

拟提名 2022 年度云南省自然科学奖项目公示内容

一、项目名称

基于化学生态学的药用植物功能物质与形成机制研究

二、提名者及提名意见

提名者：中国科学院昆明分院

提名等级：云南省自然科学奖一等奖

提名意见：

该项目在国家杰出青年基金、中科院“百人计划”等资助下，从化学生态学新视角出发，运用率先建立的单细胞水平植物化学研究新技术等，系统开展云南特色药用植物功能物质及其形成机制研究，取得系列具有国际影响的原创性研究成果。揭示 18 种药用植物腺毛的天然产物及其广泛生物功能，首次从植物腺毛中发现两个新的家族具有重要防御病虫害功能的二倍半萜；发现一种引起植物有色花蜜的新颖天然色素物质及其吸引传粉鸟类的功能；发现一种昆虫对植物芳香松香烷二萜的解毒新机制；从 30 余种药用植物中发现化合物 1738 个，其中新化合物 611 个，包括系列新颖骨架，重要活性化合物 50 余个，建立库容量达 2000 余个单体的特色天然化合物库；首次解析植物二倍半萜生物合成途径及其起源进化，鉴定生物合成关键酶 GFDPS，填补国际空白；促进植物化学研究向超微量、高精度度及多学科交叉方向发展。

项目成果在国际著名期刊 *Angewandte Chemie International Edition*、*Plant Cell*、*Natural Product Reports*、*Organic Letters* 等发表，受到国内外同行的高度评价和正面引用。20 篇核心论文累计影响因子 134.031，他引 350 次，8 篇代表性论文累计影响因子 70.061，他引 169 次。获授权发明专利 7 项。被授予“活性天然产物发现与生物合成云南省创新团队”，1 人获国家杰出青年科学基金、国务院政府特殊津贴和第五届“兴滇人才奖”，入选国家“万人计划”科技创新领军人才、云岭高层次人才等。研究成果对植物化学、化学生态学、天然药物化学、天然有机化学等领域具有重要意义。

提名该项目为 2022 年度云南省自然科学奖一等奖。

三、项目简介

植物在长期进化过程中为了适应自然选择，演变产生了大量结构高度变化、合成途径复杂、生物功能广泛的天然产物，是植物适应环境的重要物质基础，同时也是创新药物和农药发现的重要源泉，因此植物天然产物化学多样性、生物功能及形成机制是国际研究前沿和热点。该项目在国家杰出青年基金、中科院“百人计划”等资助下，从化学生态学新视角出发，围绕云南特色药用植物功能物质及其形成机制开展系统性研究工作，取得系列具有国际影响的原创性研究成果。

1. 药用植物天然产物及其生态功能研究取得创新性发现：运用率先建立的单细胞水平植物化学研究新方法 LMD-

cryoNMR-UPLC/MS/MS, 揭示了 18 种药用植物腺毛中的天然产物及其广泛生物功能。首次从唇形科药用植物米团花和火把花的腺毛中发现两个新的家族具有重要防御病虫害功能的二倍半萜, 在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上发表我国大陆首篇植物化学研究论文; 从藤状火把花腺毛中发现新颖克罗烷二萜, 其昆虫拒食活性强于商业化印楝乳油; 应邀在 *Nat. Prod. Rep.* 发表植物腺毛天然产物研究长篇综述。发现引起米团花有色花蜜的新颖色素物质对苯二醌-脯氨酸共轭体及其吸引传粉鸟类的功能。揭示了一种昆虫对植物芳香松香烷二萜的解毒新机制。研究结果为解码自然化学奥秘提供了有力证据, 并为药用植物活性天然产物发现提供了新策略, 促进了植物化学研究向超微量、高精度度及多学科交叉方向发展。

2. 药用植物新颖天然产物发现及生物活性研究取得重要进展: 从 30 余种药用植物中发现 1738 个化合物, 其中新化合物 611 个, 包括系列新颖骨架珍稀天然产物二倍半萜 168 个, 占全世界天然二倍半萜总数的 13% 和植物来源的 53%, 以及 3,4-断裂木藜芦烷二萜等, 重要活性化合物 50 余个, 建立了特色天然化合物库, 库容单体化合物达 2000 余个, 在 *Org. Lett.* 等著名期刊发表系列系统性研究论文。研究结果为天然新药和新农药的研究开发奠定了重要物质基础, 并为相关植物资源的合理利用提供了重要科学依据。

3. 重要植物萜类天然产物生物合成研究取得突破: 鉴定

了药用植物米团花中二倍半萜生物合成关键酶 GFDPS, 首次解析植物二倍半萜的生源途径为定位于质体的 MEP 途径, 并揭示其起源进化, 填补了国际空白, 以封面文章发表在 *Plant Cell* 上。研究结果阐明了米团花中大量高度变化的二倍半萜形成的关键机制, 为该类天然产物的生物合成与合成生物学深入研究奠定了重要基础, 并为药用植物活性天然产物形成机制研究提供了范例。鉴定了首个雪松醇合酶, 并实现了雪松醇异源合成, 为利用合成生物学方法生产雪松醇奠定了重要基础。

该项目 20 篇核心论文发表于国际著名期刊 *Angew. Chem. Int. Ed.*, *Plant Cell*, *Nat. Prod. Rep.*, *Org. Lett.* (7 篇) 等, 累计影响因子 134.031, SCI 他引 350 次; 8 篇代表性论文的累计影响因子为 70.061, 他引 169 次。获授权发明专利 7 项。通过该项目的实施, 团队被授予“活性天然产物发现与生物合成云南省创新团队”, 1 人获国家杰出青年科学基金、国务院政府特殊津贴和第五届“兴滇人才奖”, 并入选国家“万人计划”科技创新领军人才、科技部中青年科技创新领军人才和云岭高层次人才; 2 人入选中科院青年创新促进会和中科院“西部之光”计划; 2 人晋升为正高级职称, 1 人晋升为副高级职称; 培养毕业博士 12 人, 毕业硕士 19 人, 其中 1 人获中科院院长特别奖和中科院百篇优秀博士学位论文, 1 人获中科院院长优秀奖。

四、代表性论文专著目录

1. Shihong Luo[#], Qian Luo, Xuemei Niu, Mingjin Xie, Xu Zhao, Bernd Schneider, Jonathan Gershenzon, Shenghong Li*. “Glandular trichomes of *Leucosceptrum canum* harbor defensive sesterterpenoids”, *Angewandte Chemie International Edition*, **2010**, 49(26), 4471–4475.

2. Yan Liu[#], Shihong Luo, Axel Schmidt, Guodong Wang, Guiling Sun, Marcus Grant, Ce Kuang, Minjie Yang, Shuxi Jing, Chunhuan Li, Bernd Schneider, Jonathan Gershenzon, Shenghong Li*. “A geranylfarnesyl diphosphate synthase provides the precursor for sesterterpenoid (C₂₅) formation in the glandular trichomes of the mint species *Leucosceptrum canum*”, *Plant Cell*, **2016**, 28(3), 804–822 (cover article).

3. Yan Liu[#], Shuxi Jing[#], Shihong Luo, Shenghong Li*. “Non-volatile natural products in plant glandular trichomes: chemistry, biological activities and biosynthesis”, *Natural Product Reports*, **2019**, 36, 626–665.

4. Chunhuan Li[#], Shuxi Jing, Shihong Luo, Wei Shi, Juan Hua, Yan Liu, Xiaonian Li, Bernd Schneider, Jonathan Gershenzon, Shenghong Li*. “Peltate glandular trichomes of *Colquhounia coccinea* var. *mollis* harbor a new class of defensive sesterterpenoids”, *Organic Letters*, **2013**, 15(7), 1694–1697.

5. Shihong Luo[#], Juan Hua, Chunhuan Li, Shuxi Jing, Yan Liu, Xiaonian Li, Xu Zhao, Shenghong Li*. “New antifeedant C₂₀ terpenoids from *Leucosceptum canum*”, *Organic Letters*, **2012**, *14*(22), 5768–5771.

6. Shihong Luo[#], Yan Liu, Juan Hua, Xuemei Niu, Shuxi Jing, Xu Zhao, Bernd Schneider, Jonathan Gershenzon, Shenghong Li*. “Unique proline-benzoquinone pigment from the colored nectar of “bird’s Coca cola tree” functions in bird attractions”, *Organic Letters*, **2012**, *14*(16), 4146–4149.

7. Shihong Luo[#], Linhong Weng, Mingjin Xie, Xiaonian Li, Juan Hua, Xu Zhao, Shenghong Li*. “Defensive sesterterpenoids with unusual antipodal cyclopentenones from the leaves of *Leucosceptum canum*”, *Organic Letters*, **2011**, *13*(7), 1864–1867.

8. Chunhuan Li[#], Xuemei Niu, Qian Luo, Mingjin Xie, Shihong Luo, Yanying Zhou and Shenghong Li*. “Novel polyesterified 3,4-*seco*-grayanane diterpenoids as antifeedants from *Pieris formosa*”, *Organic Letters*, **2010**, *12*(10), 2426–2429.

五、主要完成人基本情况

姓名	职称	职务	工作单位（完成单位）
黎胜红	研究员	无	中国科学院昆明植物研究所

刘 燕	教授	无	成都中医药大学 (中国科学院昆明植物 研究所)
骆世洪	教授	无	沈阳农业大学 (中国科学院昆明植物 研究所)
李春环	副教授	无	西北农林科技大学 (中国科学院昆明植物 研究所)
景树溪	助理研究员	无	中国科学院昆明植物研 究所