

Pérdidas tras la cosecha de vegetales - factores que afectan la capacidad de almacenamiento

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



Resumen

Las pérdidas poscosecha son los principales problemas para los productores después de la recolección de cultivos de hortalizas. Las razones de esto incluyen cambios fisiológicos, daño físico, lesiones químicas, daño por plagas y podredumbre patológica. Las hortalizas pierden su aspecto comercial debido a infecciones poscosecha. Hacen que el producto no sea vendible o reducen su valor. Los productos vegetales frescos pueden infectarse antes o después de la cosecha por enfermedades causadas por patógenos fúngicos o bacterianos, así como por algunas plagas.

Las pérdidas causadas por enfermedades y plagas que se desarrollan después de la cosecha son significativas. Según algunos investigadores, alcanzan hasta el 30% anual, a pesar del uso de técnicas e instalaciones de almacenamiento modernas. En los países en desarrollo, que carecen de instalaciones de almacenamiento modernas, este porcentaje es significativamente mayor. La infección por patógenos y plagas puede ocurrir durante la vegetación, en la cosecha, durante el almacenamiento, el transporte y el comercio, o incluso después de la compra por parte del consumidor final. En el contexto de un creciente déficit alimentario, las pérdidas poscosecha son inaceptables. Para alimentar a 10 mil millones de personas en todo el mundo durante los próximos 40 a 50 años, la eficiencia de la producción y distribución de alimentos deberá mejorar inmensamente.

Las causas de las pérdidas poscosecha en frutas y verduras pueden ser parasitarias, no parasitarias o físicas. Las causas parasitarias pueden ser microorganismos, agentes causantes de enfermedades o plagas. Las enfermedades pueden comenzar como infecciones latentes antes de la cosecha, mientras que otras aparecen en o después de la cosecha, durante el almacenamiento.

Es esencial detectar y diagnosticar plagas poscosecha y formular prácticas seguras de manejo del almacenamiento. Los productos vegetales son dañados por patógenos después de la cosecha y el almacenamiento a corto plazo, lo que los hace no aptos para el consumo y la venta. Esto se debe principalmente a la producción de micotoxinas y otros riesgos potenciales para la salud humana. Algunos patógenos fúngicos (*Alternaria*, *Aschochyta*, *Colletotrichum*, *Didymella*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*) y bacterianos (*Erwinia* spp., *Pseudomonas* spp., *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas euvesicatoria*) han sido registrados como patógenos poscosecha de cultivos de hortalizas.



La incidencia de la pudrición de la fruta por patógenos poscosecha del tomate puede alcanzar: de *Alternaria solani* hasta un 30%, de *Phytophthora infestans* un 15%, de *Sclerotium rolfsii* un 30%, de *X. euvesicatoria* un 5%. En los cultivos de cucurbitáceas, los patógenos poscosecha más comunes son *Didymella* y *Colletotrichum*.

En los cultivos de hortalizas leguminosas, los patógenos poscosecha más comunes son *Ascochyta pisi*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*.



En la coliflor, se observan frecuentemente la pudrición blanca y gris causada por *Xanthomonas* (10%) y la pudrición blanda por *Pectinovora* (*Erwinia*) (19%). Estos se registran como patógenos poscosecha emergentes de la coliflor.

Una vez cosechadas, las hortalizas tienen una vida poscosecha limitada; ya no reciben agua ni nutrientes de la planta. El envejecimiento natural de los productos lleva al ablandamiento de los tejidos y a menudo pierden sustancias antimicrobianas preformadas. Estos cambios en la calidad de las hortalizas las hacen menos deseables para los consumidores.

Factores precosecha que influyen en la patología poscosecha son:

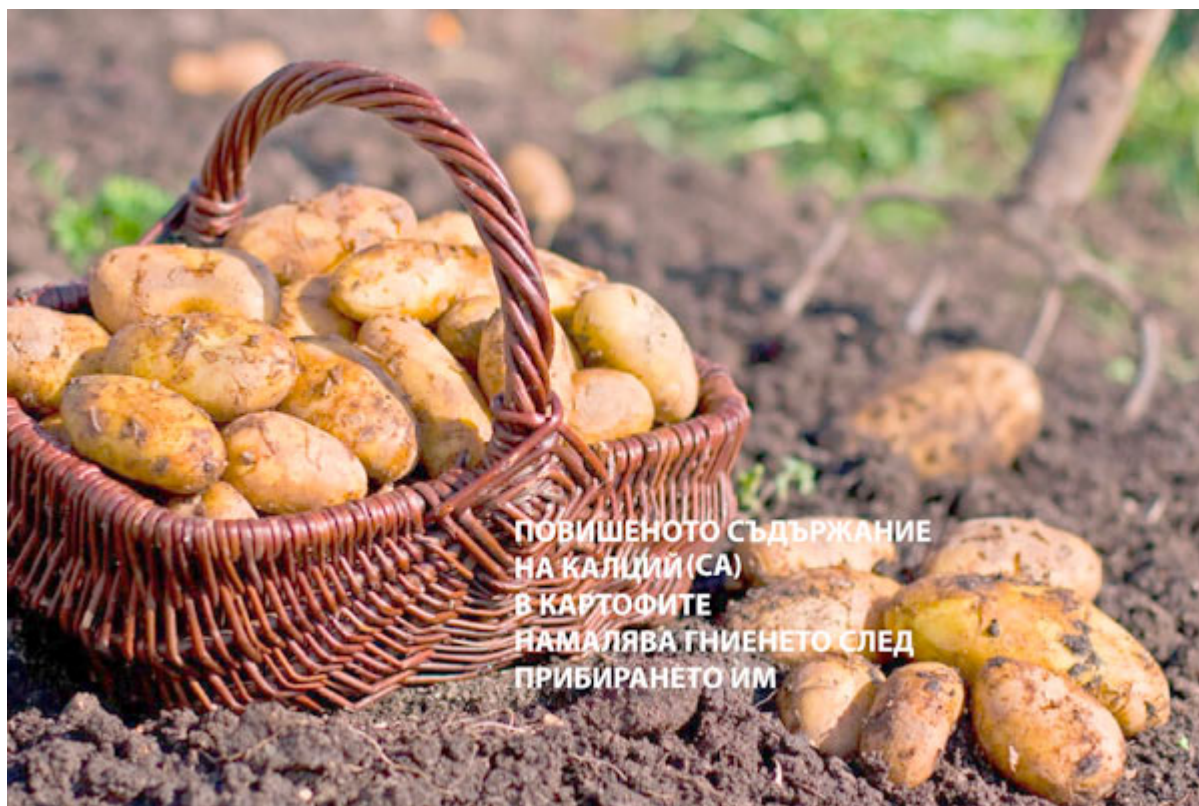
- Susceptibilidad de las variedades cultivadas a patógenos y plagas. Algunas variedades son más propensas a la pudrición y al ataque de plagas que otras;
- El estado del cultivo, que depende de la fertilización, el riego y las medidas de protección vegetal aplicadas;
- El grado de madurez de las frutas y verduras en la cosecha;
- Método de procesamiento y almacenamiento del producto.

Otros factores que influyen en la patología del almacenamiento son:

Clima: El clima afecta la cantidad de inóculo y plagas que invernan con éxito, así como la cantidad de pesticidas residuales que quedan en las frutas durante la cosecha. Una abundancia de inóculo y plagas, junto con condiciones favorables para la infección y el desarrollo durante la temporada, a menudo conduce a daños graves en los productos cosechados.

El daño poscosecha incluye el desarrollo posterior de infecciones que comenzaron antes de la cosecha, junto con nuevos daños por plagas encontradas en la superficie del producto.

Condición fisiológica: El estado del producto en la cosecha determina cuánto tiempo puede almacenarse de forma segura. El inicio de la maduración y la senescencia en diversas hortalizas las hace más susceptibles a la infección por patógenos. Una nutrición adecuada durante la vegetación también es de gran importancia.



Se sabe que el calcio está más estrechamente asociado con la resistencia a enfermedades que cualquier otro catión unido a la pared celular. El tratamiento precosecha con una solución de CaCl_2 reduce significativamente la pudrición. Se ha descubierto que un mayor contenido de calcio en patatas y melocotones también reduce la pudrición poscosecha. Los productos que contienen niveles suficientes de calcio pueden almacenarse más tiempo antes de pudrirse. Un alto contenido de nitrógeno en las frutas las predispone a la pudrición. La mejora genética global está trabajando diligentemente para crear variedades resistentes a los patógenos poscosecha.

Tratamiento con fungicidas: Algunas pulverizaciones precosecha reducen la pudrición durante el almacenamiento. Por ejemplo, el tratamiento con ciertos fungicidas reduce la pudrición entre un 25 y un 50% con una sola pulverización. Algunos fungicidas de reciente registro tienen buenas perspectivas para proteger los productos después de la cosecha. Por ejemplo, el ciprodinil previene la infección por moho gris en manzanas hasta por 3 meses después del tratamiento. El nuevo grupo de estrobilurinas proporciona control poscosecha de algunas enfermedades después de la recolección de frutas y verduras.

Factores poscosecha que influyen en la pudrición del cultivo:

Saneamiento durante el envasado: Es importante mantener condiciones sanitarias en todas las áreas donde se envasan los productos. La presencia de residuos orgánicos es un requisito previo adecuado para el desarrollo de patógenos causantes de pudrición.

El cloro mata rápidamente los microorganismos si su cantidad es suficiente. Un nivel de 50 a 100 ppm de cloro activo proporciona una excelente acción fungicida. El ácido peracético es otra sustancia que se puede utilizar. La búsqueda de agentes desinfectantes eficaces y económicos continúa. Se siguen evaluando productos nuevos y antiguos de acuerdo con las operaciones de envasado actuales. El interés en el ozono está resurgiendo con el desarrollo de generadores más eficientes.

El tratamiento poscosecha está determinado por:

- Tipo de patógeno que causa la pudrición;
- Ubicación del patógeno en el producto;
- Momento más adecuado para el tratamiento;
- Madurez del hospedador.

El entorno circundante durante el almacenamiento, transporte y comercialización del producto también influye. Se eligen sustancias específicas basándose en las condiciones enumeradas.

Tratamiento poscosecha con pesticidas: Actualmente se utiliza un número limitado de pesticidas para el tratamiento poscosecha y el control de una amplia gama de microorganismos causantes de pudrición, así como de plagas. Muchos productos que se han utilizado para el tratamiento poscosecha están prohibidos debido a

los residuos y posibles efectos tóxicos. Otros no se utilizan debido al desarrollo de resistencia. Este proceso sigue siendo un problema significativo.

Los principales productos fitosanitarios utilizados actualmente son el tiabendazol y el imazalil. Sin embargo, la resistencia al tiabendazol y al imazalil está muy extendida.

Los conservantes o aditivos alimentarios antimicrobianos también pueden controlar la pudrición en los productos almacenados. Estos incluyen benzoato de sodio, parabenos, ácido sórbico, ácido propiónico, SO₂, ácido acético, nitritos y nitratos, y antibióticos. La demanda de nuevos pesticidas poscosecha es alta, especialmente después de la interrupción de muchas sustancias activas. En 1998, se permitió un registro de emergencia de fludioxonil para limitar las pérdidas potenciales de nectarinas, melocotones y ciruelas que resultarían

Control biológico de patógenos poscosecha:

Este es un enfoque relativamente nuevo y ofrece varias ventajas en comparación con el control biológico convencional:

- Se pueden crear y mantener condiciones ambientales precisas.
- El agente de biocontrol puede ser dirigido de manera mucho más efectiva.
- Los procedimientos de control costosos son rentables para los alimentos cosechados.

El primer agente de control biológico desarrollado para uso poscosecha es una cepa de *Bacillus subtilis*. Controla la pudrición parda en melocotones. Se ha encontrado que una cepa de *Pseudomonas syringae* controla el moho azul y gris en frutos de manzana. Las cepas de *Bacillus pumilus* y *Pseudomonas fluorescens* muestran un control exitoso de *B. cinerea* en fresas

El control biológico es efectivo, pero no siempre produce resultados consistentes. Se acepta que los agentes biológicos deben combinarse con otras estrategias y medios para una mayor eficacia.

Control de la pudrición mediante irradiación: La luz ultravioleta tiene un efecto letal sobre bacterias y hongos, pero no hay evidencia de que reduzca la pudrición en frutas y verduras envasadas. Se ha establecido experimentalmente que una dosis baja de luz ultravioleta reduce la pudrición parda en melocotones. Tiene un doble efecto sobre el patógeno: reduce el inóculo e induce resistencia en el hospedador.

La radiación gamma se ha estudiado para el control de la pudrición, la desinfestación y la extensión de la vida útil y de almacenamiento de frutas y verduras frescas. Dosis de 1.5 a 2 kGy controlan eficazmente la pudrición en algunos productos. Dosis bajas de 150 Gy para moscas de la fruta y 250 Gy para polillas del manzano son procedimientos de cuarentena aceptables. La aplicación de radiación gamma está limitada debido al costo del equipo necesario para el tratamiento y la falta de información sobre el impacto de los alimentos irradiados en el consumidor. Se presenta como una posible alternativa después del cese del uso del bromuro de metilo en todo el mundo.

Influencia del ambiente de almacenamiento en la pudrición poscosecha: La temperatura, la humedad relativa y la composición atmosférica durante el pre-almacenamiento, el almacenamiento y el tránsito son de gran importancia para el control de la pudrición. Para lograr un control óptimo, a menudo se modifican dos o más factores simultáneamente:

Temperatura y humedad relativa: El manejo adecuado de la temperatura es tan crítico para el control de enfermedades poscosecha que todos los demás tratamientos pueden considerarse suplementos a la refrigeración. Las bajas temperaturas son deseables ya que ralentizan significativamente el crecimiento y, por lo tanto, reducen la pudrición. Se pueden usar altas temperaturas para el control poscosecha de cultivos que son dañados por bajas temperaturas. El tratamiento térmico elimina la infección inicial y mejora la cobertura del fungicida. El principal obstáculo para el uso generalizado de este método es la sensibilidad de muchas frutas a las temperaturas requeridas para un tratamiento efectivo.

Tanto la baja como la alta humedad relativa (HR) están asociadas con el control de la pudrición poscosecha. Las bolsas de polietileno perforadas para almacenar frutas y verduras crean una HR de 5 a 10% superior a la de las cámaras de almacenamiento, y la pudrición puede aumentar.

Modificación o control de la atmósfera: Los cambios en las concentraciones de O₂ y CO₂ alrededor de frutas y verduras pueden controlar con éxito el desarrollo de patógenos poscosecha.

El CO₂ añadido al aire se utiliza ampliamente en el transporte de cerezas 'Bing', principalmente para suprimir la pudrición gris y parda.

La atmósfera artificial creada se denomina atmósfera controlada; el término atmósfera modificada se utiliza cuando hay poca posibilidad de ajustar la composición de gases durante el almacenamiento o el transporte. El CO₂ añadido al aire se utiliza ampliamente en el transporte de cerezas 'Bing', principalmente para suprimir la pudrición gris y parda.

Enfermedades poscosecha de hortalizas: Las enfermedades poscosecha de hortalizas son causadas por hongos microscópicos y bacterias. Las bacterias están más extendidas como patógenos en hortalizas que en frutas, ya que las hortalizas son menos ácidas que las frutas. Son visibles bajo un microscopio óptico principalmente como bacilos unicelulares. Las bacterias son capaces de una multiplicación muy rápida bajo condiciones adecuadas de pH, temperatura y nutrición.

Nuevas direcciones en fitopatología poscosecha: En los últimos años, el enfoque de la fitopatología poscosecha ha cambiado. La seguridad alimentaria es un elemento clave en los programas de control de la pudrición. La continua incapacidad para controlar eficazmente algunas enfermedades poscosecha, así como la necesidad de sustancias de control más respetuosas con el medio ambiente, está impulsando un nuevo enfoque para el manejo de enfermedades. El control integrado de la pudrición poscosecha es el concepto más prometedor propuesto para el futuro. La sociedad ya no puede depender de una o dos estrategias de control, sino que debe proporcionarse un espectro completo de estrategias para reducir las pérdidas poscosecha.

Plagas poscosecha de hortalizas: La infestación por plagas durante el almacenamiento puede ocurrir tanto en el campo como en las instalaciones de almacenamiento que no están debidamente limpias. A veces el daño es visible, mientras que en otros casos se descubre en una etapa posterior cuando la plaga puede haber expandido su rango de expresión. Los procesos de putrefacción secundaria a menudo pueden desarrollarse en los sitios de daño por plagas.

Seguridad alimentaria: Dos de las causas más importantes de alimentos inseguros son: toxinas microbianas y contaminación de productos hortícolas por coliformes fecales. Las toxinas microbianas se dividen en toxinas bacterianas y micotoxinas. Ejemplos de toxinas microbianas extremadamente tóxicas son las toxinas botulínicas producidas por la bacteria anaeróbica *Clostridium botulinum*, así como las aflatoxinas. Se ha descubierto que las aflatoxinas son potentes carcinógenos producidos en nueces y algunos cereales.

La toxina patulina es producida por *Penicillium* y *Aspergillus* spp., que se pueden encontrar en productos de manzana y pera.

También se han identificado otras toxinas producidas por los mismos hongos que causan la pudrición poscosecha. Por ejemplo, la patulina es producida por *Penicillium* y *Aspergillus* spp., que se pueden encontrar en productos de manzana y pera. La patulina es tóxica para muchos sistemas biológicos, pero su papel en la causa de enfermedades en humanos y animales no está claro. Los estudios sobre la contaminación de productos hortícolas por coliformes fecales han aumentado drásticamente debido a casos documentados de intoxicación alimentaria por zumo de manzana. Se ha demostrado una interacción entre patógenos vegetales y

patógenos humanos transmitidos por alimentos como *Salmonella* y *Listeria*. Un estudio que involucró más de 400 muestras de productos sanos y con pudrición blanda recogidas de mercados minoristas muestra que la presencia de *Salmonella* en productos afectados por pudrición blanda bacteriana es el doble que en las muestras sanas.

La contaminación de los productos con patógenos humanos es un problema importante que debe abordarse, así como limitar la pudrición causada por patógenos poscosecha y mantener la calidad del producto.

Control integrado de enfermedades y plagas poscosecha: El control eficaz y consistente de enfermedades y plagas durante el almacenamiento de productos vegetales depende de la integración de las siguientes prácticas:

- Selección de variedades resistentes a enfermedades y plagas, cuando sea posible;
- Nutrición vegetal equilibrada durante la vegetación. Control del riego basado en las necesidades del cultivo y evitación del riego por aspersión;
- Tratamiento precosecha para el control de plagas y enfermedades;
- Cosecha en el momento preciso de madurez para el almacenamiento;
- Uso de envases limpios para la recolección de productos;
- Limpieza y clasificación de las hortalizas destinadas al almacenamiento;
- Tratamientos poscosecha;
- Mantenimiento de una buena higiene en las áreas de envasado y eliminación de aguas residuales libres de contaminación;
- Almacenamiento en instalaciones de almacenamiento limpias y desinfectadas con buen control de temperatura y humedad, con mosquiteras instaladas en ventiladores, puertas y ventanas;
- Las condiciones de almacenamiento deben ser las menos propicias para el crecimiento de patógenos o el desarrollo de plagas.

Se sabe que las alternativas al control químico a menudo son menos efectivas que muchos pesticidas. Es poco probable que cualquier método alternativo por sí solo proporcione el mismo nivel de control que los productos químicos. Por lo tanto, es necesario combinar varios métodos alternativos para desarrollar una estrategia integrada que reduzca con éxito los patógenos y plagas poscosecha.

La limitación de las pérdidas de productos durante el almacenamiento de cultivos de hortalizas implica métodos y medios de control de enfermedades y plagas desde el campo, pasando por la preparación para el almacenamiento, hasta el cuidado de los productos en los almacenes. Al aplicar un enfoque integral, el riesgo de daños puede minimizarse.

Referencias

1. Coates L. M., G. I. Johnson, M. Dale, 1997. Patología poscosecha de frutas y verduras. Patógenos vegetales y enfermedades vegetales. Rockvale Publications Editors, Armidale, Australia, 533–547.
2. Kumar V., H. Sharma, M. Sood, D. Kumar, 2024. Tecnologías innovadoras para el manejo poscosecha de plagas y enfermedades de frutas y verduras, Springer Nature, 63-81.
3. Sharma R. R., D. Singh, R. Singh, 2009. Control biológico de enfermedades poscosecha de frutas y verduras por antagonistas microbianos: Una revisión. Biological Control, 50(3), 205–221.
4. Tripathi A. N., S. K. Tiwari, T. K. Behera, 2022. Enfermedades poscosecha de cultivos de hortalizas y su manejo, en Tecnología Poscosecha - Avances Recientes, Nuevas Perspectivas y Aplicaciones, cap