

Veszteségek zöldségbetakarítás után – a tárolhatóságot befolyásoló tényezők

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



Összefoglalás

A betakarítás utáni veszteségek jelentik a zöldségnövények betakarítását követően a termelők fő problémáit. Ennek okai közé tartoznak a fiziológiai változások, fizikai sérülések, kémiai sérülések, kártevő okozta károk és a patológiás rothadás. A zöldségek a betakarítás utáni fertőzések miatt elveszítik piaci megjelenésüket. Ez eladhatatlanná teszi a terményt, vagy csökkenti az értékét. A friss zöldségtermékek a betakarítás előtt vagy után is megfertőződhetnek gombás vagy bakteriális kórokozók, valamint bizonyos kártevők által okozott betegségekkel.

A betakarítás utáni betegségek és kártevők okozta veszteségek jelentősek. Egyes kutatók szerint éves szinten akár 30%-ot is elérnek, a modern tárolási technikák és létesítmények ellenére is. A fejlődő országokban, ahol hiányoznak a modern tárolási lehetőségek, ez a százalék jóval magasabb. A kórokozók és kártevők általi fertőzés előfordulhat a vegetáció során, betakarításkor, tároláskor, szállításkor és kereskedelem során, sőt még a végfelhasználó általi megvásárlás után is. Az egyre növekvő élelmiszerhiányra való tekintettel a betakarítás utáni veszteségek elfogadhatatlanok. Ahhoz, hogy a következő 40-50 évben világszerte 10 milliárd embert etessünk, az élelmiszer-előállítás és -elosztás hatékonyságát nagymértékben javítani kell.

A betakarítás utáni gyümölcs- és zöldségveszteségek okai lehetnek parazitikusak, nem parazitikusak vagy fizikaiak. A parazitikus okok lehetnek mikroorganizmusok, betegségeket okozó ágensek vagy kártevők. A betegségek lappangó fertőzések formájában már a betakarítás előtt elkezdődhetnek, míg mások a betakarításkor vagy azt követően, tárolás közben jelentkeznek.

Alapvető fontosságú a betakarítás utáni kártevők felderítése és diagnosztizálása, valamint biztonságos tárolási gyakorlatok kidolgozása. A zöldségtermékeket a betakarítás és rövid tárolás után a kórokozók károsítják, fogyasztásra és értékesítésre alkalmatlanná téve azokat. Ez főként a mikotoxinok termelésének és az emberi egészségre gyakorolt egyéb potenciális kockázatoknak köszönhető. Néhány gombás (*Alternaria*, *Ascochyta*, *Colletotrichum*, *Didymella*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*) és bakteriális kórokozót (*Erwinia spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas euvesicatoria*) jegyezték fel a zöldségnövények betakarítás utáni kórokozójaként.



A betakarítás utáni paradicsomkórokozók okozta gyümölcsrothadás mértéke elérheti: *Alternaria solani* esetén akár 30%-ot, *Phytophthora infestans* esetén 15%-ot, *Sclerotium rolfsii* esetén 30%-ot, *X. euvesicatoria* esetén 5%-ot. A kabakos növényeken a leggyakoribb betakarítás utáni kórokozók a *Didymella* és a *Colletotrichum*.

A hüvelyes zöldségnövényekben a leggyakoribb betakarítás utáni kórokozók az *Ascochyta pisi*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Sclerotinia sclerotiorum* és a *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*.



Karfiolon gyakran megfigyelhető a *Xanthomonas* (10%) által okozott fehér- és szürkerothadás, valamint a *Pectinovora* (*Erwinia*) (19%) által okozott lágyrothadás. Ezeket a karfiol újonnan felmerülő betakarítás utáni kórokozóiként tartják számon.

A betakarítás után a zöldségek korlátozott utóélettel rendelkeznek; többé nem kapnak vizet vagy tápanyagokat a növénytől. A termékek természetes öregedése szövetlágyuláshoz vezet, és gyakran elveszítik előzetesen kialakított antimikrobiális anyagaikat. Ezek a zöldségminőségi változások kevésbé kívánatosak teszik őket a fogyasztók számára.

A betakarítás előtti tényezők, amelyek befolyásolják a betakarítás utáni patológiát:

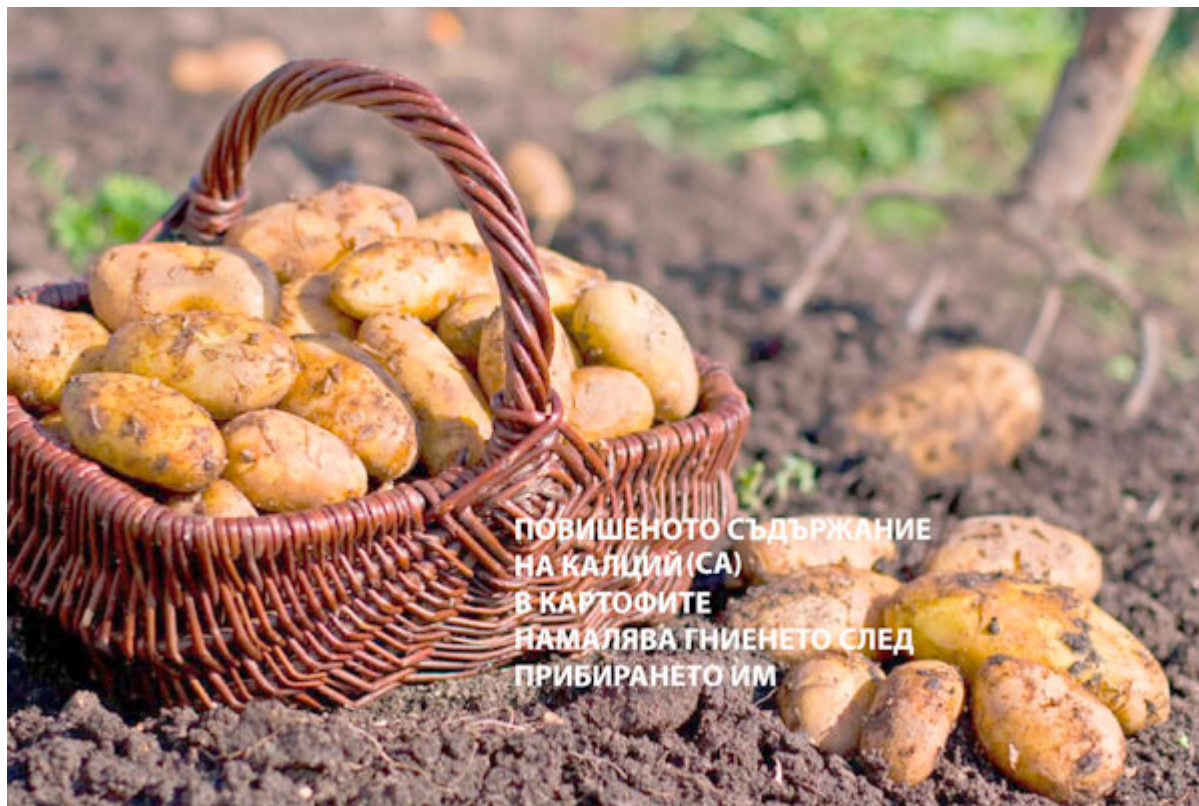
- A termesztett fajták fogékonysága a kórokozókra és kártevőkre. Egyes fajták hajlamosabbak a rothadásra és a kártevők támadására, mint mások;
- A növényállomány állapota, amely függ a trágyázástól, öntözéstől és az alkalmazott növényvédelmi intézkedésektől;
- A gyümölcsök és zöldségek érettségi foka betakarításkor;
- A termés feldolgozási és tárolási módja.

Еgyéb tárolási patológiát befolyásoló tényezők:

Időjárás: Az időjárás befolyásolja a sikeresen áttelelő inokulum és kártevők mennyiségét, valamint a betakarításkor a gyümölcsökben maradó peszticid-maradékok mennyiségét. Az inokulum és kártevők bősége, valamint a fertőzésre és fejlődésre kedvező feltételek a szezon során gyakran súlyos károkhoz vezetnek a betakarított terményben.

A betakarítás utáni károk magukban foglalják a betakarítás előtt kezdődött fertőzések további fejlődését, valamint a termény felületén található kártevők által okozott új károkat.

Fiziológiai állapot: A termék betakarításkori állapota határozza meg, hogy mennyi ideig tárolható biztonságosan. A különböző zöldségek érésének és öregedésének kezdete fogékonyabbá teszi őket a kórokozó fertőzésekre. A megfelelő táplálás a vegetáció során szintén nagy jelentőséggel bír.



Ismeretes, hogy a kalcium szorosabban összefügg a betegségekkel szembeni ellenállással, mint bármely más sejtfalhoz kötött kation. A CaCl_2 oldattal végzett betakarítás előtti kezelés jelentősen csökkenti a rothadást. Megállapították, hogy a burgonyában és az őszibarackban megnövekedett kalciumtartalom szintén csökkenti a betakarítás utáni rothadást. A megfelelő kalciumszintet tartalmazó termények hosszabb ideig tárolhatók rothadás nélkül. A gyümölcsök magas nitrogéntartalma hajlamosítja őket a rothadásra. A globális nemesítés jelenleg szorgalmasan dolgozik a betakarítás utáni kórokozókkal szemben ellenálló fajták létrehozásán.

Fungicid kezelés: Egyes betakarítás előtti permetezések csökkentik a tárolási rothadást. Például bizonyos fungicidekkel végzett kezelés egyetlen permetezéssel 25-50%-kal csökkenti a rothadást. Néhány újonnan regisztrált fungicid jó kilátásokat kínál a betakarítás utáni terményvédelemre. Például a ciprodinil a kezelés után akár 3 hónapig is megakadályozza az almán a szürkepenész fertőzését. A sztrobilurinok új csoportja betakarítás utáni védelmet nyújt néhány betegség ellen a gyümölcsök és zöldségek betakarítását követően.

A terményrothadást befolyásoló betakarítás utáni tényezők:

Higiénia a csomagolás során: Fontos fenntartani a higiénikus körülményeket minden olyan területen, ahol a terményt csomagolják. A szerves maradványok jelenléte megfelelő előfeltétele a rothadást okozó kórokozók fejlődésének.

A klór gyorsan elpusztítja a mikroorganizmusokat, ha elegendő mennyiségben van jelen. 50-100 ppm aktív klórszint kiváló fungicid hatást biztosít. A peracetic acid egy másik felhasználható anyag. Az hatékony és gazdaságos fertőtlenítőszer kutatása folytatódik. Az új és régi termékeket továbbra is értékelik a jelenlegi csomagolási műveletek szerint. Az ózon iránti érdeklődés újjáéled a hatékonyabb generátorok fejlesztésével.

A betakarítás utáni kezelést a következők határozzák meg:

- A rothadást okozó kórokozó típusa;
- A kórokozó elhelyezkedése a termékben;
- A kezelésre legalkalmasabb idő;
- A gazdanövény érettsége.

A termény tárolása, szállítása és forgalmazása során a környezet is befolyásoló tényező. A felsorolt feltételek alapján választják ki a specifikus anyagokat.

Betakarítás utáni peszticid kezelés: Jelenleg korlátozott számú peszticidet alkalmaznak a betakarítás utáni kezelésre és a rothadást okozó mikroorganizmusok, valamint kártevők széles skálájának ellenőrzésére. Sok, korábban betakarítás utáni kezelésre használt terméket betiltottak a maradékanyagok és az esetleges toxikus hatások miatt. Másokat az ellenállás kialakulása miatt nem használnak. Ez a folyamat továbbra is jelentős problémát jelent.

A jelenleg használt fő növényvédő szerek a tiabendazol és az imazalil. Azonban a tiabendazol és az imazalil iránti ellenállás széles körben elterjedt.

Tartósítószeres vagy antimikrobiális élelmiszer-adalékok is alkalmazhatók a tárolt termények rothadásának megakadályozására. Ezek közé tartozik a nátrium-benzoát, parabének, szorbinsav, propionsav, SO₂, ecetsav, nitritek és nitrátok, valamint az antibiotikumok. Az új betakarítás utáni peszticidek iránti igény magas, különösen számos hatóanyag kivonása után. 1998-ban engedélyezték a fludioxonil sürgősségi regisztrációját a nektarin, őszibarack és szilva potenciális veszteségeinek korlátozására, amelyek

Betakarítás utáni kórokozók biológiai védekezése:

Ez egy viszonylag új megközelítés, és számos előnyt kínál a hagyományos biológiai védekezéshez képest:

- Pontos környezeti feltételek teremthetők és tarthatók fenn.
- A biológiai védekezőszer sokkal hatékonyabban célozható meg.
- A drága védekezési eljárások költséghatékonyak a betakarított élelmiszerek esetében.

Az első betakarítás utáni felhasználásra kifejlesztett biológiai védekezőszer a *Bacillus subtilis* egyik törzse. Ez az őszibarack barna rothadását szabályozza. A *Pseudomonas syringae* egy törzse sikeresen gátolja az alma gyümölcsén a kék- és szürke penészt. A *Bacillus pumilus* és *Pseudomonas fluorescens* törzsei sikeresen kontrollálják a *B. cinerea*-t szamócán

A biológiai védekezés hatékony, de nem mindig hoz következetes eredményeket. Elfogadott, hogy a biológiai ágenseket más stratégiákkal és eszközökkel kell kombinálni a jobb hatékonyság érdekében.

Rothadás elleni védekezés besugárzással: Az ultraibolya fény halálos hatással van a baktériumokra és gombákra, de nincs bizonyíték arra, hogy csökkentené a rothadást csomagolt gyümölcsökben és zöldségekben. Kísérletileg megállapították, hogy az ultraibolya fény alacsony dózisa csökkenti az őszibarack barna rothadását. Kettős hatása van a kórokozóra – csökkenti az inokulumot és ellenállást indukál a gazdanövényben.

A gamma-sugárzást vizsgálták a rothadás elleni védekezés, a fertőtlenítés, valamint a friss gyümölcsök és zöldségek tárolási és eltarthatósági idejének meghosszabbítása céljából. Az 1,5-2 kGy dózisok hatékonyan szabályozzák a rothadást egyes termékekben. A gyümölcslegyekre 150 Gy, az almamolyra 250 Gy alacsony dózisok elfogadható karantén eljárások. A gamma-sugárzás alkalmazása korlátozott a kezeléshez szükséges

berendezések költsége és a besugárzott élelmiszerek fogyasztóra gyakorolt hatásáról szóló információ hiánya miatt. Lehetséges alternatívaként jelenik meg a metil-bromid világszerte történő kivonása után.

A tárolási környezet hatása a betakarítás utáni rothadásra: A hőmérséklet, a relatív páratartalom és a légköri összetétel az előtárolás, tárolás és szállítás során nagy jelentőséggel bír a rothadás elleni védekezésben. Az optimális védekezés eléréséhez gyakran két vagy több tényezőt változtatnak meg egyszerre:

Hőmérséklet és relatív páratartalom: A megfelelő hőmérséklet-szabályozás annyira kritikus a betakarítás utáni betegségvédelem szempontjából, hogy minden más kezelés a hűtés kiegészítőjeként tekinthető. Az alacsony hőmérsékletek kívánatosak, mivel jelentősen lassítják a növekedést, és ezáltal csökkentik a rothadást. Magas hőmérsékletek alkalmazhatók az alacsony hőmérséklet által károsodott termények betakarítás utáni ellenőrzésére. A hőkezelés eltávolítja a kezdeti fertőzést és javítja a fungicid fedést. Ennek a módszernek a széles körű alkalmazásának fő akadálya sok gyümölcs érzékenysége a hatékony kezeléshez szükséges hőmérsékletekre.

Mind az alacsony, mind a magas relatív páratartalom (RH) összefügg a betakarítás utáni rothadás elleni védekezéssel. A gyümölcsök és zöltségek tárolására szolgáló perforált polietilén zsákok a tárolóhelyiségekben mértnél 5-10%-kal magasabb relatív páratartalmat eredményeznek, ami növelheti a rothadást.

Légkör módosítása vagy szabályozása: Az O₂ és CO₂ koncentrációjának változásai a gyümölcsök és zöltségek körül sikeresen szabályozhatják a betakarítás utáni kórokozók fejlődését.

A levegőhöz adott CO₂ széles körben alkalmazott a 'Bing' cseresznye szállításánál, elsősorban a szürke- és barna rothadás visszaszorítására.

A létrehozott mesterséges atmoszférát kontrollált atmoszférának nevezik; a módosított atmoszféra kifejezést akkor használják, ha kevés lehetőség van a gázösszetétel beállítására a tárolás vagy szállítás során. A levegőhöz adott CO₂ széles körben alkalmazott a 'Bing' cseresznye szállításánál, elsősorban a szürke- és barna rothadás visszaszorítására.

Betakarítás utáni zöltségbetegségek: A betakarítás utáni zöltségbetegségeket mikroszkopikus gombák és baktériumok okozzák. A baktériumok elterjedtebbek kórokozóként a zöltségeken, mint a gyümölcsökön, mivel a zöltségek kevésbé savasak, mint a gyümölcsök. Fénymikroszkóp alatt főként egysejtű pálcikákként láthatók. A baktériumok megfelelő pH, hőmérséklet és táplálkozási feltételek mellett nagyon gyorsan képesek szaporodni.

Új irányok a betakarítás utáni fitopatológiában: Az elmúlt években a betakarítás utáni fitopatológia fókuszpontja eltolódott. Az élelmiszerbiztonság kulcsfontosságú eleme a rothadás elleni védekezési programoknak. Egyes betakarítás utáni betegségek hatékony ellenőrzésének folyamatos kudarca, valamint a környezetbarátabb védekezési anyagok iránti igény új megközelítést ösztönöz a betegségkezelésben. Az integrált betakarítás utáni rothadás elleni védekezés a jövőre nézve a legígéretesebb koncepció. A társadalom már nem támaszkodhat egy vagy két védekezési stratégiára, hanem stratégiák egész spektrumát kell biztosítani a betakarítás utáni veszteségek csökkentése érdekében.

Betakarítás utáni zöldségkártévők: A tárolás során fellépő kártevőfertőzés mind a szántóföldön, mind a nem megfelelően tisztított tárolóhelyiségekben előfordulhat. Néha a kár látható, míg más esetekben csak későbbi szakaszban fedezik fel, amikor a kártevő már kiterjeszthette hatókörét. Másodlagos bomlási folyamatok gyakran kialakulhatnak a kártevő okozta sérülések helyén.

Élelmiszerbiztonság: Az élelmiszer-biztonság hiányának két legfontosabb oka: a mikrobiális toxinok és a kertészeti termékek szennyeződése fekális koliformokkal. A mikrobiális toxinok bakteriális toxinokra és mikotoxinokra oszthatók. Az extrém mértékben mérgező mikrobiális toxinok közé tartoznak az anaerob *Clostridium botulinum* baktérium által termelt botulinum toxinok, valamint az aflatoxinok. Az aflatoxinokról megállapították, hogy erős rákkeltő anyagok, amelyek diófélékben és bizonyos gabonafélékben termelődnek.

A patulin toxint a *Penicillium* és *Aspergillus* spp. termeli, amelyek alma- és körte termékekben is megtalálhatók.

Más toxinokat is azonosítottak, amelyeket ugyanazok a gombák termelnek, amelyek a betakarítás utáni rothadást okozzák. Például a patulin toxint a *Penicillium* és *Aspergillus* spp. termeli, amelyek alma- és körte termékekben is megtalálhatók. A patulin sok biológiai rendszerre mérgező, de szerepe az emberi és állati betegségek okozásában nem tisztázott. A kertészeti termékek fekális koliformokkal való szennyeződésével kapcsolatos vizsgálatok drasztikusan megnövekedtek az almalé okozta ételmérgezés dokumentált esetei miatt. Kimutatták a növényi kórokozók és az élelmiszer-eredetű emberi kórokozók, mint például a *Salmonella* és *Listeria* közötti kölcsönhatást. Egy, több mint 400 egészséges és lágyrothadású, kiskereskedelmi piacokról gyűjtött termékmintát vizsgáló tanulmány kimutatta, hogy a *Salmonella* jelenléte a bakteriális lágyrothadással érintett termékekben kétszer olyan magas, mint az egészséges mintákban.

A termény emberi kórokozókkal való szennyeződése fontos kérdés, amelyet kezelni kell, valamint korlátozni kell a betakarítás utáni kórokozók által okozott rothadást és fenntartani a termék minőségét.

A betakarítás utáni betegségek és kártevők integrált védekezése: A zöldségtermékek tárolása során a betegségek és kártevők hatékony és következetes ellenőrzése a következő gyakorlatok integrációjától függ:

- A betegségekkel és kártevőkkel szemben ellenálló fajták kiválasztása, ahol lehetséges;
- Kiegyensúlyozott növényi táplálás a vegetáció során. Öntözésszabályozás a termés igényei alapján és a felülről történő öntözés elkerülése;
- Betakarítás előtti kezelés a kártevők és betegségek ellen;
- Betakarítás a tárolásra megfelelő pontos érettségben;
- Tiszta csomagolás használata a betakarított terményhez;
- Tárolásra szánt zöldségek tisztítása és válogatása;
- Betakarítás utáni kezelések;
- Jó higiénia fenntartása a csomagolási területeken és a szennyvíz szennyeződésmentesen tartása;
- Tárolás tisztított és fertőtlenített tárolóhelyiségekben, jó hőmérséklet- és páratartalom-szabályozással, szellőzőkön, ajtókon és ablakokon rovarhálókkal felszerelve;
- A tárolási feltételeknek a legkevésbé kedvezőnek kell lenniük a kórokozók szaporodására vagy a kártevők fejlődésére.

Ismeretes, hogy a kémiai védekezés alternatívái gyakran kevésbé hatékonyak, mint sok peszticid.

Valószínűtlen, hogy bármelyik önálló alternatív módszer ugyanolyan szintű védekezést biztosítana, mint a kémiai termékek. Ezért több alternatív módszert kell kombinálni egy integrált stratégia kidolgozásához a betakarítás utáni kórokozók és kártevők sikeres csökkentése érdekében.

A zöldségnövények tárolása során fellépő terményveszteségek korlátozása magában foglalja a betegségek és kártevők elleni védekezés módszereit és eszközeit a szántóföldtől, a tárolásra való előkészítésen át, egészen a termény raktári gondozásáig. Átfogó megközelítéssel a károk kockázata minimalizálható.

Hivatkozások

1. Coates L. M., G. I. Johnson, M. Dale, 1997. A gyümölcsök és zöldségek betakarítás utáni patológiája. Növényi kórokozók és növénybetegségek. Rockvale Publications Editors, Armidale, Ausztrália, 533–547.
2. Kumar V., H. Sharma, M. Sood, D. Kumar, 2024. Innovatív technológiák a gyümölcsök és zöldségek betakarítás utáni kártevő- és betegségkezelésére, Springer Nature, 63-81.
3. Sharma R. R., D. Singh, R. Singh, 2009. Gyümölcsök és zöldségek betakarítás utáni betegségeinek biológiai védekezése mikrobiális antagonistákkal: Áttekintés. Biological Control, 50(3), 205–221.
4. Tripathi A. N., S. K. Tiwari, T. K. Behera, 2022. Zöldségnövények betakarítás utáni betegségei és kezelésük, a Betakarítás Utáni Technológia - Legújabb Fejlesztések, Új Perspektívák és Alkalmazások című könyvben, fejezet