

项目公示信息表

一、项目基本情况

奖 种	国家科技进步奖
项目名称	中国泡菜现代发酵关键技术与装备创新及应用
完成单位	四川省食品发酵工业研究设计院，四川省吉香居食品有限公司，四川东坡中国泡菜产业技术研究院，电子科技大学，四川高福记生物科技有限公司，四川李记酱菜调味品有限公司，四川省川南酿造有限公司
完成人	陈功、丁文军、张其圣、黄大贵、游敬刚、李国斌、管国如、王艳丽、李恒、高银江
提名单位	中国轻工业联合会
提名单位意见	<p>中国泡菜以四川泡菜为代表，其历史悠久、深植于中华饮食文化，深受人们青睐，但传统泡菜加工过程中发酵不可控、品质不稳定、缺乏核心装备等瓶颈问题而难以产业化，深入解析我国 30 多个省市 100 多种传统泡菜的工艺，主导修制订国家及行业标准，率先构建了泡菜菌种资源库，探明了泡菜优势微生物，制备出高活性、高稳定性的直投式功能菌剂，为实现泡菜现代化加工奠定基础；创新“低盐发酵-中高盐贮藏”两段梯度发酵工艺和“连续稳态发酵”工艺，解决了泡菜发酵不可控的问题，保持了传统泡菜风味，实现了泡菜规模化加工；首创泡菜专用全自动生物反应器（发酵罐），自主研发及引进消化全自动定量灌装设备，自主创新连续式拌料及连续式脱水等设备，成功实现了泡菜流水线加工生产，提高生产效率 70%以上，成果广泛应用，推动了传统泡菜产业的现代化转型升级，是科技改造提升传统产业的典型案例。</p> <p>提名该项目为国家科技进步奖<u>二</u>等奖。</p>

二、项目简介

泡菜是中国传统发酵食品的典型代表，因其鲜香、嫩脆、爽口，深受人们喜爱，尤其在我国西南地区几乎家家均有。然而长期以来，因其手工作坊式加工、发酵不可控、品质不稳定、缺乏核心装备等问题制约了产业发展，研究探明发酵规律、构建现代加工方式是实现产业现代化的关键。项目立足传承创新，以传统泡菜典型工艺为研究对象，围绕泡菜加工过程中的菌群、工艺及装备开展系统深入研究，实现了泡菜现代化加工并广泛应用，大大提高了产品的市场容量，催生了“小泡菜大产业”，核心转化区占全国市场 60%以上。取得主要创新成果如下：

1、构建首个泡菜菌种库，突破“双高”直投菌剂制备关键，支撑了泡菜现代发酵加工。收集并解析全国 30 多个省市 100 多种传统泡菜的工艺，主导修制订国家及行业标准，标准化整理整合 400 多株泡菜微生物，构建了首个泡菜菌种资源库，探明微生物与物质成分的构效关系，提出 5 属 11 种的乳酸菌为泡菜优势微生物；定向筛选得到 9 株功能菌，并完成专利保护，采用高密度培养、活性保持等关键技术，率先制备出直投式功能菌剂，突破了高活性、高稳定性的技术瓶颈（活性 $>1 \times 10^{11}$ CFU/g），同时开发专用系列菌剂，保持了传统泡菜风味，为实现泡菜现代化加工奠定基础。

2、创新泡菜发酵技术，革新了传统泡菜家加工工艺，实现了泡菜规模化加工。基于传统泡菜工艺，创新“低盐发酵-中高盐贮藏”两段梯度发酵工艺，在蔬菜低盐发酵阶段采用直投式功能菌剂调控发酵，缩短成熟周期 50%，降低用盐量 30%，解决了泡菜发酵不可控的问题；深入研究“老奶奶泡菜”的发酵全过程，首次发现优势菌群结构及代谢产物等存在相对稳定的阶段，由此创新“连续稳态发酵”工艺，可连续稳定发酵泡菜 20 批次以上，且无盐水排放，风味与传统泡菜一致。

3、创制泡菜自控加工设备单元，创新集成装备，实现现代流水线加工，推动了传统泡菜产业的现代化转型升级。模拟传统泡菜坛，首创泡菜专用全自控生物反应器（发酵罐），同时在“双高”专用菌剂和创新工艺关键技术的联动下，实现了泡菜低盐且无排放的连续自控加工，缩短了发酵时间（ <72 小时），保持了传统风味；集成了高效清洗脱盐一体机、连续式切分、正反向无级输送等设备，引进消化全自控定量灌装设备，自主创新连续式拌料及脱水设备，成功实现了泡菜流水线加工加工，提高生产效率 70%以上。

项目授权发明专利 43 项，其中国际专利 1 项；制修订行业标准、地方标准 5 项；编著 2 部，论文 81 篇；获省部级科技进步奖一等奖 3 项；成果应用于龙头企业 60 余家，建成生产线 57 条，年产量 100 万吨以上，技术转化催生多个产业集群，近 3 年直接新增经济效益 50.02 亿元以上，带动基地效益 100 亿元以上，是科技助推传统发酵食品转型升级、创新发展的典范。

三、客观评价

(一) 科技成果评价

1. 2018年5月25日,四川省食品科学技术学会组织专家对四川东坡中国泡菜产业技术研究院等单位联合完成的“微生物多态发酵解析及调控泡菜生产关键技术研究应用”项目进行成果评价。主要结论如下:创新提出“**低盐发酵-中高盐贮藏**”两段发酵工艺,创制**泡菜自控发酵设备**。该项目整体技术处于国际先进水平,**“低盐发酵-中高盐贮藏”工艺方面处于国际领先。**

2. 2017年9月29日,日本泡菜知名专家宫尾茂雄教授和韩国前世界泡菜研究所所长朴完洙教授评价“基于泡菜优势微生物及其生物反应器调控发酵”项目,认为**该项目处于国际领先水平。**

3. 2016年5月20日,四川省科技厅组织专家对四川省吉香居食品有限公司等单位联合完成的“基于泡菜优势微生物及其生物反应器连续自控技术示范”,进行成果评价,主要结论如下:提出老盐水发酵泡菜存在“**稳态发酵**”的理论;制备出**高活性、高稳定性直投式发酵菌剂**,创新制造出我国首套机电一体化控制的**泡菜生物反应器**。**该项目总体技术水平国际领先。**

4. 2014年8月11日,四川省科技厅组织专家对四川省食品发酵工业研究设计院完成的“泡菜微生物资源的研究与应用”进行成果评价,专家组认为:项目组对泡菜样本进行收集,建立了**国内第一个四川泡菜功能微生物菌种资源库**。该项目在**泡菜微生物资源的挖掘研究达到了国际先进。**

5. 2011年1月13日,四川省科技厅组织专家对四川省食品发酵工业研究设计院等单位共同研究开发的“直投式乳酸菌发酵泡菜”新产品进行成果鉴定,专家组认为:**该研究成果处于国际领先。**

(二) 验收意见

1. 2016年6月27日,教育部在北京组织专家对“传统蔬菜工业化生产技术集成与新产品开发”(编号:2012BAD31B04)课题验收,主要结论如下:**突破了“双高”直投式功能菌制备技术瓶颈,形成“直投式功能菌制备及发酵泡菜生产技术”,**提高了“双高”菌剂的得率。开发出直投式泡菜5个系列新产品,取得“耐低温乳酸菌的筛选及应用”等成果9项。

2. 2015年7月2日,四川省科学技术厅组织有关专家对四川省科技创新产业链示范工程项“优质中国泡菜现代产业链关键技术研究集成与产业化示范”进行了验收,主要结论如下:集成“直投式功能菌制备及发酵泡菜生产技术”,建设多条泡菜现代生产线,社会经济效益显著。

3. 2011年11月19日,四川省科学技术厅组织相关专家对四川省科技创新产业链示范工程项目“优质中国泡菜现代产业链关键技术与集成示范”进行验收,

孙宝国院士组成的专家认为：初步探明泡菜功能菌生态区域分布，率先建立起“四川泡菜菌种资源库”，项目对推动泡菜企业壮大，促进农村经济发展具有重要意义。

（三）查新报告结论

国内外未见研究不同盐度、温度和水分活度对泡菜品质和菌群结构影响的报告；国内外均未见老盐水发酵泡菜发酵存在稳态发酵阶段；国内外均未见设计制造出一套机电一体化控制的泡菜生物反应器和自控发酵设备的文献报道。

（四）检测报告

经国家法定机构检测，所生产泡菜符合《泡菜》(SB/T 10756-2012)行业标准，其中亚硝酸盐含量为 2mg/kg，远低于标准规定的限量（20mg/kg）。

（五）科技奖励

2018 年“微生物多态发酵解析及调控泡菜生产关键技术研究应用”获中国轻工业联合会科技进步奖一等奖。2016 年“基于泡菜优势微生物及其生物反应器连续自控技术示范”获得四川省科技进步奖一等奖；2010 年“直投式功能菌发酵泡菜关键技术集成与产业化应用”项目获四川省科技进步奖一等奖。2010 年“直投式功能菌发酵泡菜关键技术研究与应用”获中国食品科学技术学会技术发明奖一等奖。

（六）标准

项目组牵头起草了国家行业标准、地方标准 5 项：《泡菜》(SB/T 10756-2012)、《四川泡菜》(DB51/T975-2009)、《四川泡菜生产规范》(DB51/T1069-2010)、《方便泡菜》、《东坡调味泡菜》。

（七）泡菜加工技术国内外比较

比较内容	该项目		国内水平	国际水平	
	规模化	现代化		韩国	欧洲
发酵工艺	多轮发酵	连续发酵	一次发酵	一次发酵	
接菌种数	接种发酵，1-3 种	接种发酵，3 种	自然发酵	多数自然发酵；部分接	
发酵时间	<30d	<72h	>6 个月	>15 天	>40 天
用盐量	<10%	<3%	>13%	<3%	>8%
用水量	<10t	<5t	>20t	<5t	<10t
装备	发酵池、陶坛	生物反应器	陶坛	陶坛、冰箱	PVC 罐
盐水利用	部分回收利用、其他高价处理	无需处理	高价处理	无需处理	高价处理

六、应用情况和效益

1. 应用情况

项目属产学研联合开发项目，多项成果在四川省吉香居食品有限公司、四川李记酱菜调味品有限公司、四川省川南酿造有限公司等国内多家龙头企业应用，研究开发出5大类100多个新产品并完成转化。多项关键技术的应用推广，减少了泡菜加工人力资源消耗、提高生产效率、降低生产本、从源头上减少泡菜用盐和高盐废水排放。推动了我国泡菜产业的快速发展，形成了“眉山-成都”泡菜产业集群，被授予“中国泡菜之乡”，2017年产量产值占全国70%以上，出口到40多个国家和地区。近3年直接新增经济效益50.02亿元、利润3.45亿元。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	四川省吉香居食品有限公司	发酵关键技术与装备创新及应用	集成创新和完善生产示范线2条和国内首台套发酵泡菜全自控发酵装备，增加产量6.94万吨。	2009年1月-2018年12月	王艳丽/02838532298
2	四川李记酱菜调味品有限公司	发酵关键技术与集成创新	集成创新和完善生产示范线2条和国内首套1500t/a连续式自控发酵泡菜装备，增加产量7.47万吨。	2009年1月-2018年12月	万胡/13350700999
3	四川省川南酿造有限公司	发酵关键技术与集成创新	集成创新建成了20000吨/年现代泡菜生产线和10万吨/年泡菜原料清洁化预处理生产线，增加产量3.93万吨。	2010年1月-2018年12月	费敏/18990309998
4	四川省味聚特食品有限公司	发酵关键技术与集成创新	基于双高直投式乳酸菌剂产品发明了榨菜风味发酵提升技术和产品开发销售，累积增加产量4.89万吨。	2006年1月-2018年12月	鲍永碧/18990313889
5	成都市盈宇食品有限公司	直投式功能菌调控发酵	采用双高直投式乳酸菌剂应用于青菜、豇豆、辣椒、生姜等产品，累积增加产量4.5万吨。	2011年1月-2018年12月	黄道刚/13808004949

				月	
6	四川省惠通食业有限公司	直投式功能菌调控发酵	改造提升生产工艺，建成生产线1条，采用双高直投式乳酸菌剂产品发酵泡菜，累积增加产量2.77万吨。	2014年1月-2018年12月	兰云祥/13990398828
7	四川大自然惠川食品有限公司	直投式功能菌调控发酵和两段发酵工艺	将双高直投式乳酸菌剂、分段盐渍技术、泡菜护色保脆技术等项目技术和产品进行应用，增加产量1.27万吨。	2015年1月-2018年12月	喻文建/13540962000
8	四川菜花香食品有限公司	直投式功能菌调控发酵和两段发酵工艺	采用双高直投式乳酸菌剂、混菜发酵技术、多轮发酵技术改进和提升泡菜产品，增加产量0.91万吨。	2013年1月-2018年12月	吴关勇/13568240555
9	桂林典林食品有限公司	直投式功能菌调控发酵	实施了大池内小雀椒、豇豆应用直投乳酸菌发酵等关键技术，增加产量1.94万吨。	2013年1月-2018年12月	黄君玉/13877327958
10	四川饭扫光股份有限公司	直投式功能菌调控发酵	实施了乳酸菌直投发酵、蔬菜二次发酵、乳酸菌袋内发酵、直投乳酸菌发酵池泡发酵等关键技术，增加产量7.15万吨。	2012年1月-2018年12月	董世荣/15228991017
11	江西清记食品有限公司	直投式功能菌调控发酵	采用双高直投乳酸菌剁椒发酵等关键技术，增加产量2.26万吨。	2014年1月-2018年12月	秦志勇/15083828586
12	云南通海润思雅绿色食品有限公司	直投式功能菌调控发酵	采用直投式乳酸菌发酵大池内和袋内发酵小米椒、红辣椒等关键技术，增加产量2.09万吨。	2012年1月-2018年12月	溥德技/18887724532

五、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

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（标准实施）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
发明专利	高活性泡菜直投式菌剂的制备技术	中国	ZL200710048203.8	2010年05月19日	第 623927 号	四川省食品发酵工业研究设计院	陈功;余文华;宋萍;吴奇谦;张颖	有效专利
发明专利	一种连续式低盐发酵泡菜的方法	中国	ZL201010256404.9	2012年07月25日	第 1016075 号	四川省吉香居食品有限公司	颜正财;王艳丽;丁文军;汪维龙;张学峰;余志刚;汤春梅;袁宏;兰恒超;王文建;涂晓慧;彭灯水	有效专利
发明专利	一种泡菜复合发酵剂制备方法	中国	ZL201110076303.8	2013年05月22日	第 1201125 号	四川省食品发酵工业研究设计院	张其圣;陈功;余文华;刘竹;李恒;张颖	有效专利
实用新型专利	一种泡菜发酵装置	中国	ZL201420372844.4	2014年12月31日	第 4022536 号	四川省食品发酵工业研究设计院	陈功;李恒;张其圣;游敬刚	有效专利
发明专利	一种泡菜母水干粉	中国	ZL201410451973.7	2016年03月30日	第 1998621 号	四川东坡中国泡菜产业技术研究院	陈功;张其圣;余文华;李恒	有效专利
实用新型专利	一种自动出料的泡菜发酵装置	中国	ZL201420169321.X	2014年08月20日	第 3756920 号	四川东坡中国泡菜产业技术研究院	陈功;李恒;兰恒超;张其圣;颜正财;游敬刚	有效专利
实用新型专利	一种自动化盐装置	中国	ZL201520307794.6	2015年09月23日	第 4643273 号	四川东坡中国泡菜产业技术研究院	袁宏;陈功;丁文军;张伟;兰恒超;张其圣;王艳丽;颜正财	有效专利

发明专利	一种泡菜混菜发酵工艺	中国	ZL2014 1055527 2.8	2016 年08 月24 日	第2212520 号	四川东 坡中国 泡菜产 业技术 研究院	张其圣; 陈功;李 恒;张伟	有效专利
发明专利	一种采用直接添加乳酸菌制剂制备的泡红椒及其方法	中国	ZL2011 103753 63.X	2013 年08 月07 日	第1249257 号	四川高 福记生 物科技 有限公 司	高银江; 曾泽生; 谢建将	有效专利

六、主要完成人情况表

姓 名	陈功	排名	1	技术职称	教授级高级工程师
工作单位	四川省食品发酵工业研究设计院			行政职务	院长
完成单位	四川省食品发酵工业研究设计院				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目第一负责人，统筹项目全盘工作。对应创新点 1，解析了传统泡菜工艺技术，主导修制定了泡菜行业和地方标准；率先建立了国内首个泡菜菌种资源库，提出了泡菜核心菌群，率先制备出高活性、高稳定性直投式功能菌剂；对应创新点 2，在传承和创新工艺上，提出了“低盐发酵-中高盐贮藏”和“稳态发酵”技术，为泡菜的规模化加工提供了关键技术，其中提出的“自控连续直投菌发酵泡菜生产技术”，作为本项目重点创新，对泡菜品质的可控性起了决定性的作用；对用创新点 3 中，集成了流水线加工核心设备，创新出全自控生物反应器。代表性授权专利“高活性泡菜直投式菌剂的制备技术”等 24 项；专著《中国泡菜加工技术》、《盐渍蔬菜生产实用技术》2 部；“Research of Sichuan Paocai and Lactic acid Bacteria”等论文 70 篇；行业、地方标准 5 项。</p>					

姓 名	丁文军	排名	2	技术职称	高级工程师
工作单位	四川省吉香居食品有限公司			行政职务	董事长
完成单位	四川省吉香居食品有限公司				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人之一，对应于创新点 2，应用“稳态发酵”技术，提出了连续式低盐发酵泡菜的方法，主导行业、地方标准制起草修订，实现了泡菜的规模化生产；对应创新点 3，应用于全自控生物反应器，开发出低盐连续发酵 20 次以上的无盐水排放技术。同时，作为负责项目协调联络；参与直投式微生物菌剂应用示范，牵头完成了国内首台套全自控泡菜生物反应器研制工作，率先将高活性、高稳定性直投式功能菌剂应用在全自控发酵设备中，可用于多种蔬菜发酵，为传统泡菜规模化生产和泡菜现代化引领生产提供指导性意见；对项目工艺和设备突破做出了创造性贡献。

姓名	张其圣	排名	3	技术职称	教授级高级工程师
工作单位	四川省食品发酵工业研究设计院/四川东坡中国泡菜产业技术研究院			行政职务	副所长/执行院长
完成单位	四川省食品发酵工业研究设计院/四川东坡中国泡菜产业技术研究院				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人之一，对应于创新点 1，解析了泡菜微生物菌落结构，构建了泡菜菌种资源库，提出“稳态发酵”规律，开展菌剂制备技术的研究；对应于创新点 2，提出了“低盐发酵-中高盐贮藏”和“稳态发酵”技术，对创新突破中的泡菜科学解析和工艺创新做出了创造性贡献。同时进行了直投式乳酸菌发酵关键技术研究、制备工艺优化研究，全面组织和部署实施了传统泡菜规模化发酵加工关键技术，保证了理论与实践的紧密结合，对项目科技创新做出了重要贡献。发表相关论文 36 篇，授权专利 19 项。

姓 名	黄大贵	排名	4	技术职称	教授
工作单位	电子科技大学			行政职务	无
完成单位	电子科技大学				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人之一，对应于创新点 3，负责生物反应器的机电控制；参与关于设备试机改进方案研究与讨论；参与全自控发酵设备生产四川泡菜产品中试及生产示范；完成人对项目设备创新板块做出了创造性贡献。

姓 名	游敬刚	排名	5	技术职称	高级工程师
工作单位	四川省食品发酵工业研究设计院			行政职务	食科院院长
完成单位	四川省食品发酵工业研究设计院				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人之一，对应于创新点 1，进行了直投式乳酸菌剂的制备工艺优化研究；对应于创新点 2，应用直投式功能菌剂实施了传统泡菜规模化发酵加工关键技术；对应于创新点 3，集成创新了流水线加工设备的，如定量灌装、高效脱盐一体机等核心装备。保证了理论与实践的紧密结合，为产品突破做出了重要贡献，对项目科技创新中的工艺和菌剂突破做出了创造性贡献。作为“四川泡菜与乳酸菌的研究”、“耐低温乳酸菌在盐渍发酵青菜中的应用研究”等论文的完成人，“一种自动配料系统”、“一种槽式设备检验、清洗装置”等专利的完成人。

姓名	李国斌	排名	6	技术职称	高级工程师
工作单位	四川李记酱菜调味品有限公司			行政职务	董事长
完成单位	四川李记酱菜调味品有限公司				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人之一，对应于创新点 2，对“低盐发酵-中高盐贮藏”和“稳态发酵”工艺进行了创新研究和应用性，在泡菜规模化发酵技术和直投式微生物菌剂应用集成技术进行了应用示范；对应于创新点 3，牵头开发了国内首台，连续式泡菜发酵装备，并建成了生产示范线。完成人对工艺和设备科技创新做出了创造性贡献。

姓名	管国如	排名	7	技术职称	无
工作单位	四川省川南酿造有限公司			行政职务	董事长
完成单位	四川省川南酿造有限公司				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人之一，对应于创新点 2，对“低盐发酵-中高盐贮藏”和“稳态发酵”工艺创新研究并进行了应用，在泡菜规模化发酵技术和直投式微生物菌剂应用集成技术进行了应用示范；突破了传统小作坊生产泡菜的模式，实现了传统泡菜的规模化发酵。完成人对工艺创新做出了创造性贡献。

姓名	王艳丽	排名	8	技术职称	高级工程师
工作单位	四川省吉香居食品有限公司			行政职务	副总经理
完成单位	四川省吉香居食品有限公司				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人之一，对应于创新点 2，应用“稳态发酵”技术，提出了直投式乳酸菌连续式低盐发酵泡菜的方法，可用于多种蔬菜发酵，实现了泡菜的规模化生产；对应创新点 3，提出并研究了全自控生物反应器，开发出低盐连续发酵 20 次以上的无盐水排放技术。对项目工艺和设备突破做出了创造性贡献；同时，作为负责项目方案制定、参与研究实施。

姓 名	李恒	排名	9	技术职称	教授级高级工程师
工作单位	四川省食品发酵工业研究设计院/四川东坡中国泡菜产业技术研究院			行政职务	院长助理/副院长
完成单位	四川省食品发酵工业研究设计院/四川东坡中国泡菜产业技术研究院				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人之一，对应于创新点 1，主要负责微生物菌落结构解析和菌种库的构建；对应于创新点 2，利用直投式功能菌发酵泡菜进行新产品开发，对科学创新中的资源库建立和直投菌的应用创新做出了创造性贡献。配合实施了传统泡菜规模化发酵加工关键技术研究工作，对泡菜科学解析和工艺创新做出了重要贡献；作为“一种自动配料系统”、“一种泡菜低盐半干态发酵方法”等专利的完成人。

姓名	高银江	排名	10	技术职称	高级工程师
工作单位	四川高福记生物科技有限公司			行政职务	无
完成单位	四川高福记生物科技有限公司				

对本项目技术创造性贡献：

项目主要完成人之一，对应于创新点 1，开展了微生物菌种资源的筛选与应用，多菌复合微生物直投式菌剂的开发；对应于创新点 2，不同类型泡菜发酵用微生物菌剂的研究与应用，开发出 10 多个系列泡菜专用的微生物菌剂。同时还将泡菜源微生物广泛拓展应用于其他多个行业。

七、主要完成单位及创新推广贡献

主要完成单位情况表

单位名称	四川省食品发酵工业研究设计院
排 名	1
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>在本项目中，四川省食品发酵工业研究设计院牵头主导实施了整个项目的思路设计、方案实施；系统收集整理我国传统泡菜的工艺参数、技术要点、配方，探明了我国泡菜微生态分布，收集并标准化整理了 400 株泡菜微生物菌种资源，建立了国内第一个泡菜菌种资源库，为传承、创新我国传统发酵食品做出了重要贡献。开展了工艺参数研究、技术创新及中试应用，重点开展直投式乳酸菌发酵关键技术研究及直投式微生物菌剂优化组合研究；直投式微生物菌剂的制备工艺优化研究；直投式微生物菌剂发酵生产泡渍泡菜自动化关键技术研究，配合直投式功能菌发酵泡菜新产品开发研究及中试应用，从而促进泡菜生产规范化、标准化、现代化生产，增加泡菜的营养性、安全性，增加企业的经济效益、社会效益和生态效益，为四川泡菜产业可持续发展作出贡献。</p>	

单位名称	四川省吉香居食品有限公司
排 名	2
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>四川省吉香居食品有限公司作为项目的应用单位，重点开展直投式微生物技术的应用，“低盐发酵-中高盐储藏”工艺的应用，集成创新流水线加工相关设备的应用，并配合完成现代生物反应器的设计和研制。在加工过程中的关键的脱盐、连续式拌料、脱水及全自动灌装设备等关键设备取得突破，集成了巴氏杀菌、机械手装箱等现代食品加工装备，形成了流水线作业加工，为突破了规模化加工做出了贡献。</p>	

单位名称	四川东坡中国泡菜产业技术研究院
排 名	3
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>四川东坡中国泡菜产业技术研究院主要完成该项目的基础研究。系统解析了不同省市泡菜微生物群落结构和物质成分的变化规律，创建了菌种资源库。深度挖掘“老奶奶泡菜”，创建“稳态发酵”理论。同时探究微生物与物质成分的构效关系，建立了泡菜的优势微生物全系。筛选出的抑菌能力强、生长速度快、产酸柔和的乳酸菌，应用于双高菌剂的制备。</p>	

单位名称	电子科技大学
排 名	4
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>电子科技大学在本项目中负责生物反应器系统的设计、研发和开发，将机械电子工程学科与最具中国和地方特色的四川泡菜这一传统食品生产相结合，并成功开发了基于生物反应器的智能化生产设备。本项目的开发借鉴了四川泡菜传统发酵和制作工艺，设计并制作一整套能够实现进料、发酵、全过程智能控制的机械、电气和控制系统。在该项目开发过程中，根据项目特点，独创了领域内正负压出料技术、四川泡菜发酵工艺专家系统、温度梯度控制技术、基于嵌入式系统的动态多线程流程控制技术，是泡菜发酵技术和设备的重大突破。该项目创新性强、社会经济显著，总体技术水平国际领先，是电子科技大学为国家和地方进货价建设为己任的又一重大体现。</p>	

单位名称	四川高福记生物科技有限公司
排 名	5
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>四川高福记生物科技有限公司是项目直投式微生物菌剂制备与应用示范的主要单位之一。公司与四川省食品发酵工业研究设计院等单位联合开展了微生物菌种资源的筛选与应用，多菌复合微生物菌剂的开发，不同类型泡菜发酵用微生物菌剂的研究与应用，开发出 10 多个系列泡菜专用的微生物菌剂。同时还将泡菜源微生物广泛拓展应用于其他多个行业，取得了显著的经济和社会效益。</p>	

单位名称	四川李记酱菜调味品有限公司
排 名	6
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>四川李记酱菜调味品有限公司是项目技术的主要应用单位之一。公司参与完善、应用以“直投式微生物菌剂为核心”的技术群集的研发与应用，将“低盐连续-中高盐贮藏”工艺技术的开发和关键技术应用于泡菜（酸菜）的生产，开发出了营养酸菜、炒泡菜、酸菜鱼佐料等畅销产品，部分产品占全国市场份额 60%以上。参与设计、实施并最终建成了低盐连续发酵泡菜关键设备，成功应用于泡菜生产，央视等权威媒体广泛报道。</p>	

单位名称	四川省川南酿造有限公司
排 名	7
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>四川省川南酿造有限公司是项目技术的主要应用推广单位之一。公司示范了泡菜清洁化预处理关键技术，“低盐发酵-中高盐贮藏”工艺开发和关键技术应用，成功将直投式微生物菌剂应用于“爽口菜心”、“鱼酸菜”、“学生榨菜”等产品当中，大大降低了泡菜的应用量、缩短了发酵周期，建成了多条生产示范线，采用“以直投式微生物菌剂为主的技术集群”建成了新的生产厂，是泡菜产业现代化生产的标志性工厂。</p>	

八、完成人合作关系说明

“中国泡菜现代发酵关键技术与装备创新及应用”项目来源于：国家科技支撑计划项目“传统蔬菜工业化生产技术集成与新产品开发（2012BAD31B04）”、四川省十二五产业链项目“优质中国泡菜现代产业链关键技术研究集成与产业化示范”(2012NZ0002) 等科技项目。在科技部、四川省科技厅等部门指导下，“产学研”紧密结合，由项目承担单位四川省食品发酵工业研究设计院、四川省吉香居食品有限公司、四川东坡中国泡菜产业技术研究院、电子科技大学、四川高福记生物科技有限公司、四川李记酱菜调味品有限公司、四川省川南酿造有限公司组织并开展研究及转化应用。其中四川省食品发酵工业研究设计院为项目技术牵头单位，四川省吉香居食品有限公司为应用牵头单位，各参研单位根据总任务逐一分解和落实，于2001年共同成立了“泡菜研究及应用”项目组，陈功任组长，丁文军为副组长。

2001年—2015年，组长陈功全面统筹项目工作，提出菌种库构建，并开发出“直投菌及发酵技术”、“自控连续直投菌发酵泡菜生产技术”，作为本项目的核心技术并组织实施；

2001年—2012年，陈功、丁文军、王艳丽等人负责泡菜工艺解析和科学分类，主导行业、地方标准制起草修订；

2001年—2015年，张其圣、游敬刚、李恒等人共同完成直投乳酸菌发酵关键技术及菌剂优化；高银江等人将直投菌剂系列产品开发及转化应用，建成泡菜微生物菌剂生产线；

2007年—2015年，张其圣全面负责实施优势微生物菌落结构解析，并提出“稳态发酵”理论和“低盐发酵-中高盐贮藏”工艺技术，开展菌剂制备技术的研究，是泡菜微生物菌种资源库的构建者之一；管国如、李国斌、李恒负责传统泡菜工艺及配方的发掘保护、直投菌泡菜新产品开发和应用；

2009年—2015年，丁文军、李国斌、陈功、王艳丽、游敬刚、李恒等人负责自控生物反应器设计及研制、安装、调试，以及连续、无排放技术的开发；

2013年—2015年，黄大贵等人主要负责生物反应器自动自控系统设计及研究，并组织实施。

各参研单位及个人组织有序、协作高效，历时15年完成。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者 (项目排名)	合作时间	合作成果	备注
1	共同知识产权	陈功/1	2001年1月至 2010年5月	高活性泡菜直投式菌剂的制备技术	
2	共同知识产权	王艳丽/8; 丁文军/2;	2001年1月至 2012年7月	一种连续式低盐发酵泡菜的方法	
3	共同知识产权	张其圣/3; 陈功/1; 李恒/9	2001年1月至 2013年5月	一种泡菜复合发酵剂制备方法	
4	共同知识产权	陈功/1; 李恒/9; 张其圣/3; 游敬刚/5	2001年1月至 2014年12月	一种泡菜发酵装置	
5	共同知识产权	陈功/1; 张其圣/3; 李恒/9	2001年1月至 2016年3月	一种泡菜母水干粉	
6	共同知识产权	陈功/1; 李恒/9; 张其圣/3; 游敬刚/5	2001年1月至 2014年8月	一种自动出料的泡菜发酵装置	
7	共同知识产权	陈功/1; 丁文军/2; 张其圣/3; 王艳丽/8	2001年1月至 2015年5月	一种自动化盐装置	
8	共同知识产权	张其圣/3; 陈功/1; 李恒/9	2001年1月至 2014年10月	一种泡菜混菜发酵工艺	
9	共同知识产权	张其圣/3; 陈功/1; 李恒/9	2001年1月至 2016年8月	用于制作发酵洗澡泡菜的配料组合物及其制品的制备方法	
10	论文合著	张其圣/3; 陈功/1;	2001年1月至 2016年	Microbial safety and sensory quality of instant low-salt Chinese paocai	
11	论文合著	张其圣/3; 陈功/1	2001年1月至 2016年	Survival of Escherichia coli O157: H7, nitrite content and sensory acceptance of low-salt Chinese paocai fermented by screened lactic acid bacteria	
12	共同获奖	陈功/1; 张其圣/3; 游敬刚/5; 李恒/9	2010年	直投式功能菌发酵泡菜关键技术研究与应用	
13	共同获奖	陈功/1; 丁文军/2; 张其圣/3; 黄大贵/4; 李恒/9	2016年	基于泡菜优势微生物及其生物反应器连续自控技术示范	

14	共同获奖	张其圣/3; 陈功/1; 丁文军/2; 管国如/7; 李国斌/6; 李恒/9	2018 年	微生物多态发酵解析及调控泡菜生产关键技术研究应用	
----	------	--	--------	--------------------------	--