

2019 年度省科技进步奖公示

一、项目名称

石榴资源综合开发关键技术与应用

二、推荐单位意见

本项目针对我国石榴贮藏保鲜与加工产业升级的迫切技术需求，以减损增值、延长产业链、增强企业竞争力等为目标，在贮藏保鲜配套技术、保鲜产品、石榴汁加工关键技术及资源高效利用等方面开展创新研究，形成了多项保鲜及加工关键技术并实现产业化，较好解决了限制行业发展的技术难题。项目获发明专利 5 项，实用新型专利 8 项，鉴定验收成果 10 项，发表论文 37 篇，其中 SCI 收录 4 篇，技术培训 1 万余人。将开发的新产品、新技术推广到多个省市，带动了近百家企业及大批果农增收 50 多亿元部分成果已成功在企业应用，经济和社会效益显著。

项目成果的应用推广对实现我国石榴产业采后减损增值、安全流通及产业结构升级具有重要意义，应用前景广阔。

建议推荐山东省科学技术进步奖二等奖或三等奖。

三、项目简介

1、本项目所属科学领域：农产品贮藏与加工。

2、项目背景：石榴在我国的种植面积已超过 180 万亩，形成了多个主产区，其中枣庄的石榴面积超过 15 万亩，并呈不断发展趋势。在石榴产业快速发展的同时，存在贮运流通过程损失严重、石榴汁及果酒市场占有率较低、高附加值产品少、加工副产物综合利用程度低，总体技术水平落后等突出问题。针对上述问题，项目组承担了国家星火项目、成果转化项目及省市级研课题 10 余项，历经 14 年的攻关，在石榴采后保鲜配套技术、加工关键技术及质量控制、综合利用等方面开展研究，取得了多项创新与突破。

3、主要科技创新内容

(1)石榴采后生理研究及保鲜技术集成

利用激光共聚焦活体扫描技术及电子显微技术研究了石榴贮藏过程褐变的组织学机理，探索试验了 1-MCP、微波处理、涂膜处理等方式的保鲜效果，为石榴贮藏技术手段的选择奠定理论基础。在此基础上研究并推广了适应果农小规模保鲜石榴的实用集成技术。已在石榴产区推广建设了 60-80m² 的户用节能小冷库 120 余个，年保鲜贮藏石榴 1 万多吨，年增加收入 1200 万元，开展技术培训 500 余人次。经济效益和社会效益显著。

(2)澄清石榴汁加工及石榴发酵产品工艺创新

引进并改进了集剥皮、隔膜与籽粒分离、榨汁于一体石榴果汁加工机械，解决了石榴剥皮自动化程度低的问题。采用了复合护色技术和综合澄清措施有效解决了石榴汁褪色和二次浑浊

问题。以蜂蜜原浆作为糖源调整石榴汁的初始糖度，采用全发酵工艺生产蜂蜜石榴果酒。在果醋二次液态深层发酵工艺上作了创新，包括以酸石榴果汁代替酸味剂调配发酵液的初始酸度；以超临界牛肉水解物为发酵液的营养添加物；醋酸发酵阶段采取间歇补纯氧技术，通气量约降低至 30%，果醋风味物质损失约降低了 70%。

(3)石榴叶活性成分分析及石榴茶创新开发

研究了石榴叶在生长季节多种活性成分的变化规律，明确了制作石榴茶的最佳叶片采摘期为五月中下旬；发现石榴叶茶在茶多酚含量及抗氧化方面显著高于普通绿茶；比较了不同加工工艺对石榴叶茶酚类物质及抗氧化活性的影响；筛选了适宜制茶的石榴品种，制定了专用石榴茶园栽培技术规程，创制了石榴红茶和乌龙茶。

(4)石榴花活性成分分析及加工利用

建立了石榴花中酚类物质的大孔树脂纯化工艺，并评价了石榴花瓣、花萼及花蕊等部位抗氧化活性的差别；还详细分析了石榴花挥发性物质的化学成分；首次从石榴花中分离、鉴定了 3,5-二糖苷花葵素和 3-葡萄糖苷花葵素两种花青苷成分。针对石榴花资源丰富，缺少综合开发利用的问题，以石榴干花为主料，添加其它辅料，开发了石榴花茶饮料生产技术。制备的石榴花红茶饮料口感柔和、风味独特，且茶多酚含量和咖啡因含量均符合茶饮料国标 GB/T 21733-2008 中的相关规定。

(5)石榴副产物加工利用技术

创新了石榴种仁油的冷榨工艺，并优化了石榴种仁油微胶囊制备工艺，开发出了石榴油微胶囊产品。建立了石榴皮多酚、黄酮、多糖等成分的提供动力学模型，并优化了它们的提取和纯化工艺。开发了石榴皮木醋液和石榴皮多糖硒酸酯等技术产品。创新了从石榴皮渣中制备石榴果胶的方法。还开发了石榴果粉和石榴果粉片。

4、经济与社会效益和对科技进步的作用：项目申请专利 9 项，已授权 7 项，鉴定成果 9 项，发表论文 33 篇，其中 SCI 收录 4 篇，技术培训 1 万余人。将开发的新产品、新技术推广到多个省市，带动了近百家企业及上百万果农增收 50 多亿元，澄清石榴汁加工等技术已在山东穆拉德生物医药科技有限公司等企业应用，累计产值达 3.8 亿元，经济、社会效益显著。项目成果应用推广提升了我国石榴产业的技术水平和国际竞争力，对实现石榴采后减损增值、安全流通及产业结构升级具有重要意义。

四、客观评价

项目实施以来，共完成科技部门组织的 8 项成果鉴定和 1 项验收，主题成果的鉴定意见如下：

2012 年 8 月 25 日，受山东省科技厅委托，由枣庄市科技局组织的“石榴保鲜贮藏新技术集成研究与示范推广”鉴定会，鉴定专家一致认为该项目经过试验筛选和集成，形成了涂膜处理、变温贮藏、自发气调、花萼处理为核心技术的石榴保鲜贮藏技术工艺，使贮藏期达四个月以上，

果实腐烂率低于2.1%，果实褐变指数为0.16，均明显优于常规对照。在石榴产区已推广建设60-80m³户用小冷库50多个、5000m³石榴贮藏专用冷库1座，年保鲜石榴1万吨，年增加收入1000万元，经济社会效益显著。在壳聚糖复合涂膜及花萼处理技术方面达到国际先进水平。

2014年10月20日，由枣庄市科技局组织的“全发酵蜂蜜石榴果酒的研究”鉴定会，鉴定专家一致认为该项目以蜂蜜原浆作为糖源，减少了SO₂的使用量，采用全发酵工艺生产蜂蜜石榴果酒，产品营养价值高、风味佳，兼有石榴果香与蜂蜜香味。通过紫外线照射诱变，筛选出适宜的蜂蜜石榴果酒专用酵母菌株，生产试验表明选育的菌株产酒精率较出发菌株提高10%。采用热冷交替物理方式处理，清除酒体中的热敏物质，澄清稳定性好，避免二次沉淀和澄清剂的残留。项目研究在发酵菌种选育、发酵工艺及澄清处理方面有突破创新，达到国内领先水平。

2011年9月8日，由枣庄市科技局组织的“石榴花活性成分的萃取工艺及功能分析”鉴定会，鉴定专家一致认为该项目以红色石榴花为材料，采用反相高效液相色谱和凝胶柱层析技术，筛选出X-5大孔树脂是纯化石榴花多酚的理想材料；首次从石榴花中分离纯化了2中花青苷，并鉴定为天竺葵素-3-葡萄糖苷和天竺葵素-3,5-二葡萄糖苷；应用HPLC法分析了齐墩果酸、熊果酸在石榴花及其它部位的分布规律，明确了石榴花中两类物质的含量最高；并研制了方便果农的实用石榴干制工艺。项目研究达国内领先水平。

五、推广应用情况

该成果是社会公益类成果，具有原创性，其中的系列技术产品已被多个单位应用，取得了显著的社会经济效益：

(1) 原汁型澄清石榴汁生产技术已在山东穆拉德生物医药科技有限公司等企业应用，通过该技术的应用，有效解决了石榴原汁生产过程中容易发生褪色和二次浑浊的技术难题。在石榴原汁加工过程中最大程度保证了石榴汁风味物质的完整性。用该工艺生产的石榴原汁性状稳定，风味纯正，显著改善了利用该技术澄清后的石榴原汁复配出的石榴汁饮料的风味和稳定性，显著提高了该企业的营业收入。

(2) 蜂蜜石榴酒酿造技术已在安徽亚太石榴酒集团有限公司和枣庄市亚太石榴酒有限公司等企业应用，利用该成果酿造的石榴果酒已在上述公司批量生产销售，为企业创造了可观的经济效益。

(3) 枣庄峰州石榴制产开发有限公司利用本成果生茶的石榴红茶，深受红茶爱好者的青睐，生产销售量逐年增加，已成为该企业的主要经济增长点。

(4) 峯城富山石榴生产合作社的广大果农使用本成果的石榴采后保鲜集成技术将石榴鲜果从中秋节保存至春节前后，贮藏效果较好，取得了良好的社会效益及经济效益。

六、主要知识产权证明目录

1、主要专利目录：

序号	知识产权名称	知识产权类别	发明人	知识产权人	知识产权号	取得日期
1	一种蜂蜜石榴果酒及其酿造方法	发明专利权	张立华, 郭允	枣庄学院	201110396189.7	2013.7.10
2	一种石榴果醋及其酿造方法	发明专利权	张立华, 张卜升, 王玉海, 孙中贯, 李欣宇	枣庄学院	201510062704.6	2015.11.11
3	一种石榴种仁油的生产方法	发明专利权	张立华, 孙蕾, 赵登超	枣庄学院、山东省林业科学研究院	201310358049.X	2015.1.7
4	一种从石榴皮渣中制备果胶的方法及其制备的果胶	发明专利权	张立华, 张沛, 李卓瓦	枣庄学院	201610464460.9	2017.12.22
5	一种从石榴花中同时提取多酚、类黄酮和三萜类的方法	发明专利权	张立华, 孙蕾, 赵登超	山东省林业科学研究院、枣庄学院	201410388691.7	2014.8.9
6	新型石榴红茶加工装置	实用新型专利权	张立华	张立华	200920219348.4	2010.6.16
7	一种具有管道式自吸真空装置的自动化石榴剥皮榨汁机	实用新型专利权	刘广亮, 陈伟峰, 孙启全, 曹露, 许超, 刘晓君	山东珀默珀尼卡果汁有限公司	201320106461.8	2013.8.7
8	一种石榴汁灌装机抓瓶盖装置	实用新型专利权	刘广亮, 许超, 赵磊	山东珀默珀尼卡果汁有限公司	201320575205.3	2014.5.21
9	一种具有上料清洗装置的石榴剥粒机	实用新型专利权	刘广亮, 陈伟峰, 孙启全, 曹露, 许超, 刘晓君	山东珀默珀尼卡果汁有限公司	201320106460.3	2013.8.7
10	一种石榴剥粒机的籽粒分离装置	实用新型专利权	余小龙(俞博瀚), 俞泽柱, 余泽尧	安徽省怀远县亚太石榴酒有限公司	201220053247.6	2012.10.10

2、主要论文目录:

序号	论文专著名称	发表刊物(出版社)	发表(出版)时间	作者(按刊物发表顺序)
1	Composition of anthocyanins in pomegranate flowers and their	Food Chemistry	2011,4	Zhang Lihua (张立华), Fu, Quanjuan, Zhang Yuanhu (张元湖)

	antioxidant activity			
2	Changes of bioactive compounds and antioxidant activities in pomegranate leaf	Scientia Horticulturae	2010, 4	Zhang Lihua (张立华), Gao Yujiao, Zhang, Y.-H (张元湖). Liu Jing, Yu Junwei
3	In vitro antioxidant properties of different parts of pomegranate flowers	Food and Bioproducts Processing	2011, 3	Zhang Lihua (张立华), Yang Xuemei, Zhang Yuanhu (张元湖), Wang Lu, Zhang Ran
4	A morphological and histological characterization of browning in pomegranate husk	Acta Horticulturae	2015.8	L.H.Zhang(张立华), Y.H.Zhang(张元湖), X.M.Yang(杨雪梅).
5	石榴花精油成分分析及清除自由基能力评价	食品科学	2015.12	贾秀稳, 张立华(通讯作者), 李先如, 孟健, 艾征东, 李欣宇
6	石榴皮木醋液的化学成分及抗氧化活性	食品科学	2016.4	张立华, 孙凤杰, 赵文亚, 郑丹丹, 王京龙
7	石榴花浸提工艺优化及其红茶饮料的研制	食品工业科技	2017.1	孙中贯, 王巍, 谭磊, 陈青, 张立华
8	石榴叶总黄酮的提取工艺及抗氧化活性考察	中国实验方剂学杂志	2016.3	郑丹丹, 王京龙, 王占一, 于定荣, 张立华, 王玉海
9	超声提取石榴皮多酚的传质动力学模型研究	中药材	2015.5	王占一, 张立华, 王玉海, 张元湖, 马丽, 郑丹丹
10	不同澄清方式对石榴果汁澄清效果的比较	食品工业	2015.9	史亚萍, 张永刚, 安广池, 刘广亮, 刘玉岭, 刘昌衡

七、主要完成人情况

姓名	排名	技术职称	工作单位	对项目主要贡献
张立华	1	教授	枣庄学院	项目主持人, 对项目创新点 1、2、3、4、5 均做出了突出贡献, 其中, 对创新点 1 的贡献是: 研究了石榴贮藏过程果皮的组织学变化规律和实用性的保鲜贮藏集成技术。对创新点 2 的贡献是: 研究澄清石榴汁护色工艺、蜂蜜石榴果酒酿制工艺及石榴果醋二次液态深层发酵工艺。对创新点 3 的贡献是: 分析了石榴叶中多酚、黄酮等物质的季节性变化规律, 确定了茶叶的最佳采摘时间, 提出了有氧摇青可降低促进石榴叶多酚的非酶转化, 降低涩度, 增加香气; 发明了石榴红茶加工装置。对创新点 4 的贡献是: 研究了石榴花功能成分萃取工艺, 分离鉴定了石榴花 2 种花青苷, 比较了石榴花不同部分的抗氧化活

				性,分析了石榴花精油的化学成分。对创新点5的贡献是:研究了石榴种仁油冷榨工艺及石榴皮木醋液化学成分。
张永刚	2	副研究员	山东省科学院	对创新点2、5做出了突出贡献,主要表现在: (1)对创新点2的贡献是:研究了不同澄清方式对石榴果汁澄清效果,确定了最优石榴果汁澄清工艺。 (2)对创新点5的贡献是:确定了喷雾干燥制取石榴果粉的工艺及石榴果粉片的生产配方,并开发了石榴果粉片及开发出了石榴油微胶囊产品。
张元湖	3	教授	山东农业大学	对项目创新点1、3、4做出了突出贡献,主要表现在: (1)研究了石榴贮藏过程果皮的组织学变化规律和石榴保鲜贮藏集成技术。 (2)分析了石榴叶中多酚、黄酮等物质的季节性变化规律,确定了茶叶的最佳采摘时间。 (3)研究了石榴花功能成分萃取工艺,分离鉴定了石榴花2种花青苷,比较了石榴花不同部分的抗氧化活性。
王玉海	4	教授	枣庄学院	对创新点3做出了贡献,主要表现在: 在石榴叶红茶生产技术研究及系列产品开发中有突出贡献。
刘广亮	5	高级经济师	山东穆拉德生物医药科技有限公司	对创新点2、5做出了突出贡献,其中,主要表现在: (1)对原汁型澄清石榴汁生产技术工艺作了创新,对原汁型澄清石榴汁进行应用和推广。 (2)开发了石榴籽油软胶囊及石榴果粉片等产品。
俞博翰	6	品酒师	枣庄市亚太石榴酒有限公司	对创新点2做出了突出贡献,其中,对创新点2的贡献是: 对蜂蜜石榴果酒的生产工艺进行了生产试验、应用和推广。支撑材料为:应用证明1项,附件19。
孙中贯	7	讲师	枣庄学院	对创新点4做出了贡献,主要表现在: 在石榴花茶饮料加工等方面有创造性贡献。
郑丹丹	8	讲师	枣庄学院	对创新点3做出了贡献,主要表现在: 在石榴叶活性成分提取及活性评价等方面有突出贡献。
王占一	9	副教授	枣庄学院	对创新点4、5做出了贡献,主要表现在: 在石榴皮、石榴籽和石榴花中功效成分的提取、分离及综合开发利用等方面有突出贡献。

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	排名	对本项目科技创新和推广应用情况的贡献
枣庄学院	1	<p>枣庄学院作为项目第一完成单位,负责项目整体方案设计,提出了研究的主体思路和核心技术路线。对本项目创新点1、2、3、4、5均做出了突出贡献：（1）研究了石榴贮藏过程果皮的组织学变化规律和实用性的保鲜贮藏集成技术；（2）研究澄清石榴汁护色工艺、蜂蜜石榴果酒酿制工艺及石榴果醋二次液态深层发酵工艺；（3）分析了石榴叶中多酚、黄酮等物质的季节性变化规律，确定了茶叶的最佳采摘时间；发明了石榴红茶加工装置；（4）研究了石榴花功能成分萃取工艺，分离鉴定了石榴花2种花青苷，比较了石榴花不同部分的抗氧化活性，分析了石榴花精油的化学成分；开发了石榴花茶饮料；（5）研究了石榴皮木醋液制取及其化学成分，创新了石榴种仁油冷榨工艺。</p>
山东省科学院高新技术产业（中试）基地	2	<p>山东省科学院高新技术产业（中试）基地建有开放式实验室、标准化中试车间，与山东省穆拉德生物医药有限公司及枣庄学院针对石榴的深加工，联合开展了石榴汁、石榴籽油及石榴果粉片等多个产品的研究，同时为本项目的多项产品提供技术测试及中试实验。</p>
山东农业大学	3	<p>山东农业大学建有作物生物学国家重点实验室，与枣庄学院合作针对石榴的深加工，联合开展了石榴保鲜贮藏机理及保鲜贮藏集成技术、石榴叶活性成分季节变化规律及石榴茶叶加工等方面的研究，并为本项目的开展提供了仪器设备及技术支持。</p>
山东穆拉德生物医药科技有限公司	4	<p>山东穆拉德生物医药科技有限公司是国内建立的第一家高标准的石榴系列产品加工企业。与枣庄学院针对石榴汁的技术开发进行合作，并参与制定国家石榴汁行业的标准和石榴鲜果的国家标准。</p>
枣庄市亚太石榴酒有限公司	5	<p>枣庄亚太石榴酒有限公司为专业从事石榴酒生产和销售的公司，为枣庄市农业龙头企业，与枣庄学院密切合作，开展石榴酒的新技术研发，在本项目中主要贡献对蜂蜜石榴果酒的生产工艺进行了生产试验、应用和推广，为成果转化提供了平台，创造了显著的经济效益。</p>

九、完成人合作关系说明

本成果的合作人共有 9 位，其中，张永刚来自于山东省科学院高新技术产业（中试）基地、张元湖来自山东农业大学、刘广亮来自山东穆拉德生物医药科技有限公司，俞博瀚来自枣庄市亚太石榴酒有限公司，张立华、王玉海、孙中贯、郑丹丹和王占一均为枣庄学院“石榴资源研发团队”成员。所有完成人均参与了项目中的各子课题研究，在项目研究中均为项目的主要创新点做出了贡献，并以共同出版专著、发表论文的形式体现合作成果。具体证明材料如下：

1.合作发表论文

(1) **Zhang Lihua(张立华)**, Fu Quanjuan, **Zhang Yuanhu(张元湖)**. Composition of anthocyanins in pomegranate flowers and their antioxidant activity. Food Chemistry, 2011, 127(4): 1444-1449

本论文中，张立华为第 1 完成人、张元湖为第 3 完成人

(2) **张立华**，孙凤杰，赵文亚，**郑丹丹**，王京龙. 石榴皮木醋液的化学成分及抗氧化活性. 食品科学, 2016, 37(8): 127-130.

本论文中，张立华为第 1 完成人、郑丹丹为第 8 完成人

(3) **孙中贯**，王巍，谭磊，陈青，**张立华**. 石榴花浸提工艺优化及其红茶饮料的研制. 食品工业科技, 2017, 38(1): 230-233

本论文中，张立华为第 1 完成人，孙中贯为第 7 完成人

(4) **郑丹丹**，王京龙，**王占一**，于定荣，**张立华**，**王玉海**. 石榴叶总黄酮的提取工艺及抗氧化活性考察. 中国实验方剂学杂志, 2016, 6 : 12-16

本论文中，张立华为第 1 完成人，王玉海为第 4 完成人，郑丹丹为第 8 完成人、王占一为第 9 完成人，

(5) **王占一**，**张立华**，**王玉海**，**张元湖**，马丽，**郑丹丹**. 超声提取石榴皮多酚的传质动力学模型研究. 中药材, 2015, 38 (5): 1060-1065

本论文中，张立华为第 1 完成人，张元湖为第 3 完成人，王玉海为第 4 完成人，郑丹丹为第 8 完成人，王占一为第 9 完成人

2.合作申请的专利

(1) **张立华**，张卜升，**王玉海**，**孙中贯**，李欣宇. 一种石榴果醋及其酿造方法. 发明专利权 (201510062704.6), 2015.11.11

本专利中，张立华为第 1 完成人，王玉海为第 4 完成人，孙中贯为 7 完成人

3.合作完成的科研项目

(1) **王玉海**，**张立华**，**张元湖**，褚衍超，田翠，林学泉. 石榴叶红茶生产技术研究及系列产品开发. 枣科成鉴字[2014] 第 37 号。

本项目中，张立华为第 1 完成人，张元湖为第 3 完成人，王玉海为第 4 完成人

(2) **张立华, 王玉海, 郭士龙, 孙中贯, 王勇, 赵文亚。**全发酵蜂蜜石榴果酒的研究。枣科成鉴字[2014] 第 36 号。

本项目中, 张立华为第 1 完成人, 王玉海为第 4 完成人, 孙中贯为第 7 完成人

(3) **刘广亮, 张立华, 张永刚, 孙启全, 等。**石榴籽油及微胶囊加工技术研究。

本项目中, 张立华为第 1 完成人, 张永刚为第 2 完成人, 刘广亮为第 5 完成人

(4) **刘广亮, 张立华, 张永刚, 孙启全, 等。**石榴果粉及果粉片加工工艺研究。

本项目中, 张立华为第 1 完成人, 张永刚为第 2 完成人, 刘广亮为第 5 完成人