

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	干坚果贮藏与加工保质关键技术及产业化
完成单位	浙江省农业科学院、华南理工大学、洽洽食品股份有限公司、西北农林科技大学、广东广益科技实业有限公司、四川徽记食品股份有限公司、杭州姚生记食品有限公司
完成人	浙江省农业科学院、华南理工大学、洽洽食品股份有限公司、西北农林科技大学、广东广益科技实业有限公司、四川徽记食品股份有限公司、杭州姚生记食品有限公司
推荐单位	郜海燕、陈杭君、宁正祥、陈先保、穆宏磊、梁嘉臻、吕金刚、房祥军、赵文革、令博、周拥军、李长江、何松、来明乔、侯莉侠
推荐单位意见	<p>坚果食品富含多种维生素、多种氨基酸和钙磷矿物质，被认为有助于延年益寿的健康食品，越来越被人们重视。2016 销售额达 2500 亿元，年增幅达 20%~30%。但坚果加工产品存在易哈败变质问题，危害消费者健康，制约着产业的发展。</p> <p>经过 10 多年研发完成了对山核桃、核桃、巴旦木等干坚果从原料贮藏、加工过程和制品保质氧化劣变技术包括：1、确定了典型干坚果在原料贮藏、加工和制品货架期三个阶段的氧化劣变规律，揭示了坚果氧化过程挥发性氧化产物的组分及类脂褐素形成机理。2、创建了坚果原料射频干燥灭菌、预干燥低温充氮贮存技术，保持原料生物活性，延长贮藏期。形成降低和控制干坚果氧化劣变的生产工艺技术；3、高压短时蒸煮、减氧赋味浸泡、快速干燥、冷却和高阻隔共挤膜包装等核心技术，提高产品抗氧化性能保持特征风味；4、自主研发成功天然抗氧化剂和 3 种功能型保鲜剂、脱氧剂，延长了制品货架寿命。</p> <p>项目在洽洽食品、广东广益技、四川徽记食品、杭州姚生记食品、杭州紫香食品公司等行业著名企业产业化推广应用，延长制品货架保质期由 3~4 个月至 6~8 个月，过氧化值从 0.86g/100g 降低到 0.29g/100g，近 3 年完成单位累计新增销售额 77.16 亿元，。取得了显著的经济和社会效益，提升了坚果加工技术行业水平，推动了我国坚果产业健康发展。</p> <p style="text-align: center;">推荐项目为国家科技进步奖。</p>

二、项目简介

近年来坚果炒货食品产业发展迅猛，在我国休闲食品中名列前茅。据不完全统计，2016 销售额约为 2500 亿元，年增幅达 20%~30%；但坚果加工产品主要存在哈败和过氧化值超标等问题，长期食用存在食品安全隐患，危害消费者健康，严重制约产业的发展。项目以山核桃、核桃、巴旦木等代表性干坚果为研究对象，开展系统深入研究及产业化应用。取得主要创新成果：

1. 揭示干坚果不饱和脂肪酸在原料、加工和制品三阶段的动态氧化劣变规律，首次发现了坚果的氧化劣变产生类脂褐素并阐明其形成机理。原料贮藏期以水解型酸败和 β -型氧化酸败为主，脂肪酸自动氧化为辅；加工过程为水解型酸败和自动氧化进程同时发生；制品货架期主要为自动氧化。

2. 创建坚果氧化劣变靶向非化学调控与品质保持技术。采用射频干燥、高压蒸煮、减氧赋味等风味和品质保持新技术，突破了干坚果贮藏与加工过程加速氧化劣变的行业瓶颈。

3. 自主研发新型天然抗氧化剂、高活性脱氧剂和高阻隔包装材料。自主研发天然抗氧化剂及新型脱氧剂，解决加工过程使用化学抗氧化剂的潜在危害，大幅提升干坚果制品的健康加工与安全品质。

4. 率先创建干坚果采后的综合调控技术体系，攻克了加工制品保质期短的瓶颈难题。

该成果获省部科技成果一等奖 3 项。获授权国家发明专利 30 余件，制定标准 20 项，发表相关论文 80 余篇。近 3 年，完成单位新增销售额 77.16 亿元，利润 6.99 亿元；系列标准的建立，推进了生产的规模应用，促进行业的规范化，引领产业的可持续发展，经济和社会效益显著。

三、客观评价

(一) 中国轻工业联合会鉴定结论

项目通过中国轻工业联合会组织的成果鉴定。鉴定委员会给予该成果高度评价，整体技术达到国际领先水平。

(二) 科技查新报告结论

由浙江省科技信息研究院出具的查新报告（编号：**201633B2110840**）表明研究除查新项目委托单位公开的文献外，在国内外所检其他相关文献中未见报道。

(三) 行业标准

制定国家标准**3**项，行业标准**17**项，实现干坚果加工技术的标准化、规范化。

(四) 项目验收意见

国家自然科学基金项目《山核桃贮藏过程中类脂褐素的形成机制与调控》、《油脂光氧化影响因子分析及动力学机理研究》、浙江省科技计划项目《特色坚果制品抗氧化劣变及安全调控技术研究》、浙江省国际合作项目《特色坚果制品风味物质分析及保持技术研究》、浙江省自然科学基金《山核桃、香榧采后加工中的油脂氧化劣变途径研究》等项目通过验收，完成了项目合同书规定的任务指标。

(五) 第三方检测

应用该项目技术成果研发的脱氧剂、干坚果加工产品经“国家轻工业食品质量监督检测杭州站”、“国家农副产品质量监督检验中心（南京）”、“广东省质量监督食品检验站（东莞）”、“国家轻工业食品质量监督检验成都站”、“浙江华才技术检测有限公司”等检测单位检验，产品符合相关质量要求。

(六) 主持获得的国内外重要科技奖励

1. 干坚果制品氧化劣变及品质控制技术研究，浙江省科学技术奖，一等奖，**2009**年
2. 干坚果氧化劣变控制关键技术创制与产业化应用，中华农业科技奖，一等奖，**2015**年
3. 干坚果采后贮藏与加工保质关键技术及产业化，中国轻工业联合会科学技术奖，一等奖，**2016**年
4. 山核桃的加工、包装和贮藏方法（**ZL200810059928.1**），获国家知识产权局“中国专利优秀奖”，**2011**年

四. 推广应用情况

通过产学研合作，分别在洽洽食品股份有限公司，广东广益科技实业有限公司，四川徽记食品股份有限公司，杭州姚生记食品有限公司等企业推广应用，近 3 年完成单位累计新增销售额 77.16 亿元，利润 6.99 亿元，其它应用单位累计新增销售额 7.02 亿元，利润 6447.4 万元。综合新技术有效控制坚果氧化劣变，延长制品货架保质期至 6~8 个月，提升了坚果加工技术行业水平，经济和社会效益显著。

五、主要知识产权证明目录（不超过 10 件）

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	发明专利有效状态
发明专利	山核桃的加工、包装和贮藏方法	中国	ZL200810059928.1	2009.08.05	534760	浙江省农业科学院	郜海燕、陶菲、陈杭君、毛金林、周拥军、葛林梅、宋丽丽、陈文煊	有效
发明专利	一种高活性铁系除氧剂	中国	ZL201010226196.8	2012.09.26	1049649	浙江省农业科学院	穆宏磊、郜海燕、陈杭君、葛林梅、房祥军、陶菲、宋丽丽、毛金林、周拥军、陈文煊	有效
发明专利	一种山核桃的加工方法	中国	ZL201210003918.2	2013.07.17	1234959	洽洽食品股份有限公司	陈先保	有效
发明专利	一种生物剂型恒压脱氧剂	中国	ZL200810026208.5	2010.06.02	663066	广东广益科技实业有限公司	梁嘉臻	有效
发明专利	山核桃特色香气的保持方法	中国	ZL201010226199.1	2012.10.03	1057016	浙江省农业科学院	周拥军、郜海燕、陈杭君、房祥军、陈文煊、毛金林、陶菲	有效
发明专利	香榧的加工方法	中国	ZL201010194688.3	2012.04.25	938752	浙江省农业科学院	葛林梅、郜海燕、陈杭君、穆宏磊、陶菲、毛金林、房祥军	有效
发明专利	抑菌脱氧双效食品保鲜剂	中国	ZL200810028689.3	2011.08.17	825624	广东广益科技实业有限公司	梁嘉臻	有效
发明专利	一种生瓜子的生产方法	中国	ZL201210178305.2	2013.12.11	1320865	四川徽记食品股份有限公司	吕金刚	有效
发明专利	一种原形态山核桃仁加工方法	中国	ZL201110309318.4	2013.04.24	1186093	杭州姚生记食品有限公司	来明乔、项方献、吴国卿、陈岳祥	有效
发明专利	一种栝楼籽的加工贮藏方法	中国	ZL201010205128.3	2012.04.25	937752	浙江省农业科学院	毛金林、郜海燕、陈杭君、葛林梅、陶菲、周拥军、房祥军	有效

六、主要完成人情况

1. 姓名：郜海燕

排名：1

行政职务：省部重点实验室主任

技术职称：研究员

工作单位：浙江省农业科学院（食品科学研究所）

完成单位：浙江省农业科学院（食品科学研究所）

对本项目技术创造性贡献：项目总牵头主持人，对创新点 1-4 做出贡献，包括总体设计、协调组织实施和产业化推广。创新研究干坚果从原料贮藏到加工过程和制品保质三大阶段影响氧化劣变的关键因子，创建综合控制技术。主持获省部级一等奖 3 项，中国专利优秀奖 1 项，发表相关论文 28 篇，获授权国家发明专利 7 件，参与制定行业标准 1 项。

2. 姓名：陈杭君

排名：2

行政职务：无

技术职称：研究员

工作单位：浙江省农业科学院（食品科学研究所）

完成单位：浙江省农业科学院（食品科学研究所）

对本项目技术创造性贡献：项目主要参加人，对创新点 2、4 做出重要贡献，主要完成干坚果原料贮藏、山核桃多酚提取及组分分析研究，协助创建抗氧化劣变综合控制技术，并承担了大量技术应用和推广工作。参与获省部科学技术一等奖 3 项，中国专利优秀奖 1 项；发表相关论文 25 篇，获授权国家发明专利 7 件，参与制定行业标准 1 项。

3. 姓名：宁正祥

排名：3

行政职务：无

技术职称：教授

工作单位：华南理工大学（食品科学与工程学院）

完成单位：华南理工大学（食品科学与工程学院）

对本项目技术创造性贡献：对创新点 3 做出了贡献。采用将动态循环阶段连续逆流提取技术用于二氢杨梅素微波提取过程，有效提高提取效率。二氢杨梅素在油脂体系中具有与 TBHQ 接近的抗氧化活性，是新型天然食品抗氧化剂；对二氢杨梅

素进行单乙酰化、月桂酸酯化改性，明显提高其在油脂体系中的溶解性能及其应用效果。发表相关论文 39 篇。

4. 姓名：陈先保

排名：4

行政职务：董事长

技术职称：高级工程师

工作单位：洽洽食品股份有限公司

完成单位：洽洽食品股份有限公司

对本项目技术创造性贡献：对创新点 2、4 做出了贡献。主要协助抗氧化综合调控技术的小试、中试，成功应用于 10 余种坚果的加工与保质；实现干坚果抗氧化整体技术规模应用和产业化，提升制品高品质的安全保质。在行业中起到示范带头作用，在产业化推广应用做出了重大贡献。获授权国家发明专利 8 件。

5. 姓名：穆宏磊

排名：5

行政职务：无

技术职称：副研究员

工作单位：浙江省农业科学院（食品科学研究所）

完成单位：浙江省农业科学院（食品科学研究所）

对本项目技术创造性贡献：对创新点 3 做出了贡献，主要完成了高活性脱氧剂的研发与应用，利用纳米铁粉高比表面积高活性的特点，开发制备了干坚果专用纳米脱氧剂，同时并开展了相关技术的中试及推广应用。获授权国家发明专利 2 件，发表论文 12 篇。

6. 姓名：梁嘉臻

排名：6

行政职务：原研发总监

技术职称：高级技师

工作单位：广东广益科技实业有限公司

完成单位：广东广益科技实业有限公司

对本项目技术创造性贡献：对创新点 3 做出了贡献。主要完成了多项抗氧化剂和脱氧剂的研发工作，将新型安全抗氧化剂和脱氧剂成功应用于干坚果的加工保质，在产业化推广应用做出了关键及重要贡献。获授权国家发明专利 10 件，参与制定

行业标准 1 项。

7. 姓名：吕金刚

排名：7

行政职务：董事长

技术职称：高级工程师

工作单位：四川徽记食品股份有限公司

完成单位：四川徽记食品股份有限公司

对本项目技术创造性贡献：对创新点 2、4 做出了贡献。协同开展以瓜子为代表的籽类和坚果加工新技术研发，成功应用于坚果抗氧化劣变综合新技术，实现干坚果产品安全高品质加工，并且规模生产和产业化，同时在新技术的行业推广应用做出了重要贡献。获授权国家发明专利 1 件。

8. 姓名：房祥军

排名：8

行政职务：无

技术职称：副研究员

工作单位：浙江省农业科学院（食品科学研究所）

完成单位：浙江省农业科学院（食品科学研究所）

对本项目技术创造性贡献：对创新点 1 和 2 做出了贡献，主要完成山核桃抗氧化物质多酚的抗氧化活性变化与氧化劣变的关系研究，探明山核桃仁及蒲壳中多酚的组成，加工前后多酚含量与抗氧化活性变化的相关性，为揭示干坚果的氧化机理、改进加工工艺奠定基础。发表相关论文 18 篇，获授权国家发明专利 5 件。

9. 姓名：赵文革

排名：9

行政职务：副总经理

技术职称：经济师

工作单位：杭州姚生记食品有限公司

完成单位：杭州姚生记食品有限公司

对本项目技术创造性贡献：对创新点 2、4 做出了贡献。共同开展以山核桃、香榧等特色坚果抗氧化加工新技术和新包装材料等研发，建立技术的规范化和标准化，成功实现干坚果的安全高品质加工保质，实现批量规模生产和产业化，在新技术的

推广应用做出了重要贡献。主持和参与制定标准 9 项。

10. 姓名： 令 博

排名： 10

行政职务： 无

技术职称： 讲师

工作单位： 西北农林科技大学（机械与电子工程学院）

完成单位： 西北农林科技大学（机械与电子工程学院）

对本项目技术创造性贡献： 主要对创新点 2 做出了贡献。开展了坚果采后射频干燥研究，通过有限元计算机模拟与试验验证改善了射频加热的均匀性，减少干燥时间，提高能量利用率，并降低对坚果品质的不利影响，为坚果采后干燥和贮藏提供新技术。发表相关论文 11 篇。

11. 姓名： 周拥军

排名： 11

行政职务： 无

技术职称： 副研究员

工作单位： 浙江省农业科学院（食品科学研究所）

完成单位： 浙江省农业科学院（食品科学研究所）

对本项目技术创造性贡献： 对创新点 2 做出了贡献，主要完成巴旦木、杏仁等抗氧化技术研究，分析鉴定了主要特征挥发性风味物质化学组分，协同建立快速干燥等挥发性风味物质保持技术。获授权国家发明专利 5 件，发表论文 7 篇。

12. 姓名： 李长江

排名： 12

行政职务： 副总经理

技术职称： 高级工程师

工作单位： 四川徽记食品股份有限公司

完成单位： 四川徽记食品股份有限公司

对本项目技术创造性贡献： 对创新点 4 做出了贡献。开展以瓜子为代表的籽类和坚果加工技术研发和应用示范，实现产品安全高品质加工，同时在该抗氧化劣变综合控制技术的推广中做出了大量的工作。

13. 姓名： 何松

排名： 13

行政职务： 总经理

技术职称：工程师

工作单位：广东广益科技实业有限公司

完成单位：广东广益科技实业有限公司

对本项目技术创造性贡献：对创新点 3 做出了贡献。协助参与“生物恒压脱氧剂”、“抑菌脱氧双效保鲜剂”等方面研究与推广工作。发表相关论文 2 篇。

14. 姓名：来明乔

排名：14

行政职务：经理

技术职称：高级工程师

工作单位：杭州百晨食品有限公司

完成单位：杭州姚生记食品有限公司

对本项目技术创造性贡献：对创新点 4 做出了贡献。针对山核桃易氧化劣变，改进加工工艺，有效降延长成品货架寿命，并参与抗氧化综合调控新技术推广工作。获授权国家发明专利 2 件，参与制定标准 2 项。

15. 姓名：侯莉侠

排名：15

行政职务：无

技术职称：讲师

工作单位：西北农林科技大学（机械与电子工程学院）

完成单位：西北农林科技大学（机械与电子工程学院）

对本项目技术创造性贡献：主要对创新点 2 做出了贡献，开展了坚果采后射频干燥研究，为坚果采后干燥和贮藏提供新技术。发表相关论文 9 篇。

七、主要完成单位及创新推广贡献

序号	主要完成单位	创新推广贡献
1	浙江省农业科学院	成果主持和第 1 完成单位。提出总体思路和技术方案，组织实施、完成技术创新与生产应用推广。为成果的整体技术创制、产业化应用做出主要和重大贡献
2	华南理工大学	成果中新型安全抗氧化剂研制的主要完成单位。主要承担二氢杨梅素及其月桂酸酯等功能型富油脂食品抗氧化剂研发，得到具有安全高效的油脂抗氧化剂，在抗氧化产品的研制等方面做出重要贡献
3	洽洽食品股份有限公司	联合开展干坚果抗氧化劣变控制技术等科研攻关，

		承担新技术应用中试和规模生产，为新技术的标准制定和产业化应用做出重大贡献
4	西北农林科技大学	成果中干坚果原料射频干燥及设备研发的主要完成单位。主要承担开展核桃、巴旦木等坚果射频干燥、灭菌技术研发，在坚果干燥设备研发和产业化示范推广等方面做出重要贡献
5	广东广益科技实业有限公司	主要承担功能型保鲜剂和脱氧剂研发，研发的脱氧剂产品应用于全国多家食品企业，取得了显著的经济效益，在抗氧化产品的研制和产业化示范推广等方面做出重要贡献
6	四川徽记食品股份有限公司	主要承担新技术应用中试和规模生产，将抗氧化加工技术应用于花生、瓜子等炒货产品的加工，制品品质得到显著提高，为新技术的创建、验证和产业化应用做出重要贡献
7	杭州姚生记食品有限公司	主要承担新技术应用中试和规模生产，在山核桃、香榧、开心果等干坚果中进行氧化劣变控制，并实现产业化，品质和安全性显著提高，为新技术的标准制定和产业化应用做出重要贡献

八、完成人合作关系说明

“干坚果贮藏与加工保质关键技术及产业化”成果是以浙江省农业科学院为第一完成单位，联合国内优势单位华南理工大学，洽洽食品股份有限公司，西北农林科技大学，广东广益科技实业有限公司，四川徽记食品股份有限公司，杭州姚生记食品有限公司的科研和企业人员共同完成。

其中浙江省农业科学院属于该成果的第一完成单位，开展了坚果品质劣变机理研究，在原料、加工保质和新材料开发方面做出了贡献，同时承担成果申报材料总结、归纳和整理；华南理工大学与主持单位联合共同开发了安全高效的天然油脂抗氧化剂，为坚果的安全加工提供有效保障，共同鉴定成果 1 项、获省部级一等奖 1 项；洽洽食品股份有限公司与主持单位开展了紧密的产学研合作，解决坚果原料贮藏易霉变，产品氧化劣变等关键问题，作为整体技术示范应用单位，取得显著的经济和社会效益，共同鉴定成果 1 项；西北农林科技大学与主持单位共同研发坚果原料射频干燥技术与加工关键新技术，目前仍在共同承担浙江省农业科学院、西北农林科技大学、美国加州大学戴维斯分校三方坚果等国际合作研究项目，共同获省部

级一等奖 1 项；广东广益科技实业有限公司与主持单位联合研发新型脱氧剂等产品，对坚果产品货架期保质起关键作用，并作为脱氧剂的应用和生产示范单位，在国内同行处领先地位，共同获省部级一等奖 2 项；四川徽记股份有限公司为坚果高压蒸煮、减氧赋味等加工加工品质保持技术的应用示范单位，共同获省部级一等奖 2 项；杭州姚生记食品有限公司与主持单位联合承担浙江省“特色坚果制品抗氧化劣变及安全调控技术研究”重点科研项目，为产业化示范应用单位，共同获省部级一等奖 3 项。