

一、项目名称（名称、申报奖励类型）

项目名称：稳定性增效微生物肥料的开发与应用

申报奖励类型：技术开发与推广类

二、提名单位意见

我单位认真审阅了该项目提名书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。按照要求，我单位及完成人所在单位均进行了公示，确认完成人、完成单位排序无异议。

根据项目科技创新、技术经济指标、促进行业科技进步作用、应用情况、完成人情况，并参照山东省科学技术进步奖申报和提名基本条件，提名理由和建议等级如下：

1. 本项目创新点、技术经济指标、促进行业科技进步作用：

本项目从益生菌发酵、稳定性添加及肥料产品环境适用性等角度开展联合攻关，创新性开发了基于高密度固体发酵技术和多重保护性隔离包膜技术的稳定性增效微生物肥料生产工艺，有效解决益生菌的“生长、存放、存活”问题，提高生物肥料产品稳定性，提升产品效果和适用范围，其主要创新点如下：

- （1）创新性开发芽孢杆菌高密度固态菌剂发酵技术**，从物料特性、灭菌方式、发酵工艺和下游处理四个角度层层推进，实现菌剂生产“降低成本、简化工艺、提升效果、资源利用”综合优势，发酵密度达到 5-100cfu/g，成本较传统液态工艺降低 50~70%；
- （2）在国内首创以无机-有机“核壳”结构和非水相包膜剂为核心的菌剂多重保护性隔离包膜技术及配套装备**，减少菌剂受水分、盐分、有机制剂等因素影响，显著提升肥料生产过程中菌剂的稳定性，实现无损添加，益生菌存活率 $\geq 95\%$ ，保质期较国标要求提升 400%；
- （3）创新性开发“菌-剂协同”稳定增效技术**，将高定殖活性菌株与聚谷氨酸、海藻提取物等绿色增效助剂有机整合，相辅相成，发挥“菌-剂协同”效应，显著提升产品在不同土壤环境下的效果稳定性，较传统生物肥料益生菌土壤存活率最高提升 22.5 倍，存活周期 ≥ 3 个月。

2. 应用情况说明：

（1）自投产推广该技术产品以来，不断进行大田肥效试验，得到农户的一致好评。专用性肥料品种不断增加，产品的适作物品种由单一的果树增加到多种蔬菜、粮食和经济类作物，如黄瓜、玉米、花生等。综合全国各地不同作物上的肥料产品效果，项目产品防病抗病效果明显；作物增产增收效益可观，增产率 7%以上，增收 500 元/亩以上。

（2）本项目成果应用范围逐年扩大，已由山东经济作物主产区扩大至海南、湖南、江西等全国二十几个省市以及缅甸、南非、韩国等海外多个国家和地区，效果良好，获得了较大的经济效益与社会效益。项目产品对促进绿色农业、现代农业可持续发展具有重要意义，必将引领农业投入品从化学、高残、低效向绿色、低残、高效方向转变，其社会、经济、生态效益巨大。

（3）截止目前，项目产品累计销售收入超过 5 亿元，年利润 2000 万元以上。辐射带动实现主产区资源投入节约效益 1000 万元左右，增收近千万元。

3. 完成人情况：完成人既具有深厚的微生物技术与肥料研发的理论基础，又具备产业化转化与产品应用推广的实践能力，长期从事该方面的理论研究与技术开发，取得与生产实际相结

合的理论与技术成果，得到同行专家和企业的好评。

4. 提名理由和建议等级：

项目立足于复合微生物肥料相关技术的改进和创新，从农用益生菌发酵、生物肥料稳定性生产及产品增效应用层层推进，在土著微生物和活性复合助剂的基础上，国内首次构建了利用固体发酵技术和保护性隔离包膜工艺制备生物肥料，解决了微生物活性不稳定和增效能力弱的问题，推动了行业技术进步。在微生物全过程保活技术、低值有机物料微生物转化技术、多功能定制性产品开发等方面居国内同类研究领先水平。

建议提名为科技进步奖二等奖。

三、项目简介

该项目属于农业生物技术领域。

生物肥料在土壤改良、提高农作物产品品质和食品安全等方面已表现出不可替代的作用，在新旧动能转换的关键时期和农业可持续发展中的地位尤为突显。然而受菌种功能、菌剂生产水平、肥料添加方式和环境适应性等因素限制，生物肥料产品目前仍然存在益生菌成本高、损伤大、见效慢、效果不稳定等问题，其中菌剂制备、肥料添加和农田施用各环节中的“**稳定性存活**”是决定产品质量的关键因素，也是目前生物肥料生产技术迫切需要解决的关键问题。

本项目围绕益生菌“生、存、活”三个方面，从优良菌种筛选、固态专用发酵体系的建立、多重保护性隔离包膜方式创新、废弃物高值化利用、以及“菌-剂协同增效”配方设计等方面开展系统技术创新研发，具体创新如下：

(1) 围绕微好氧发酵环境体系构建和优化专用静态固态发酵工艺，开发基于有机废弃物的芽孢杆菌专用固态菌剂发酵技术，发酵水平达到 50-100 亿/克；

(2) 以有机质包覆方式构建新型无机-有机“核壳”结构，结合非水相包膜剂及其专用装备，开发益生菌多重隔离性包衣技术，实现益生菌无损添加，存活率 $\geq 95\%$ ，保质期 ≥ 24 个月；

(3) 以益生菌与多糖、多肽等生物大分子互作机制为指导，从菌种、助剂、配方三个角度将高定殖活性益生菌与聚谷氨酸、海藻提取物等绿色增效助剂合理复配，开发“菌-剂协同”稳定增效产品配方，益生菌土壤存活能力提升 20 倍以上，效果持续周期 ≥ 3 个月。

通过以上技术创新，与传统生物肥料生产工艺相比，益生菌发酵成本较传统液体工艺降低 65~70%；菌剂添加存活率提升 30%以上，保质期较国标要求提升 400%；在不同土壤环境中较传统生物肥料益生菌存活率最高可提升 22.5 倍，存活周期 ≥ 3 个月，产品品质显著提升。

本项目相关技术由山东省科技厅组织专家评审获鉴定成果 2 项，均达到国内领先水平；授权发明专利 7 项，实用新型 2 项，发表论文 5 篇，转化产品 12 项。

一种以固体发酵技术制备的生物菌肥及其应用（专利号 ZL201410360644.1）

一种高养分含量的复合微生物肥料及其制备方法（专利号 ZL201410851245.5）

一种复合生物制剂及其制备方法（专利号 ZL201110418377.5）

一种壳聚糖包膜海藻生物有机肥及其制备方法（专利号 ZL201110418354.4）

一种秸秆促腐菌剂包膜的生物有机肥料及其制备方法（专利号 ZL201410271212.3）

一种促进葡萄着色增糖的生物肥料及其制备方法（专利号 ZL201410251296.4）

一种抗香蕉枯萎病的微生物肥料、制备方法及应用（专利号 ZL201410568897.8）

一种提取海藻中间体专用的反应釜（ZL201420793565.5）

一种海藻包衣设备（ZL201520985528.9）

目前该技术已被广泛应用于各类经济作物，范围涵盖江苏、河北、河南、陕西、海南等全

国二十几个省市以及南非、韩国、缅甸等世界多个地区，推广面积 150 万亩，近三年销售产品 21.7 万吨，销售收入 5.4 亿元，新增税收 1.03 亿元，增加就业 500 余人。

本项目的产业化实施，解决了传统生物肥料成本高、损伤大、见效慢、效果不稳定等问题，对于带动我省肥料产业整体技术升级，推动我省现代农业发展、新旧动能转换具有重要意义，经济和社会效益显著。

四、客观评价

1. 鉴定结论

(1) “高效微生物复合肥料的开发与应用”通过同行专家进行的成果鉴定：“专家委员会认为，该项目在微生物全过程保活技术、低值有机物料微生物转化技术、多功能定制性产品开发等方面居国内同类研究领先水平。”

(2) “多功能微生物复合肥料的开发与应用”通过同行专家进行的成果鉴定：“鉴定委员会认为，该项目在菌种筛选、组合组配、保活技术以及微生物复合肥料的配方优化方面居国内同类研究领先水平。”

2. 查新报告

烟台市科学技术情报研究所在现有的检索领域内经检索分析得出如下结论(报告编号 201805350277)：“在以上国内文献检索中，除本课题完成单位的专利和前期研究成果外，本次检索未见涉及‘微生物肥料生物活性全过程的保活稳定技术和定殖增效技术’的公开文献报道。”

3. 验收意见

“高效微生物复合肥料的产业化与应用”项目突破了农用功能菌株、功能配合物与常规肥料结合技术，开发新型微生物复合型肥料产品 12 种，实现了产品的产业化生产，在微生物全过程保活技术、低值有机物料微生物转化技术、多功能定制性产品开发等方面具有明显创新。技术研发、产品开发、人才培养、平台建设、经济指标等各项性能指标均达到或超过合同指标要求，验收通过。

4. 检测报告

(1) 农业部微生物肥料和食用菌菌种质量监督检验测试中心按照中华人民共和国农业行业标准 NY884-2012、NY/T2321-2013 对送检的生物有机肥进行了检测，各项指标均符合产品标准，判定产品合格。

(2) 农业部微生物肥料和食用菌菌种质量监督检验测试中心按照中华人民共和国农业行业标准 NY/T798-2015、NY/T 2321-2013 对送检的复合微生物肥料进行了检测，各项指标均符合产品标准，判定产品合格。

五、主要知识产权目录

序号	知识产权名称	知识产权类别	发明人（作者）	知识产权人	知识产权号	取得日期	国（区）别 （刊名）	发明专利 有效状态	证明材料
1	一种以固体发酵技术制备的生物菌肥及其应用	发明专利权	苏群；孙磊；刘伟；王浩宇	山东宝源生物科技股份有限公司	ZL201410360644.1	2017-02-15	中国	有效	附件-1
2	一种高养分含量的复合微生物肥料及其制备方法	发明专利权	张彦、刘宝德、刘勇、孙磊	山东宝源生物科技股份有限公司	ZL201410851245.5	2017-09-26	中国	有效	附件-2
3	一种复合生物制剂及其制备方法	发明专利权	苏群	山东宝源生物科技股份有限公司	ZL2011 1 0418377.5	2013-04-17	中国	有效	附件-3
4	一种壳聚糖包膜海藻生物有机肥及其制备方法	发明专利权	苏群	山东宝源生物科技股份有限公司	ZL2011 1 01418354.4	2013-03-13	中国	有效	附件-4
5	一种秸秆促腐菌剂包膜的生物肥料及其制备方法	发明专利权	张彦、孙磊、刘勇	山东宝源生物科技股份有限公司	ZL201410271212.3	2016-05-25	中国	有效	附件-5
6	一种促进葡萄着色增糖的生物肥料、制备方法及应用	发明专利权	刘伟、孙磊	山东宝源生物科技股份有限公司	ZL2014 10251296.4	2015-11-18	中国	有效	附件-6

六、主要完成人情况表(姓名、排名、技术职称、工作单位、对本项目技术创造性贡献)

序号	姓名	排名	技术职称	工作单位/完成单位	对本项目的贡献
1	苏群	1	工程师	山东宝源生物科技股份有限公司	开展固体发酵技术研究,并较好的应用于菌剂的保护性生产中,解决了生物类产品活性不稳定的突出问题,为微生物复合肥料的产业化生产提供科学可行的技术方案;开展菌剂拮抗、防治病害等技术研究,在防治根腐病、枯萎病等方取得良好效果;有机整合聚谷氨酸、海藻活性物质等生物复合助剂,开发定制性产品数类,增强了生物类产品的应用功效。
2	孙磊	2	工程师	山东宝源生物科技股份有限公司	创新性采用了菌剂的保护性隔离包膜工艺,完善了生产工艺流程,确定生产的关键控制工序,大大提高劳动生产率,节约生产成本,解决了生产过程中的菌剂失活问题;对关键技术的工业应用和生产系统调试优化,实现项目产业化和技术提升;针对葡萄、香蕉等开发出专用生物肥料,防治病害、增产增收效果明显。
3	胡玮	3	教授	山东大学	针对促生、防病、土调等方面开展土著菌的筛选及活性分析研究,成功筛选并纯化土著菌株二十余株,组织进行菌种鉴定,并明确了菌株功能,为生产高质量的微生物肥料提供有效的科技支撑。
4	李昆仑	4	助理工程师	济南航晨生物科技股份有限公司	开展微生物及活性助剂包膜设备的研究工作,优化了生产关键工艺参数,有效提高了生物菌剂的活性稳定性,保证了产品质量,该技术大大节约了原料成本和生产成本,为生物肥料行业技术转型提供了技术支撑;开展活性物质提取设备的研究开发工作,大大提高了活性物质产出率,为生物复合助剂的产业化应用提供了技术支撑;研究了提高作物抗逆能力的肥料增效剂,辅以农用益生微生物及生物复合助剂,开发了能显著提高作物抗逆能力的新型肥料配方,并对生产工艺提出建设性意见。
5	姚春雪	6	初级农艺师	山东宝源生物科技股份有限公司	开展土著菌的筛选,成功筛选并纯化土著菌株近10株,优化相互组合方式,并开展针对特定病害及作物的效果试验;针对产品推广,设计盆栽及大田试验,为产品配方优化提供基础数据,为产品施用技术的推广打下良好基础。

6	王立华	5	初级农艺师	山东宝源生物科技股份有限公司	<p>从全国尤其山东省采集土壤样品，进行微生物及土壤肥力指标检测，为微生物的筛选、专用性肥料配制提供了科学详实的数据。在项目具体实施中，负责原材料及产品化验，保证产品品质。检验原材料，微生物、产成品，对产品研发提供科学的数据依据，对产品配方优化具有重要的指导作用。</p>
7	梁艳	7	讲师	齐鲁工业大学	<p>研究生物复合助剂的开发制备，重点针对酵素活性产品开展活性功能研究，并建立了活性物质发酵、制备、与肥料复配的关键技术参数和检测方法，辅以农用益生微生物，开发了新型的生物复合助剂，大大提高了生物肥料增效性。</p>
8	岳秋林	8	讲师	齐鲁工业大学	<p>研究菌剂保活技术，成功制备酵素类菌剂活性保活物质，为微生物高效能的发挥提供有效的保护措施，同时研究相互间的协同增效功能，并优化了复配浓度，保证最大功效的发挥，克服微生物在生产应用中的失活问题。</p>
9	赵林	9	教授	齐鲁工业大学	<p>针对青枯雷尔氏菌开展生物防治研究工作，取得良好效果；开展聚谷氨酸酶法制备工艺研究，提高了聚谷氨酸发酵含量，大大降低了该生物助剂的生产成本，增强了产品功效，同时开展活性物质提取设备研究开发工作，大大提高了活性物质产出率；开展大田作物专用肥的开发，病害防治、增产增收效果明显。</p>

七、主要完成单位情况表

单位名称	山东宝源生物科技股份有限公司			所在地	
排名	1	单位性质		传真	
联系人		联系电话		移动电话	
电子信箱				邮政编码	
通信地址					
<p>对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）</p> <p>山东宝源生物科技股份有限公司建有土肥资源高效利用国家工程实验室、山东省生物肥料工程技术研究中心、山东省企业技术中心等省级以上科研平台，在生物肥料技术领域全国领先。</p> <p>公司对本项目科技创新贡献体现在：</p> <p>（1）创新性采用了菌剂的固体发酵技术和菌剂保护性隔离包膜工艺，并较好的应用于菌剂的保护性生产中，完善了生产工艺流程，确定了生产的关键控制工序，大大提高劳动生产率，节约生产成本，解决了生物类产品活性不稳定的突出性问题，为微生物复合肥料的产业化生产提供科学可行的技术方案，增加产品的科技含量和市场竞争力，推进我省肥料产业通过科技创新升级换代快速发展。</p> <p>（2）开展菌种拮抗、防治病害等技术研究，在防治根腐病、枯萎病等方取得良好效果。</p> <p>（3）有机整合生物复合助剂，对关键技术的工业应用和生产系统调试优化，实现项目产业化和技术提升，研究产品配方，开发定制性产品数类，针对胶东果树、葡萄、香蕉等形成专用性肥料配方 12 种，增强了生物类产品的应用功效。</p> <p>（4）应用推广：将该技术广泛应用于公司各类产品，实现传统复合肥料与生物菌剂的有机结合；科学实施田间试验，试验作物类多，选地代表性强，获得了科学详实的田间试验数据，为产品优化提供基础数据；指导农民科学合理施肥，并宣传肥料科学管理办法，形成产品施用技术规程，辐射带动农民增产增收。</p>					
声明	<p>本单位严格按照《山东省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和山东省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的具体要求，如实提供了本提名书及相关材料，不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等有关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，如被提名项目发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。如有不符，本单位愿承担法律责任。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（盖章） 年 月 日</p>				

单位名称	齐鲁工业大学			所在地	
排名	2	单位性质		传真	
联系人		联系电话		移动电话	
电子信箱				邮政编码	
通信地址					
<p>对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）</p> <p>对本项目技术创造性贡献体现在：</p> <p>（1）研究生物复合助剂的开发制备，重点开展聚谷氨酸酶法制备工艺研究，提高了聚谷氨酸发酵含量，大大降低了该生物助剂的生产成本，每吨降低成本 2000 元，增强了产品功效。</p> <p>（2）建立了活性物质发酵、制备、与肥料复配的关键技术参数和检测方法，辅以农用益生菌，开发了新型的生物复合助剂，提高了生物肥料增效性。</p> <p>（3）开展活性物质提取设备研究开发工作，提高了活性物质产出率，尤其针对海藻活性物质制备，设计专用制备设备，优化制备工艺，实现了复合酶解法制备活性物质的突破性进展。</p>					
声明	<p>本单位严格按照《山东省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和山东省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的具体要求，如实提供了本提名书及相关材料，不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等有关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，如被提名项目发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。如有不符，本单位愿承担法律责任。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（盖章） 年 月 日</p>				

单位名称	山东大学			所在地	山东省安丘市经济技术开发区
排名	3	单位性质		传真	
联系人		联系电话		移动电话	
电子信箱				邮政编码	
通信地址					
<p>对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）</p> <p>山东大学是国家“211 工程”和“985 工程”重点建设的高水平大学之一。国家重点实验室具备良好的实验条件，重点建设了发酵工程、蛋白质组学、分析测试实验平台，建起了一个比较完整的生物技术研究实验体系，为本项目的开展提供了雄厚的科学技术支持。</p> <p>在本项目科技创新贡献体现在：</p> <p>（1）针对促生、防病、土调等方面开展土著菌的筛选及活性分析研究，成功筛选并纯化土著菌株近 30 株，组织进行菌种鉴定，并明确了菌株功能，为生产高质量的微生物复合肥料提供有效的科技支撑。</p> <p>（2）研究菌株相互作用，通过驯化等技术手段消除相互抑制作用，保证施用中的竞争生存能力。实现了菌株的高浓度制备技术，实现了土著益生微生物的产业化应用。</p>					
声明	<p>本单位严格按照《山东省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和山东省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的具体要求，如实提供了本提名书及相关材料，不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等有关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，如被提名项目发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。如有不符，本单位愿承担法律责任。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（盖章） 年 月 日</p>				

单位名称	济南航晨生物科技股份有限公司			所在地	山东省安丘市经济技术开发区
排名	3	单位性质		传真	
联系人		联系电话		移动电话	
电子信箱				邮政编码	
通信地址					
<p>对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）</p> <p>对本项目技术创新的贡献体现在：</p> <p>（1）开展微生物及活性助剂包膜设备的研究工作，优化了生产关键工艺参数，有效提高了生物菌剂的活性稳定性，保证了产品质量，该技术大大节约了原料成本和生产成本，为生物肥料行业技术转型提供了技术支撑。</p> <p>（2）开展海藻活性物质提取设备的研究开发工作，大大提高了活性物质产出率，为生物复合助剂的产业化应用提供了技术支撑。</p> <p>（3）研究了提高作物抗逆能力的肥料增效剂，辅以农用益生微生物及生物复合助剂，开发了能显著提高作物抗逆能力的新型肥料配方，并对生产工艺提出建设性意见。</p>					
声明	<p>本单位严格按照《山东省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和山东省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的具体要求，如实提供了本提名书及相关材料，不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等有关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，如被提名项目发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。如有不符，本单位愿承担法律责任。</p> <p style="text-align: right;">完成单位（盖章） 年 月 日</p>				

八、完成人合作关系说明

项目立足于微生物肥料相关技术的改进和创新，国内首次构建了利用固体发酵技术和菌剂保护性隔离包膜工艺制备生物肥料，解决了微生物活性不稳定和增效能力弱的问题。项目第 1、2、5、6 完成人来自山东宝源生物科技股份有限公司，均为第一完成人团队成员；第 3 完成人来自山东大学，第 4 完成人来自济南航晨生物科技有限公司，第 7、8、9 完成人来自齐鲁工业大学，以上人员均为该项目成果的合作完成人。合作关系如下：

(1) 山东宝源生物科技股份有限公司与山东大学 2012 年开始合作，进行土壤微生态环境的调节研究，成立合作团队，苏群、孙磊、胡玮均为团队核心成员，姚春雪、王立华为主要参与人员，共同参与完成了 2014 年度山东省自主创新与成果转化专项项目（附件 33），该项目于 2017 年完成验收（附件 18），通过了成果鉴定（附件 15、附件 16），共同申请了发明专利（附件 37），完成了菌剂鉴定与保藏（附件 24-25）。

(2) 齐鲁工业大学与济南航晨生物科技有限公司针对项目涉及的活性物质提取制备及专用性设备开发进行合作研究，成立研究团队，李昆仑和赵林为团队核心成员，研究成果已成功应用于本项目产业化转化。合作专利（附件 8-9），合作项目（附件 34）。

(3) 山东宝源生物科技股份有限公司与齐鲁工业大学共同开展活性助剂的研究工作，岳秋林、赵林、李昆仑、梁艳为团队核心成员，苏群、孙磊、姚春雪为主要参与人员，重点进行了农用酵素等活性物质发酵、制备与工艺等方面的研究，确保相互间的协同增效功能，已成功应用于项目产品，提高了产品有效菌活性和应用效果。合作协议（附件 34）。

(4) 山东宝源生物科技股份有限公司与济南航晨生物科技有限公司于 2014 年开始进行产学研合作，苏群、孙磊、李昆仑为核心研发人员，围绕该项目，联合开展抗冻型肥料增效剂的配方开发及生产工艺研究。合作协议（附件 35）。

项目所有完成人的共同合作促成了该稳定增效微生物肥料的开发与应用，已广泛应用于公司各类肥料与生物菌剂复配的产业化生产，拉伸了产业链条，推动了行业技术进步，项目产品对促进绿色农业、现代农业可持续发展具有重要意义。

上述完成人合作关系说明内容属实，不存在知识产权方面纠纷，特此说明。