

自然科学奖公示内容

一、 项目名称：

生物炭基缓释肥的制备及其养分缓释与肥效提升机制

二、 提名者及提名意见（包含提名等级）：陕西省教育厅

“生物炭基缓释肥的制备及其养分缓释与肥效提升机制”项目聚焦传统化肥利用率低、土壤质量退化及农业面源污染等核心问题，依托国家自然科学基金（U1803332）、陕西省重点研发计划（2022NY-053）等项目支持，历经 10 年系统研究，取得系列原创性成果。项目创新开发共热解、共聚合、耦合双工艺等生物炭缓释肥制备技术，揭示养分缓释与保水协同机制，第一完成人武占省入选全球前 2% 顶尖科学家榜单，学术影响力显著。项目成果为农业绿色可持续发展提供关键理论支撑与技术路径，整体达到国际先进水平。

提名该项目为陕西省自然科学奖二等奖。

三、 项目简介：

基于传统化肥溶解速率过快，肥料养分释放特性与植物养分吸收规律不相吻合，导致肥料利用率低下。本成果利用丰富的生物质资源优势，就地取材，开发既能改善土壤质量，又能适应植物同步吸收养分规律的新型生物炭缓释肥料，揭示了系列生物炭缓释肥的制备关键技术参数与其养分缓释特性、保水性能，以及植物促生、土壤改良功效间关系，构建了养分释放模型与实际应用缓释性能验证，揭示生物炭缓释肥与植物的互作机制，阐明了肥料缓控释放及肥效利用率提升规律，实现了现代农业生产与经济可持续发展，具有重要的科学价值。

针对生物炭与化肥直接物理复合的缓释性能差和肥料利用率低等问题，利用生物质、磷矿石和膨润土在微波辐射下共热解原位制备养分负载量高，缓释性能好的共热解型生物炭缓释肥。针对干旱半干旱地区水资源紧缺和肥料利用率等问题，为了同时实现节水增产、提高肥料利用率的目的，创新地利用共聚合工艺将生物炭嵌入半互穿聚合物网络，制备既具有保水功能、又具有缓释功能的生物炭缓释肥。为同时实现农田节水、提高肥料利用率，延长肥料缓释周期，缓释规律更加符合植物的生长模式等关键科学问题。同时消除农业使用化肥和农药造成的污染仍然是迫在眉睫。本成果利用采用棉秆与化肥共热解的方法研制了磷负载的生物炭基缓释肥，建立了农药吸附与养分缓慢释放之间存在某种协同效应。

四、 客观评价：

率先以棉秸，化肥和膨润土，在微波照射下开发具有成本效益、环保和高性能的生物炭基缓释肥料（BSRF），膨润土有助于在 BSRF 内形成理想的结构，以提高缓释性能，而且合成的 BSRF 具有生产成本低的优势。马来西亚大学工程学院教授 ITA Wei 团队发表论文认为文章代表四中共热解法制备的生物炭基肥料，膨润土减少了生物炭的孔隙和通道，形成了稳定的磷疏水化合物，改善了养分的持续释放。Szewczuk-Karpisz 教授在论文《Journal of Environmental Management》中认为本项目代表作一用棉秆生物炭 BC、AA、2-丙烯酰胺-2 甲基丙磺酸和膨润土的水凝胶复合是改善土壤的持水和保水性的优异方式。

五、 代表性论文专著目录：（注意：2023 年 8 月 1 日前公开发表，不超过 8 条。其中代表性论文不超过 5 篇，代表性专著不超过 3 部；填写时请注意基于论文专著全部作者填写，且按原文中英文填写，“国内作者”填写中文姓名）

| 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 | 他引总次数 | 检索数据库 | 知识产权是否归国内所有 |
|----|---|---|---|--------------------------|------------------|-----------------------|--------------|---------------------------|-------|--------------------------------|-------------|
| 1 | Microwave-assisted synthesis of a novel biochar-based slow-release nitrogen fertilizer with enhanced water-retention capacity | ACS Sustainable Chemistry & Engineering | Peng Wen, Zhansheng Wu, Yajie Han, Giancarlo Cravotto, Jun Wang, Bang-Ce Ye | 2017 年 5 卷 7374 - 7382 页 | 2017 年 9 月 13 日 | Zhansheng Wu | Peng Wen | 温鹏, 武占省, 韩亚杰, 王军, 叶邦策 | 143 | Web of Science | 是 |
| 2 | Biochar for simultaneously enhancing the slow-release performance of fertilizers and minimizing the pollution of pesticides | Journal of Hazardous Materials | Xiongfang An, Zhansheng Wu, Wen Shi, Huihua Qin, Luohong Zhang, Xiaolin Xu, Bing Yu | 2021 年 407 卷 124865 | 2020 年 12 月 16 日 | Zhansheng Wu, Bing Yu | Xiongfang An | 安雄芳, 武占省, 师文, 秦慧华, 张洛红, 徐 | 56 | Web of Science | 是 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------------------|-----------------|-----------------------|---------------|--------------------------------|----|--------------------------------|---|
| 3 | Microwave-assisted synthesis of a semi-interpenetrating polymer network slow-release nitrogen fertilizer with water absorbency from cotton stalks | ACS Sustainable Chemistry & Engineering | Peng Wen, Zhansheng Wu, Yanhui He, Bang-Ce Ye, Yajie Han, Jun Wang, Xinyuan Guan | 2016 年 4 卷 6572-6579 页 | 2016 年 9 月 26 日 | Zhansheng Wu | Peng Wen | 温鹏, 武占省, 何艳慧, 叶邦策, 韩亚杰, 王军, 关新 | 95 | Web of Science | 是 |
| 4 | Co-pyrolysis of biomass, bentonite and nutrients as a new strategy for the synthesis of improved biochar-based slow release fertilisers | ACS Sustainable Chemistry & Engineering | Xiongfang An, Zhansheng Wu, Junzhi Yu, Xiaochen Liu, Qing Li, Bing Yu, Giancarlo Cravotto, | 2020 年 8 卷 3181-3190 页 | 2020 年 2 月 17 日 | Zhansheng Wu, Bing Yu | Xiongfang An, | 安雄芳, 武占省, 余俊志, 刘啸尘, 李庆, 余兵 | 66 | Web of Science | 是 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------------|--|---------------------|----------------|--------------|-----------|-----------------------|----|--------------------------------|---|
| 5 | Trace metal elements mediated co-pyrolysis of biomass and bentonite for the synthesis of biochar with high stability | Science of the Total Environment | Junzhi Yu, Zhansheng Wu, Xiongfang An, Fei Tian, Bing Yu | 2021 年 774 卷 145611 | 2021 年 2 月 9 日 | Zhansheng Wu | Junzhi Yu | 余俊志, 武占省, 安雄芳, 田飞, 余兵 | 20 | Web of Science | 是 |
|---|--|----------------------------------|--|---------------------|----------------|--------------|-----------|-----------------------|----|--------------------------------|---|

六、 主要完成人情况:

主要完成人: (依次列写完成人姓名)

| 排名 | 姓名 | 技术职称 | 行政职务 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目的贡献 |
|----|-----|------|------|--------|--------|---|
| 1 | 武占省 | 教授 | 院长 | 西安工程大学 | 西安工程大学 | 项目第一完成人, 主导了“生物炭基缓释肥的制备及其养分缓释与肥效提升机制”全周期研究。 |
| 2 | 田飞 | 讲师 | 无 | 西安工程大学 | 西安工程大学 | 提出共热解-包膜-共聚合耦合制备思路, 创新微波辅助共热解技术。 |
| 3 | 安雄芳 | 副教授 | 无 | 石河子大学 | 石河子大学 | 创立生物炭嵌入半互穿聚合物网络工艺。 |
| 4 | 何艳慧 | 副教授 | 无 | 西安工程大学 | 西安工程大学 | 揭示保水与缓释协同原理。 |
| 5 | 刘啸尘 | 副教授 | 无 | 西安工程大学 | 西安工程大学 | 参与完成共聚合工艺制备生物炭缓释肥及其保水与缓释机制阐述。 |
| 6 | 温鹏 | 工程师 | 无 | 石河子大学 | 石河子大学 | 多功能生物炭缓释肥的制备与田间应用研究。 |

七、 主要完成单位情况：

主要完成单位：（依次列写完成单位名称）

| 排 名 | 完成单位 | 贡 献 |
|-----|--------|---|
| 1 | 西安工程大学 | 作为项目第一完成单位，西安工程大学为“生物炭基缓释肥的制备及其养分缓释与肥效提升机制”研究提供核心支撑，贡献贯穿项目全周期。 |
| 2 | 石河子大学 | 石河子大学依托其在干旱半干旱地区农业研究的学科优势，为“生物炭基缓释肥的制备及其养分缓释与肥效提升机制”研究提供关键支撑，贡献聚焦实践验证与区域适配性突破 |

八、 完成人合作关系说明（合作方式包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。下表中的“项目排名”指在本次报奖中的完成人排序。）

完成人合作关系情况汇总表

| 序号 | 合作方式 | 合作者/项目排名 | 合作时间 | 合作成果名称 |
|----|------|----------|----------|---|
| 1 | 论文合著 | 田飞/2 | 2013 年-今 | Trace metal elements mediated co-pyrolysis of biomass and bentonite for the synthesis of biochar with high stability |
| 2 | 论文合著 | 安雄芳/3 | 2018 年-今 | Trace metal elements mediated co-pyrolysis of biomass and bentonite for the synthesis of biochar with high stability; Biochar for simultaneously enhancing the slow-release performance of fertilizers and minimizing the pollution of pesticides |
| 3 | 论文合著 | 何艳慧/4 | 2013 年-今 | Microwave-assisted synthesis of a semi-interpenetrating polymer network slow-release nitrogen fertilizer with water |

| | | | | |
|---|------|-------|---------------|--|
| | | | | absorbency from cotton stalks |
| 4 | 论文合著 | 刘啸尘/5 | 2018 年-今 | Co-pyrolysis of biomass, bentonite and nutrients as a new strategy for the synthesis of improved biochar-based slow release fertilisers; |
| 5 | 论文合著 | 温鹏/6 | 2014 年-2018 年 | Microwave-assisted synthesis of a novel biochar-based slow-release nitrogen fertilizer with enhanced water-retention capacity ; Microwave-assisted synthesis of a semi-interpenetrating polymer network slow-release nitrogen fertilizer with water absorbency from cotton stalks |