**2022-2023年度神农中华农业科技奖公示**

1. 项目名称：农业土壤氮素转化的微生物机制及高效利用技术与应用
2. 申报奖项及等级：科学研究类、二等奖
3. 项目简介：

本项目围绕农田土壤氮素转化和高效利用，在土壤微生物生态测试技术创新、碳氮循环微生物生态机制研究和农田氮肥高效利用方面取得了系列重要成果。

1. 建立和发展了一系列新兴微生物生态测试技术，发明的微生物碳氮磷硫元素循环功能基因高通量定量检测技术快速高效、成本低，目前被国内外100余家知名研究机构广泛应用，并与美格公司合作实现产业化；在国内率先建立了碳氮稳定同位素连续标记平台，有效揭示了土壤碳氮转化动态特征，追踪了碳氮在土壤-植物系统中的迁移转化规律，应邀在国际权威杂志Plant and Soil上发表特邀综述；改进和完善了碳氮稳定同位素核酸探针技术，能够准确认知复杂土壤环境中活性功能微生物，相关成果应邀编入国际经典微生物方法丛书Methods in Microbiology。

2. 基于上述微生物生态测试技术，系统研究了氮素转化过程中微生物驱动机制：在国内率先分离出具备质子泵耐酸机制的唯一一株自养氨氧化古菌（国际第三株），阐明了酸性土壤中古菌对硝化作用的贡献及作用机制，改变了酸性土壤中硝化活性弱的传统观点，应邀在国际土壤学权威杂志Soil Biology and Biochemistry上发表特邀综述；首次在全国尺度上发现化肥有机肥配施可有效提升自由固氮微生物活性，为氮肥减量和土壤肥力提升提供重要理论依据；创新性发现厌氧氨氧化耦合铁还原过程是稻田氮素损失的重要途径，明确了驱动水稻土厌氧氨氧化过程及微生物群落组成的关键因子；全面揭示了硝化抑制剂和缓释肥等对农田氮素利用效率提升的微生物生态机制；发现了真菌为适应硝酸盐胁迫环境、通过反硝化过程产生大量N2O的分子机制，为酸性土壤温室气体减排和“碳中和”目标实现提供了理论依据。

3. 结合上述土壤氮素转化过程中微生物生态机制研究成果，研发针对抑制氨氧化微生物活性的硝化抑制剂（2-氯-6-三氯甲基吡啶），克服生产瓶颈，利用此硝化抑制剂生产高效稳定性复合肥，可提高肥料利用率12~15个百分点，此项成果获得时任总理温家宝的批示和肯定（2011年）。项目集成了水稻缓（控）释肥应用技术、水稻化肥定额制施用技术、主栽蔬菜化肥减量施用技术、茶树高效控释使用技术等农田氮肥减量控施技术，在水稻、蔬菜和茶叶生产中得到广泛应用。

项目发表SCI论文10篇，授权发明专利9件，实用新型专利1件。应用硝化抑制剂、缓释肥和配方肥等实现氮素高效利用的调控技术累计推广3235.3万亩次，有效提升了农产品产量和品质，取得了显著的经济、社会和生态环境效益。

1. **主要完成单位**

中国科学院城市环境研究所、宁波（北仑）中科海西产业技术创新中心、中国科学院生态环境研究中心、中国农业科学院茶叶研究所、浙江奥复托化工有限公司、天脊集团兴化实业有限公司

1. **主要完成人及其贡献**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 技术  职称 | 工作单位 | 对成果创造性贡献 |
| 1 | 姚槐应 | 正高级 | 中国科学院城市环境研究所 | 作为项目第一完成人，负责项目总体方案设计与示范推广应用 |
| 2 | 朱永官 | 正高级 | 中国科学院城市环境研究所/中国科学院生态环境研究中心 | 作为项目第二完成人，负责项目设计指导和组织实施 |
| 3 | 张丽梅 | 正高级 | 中国科学院生态环境研究中心 | 作为项目第三完成人，主要负责硝化抑制剂对氮素转化的影响研究 |
| 4 | 吴降星 | 正高级 | 宁波市农业技术推广总站 | 主要负责蔬菜氮肥高效利用技术推广 |
| 5 | 韩文炎 | 正高级 | 中国农业科学院茶叶研究所 | 主要负责茶树氮肥高效利用技术研发与推广 |
| 6 | 李雅颖 | 副高级 | 宁波（北仑）中科海西产业技术创新中心 | 主要负责氮素转化微生物机制研究 |
| 7 | 吴愉萍 | 副高级 | 宁波市农业农村绿色发展中心 | 主要负责蔬菜氮肥高效利用技术推广 |
| 8 | 戴 锋 | 无 | 浙江奥复托化工有限公司 | 主要负责硝化抑制剂（2-氯-6-三氯甲基吡啶）的研发和生产 |
| 9 | 秦方锦 | 副高级 | 宁波市农业技术推广总站 | 主要负责蔬菜氮肥高效利用技术推广 |
| 10 | 孙 健 | 正高级 | 宁波市海曙区农业技术管理服务站 | 主要负责水稻氮肥高效利用技术推广 |
| 11 | 刘志勇 | 无 | 天脊集团兴化实业有限公司 | 主要负责稳定性肥料的生产和销售 |
| 12 | 刘海萍 | 副高级 | 云南省土壤肥料工作站 | 主要负责水稻氮肥高效利用技术推广 |
| 13 | 姜圆圆 | 中级 | 云南省土壤肥料工作站 | 主要负责水稻氮肥高效利用技术推广 |
| 14 | 张丽君 | 副高级 | 平阳县农业农村局农业开发与耕肥管理站 | 主要负责水稻氮肥高效利用技术推广 |

**代表性论文（专著）目录**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 作 者 | 论文（专著）名称/刊物 | 年卷  页码 | 发表  时间  （年、月） | 他引  总次数 |
| Yao Huaiying, Gao Yangmei, Nicol Graeme W, Campbell Colin D, Prosser James I, Zhang Limei, Han Wenyan, Singh Brajesh K. | Links between ammonia oxidizer community structure, abundance, and nitrification potential in acidic soils/ Applied and Environmental Microbiology | 2011, 77: 4618-4625 | 2011-07 | 275 |
| Li Yaying, Chapman Stephen J, Nicol Graeme W, Yao Huaiying | Nitrification and nitrifiers in acidic soils / Soil Biology and Biochemistry | 2018, 116: 290-301 | 2018-01 | 194 |
| Yao Huaiying Yao, Campbell Colin D, Chapman Stephen J, Freitag Thomas E, Nicol Graeme W. Nicol, Singh Brajesh K | Multi-factorial drivers of ammonia oxidizer communities: evidence from a national soil survey / Environmental Microbiology | 2013, 15: 2545-2556 | 2013-09 | 86 |
| Su Jianqiang, Ding Longjun, Xue Kai, Yao Huaiying, Quensen John, Bai Shijie, Wei Wenxue, Wu Jinshui, Zhou Jizhong, Tiedje James M, Zhu Yongguan | Long-term balanced fertilization increases the soil microbial functional diversity in a phosphorus-limited paddy soil / Molecular Ecology | 2015, 24: 136-150 | 2015-01 | 131 |
| Yang Xiaoru, Li Hu, Nie San’an, Su Jianqiang, Weng Bosen, Zhu Guibin, Yao Huaiying, Gilbert Jack A, Zhu YongGuan | Potential contribution of anammox to nitrogen loss from paddy soils in southern China / Applied and Environmental Microbiology | 2015, 81:938-947 | 2015-02 | 85 |
| Nie San’an, Li Hu, Yang Xiaoru, Zhang Zhaoji, Weng Bosen, Huang Fuyi, Zhu Guibing, Zhu Yongguan | Nitrogen loss by anaerobic oxidation of ammonium  in rice rhizosphere /ISME Journal | 2015,9:2059-2067 | 2015-09 | 59 |
| Ding Longjun Ding, An Xinli An, Li Shun, Zhang Ganlin Zhang, Zhu Yongguan | Nitrogen loss through anaerobic ammonium oxidation coupled to iron reduction from paddy soils in a chronosequence / Environmental Science & Technology | 2014, 48: 10641−10647 | 2014-09 | 130 |
| Zhou Guowei, Yang Xiaoru, Li Hu, Marshall Christopher W, Zheng Bangxiao, Yan Yu, Su Jianqiang, Zhu Yongguan | Electron shuttles enhance anaerobic ammonium oxidation coupled to iron (III) reduction/ Environmental Science & Technology | 2016, 50: 9298-9307 | 2016-08 | 140 |
| Zheng Bangxiao, Zhu Yongguan, Sardans Jordi, Penuelas Josep, Su Jianqiang | QMEC: a tool for high-throughput quantitative assessment of microbial functional potential in C, N, P, and S biogeochemical cycling/ Science China Life Sciences | 2018, 61: 1451-1462 | 2018-08 | 75 |
| Guo Guangxia, Deng Huan, Qiao Min, Yao Huaiying, Zhu Yongguan | Effect of Long-Term Wastewater Irrigation on Potential Denitrification and Denitrifying Communities in Soils at the Watershed Scale/ Environmental Science & Technology | 2013, 47 (7): 3105-3113 | 2013-02 | 90 |
| 合 计 | | | | 1265 |

主要知识产权和标准规范目录

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 专利类别 | 专利名称 | 专利号 | 授权  日期 | 权利人 | 发明人 |
| 发明专利 | 一种微生物碳氮磷硫元素功能基因的高通量检测引物及检测方法 | ZL201610537546.X | 2017-04-26 | 中国科学院城市环境研究所 | 朱永官、郑邦晓、苏建强、李虎、姚槐应 |
| 发明专利 | 一种用于多种粪便污染源检测的微生物源示踪的分子标记物及其高通量检测方法 | ZL201610859751.8 | 2017-08-25 | 中国科学院城市环境研究所 | 苏建强、庄芳芳、朱永官 |
| 发明专利 | 一种增效含氮肥料及其制备方法 | ZL201210550122.9 | 2015-04-01 | 浙江奥复托化工有限公司 | 戴锋 |
| 发明专利 | 6-氯-2-三氯甲基吡啶的制备方法 | ZL200810062907.5 | 2010-12-01 | 浙江奥复托化工有限公司 | 戴锋 |
| 发明专利 | 一种抑制土壤氮流失的制剂、制备方法及其应用 | ZL201110100089.5 | 2013-08-28 | 浙江奥复托化工有限公司 | 戴锋 |
| 发明专利 | 茶树专用控释复合肥 | ZL03128868.5 | 2006-09-27 | 中国农业科学院茶叶研究所 | 韩文炎、阮建云，马立峰、石元值 |
| 发明专利 | 一种制备具有确定15N丰度的N2O及基于15N同位素示踪法测量氮循环的方法 | ZL201711385580.0 | 2021-10-22 | 中国科学院宁波城市环境观测研究站、中国科学院城市环境研究所 | 李雅颖、郑宁国、姚槐应、吴愉萍 |
| 发明专利 | 一种同步减排CH4与N2O并提高土壤肥力的方法 | ZL201911191040.8 | 2021-05-14 | 中国科学院城市环境研究所、中国科学院宁波城市环境观测研究站 | 朱义族、郑宁国、李雅颖、姚槐应 |
| 发明专利 | 一种延长氨氧化古菌传代时间的培养方法 | ZL201610172945.0 | 2021-02-26 | 中国科学院城市环境研究所、中国科学院宁波城市环境观测研究站 | 李雅颖、姚槐应 |
| 实用新型专利 | 一种用于土壤培养的实验装置 | ZL201920734898.3 | 2022-05-12 | 中国科学院城市环境研究所、上海市园林科学规划研究院、中国科学院宁波城市环境观测研究站、中国科学院大学 | 朱义族、韩继刚、姚槐应、李雅颖 |