

Pertes après la récolte des légumes - facteurs affectant la conservabilité

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



Résumé

Les pertes après récolte sont les principaux problèmes des producteurs après la récolte des cultures maraîchères. Les raisons en sont les changements physiologiques, les dommages physiques, les blessures chimiques, les dommages causés par les ravageurs et la pourriture pathologique. Les légumes perdent leur aspect commercial en raison des infections post-récolte. Elles rendent les produits invendables ou en réduisent la valeur. Les produits maraîchers frais peuvent être infectés avant ou après la récolte par des maladies causées par des pathogènes fongiques ou bactériens, ainsi que par certains ravageurs.

Les pertes causées par les maladies et les ravageurs se développant après la récolte sont importantes. Selon certains chercheurs, elles atteignent jusqu'à 30 % par an, malgré l'utilisation de techniques et d'installations de stockage modernes. Dans les pays en développement, qui manquent d'installations de stockage modernes, ce pourcentage est nettement plus élevé. L'infection par les pathogènes et les ravageurs peut survenir pendant la végétation, à la récolte, pendant le stockage, le transport et le commerce, ou même après l'achat par le consommateur final. Dans un contexte de déficit alimentaire croissant, les pertes après récolte sont inacceptables. Pour nourrir 10 milliards de personnes dans le monde au cours des 40 à 50 prochaines années, l'efficacité de la production et de la distribution alimentaires devra s'améliorer considérablement.

Les causes des pertes après récolte des fruits et légumes peuvent être parasitaires, non parasitaires ou physiques. Les causes parasitaires peuvent être des micro-organismes, des agents pathogènes ou des ravageurs. Les maladies peuvent commencer comme des infections latentes avant la récolte, tandis que d'autres apparaissent à ou après la récolte, pendant le stockage.

Il est essentiel de détecter et de diagnostiquer les ravageurs post-récolte et de formuler des pratiques de gestion de stockage sûres. Les produits maraîchers sont endommagés par des pathogènes après la récolte et un stockage de courte durée, les rendant impropres à la consommation et à la vente. Cela est principalement dû à la production de mycotoxines et à d'autres risques potentiels pour la santé humaine. Certains pathogènes fongiques (*Alternaria*, *Aschochyta*, *Colletotrichum*, *Didymella*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*) et bactériens (*Erwinia* spp., *Pseudomonas* spp., *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas euvesicatoria*) ont été recensés comme pathogènes post-récolte des cultures maraîchères.



L'incidence de la pourriture des fruits due aux pathogènes post-récolte de la tomate peut atteindre : jusqu'à 30 % pour *Alternaria solani*, 15 % pour *Phytophthora infestans*, 30 % pour *Sclerotium rolfsii*, 5 % pour *X. euvesictoria*. Sur les cultures de cucurbitacées, les pathogènes post-récolte les plus courants sont *Didymella* et *Colletotrichum*.

Dans les cultures légumineuses, les pathogènes post-récolte les plus courants sont *Ascochyta pisi*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Sclerotinia sclerotiorum* et *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*.



Sur le chou-fleur, la pourriture blanche et grise causée par *Xanthomonas* (10 %) et la pourriture molle par *Pectinovora* (*Erwinia*) (19 %) sont fréquemment observées. Ceux-ci sont considérés comme des pathogènes post-récolte émergents du chou-fleur.

Une fois récoltés, les légumes ont une durée de vie post-récolte limitée ; ils ne reçoivent plus d'eau ni de nutriments de la plante. Le vieillissement naturel des produits entraîne un ramollissement des tissus et souvent une perte des substances antimicrobiennes préformées. Ces changements de qualité des légumes les rendent moins désirables pour les consommateurs.

Les facteurs pré-récolte influençant la pathologie post-récolte sont :

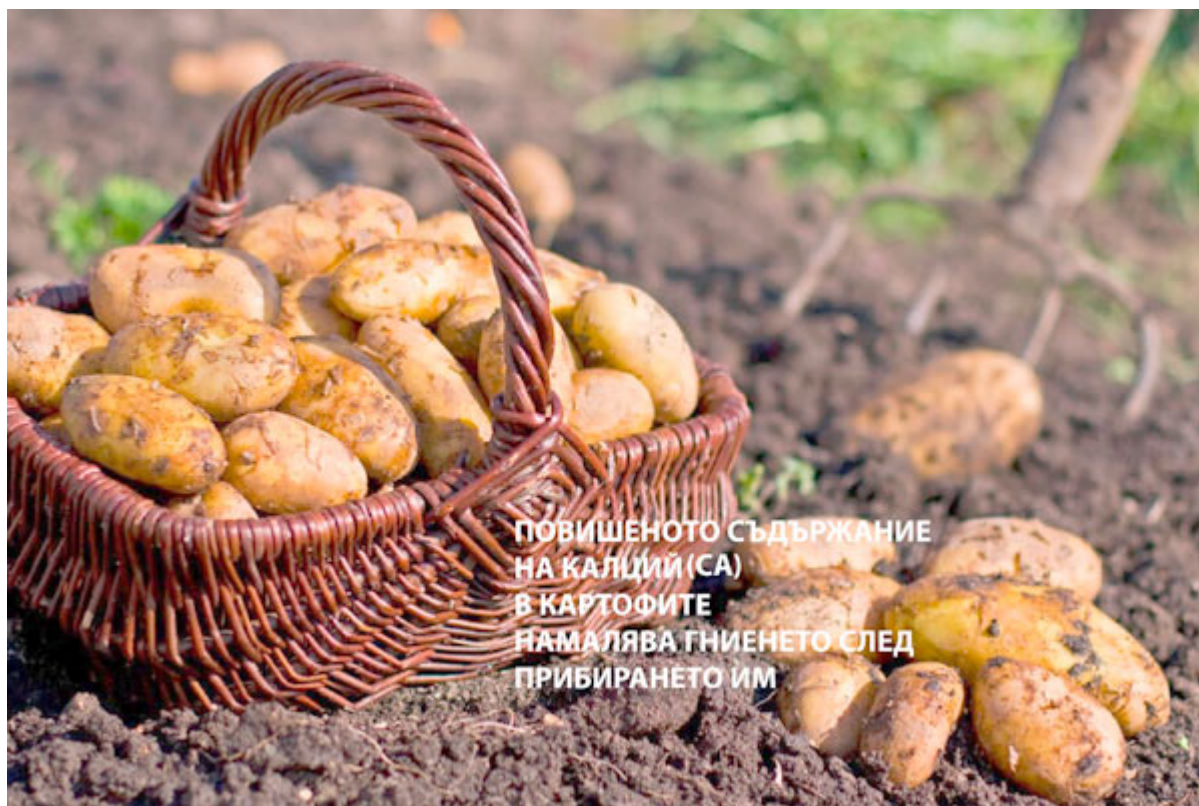
- Sensibilité des variétés cultivées aux pathogènes et aux ravageurs. Certaines variétés sont plus sujettes à la pourriture et aux attaques de ravageurs que d'autres ;
- L'état de la culture, qui dépend de la fertilisation, de l'irrigation et des mesures de protection des plantes appliquées ;
- Le degré de maturité des fruits et légumes à la récolte ;
- Méthode de transformation et de stockage du produit.

Autres facteurs influençant la pathologie de stockage :

Météo : Le temps affecte la quantité d'inoculum et de ravageurs qui hivernent avec succès, ainsi que la quantité de pesticides résiduels restant dans les fruits pendant la récolte. Une abondance d'inoculum et de ravageurs, associée à des conditions favorables à l'infection et au développement pendant la saison, entraîne souvent de graves dommages aux produits récoltés.

Les dommages post-récolte comprennent le développement ultérieur d'infections qui ont commencé avant la récolte, ainsi que de nouveaux dommages causés par des ravageurs trouvés à la surface du produit.

État physiologique : L'état du produit à la récolte détermine la durée pendant laquelle il peut être stocké en toute sécurité. L'apparition de la maturation et de la sénescence chez divers légumes les rend plus sensibles à l'infection par les pathogènes. Une nutrition adéquate pendant la végétation est également d'une grande importance.



Il est connu que le calcium est plus étroitement associé à la résistance aux maladies que tout autre cation lié à la paroi cellulaire. Un traitement pré-récolte avec une solution de CaCl_2 réduit significativement la pourriture. Il a été constaté qu'une teneur accrue en calcium dans les pommes de terre et les pêches réduit également la pourriture post-récolte. Les produits contenant des niveaux de calcium suffisants peuvent être stockés plus longtemps avant de pourrir. Une teneur élevée en azote dans les fruits les prédispose à la pourriture.

L'amélioration génétique mondiale s'efforce désormais de créer des variétés résistantes aux pathogènes post-récolte.

Traitement fongicide : Certaines pulvérisations pré-récolte réduisent la pourriture pendant le stockage. Par exemple, un traitement avec certains fongicides réduit la pourriture de 25 à 50 % avec une seule pulvérisation. Certains fongicides nouvellement enregistrés présentent de bonnes perspectives pour la protection des produits après la récolte. Par exemple, le cyprodinil prévient l'infection par la moisissure grise sur les pommes pendant jusqu'à 3 mois après le traitement. Le nouveau groupe des strobilurines assure un contrôle post-récolte de certaines maladies après la récolte des fruits et légumes.

Facteurs post-récolte influençant la pourriture des cultures :

Assainissement pendant l'emballage : Il est important de maintenir des conditions sanitaires dans toutes les zones où les produits sont emballés. La présence de résidus organiques est une condition préalable favorable au développement des pathogènes responsables de la pourriture.

Le chlore tue rapidement les micro-organismes si sa quantité est suffisante. Un niveau de 50 à 100 ppm de chlore actif procure une excellente action fongicide. L'acide peracétique est une autre substance qui peut être utilisée. La recherche d'agents assainissants efficaces et économiques se poursuit. Les produits nouveaux et anciens continuent d'être évalués en fonction des opérations d'emballage actuelles. L'intérêt pour l'ozone renaît avec le développement de générateurs plus efficaces.

Le traitement post-récolte est déterminé par :

- Le type de pathogène causant la pourriture ;
- L'emplacement du pathogène dans le produit ;
- Le moment le plus approprié pour le traitement ;
- La maturité de l'hôte.

L'environnement ambiant pendant le stockage, le transport et la commercialisation des produits a également une influence. Des substances spécifiques sont choisies en fonction des conditions énumérées.

Traitement pesticide post-récolte : Un nombre limité de pesticides sont actuellement utilisés pour le traitement post-récolte et le contrôle d'un large éventail de micro-organismes responsables de la pourriture,

ainsi que de ravageurs. De nombreux produits qui ont été utilisés pour le traitement post-récolte sont interdits en raison de résidus et d'éventuels effets toxiques. D'autres ne sont pas utilisés en raison du développement de résistances. Ce processus continue d'être un problème important.

Les principaux produits phytosanitaires actuellement utilisés sont le thiabendazole et l'imazalil. Cependant, la résistance au thiabendazole et à l'imazalil est généralisée.

Les conservateurs ou les additifs alimentaires antimicrobiens peuvent également contrôler la pourriture des produits stockés. Ceux-ci comprennent le benzoate de sodium, les parabènes, l'acide sorbique, l'acide propionique, le SO₂, l'acide acétique, les nitrites et nitrates, et les antibiotiques. La demande de nouveaux pesticides post-récolte est élevée, surtout après l'arrêt de nombreuses substances actives. En 1998, une homologation d'urgence du fludioxonil a été autorisée pour limiter les pertes potentielles de nectarines, pêches et prunes qui en résulteraient.

Lutte biologique contre les pathogènes post-récolte :

Il s'agit d'une approche relativement nouvelle qui offre plusieurs avantages par rapport à la lutte biologique conventionnelle :

- Des conditions environnementales précises peuvent être créées et maintenues.
- L'agent de biocontrôle peut être ciblé beaucoup plus efficacement.
- Les procédures de contrôle coûteuses sont rentables pour les aliments récoltés.

Le premier agent de lutte biologique développé pour une utilisation post-récolte est une souche de *Bacillus subtilis*. Il contrôle la pourriture brune sur les pêches. Une souche de *Pseudomonas syringae* s'est avérée contrôler la moisissure bleue et grise sur les fruits de pommier. Des souches de *Bacillus pumilus* et de *Pseudomonas fluorescens* montrent un contrôle réussi de *B. cinerea* sur les fraises.

La lutte biologique est efficace mais ne donne pas toujours des résultats constants. Il est admis que les agents biologiques devraient être combinés à d'autres stratégies et moyens pour une meilleure efficacité.

Lutte contre la pourriture par irradiation : La lumière ultraviolette a un effet létal sur les bactéries et les champignons, mais il n'y a aucune preuve qu'elle réduise la pourriture des fruits et légumes emballés. Il a été

expérimentalement établi qu'une faible dose de lumière ultraviolette réduit la pourriture brune sur les pêches. Elle a un double effet sur le pathogène - elle réduit l'inoculum et induit une résistance chez l'hôte.

Les rayonnements gamma ont été étudiés pour le contrôle de la pourriture, la désinfestation et la prolongation de la durée de conservation et de la durée de vie des fruits et légumes frais. Des doses de 1,5 à 2 kGy contrôlent efficacement la pourriture de certains produits. De faibles doses de 150 Gy pour les mouches des fruits et 250 Gy pour les tordeuses de la pomme sont des procédures de quarantaine acceptables. L'application des rayonnements gamma est limitée en raison du coût de l'équipement nécessaire au traitement et du manque d'informations sur l'impact des aliments irradiés sur le consommateur. Elle apparaît comme une alternative possible après la cessation de l'utilisation du bromure de méthyle dans le monde entier.

Influence de l'environnement de stockage sur la pourriture post-récolte : La température, l'humidité relative et la composition atmosphérique pendant le pré-stockage, le stockage et le transit sont d'une grande importance pour le contrôle de la pourriture. Pour obtenir un contrôle optimal, deux facteurs ou plus sont souvent modifiés simultanément :

Température et humidité relative : Une gestion appropriée de la température est si critique pour le contrôle des maladies après récolte que tous les autres traitements peuvent être considérés comme des compléments au refroidissement. Les basses températures sont souhaitables car elles ralentissent considérablement la croissance et réduisent ainsi la pourriture. Des températures élevées peuvent être utilisées pour le contrôle post-récolte des cultures endommagées par les basses températures. Le traitement thermique élimine l'infection initiale et améliore la couverture fongicide. Le principal obstacle à l'utilisation généralisée de cette méthode est la sensibilité de nombreux fruits aux températures requises pour un traitement efficace.

Les basses et hautes humidités relatives (HR) sont associées au contrôle de la pourriture post-récolte. Les sacs en polyéthylène perforés pour le stockage des fruits et légumes créent une HR de 5 à 10 % supérieure à celle des chambres froides, et la pourriture peut augmenter.

Modification ou contrôle de l'atmosphère : Les changements de concentrations d'O₂ et de CO₂ autour des fruits et légumes peuvent contrôler avec succès le développement des pathogènes post-récolte.

Le CO₂ ajouté à l'air est largement utilisé dans le transport des cerises 'Bing', principalement pour supprimer la pourriture grise et brune.

L'atmosphère artificielle créée est appelée atmosphère contrôlée ; le terme atmosphère modifiée est utilisé lorsqu'il y a peu de possibilités d'ajuster la composition gazeuse pendant le stockage ou le transport. Le CO₂ ajouté à l'air est largement utilisé dans le transport des cerises 'Bing', principalement pour supprimer la pourriture grise et brune.

Maladies post-récolte des légumes : Les maladies post-récolte des légumes sont causées par des champignons microscopiques et des bactéries. Les bactéries sont plus répandues comme pathogènes sur les légumes que sur les fruits, car les légumes sont moins acides que les fruits. Elles sont visibles au microscope optique principalement sous forme de bâtonnets unicellulaires. Les bactéries sont capables d'une multiplication très rapide dans des conditions de pH, de température et de nutrition appropriées.

Nouvelles orientations en phytopathologie post-récolte : Ces dernières années, l'orientation de la phytopathologie post-récolte a changé. La sécurité alimentaire est un élément clé des programmes de lutte contre la pourriture. L'échec continu à contrôler efficacement certaines maladies post-récolte, ainsi que le besoin de substances de contrôle plus respectueuses de l'environnement, conduisent à une nouvelle approche de la gestion des maladies. Le contrôle intégré de la pourriture post-récolte est le concept le plus prometteur proposé pour l'avenir. La société ne peut plus se fier à une ou deux stratégies de contrôle, mais un éventail complet de stratégies doit être fourni pour réduire les pertes après récolte.

Ravageurs post-récolte des légumes : L'infestation par les ravageurs pendant le stockage peut survenir aussi bien au champ que dans les installations de stockage qui ne sont pas correctement nettoyées. Parfois, les dommages sont visibles, tandis que dans d'autres cas, ils sont découverts à un stade ultérieur lorsque le ravageur a pu étendre son aire d'expression. Des processus de putréfaction secondaires peuvent souvent se développer aux sites de dommages causés par les ravageurs.

Sécurité alimentaire : Deux des causes les plus importantes d'aliments dangereux sont : les toxines microbiennes et la contamination des produits horticoles par les coliformes fécaux. Les toxines microbiennes sont divisées en toxines bactériennes et mycotoxines. Des exemples de toxines microbiennes extrêmement toxiques sont les toxines botuliques produites par la bactérie anaérobie *Clostridium botulinum*, ainsi que les aflatoxines. Les aflatoxines se sont avérées être de puissants cancérigènes produits dans les noix et certaines céréales.

La patuline, une toxine, est produite par *Penicillium* et *Aspergillus* spp., que l'on peut trouver dans les produits à base de pomme et de poire.

D'autres toxines ont également été identifiées, produites par les mêmes champignons qui causent la pourriture après récolte. Par exemple, la patuline est produite par *Penicillium* et *Aspergillus* spp., que l'on peut trouver dans les produits à base de pomme et de poire. La patuline est toxique pour de nombreux systèmes biologiques, mais son rôle dans la provocation de maladies chez l'homme et l'animal n'est pas clair. Les études sur la contamination des produits horticoles par les coliformes fécaux ont considérablement augmenté en raison de cas documentés d'intoxication alimentaire par le jus de pomme. Une interaction entre les pathogènes végétaux et les pathogènes humains d'origine alimentaire tels que *Salmonella* et *Listeria* a été démontrée. Une étude portant sur plus de 400 échantillons de produits sains et pourris collectés sur les marchés de détail montre que la présence de *Salmonella* dans les produits affectés par la pourriture molle bactérienne est deux fois plus élevée que dans les échantillons sains.

La contamination des produits par des pathogènes humains est un problème important qui doit être résolu, tout comme la limitation de la pourriture causée par les pathogènes post-récolte et le maintien de la qualité des produits.

Lutte intégrée contre les maladies et ravageurs post-récolte : Un contrôle efficace et cohérent des maladies et ravageurs pendant le stockage des produits maraîchers dépend de l'intégration des pratiques suivantes :

- Sélection de variétés résistantes aux maladies et aux ravageurs, si possible ;
- Nutrition équilibrée des plantes pendant la végétation. Contrôle de l'irrigation en fonction des besoins de la culture et évitement de l'irrigation par aspersion ;
- Traitement pré-récolte pour le contrôle des ravageurs et des maladies ;
- Récolte à la maturité précise pour le stockage ;
- Utilisation d'emballages propres pour la récolte des produits ;
- Nettoyage et tri des légumes destinés au stockage ;
- Traitements post-récolte ;
- Maintien d'une bonne hygiène dans les zones d'emballage et absence de contamination des eaux usées ;
- Stockage dans des installations de stockage nettoyées et désinfectées avec un bon contrôle de la température et de l'humidité, avec des moustiquaires installées sur les ventilateurs, les portes et les fenêtres ;

- Les conditions de stockage devraient être les moins propices à la croissance des pathogènes ou au développement des ravageurs.

Il est connu que les alternatives au contrôle chimique sont souvent moins efficaces que de nombreux pesticides. Il est peu probable qu'une seule méthode alternative, à elle seule, offre le même niveau de contrôle que les produits chimiques. Par conséquent, il est nécessaire de combiner plusieurs méthodes alternatives pour développer une stratégie intégrée visant à réduire avec succès les pathogènes et les ravageurs après récolte.

La limitation des pertes de produits pendant le stockage des cultures maraîchères implique des méthodes et des moyens de contrôle des maladies et des ravageurs depuis le champ, en passant par la préparation au stockage, jusqu'aux soins des produits dans les entrepôts. En appliquant une approche globale, le risque de dommages peut être minimisé.

Références

1. Coates L. M., G. I. Johnson, M. Dale, 1997. Postharvest pathology of fruit and vegetables. Plant Pathogens and Plant Diseases. Rockvale Publications Editors, Armidale, Australia, 533–547.
2. Kumar V., H. Sharma, M. Sood, D. Kumar, 2024. Inovative Technologies for Postharvest Management of Pests and Diseases of Fruits and Vegetables, Springer Nature, 63-81.
3. Sharma R. R., D. Singh, R. Singh, 2009. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. Biological Control, 50(3), 205–221.
4. Tripathi A. N., S. K. Tiwari, T. K. Behera, 2022. Postharvest Diseases of Vegetable Crops and Their Management, in Postharvest Technology - Recent Advances, New Perspectives and Applications, chap