

2025 年度陕西省科学技术进步奖提名公示内容

一、成果名称

果蔬食品加工主要安全因子识别控制关键技术与应用

二、提名单位及提名意见

提名单位：陕西省教育厅

提名意见：

我国果蔬食品加工产业长期面临有害微生物污染、真菌毒素超标等突出安全风险，导致加工产业与巨量鲜果产能不匹配，严重制约产业升级。因此，组织核心科研力量进行技术攻关，实现果蔬加工中关键质量安全因子识别控制，对我国果蔬产业发展具有重大意义。

在国家自然科学基金、国家“十一五”、“十二五”科技支撑计划项目及陕西省农业科技创新转化项目等支持下，项目组围绕苹果、猕猴桃等西北特色果蔬加工中有害微生物污染及真菌毒素超标等问题，系统开展了危害因子的识别控制理论方法构建与关键技术研发，形成了“基础研究-技术突破-产业应用”的完整创新链，为我国果蔬加工产业构筑了全产业链绿色安全保护屏障并取得了系列成果：（1）甄别发现嗜酸耐热菌主要菌株，解析其胞内特征物质代谢调控分子机制，创建快速识别检测与免疫捕获杀灭技术；（2）发现展青霉素、赭曲霉素关键产毒菌株，阐明其全产业链分布与产毒规律，建立多维快速检测方法；突破失活微生物细胞定向去除、复合酶修饰分级介孔气凝胶连续流动去除展青霉素等关键技术；（3）创新提出全产业链有害微生物和真菌毒素识别控制系统解决方案，形成“识别—阻断—去除—验证”一体化技术体系。技术成果在陕西、山东、辽宁、甘肃等区域推广，有效解决了加工品微生物污染、毒素超标问题，产生重大经济社会效益。

该成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科技进步奖提名条件。特提名该成果为陕西省科技进步奖一等奖。

三、成果简介

果蔬食品加工全产业链中有害微生物污染及真菌毒素超标问题突出，严重威

胁果蔬加工食品的质量安全。对此，本成果以服务国家食品安全战略为导向，聚焦果蔬加工关键质量安全因子检测控制，历经十余年产学研联合攻关，取得以下核心创新：（1）甄别发现了威胁我国果蔬食品加工质量安全性的嗜酸耐热菌主要菌株，创建了危害菌株库，解析了胞内特征物质代谢调控分子机制，创建了快速识别检测与免役捕获杀灭技术方法。（2）发现了展青霉素、赭曲霉素的主要产生菌菌株，构建了菌株库，揭示了展青霉素和赭曲霉素产生菌在全产业链的分布与代谢产毒特征；建立了展青霉素和赭曲霉素及其产生菌快速识别检测技术方法，突破了果蔬汁中展青霉素和赭曲霉素定向去除关键技术。（3）提出了我国果蔬食品加工全产业链嗜酸耐热菌、高渗酵母、展青霉素、赭曲霉毒素识别控制的系统解决方案，创建了关键技术体系。通过项目实施，团队授权国家发明专利 19 件，发表论文 180 多篇，成果登记 12 项；主持修订国家苹果制品展青霉素限量标准 1 项，形成可复制、可推广的系统解决方案。培养了多名硕博研究生及专业人才，获批了多个省部级科研平台；应用推广创造了良好的经济社会效益。

四、客观评价

成果聚焦果蔬加工全产业链安全危害控制难题，形成了“高效识别-快速检测-系统控制”技术体系，整体达到国内先进水平，部分核心技术国际领先。

（1）技术创新性与权威性：通过成果鉴定，其中“苹果及果汁生产过程中嗜酸耐热菌的分离、鉴定、检测及控制技术”被认定为“首次确定黄土高原区域威胁苹果质量安全的嗜酸耐热菌菌群”“首次建立特征代谢产物动力学模型及快速检测技术”，达到国际领先水平；“苹果汁中展青霉素的溯源与控制技术”构建了全程安全控制体系，达到国内领先水平。

（2）学术影响力：在 *Chemical Engineering Journal*、*Food Chemistry* 等权威期刊发表论文学术论文 180 余篇，授权国家发明专利 19 件，成果登记 12 项；学术成果被国内外同行广泛引用（如加拿大 UBC、西班牙维戈大学等在 *Chemical Reviews*、*Trends in Food Science & Technology* 等顶级期刊评述本成果技术。

（3）行业贡献：参与修订国家标准《GB 2761-2011 食品安全国家标准食品中真菌毒素限量》，主持苹果制品中展青霉素限量标准部分，直接推动行业安全标准完善，有效解决了果蔬加工中的关键安全问题，支撑了产业高质量发展。

综上，本成果兼具学术创新性与行业实用性，为我国果蔬加工全产业链安全

防控提供了重要技术支撑，得到了学界与产业界的广泛认可。

五、应用情况

成果围绕苹果及猕猴桃等特色果蔬加工全产业链安全危害识别控制关键技术研究与应用总体目标，建立了我国苹果及猕猴桃果汁主要危害识别与控制技术体系。该体系以苹果储藏、加工全产业链为主线，在鲜果采收贮藏商品化处理、果汁加工等产业链中各环节的各关键点都采取了科学的控制技术和措施，并进行了有效管理，确保了整个苹果-果汁加工产业链的安全生产，构筑了特色果蔬制品加工及国际化贸易绿色安全保护屏障。技术成果在陕西海升果业发展股份有限公司、西安冰峰饮料股份有限公司、陕西绿梦食品有限责任公司等浓缩果汁及果汁饮料生产企业，杨凌环球园艺有限公司猕猴桃果汁生产企业，陕西省安康市圣泰生物科技有限责任公司、平利县圣泰农业工贸有限公司、厦门倍能生物科技有限公司、惠尔康集团有限公司等苹果多酚及功能食品基料生产企业推广应用。研发成果应用于果品储藏、加工及质量安全因子检测等多个方面，推动了陕西、山东等区域苹果、猕猴桃种植与加工产业发展，促进建设了农业农村部苹果综合加工集成科研基地，推动了我国果蔬行业科技进步和产业发展整体进程。

表 1 主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	陕西海升果业发展股份有限公司	苹果加工全产业链安全危害识别控制关键技术	苹果浓缩汁 规模化生产	2006-2019	王林松
2	陕西恒兴果汁饮料有限公司	苹果加工全产业链安全危害识别控制关键技术	苹果浓缩汁规模化生产	2006-2019	杜宏强
3	杨凌环球园艺有限公司	苹果加工全产业链安全危害识别控制关键技术	NFC 果汁规模化生产	2009-2019	顾小福
4	西安冰峰饮料股份有限公司	果汁（果味）加工全产业链安全危害识别控制关键技术	果汁（果味）饮料规模化生产	2019-2023	刘天良
5	陕西省安康市圣泰生物科技有限责任公司	苹果多酚（茶多酚）加工安全危害识别控制关键技术	多酚及系列产品开发生产	2020-2023	宋兵
6	陕西省白水县宏达果业有限责任公司	苹果安全生产的质量控制技术	苹果储藏加工	2007-2019	任俊锋
7	陕西绿梦食品有限责任公司	苹果多酚（茶多酚）加工安全危害识别控制关键技术	果汁饮料规模化生产	2019-2023	赵涛
8	平利县圣泰农业工贸有限公司	苹果多酚（茶多酚）加工安全危害识别控制关键技术	苹果多酚及相关产品生产	2019-2023	严开银

9	厦门倍能生物科技有限公司	苹果加工安全因子识别控制关键技术	多酚生产及功能食品基料开发	2021-2023	蔡福带
10	惠尔康集团有限公司	苹果加工安全因子识别控制关键技术	红苹果系列产品开发	2020-2023	陈颖

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	赭曲霉毒素 A 的检测方法和电化学 OTA 适体传感器的制备方法	中国	ZL202210651235.1	2024-5-28	7046666	西北大学	盛庆林, 王亚慧, 袁亚宏, 岳田利
2	发明专利	一种 ϵ -聚赖氨酸包覆方法、 ϵ -聚赖氨酸包覆物及抗菌应用	中国	ZL202211596642.3	2024-07-30	7243525	西北农林科技大学, 西北大学	王周利, 梁云浩, 蔡瑞, 李国龙, 岳田利, 袁亚宏, 高振鹏
3	发明专利	一种多功能荧光传感器及其制备方法和应用	中国	ZL202010680026.0	2023-05-12	5964620	西北大学	盛庆林, 乔秀娟, 岳田利
4	发明专利	一种磁性共价有机骨架纳米材料、制备方法及应用	中国	ZL202210068436.9	2023-02-03	5727866	西北大学	盛庆林, 杨姝英, 周佳怡, 何靖怡, 岳田利
5	发明专利	酸土脂环酸芽孢杆菌 PCR 检测用引物、探针及应用	中国	ZL201310603130.X	2015-04-08	1630912	西北农林科技大学	岳田利, 王周利, 袁亚宏, 蔡瑞, 牛晨
6	发明专利	脂环酸芽孢杆菌的免疫磁性微球及其应用	中国	ZL201310254150.0	2014-12-24	1551634	西北农林科技大学	岳田利, 王周利, 袁亚宏, 蔡瑞, 牛晨, 郭彩霞
7	发明专利	果汁中脂环酸芽孢杆菌的免疫磁分离-ELISA 检测方法	中国	ZL201310254147.9	2014-09-10	1477961	西北农林科技大学	岳田利, 王周利, 袁亚宏, 蔡瑞, 牛晨, 郭彩霞
8	论文	Continuous flow removal of patulin by cysteine and porcine	欧洲	10.1016/j.cej.2023.146472	2023-11-01	Chemical Engineering	西北农林科技大学	闫小孩, 董欣茹, 赵倩囡, 杜耕安, 郭琪, 袁

		pancreatic lipase-modified hierarchical mesoporous zirconium metal-organic framework aerogel for apple juice treatment				Journal	学, 西北大学	亚宏, 岳田利
9	论文	Magnetic capture of sulfur quantum dots encapsulated in MOF-5-NH ₂ via a target-driven self-cycling catalyzed hairpin assembly for the sensitive detection of patulin	欧洲	10.1016/j.cej.2021.133624	2022-04-01	Chemical Engineering Journal	西北农林科技大学, 西北大学	闫小孩, 赵玉宁, 杜耕安, 郭琪, 陈鸿, 何倩, 赵倩囡, 叶焕峰, 王建龙, 袁亚宏, 岳田利
10	论文	DNA walker-assisted aptasensor for highly sensitive determination of Ochratoxin A	欧洲	10.1016/j.bios.2021.113171	2021-06-15	Biosensors and Bioelectronics	西北大学	王亚慧, 宋微, 赵海艳, 杨姝英, 乔秀娟, 盛庆林, 岳田利

七、主要完成人情况

排名	姓名	职称	行政职务	工作单位	完成单位	对本成果主要学术和技术创造性贡献
1	岳田利	教授	院长	西北大学	西北大学	负责成果总体技术方案设计与组织实施
2	袁亚宏	教授	无	西北大学	西北大学	负责嗜酸耐热菌、展青霉素等主要安全因子的识别控制技术研发，组织试验示范、技术培训和推广工作
3	盛庆林	教授	无	西北大学	西北大学	负责真菌毒素及重金属快速检测技术研发与应用推广
4	王周利	教授	无	西北农林科技大学	西北农林科技大学	负责嗜酸耐热菌快速识别检测技术研发与应用推广
5	蔡瑞	副教授	无	西北大学	西北大学	负责嗜酸耐热菌高效控制技术研发与应用推广
6	王媛	副教授	无	西北大学	西北大学	负责展青霉素、赭曲霉素产生菌识别控制技术研发与应用推广
7	闫小孩	讲师	无	西北大学	西北大学	负责展青霉素快速检测控制技术研发与应用推广
8	赵旭博	副教授	无	西北农林科技大学	西北农林科技大学	主要参与果蔬危害因子风险评估及控制技术的研发与应用推广
9	龙芳羽	副教授	无	西北农林科技大学	西北农林科技大学	主要参与嗜酸耐热菌控制技术研发与应用推广

10	郭春锋	教授	无	西北农林科技大学	西北农林科技大学	主要参与展青霉素及产生菌的识别与控制关键技术研发与应用推广
11	李国龙	副研究员	院党委书记	西北农林科技大学	西北农林科技大学	主要参与嗜酸耐热菌控制技术研发与应用推广
12	冯克伟	副教授	无	西北大学	西北大学	主要参与展青霉素产生菌控制技术研发与应用推广
13	牛晨	讲师	无	西北大学	西北大学	主要参与嗜酸耐热菌快速识别检测技术研发与应用推广
14	宋微	副教授	无	西北大学	西北大学	主要参与真菌毒素快速检测技术研发与应用推广
15	董欣茹	—	无	西北大学	西北大学	主要参与展青霉素快速检测技术研发与应用推广

八、主要完成单位及创新推广贡献

排名	单位名称	主要贡献
1	西北大学	成果第一完成单位，负责项目总体设计并组织实施。建立了果蔬加工危害因子的快速识别检测与关键控制技术，提出了果蔬食品加工全产业链识别控制的系统解决方案。在项目研究过程中提供仪器设备、实验用房人员等基本条件，并对项目资金管理和使用进行检查监督和组织协调，确保项目顺利实施。在项目验收、成果鉴定、论文发表、项目成果的创新推广等方面提供支持。
2	西北农林科技大学	成果第二完成单位，在项目实施过程中发挥了重要的组织、协调和落实作用。主持完成了国家自然科学基金、国家“十三五”重点研发计划子课题、陕西省重点研发计划项目、农业农村部农产品质量安全风险评估项目等，从时间、人力、物力、财力等方面为项目实施提供了有力保障，保证了项目的顺利实施，促进了项目成果在全国范围的示范推广。

九、完成人合作关系说明

第一完成人岳田利负责成果总体设计、实施方案制定及任务分工落实。岳田利、袁亚宏、盛庆林、王周利、蔡瑞、王媛、闫小孩、赵旭博、龙芳羽、郭春锋、李国龙、冯克伟、牛晨、宋微、董欣茹等以分工协作方式开展基础理论研究和技术研发及推广应用工作。上述成员通过项目合作，完成了果蔬食品加工主要安全因子识别控制关键技术与应用。

岳田利、袁亚宏、盛庆林、王周利、闫小孩、宋微、董欣茹共同开展果蔬中展青霉素、赭曲霉毒素及重金属的快速检测与控制技术研究，共同获批专利及发表论文；岳田利、袁亚宏、王周利、蔡瑞、牛晨共同开展嗜酸耐热菌快速检测与控制技术研究，共同获批专利；岳田利、袁亚宏、王媛、赵旭博、郭春锋、冯克伟共同开展果蔬中展青霉素产生菌的识别控制技术研究及风险评估研究，共同参与项目、发表论文及授权专利；岳田利、龙芳羽、李国龙共同开展嗜酸耐热菌检测控制技术的推广与应用。