

【项目名称】

四川山区果业化肥农药减施绿色增产成套关键技术研发与示范

【提名单位】

中国科学院成都分院

【提名意见】

本项目针对四川山区水果产业发展中化肥农药过量施用严重、绿色农业技术水平低的问题，研发集成新型农业绿色投入品本地化应用技术，化肥农药高效、精准施用技术，绿色增产低碳种植管理技术，形成四川山区果业化肥农药减施与绿色增产成套关键技术。项目实施完成后，在茂县和汶川干温河谷山区建立 1-2 个干温河谷区示范基地，并辐射广元、理县、甘孜、雅安汉源；在攀枝花干热河谷山区建立 1 个示范基地，并辐射泸州、西昌等地。在示范基地甚至辐射地，化肥和农药减量 30-50%、农残降低 50%以上，品质提高，产量和效益提高 10-30%。为进一步扩大应用范围，提高特色农产品质量，增加山区农民收入，为长江上游生态屏障建设、少数民族地区乡村振兴提供技术支撑。项目执行期间，基于前期基础，根据不同区域、不同果树的生长特性，发现共性特点，科学地筛选了多种绿色农业投入品，创新性地将钛离子制剂应用在果树栽培中，集成了具有较高共性的高效生态种植技术。建立了 8 种水果示范基地共 12 个，即在干温河谷区茂县白水寨村羌脆李示范基地 1 个、车厘子示范基地 1 个，在干热河谷区攀枝花建立了芒果示范基地 1 个、火龙果示范基地 1 个，此外建立了西昌克伦生葡萄基地 1 个、雷波脐橙示范基地 3 个、汉源糖心苹果示范基地 1 个、永善枇杷示范基地 3 个。将技术推广应用在川西高原牧草、杭州龙井茶及淄博作物生产中，取得显著成绩。

示范面积达到 1549 亩，化肥和农药减施达 30-50%、农残降低 50%以上，品质提高，产量和效益提高 10-30%，新增产值约 540 万元/年（未计辐射区域）。果品未清洗带皮农残检测，0 农残或极低农残，火龙果获得有机产品认证证书，其他果品达

到绿色产品的要求。

此外，解析了核心制剂钛离子制剂抗逆抗病促生作用、S-诱抗素抗病抗逆协调植物生长作用的部分机理；分离获得多个新的功能菌株，有待进一步研发。

培训农业公司、农技人员、农户 700 多人次；团队研究人员 1 人中级晋升为副高级，培养博硕士研究生 4 名，发表论文 8 篇（其中 SCI 6 篇），获得专利 1 项，申请专利 1 项，撰写中 2 项。

项目的实施完成，增加了就业机会、增加了农户收入，对乡村振兴、实现小康、维护社会稳定等起到了促进作用。同时提高了农户对生态环境的主动保护意识，以及持续利用果树林木资源的意识，取得了良好的社会、生态和经济效益，为我省乃至全国农业的可持续发展做出了贡献。

推荐材料真实有效，填写栏目符合填写要求。经评审，提名该项目为四川省科技进步奖。

【项目简介】

近年来，在四川省政府及科技厅支持、农业科研/技术人员的大力宣传、指导及示范下，四川山区水果产业绿色发展和技术水平有一定的提高，化肥和农药的施用量均有一定程度的减少，剧毒农药使用得以有效控制。然而，我省山区水果产业发展中化肥农药施用仍严重过量、绿色农业技术水平低，仍处于化肥农药利用率低、面源污染严重的困境中。因此，为发展可持续农业、实现农业生产“两减两增”，研发科学、规范的种植管理技术，开展多功能环境友好制剂、微生物功能菌的发掘利用，集成并应用高效生态种植技术，极为重要。本项目基于前期基础，根据不同区域、不同果树的生长特性，发现共性特点，科学地筛选了绿色农业投入品，创新性地将钛离子制剂应用在果树栽培中，集成了具有共性的高效生态种植技术，建立了茂县羌脆李和车厘子、攀枝花芒果和火龙果、西昌葡萄、雷波脐橙、盐源苹果和永善枇杷等示范基地，并应用集成的技术，取得了良好效果。

1. 建立了四川山区果业化肥农药减施与绿色增产成套关键技术体系并示范

项目团队联合企业、合作社及农户等，根据不同区域的气候生态特征，结合当地的种植模式和特色水果的生长发育、产量品质形成规律，应用筛选出的高效绿色农业

投入品，如环境友好的植物生长及逆境适应调节剂、促生菌剂、生防菌剂等，创新性应用了太谷乐钛离子制剂，结合有机肥和适量化肥和农药，研发了基于新型抗逆促生剂和生防菌剂的高效施用技术，形成了特色水果提质、抗逆（抗旱、抗寒、耐干热风等）、病虫害防治等栽培技术体系，集成了高效生态种植技术。

与合作企业舜和农业发展有限公司、箐河农业开发有限公司、合作社及农户等合作，在攀枝花、茂县、西昌、盐源、雷波等地建立四川山区果业示范基地，并辐射至云南永善枇杷栽培中。建立了 8 种果品 12 个示范基地，总示范面积达 1549 亩。应用集成的高效生态种植技术，果树健康、生长良好，有效地控制了多种病虫害，具有较广泛的普适性，并根据具体情况适当调整，效果显著。

2. 解析了钛离子制剂作用机理研究

太谷乐钛离子制剂，在本项目集成的高效生态种植技术中，是重要的核心制剂。我们前期已阐明 Ti^{4+} (4-8 mg/L) 能显著促进植物生长及抗逆抗病相关基因表达，从而促进植株生长、增强植株对逆境和病原菌的抗性。在本项目的支持下，以攀枝花火龙果及西昌克伦生葡萄果园土壤为样本，利用第三代 PacBio 全长 16S rRNA 和 ITS 扩增子测序技术，分析土壤微生物群落结构及互作网络发现，发现钛离子影响土壤微生物群落结构。尽管总体上钛离子降低了细菌和真菌的多样性和相对丰度，但增加了共现性、提高了微生物群落的稳定性；并富集一些益生菌、抑制部分病原菌，如降低了病原菌镰刀菌属 (*Fusarium*, 子囊菌门) 的丰度，提高了益生菌亚硝基单胞菌科 (*Nitrosomonadaceae*)、芽孢杆菌科 (*Gemmatimonadaceae*) 及被孢霉属 (*Mortierella*) 等的丰度。叠加钛离子对植物的作用，提高了果实对逆境及病原菌的抗性。本项目进一步探讨了钛离子的作用机理，为钛离子制剂的应用提供理论及技术指导。

3. 新功能菌株挖掘

从抗逆抗病性极强的一种桃树砧木品种 GF677 中分离获得 1 株黄褐假单胞菌 (*Pseudomonas fulva*)。通过对生理特性以及植物促生功能研究、基因组组装，表明该菌株具有较强的促生功能。代谢组分析显示，该菌株能合成植物生长和逆境调控适应几乎所有的激素，如吲哚乙酸 (IAA)、玉米素 (Zeatin)、赤霉素 (GA)、多种细胞分裂素 (如玉米素、6-苄氨基嘌呤、6-糠氨基嘌呤、激动素等)、脱落酸 (ABA)、水杨酸 (SA) 和茉莉酸 (JA) 等，以及这些生长调节剂等前体或衍生物，其中 IAA

及其前体或衍生物含量最高,达 6588 ng/g,表明该菌株不仅具有调节生长的功能,还具有调节植物抗逆和抗病的功能。基因组分析,鉴定到多个与生长激素合成、溶磷、铁载体合成、氧化应激反应和金属抗性等相关基因。条件培养基生理分析表明该菌株能产铁载体,并具有解磷、解钾及降解蛋白质的功能。盆栽试验证实了该菌株能显著促进植株生长、健壮植株。同时发现,在培养皿种子萌发过程中,能抑制霉菌的滋生。因此,该菌株不仅具有促进植物生长的功能,可能还具有抑菌功能,有望研发成多功能益生菌剂。

此外,从多种牧草种子中分离获得了 10 株具有促生功能的菌株,有待进一步研发。还部分解析了微生物源活性化合物芷香二醇、S-诱抗素提高植物抗逆抗病的作用机理。

项目执行期间,集成了具有较高共性的高效生态种植技术,制定具有普适性的技术规程 1 项。建立了 8 种水果示范基地共 12 个,即在干温河谷区茂县白水寨村羌脆李示范基地 1 个、车厘子示范基地 1 个,在干热河谷区攀枝花建立了芒果示范基地 1 个、火龙果示范基地 1 个,此外建立了西昌克伦生葡萄基地 1 个、雷波脐橙示范基地 3 个、汉源糖心苹果示范基地 1 个、永善枇杷示范基地 3 个。将技术推广应用在川西高原牧草、杭州龙井茶及淄博作物生产中,亦取得显著成绩。

果树示范面积达到 1549 亩,化肥和农药减施达 50%以上、农残降低 50%以上,品质提高,产量和效益提高 10-30%,新增产值约 540 万元/年(未计辐射区域)。果品未清洗带皮农残检测,0 农残或极低农残,火龙果获得有机产品认证证书,其他果品达到绿色产品的要求。

培训农业公司、农技人员、农户 700 多人次;团队研究人员 1 人中级晋升为副高级,培养博硕士研究生 4 名,发表论文 8 篇(其中 SCI 6 篇),申请专利 1 项、撰写中 2 项。

项目的实施完成,增加了就业机会、增加了农户收入,对乡村振兴、实现小康、维护社会稳定等起到了促进作用。同时提高了农户对生态环境的主动保护意识,以及持续利用果树林木资源的意识,取得了良好的社会、生态和经济效益,为我省乃至全国农业的可持续发展做出了贡献。

【主要知识产权和标准规范等目录】

知识产权 (标准) 类别	知识产权 (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
专利	光能变价离子钛的抗菌用途	中国	ZL201611101185.0	2019-04-19	3342412	中国科学院成都生物研究所	马欣荣 李彩侠 范延芬 张惠东	有效
专利	一株黄褐假单胞菌及其应用	中国	/	/	/	中国科学院成都生物研究所	李彩侠 马欣荣 陈燕 黄维藻 王艳	已提交，很快可获得申请号
专利	一株蜡样芽孢杆菌及其应用	中国	/	/	/	中国科学院成都生物研究所	李彩侠 马欣荣 黄维藻 王艳	撰写中
专利	一株萎缩芽孢杆菌及其应用	中国	/	/	/	中国科学院成都生物研究所	马欣荣 李彩侠 黄维藻 王艳	撰写中
规程	四川山区果树高效生态种植管理技术规程	中国	/	/	/	中国科学院成都生物研究所	马欣荣 黄维藻 李彩侠	有待认证

【论文专著目录】

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 （年月 日）	通讯作者 （含共 同）	第一作 者（含 共同）	国内作 者	论文署名 单位是否 包含国外 单位
1	Soil microbial communities altered by titanium ions in different agro- ecosystems of pitaya and grape. /Microbiology Spectrum/Yuan He, Xin-Yi Hou, Cai-Xia Li, Yan Wang, Xin-Rong Ma*	10(1): e0090721	2022 Feb 23	马欣荣	何媛	均为国内作者	否
2	Flexible response and rapid recovery strategies of the plateau forage Poa crymophila to cold and drought. /Frontiers in plant science/ Xin-Yu Li, Yan Wang, Xin-Yi Hou, Yan Chen, Cai-Xia Li and Xin-Rong Ma*	13: 970496	2022 Nov 8	马欣荣	李鑫雨	均为国内作者	否
3	Exogenous 1',4'-trans-Diol-ABA Induces Stress Tolerance by Affecting the Level of Gene Expression in Tobacco (<i>Nicotiana tabacum</i> L.)./International Journal of Molecular Sciences/Teng Liu, Cai-Xia Li, Juan Zhong, Dan Shu, Di Luo, Zhe-Min Li, Jin-Yan Zhou, Jie Yang, Hong Tan*, and Xin-Rong Ma*	22(5): 2555	2021 Mar 4	谭红 马欣荣	刘腾	均为国内作者	否
4	The regulation of adaptation to cold and drought stresses in Poa crymophila Keng revealed by integrative transcriptomics and metabolomics analysis./Frontiers in plant science/Yan Wang, Xin-Yu Li, Cai-Xia Li, Yuan He, Xin-Yi Hou, Xin-Rong Ma*	12: 631117	2021 Apr 7	马欣荣	王艳	均为国内作者	否

5	Identification of tRFs and phasiRNAs in tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) and their responses to exogenous abscisic acid./BMC Plant Biology /Wei Luan, Ya Dai, Xin-Yu Li, Yan Wang, Xiang Tao, Cai-Xia Li, Ping Mao and Xin-Rong Ma*	20:320	2020 Jul 7	马欣荣	栾威	均为国内作者	否
6	The differences and overlaps in the seed-resident microbiome of four Leguminous and three Gramineous forages./Microbial Biotechnology/Ya Dai, Xin-Yu Li, Yan Wang, Cai-Xia Li, Yuan He, Hong-Hui Lin, Tao Wang, Xin-Rong Ma*	13 (5): 1461-1476	2020 Feb 14	马欣荣	代娅	均为国内作者	否
7	外源 ABA 对番茄抗性相关基因表达的影响./应用与环境生物学报/栾威,李鑫雨,代娅,王艳,李彩侠,马欣荣*	28 (3): 582-587	2022-06-25	马欣荣	栾威	均为国内作者	否
8	利用防腐剂控制植物组织培养中的微生物污染./应用与环境生物学报/侯馨怡,陈燕,李彩侠,王艳,马欣荣*	DOI: 10.19675/j.cnki.1006-687x.2022.03052	2022-06-19	马欣荣	侯馨怡	均为国内作者	否
合 计 8 篇							

【主要完成人】（按排名顺序）

马欣荣、李彩侠、黄维藻、邓思祥、董继云、杜晓荣、廖富勇、袁野、张鹏、王兴明、王艳

【主要完成单位】（按排名顺序）

中国科学院成都生物研究所、凉山钛土农业科技有限公司、攀枝花箐河农业开发有限公司、攀枝花市舜和农业发展有限公司、昭通钛丰农业科技有限公司