

2024 年度四川省科学技术奖拟提名项目公示

【项目名称】

新型高效绿色投入品钛离子制剂创制及其在农业上的应用

【提名单位】

中国科学院成都分院

【提名意见】

该成果利用金属钛在日光或紫外光照射下可发生电子能级跃迁、产生光催化作用的特性，采用先进的物理和化学等技术，建立了独特的生产工艺，获得国际专利和中国发明专利，实现了钛离子制剂（商品名太谷乐）产业化发展。太谷乐系列产品，环境友好，具有显著促进植物生长、提高抗逆抗病等功能，2013 年获得国家肥料登记证，已在国内 20 多个省市地区进行了十余年的示范应用，取得良好效果。进一步在国家重点研发项目和四川省重点研发项目支持下，该团队解析了钛离子作用机制，集成了以“太谷乐”钛离子制剂为核心，辅以有机肥、中微量元素和功能菌剂等多种绿色投入品的综合应用技术，制定了普适性较高的技术规程。2019 年至 2022 年，在四川茂县羌脆李和车厘子、西昌克伦生葡萄、攀枝花火龙果、芒果及爆浆玉米、雷波脐橙、盐源苹果、云南永善枇杷和当归、杭州龙井茶、北方大豆、花生、玉米、水稻和小麦等累计推广应用 81 余万亩，产量或效益提高 10%-30%。累计新增经济收益 2.38 亿元。化肥和农药减量 30%-50%、产品 0 农残或极低农残，达到绿色产品的标准。

该成果总体达到了国际先进水平，部分指标处于国际领先。该成果引领与推进了高效新制剂在农业领域的创新应用，为长江上游生态屏障建设、少数民族地区乡村振兴，以及提升全国可持续农业发展有着重要意义。

提名该项目为 2024 年度四川省科学技术进步奖。

【项目简介】

（一）主要技术内容

我国是农业大国，也是化肥和农药的生产和使用大国。化肥和农药在促进农业生产发展中发挥了巨大作用，但目前仍存在施用过量、利用率低、面源污染严重等突出问题。因此，发展可持续农业，加快多功能环境友好农业制剂的研发和产业化应用迫在眉睫。

钛是极少数具有光催化特性的元素，是世界卫生组织（WHO）认定的唯一能植入人体的金属。本团队自 2010 年，开展了新型高效绿色农业制剂钛离子制剂“太谷乐”的创制、专用设备研发、工艺流程标准化体系建立和产业化生产。进一步在国家和四川省重点研发项目支持下，解析了钛离子作用机制，研发了应用技术，集成了高效生态种植技术，制定了普适性较高的技术规程，推广应用在多种水果、中药材、大田作物、蔬菜、烟草等栽培中，成效显著。

1. 创制了钛离子制剂关键生产工艺和装备，实现了绿色规模化生产，该生产线无污染排放。研制了反应釜温控系统、反应釜用喷射管路、流体搅拌桨、新型计量泵以及连续法生产的专用设备，实现了物料混合均匀、配比精准、生产持续稳定。集成了产业化生产技术规范，建成了 500 吨/年规模的生产线。

2. 研发出环保无毒“太谷乐”产品，并解析了钛离子的植物活性机理。选用优质原材料，通过优化参数，采用连续法技术生产出安全无毒、符合国家环保和产品标准的产品。低浓度钛离子（2~10 mg/L）即可显著促进植物光合作用、促进大量生长及抗逆抗病相关基因的表达，显著促进植物根系发达、提高养分吸收、促进生长、健壮植株、提高对逆境及病原菌的抗性，改变土壤微生物群落结构、增强共生关系、提高群落稳定性，协同植物富集一些益生菌、抑制部分病原菌。

3. 建立了以“太谷乐”为主的高效生态种植技术。结合有机肥、中微量元素肥和功能菌剂等，通过施用模式、增效作用等研究，创新性形成浸种或拌种、混施、根施、叶面喷施等轻简化集成使用技术。基于钛离子的重要功能，解决了肥料易流失、利用率不高、施药（肥）次数多等问题，达到提高肥料利用率、省工、提质增效、增产增收的目的。

（二）知识产权情况

获得国际 PCT 专利 1 件，国家肥料登记证 1 件，国家发明专利 3 件、实用新型

专利 4 件，发表论文 8 篇（SCI 6 篇、中文核心 2 篇）。

（三）技术经济指标

建成年生产能力达 500 吨生产线 1 条；产品达到农业部行业标准技术指标要求。

（四）应用推广与效益情况

太谷乐的应用自 2013 年始即在全国范围示范。自 2019 年，结合其他绿色投入品如有机肥、功能菌剂等四川山区果业中进行示范，建立了羌脆李、车厘子、火龙果、芒果、克伦生葡萄、苹果、脐橙，以及云南永善枇杷等示范基地，平均增收 3000~5000 元/亩/年。进一步辐射至川西牧草、杭州龙井茶、云南永善当归、北方粮油作物等，应用效果显著。2019~2022 年，四年累计应用太谷乐 13.42 万瓶；累计推广应用超过 81 万亩，增产或增值 10%~30%，化肥和农药减量 30%-50%，品质和效益均提高，农产品 0 农残或极低农残，达到绿色产品的标准。四年新增效益 2.38 亿元（大田作物主要是社会效益），取得了较大的经济、社会和生态效益。

【主要知识产权和标准规范目录】

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
发明专利	Continuous method and production device for producing hydrolysis-resistant stable ionic titanium	美国	US 8308840B2	2012-11-13	WO2010/032305	Tianium Valley (Tianjin) Technology Co., Ltd	Xiaohui Zhang, Chenkai Shang, Shaojian Xiao.	有效
发明专利	连续法生产抗水解稳定离子钛的工艺及装置	中国	ZL 200910070453.0	2012-10-31	第 1070871 号	钛谷（天津）科技有限公司	张晓惠、张承凯、肖绍坚	有效

发明专利	光能变价离子钛的抗菌用途	中国	ZL 20161110118 5.0	2012-04- 19	第 3342412 号	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
实用新型 专利	一种反应釜温 控系统	中国	ZL 20122065065 5.X	2013-07- 31	第 3070863 号	钛谷（天 津）科技 有限公司	张晓惠	有效
实用新型 专利	一种反应釜用 喷射管路	中国	ZL 20122065066 7.2	2013-07- 31	第 3067699 号	钛谷（天 津）科技 有限公司	张晓惠	有效
实用新型 专利	一种流体搅拌 浆	中国	ZL 20122064043 8.2	2013-07- 31	第 3071801 号	钛谷（天 津）科技 有限公司	张晓惠	有效
实用新型 专利	一种新型计量 泵	中国	ZL 20122064046 5.X	2013-07- 31	第 3067796 号	钛谷（天 津）科技 有限公司	张晓惠	有效
其他	肥料登记证	中国	农肥（2013） 准字 3350 号	2013-11- 08	农业部	北京市朝 阳精细化 工厂	无	有效

【论文专著目录】

序号	论文（专著） 名称/刊名 /作者	年卷页 码	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	他引 总次 数	检索数 据库	论文署 名单位 是否包 含国外 单位
1	光能变价离子钛对多种细菌的抑制作用/应用与环境生物学报/范延芬、魏春梅、李彩侠、王蕾、李鑫雨、马欣荣	2016 年 22 卷 1150- 1155 页	2016-12-25	马欣荣	范延芬	范延芬、魏春梅、李彩侠、王蕾、李鑫雨、马欣荣	2	CSCD	否
2	比较转录组研究钛离子对紫花苜蓿基因表达的影响/应用与环境生物学报/魏春梅、栾威、代娅、王明秀、陶向、王艳、李彩侠、马欣荣	2019 年 25 卷 0117- 0127 页	2019-02-25	马欣荣	魏春梅	魏春梅、栾威、代娅、王明秀、陶向、王艳、李彩侠、马欣荣	1	CSCD	否
3	Titanium Ions Inhibit the Bacteria in Vase Solutions of Freshly Cut Gerbera jamesonii and Extend the Flower Longevity/Microbial Ecology/Cai-Xia Li, Yan-Fen Fan, Wei Luan, Ya Dai, Ming-Xiu Wang, Chun-Mei Wei, Yan Wang, Xiang Tao, Ping Mao, Xin-Rong Ma	2019 年 77 卷 967-979 页	2018-10-24	Xin-Rong Ma	Cai-Xia Li, Yan-Fen Fan	Cai-Xia Li, Yan-Fen Fan, Wei Luan, Ya Dai, Ming-Xiu Wang, Chun-Mei Wei, Yan Wang, Xiang Tao, Ping Mao, Xin-Rong Ma	12	SCI	否
4	Soil Microbial Communities Altered by Titanium Ions in Different Agroecosystems of Pitaya and Grape/Microbiology Spectrum/Yuan He, Xin-Yi Hou, Cai-Xia Li, Yan Wang, Xin-Rong Ma	2022 年 10 卷 e00907- 21: 1-14 页	2022-2-2	Xin-Rong Ma	Yuan He	Yuan He, Xin-Yi Hou, Cai-Xia Li, Yan Wang, Xin-Rong Ma	6 (5+1)	SCI, CSCD	否
5	The mango bacterial black spot altered the endophyte community structure and diversity/International Journal of Food Microbiology/Meng-Jiao Li, Wen-Lin Li, Ji-Han Li, Yuan He, Yu-Bo Ma, XinYu Li, Yan Wang, Cai-Xia Li, Xin-Rong Ma	2024 年 In press	2024-10-15	Xin-Rong Ma	Meng-Jiao Li	Meng-Jiao Li, Wen-Lin Li, Ji-Han Li, Yuan He, Yu-Bo Ma, XinYu Li, Yan Wang, Cai-Xia Li, Xin-Rong Ma	0	SCI	否
合 计							21		

【主要完成人】（按排名顺序）

马欣荣、李彩侠、黄维藻、张晓惠、邓思祥、王兴明、董春梅、段开斌、方新军、廖富勇、杜晓荣、何军、肖焱峰、王艳、王启菡

【主要完成单位】（按排名顺序）

中国科学院成都生物研究所

钛谷（天津）科技有限公司

雷波县每橙脐橙种植专业合作社

凉山钛土农业科技有限公司