograničena zbog troškova opreme potrebne za tretman i nedostatka informacija o uticaju ozračenih namirnica na potrošača. Čini se kao moguća alternativa nakon prestanka globalne upotrebe metil bromida.

Uticaj skladišnog okruženja na post-berbenu trulež: Temperatura, relativna vlažnost i atmosferski sastav tokom predskladištenja, skladištenja i tranzita su od velikog značaja za kontrolu truleži. Da bi se postigla

optimalna kontrola, dva ili više faktora se često menjaju istovremeno:

Temperatura i relativna vlažnost: Pravilno upravljanje temperaturom je toliko kritično za kontrolu post-berbenih bolesti da se svi ostali tretmani mogu smatrati dopunama hlađenju. Niske temperature su poželjne jer značajno usporavaju rast i time smanjuju trulež. Visoke temperature se mogu koristiti za post-berbenu kontrolu useva koji su oštećeni niskim temperaturama. Toplotni tretman uklanja početnu infekciju i poboljšava pokrivenost fungicidima. Glavna prepreka širokoj primeni ove metode je osetljivost mnogih plodova na temperature potrebne za efikasan tretman.

I niska i visoka relativna vlažnost (RV) povezane su sa kontrolom post-berbene 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: Promene u koncentracijama O₂ i CO₂ oko voća i povrća mogu uspešno kontrolisati razvoj post-berbenih patogena.

Dodavanje CO₂ u vazduh se široko koristi u transportu trešanja sorte 'Bing', prvenstveno za suzbijanje sive i braon truleži.

Stvorena veštačka atmosfera naziva se kontrolisana atmosfera; termin modifikovana atmosfera se koristi kada postoji mala mogućnost podešavanja sastava gasa tokom skladištenja ili transporta. Dodavanje CO₂ u vazduh se široko koristi u transportu trešanja sorte 'Bing', prvenstveno za suzbijanje sive i braon truleži.

Post-berbene bolesti povrća: Post-berbene bolesti povrća uzrokuju mikroskopske gljive i bakterije. Bakterije su rasprostranjenije kao patogeni na povrću nego na voću, jer je povrće manje kiselo od voća. Vidljive su pod svetlosnim mikroskopom uglavnom kao jednoćelijski štapići. Bakterije su sposobne za vrlo brzo razmnožavanje pod pogodnim uslovima pH vrednosti, temperature i ishrane.

Novi pravci u post-berbenoj fitopatologiji: Poslednjih godina, fokus post-berbene fitopatologije se pomerio. Bezbednost hrane je ključni element u programima kontrole truleži. Kontinuirani neuspeh u efikasnoj kontroli nekih post-berbenih bolesti, kao i potreba za ekološki prihvatljivijim kontrolnim supstancama, pokreće novi pristup upravljanju bolestima. Integrisana kontrola post-berbene truleži je najperspektivniji koncept predložen za budućnost. Društvo se više ne može oslanjati na jednu ili dve strategije kontrole, već mora biti obezbeđen čitav spektar strategija za smanjenje post-berbenih gubitaka.

Post-berbene štetočine povrća: Napad štetočina tokom skladištenja može se desiti 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 štetočina možda proširila svoj opseg ispoljavanja. Na mestima oštećenja od štetočina često se mogu razviti sekundarni procesi truljenja.

Bezbednost hrane: Dva najvažnija uzroka nesigurne hrane su: mikrobni toksini i kontaminacija hortikulturnih proizvoda fekalnim koliformima. Mikrobni toksini se dele na bakterijske toksine i mikotoksine. Primeri mikrobnih toksina koji su izuzetno toksični su botulinum toksini koje proizvodi anaerobna bakterija *Clostridium botulinum*, kao i aflatoksini. Utvrđeno je da su aflatoksini moćni kancerogeni koji se proizvode u orašastim plodovima i nekim žitaricama.

Toksin patulin proizvode vrste *Penicillium* i *Aspergillis*, koje se mogu naći u proizvodima od jabuka i krušaka.

Identifikovani su i drugi toksini koje proizvode iste gljive koje uzrokuju post-berbenu trulež. Na primer, patulin proizvode vrste *Penicillium* i *Aspergillis*, koje se mogu naći u proizvodima od jabuka i krušaka. Patulin je toksičan za mnoge biološke sisteme, ali njegova uloga u izazivanju bolesti kod ljudi i životinja je nejasna. Studije o kontaminaciji hortikulturnih proizvoda fekalnim koliformima drastično su se povećale zbog dokumentovanih slučajeva trovanja hranom od soka od jabuke. Demonstrirana je interakcija između biljnih patogena i patogena koji se prenose hranom kod ljudi, kao što su *Salmonella* i *Listeria*. Studija koja je obuhvatila preko 400 uzoraka zdravih i meko trulih proizvoda prikupljenih sa maloprodajnih tržišta pokazuje da je prisustvo Salmonele u proizvodima pogođenim bakterijskom mekom truleži dvostruko veće nego u zdravim uzorcima.

Kontaminacija proizvoda ljudskim patogenima je važno pitanje koje treba rešiti, kao i ograničavanje truleži uzrokovane post-berbenim patogenima i održavanje kvaliteta proizvoda.

Integrisana kontrola post-berbenih bolesti i štetočina: Efikasna i dosledna kontrola bolesti i štetočina tokom skladištenja povrtarskih proizvoda zavisi od integracije sledećih praksi:

- Izbor sorti otpornih na bolesti i štetočine, gde je to moguće;
- Uravnotežena ishrana biljaka tokom vegetacije. Kontrola navodnjavanja na osnovu potreba useva i izbegavanje zalivanja odozgo;
- Pred-berbeni tretman za kontrolu štetočina i bolesti;
- Berba u preciznoj zrelosti za skladištenje;

- Korišćenje čiste ambalaže za berbu proizvoda;
- Čišćenje i sortiranje povrća namenjenog za skladištenje;
- Post-berbeni tretmani;
- Održavanje dobre sanitacije u prostorijama za pakovanje i sprečavanje kontaminacije otpadnih voda;
- Skladištenje u očišćenim i dezinfikovanim skladišnim objektima sa dobrom kontrolom temperature i vlažnosti, sa postavljenim mrežama protiv insekata na ventilatorima, vratima i prozorima;
- Uslovi skladištenja treba da budu najmanje pogodni za rast patogena ili razvoj štetočina.

Poznato je da su alternative hemijskoj kontroli često manje efikasne od mnogih pesticida. Malo je verovatno da će bilo koja pojedinačna alternativna metoda, sama po sebi, pružiti isti nivo kontrole kao hemijski proizvodi. Stoga je neophodno kombinovati nekoliko alternativnih metoda kako bi se razvila integrisana strategija za uspešno smanjenje post-berbenih patogena i štetočina.

Ograničavanje gubitaka proizvoda tokom skladištenja povrtarskih kultura obuhvata metode i sredstva kontrole bolesti i štetočina od polja, preko pripreme za skladištenje, do nege proizvoda u skladištima. Primenom 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 posle berbe. Biljni patogeni i biljne bolesti. Rockvale Publications Editors, Armidale, Australia, 533–547.
2. Kumar V., H. Sharma, M. Sood, D. Kumar, 2024. Inovativne tehnologije za post-berbeno upravljanje štetočinama i bolestima voća i povrća, Springer Nature, 63-81.
3. Sharma R. R., D. Singh, R. Singh, 2009. Biološka kontrola post-berbenih bolesti voća i povrća mikrobiološkim antagonistima: Pregled. Biological Control, 50(3), 205–221.
4. Tripathi A. N., S. K. Tiwari, T. K. Behera, 2022. Post-berbene bolesti povrtarskih kultura i njihovo suzbijanje, u Post-berbena tehnologija - Nedavni napredak, nove perspektive i primene, chap