

《基于耐温型黑水虻定向驯化的抗生素高效生物转化 新技术与新装备》公示材料

公示单位（公章）：华南农业大学

填表日期：2026年3月2日

项目名称	基于耐温型黑水虻定向驯化的抗生素高效生物转化新技术与新装备
提名奖项/等级	海南省技术发明奖二等奖
提名单位	中国热带农业科学院
项目简介	<p>海南作为我国热带特色现代农业与畜禽水产规模化养殖核心产区，其农业废弃物抗生素残留超标问题突出，引发生态污染、耐药性风险及食品安全隐患，严重制约农业绿色转型。黑水虻生物转化技术因其绿色高效、生态友好的特点，高度契合海南生态发展需求，但受限于虫株温域狭窄、气候波动导致转化效率衰减，抗生素降解不彻底，且机械化水平低，难以满足规模化、标准化处理需求。本成果突破常规技术瓶颈，研发了耐温型黑水虻定向驯化技术、耐温型黑水虻高效定向降解抗生素与生物转化技术、黑水虻模块化养殖与筛分一体化技术装备系统，为抗生素污染治理和资源化利用提供新思路和新途径，助力海南生态核心优势和农业绿色低碳发展。</p> <p>1. 首创耐寒/耐热型黑水虻定向驯化与选育技术。通过连续 10 代定向选育，成功获得了核心抗逆虫株，构建了耐高温、耐低温或特异高效转化抗生素黑水虻品系。选育后的幼虫在 16℃ 低温或 40℃ 高温等逆境下的生长优势显著增强。结合转录组、肠道微生物组及宏基因组等多组学手段系统揭示了高温（40℃）、低温（12℃ 或 16℃）和盐胁迫下虫株优势种群性状形成的分子机制，阐明了黑水虻通过调控肠道微生物群落和功能基因表达</p>

以应对冷、热胁迫等的生物学基础，为黑水虻抗逆分子育种提供了理论依据与关键靶点，也为开发利用适应不同生产需求的黑水虻定向选育提供了技术方法。

2. 创新形成耐温型黑水虻介导的抗生素高效定向降解与生物转化关键技术体系，突破了黑水虻温度适应性瓶颈，实现了抗生素污染物的生物削减与安全转化的耦合突破。针对抗生素菌渣中残留抗生素与抗性基因风险，系统解析了幼虫在抗生素菌渣底物条件下的摄食转化规律、肠道菌群结构重构及其功能演变，阐明了耐温型黑水虻肠道微生态对抗生素的响应与驱动机制，构建“高效摄食-肠道代谢降解-虫体同化转化”三阶段协同调控技术路线，实现抗生素分子结构的生物削减与底物有机质向虫体蛋白和脂质高值转化的同步进行。与单一物理化学处理相比，该技术无需高能耗与二次污染处理，显著降低处理成本，同时实现有机质资源化产出，形成环境治理与生物制造的耦合新模式，为北方寒冷地区及南方高温季节条件下的规模化应用提供可靠技术支撑。

3. 创制模块化养殖与筛分一体化新技术与新装备装备系统。基于耐温型黑水虻高效定向降解抗生素与生物转化技术特性，集成模块化养殖与筛分装备，实现对黑水虻虫体的机械化可控性养殖。系统采用分层立体式架构，融合螺旋输送、机械布料、智能称重等联动技术，实现含抗养殖底物的精准配比与高效布料，大幅提高空间利用率和养殖密度，全面适配宽温域黑水虻在不同环境下的生长特性。配套精准温湿度调控、通风换气子系统，实现养殖环境温湿度、氧气浓度、底物含水率的全流程闭环调控，确

	<p>保持殖环境参数稳定，促进虫体均匀发育和降解活性稳定。同时，在后端分离环节，集成分级筛网、振动筛分与气流辅助三重分选机制，实现虫体、虫粪与杂质的高效、低损、精准分离，分离纯度可达95%以上，有效克服传统人工筛分效率低、分离不彻底、虫体破损率高的问题，系统性地突破耐温型黑水虻产业化应用的装备瓶颈，实现污染物治理与资源再生的双重效益，兼具生态价值、经济价值与社会价值。</p> <p>本成果已累计获得授权专利16件（其中发明专利10件），发表学术论文28篇，其中SCI收录论文19篇。其中“高生产性能品系黑水虻选育及其应用”成果通过深圳市高新技术产业协会的成果鉴定。通过产学研深度融合，相关成果已在海南、广东、湖南、湖北等地实现规模化产业推广应用，近两年累计实现销售收入超10亿元，创造利润超1.50亿元，经济效益显著。同时，本技术成果成功输出至卢旺达、泰国、柬埔寨、马来西亚等“一带一路”沿线国家，有力带动当地产业升级，取得了显著社会效益和生态效益，展现出广阔的国际应用前景。</p>
<p>提名书 相关内容</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 专利——一种复合微生物协同黑水虻无害化生物降解金霉素菌渣的方法，发明专利，中国热带农业科学院农产品加工研究所，王飞；王会；夏楚雄；何晚明；陈玉梁；王雷雨；潘晓威；章启慧，ZL202210834807.X，2024-03-29，中国，有效。 2. 专利——黑水虻自动化养殖设备，发明专利，中国热带农业科学院农产品加工研究所，王飞；夏楚雄；何晚明；陈玉梁；宋刚；王会；王雷雨；章启慧，ZL202210635927.7，2025-11-13，中国，有效。 3. 专利——一种黑水虻模块化养殖设备，实用新型专利，中国热带农业科学院农产品加工研究所，王飞；吴佳；王会；陈玉梁；郑朝中；王雷雨；庄志凯；章启慧，ZL202320758158.X，2023-06-20，中国，有效。

4. 专利—一种黑水虻成虫养殖装置, 实用新型专利, 中国热带农业科学院农产品加工研究所, 王飞; 陈玉梁; 吴佳; 庄志凯; 王会; 郑朝中; 王雷雨, ZL202322477241.2, 2024-04-09, 中国, 有效。
5. 专利—利用黑水虻幼虫降解修复环境中抗生素污染的方法, 发明专利, 武汉工程大学, 姚槐应; 王存文; 刘存成; 汪铁林; 王为国; 李云; 冯魏良; 熊晶, ZL201811011796.5, 2021-10-08, 中国, 有效。
6. 专利—黑水虻幼虫- 残料分离装置, 发明专利, 武汉工程大学, 王存文; 邓梓魁; 冯魏良; 王为国; 汪铁林; 张俊峰; 熊晶; 杨芳, ZL201710519566.9, 2020-01-14, 中国, 有效。
7. 论文—Selective breeding of cold-tolerant black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae: Gut microbial shifts and transcriptional patterns, Chong Ma, Zhijun Huang, Xingbao Feng, Fareed Uddin Memon, Ying Cui, Xinyu Duan, Jianfeng Zhu, Gianluca Tettamanti, Wenfeng Hu, Ling Tian, *Waste Management*, 2024, 177: 252-265.
8. 论文—Selective breeding of heat-tolerant black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae: gut microbial shifts and transcriptional patterns, Xingbao Feng, Zhijun Huang, Sheraz Ahmad, Chong Ma, Jianfeng Zhu, Kang Li, Guoliang Peng, Gianluca Tettamanti, Wenfeng Hu, Hanhong Xu, Ling Tian, *Journal of Insects as Food and Feed*, 2025, 11(9): 1561-1576.
9. 论文—Changes in gut bacterial communities and the incidence of antibiotic resistance genes during degradation of antibiotics by black soldier fly larvae, Cuncheng Liu, Huaiying Yao, Stephen J. Chapman, Jianqiang Su, Cunwen Wang, *Environment International*, 2020, 142: 105834.
10. 论文—The enhanced degradation behavior of oxytetracycline by black soldier fly larvae with tetracycline resistance genes in the larval gut: Kinetic process and mechanism, Cuncheng Liu, Huaiying Yao, Qingcheng Cao, Tielin Wang, Cunwen Wang, *Environmental Research*, 2022, 214: 114211.

<p>主要完成人</p>	<p>王飞，排名 1，副研究员，工作单位：中国热带农业科学院农产品加工研究所；完成单位：中国热带农业科学院农产品加工研究所；主要负责黑水虻机械化养殖与筛分一体化装备研发和生物转化抗生素污染物分子机制研究，参与耐温型黑水虻生长特性分析，对创新点一、二和三作出重要贡献。</p> <p>刘存成，排名 2，副教授，工作单位：武汉工程大学；完成单位：武汉工程大学；主要负责构建耐温型黑水虻介导的抗生素高效定向降解与生物转化关键技术体系，参与筛分设备研发，对创新点二和三作出重要贡献。</p> <p>田铃，排名 3，教授，工作单位：华南农业大学；完成单位：华南农业大学；主要负责耐温型黑水虻定向驯化与选育，协助开展耐温型黑水虻介导的抗生素高效定向降解工作，对创新点一和二作出重要贡献。</p> <p>王会，排名 4，助理研究员，工作单位：中国热带农业科学院农产品加工研究所；完成单位：中国热带农业科学院农产品加工研究所；主要负责构建耐温型黑水虻介导的抗生素高效定向降解与生物转化关键技术体系，对创新点二作出重要贡献。</p> <p>王存文，排名 5，教授，工作单位：武汉工程大学；完成单位：武汉工程大学；主要负责耐温型黑水虻高效降解抗生素分子机制研究，指导机械化养殖与筛分一体化装备研发，对创新点二和三作出重要贡献。</p> <p>奚江波，排名 6，工作单位：普罗欧生物科技（湖北）有限公司；完成单位：普罗欧生物科技（湖北）有限公司。主要负责耐温型黑水虻生产培育和生物转化抗生素技术的示范推广，对创新点一和二作出重要贡献。</p>
<p>主要完成单位</p>	<p>第 1 完成单位. 中国热带农业科学院农产品加工研究所，广东省湛江市霞山区社坛路 5 号；主要负责项目组织协调，理论研究，关键技术与装备研发，对生物转化抗生素污染物分子机制研究、构建耐温型黑水虻介导的抗生素高效定向降解与生物转化关键技术体系和机械化养殖与筛分一体化装备做出重大贡献，对创新点一、二、三均作出重要贡献。</p> <p>第 2 完成单位. 武汉工程大学，湖北省武汉市东湖新技术开发区光谷一路 206 号；主要负责构建耐温型黑水虻介导的抗生素高效定向降解与生物转化关键技术体系，参与机械化养殖与筛分一体化装备研发，对创新点一和</p>

二作出重要贡献。

第3完成单位. 华南农业大学, 广州市天河区五山华南农业大学; 主要负责耐温型黑水虻定向驯化与选育, 协助开展耐温型黑水虻介导的抗生素高效定向降解工作, 对创新点一和二作出重要贡献。

第4完成单位, 普罗欧生物科技(湖北)有限公司, 湖北省鄂州市鄂城区杜山镇东港村原东港小学。主要负责耐温型黑水虻生产培育和生物转化抗生素技术的示范推广, 对创新点一和二作出重要贡献。