

蔬菜收获后的损失 - 影响储存性能的因素

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



总结

采后损失是蔬菜作物收获后生产者面临的主要问题。其原因包括生理变化、物理损伤、化学损伤、病虫害和病理腐烂。蔬菜因采后感染而失去市场外观。它们使农产品无法销售或降低其价值。新鲜蔬菜产品在收获前或收获后可能被真菌或细菌病原体以及一些害虫引起的疾病感染。

收获后病虫害造成的损失是巨大的。据一些研究人员称，尽管使用了现代储存技术和设施，这些损失每年仍高达30%。在缺乏现代储存设施的发展中国家，这一比例要高得多。病原体和害虫的感染可能发生在作物生长期、收获时、储存、运输和贸易过程中，甚至在最终消费者购买后。在粮食短缺日益严重的情况下，采后损失是不可接受的。为了在未来40到50年内养活全球100亿人口，粮食生产和分配的效率需要大幅提高。

果蔬采后损失的原因可以是寄生性的、非寄生性的或物理性的。寄生性原因可以是微生物、致病因子或害虫。疾病可能在收获前以潜伏感染的形式开始，而其他疾病则在收获时或收获后、储存期间出现。

检测和诊断采后害虫并制定安全的储存管理措施至关重要。蔬菜产品在收获和短期储存后会受到病原体损害，使其不适合食用和销售。这主要是由于产生了霉菌毒素和其他对人类健康的潜在风险。一些真菌 (*Alternaria*, *Aschochyta*, *Colletotrichum*, *Didymella*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*) 和细菌病原体 (*Erwinia* spp., *Pseudomonas* spp., *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas euvesictoria*) 已被记录为蔬菜作物的采后病原体。



采后番茄病原体引起的果实腐烂发生率可达：由*Alternaria solani*引起高达30%，由*Phytophthora infestans*引起15%，由*Sclerotium rolfsii*引起30%，由*X. euvesictoria*引起5%。在葫芦科作物上，最常见的采后病原体是*Didymella*和*Colletotrichum*。

在豆类蔬菜作物中，最常见的采后病原体是*Ascochyta pisi*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Sclerotinia sclerotiorum* 和 *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*。



在花椰菜上，由*Xanthomonas*引起的白腐病和灰腐病（10%）以及由*Pectinovora (Erwinia)*引起的软腐病（19%）经常被观察到。这些被记录为花椰菜的新兴采后病原体。

蔬菜一旦收获，其采后寿命有限；它们不再从植物中获取水分或养分。产品的自然老化导致组织软化，并且它们通常会失去预先形成的抗菌物质。蔬菜品质的这些变化使其对消费者缺乏吸引力。

影响采后病理学的采前因素有：

- 栽培品种对病原体和害虫的敏感性。有些品种比其他品种更容易腐烂和遭受虫害；
- 作物的状况，取决于施肥、灌溉和施用的植物保护措施；
- 收获时果蔬的成熟度；
- 农产品的加工和储存方法。

影响储存病理学的其他因素有：

天气：天气影响成功越冬的接种物和害虫的数量，以及收获时水果中残留农药的数量。大量的接种物和害虫，加上季节期间有利于感染和发展的条件，常常导致收获农产品受到严重损害。

采后损害包括收获前开始的感染的进一步发展，以及农产品表面发现的害虫造成的新损害。

生理状况：产品收获时的状况决定了其可以安全储存多久。各种蔬菜的成熟和衰老开始使其更容易受到病原体感染。植物生长期内的适当营养也至关重要。



众所周知，钙与抗病性的关系比任何其他细胞壁结合阳离子都更为密切。收获前用CaCl₂溶液处理可显著减少腐烂。研究发现，马铃薯和桃子中钙含量增加也能减少采后腐烂。含有足够钙水平的农产品在腐烂之前可以储存更长时间。水果中高氮含量使其易于腐烂。全球育种正在努力培育抗采后病原体的品种。

杀菌剂处理：一些采前喷雾可以减少储存腐烂。例如，用某些杀菌剂处理，一次喷洒可减少25%至50%的腐烂。一些新注册的杀菌剂在采后保护农产品方面具有良好前景。例如，赛普罗地尔在处理后可预防苹果灰霉病感染长达3个月。新的啞菌酯类化合物在果蔬采收后能有效控制一些病害。

影响作物采后腐烂的因素有：

包装期间的卫生：在所有农产品包装区域保持卫生条件非常重要。有机残留物的存在是导致腐烂病原体发展的合适先决条件。

如果氯的量足够，它能迅速杀死微生物。50至100 ppm的活性氯可提供优异的杀菌作用。过氧乙酸是另一种可以使用的物质。对高效经济消毒剂的探索仍在继续。新旧产品将继续根据当前的包装操作进行评估。随着更高效发

生器的开发，人们对臭氧的兴趣正在复苏。

采后处理取决于：

- 引起腐烂的病原体类型；
- 病原体在产品中的位置；
- 最适合处理的时间；
- 寄主成熟度。

农产品在储存、运输和销售过程中的周围环境也产生影响。根据列出的条件选择特定物质。

采后农药处理：目前只有有限数量的农药用于采后处理和控制在各种引起腐烂的微生物以及害虫。许多曾用于采后处理的产品因残留物和可能的毒性作用而被禁用。其他产品则因产生抗药性而停用。这一过程仍然是一个重大问题。

目前使用的主要植物保护产品是噻苯达唑和抑霉唑。然而，对噻苯达唑和抑霉唑的抗药性普遍存在。

防腐剂或抗菌食品添加剂也可以控制储存农产品的腐烂。其中包括苯甲酸钠、对羟基苯甲酸酯类、山梨酸、丙酸、SO₂、乙酸、亚硝酸盐和硝酸盐以及抗生素。对新型采后农药的需求很高，特别是在许多活性物质停用之后。1998年，氟二恶菌酯获得了紧急注册许可，以限制可能造成的油桃、桃子和李子的潜在损失。

采后病原体的生物防治：

与传统的生物防治相比，这是一种相对较新的方法，并具有以下几个优点：

- 可以创建并维持精确的环境条件。
- 生物防治剂可以更有效地针对目标。
- 昂贵的控制程序对于收获的食物来说具有成本效益。

第一个用于采后生物防治的生物防治剂是枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*) 的一个菌株。它能控制桃子的褐腐病。已发现丁香假单胞菌 (*Pseudomonas syringae*) 的一个菌株可以控制苹果果实上的蓝霉病和灰霉病。短小芽孢杆菌 (*Bacillus pumilus*) 和荧光假单胞菌 (*Pseudomonas fluorescens*) 的菌株在草莓上成功控制了灰霉病菌 (*B. cinerea*) 。

生物防治是有效的，但并不总能产生一致的结果。人们认为生物制剂应与其他策略和方法结合使用以获得更好的效果。

辐照控制腐烂：紫外线对细菌和真菌有致命作用，但没有证据表明它能减少包装果蔬的腐烂。实验证明，低剂量紫外线可以减少桃子的褐腐病。它对病原体具有双重作用——减少接种物并诱导寄主产生抗性。

伽马辐射已被研究用于腐烂控制、除虫以及延长新鲜水果和蔬菜的储存和保质期。1.5至2 kGy的剂量可有效控制某些产品的腐烂。对果蝇施用150 Gy和对苹果蠹蛾施用250 Gy的低剂量是可接受的检疫程序。伽马辐射的应用受到限制，原因是处理所需的设备成本高昂，以及缺乏有关辐照食品对消费者影响的信息。在全球停止使用溴甲烷后，它似乎是一种可能的替代方案。

储存环境对采后腐烂的影响：预储存、储存和运输过程中的温度、相对湿度和大气成分对腐烂控制至关重要。为了实现最佳控制，通常同时改变两个或更多因素：

温度和相对湿度：适当的温度管理对于采后病害控制至关重要，以至于所有其他处理都可以被视为冷却的补充。低温是可取的，因为它们显著减缓生长，从而减少腐烂。高温可用于对受低温损害的作物进行采后控制。热处理可清除初始感染并改善杀菌剂覆盖。广泛使用这种方法的主要障碍是许多水果对有效处理所需温度的敏感性。

低相对湿度和高相对湿度（RH）都与采后腐烂控制相关。用于储存果蔬的打孔聚乙烯袋会使相对湿度比储存室高5%到10%，这可能导致腐烂增加。

大气层的调节或控制：果蔬周围O₂和CO₂浓度的变化可以成功控制采后病原体的发展。

空气中添加CO₂广泛应用于“宾”樱桃的运输中，主要用于抑制灰霉病和褐腐病。

所创造的人工气氛被称为受控气氛；当在储存或运输过程中调整气体成分的可能性很小时，则使用“改良气氛”一词。空气中添加CO₂广泛应用于“宾”樱桃的运输中，主要用于抑制灰霉病和褐腐病。

采后蔬菜病害：采后蔬菜病害是由微观真菌和细菌引起的。细菌作为蔬菜上的病原体比水果上更普遍，因为蔬菜的酸度低于水果。它们在光学显微镜下主要表现为单细胞杆状。细菌在适宜的pH、温度和营养条件下能够非常迅速地繁殖。

采后植物病理学的新方向：近年来，采后植物病理学的重点已经发生转变。食品安全是腐烂控制计划中的一个关键要素。持续未能有效控制某些采后病害，以及对更环保的控制物质的需求，正在推动一种新的病害管理方法。综合采后腐烂控制是未来提出最有前景的概念。社会不能再依赖一两种控制策略，而必须提供一系列全面的策略来减少采后损失。

采后蔬菜害虫：储存期间的害虫侵扰可能发生在田间，也可能发生在未 properly 清洁的储存设施中。有时损害是可见的，而在其他情况下，则是在后期发现，此时害虫可能已经扩大了其表现范围。在害虫损害处常常会发生二次腐烂过程。

食品安全：不安全食品的两个最重要原因是：微生物毒素和园艺产品受到粪便大肠菌群的污染。微生物毒素分为细菌毒素和霉菌毒素。极具毒性的微生物毒素包括由厌氧细菌肉毒杆菌 (*Clostridium botulinum*) 产生的肉毒毒素，以及黄曲霉毒素。黄曲霉毒素已被发现是在坚果和一些谷物中产生的强效致癌物。

展青霉素是由青霉菌 (*Penicillium*) 和曲霉菌 (*Aspergillus*) 属产生的，这些菌种存在于苹果和梨产品中。

还发现其他毒素是由导致采后腐烂的相同真菌产生的。例如，展青霉素是由青霉菌 (*Penicillium*) 和曲霉菌 (*Aspergillus*) 属产生的，这些菌种存在于苹果和梨产品中。展青霉素对许多生物系统有毒性，但其在引起人类和动物疾病方面的作用尚不清楚。由于有记录的苹果汁食物中毒案例，对粪便大肠菌群污染园艺产品的研究急剧增加。植物病原体与食源性人类病原体（如沙门氏菌 (*Salmonella*) 和李斯特菌 (*Listeria*)）之间的相互作用已得到证实。一项涉及从零售市场收集的400多个健康和软腐烂农产品样本的研究表明，受细菌软腐病影响的产品中沙门氏菌的检出率是健康样本的两倍。

农产品受到人类病原体污染是一个需要解决的重要问题，同时还需要限制采后病原体引起的腐烂并保持产品质量。

采后病虫害综合防治：蔬菜产品储存期间对病虫害的有效且持续控制取决于以下措施的整合：

- 尽可能选择抗病虫害品种；
- 作物生长期内均衡的植物营养。根据作物需求控制灌溉并避免顶部喷灌；
- 采前病虫害防治处理；
- 在精确的成熟期进行采收以进行储存；
- 使用清洁的包装进行农产品采收；
- 清洁和分拣用于储存的蔬菜；
- 采后处理；
- 在包装区域保持良好卫生，并确保废水不受污染；

- 储存在经过清洁和消毒的储存设施中，具有良好的温度和湿度控制，并在通风口、门窗上安装防虫网；
- 储存条件应尽可能不利于病原体生长或害虫发育。

众所周知，化学控制的替代方法通常不如许多农药有效。任何单一的替代方法本身都不太可能提供与化学产品相同水平的控制。因此，有必要结合多种替代方法，制定综合策略，以成功减少采后病原体和害虫。

限制蔬菜作物储存期间的农产品损失涉及从田间到储存准备，再到仓库中农产品护理的病虫害控制方法和手段。通过采用综合方法，可以将损害风险降至最低。

参考文献

1. Coates L. M., G. I. Johnson, M. Dale, 1997. 果蔬采后病理学。《植物病原体与植物病害》。Rockvale Publications Editors, Armidale, Australia, 533–547.
2. Kumar V., H. Sharma, M. Sood, D. Kumar, 2024. 果蔬病虫害采后管理创新技术, Springer Nature, 63-81.
3. Sharma R. R., D. Singh, R. Singh, 2009. 微生物拮抗剂对果蔬采后病害的生物防治：综述。《生物防治》，50(3), 205–221.
4. Tripathi A. N., S. K. Tiwari, T. K. Behera, 2022. 蔬菜作物采后病害及其管理，《采后技术——最新进展、新视角与应用》中，章