

拟提名 2025 年度云南省科学技术奖项目公示

一、项目名称

菊科橐吾属植物自然杂交与物种界限维持机制

二、提名者及提名等级

提名者：中国科学院昆明分院

提名等级：自然科学二等奖

三、项目简介

大约 25% 的有花植物物种间存在自然杂交。自然杂交和基因渐渗是重要的物种多样化驱动机制，通过快速引入新变异，为物种适应环境变化和分化提供了重要的进化原材料，一直是进化生物学研究的重点。菊科的橐吾属 (*Ligularia*) 包含有 140 余种，集中分布在横断山区海拔 2500-5000 米的高山草甸、沼泽和林缘，是一个高度多样化的高山植物属，是研究该区域植物物种形成与演化的关键类群，也是一个研究高山植物适应性进化的理想类群。在国家自然科学基金等项目的资助下，本团队基于形态特征的野外调查，首次从染色体水平和分子水平研究了橐吾属植物的自然杂交，通过基因渐渗分析，研究了杂交区的形成与维持机制，取得如下研究成果：

1. 基于野外形态调查，采用 SSR 分子标记、RAD-Seq、分子系统学方法研究了橐吾属植物的自然杂交与物种界限维持机制，确定了

舟叶橐吾(*L. cymbulifera*) × 东俄洛橐吾(*L. tongolensis*)、大黄橐吾(*L. duciformis*) × 浅苞橐吾(*L. cyathiceps*)等 8 个自然杂交, 特别是莲叶橐吾(*L. nelumbifolia*) × 狭舌垂头菊(*Cremanthodium stenoglossum*)的属间杂交, 判断了杂交发生的方向与程度。研究结果表明橐吾属物种间生殖隔离不完全, 存在着广泛的自然杂交现象, 但是, 其杂交群(hybrid swarm)主要由 F₁ 代和少量的回交后代构成, 且与亲本物种间有强烈的生殖隔离而物种界限得以维持。

2. 采用 RAD-Seq 方法, 研究了 4 个舟叶橐吾 × 东俄洛橐吾杂交区的基因渐渗, 分析并比较了杂种区内各个位点的渗入率, 估算了在中性条件下期望的渗入频率, 鉴定 outlier 位点, 推断其受到的选择压力, 探讨了杂交区的维持机制, 在相对稳定的环境中, 持续杂交是杂交区维持的主要机制。

3. 研究了鹿蹄橐吾(*L. hodgsonii*)、棉毛橐吾(*L. vellerea*)和东俄洛橐吾的谱系地理, 阐明了物种间存在基因流的情况下通过一些位点的自由交换而遗传整合的物种维持机制。地质历史事件和气候波动共同促进了其早期的物种分化, 但地理隔离和生殖隔离则维持物种的物种界限。

4. 一些橐吾属植物在高山草甸、湿地大量繁殖, 连片生长, 侵占了牧场, 也威胁到其它物种的生存, 除了可食差和繁殖能力强外, 自然杂交和基因渐渗增加了橐吾属植物遗传多样性及其对环境的适应能力, 导致该属植物在高山牧场蔓延。

本成果在 Journal of Integrative Plant Biology、Journal of Biogeography、Journal of Systematics and Evolution、Plant diversity、Annals of the Missouri Botanical Garden 等期刊上发表论文 21 篇，20 篇核心论文他引 270 次；8 篇代表性论文他引 175 次。成果完成人员在国内学术会议作报告 10 余次，提升我国在橐吾属和自然杂交研究领域的影响力。培养博士和硕士研究生 10 余名，为相关领域储备专业人才。

四、代表性论文专著目录

序号	论文专著 名称/刊名 /作者	年卷页码	发表 时间	通讯作 者(含 共同)	第一作 者(含 共同)
1	Morphological distinctiveness of <i>Ligularia tongolensis</i> and <i>L. cymbulifera</i> is maintained between habitats despite bidirectional and asymmetrical introgression in multiple hybrid zones. Journal of Systematics and Evolution, Hu Li, Yang Rui, Yang Guo-qian, Sun Gui-ling, Gong Xun	2022, 60(6):1319- 1330	2021-5-2	Gong Xun	Hu Li
2	Maintenance of species boundaries in three sympatric <i>Ligularia</i> (Senecioneae, Asteraceae) species. Journal of Integrative Plant Biology. Zhang Ningning, Yongpeng Ma, Ryan A. Folk, Jiaojun Yu, Yuezhi Pan, Xun Gong	2018, 60 (10): 986-999	2018-6-7	Gong Xun	Zhang Ning- ning
3	Bidirectional natural hybridization between sympatric <i>Ligularia vellerea</i> and <i>L. subspicata</i> . Plant Diversity, Ning Huai, Yu Jiao-jun, Gong Xun*	2017, 39(4): 214-220	2017-8-25	Gong Xun	Ning Huai

4	Phylogenetic patterns and disjunct distribution in <i>Ligularia hodgsonii</i> Hook. (Asteraceae). Journal of Biogeography. Wang Jin-Feng, Xun Gong, Yu-Chung Chiang and Chiaki Kuroda	2013, 40(9): 1741-1754	2013-4-12	Gong Xun, Chiang Yu-Chung	Wang Jin-Feng
5	Chloroplast DNA variation and phylogeography of <i>Ligularia tongolensis</i> (Asteraceae), a species endemic to the Hengduan Mountains region of China. Journal of Systematics and Evolution. Wang Jin-Feng, Yue-Zhi Pan, Xun Gong, Yu-Chung Chiang, Chiaki Kurada	2011, 49 (2): 108-119	2011-3-1	Gong Xun	Wang Jin-feng
6	Natural hybridization and introgression in sympatric <i>Ligularia</i> species (Asteraceae, Senecioneae). Journal of Systematics and Evolution, Yu Jiao-Jun, Chiaki Kuroda, Xun Gong	2011, 49 (5): 438-448	2011-9-1	Gong Xun	Yu Jiao-Jun
7	Phylogeography of an alpine plant <i>Ligularia vellerea</i> (Asteraceae) in the Hengduan Mountains. Journal of Systematics and Evolution, Yang Zhiyun, Ting-Shuang Yi, Yue-Zhi Pan, Xun Gong	2012, 50 (4): 316-324	2012-6-15	Gong Xun	Yang Zhiyun
8	A Natural hybrid between <i>Ligularia paradoxa</i> and <i>L. duciformis</i> (Asteraceae, Senecioneae) From Yunnan, China. Annals of the Missouri Botanical Garden, Pan Yuezhi, Suhua Shi, Xun Gong, and Chiaki Kuroda	2008, 95(3): 491-498	2008-9-1	Gong Xun	Pan Yue-zhi

五、主要完成人基本情况

姓名	工作单位	完成单位	职称	职务
龚 洵	中国科学院昆明植物研究所	中国科学院昆明植物研究所	研究员	无

潘跃芝	中国科学院昆明植物研究所	中国科学院昆明植物研究所	高级工程师	无
张宁宁	郑州大学	中国科学院昆明植物研究所	副研究员	无
余姣君	黄冈师范学院	中国科学院昆明植物研究所	副教授	无
王金凤	浙江省林业科学研究院	中国科学院昆明植物研究所	副研究员	无
杨志云	中国科学院昆明植物研究所	中国科学院昆明植物研究所	高级实验师	无
胡 丽	云南大学	中国科学院昆明植物研究所	无	无