

# 云南省自然科学奖推荐项目公示材料

## 一、项目基本情况

**项目名称：**植物对高山环境的适应性机制研究

**完成单位：**中国科学院昆明植物研究所

**主要完成人员：**杨永平（中国科学院昆明植物研究所） 杨云强（中国科学院昆明植物研究所） 李雄（中国科学院昆明植物研究所） 胡向阳（中国科学院昆明植物研究所） 孙旭东（中国科学院昆明植物研究所）

**推荐单位：**中国科学院昆明分院

## 二、项目简介

本项目的成果是2010到2016年研究工作的总结，项目在国家重点基础研究发展计划（973计划）的支持下，围绕“植物对高山环境的适应性”这一重大科学问题，以我国青藏高原地区典型的高山植物紫花针茅、高山嵩草、钉柱委陵菜、独一味等为研究对象，率先应用蛋白质学、转录组学和分子生物学实验方法，结合形态结构观察和生理生化检测对高山植物的环境适应性开展了研究。主要的科学发现和价值体现在：（1）首次应用比较蛋白质组学技术和生理生化分析手段，研究了钉柱委陵菜（*Potentilla saundersiana*）、高山嵩草（*Kobresia pygmaea*）和独一味（*Lamiophlomis rotata*）沿海拔梯度适应水分、温度和紫外辐射变化，以及青藏高原优势牧草紫花针茅（*Stipa purpurea*）沿降水梯度适应干旱胁迫的生理生化机制，结果表明：随着环境胁迫压力的增加，这些植物均在蛋白质组和生理生化水平有一些独特的适应机制，而且其适应与植物自身的遗传物质基础密切相关。（2）基于转录组学研究结果，建立了RACE基因全长克隆方法，从紫花针茅中克隆得到*SpDHNI*、*SpERF1*、*SpCIPK26*等基因资源，通过转化拟南芥验证了其功能。对紫花针茅基因资源的挖掘和验证，一方面证明了高山植物中特有的遗传资源，另一方面也为农牧业系统的分子育种提供了优良的基因资源。（3）通过形态观察和测量，以及电子显微镜观察发现钉柱委陵菜、独一味、高山嵩草

和紫花针茅植物形态、叶片气孔和细胞壁适应环境变化的特征。这些形态特征随环境胁迫的变化而发生的改变进一步表明高山植物具有应对胁迫的多样策略，并具有适应胁迫环境的独特遗传资源。

这些研究内容包含在20篇核心论文中，其中15篇论文被SCI收录，按照2017版期刊影响因子的数据，SCI影响因子累计为：34.981，其中8篇代表性论文的影响因子总和为：25.627。20篇核心论文总被引用119次，SCI他引69次，CSCD他引21次；其中8篇代表性论文总被引用102次，SCI他引64次，CSCD他引17次。8篇代表性论文被Nature（代表性论文1），Trends in Plant Science（代表性论文1、3），Global Change Biology（代表性论文3），Plant Journal（代表性论文6），Plant Biotechnology Journal（代表性论文8）等植物学或生态学领域的国际顶级期刊正面引用。

该项目培养博士研究生5名，硕士研究生1名，其中1人获得中国科学院院长优秀奖，3人获得朱李月华优秀博士奖，2人获得研究生国家奖学金。

所依托的重点基础研究发展计划项目结题验收时被评为优秀。

### 三、候选人对项目的贡献

第一完成人杨永平：主持本项目的研究工作，提出项目的研究思路，带领团队开展研究，解决研究过程中的各种困难。在所有3项重要科学发现中均做出了创造性贡献；是8篇代表性论文和12篇核心论文的通讯作者。

第二完成人杨云强：参与了紫花针茅和高山嵩草样品的野外采集；利用转录组学和蛋白组学解析紫花针茅对于干旱环境的适应；克隆了紫花针茅中抗逆基因资源并评价该基因对增加转基因植物耐旱、寒等特性的作用。在所有3项重要科学发现中均做出了创造性贡献；是代表性论文2、5、6、7的第一作者，代表性论文3的第二作者，代表性论文8的第三作者，代表性论文1的参与者。

第三完成人李雄：参与了紫花针茅、高山嵩草、钉柱委陵菜和独一味的野外样品采集；利用蛋白质组学研究了高山嵩草对海拔梯度环境的适应和对昼夜环境变化的响应机制；从生理生化角度比较分析了不同居群紫花针茅对于干旱环境的适应特征差异；参与紫花针茅中抗逆基因资源的挖掘及其功能验证。在第1、3项重要科学发现中做出了创造性贡献，是第2项重要科学发现的主要参与者；是代

代表性论文 3 的第一作者，代表性论文 6 和 7 的第二作者，代表性论文 1、5 和 8 的参与者。

第四完成人胡向阳：指导蛋白质组学和生理生化实验的开展；指导钉柱委陵菜和独一味相关工作的开展。在第 1、3 项重要科学发现中做出了创造性贡献；是代表性论文 1、3 和 4 的共同通讯作者，代表性论文 6 的参与者。

第五完成人孙旭东：建立了 RACE 基因全长克隆方法，为基因资源挖掘奠定了基础；负责植物组织显微结构的观察；参与基因资源的挖掘和功能验证。在第 2 项重要科学发现中做出了创造性贡献，是第 3 项重要科学发现的主要参与者；是代表性论文 5 和 7 的共同通讯作者，代表性论文 1、2、8 的第二作者，代表性论文 3 的参与者。

#### 四、代表性论文专著

1. Ma Lan, Sun Xudong, Kong Xiangxiang, Galvan Jose Valero, Li Xiong, Yang Shihai, Yang Yunqiang, Yang Yongping, Hu Xiangyang. Physiological, biochemical and proteomics analysis reveals the adaptation strategies of the alpine plant *Potentilla saundersiana* at altitude gradient of the Northwestern Tibetan Plateau. *Journal of Proteomics*, 2015, 112: 63-82.
2. Yang Yunqiang, Sun Xudong, Yang Shihai, Li Xiong, Yang Yongping. Molecular cloning and characterization of a novel SK3-type dehydrin gene from *Stipa purpurea*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2014, 448: 145-150.
3. Li Xiong, Yang Yunqiang, Ma Lan, Sun Xudong, Yang shihai, Kong xiangxiang, Hu Xiangyang, Yang Yongping. Comparative Proteomics Analyses of *Kobresia pygmaea* Adaptation to Environment along an Elevational Gradient on the Central Tibetan Plateau. *PLoS ONE*, 2014, 9: e98410.
4. Ma Lan, Yang Liming, Zhao Jingjie, Wei Jingjing, Kong Xiangxiang, Wang Chuntao, Zhang Xiaoming, Yang Yongping, Hu Xiangyang. Comparative proteomic analysis reveals the role of hydrogen sulfide in the adaptation of the alpine plant *Lamiophlomis rotata* to altitude gradient in the Northern Tibetan

Plateau. *Planta*, 2015, 241: 887-906.

5. Yang Yunqiang, Dong Cao, Li Xiong, Du Jiancan, Qian Min, Sun Xudong, Yang Yongping \*. A novel Ap2/ERF transcription factor from *Stipa purpurea* leads to enhanced drought tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Reports*, 2016, 35: 2227-2239.
6. Yang Yunqiang, Li Xiong, Kong Xiangxiang, Ma Lan, Hu Xiangyang, Yang Yongping. Transcriptome analysis reveals diversified adaptation of *Stipa purpurea* along a drought gradient on the Tibetan Plateau. *Functional & integrative genomics*, 2014, 15: 295-307.
7. Yang Yunqiang, Dong Chao, Yang Shihai, Li Xiong, Sun Xudong, Yang Yongping. Physiological and proteomic adaptation of the alpine Grass *Stipa purpurea* to a drought gradient. *PLoS ONE*, 2015, 10: e0117475.
8. Zhou Yanli, Sun Xudong, Yang Yunqiang, Li Xiong, Cheng Ying, Yang Yongping. Expression of *Stipa purpurea SpCIPK26* in *Arabidopsis thaliana* Enhances Salt and Drought Tolerance and Regulates Abscisic Acid Signaling. *International Journal of Molecular Sciences*, 2016, 17: 966.