

## 附件 1

### 项目公示信息

**项目名称：**滴灌与缓释微胶囊生物菌剂创制技术与产业应用

**完成单位：**西安工程大学、石河子大学、北京理工大学

**完成人：**武占省、何艳慧、刘啸尘、李春、徐小琳、王文飞、黄媛媛、李璇、魏萌萌

#### 项目简介：

面向国家绿色生物资源开发利用和农业耕地质量不断提升的重大需求、面向国家农业绿色可持续发展产业经济主战场，在 3 项国家自然科学基金项目（21566035、31260022、20904033）等项目支持下，开展了有益农业微生物挖掘与资源利用，开发了滴灌和缓释微胶囊菌剂产品和技术，实现了产业化应用，符合国务院提出的化肥农药“双减增效”战略要求。主要创新性内容、技术成果如下：

1. 针对微生物肥料菌株功能单一、区域适应性差等“瓶颈”问题。完成了西北地区不利环境中自主产权筛选了具有抗盐、防治根腐病害、溶解无效磷、产生植物激素等功能菌株 150 余株，6 株功能菌株已申请专利保护。完成了 4 株代表性优势菌株的全基因组测序及基因组结构与功能预测分析，揭示了微生物与植物互作在解除盐胁迫、促进植物生长和抑制病原菌的分子机制。

2. 针对微生物制剂存在活菌数量低、协同性差、成本高等问题，构建了以玉米粉、豆粕、诱导剂等为廉价培养原料的高密度发酵工艺技术，细胞密度可以高达 1000 亿 CFU/mL；建立功能菌株的协同增效配伍原理和技术，通过混菌发酵培养获得 3 个性能优良的协同增效组合菌剂。

3. 针对微生物制剂菌体存活稳定性差等问题，创建了以腐植酸、氨基酸、有机酸及有机质等营养载体的高稳定性滴灌菌剂，菌体存活6个月，有效活菌数大于50亿CFU/mL，降低了菌肥的生产成本；通过滴灌技术应用微生物菌剂，盐胁迫条件下，发芽率和苗期生物量显著提高，田间应用增产10%以上。

4. 针对微生物制剂的菌体缓释持效性差、定殖能力低等问题，通过创新性地添加廉价的淀粉、膨润土为壁材，建立了微米级单分散滴灌微胶囊菌剂可控制备关键技术，揭示了微胶囊菌体释放速率的调控机制，降低了菌体微胶囊生产成本75%；阐明微胶囊化菌剂通过强化菌株的存活效率，提高促生能力，提高种子发芽、苗期生长的机制。

研究成果实现了在苹果、猕猴桃、辣椒、番茄、棉花等种植推广应用3万多亩，具有显著经济、社会和生态效益。申请专利10件，授权国家发明专利2件；发表研究论文25篇，其中SCI收录22篇，出版学术著作2部。培养博士2名，硕士11名，获校级优秀硕士学位论文奖2篇和其他奖励3项。

主要知识产权目录（代表性论著、标准规范、专利、计算机软件著作权等）：

代表性论文专著目录（论著统一填到代表性论文专著里）

（基础研究、应用基础研究：限 8 篇；非基础研究、应用基础研究：限 15 篇）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表时间	通讯作者	第一作者
1	Characterization of <i>R. planticola</i> Rs-2 microcapsule prepared with a blend of alginate and starch and its release behavior,	Carbohydrate Polymers,	Zhansheng Wu*, Yanhui He, Lijun Chen, Yajie Han, Chun Li	2014, 110(9):259-267.	2014-06-08	Zhansheng Wu	Zhansheng Wu
2	Plant growth promotion and alleviation of salinity stress in <i>Capsicum annuum L.</i> by <i>Bacillus</i> isolated from saline soil in Xinjiang,	Ecotoxicology and Environmental Safety	Wenfei Wang, Zhansheng Wu* Yanhui He, Yuanyuan Huang, Xuan Li, Bang-Ce Ye	2018,164(30):520-529	2018-08-24	Zhansheng Wu	Wenfei Wang
3	Biocontrol of <i>Rhizoctonia solani</i> via induction of the defense mechanism and antimicrobial compounds produced by <i>Bacillus subtilis</i> sl-44 on pepper ( <i>Capsicum annuum L.</i> ),	Frontiers in Microbiology	Zhansheng Wu*, Xuan Li, Xiaochen Liu, Jiawei Dong, Daidi Fan, Xiaolin Xu, Yanhui He*	2019, 11, 2676, 1-10().	2019-11-28	Zhansheng Wu, Yanhui He	Zhansheng Wu

4	Encapsulation and characterization of slow-release microbial fertilizer from the composites of bentonite and alginate,	Applied Clay Science	Yanhui He, <u>Zhansheng Wu*</u> , Liang Tu, Yajie Han, Genlin Zhang, Chun Li	2015, 109-110:68-75	2015-06-01	Zhansheng Wu	Yanhui He
5	Different responses of <i>Capsicum annuum L.</i> root and shoot to salt stress with <i>Pseudomonas putida</i> Rs-198 inoculation,	Journal of Plant Growth Regulation	Yanhui He, <u>Zhansheng Wu*</u> , Wenfei Wang, Bang-Ce Ye, Furong Zhang, Xiaochen Liu	2019, 38(3): 799-811	2018-12-01	Zhansheng Wu	Yanhui He
6	Co-inoculation of <i>Bacillus sp.</i> and <i>Pseudomonas putida</i> at different development stages acts as a biostimulant to promote growth, yield and nutrient uptake of tomato,	Journal of Applied Microbiology	Yanhui He, Hugo A. Pantigoso, <u>Zhansheng Wu*</u> , Jorge M. Vivanco*	2019,217(1):196-207	2019-04-08	Zhansheng Wu, Jorge M. Vivanco	Yanhui He
7	Preparation and characterization of monodisperse microcapsules with alginate and bentonite via external gelation technique encapsulating <i>Pseudomonas putida</i> Rs-198	Journal of Biomaterials Science-Polymer Edition	Xuan Li, <u>Zhansheng Wu*</u> , Yanhui He, Bang-Ce Ye, Jun Wang*	2017, 1556-1571	2017-05-26	Zhansheng Wu, Jun Wang	Xuan Li

8	Preparation and characterization of alginate gelatin microencapsulated <i>Baillus subtilis</i> SL-13 by emulsification/internal gelation	Journal of Biomaterials Science-Polymer Edition	Liang Tu, Yanhui He, Hongbing Yang*, <u>Zhansheng Wu*</u> , Lijuan Yi	2015, 26(12):735-749	2015-07-15	Hongbing Yang, Zhansheng Wu	Liang Tu
9	Rs-198 liquid bio-fertilizers affect microbial communities diversity, enzyme activities and promote <i>Vitis vinifera</i> L. growth	BioMed Research International	Huadan Lu, <u>Zhansheng Wu*</u> , Wenfei Wang, Xiaolin Xu, Xiaochen Liu*	2020, 8321462:1-10	2020-06-19	Zhansheng Wu, Xiaochen Liu	Huadan Lu
10	Preparation of microencapsulated <i>Bacillus subtilis</i> SL-13 seed coating agents and their effects on the growth of cotton seedlings	BioMed Research International	Liang Tu, Yanhui He, Chunhui Shan, <u>Zhansheng Wu*</u>	2016, 3251357, 1-7,	2016-01-14	Zhansheng Wu	Liang Tu
11	Rhizospheric <i>Bacillus subtilis</i> exhibits biocontrol effect against <i>Rhizoctonia solani</i> in pepper ( <i>Capsicum annum</i> )	BioMed Research International	Yuanyuan Huang, <u>Zhansheng Wu*</u> , Xiufang He, Bang-Ce Ye, Chun Li	2017, 9397619, 1-9	2017-12-28	Zhansheng Wu	Yuanyuan Huang

12	Membrane shell permeability of Rs-198 microcapsules and its ability for growth promoting bioactivity compound releasing,	RSC Advances	<u>Zhansheng Wu*</u> , Xuan Li, Xiaochen Liu, Jiawei Dong, Daidi Fan, Xiaolin Xu, Yanhui He*	2020, 10, 1159 - 1171	2020-01-07	Zhansheng Wu, Yanhui He	Zhansheng Wu*
13	Biochar inoculated with <i>Pseudomonas putida</i> improves grape ( <i>Vitis vinifera</i> L.) fruit quality and alters bacterial diversity	Rhizosphere	Mengmeng Wei, Xiaochen Liu, Yanhui He, Xiaolin Xu, <u>Zhansheng Wu*</u> , Kun Yu, Xu Zheng	2020, 16,100261	2020-10-16	Xiaochen Liu, Zhansheng Wu	Mengmeng Wei
14	Bacteria community and phosphorus species in pepper Rhizosphere soils mediated by <i>Pseudomonas putida</i> Rs-198 inoculation	Rhizosphere	Yanhui He, <u>Zhansheng Wu*</u> , Wenfei Wang, Xiaochen Liu, Bang-Ce Ye	2019, 38(3): 799-811	2019-07-13	Zhansheng Wu	Yanhui He
15	Root colonization of encapsulated <i>K. oxytoca</i> Rs-5 on cotton plants and its promoting growth performance under salinity stress	European Journal of Soil Biology	<u>Zhansheng Wu*</u> , Yanjie Peng, Lina Guo, Chun Li*	2014,60(1): 81-87	2013-11-04	Zhansheng Wu, Chun Li	Zhansheng Wu

专利、软件著作权目录（限 10 项，此处不再填写论著，填写专利、标准、规范等）

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
专利	一种耐盐促生复合菌剂及其制备方法和应用	中国	ZL2018115 44823.5	2020 年 6 月 1 日	3891824	石河子大学	武占省, 魏萌萌, 陶思远, 王文飞
专利	一种保水缓释型生物复合肥及制备方法	中国	ZL2014105 29308.5	2017 年 4 月 19 日	2457670	石河子大学	武占省, 温鹏, 秦 绍华, 韩 亚杰, 张 根林
专利	一种微胶囊悬浮生物种衣剂的制备方法, 申请中国发明专利, 申请号: 201410386828.5, 公开号: CN104430307A	中国					武占省, 涂亮, 何 艳慧, 李 春, 杨红 兵
专利	一株产 ACC 脱氨酶活性的植生拉乌尔菌株 SRPG-4 的筛选方法	中国					武占省, 何艳慧,

	与用途，申请中国发明专利， 申请号：201410386848.2 公开 号：CN104450550A						李春，涂 亮，樊艳 爽
专利	一株防治立枯病的枯草芽孢杆 菌 DPPG -26 及应用，申请中国 发明专利，申请号： 201410386872.6，公开 号：CN104450551A	中国					武占省， 涂亮，李 春，何艳 慧，樊艳 爽
专利	一种阴沟肠杆菌 SRPG -70 及解 盐促生用途，申请中国发明专 利，申请号：201410386813.9， 公开号：CN104560775A	中国					武占省， 李春，何 艳慧，樊 艳爽，涂 亮
专利	一种滴灌剂型解盐防病生物菌 肥及其制备方法，申请中国发 明专利，申请号： 201310157959.1，公开号： CN103435395A	中国					武占省， 彭艳杰， 郭丽娜， 鲁建江
专利	一株萎缩芽孢杆菌株 DPPG-28 及番茄防治应用，申请中国发 明专利，申请号： 201410461213.4，公开号： CN104531545A	中国					李春，武 占省，樊 艳爽，涂 亮，何艳 慧，



专利	一株解淀粉芽孢杆菌株 DPPG-74 及用途, 申请中国发明专利, 申请号: 201410461411.0, 公开号: CN104593283A	中国					李春, 武占省, 涂亮, 樊艳爽, 何艳慧
专利	一种恶臭假单胞菌株 SRPG-396 及缓解盐胁迫用途, 申请中国发明专利, 申请号: 201410462313.9, 公开号: CN104531546A	中国					李春, 樊艳爽, 武占省, 何艳慧, 涂亮

## 附件 2

项目名称	黄土高原富士苹果成花机理与调控技术体系研发与应用
完成单位	西北农林科技大学、石河子大学、咸阳市园艺站、宝鸡华圣果业有限责任公司
完成人	张东、邢利博、安娜、马娟娟、韩明玉、马锋旺、杨伟伟、张满让、李丙智、查养良、史继东
<p>项目简介</p> <p>黄土高原是我国苹果重要产区，占全国总产 55%以上，富士品种占总面积的 70%以上，但是富士品种在该地区难于成花，大小年结果现象非常严重。果农常采用刻芽、环割、环剥等传统方法促花，这些技术复杂，依赖果农经验，造成的伤口增加了腐烂病等的传播风险，费时费工且效果不佳。本项目针对富士苹果生产这一瓶颈问题，历时 10 余年，系统开展了黄土高原富士苹果成花机理与调控技术体系研究，取得了多方面创新性成果和突破。</p> <p>1. 探明了黄土高原地区富士苹果难于成花的生理、分子机制，丰富了木本果树成花诱导调控理论。首次明确了黄土高原果园土壤氮含量偏高、富士品种萌芽率和短枝比例低、春梢停长晚、成花诱导关键期启动早等是花芽难形成的直接原因；创新性揭示了蔗糖、淀粉及 IAA、GA、CTK 在成花诱导阶段尽早达到峰值，是富士花芽形成的必备条件。首次建立了富士全基因组重测序图谱与成花诱导期转录组、蛋白组和 miRNA 表达谱等数据库；全方位鉴定形成了光信号、糖信号、激素和氮素信号协同介导富士成花</p>	

诱导的基因调控网络，研究了苹果成花基因功能与作用机制。从生理和分子水平，全面揭示了黄土高原富士成花难的原因，以及其独特的成花调控机制和关键成花途径，填补了该领域研究空白，为木本果树成花诱导调控研究提供了新思路。

2. 从障碍富士难成花的主要因素入手，针对性的研发提出以砧木和砧穗组合筛选为基础，以土肥水耦合管理为保障，以树体枝芽适时合理调控为核心的黄土高原富士苹果成花调控技术体系。系统评价了国内外主要品种、砧木和砧穗组合在黄土高原的表现，提出黄土高原富士系苹果砧穗组合区划方案；创建了不同适地条件的富士“自根栽培”、“双矮栽培”和“短枝栽培”3种栽培模式，扩大了富士矮砧栽培适宜区域和土壤类型。建立了3D数字化评价树冠结构的方法和指标，引进创制了黄土高原富士易成花筒体树形——高细纺锤形和并棒树形；阐明了拉枝促进富士苹果花芽形成的分子调控机制，首次提出了下垂枝修剪是解决富士成花有效措施；开发了外源喷施6-BA和蔗糖等省力化促进成花的树体调控技术。明确了黄土高原苹果园土壤水分养分时空分布特征和树体吸收规律，首次发现，黄土高原多数果园树体栽植过深，富士品种普遍生根，是该区果园土壤管理关键问题和富士难于成花的重要原因；建立了调控富士成花的土肥水耦合高效利用技术体系。

3. 发挥协会、企业等市场化推广主体作用，示范推广下垂枝修剪技术158万亩，高细纺锤形86万亩，土肥水耦合一体化技术104万亩，年经济效益约7.5亿元。培养研究生72名，其中获得陕西省优秀博士学位论文1篇，形成了以研究“黄土高原苹果发育生物学和矮砧栽培模式”为方向的农业部科研创新团队；获授权国家发明专利5件；发表学术论文116篇，其中SCI收录51篇，出版《黄土高原苹果发育调控理论与实践》专著1部。

知识产权类别	项目名称	申请号	授权号(批准号)
--------	------	-----	----------

发明专利	一种促进富士苹果幼树花芽形成的整形修剪方法	CN201310003544.9	ZL201310003544.9
发明专利	一种自压式简易滴灌系统	CN201410331692.8	ZL201410331692.8
发明专利	一种苹果砧木 MM116 组培快繁的方法	CN201410333345.9	ZL201410333345.9
发明专利	一种苹果品种烟富 6 号组培快繁的方法	CN201410333455.5	ZL201410333455.5
发明专利	一种提高苹果转基因材料再生效率的方法	CN201710005611.9	ZL201710005611.9