

# 2024 年度中国食品科学技术学会科学技术奖提名公示

推荐奖种：中国食品科学技术学会科学技术奖-科学技术进步奖

项目名称：果蔬多相气调冷链保鲜关键技术与装备及其应用

完成单位：西华大学、成都市罗迪波尔机械设备有限公司、杭州屹石科技有限公司、四川会理果果果业有限责任公司、山西农业大学

完成人：邢亚阁、马嫻、许青莲、冯志宏、刘晓翠、耿福昌、吴爱萍、刘洪、罗刚、赵正

提名者：四川省食品科学技术学会

提名意见：

本项目在四川省重点研发项目、成都市科技局等项目支持下，西华大学牵头、成都市罗迪波尔机械设备有限公司、杭州屹石科技有限公司、四川会理果果果业有限责任公司和山西农业大学等单位，系统研究了四川特色果蔬生理病理特性，创建了特色果蔬贮藏保鲜关键技术体系，研制了臭氧气熏对比柜、气调箱/库、气调包装机等系列装备新产品，构建了全程冷链关键技术与远程信息监控体系，实现了特色果蔬贮藏保鲜产业应用，取得了良好的经济效益和社会效应。

项目创新成果主要在于：（1）探讨了臭氧对大蒜四种致腐霉菌基因差异表达影响机制，构建了鲜剥大蒜臭氧处理品质保障、青柠檬 1-MCP 协同臭氧护绿及延缓衰老与壶瓶枣裂果  $\text{ClO}_2(20\text{mg/L}, 20\text{min})$  气体熏蒸防腐控劣变等关键技术体系；研制了低浓度(0-18ppm)精准控制臭氧二氧化氯气熏对比柜，为果蔬预处理提供防腐关键技术装备。（2）建立了青脆李 1-MCP 协同气调贮藏 ( $4\%\text{O}_2+8\%\text{CO}_2+88\%\text{N}_2$ )与石榴气调贮藏( $5.0\%\text{O}_2+6.0\%\text{CO}_2+88\%\text{N}_2$ 与  $\text{C}_2\text{H}_4$  协调脱除)核心技术，创新连锁式气液控制阀等关键部件与优化通风、控制等系统，研创了气体精准控制(0.2%-1.0%)气调箱/库，为果实贮藏提供多相气调关键技术装备。（3）创建了青梅臭氧联合气调包装( $\text{O}_2\ 5\%+\text{CO}_2\ 10\%+\text{N}_2\ 85\%$ )关键技术与紫甘蓝气调运输、泡沫箱+多层瓦楞纸板协同物流模式；创新气体置换等关键部件与控制系统，研发了混配气体误差 $\leq 1\%$ 的正压气调包装机与气调运输车，为果蔬运销提供气调包装运输关键技术装备。（4）创建了真空预冷、1-MCP 熏蒸结合气调贮藏、气调包装全程冷链关键技术体系，构建了真空预冷、气调库与气调运

输车及销售柜冷链远程信息监控预警体系,为贮运销全程品质保障提供技术信息护航。

项目获授权专利 27 项, 发表论文 32 篇, 软件著作权 16 项, 制定地方标准 2 项, 完成著作 2 部, 完成科技成果 1 项, 以谢明勇院士为组长评价委员会评价结论为整体技术国际先进。推广六年来, 经测算, 整体技术减少化学保鲜剂使用率 32%-85%, 冷害发生率降低 6%-9%, 延长贮藏货架期 30%-60%, 减损率 4%-14%, 经济效益显著, 成果应用极大带动四川果蔬产业发展, 促进了民族地区和谐稳定, 经济社会效益显著, 为加快现代农业“10+3”产业体系建设与推进向农业强省跨越, 为果蔬保质、延供、增值和提效提供新技术路径。

**提名该项目为中国食品科学技术学会科学技术奖-科学技术进步奖。**

# 主要代表性知识产权

## 一、科技成果评价

果蔬多相气调冷链保鲜关键技术与装备及其应用，评价报告：川农科（评价）字（2022）第6号

## 二、授权专利、标准与软著

### 1. 授权国家发明专利

- [1] 包装盒内切膜机，国家发明专利：ZL 2015 10475684.5
- [2] 一种恒阻力且能同时调整径向和轴向尺寸的组合结构，国家发明专利：ZL 2018 1 0269355.9
- [3] 一种发酵型石榴乌梅浸膏及其制备方法，国家发明专利：ZL 2017 1 0124841.7
- [4] 一种青梅沙拉调味汁及其制备方法，国家发明专利：ZL 201810054233.8
- [5] 一种青梅调味汁及其制备方法、应用，国家发明专利：ZL 201810055462.1
- [6] 一种果蔬复合冲调粉及其制备方法，国家发明专利：ZL 201510579681.6
- [7] 果蔬货架专用保湿高效生物保鲜剂的制备方法，国家发明专利，ZL 2016 1 0889006. 8
- [8] 食用菌杀青水复合营养果蔬甜辣调味酱及其制备方法，国家发明专利：ZL201410632548.8
- [9] 一种枇杷叶提取液高压真空浸渍与微波真空干燥制备脐橙干泡片的方法，国家发明专利：ZL201410519957.7
- [10] 鲜食红薯茎叶生物源固液气三相三级自启动式货架专用保鲜剂，国家发明专利：ZL201410407456.X
- [11] 一种低温冷冻壳聚糖瞬间覆膜护色技术制备柠檬甜脆片的方法，国家发明专利：ZL 2014 1 0203942. X
- [12] 一种连锁式气液电动控制阀，国家发明专利，ZL201710907138.3

### 2. 制定地方标准

- [1] 山西省地方标准，DB 14/T 1136-2015-玫瑰香葡萄采前管理及贮藏技术规程
- [2] 山西省地方标准，DB 14/T 1379-2017-鲜枣冷链物流技术规程

### 3. 授权国家实用新型专利

- [1] 一种实现果蔬保鲜库自然冷源利用和均温净气的导流系统，授权实用新型专

利：ZL 2018 2 0796701. 4.

[2] 一种实验室人工气调配气系统，授权实用新型专利：ZL 2018 2 1038973. 4.

[3] 一种果蔬冷库制冷设备辅助散热装置，授权实用新型专利：ZL 2018 2 0426291.4.

[4] 连锁式气液电动控制阀，授权实用新型专利：ZL 2017 2 1269546.2.

[5] 一种气体浓度检测设备及气体提取装置，授权实用新型专利：ZL 2009 2 0198021.3.

[6] 一种气调保鲜实验箱，授权实用新型专利：ZL 2009 2 0192463.7.

[7] 具有无线接触导电机机构的包装机，授权实用新型专利：ZL 2015 2 0584573.3.

[8] 均匀送气装置及气调包装机，授权实用新型专利：ZL 2016 2 0947429. 6.

[9] 气体混配装置及气调包装机，授权实用新型专利：ZL 2016 2 0958631. 9.

[10] 免维护恒定阻力结构，授权实用新型专利：ZL 2018 2 0434630. 3.

[11] 一种能同时调整径向和轴向尺寸的组合结构，授权实用新型专利：ZL 2018 2 0434658. 7.

[12] 一种维护便捷的负压密封腔室结构，授权实用新型专利：ZL 2019 2 0709063.2.

[13] 一种新型气胀轴结构发明人，授权实用新型专利:ZL 2019 2 0728082. X.

[14] 一种集成式阀座结构，授权实用新型专利:ZL 2019 2 0728059. 0.

[15] 一种简易高效的转向结构，授权实用新型专利:ZL 2019 2 0728140.9.

[16] 卧式气调包装机的机座，授权实用新型专利:ZL201520584625.7.

[17] 一种包装盒承接装置，授权实用新型专利:ZL 2016 2 .0947225.2.

[18] 一种充气装置，授权实用新型专利:ZL 2016 2 0958780. 5.

[19] 一种自动分盒装置及应用该装置的包装流水线，授权实用新型专利:ZL 2016 2 0958705. 9.

[20] 一种推送装置和包装装置，授权实用新型专利: ZL 2016 2 0958694. 4.

#### **4. 软件著作权登记证书**

[1] 智能双模气调保鲜箱控制系统，杭州屹石科技有限公司，03843539，开发完成日期：2018年06月22日，登记号：2019SR0364446.

[2] 气调保鲜试验箱控制系统，杭州屹石科技有限公司，03819945，开发完成日

期：2017年05月30日，登记号：2019SR0367079.

[3]气调保鲜库控制软件，杭州屹石科技有限公司，开发完成日期：2009年12月18日，登记号：2010SR022103.

[4] 气调保鲜库温度精准控制系统，杭州屹石科技有限公司，03843545，开发完成日期：2017年06月25日，登记号：2019SR0364452.

[5] 模拟物流冷藏箱控制系统，杭州屹石科技有限公司，03838460，开发完成日期：2018年10月22日，登记号：2019SR0365887.

[6] 冷链物流气调箱控制系统，杭州屹石科技有限公司，03838539，开发完成日期：2018年10月15日，登记号：2019SR0367197.

[7] 甘薯存储试验箱控制系统，杭州屹石科技有限公司，03813521，开发完成日期：2018年12月30日，登记号：2019SR0366587.

[8] 多阶温度梯度箱控制系统，杭州屹石科技有限公司，03843561，开发完成日期：2018年06月28日，登记号：2019SR0364469.

[9] 臭氧灭菌对比柜控制系统，杭州屹石科技有限公司，03866812，开发完成日期：2017年12月19日，登记号：2019SR0365412.

[10] 臭氧二氧化氯灭菌对比柜控制系统，杭州屹石科技有限公司，03838451，开发完成日期：2018年12月31日，登记号：2019SR0365758.

[11] RDL380 正压气调保鲜包装机控制系统，成都市罗迪波尔机械设备有限公司，05602043，开发完成日期：2019年04月25日，登记号：2020SR0384156.

[12] RDL400T 贴体保鲜包装机控制系统，成都市罗迪波尔机械设备有限公司，05604496，开发完成日期：2019年02月25日，登记号：2020SR0383681.

[13] RDW500 自动输送式气调保鲜包装机控制系统，成都市罗迪波尔机械设备有限公司，05612263，开发完成日期：2019年05月13日，登记号：2020SR0390843.

[14] RDL480V 负压气调保鲜包装机控制系统，成都市罗迪波尔机械设备有限公司，05597206，开发完成日期：2019年02月15日，登记号：2020SR0375326.

[15] RDW550 自动输送式气调保鲜包装机控制系统，成都市罗迪波尔机械设备有限公司，05597207，开发完成日期：2019年05月20日，登记号：2020SR0375332.

## 代表性中英文文章

- [1] Xingmei Liao, Yage Xing, Xiangfeng Fan, Ye Qiu, Qinglian Xu and Xiaocui Liu. Effect of Composite Edible Coatings Combined with Modified Atmosphere Packaging on the Storage Quality and Microbiological Properties of Fresh-Cut Pineapple. *Foods* 2023, 12, 1344.
- [2] Yage Xing, Xingmei Liao Haijun Wu, Jiamin Qiu, Rufeng Wan, Xiaomin Wang, Rumeng Yi, Qinglian Xu and Xiaocui Liu. Comparison of Different Varieties on Quality Characteristics and Microbial Activity of Fresh-Cut Pineapple during Storage. *Foods* 2022, 11, 2788.
- [3] Yage Xing, Hua Yang, Xunlian Guo, Xiufang Bi, Xiaocui Liu, Qinglian Xu, Qin Wang, Wenxiu Li, Xuanlin Li, Yuru Shui, Cunkun Chen, Yi Zheng. Effect of chitosan/Nano-TiO<sub>2</sub> composite coatings on the postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruits. *Scientia Horticulturae*, 2020, 263, 109135.
- [4] Yage Xing, Jing Tang, Xuanlin Li, Ruihan Huang, Lin Wu, Qinglian Xu, Xiaocui Liu, and Xiufang Bi. Photo-Induced Antifungal Activity of Chitosan Composite Film Solution with Nano-Titanium Dioxide and Nano-Silver. *Journal of Food Protection*, 85(4), 2022, 597-606.
- [5] Yage Xing, Xiangfeng Fan, Xuanlin Li, Qinglian Xu, Jing Tang, Lin Wu, Qi Wang, Xiufang Bi, Xiaocui Liu. Green synthesized TiO<sub>2</sub> nanoparticles: Structural characterization and photoinduced antifungal activity against *P. steckii*. *Journal of Food Science*, 2023, 88:328-340.
- [6] Yuan Ma, Shaohua Li, Xiaocui Yin, Yage Xing, Hongbin Lin, Qinglian Xu, Xiufang Bi, and Cunkun Chen. Effects of Controlled Atmosphere on the Storage Quality and Aroma Compounds of Lemon Fruits Using the Designed Automatic Control Apparatus, *BioMed Research International*, 2019, Article ID 6917147, 17 pages. (SCI)
- [7] He Li, Xuanlin Li, Ranran Wang, Yage Xing, Qinglian Xu, Yuru Shui, Xunlian Guo, Wenxiu Li, Hua Yang, Xiufang Bi and Zhenming Che. Quality of Fresh-Cut Purple Cabbage stored at Modified Atmosphere Packaging and Cold-chain Transportation.

International Journal of Food Properties, 23:1, 138-153. (SCI)

[8] Ranran Wang, Yage Xing, Xuanlin Li, Xunlian Guo, Qinglian Xu, Wenxiu Li, Cunkun Chen, Hua Yang, Xiufang Bi & Zhenming Che. Microstructure and quality of Cabbage slices (*Brassica oleracea* L. var. capitata L.) as affected by cryogenic quick-freezing treatment. International Journal of Food Properties, 2019, 22(1). (SCI)

[9] He Li , Yuru Shui , Shaohua Li , Yage Xing , Qinglian Xu , Xuanlin Li , Hongbin Lin , Qin Wang , Hua Yang , Wenxiu Li & Zhenming Che. Quality of fresh cut lemon during different temperature as affected by chitosan coating with clove oil. International Journal of Food Properties, 2020, 7, 1214-1230. SCI. (SCI)

[10] Yage Xing, Rumeng Yi, Hua Yang, Qinglian Xu, Ruihan Huang, Jing Tang, Xuanlin Li, Xiaocui Liu, Lin Wu, Xingmei Liao, Xiufang Bi and Jinze Yu. Antifungal Effect of Chitosan/Nano-TiO<sub>2</sub> Composite Coatings against *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cladosporium oxysporum* and *Penicillium steckii*. Molecules, 2021, 26(15): 4401. (SCI)

[11] Yage Xing, Xingmei Liao, Xiaocui Liu, Wenxiu Li, Ruihan Huang, Jing Tang, Qinglian Xu, Xuanlin Li and Jinze Yu. Characterization and Antimicrobial Activity of Silver Nanoparticles Synthesized with the Peel Extract of Mango. Materials, 2021, 14(19): 5878. (SCI)

[12] Yage Xing, Qinglian Xu, Xingchen Li, Cunkun Chen, Li Ma, Shaohua Li, Zhenming Che, and Hongbin Lin. Chitosan-based coating with antimicrobial agents: preparation, property, mechanism, and application effectiveness on fruits and vegetables. International Journal of Polymer Science, 2016, Article ID 4851730, 24 pages. (SCI)

[13] Yage Xing, Xiaomin Wang, Xunlian Guo, Ping Yang, Jinze Yu, Yuru Shui, Cunkun Chen, Xuanlin Li, Qinglian Xu, Lin Xu, Xiufang Bi and Xiaocui Liu. Comparison of Antimicrobial Activity of Chitosan Nanoparticles against Bacteria and Fungi. Coatings, 2021, 11(7): 769.(SCI)

[14] Yage Xing, Hongbin Lin, Dong Cao, Qinglian Xu, Wenfeng Han, Ranran Wang, Zhenming Che and Xihong Li. Effect of chitosan coating with cinnamon oil on the quality and physiological attributes of China jujube fruits. BioMed research

international, 2015, 2015. (SCI)

[15] Yage Xing, Tianyi Yue, Yu Wu, Qinglian Xu, Xunlian Guo, Xiaomin Wang, Shuang Yang, Lin Xu and Ping Yang. Effect of Chitosan Composite Coatings with Salicylic Acid and Titanium Dioxide Nanoparticles on the Storage Quality of Blackcurrant Berries. *Coatings*, 2021, 11(6): 738. (SCI)

[16] Hong Liu, Lin Xu, Fengling Yu, Jia Tan, Lin Cao, Yage Xing, Qinglian Xu, Shuang Yang, Xiaocui Liu, Ping Yang, Tianyi Yue, Xiaomin Wang and Zhenming Che. Effects of different ozone treatments on the storage quality and stability of fresh peeled garlic. *RSC Advances*, 2021, 11(37): 22530-22543. (SCI)

[17] Xuanlin Li, Yage Xing, Yuru Shui, Xiaotong Cao, Ruohan Xu, Qinglian Xu, Xiufang Bi & Xiaocui Liu. Quality of bamboo shoots during storage as affected by high hydrostatic pressure processing. *International Journal of Food Properties*, 2021, 24(1): 656-676. (SCI)

[18] Yuan Ma, Ming Luo, Yingping Xu, Yingjia Liu, Xiaocui Liu, Xiufang Bi, Yiping Yuan, Fan Su and Xiaocui Yin. Purification and characterization of a thaumatinlike protein-1 with polyphenol oxidase activity found in *Prunus mume*. *RSC Advances*, 2020, 10: 28746-28754. (SCI)

[19] 许青莲,黄锐函,李宣林,邢亚阁,税玉儒,吴林,于晋泽. 芒果叶提取液生物合成纳米 TiO<sub>2</sub> 工艺优化及其抗菌性能. *农业工程学报*, 2021, 37(18):281-289.

[20] 李少华,曹琳,杜庆庆,李宣林,赵芹江,张大凤,朱丽英,邢亚阁. 不同涂膜保鲜剂对柠檬贮藏品质的影响. *食品科技*, 2017, 42(07):50-54.

[21] 许青莲,王冉冉,王丽,邢亚阁,李文秀,杨华,车振明. 不同预冷方式对鲜切紫甘蓝冷链贮运销品质变化的影响. *食品与发酵工业*,2019,45(07):135-143.

[22] 邢亚阁,廖兴梅,李文秀,唐静,许青莲,李宣林,黄锐函,于晋泽. 不同制备条件对纳米银绿色合成的影响. *食品与发酵工业*, 2022, 48(7), 231-237.

[23] 曹琳,李少华,周树波,张大凤,陈存坤,蒙英,邢亚阁. 臭氧水处理对葡萄品质和表面微生物的影响. *食品科技*, 2017, 42(08):40-44.

[24] 曹琳,张琪,张琦,曾朝懿,邢亚阁,车振明. 壳聚糖涂膜结合不同包装方式对鲜剥大蒜的保鲜效果. *食品科技*, 2018, 43(01):37-42.



- [25] 林洪斌,郭训练,刘茜,邢亚阁,许青莲,方佳兴,车振明. 纳米壳聚糖粒子制备工艺优化及抗菌性研究. 食品与发酵工业, 2020,46(03):110-117.
- [26] 范雨航, 李少华, 许青莲, 黄家红, 张玉书, 朱丹, 邢亚阁, 朱丽英, 廖琪. 气调保鲜对采后柠檬贮藏品质的影响. 食品工业科技, 2017, 38(05):324-328
- [27] 王冉冉, 蒋子敬, 李金姝, 秦婷婷, 车振明, 林洪斌, 邢亚阁, 陈存坤. 速冻联合低温贮藏处理对切块紫甘蓝保鲜的影响. 食品科技, 2017, 42(07):38-43.
- [28] 曹琳, 曹东, 陈存坤, 何竹筠, 邢亚阁, 张广峰, 王宝刚. 鲜剥大蒜中腐败微生物的分离纯化及鉴定. 中国酿造, 2017, 36(09):123-126.
- [29] 许青莲, 李少华, 税玉儒, 杨华, 李宣林, 林洪斌, 邢亚阁. 鲜切柠檬壳聚糖复合保鲜涂膜配方优化. 食品与发酵工业, 2019, 45(17):166-172.
- [30] 马嫻, 罗鸣, 殷晓翠, 等. 果梅的化学成分及应用研究进展. 食品工业科技, 2018, 39(4): 337-341+352.
- [31] 邢亚阁,邓海霞,税玉儒,刘芸君,李宣林,林洪斌,杨萍,毕小朋. 低温结合 1-MCP 和臭氧熏蒸协同处理对青柠檬贮藏品质的影响. 西华大学学报(自然科学版), 2020, 39(06):31-36.

主要完成人

排序	姓名	年龄	技术职称	工作单位	对成果创造性贡献
1	邢亚阁	43	教授	西华大学	项目总负责
2	马嫻	45	教授	西华大学	气调保鲜及冷链追溯研究
3	许青莲	42	高级实验师	西华大学	果蔬保鲜技术优化研究
4	冯志宏	44	副研究员	山西农业大学	气调保鲜技术研究推广
5	刘晓翠	37	副教授	西华大学	包装材料保鲜效果研究
6	耿福昌	44	高级经济师	四川会理果果果业有限责任公司	果品贮藏加工技术优化推广
7	吴爱萍	48	工程师	杭州屹石科技有限公司	气调库研发与推广
8	罗刚	48	-	成都市罗迪波尔机械设备有限公司	气调包装设备创新研制
9	赵正	41	工程师	成都市罗迪波尔机械设备有限公司	气调包装设备创新腌制

## 完成单位

完成单位	对本项目重要科学发现的贡献
西华大学	<p>重点系统研究特色果蔬多相气调冷链保鲜关键技术，参与优化多相气调保鲜设备，积极推动技术成果应用。对科技创新成果的主要贡献为：(1) 重点建立了果蔬低温联合臭氧、低温协同 1-MCP 与臭氧熏蒸保绿贮藏等关键技术，参与优化了臭氧与二氧化氯双相气熏预处理装备；(2) 主要创建了青梅臭氧联合多相气调处理防腐保鲜与石榴 1-MCP 协同气调贮藏核心技术，参与优化了多相气调箱/库；(3) 重点创建了青脆李 1-MCP 联合气调包装关键技术与紫甘蓝压差预冷、多相气调运输及泡沫箱+多层瓦楞纸板冷链物流模式；参与优化了气调包装机与气调运输车；(4) 主要构建了果蔬多相气调贮藏与气调包装全程冷链关键技术体系，创建了全程冷链远程监控预警体系。对创新点一、二、三和四作出主要贡献。</p>
成都市罗迪波尔机械设备有限公司	<p>重点研创多相气调包装关键设备部件与正压气调包装机、生产线等系列设备新产品，参与研究特色果蔬多相气调包装与冷链保鲜关键技术，积极推动技术成果应用。对科技创新成果的主要贡献为：(1) 重点研创了气调包装机关键部件，开发了正压气调包与气调包装生产线等系列装备新产品，(2) 参与构建了特色果蔬冷链保鲜关键技术体系。对创新点三和四作出主要贡献。</p>
杭州屹石科技有限公司	<p>重点研创多相气调贮藏运输装备等关键设备部件与气调箱、气调库、气调运输车等系列设备新产品，参与研究特色果蔬多相气调贮藏等冷链保鲜关键技术，积极推动技术成果应用。对科技创新成果的主要贡献为：(1) 重点研创了气调包装机关键部件，开发了正压气调包与气调包装生产线等系列装备新产品，(2) 参与构建了特色果蔬气调贮藏保鲜冷链保鲜关键技术体系。对创新点二和四作出主要贡献。</p>
四川会理果果业有限责任公司	<p>重点研创多相气调包装关键设备部件与正压气调包装机、生产线等系列设备新产品，参与研究特色果蔬多相气调包装与冷链保鲜关键技术，积极推动技术成果应用。对科技创新成果的主要贡献为：(1) 主要参与了石榴等特色果品气调贮藏保鲜关键技术优化，推动气调贮藏装备与技术实施推广与应用。(2) 协助完成石榴等果品保鲜冷链技术体系构建与推广实施与应用。对创新点二和四作出贡献。</p>
山西农业大学	<p>重点研究特色果蔬多相气调冷链保鲜关键技术，参与优化多相气调贮藏保鲜设备，积极推动技术成果应用。对科技创新成果的主要贡献为：(1) 重点建立了果蔬低温联合臭氧、低温协同 1-MCP 与臭氧熏蒸等果蔬关键技术；(2) 主要创建了果蔬多相气调处理防腐保鲜与 1-MCP 协同气调贮藏关键技术，参与优化了多相气调箱/库；(3) 重点创建了青脆李 1-MCP 联合气调包装关键技术。对创新点一和三作出主要贡献。</p>