

Perdas após a colheita de vegetais - fatores que afetam a conservabilidade

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



Resumo

As perdas pós-colheita são os principais problemas para os produtores após a colheita de culturas vegetais. As razões para isso incluem alterações fisiológicas, danos físicos, lesões químicas, danos por pragas e podridão patológica. Os vegetais perdem sua aparência comercial devido a infecções pós-colheita. Elas tornam os produtos invendáveis ou reduzem seu valor. Produtos vegetais frescos podem ser infectados antes ou depois da colheita por doenças causadas por patógenos fúngicos ou bacterianos, bem como por algumas pragas.

As perdas causadas por doenças e pragas que se desenvolvem após a colheita são significativas. De acordo com alguns pesquisadores, elas chegam a 30% ao ano, apesar do uso de técnicas e instalações de armazenamento modernas. Em países em desenvolvimento, que carecem de instalações de armazenamento modernas, essa porcentagem é significativamente maior. A infecção por patógenos e pragas pode ocorrer durante a vegetação, na colheita, durante o armazenamento, transporte e comércio, ou mesmo após a compra pelo consumidor final. No contexto de um crescente déficit alimentar, as perdas pós-colheita são inaceitáveis. Para alimentar 10 bilhões de pessoas em todo o mundo nos próximos 40 a 50 anos, a eficiência da produção e distribuição de alimentos precisará melhorar imensamente.

As causas das perdas pós-colheita em frutas e vegetais podem ser parasitárias, não parasitárias ou físicas. As causas parasitárias podem ser microrganismos, agentes causadores de doenças ou pragas. As doenças podem começar como infecções latentes antes da colheita, enquanto outras aparecem na ou após a colheita, durante o armazenamento.

É essencial detectar e diagnosticar pragas pós-colheita e formular práticas seguras de gerenciamento de armazenamento. Os produtos vegetais são danificados por patógenos após a colheita e armazenamento de curto prazo, tornando-os impróprios para consumo e venda. Isso se deve principalmente à produção de micotoxinas e outros riscos potenciais para a saúde humana. Alguns patógenos fúngicos (*Alternaria*, *Aschochyta*, *Colletotrichum*, *Didymella*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*) e bacterianos (*Erwinia spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas euvesicatoria*) foram registrados como patógenos pós-colheita de culturas vegetais.



A incidência de podridão de frutos por patógenos pós-colheita do tomate pode atingir: de *Alternaria solani* até 30%, de *Phytophthora infestans* 15%, de *Sclerotium rolfsii* 30%, de *X. euvesicatoria* 5%. Em culturas de cucurbitáceas, os patógenos pós-colheita mais comuns são *Didymella* e *Colletotrichum*.

Em culturas de leguminosas, os patógenos pós-colheita mais comuns são *Ascochyta pisi*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*.



Na couve-flor, são frequentemente observadas podridão branca e cinzenta causada por *Xanthomonas* (10%) e podridão mole por *Pectinovora* (*Erwinia*) (19%). Estes são registrados como patógenos pós-colheita emergentes da couve-flor.

Uma vez colhidos, os vegetais têm uma vida pós-colheita limitada; eles não recebem mais água ou nutrientes da planta. O envelhecimento natural dos produtos leva ao amolecimento dos tecidos e, muitas vezes, eles perdem substâncias antimicrobianas pré-formadas. Essas mudanças na qualidade dos vegetais os tornam menos desejáveis para os consumidores.

Fatores pré-colheita que influenciam a patologia pós-colheita são:

- Suscetibilidade das variedades cultivadas a patógenos e pragas. Algumas variedades são mais propensas à podridão e ao ataque de pragas do que outras;
- A condição da cultura, que depende da fertilização, irrigação e medidas de proteção vegetal aplicadas;
- O grau de maturação dos frutos e vegetais na colheita;
- Método de processamento e armazenamento do produto.

Outros fatores que influenciam a patologia do armazenamento são:

Clima: O clima afeta a quantidade de inóculo e pragas que sobrevivem com sucesso ao inverno, bem como a quantidade de pesticidas residuais restantes nos frutos durante a colheita. Uma abundância de inóculo e pragas, juntamente com condições favoráveis para infecção e desenvolvimento durante a estação, frequentemente levam a sérios danos nos produtos colhidos.

Os danos pós-colheita incluem o desenvolvimento posterior de infecções que começaram antes da colheita, juntamente com novos danos de pragas encontradas na superfície do produto.

Condição fisiológica: A condição do produto na colheita determina por quanto tempo ele pode ser armazenado com segurança. O início do amadurecimento e da senescência em vários vegetais os torna mais suscetíveis à infecção por patógenos. A nutrição adequada durante a vegetação também é de grande importância.



Sabe-se que o cálcio está mais intimamente associado à resistência a doenças do que qualquer outro cátion ligado à parede celular. O tratamento pré-colheita com uma solução de CaCl_2 reduz significativamente a podridão. Verificou-se que o aumento do teor de cálcio em batatas e pêssegos também reduz a podridão pós-colheita. Produtos que contêm níveis suficientes de cálcio podem ser armazenados por mais tempo antes de apodrecer. O alto teor de nitrogênio nos frutos os predispõe à podridão. A melhoria genética global está agora trabalhando diligentemente para criar variedades resistentes a patógenos pós-colheita.

Tratamento com fungicidas: Algumas pulverizações pré-colheita reduzem a podridão durante o armazenamento. Por exemplo, o tratamento com certos fungicidas reduz a podridão em 25 a 50% com uma única pulverização. Alguns fungicidas recém-registrados têm boas perspectivas para proteger os produtos após a colheita. Por exemplo, o ciprodinil previne a infecção por bolor cinzento em maçãs por até 3 meses após o tratamento. O novo grupo de estrobilurinas oferece controle pós-colheita de algumas doenças após a colheita de frutas e vegetais.

Fatores pós-colheita que influenciam a podridão da cultura:

Higiene durante a embalagem: É importante manter as condições sanitárias em todas as áreas onde os produtos são embalados. A presença de resíduos orgânicos é um pré-requisito adequado para o desenvolvimento de patógenos causadores de podridão.

O cloro mata rapidamente microrganismos se sua quantidade for suficiente. Um nível de 50 a 100 ppm de cloro ativo proporciona excelente ação fungicida. O ácido peracético é outra substância que pode ser usada. A busca por agentes sanitizantes eficazes e econômicos continua. Produtos novos e antigos continuam a ser avaliados de acordo com as operações de embalagem atuais. O interesse no ozônio está revivendo com o desenvolvimento de geradores mais eficientes.

O tratamento pós-colheita é determinado por:

- Tipo de patógeno causador da podridão;
- Localização do patógeno no produto;
- Momento mais adequado para o tratamento;
- Maturação do hospedeiro.

O ambiente circundante durante o armazenamento, transporte e comercialização do produto também exerce influência. Substâncias específicas são escolhidas com base nas condições listadas.

Tratamento pós-colheita com pesticidas: Um número limitado de pesticidas é atualmente usado para o tratamento pós-colheita e controle de uma ampla gama de microrganismos causadores de podridão, bem como pragas. Muitos produtos que foram usados para tratamento pós-colheita são proibidos devido a resíduos e

possíveis efeitos tóxicos. Outros não são usados devido ao desenvolvimento de resistência. Este processo continua a ser um problema significativo.

Os principais produtos fitossanitários atualmente utilizados são tiabendazol e imazalil. No entanto, a resistência ao tiabendazol e ao imazalil é generalizada.

Conservantes ou aditivos alimentares antimicrobianos também podem controlar a podridão em produtos armazenados. Estes incluem benzoato de sódio, parabenos, ácido sórbico, ácido propanoico, SO₂, ácido acético, nitritos e nitratos, e antibióticos. A demanda por novos pesticidas pós-colheita é alta, especialmente após a descontinuação de muitas substâncias ativas. Em 1998, foi permitido um registro emergencial de fludioxonil para limitar perdas potenciais de nectarinas, pêssegos e ameixas que resultariam

Controle biológico de patógenos pós-colheita:

Esta é uma abordagem relativamente nova e oferece várias vantagens em comparação com o controle biológico convencional:

- Condições ambientais precisas podem ser criadas e mantidas.
- O agente de biocontrole pode ser direcionado de forma muito mais eficaz.
- Procedimentos de controle caros são economicamente viáveis para alimentos colhidos.

O primeiro agente de controle biológico desenvolvido para uso pós-colheita é uma cepa de *Bacillus subtilis*. Ele controla a podridão parda em pêssegos. Uma cepa de *Pseudomonas syringae* tem sido encontrada para controlar o mofo azul e cinzento em maçãs. Cepa de *Bacillus pumilus* e *Pseudomonas fluorescens* mostram controle bem-sucedido de *B. cinerea* em morangos

O controle biológico é eficaz, mas nem sempre produz resultados consistentes. É aceito que os agentes biológicos devem ser combinados com outras estratégias e meios para uma melhor eficácia.

Controle da podridão por irradiação: A luz ultravioleta tem um efeito letal sobre bactérias e fungos, mas não há evidências de que reduza a podridão em frutas e vegetais embalados. Foi experimentalmente estabelecido que uma baixa dose de luz ultravioleta reduz a podridão parda em pêssegos. Ela tem um efeito duplo sobre o patógeno - reduz o inóculo e induz resistência no hospedeiro.

A radiação gama tem sido estudada para o controle da podridão, desinfestação e prolongamento da vida útil e de prateleira de frutas e vegetais frescos. Doses de 1,5 a 2 kGy controlam eficazmente a podridão em alguns produtos. Baixas doses de 150 Gy para moscas-das-frutas e 250 Gy para traças-da-maçã são procedimentos de quarentena aceitáveis. A aplicação da radiação gama é limitada devido ao custo do equipamento necessário para o tratamento e à falta de informações sobre o impacto de alimentos irradiados no consumidor. Ela surge como uma possível alternativa após a cessação do uso mundial do brometo de metila.

Influência do ambiente de armazenamento na podridão pós-colheita: Temperatura, umidade relativa e composição atmosférica durante o pré-armazenamento, armazenamento e trânsito são de grande importância para o controle da podridão. Para alcançar o controle ideal, dois ou mais fatores são frequentemente alterados simultaneamente:

Temperatura e umidade relativa: O manejo adequado da temperatura é tão crítico para o controle de doenças pós-colheita que todos os outros tratamentos podem ser considerados suplementos ao resfriamento. Baixas temperaturas são desejáveis, pois retardam significativamente o crescimento e, assim, reduzem a podridão. Altas temperaturas podem ser usadas para o controle pós-colheita de culturas que são danificadas por baixas temperaturas. O tratamento térmico remove a infecção inicial e melhora a cobertura do fungicida. O principal obstáculo ao uso generalizado deste método é a sensibilidade de muitas frutas às temperaturas necessárias para um tratamento eficaz.

Tanto a baixa quanto a alta umidade relativa (UR) estão associadas ao controle da podridão pós-colheita. Sacos de polietileno perfurados para armazenar frutas e vegetais criam uma UR de 5 a 10% acima daquela nas câmaras de armazenamento, e a podridão pode aumentar.

Modificação ou controle da atmosfera: Mudanças nas concentrações de O₂ e CO₂ ao redor de frutas e vegetais podem controlar com sucesso o desenvolvimento de patógenos pós-colheita.

O CO₂ adicionado ao ar é amplamente utilizado no transporte de cerejas 'Bing', principalmente para suprimir a podridão cinzenta e parda.

A atmosfera artificial criada é chamada de atmosfera controlada; o termo atmosfera modificada é usado quando há pouca possibilidade de ajustar a composição gasosa durante o armazenamento ou transporte. O CO₂ adicionado ao ar é amplamente utilizado no transporte de cerejas 'Bing', principalmente para suprimir a podridão cinzenta e parda.

Doenças pós-colheita de vegetais: As doenças pós-colheita de vegetais são causadas por fungos microscópicos e bactérias. As bactérias são mais difundidas como patógenos em vegetais do que em frutas, pois os vegetais são menos ácidos que as frutas. Elas são visíveis sob um microscópio de luz principalmente como bastonetes unicelulares. As bactérias são capazes de se multiplicar muito rapidamente em condições adequadas de pH, temperatura e nutrição.

Novas direções na fitopatologia pós-colheita: Nos últimos anos, o foco da fitopatologia pós-colheita mudou. A segurança alimentar é um elemento chave nos programas de controle da podridão. A falha contínua em controlar eficazmente algumas doenças pós-colheita, bem como a necessidade de substâncias de controle mais ecológicas, está impulsionando uma nova abordagem para o manejo de doenças. O controle integrado da podridão pós-colheita é o conceito mais promissor proposto para o futuro. A sociedade não pode mais depender de uma ou duas estratégias de controle, mas todo um espectro de estratégias deve ser fornecido para reduzir as perdas pós-colheita.

Pragas pós-colheita de vegetais: A infestação por pragas durante o armazenamento pode ocorrer tanto no campo quanto em instalações de armazenamento que não são devidamente limpas. Às vezes, o dano é visível, enquanto em outros casos é descoberto em um estágio posterior, quando a praga pode ter expandido sua gama de expressão. Processos de putrefação secundária podem frequentemente se desenvolver em locais de danos por pragas.

Segurança alimentar: Duas das causas mais importantes de alimentos inseguros são: toxinas microbianas e contaminação de produtos hortícolas por coliformes fecais. As toxinas microbianas são divididas em toxinas bacterianas e micotoxinas. Exemplos de toxinas microbianas extremamente tóxicas são as toxinas botulínicas produzidas pela bactéria anaeróbia *Clostridium botulinum*, bem como as aflatoxinas. As aflatoxinas foram consideradas carcinógenos potentes produzidos em nozes e alguns cereais.

A toxina patulina é produzida por *Penicillium* e *Aspergillus* spp., que podem ser encontradas em produtos de maçã e pera.

Outras toxinas também foram identificadas que são produzidas pelos mesmos fungos que causam a podridão pós-colheita. Por exemplo, a patulina é produzida por *Penicillium* e *Aspergillus* spp., que podem ser encontradas em produtos de maçã e pera. A patulina é tóxica para muitos sistemas biológicos, mas seu papel na causa de doenças em humanos e animais é incerto. Estudos sobre a contaminação de produtos hortícolas por coliformes fecais aumentaram drasticamente devido a casos documentados de intoxicação alimentar por suco de maçã. Foi demonstrada uma interação entre patógenos de plantas e patógenos humanos transmitidos por alimentos,

como *Salmonella* e *Listeria*. Um estudo envolvendo mais de 400 amostras de produtos saudáveis e com podridão mole coletados em mercados varejistas mostra que a presença de *Salmonella* em produtos afetados por podridão mole bacteriana é duas vezes maior do que em amostras saudáveis.

A contaminação de produtos com patógenos humanos é uma questão importante que precisa ser abordada, bem como a limitação da podridão causada por patógenos pós-colheita e a manutenção da qualidade do produto.

Controle integrado de doenças e pragas pós-colheita: O controle eficaz e consistente de doenças e pragas durante o armazenamento de produtos vegetais depende da integração das seguintes práticas:

- Seleção de variedades resistentes a doenças e pragas, sempre que possível;
- Nutrição equilibrada da planta durante a vegetação. Controle da irrigação com base nas necessidades da cultura e evitação da irrigação por aspersão;
- Tratamento pré-colheita para controle de pragas e doenças;
- Colheita na maturação precisa para armazenamento;
- Uso de embalagens limpas para a colheita do produto;
- Limpeza e classificação de vegetais destinados ao armazenamento;
- Tratamentos pós-colheita;
- Manutenção de boa higiene nas áreas de embalagem e manutenção da água residual livre de contaminação;
- Armazenamento em instalações limpas e desinfetadas com bom controle de temperatura e umidade, com telas de insetos instaladas em ventiladores, portas e janelas;
- As condições de armazenamento devem ser as menos propícias ao crescimento de patógenos ou ao desenvolvimento de pragas.

Sabe-se que as alternativas ao controle químico são frequentemente menos eficazes do que muitos pesticidas. É improvável que qualquer método alternativo isolado, por si só, forneça o mesmo nível de controle que os

produtos químicos. Portanto, é necessário combinar vários métodos alternativos para desenvolver uma estratégia integrada para reduzir com sucesso patógenos e pragas pós-colheita.

A limitação das perdas de produtos durante o armazenamento de culturas vegetais envolve métodos e meios de controle de doenças e pragas desde o campo, passando pela preparação para o armazenamento, até o cuidado com os produtos nos armazéns. Ao aplicar uma abordagem abrangente, o risco de danos pode ser minimizado.

Referências

1. Coates L. M., G. I. Johnson, M. Dale, 1997. Patologia pós-colheita de frutas e vegetais. Plant Pathogens and Plant Diseases. Rockvale Publications Editors, Armidale, Austrália, 533–547.
2. Kumar V., H. Sharma, M. Sood, D. Kumar, 2024. Tecnologias Inovadoras para o Manejo Pós-Colheita de Pragas e Doenças de Frutas e Vegetais, Springer Nature, 63-81.
3. Sharma R. R., D. Singh, R. Singh, 2009. Controle biológico de doenças pós-colheita de frutas e vegetais por antagonistas microbianos: Uma revisão. Biological Control, 50(3), 205–221.
4. Tripathi A. N., S. K. Tiwari, T. K. Behera, 2022. Doenças Pós-Colheita de Culturas Vegetais e seu Manejo, em Postharvest Technology - Recent Advances, New Perspectives and Applications, chap