

一、项目名称

特色果蔬精准生物保鲜关键技术及产业化应用

二、提名者及提名意见、提名等级

提名者：山东省农业科学院

提名意见：该项目针对樱桃、蓝莓、芦笋、黄秋葵、青椒等特色果蔬绿色贮藏保鲜应用基础理论薄弱，绿色安全高效生物保鲜新技术和新产品研究不系统，冷链流通装备能耗高、蓄冷保温效果差，产业化应用技术标准体系落后等问题，在微生物源抗菌物质控制果蔬采前采后真菌病害的机制、新型绿色生物保鲜剂和功能性保鲜材料研发、新型预冷装备研发等方面获得突破。筛选获得具有自主知识产权、抑菌谱广、抑菌性能显著、安全性和稳定性高的解淀粉芽孢杆菌 *Bacillus amyloliquefaciens* NCPSJ7，首次阐明了该菌株拮抗植物病原真菌的共性关键理论及其诱导果实采后生理抗性的机理，研发出芽孢杆菌微生物菌肥产品 2 个；创新性地将 GB2760 中聚赖氨酸、纳他霉素等微生物源食品防腐剂应用于特色果蔬采后保鲜领域，研发出采前-采后系列生物保鲜剂和功能性保鲜材料 3 种；阐明特色果蔬预冷传热传质特性，研发出蒸发冷却式预冷、单元式压差预冷、流态冰预冷、低温电位水杀菌等系列产地预冷装备（装置）4 台（套）；创新建立了特色果蔬综合保鲜关键技术 3 项，集成建立了特色果蔬“采收标准化+快速预冷+生物保鲜+MAP 包装+精准贮藏”的技术体系。

该项目授权国家专利 9 项，制、修订行业和地方标准 7 项，发表论文 50 篇（其中 SCI 收录 21 篇）。自 2012 年以来在国内 10 余家大型龙头企业推广应用。近三年累计新增销售收入 8.57 亿元，经济社会效益显著。

提名等级：提名该项目为山东省科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

针对樱桃、蓝莓、芦笋、黄秋葵、青椒等特色果蔬绿色贮藏保鲜应用基础研究理论薄弱，绿色安全高效生物保鲜新技术和新产品研究不系统，冷链流通专用设施装备能耗高、蓄冷保温效果差，产业化应用的技术标准体系落后等问题，阐明了微生物源抗菌物质控制果蔬采前采后真菌病害的机理，研发了新型绿色生物保鲜剂和功能性保鲜材料，研制出果蔬新型预冷装备，制定了一系列行业和地方

标准，并对研究成果进行了技术集成创新与推广应用。

1. 解析了微生物源抗菌物质控制真菌病害共性关键理论，为果蔬保鲜技术及新产品研发提供了坚实基础。筛选获得了具有自主知识产权、抑菌谱广、抑菌性能显著、安全性和稳定性高的解淀粉芽孢杆菌 *Bacillus amyloliquefaciens* NCPSJ7，明确了主要抗真菌活性物质为脂肽类化合物，阐明 NCPSJ7 拮抗植物病原真菌的共性关键理论及其诱导果实采后生理抗性的机理；创新性地将 GB2760 中聚赖氨酸、纳他霉素等微生物源食品防腐剂应用于特色果蔬采后保鲜领域。

2. 创新了特色果蔬贮藏品质调控关键技术，创制系列高效节能预处理装备和保鲜产品。研发出采前-采后系列生物保鲜剂和功能性保鲜材料，降低了果蔬腐烂率，提高了贮藏果蔬保鲜期和食用安全性；阐明特色果蔬预冷传热传质特性，研发出蒸发冷却式预冷、单元式压差预冷、流态冰预冷、低温电位水杀菌等系列预处理装备，实现了采后“最前一公里”的减损保质增效。

3. 构建了投资少、能耗低、安全性高的果蔬全程贮运保鲜综合配套技术和标准化体系，创新建立了适于国情的贮运保鲜新模式。集成创新了特色高值果蔬“采收标准化+快速预冷+生物保鲜+MAP 包装+精准贮藏”的技术体系，制、修订一系列行业、地方标准，建立果蔬冷链物流技术标准体系。

项目建立了特色果蔬综合保鲜关键技术 3 项，研发产地预冷装备（装置）4 台（套）、芽孢杆菌微生物菌肥产品 2 个、保鲜剂及气调保鲜材料 3 种；授权国家专利 9 项，制、修定行业和地方标准 7 项，发表论文 50 篇（其中 SCI 收录 21 篇）。项目成果在国内 10 余家大型龙头企业推广应用，取得了显著的社会经济效益，近三年，共实现新增销售收入 8.57 亿元。经山东农学会组织的专家评价综合得分为 94 分，整体技术达到国际先进水平。

四、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权 (标准) 类别	知识产权(标准) 具体名称	国家 (地区)	授权号(标 准编号)	授权(标 准发布) 日期	证书编号 (标准批准 发布部门)	权利人(标准起草单 位)	发明人(标准起草 人)	发明专 利(标 准)有效 状态	第一 完成 单位 是否 参与	第一 完成 人是 否参 与
发明专利	广谱抗菌解淀粉芽孢杆菌菌株及其应用	国家	ZL201310112580.9	2015-02-04	第 1582325 号	山东省农业科学院农产品研究所	陈蕾蕾, 陈相艳, 裘纪莹, 王未名, 彭研	有效	是	是
发明专利	解淀粉芽孢杆菌 NCPSJ7 抗菌多肽及其制备方法	国家	ZL201510614247.7	2018-07-03	第 2984773 号	山东省农业科学院农产品研究所	裘纪莹, 王军华, 杜方岭, 陈相艳, 陈蕾蕾, 周庆新, 刘孝永	有效	是	是
发明专利	一种流态冰农产品预冷装置	国家	ZL201610428223.7	2018-03-20	第 2851115 号	中华全国供销合作总社济南果品研究院	王达, 吕平, 刘琳	有效	否	否
发明专利	一种解淀粉芽孢杆菌 NCPSJ7 抗菌蛋白产品及其制备方法	国家	ZL201410198531.6	2016-03-16	第 1987098 号	山东省农业科学院农产品研究所	王军华, 裘纪莹, 陈相艳, 陈蕾蕾, 祝清俊, 王未名, 刘孝永, 周庆新, 张翔	有效	是	是

标准	青椒冷链物流保鲜技术规程	行业	GH/T 1129-2017	2017-02- 28	中华全国供销合作总社	中华全国供销合作总社济南果品研究院, 山东中合果蔬食品有限公司, 山东农业工程学院, 山东经贸职业学院	李继兰, 宋焯, 魏雯雯, 冯建华, 吕平, 贾连文, 姜桂传, 杨相政, 郁网庆, 张为宏, 于辉, 高中玖	有效	否	否
标准	蓝莓冷链流通技术操作规程	行业	GH/T 1228-2018	2018-06- 20	中华全国供销合作总社	江苏沃田集团股份有限公司, 中华全国供销合作总社济南果品研究院	徐焯, 魏雯雯, 杨相政, 贾连文, 王达, 李永军, 郁网庆, 吕平, 宋焯, 李继兰, 吴茂玉, 李晨生	有效	否	否
标准	果蔬风冷预冷装备	行业	GH/T 1239-2019	2019-03- 21	中华全国供销合作总社	大有作为(天津)冷链设备有限公司, 山东大学, 中华全国供销合作总社济南果品研究院, 长融汇通(天津)食品科技研发有限公司, 山东建筑大学, 宁夏夏能生物科技有限公司, 烟台睿加节能科技有	王达, 贾连文, 杨相政, 刘玉岭, 吴茂玉, 李喜宏, 赖艳华, 王强, 赵红霞, 魏雯雯, 谭继波, 郁网庆, 贾斌广, 郝文刚, 谭明辉, 吕平, 宋焯, 李继兰	有效	否	否

						限公司, 威海安泰电子制冷设备有限公司, 济南制冷学会				
标准	黄秋葵冷链流通技术规程	地方	DB37/T 3808-2019	2019-12-24	山东省市场监督管理局	齐鲁工业大学, 山东省寿光蔬菜产业集团有限公司, 济南市农业科学研究院	韩聪, 傅茂润, 杨晓颖, 杜雅珉, 孙斐, 姜海辉, 国家进, 黄翊鹏, 张强, 胡永军	有效	否	否
论文	Application of antagonist <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> NCPSJ7 against <i>Botrytis cinerea</i> in postharvest Red Globe grapes	国际	2020, 8(3):1499-1508	2020	Food Science & Nutrition	山东省农业科学院农产品研究所, 山东师范大学, 齐鲁工业大学	Qingxin Zhou, Maorun Fu(共同第一), Minhui Xu, Xiangyan Chen, Jiying Qiu, Fengli Wang, Ran Yan, Junhua Wang, Shuangzhi Zhao, Xue Xin, Leilei Chen* (通讯作者)	有效	是	是
论文	Epsilon-poly-L-lysine (ϵ -PL) exhibits antifungal activity	国际	2020,168:111270	2020	Postharvest Biology and Technology	齐鲁工业大学, 山东农业工程学院	Wenxiao Jiao, Xin Liu, Qingmin Chen, Yamin Du, Youyuan Li, Fengli Yue,	有效	否	否

	in vivo and in vitro against Botrytis cinerea and mechanism involved						Xueqian Dong, Maorun Fu,* (通讯作者)			
--	--	--	--	--	--	--	-------------------------------------	--	--	--

五、主要完成人情况

排名	姓名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本成果技术创造性贡献
1	陈蕾蕾	无	研究员	山东省农业科学院农产品研究所	山东省农业科学院农产品研究所	负责项目的总体设计、实施和成果转化，对成果创新点一、二、三具有创造性贡献。筛选获得了解淀粉芽孢杆菌 NCPSJ7，开展了抗菌谱、安全性、稳定性、产芽孢发酵条件、抗真菌机理研究，分离纯化其抗菌物质；研发了芽孢杆菌菌剂制备技术，开发了微生物菌肥和保鲜剂相关产品，开展相关技术的推广应用。
2	周庆新	主任	研究员	山东省农业科学院农产品研究所	山东省农业科学院农产品研究所	作为主要完成人参与了项目实施和成果转化，对成果创新点一、二、三具有创造性贡献。开展聚赖氨酸对病原真菌的抑制作用及机理及品质保持效应研究，研发了微生物源生物保鲜剂，研发电位水预冷杀菌装置等装备，开展相关技术的推广应用。
3	杨相政	所长	助理研究员	中国全国供销合作总社济南果品研究院	中国全国供销合作总社济南果品研究院	作为主要完成人参与了项目实施和成果转化，对成果创新点二、三具有创造性贡献。开展果蔬保鲜和品质调控技术研究，研发了功能性保鲜材料，参与研发果蔬预冷设备、蓄冷剂和保温箱，制、修订系列行业标准，开展果蔬采

						后标准化技术集成和产业化示范推广。
4	裘纪莹	无	副研究员	山东省农业科学院农产品研究所	山东省农业科学院农产品研究所	作为主要完成人参与项目实施，对成果创新点一、二具有创造性贡献。开展了芽孢杆菌筛选，抑菌性、安全性及稳定性研究，分离纯化了抗菌多肽和抗菌蛋白，参与聚赖氨酸对果蔬品质保持的应用效果研究，并参与果蔬保鲜的应用技术研究。
5	傅茂润	无	教授	齐鲁工业大学	齐鲁工业大学	作为主要完成人，参与了项目实施和成果转化，对成果创新点一、三具有创造性贡献。开展拮抗菌 NCPSJ7、聚赖氨酸对灰霉、青霉等主要致病菌的作用机制和对果实诱导抗性机制研究，发现聚赖氨酸和纳他霉素的协同抑菌作用及果蔬品质保持效应；开展特色果蔬保鲜技术研究，制定了黄秋葵冷链物流地方标准，并参与成果推广应用工作。
6	王达	无	助理研究员	中华全国供销合作总社济南果品研究院	中华全国供销合作总社济南果品研究院	作为主要完成人对创新点二、三做出重要贡献。开展特色果蔬预冷传热传质机理研究，建立预冷最优参数综合表达式，研发了蒸发冷却式、单元式压差预冷装备，研制了超导管蓄冷保温箱，开发了多温区蓄冷剂，制定标准化操作规程，并开展推广应用。
7	韩聪	无	讲师	齐鲁工业大学	齐鲁工业大学	作为主要完成人对创新点一、三做出重要贡献。开展特色果蔬保鲜技术研究，制定了黄秋葵冷链物流地方标准，参与成果推广应用工作。
8	陈相艳	处长	研究员	山东省农业科学院	山东省农业科学院农产品研究所	作为主要完成人对创新点一、二做出重要贡献。参与了拮抗菌 NCPSJ7 的发酵条件优化研究、安全性评价，以及微生物制剂的研发和应用推广。
9	王军华	无	助理研究员	山东省农业科学院农产品研究所	山东省农业科学院农产品研究所	作为主要完成人对创新点一做出重要贡献，解析了芽孢杆菌全基因组序列，克隆关键基因，鉴定出脂肽类化合物，纯化出关键脂肽，并明确其稳定性。

六、主要完成单位情况

1、山东省农业科学院农产品研究所：作为成果第 1 完成单位，负责项目的整体设计、实施、总结、评价等，对成果的创新点一、二、三以及成果的推广应用做出了创新性贡献。筛选获得具有自主知识产权的优良拮抗菌，明确其主要抗菌成分，并建立了菌剂规模化发酵工艺；研究了微生物源拮抗剂对采后果蔬病原菌的抑制效果和抑制机理和品质保持作用，研发了系列微生物菌剂、保鲜剂，开发了低温电位水预冷杀菌装置，构建了果蔬采前、采后一体化保鲜技术体系；开展果蔬冷链流通保鲜技术产业化应用技术研究，制定相应技术规程。

2、中华全国供销合作总社济南果品研究院：作为成果第 2 完成单位，对成果的创新点二、三以及成果的推广应用做出了创新性贡献。开展特色果蔬保鲜技术研究及预冷传热传质特性研究，研发系列果蔬采后冷链物流保鲜技术与装备，构建“采收标准化+快速预冷+生物保鲜+MAP 包装+精准贮藏”综合贮运保鲜体系，制定果蔬冷链物流技术标准，开展产业化推广示范。

3、齐鲁工业大学：作为成果第 3 完成单位，对成果的创新点一、三以及成果的推广应用做出了创新性贡献。开展拮抗菌 NCPSJ7、聚赖氨酸对灰霉、青霉等主要致病菌的作用机制和对果实诱导抗性机制研究，发现聚赖氨酸和纳他霉素的协同抑菌作用及果蔬品质保持效应；开展特色果蔬保鲜技术研究，制定了黄秋葵冷链物流地方标准，有效保持了秋葵的果实品质，延长了流通货架期，并参与成果推广应用工作。

4、寿光蔬菜产业控股集团有限公司：作为成果第 4 完成单位，对成果创新点三以及成果的推广应用做出了创新性贡献。参与“十二五”国家科技支撑计划课题“蔬菜简约型冷链物流保鲜关键技术研发（2012BAD38B02）”研究工作，集成创新了特色蔬菜“采收标准化+快速预冷+生物保鲜+MAP 包装+精准贮藏”的技术体系，参与制订了黄秋葵冷链流通地方标准。推广应用情况：青椒、黄秋葵等蔬菜是公司经营品类中的特色蔬菜，存在采后腐损严重、保鲜期短、品质劣变快等突出问题。2012 年以来，公司联合山东省农业科学院农产品研究所、中华全国供销合作总社济南果品研究院、齐鲁工业大学等单位，集成创新特色蔬菜精准保鲜关键技术并产业化推广应用，大大降低了蔬菜损耗率，提升了蔬菜采后保鲜效果和销售价格，延长了产品货架期，有效平抑了蔬菜价格的大幅波动，辐射带动 5 万亩蔬菜产区发展，社会、经济、生态效益显著。

5、天津捷盛东辉保鲜科技有限公司：作为成果第 5 完成单位，对成果的创新点二、三以及成果的推广应用做出了创新性贡献。开展特色果蔬精准保鲜技术与装备研发，取得科技成果“果品精准相温保鲜技术与装备产业化开发（津科成鉴字 ZH[2019]011 号）”；开发预冷装备、防霉装备、诊断设备等系列果蔬冷链

物流保鲜装备，集成本项目技术成果，在山东、新疆、云南等省份开展应用，建设相温冷藏保鲜设施装备，应用于樱桃、芦笋等果蔬保鲜，有效延长了果蔬保鲜期，取得了显著经济社会效益。

6、山东宝源生物科技股份有限公司：作为成果第 6 完成单位，对成果的创新点二以及成果的推广应用做出了创新性贡献。参与开展拮抗菌防治采前采后病害技术研究，创新菌剂高密度固态发酵技术和菌剂保护性隔离包膜技术，建立微生物肥料生产工艺，开发了系列生物拮抗菌肥产品，在防治灰霉病等方面取得良好效果。协助开展微生物肥的推广应用，指导农民科学合理施肥，形成产品施用技术规程，辐射带动农民增产增收。

七、完成人合作关系说明

山东省农业科学院农产品研究所联合中华全国供销合作总社济南果品研究院、齐鲁工业大学、寿光蔬菜控股集团有限公司、天津捷盛东辉保鲜科技有限公司、山东宝源生物科技股份有限公司共同合作完成了“特色高值果蔬精准生物保鲜关键技术及产业化”成果。

山东省农业科学院农产品研究所陈蕾蕾、周庆新、裘纪莹、陈相艳、王军华共同申请并授权多项国家发明专利，合著发表系列学术论文。陈蕾蕾、周庆新、裘纪莹、陈相艳、王军华和中华全国供销合作总社济南果品研究院杨相政、齐鲁工业大学傅茂润共同承担并执行“十二五”国家科技支撑计划课题《微生物源生物拮抗菌剂的研发（2015BAD16B02）》。陈蕾蕾、周庆新、裘纪莹与傅茂润合著论文。

中华全国供销合作总社济南果品研究院杨相政与王达共同制定《果蔬风冷预冷设备（GH/T 1239-2019）》和《蓝莓冷链流通技术操作规程（GH/T 1228-2018）》2 项行业标准。

齐鲁工业大学傅茂润、韩聪和寿光蔬菜控股集团有限公司共同完成了黄秋葵冷链流通技术规程的制定和推广工作，并合作发表论文。

山东省农业科学院农产品研究所、中华全国供销合作总社济南果品研究院与天津捷盛东辉保鲜科技有限公司共同参与“十三五”国家重点研发项目《果蔬产地商品化处理关键技术装备研发及产业化示范（2017YFD0401300）》。山东省农业科学院农产品研究所与山东宝源生物科技股份有限公司开展了芽孢杆菌菌剂产品研发，并签署了科技合作协议。

中华全国供销合作总社济南果品研究院与寿光蔬菜产业集团共同承担“十二五”国家科技支撑计划课题《蔬菜简约型冷链物流保鲜关键技术研发（2012BAD38B02）》。中华全国供销合作总社济南果品研究院与天津捷盛东辉保鲜科技有限公司联合取得科技成果《果品精准相温保鲜技术及产业化示范（津

科成鉴字 ZH (2019) 011) 》。