

# 2023 年度山东省科学技术奖励项目公示

## 一、项目名称

花活性物质高效制备创新技术及应用

## 二、推荐单位及推荐意见

推荐单位：山东省花生研究所

推荐意见：该成果创建的混菌发酵花生红衣制备原花青素技术提高了原花青素产品中低聚原花青素的含量与功能活性；研创的花生功能性多糖专用重组纤维素酶及创建的重组纤维素酶定向酶解耦合波谱辅助提取功能性多糖的制备技术，缩短了功能性多糖的制备时间，提升了多糖得率与产品品质性能；创建的花生壳类黄酮靶向分级提取技术与 pH 调控的大孔树脂纯化技术提升了类黄酮组分在产品应用中的时效性。该成果获得授权国家发明专利 18 件，授权实用新型专利 7 件，授权国际专利 2 件，授权软件著作权 18 件；在国内外期刊发表论文 27 篇，SCI 和 EI 论文 6 篇；在青岛奥迪斯生物科技有限公司、青岛和协生物科技有限公司、青岛天祥食品集团有限公司、临沂裕隆食品有限公司、山东世纪春生物科技有限公司等多家应用单位近两年累计新增销售额 102932 万元，新增利税 11088 万元。

经审查，所写内容属实，同意推荐申报山东省科学技术进步奖二等奖。

## 三、项目简介

类黄酮、原花青素和多糖是当前深受人们关注的活性物质，具有抗氧化、平衡肠道菌群、消炎抗菌、提高免疫力等功效，极具开发潜力与应用前景。花生壳、花生衣等花生加工副产物中富含类黄酮、原花青素、纤维素等功能成分，但因存在酶解效率低、提取率低等技术问题，高值化利用程度较低。针对该技术难题，本项目利用花生副产物高效制备高活性高品质的类黄酮、多糖和原花青素，实现花生的高值化利用，延长花生加工产业链，为企业开创新的经济增长点。主要技术方案、内容和创新点如下：

1、创建了花生壳类黄酮靶向分级提取技术，研创了基于 pH 调控的大孔树脂纯化技术，开发了植物源增效剂，实现类黄酮的富集与精制，提升了类黄酮组分在产品应用中的时效性。

通过类黄酮的靶向分级提取技术可使类黄酮高效富集，类黄酮纯度提高至 50% 以上，乙醇用量降低了 50% 以上，易于工业化实施。通过调控大孔树脂纯化中的吸附与洗脱 pH 可实现类黄酮的精制，类黄酮纯度可提高至 90% 以上，减少了纯化工序。以花生壳类黄酮为组分开发的植物源增效剂，稳定性好、活性强，能够显著抑制产孢镰刀菌等真菌的生长，提高花生产量，适用于作物病害防治。

2、研创了花生功能性多糖专用重组纤维素酶，并创建了重组纤维素酶定向酶解

耦合波谱辅助提取功能性多糖的制备技术，开发了花生功能性多糖可食用膜，提升了功能性多糖得率与产品品质性能。

对里氏木霉纤维素酶 CBH I 进行分子改造，筛选到的突变体 Q313A 比 CBH I 的热稳定性提高了 20% 以上，最适反应 pH 为中性环境，用于多糖的酶解改性与热水浸提工艺的同步进行；建立了重组纤维素酶定向酶解耦合波谱辅助提取花生功能性多糖技术，多糖制备时间缩短、得率提高、抗氧化活性提高了 50% 以上、透光性增加、缓冲能力和阳离子交换作用增强；用其研制的可食用膜的致密性与光滑性增加，透明度和阻水性分别提高了约 12% 和 3%。

3、创建了混菌发酵花生衣制备原花青素技术，表征了花生原花青素的功能性质，开发了原花青素微胶囊产品，提高了产品中低聚原花青素的含量与活性。

采用枯草芽孢杆菌与酿酒酵母混菌发酵体系制备花生衣原花青素，原花青素得率提高了 50% 以上，低聚原花青素含量高于 65%，抗氧化活性提高了 45%，稳定性好，抑菌谱扩大。经复凝聚法制备的原花青素微胶囊，提高了原花青素的保留率，增强了产品耐热性、耐酸碱性及耐光性。

本项目获得授权国家发明专利 18 件，授权实用新型专利 7 件，授权国际专利 2 件，授权软件著作权 18 件；在国内外期刊发表论文 27 篇，SCI 和 EI 论文 6 篇；在多家应用单位近两年累计新增销售额 102932 万元，新增利税 11088 万元。

#### 四、客观评价

根据省级科技查新咨询单位山东省农业科学院科技信息工程技术研究中心关于“花生中天然产物的提取精制技术研究与示范”查新报告结论：国内检索范围内本课题组报道了枯草芽孢杆菌和酿酒酵母混菌发酵花生红衣制备原花青素；报道了经定点突变的里氏木霉来源纤维素酶定向酶解花生壳耦合波谱辅助提取技术制备功能性多糖。国内检索范围内未见有采用靶向分级提取技术和 pH 调控的 D101 型大孔树脂纯化技术富集与精制花生壳类黄酮的报道。

## 五、主要完成人情况

排名	姓名	职务 职称	工作单 位	完成单位	对本项目贡献
1	毕洁	助理研究员	山东省花生研究所	山东省花生研究所	项目负责人，总体负责项目设计与实施；对本项目发明点一、二和三都有创造性贡献，是 8 个授权发明专利的完成人。
2	杨庆利	副院长 教授	青岛农业大学	青岛农业大学	对本项目发明点一和二都有创造性贡献，是 3 个授权发明专利的完成人。
3	孙杰	教授	青岛大学	山东省花生研究所	对本项目发明点一、二和三都有创造性贡献，是 8 个授权发明专利的完成人。
4	于丽娜	研究员	山东省花生研究所	山东省花生研究所	对本项目发明点一、二和三都有创造性贡献，是 9 个授权发明专利。
5	王明清	副研究员	山东省花生研究所	山东省花生研究所	对本项目发明点一、二和三都有创造性贡献，是 5 个授权发明专利。
6	杨伟强	副书记 副研究员	山东省花生研究所	山东省花生研究所	对本项目发明点一、二和三都有创造性贡献，是 4 个授权发明专利的完成人。
7	宋昱	助理研究员	山东省花生研究所	山东省花生研究所	对本项目发明点一和二有创造性贡献，是 2 个授权专利的完成人。
8	侯秀丹	副教授	青岛农业大学	青岛农业大学	对本项目发明点一有创造性贡献，是 1 个授权专利的完成人。
9	江晨	助理研究员	山东省花生研究所	山东省花生研究所	对本项目发明点一和二有创造性贡献，是 2 个授权专利的完成人。
10	齐宏涛	讲师	青岛大学	山东省花生研究所	对本项目发明点一有创造性贡献，是 1 个授权发明专利的完成人。

## **六、完成人合作关系说明**

项目主持人毕洁与完成人杨庆利共同获得发明专利 2 项。

项目主持人毕洁与完成人孙杰共同获得发明专利 8 项。

项目主持人毕洁与完成人于丽娜共同获得发明专利 8 项。

项目主持人毕洁与完成人王明清共同获得发明专利 5 项。

项目主持人毕洁与完成人杨伟强共同获得发明专利 4 项。

项目主持人毕洁与完成人宋昱共同获得发明专利 2 项。

项目完成人杨庆利与完成人侯秀丹共同获得发明专利 1 项。

项目主持人毕洁与完成人江晨共同获得发明专利 2 项。

项目完成人于丽娜与完成人齐宏涛共同获得发明专利 1 项。

## **七、应用情况**

本项目技术在企业内得到广泛的应用，其中类黄酮生产方法已在青岛奥迪斯生物科技有限公司、青岛和协生物科技有限公司等多家企业得到广泛应用，功能性多糖与原花青素生产技术在青岛天祥食品集团有限公司、临沂裕隆食品有限公司、山东世纪春生物科技有限公司等多家企业应用推广，带动了花生功能成分精深加工技术的发展，近两年来成果应用企业累计新增销售额 102932 万元，新增利税 11088 万元，促进了花生产业的健康发展，创造了良好的社会效益和经济效益。

## 八、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 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
发 明 专 利	一种富集花生植株中类黄酮、萜类和/或芪类化合物的方法	中国	ZL20211097882.4	2022-7-8	5293286	山东 省花 生研 究所	毕洁,于丽娜, 杨伟强,石程仁, 王明清,江晨,齐宏涛, 宋昱,徐同成, 彭娅萍,孙杰,龚魁杰, 谢宏峰,孙小双	有效
发 明 专 利	一种富含黄酮类化合物的活性多糖及其制备方法	中国	ZL201710054552.4	2020-7-21	3896763	山东 省花 生研 究所	毕洁,孙杰,于丽娜,张初署, 王明清,徐同城,杨伟强,张建成	有效
发 明 专 利	一种花生衣低聚原花色素、其制备方法及应用	中国	ZL201811037561.3	2020-10-30	4062150	山东 省花 生研 究所	毕洁,孙杰,张初署,于丽娜, 王明清,张建成	有效
发 明 专 利	一种抗黄曲霉侵染的涂膜贮藏花生的方法	中国	ZL201110248665.0	2013-3-27	1163581	山东 省花 生研 究所	于丽娜,杨庆利,孙杰,毕洁	有效
发 明 专 利	一种抗黄曲霉菌的花生种衣剂	中国	ZL201410138298.2	2015-10-28	1826960	山东 省花 生研 究所	于丽娜,齐宏涛	有效
发 明 专 利	固相萃取和电化学传感器联用检测木犀草素的方法	中国	ZL202010919092.9	2022-10-25	5535723	青岛 农 业 大 学	侯秀丹,杨庆利,吴薇,解万翠	有效
发 明 专 利	一种携载膳食纤维可食用抗	中国	ZL201911233099	2022-3-11	4993532	山东 省花	毕洁,孙杰,于丽娜,张建成,	有效

	菌膜及其制备方法		.9			生 研究所	张初署, 杨伟强, 王明清, 宋昱, 杨珍, 江晨	
发 明 专 利	一种高活性花生壳多糖及其制备方法	中国	ZL201710054553.9	2020-7-14	3886160	山 东省 花 生研 究所	孙杰, 毕洁, 张初署, 于丽娜, 王明清, 徐同城, 杨伟强, 张建成	有效
发 明 专 利	一种固态发酵制备花生非淀粉多糖的方法	中国	ZL201310341028.7	2015-10-14	1814790	山 东省 花 生研 究所	于丽娜, 杨庆利, 孙杰, 张初署, 毕洁, 朱凤	有效
发 明 专 利	一种色素提取用黑花生的品质测定方法及其评价方法	中国	ZL201610646168.9	2018-9-11	3069548	山 东省 花 生研 究所	孙杰, 张初署, 毕洁, 于丽娜, 禹山林, 张建成, 彭娅萍, 林荣丽, 徐同城, 许婷婷, 赵善仓, 胡玉忠	有效

## 主要完成单位及创新推广贡献

本项目由山东省花生研究所、青岛农业大学合作开发完成。

山东省花生研究所为该项目的第一完成单位，主要科技创新和推广应用贡献如下：1. 分级提取富集类黄酮与基于 pH 调控的大孔树脂纯化精制类黄酮的生产工艺，降低了传统方法中乙醇用量大、纯化工艺繁琐的问题，操作更为简单，易于工业化实施。2. 构建的花生功能性多糖专用纤维素酶蛋白适用于高温条件下同步酶解与提取，缩短了生产时间，降低了生产成本，低碳环保。3. 混菌发酵体系辅助提取花生红衣原花青素的生产，提高了原花青素的得率和原花青素低聚体的含量，产品活性增强。并将以上将技术在企业应用推广。

青岛农业大学为该项目的第二完成单位，主要科技创新和推广应用贡献如下：创制了黄酮类化合物的检测方法，完成了花生类黄酮的应用效果研究。研发了花生活性多糖高效制备技术，并将技术在企业应用推广。

青岛大学为该项目的第三完成单位，主要科技创新和推广应用贡献如下：完成了活性多糖的功能研究和原花青素高效制备技术。并将技术在企业应用推广。