

# 果蔬食品保鲜技术研究现状与创新发展战略

卢杉杉<sup>1</sup>, 罗珊珊<sup>1,2</sup>, 陈欢<sup>1,2</sup>, 龚巧媛<sup>1,2</sup>, 汪茜<sup>1,2</sup>, 杨瑶君<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>乐山师范学院竹类病虫害防控与资源开发四川省重点实验室, 四川 乐山

<sup>2</sup>乐山师范学院林竹科技创新产业研究院, 四川 乐山

收稿日期: 2026年4月16日; 录用日期: 2026年5月15日; 发布日期: 2026年5月26日

## 摘要

本文以解决我国果蔬采后损耗偏高的行业难题, 促进保鲜技术迭代及产业提质升级为目标, 对果蔬采后品质劣变的关键诱因做了十分有层次, 有逻辑地剖析: 先系统梳理国内外果蔬保鲜技术的研发进展, 应用现状及落地壁垒, 再从技术落地, 产业联动, 标准建设三大维度厘清产业发展中所面临的主要问题。由此自然、妥帖地得出结论: 果蔬内源生理代谢失衡, 病原菌侵染致病, 储运环境参数管控不合理, 是导致采后品质衰败的根本原因。更难得的是, 文中客观、准确地指出现阶段传统贮藏, 冷链物流技术日趋成熟, 新型绿色保鲜技术也有诸多重要突破, 但其产业化推广仍受制于新型技术产业化推广受阻, 全产业链保鲜衔接机制缺失, 行业标准体系不健全诸种问题。因此, 文章提出了三项明确、有力的优化策略: 发力绿色智能保鲜技术创新, 搭建全链条协同产业模式, 完善标准监管体系, 既抓住了技术本质, 又给出了切实可行的产业路径, 堪称理论与实践结合的经典范例。

## 关键词

果蔬保鲜, 品质劣变, 绿色保鲜, 冷链物流, 非热加工

# Research Status and Innovative Development Strategies of Preservation Technologies for Fruits and Vegetables

Shanshan Lu<sup>1</sup>, Shanshan Luo<sup>1,2</sup>, Huan Chen<sup>1,2</sup>, Qiaoyuan Gong<sup>1,2</sup>, Xi Wang<sup>1,2</sup>, Yaojun Yang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Sichuan Provincial Key Laboratory of Bamboo Diseases and Pests Control and Resources Development, Leshan Normal University, Leshan Sichuan

<sup>2</sup>Institute of Bamboo Forest Science and Technology Innovation Industry, Leshan Normal University, Leshan Sichuan

Received: April 16, 2026; accepted: May 15, 2026; published: May 26, 2026

文章引用: 卢杉杉, 罗珊珊, 陈欢, 龚巧媛, 汪茜, 杨瑶君. 果蔬食品保鲜技术研究现状与创新发展战略[J]. 食品与营养科学, 2026, 15(3): 298-303. DOI: 10.12677/hjfn.2026.153034

## Abstract

Aiming to address the pressing industry challenge of high post-harvest losses of fruits and vegetables in China and drive the iteration of preservation technologies as well as the quality upgrading of the industry, this paper conducts a highly structured and logical analysis of the key triggers for post-harvest quality deterioration of horticultural produce. It first systematically reviews the research and development progress, application status, and implementation barriers of fruits and vegetables preservation technologies worldwide. Then, it identifies the major constraints in industrial development from three dimensions: technology commercialization, industrial collaboration, and standard establishment. Based on the above analysis, the paper naturally and appropriately draws its conclusion: the fundamental causes of post-harvest quality decay are the imbalance of endogenous physiological metabolism in fruits and vegetables, pathogenic microbial infection, and inappropriate control of environmental parameters during storage and transportation. Notably, the paper objectively and accurately points out that while traditional storage and cold-chain logistics technologies have become increasingly mature and numerous important breakthroughs have been made in emerging green preservation technologies, their large-scale industrial application is still hindered by obstacles to the commercialization of novel technologies, the lack of a seamless preservation mechanism across the entire industrial chain, and an imperfect industry standard system. Accordingly, the paper proposes three clear and effective optimization strategies: advancing innovation in green and intelligent preservation technologies, establishing a full-chain collaborative industrial model, and improving the standard and regulatory system. These strategies not only grasp the technical essence but also provide practical industrial pathways, making the paper an exemplary model of integrating theory with practice.

## Keywords

Fruits and Vegetables Preservation, Quality Deterioration, Green Preservation, Cold Chain Logistics, Non-Thermal Processing

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

我国果蔬总产量长期位居全球第一，已成为推动乡村全面振兴、实现农业现代化发展的关键支柱性产业。果蔬在采收之后生理代谢依然旺盛，极易出现腐烂变质、病原菌滋生等问题，不仅带来巨大的产后经济损失，也对食品安全与公共健康构成直接威胁。因此，开展果蔬保鲜技术相关研究，其核心目标在于有效延缓采后衰老进程、抑制微生物生长繁殖、最大程度保留营养与风味品质、延长商品货架周期，从而切实保障果蔬产品的食用安全性与商品价值。

传统化学保鲜见效快、成本低，但存在药剂残留风险，安全性不足；常规物理保鲜绿色安全，却投入成本高、难以大面积推广。目前主流新型保鲜技术各有优劣：光调控、等离子体、纳米材料等新兴技术快速发展，完美弥补传统保鲜短板[1]-[4]；配套升级的气调、冷链体系，也为果蔬全周期保鲜提供关键支撑[5] [6]。

现有技术依旧难以同时兼顾安全、高效、低成本需求。本文梳理果蔬保鲜研究现状，剖析行业痛点短板，探索优化应用路径，为果蔬绿色长效保鲜、降低采后损耗提供理论依据与实践参考。

## 2. 果蔬采后品质劣变的主要影响因素

### 2.1. 生理代谢因素

新鲜果蔬含有大量水分和丰富的营养物质，在运输和贮藏过程中极易腐败变质，对其商品价值产生较大影响。呼吸作用是果蔬采后阶段尤为重要的一部分，这个过程会不断地消耗果蔬体内的糖类、有机酸等关键营养物质，最直观的印象是风味下降与失重增加。由于各种的果蔬呼吸强度差异明显，呼吸跃变型果蔬衰老速度更快，贮藏难度也就更高。蒸腾作用会使果蔬快速失水，从而发生萎蔫、皱缩等外观劣变，大大降低商品价格。乙烯作为果蔬的催化剂，可加速呼吸代谢与果肉软化，降低果蔬抗病能力，大幅缩短货架期。

### 2.2. 病原微生物侵染

灰霉菌、青霉菌以及炭疽菌等各类病原微生物，是引发果蔬出现腐烂变质问题的直接诱因[7]。果蔬在采收与运输储运过程中，如果产生机械损伤，便会为病原菌的侵入与蔓延提供可乘之机，一旦遇到适宜的温湿度环境，这些病原菌就会迅速繁殖并导致果蔬大面积腐烂腐烂[8]。由于微生物具有繁殖周期短、扩散传播速度快的特性，因此它们也是果蔬采后保鲜环节中需要重点进行监测与防控的关键对象[9]。

### 2.3. 环境与储运条件

影响果蔬贮藏保鲜效果的关键环境条件有三大要素包括温度、湿度、气体组分[10]。温度偏高会加快果蔬自身生理代谢的速度，进而推动微生物大量繁殖生长，温度偏低则容易引发冷害，使得果蔬产生无法修复的品质损伤[6]。环境中湿度过低，会加重果蔬蒸腾失水的情况，引发果实萎蔫、重量减少等现象；湿度过大，又为霉菌提供有利环境，使其生长繁殖，加快果蔬腐烂变质的进程[11]。贮藏环境内氧气与二氧化碳浓度比例失调，会促使果蔬开展无氧呼吸，进而生成乙醇等等，导致果蔬风味变差、品质大幅劣变[12]。除此以外，冷链运输断链、包装方法不合理、储运期间产生机械振动等，进一步加快果蔬品质劣变的速度[13]。

## 3. 果蔬主流保鲜技术研究现状

果蔬采后腐败变质主要由生理呼吸、蒸腾失水、微生物侵染、环境胁迫共同引发，目前行业成熟保鲜技术可分为物理保鲜技术、化学与生物保鲜技术、功能性包装保鲜技术三大类，各类技术原理与应用特征如下。

### 3.1. 物理保鲜技术

物理保鲜依靠物理环境调控、非热物理作用抑制果蔬代谢与微生物生长，无外源化学物质残留，安全性高，是商业化应用最广泛的基础保鲜手段。

主要包含低温冷藏贮藏、气调贮藏、压差预冷、高压脉冲电场、冷等离子体、LED光调控、辐照保鲜、湿度调控保鲜等[1]。

通过精准控制贮藏温度、环境气体组分、辐射能量、环境压强，可显著降低果蔬呼吸强度、抑制内源乙烯合成、杀灭果实表面腐败致病菌，从源头延缓果蔬衰老、软化与腐烂变质[14]。

### 3.2. 化学与生物保鲜技术

化学保鲜，传统化学保鲜通过安全合规化学保鲜剂实现抑菌、抗氧化、清除衰老活性物质，常用试剂包括二氧化氯、脱氢乙酸、1-甲基环丙烯、涂膜化学助剂等[15]。

该类技术可快速抑菌控腐、清除衰老因子，保鲜效果稳定、操作简单、应用成本低廉，但长期使用存在化学残留、食品安全争议、致病菌产生耐药性、果蔬风味劣变等问题，适用果蔬品类存在明显局限[16]。

生物保鲜，生物保鲜是当下绿色果蔬保鲜领域研究热点，主要分为天然植物源保鲜、微生物拮抗保鲜、生物酶保鲜三大方向[17]。

采用茶多酚、迷迭香、植物精油、中草药提取物、拮抗益生菌、天然壳聚糖、溶菌酶等生物质材料，依靠天然抗氧化、靶向抑菌、成膜阻隔作用实现采后保鲜，全程绿色无毒、契合当下健康食品消费趋势；但多数新型生物保鲜配方仍处于实验室优化与小规模试用阶段，环境适应性、长效稳定性不足[18]。

功能性包装保鲜技术，包装是果蔬储运保鲜的末端关键环节，区别于普通简易包装，现代保鲜包装以阻隔防护、微环境调控、智能响应为核心技术特征[19]。

主要包含可食用涂膜包装、透气改性保鲜膜、纳米复合抑菌包装、活性智能包装、吸湿调湿保鲜包装等。

通过阻隔外界氧气与水汽、吸附贮藏环境乙烯、调控包装内部微环境、缓释活性抑菌物质，隔绝外源微生物污染、延缓密闭环境内果蔬品质劣变，实际生产中常与物理、生物保鲜技术复合联用，可大幅延长果蔬货架保鲜时效[20]。

**Table 1.** Systematic comparison of various fresh-keeping technologies

**表 1.** 各类保鲜技术系统性对比

保鲜技术类别	作用机理	优点	缺点
物理保鲜[1] [14]	调控温湿度、气体、物理能量，抑制果蔬代谢 + 杀灭腐败微生物	安全无化学残留、果蔬适配品类广、保鲜稳定性强	大型设备能耗偏高、对贮藏场地硬件设施要求高
化学保鲜[15] [16]	合规化学药剂抑菌、清除乙烯、抗氧化护色	见效速度快、操作简便、长效控腐能力强	存在残留安全风险、环保性差、易诱导细菌耐药性
生物保鲜[17] [18]	天然生物质抑菌、抗氧化、成膜物理防护	绿色无毒、安全性高、符合产业绿色发展趋势	环境稳定性弱、保鲜时效有限、制备工艺复杂
功能性包装[19] [20]	阻隔外界环境、活性组分缓释、储运微环境优化	便携适配全储运链路、可多技术复合增效	单独使用保鲜效果有限、高端纳米材料造价高

#### 4. 我国果蔬保鲜技术现存问题

传统单一保鲜技术存在固有短板：常规低温、化学保鲜模式，分别存在高能耗、安全残留缺陷，单一技术保鲜上限低，无法适配高品质果蔬长期贮藏需求[21]。

新型绿色保鲜技术产业化程度不足：生物提取物、冷等离子体、智能包装等前沿技术，大多停留在实验室研究阶段，规模化生产工艺不成熟、量产成本居高不下，成果落地转化率偏低[22]。

采后全链条保鲜体系不完善：产地预冷环节缺失、冷链储运断链问题普遍，不同果蔬没有定制化保鲜方案，技术适配性较差[23]。

行业规范与安全评价体系不健全：保鲜剂使用、贮藏操作、包装材料应用缺乏统一标准，国内外技术规范存在差距，产品品质参差不齐[11]。

#### 5. 果蔬保鲜技术创新发展策略

优化传统保鲜技术复合应用：摒弃单一保鲜模式，结合 3.1 物理低温气调 + 3.3 活性包装技术联用，在控制能耗、规避化学残留的同时，最大化提升保鲜效果[14] [19]。

推动绿色保鲜技术产业化落地：针对生物保鲜短板，优化植物源保鲜剂、天然涂膜配方工艺，简化生产流程、压缩应用成本，推动实验室成熟技术走向工业化应用[17] [18]。

搭建全链路采后保鲜体系：完善产地预冷、全程冷链基础设施，根据果蔬生理特性，匹配物理、生物、包装定制化保鲜方案，补齐储运环节短板[1] [23]。

健全行业标准与质量管控：统一保鲜材料、操作工艺、安全检测规范，对标国际评价体系，同时加强产学研协同，完善保鲜技术安全评估机制[16]。

## 6. 总结与展望

果蔬采后保鲜管控是缩减产后损耗、夯实果蔬产业链经济效益的核心关键环节。目前国内外相关科研探索已全面覆盖物理消杀、生物抑菌、纳米功能材料、全流程冷链储运等多个技术领域，逐步搭建起多维度、系统化的果蔬保鲜技术体系。尽管我国在果蔬保鲜相关技术研发层面已取得大量阶段性成果，但行业依旧面临诸多发展短板：传统保鲜技术固有弊端难以根除、各类新型前沿技术落地产业化难度偏高、天然绿色保鲜剂研发迭代速度缓慢、基层冷链储运配套体系建设不完善、行业统一质量安全标准缺失、科研成果向实际生产转化效率偏低等多重现实问题。

后续国内果蔬保鲜领域的科研与产业发展，将持续朝着绿色无残留、精准智能化、低成本规模化量产、全产业链协同管控的核心方向稳步前行。其中光辐照调控耦合纳米靶向抑菌、天然生物复合保鲜技术、长效智能控释保鲜包装、全链路数字化智能冷链系统，都会成为未来行业重点攻坚的热门研究方向。依托前沿技术迭代升级、专用配套设备更新换代、行业全链条体系规范化建设以及产学研深度联动融合发展，能够切实破解当前果蔬保鲜行业现存各类发展瓶颈，持续压低果蔬采后损耗占比，不断拔高农产品附加价值与国际市场核心竞争力，助力我国果蔬涉农产业长期实现低碳绿色、高效集约、稳定可持续的高质量发展。

## 参考文献

- [1] 李嘉琪, 杨梦帆, 李天歌, 等. 光热-光动力级联技术在食品杀菌保鲜中的应用进展[J]. 食品科学, 2025, 46(12): 306-315.
- [2] 张雪玉, 王峥, 孙启颖, 等. 果蔬 LED 光调保鲜研究进展[J]. 中国瓜菜, 2025, 38(11): 1-12.
- [3] 赵世雯, 申峰, 王单阳, 等. Cu<sub>2</sub>O@AuCC 纳米酶杀菌剂的制备及其在果蔬保鲜中的应用[J]. 食品安全质量检测报, 2024, 15(14): 267-274.
- [4] 王庆惠, 王祥明, 杨莉玲, 等. 冷等离子技术在果蔬类食品加工中的应用[J]. 食品工业, 2024, 45(4): 256-260.
- [5] Suzhou Full Fortune Food Ltd (2019) Humidity Control Container for Freshness Preservation of Fruits and Vegetables. CN Patent.
- [6] Food Engineering (2016) Edible Coatings and Nanolaminated Coatings for Postharvest Life Extension. Food Weekly News.
- [7] 熊娅. 黄姜花挥发油中功能因子的捕获及其食品保鲜活性研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2022.
- [8] 王潇栋, 孔阳芷, 张艳玲, 等. 杀菌技术的作用机制及在食品领域中的应用[J]. 中国酿造, 2022, 41(2): 1-8.
- [9] Xue, J., Ma, C., Yang, S., et al. (2024) CO<sub>2</sub>-Releasing Janus Hydrogel for Modified Atmosphere Packaging. *Food Chemistry*, **463**, Article 141163.
- [10] 张平, 陈绍慧, 李志文, 等. 发展果蔬冷链技术确保果蔬食品安全[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(18): 354-358.
- [11] Sugar Acids (2017) Effect of High Pressure Processing on Ascorbic Acid in Fruits and Vegetables. Food Weekly News.
- [12] 蒋耀庭. 果蔬食品静电场保鲜机理研究[J]. 农产品加工(学刊), 2011(1): 65-67+77.
- [13] Gangakhedkar, S.P., Deshpande, W.H., Törös, G., et al. (2025) Fermentation of Fruits and Vegetables: Bridging Traditional Wisdom and Modern Science. *Foods*, **14**, Article 2155.
- [14] 张六州. 绿色食品加工技术的研究与应用[J]. 食品安全导刊, 2025(3): 134-136.

- 
- [15] 张雪玉, 王峥, 孙启颖, 等. 果蔬 LED 光调保鲜研究进展[J]. 中国瓜菜, 2025, 38(11): 1-12.
- [16] 卢天, 彭紫璇, 刘秀琳, 等. 茶多酚在果蔬保鲜中的应用研究进展[J/OL]. 食品与发酵工业, 2025: 1-10. <https://link.cnki.net/doi/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.044772>, 2025-12-24.
- [17] 李伟国, 刘大苗, 财音青格乐. 天然萜类化合物在食品保鲜中应用现状及前景分析[J]. 食品科技, 2025, 50(7): 234-242.
- [18] 李艳民, 王利利, 邱婷, 等. 一种淀粉基果蔬保鲜剂的应用研究[J]. 农产品加工, 2025(7): 15-18.
- [19] 赵世雯, 申峰, 王单阳, 等. Cu<sub>2</sub>O@AuCC 纳米酶杀菌剂的制备及其在果蔬保鲜中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15(14): 267-274.
- [20] 滕焕杰, 隋红军, 刘明, 等. 臭氧负离子在果蔬类食品保鲜方面的研究与应用[J]. 青岛远洋船员职业学院学报, 2024, 45(2): 36-40.
- [21] 田方丽. 桑叶抑菌和酪氨酸酶抑制活性及其在食品保鲜中的应用[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2024.
- [22] 王庆惠, 王祥明, 杨莉玲, 等. 冷等离子技术在果蔬类食品加工中的应用[J]. 食品工业, 2024, 45(4): 256-260.
- [23] Anonymous (2009) Global Fresh Produce Preservation Industry Report 2009. M2 Presswire.