

中国科学院西双版纳热带植物园

拟提名 2024 年度云南省科学技术奖励项目公示

一、项目名称：植物铁吸收系统的分子调控机制

二、提名单位：中国科学院昆明分院

提名等级：云南省自然科学奖一等奖

三、项目简介：

铁是植物生长发育所必需的微量元素之一。缺铁会严重抑制光合作用和呼吸作用，从而影响作物产量和品质。全球三分之一的耕地属于缺铁土壤，因此缺铁已成为作物产量提升的一个限制因素。为应对缺铁环境，植物已经演化出相应的铁吸收系统，分别为禾本科特有的螯合型铁吸收系统和非禾本科特有的还原型铁吸收系统。那么是植物如何根据外界环境铁浓度变化调节根部铁吸收系统以满足生长需求呢？这是植物铁营养学领域亟需解决的关键科学问题。项目分别以禾本科模式植物水稻和非禾本科模式植物拟南芥为研究对象，利用植物分子生物学、遗传学和生物化学的手段和方法，详细描绘了两种典型植物铁吸收系统的分子调控通路，构建了铁信号转导途径的基本框架，取得了一系列原创性的研究成果。

(1) 揭示了禾本科植物螯合策略铁吸收系统的分子调控机制，引领了禾本科植物铁信号转导研究的方向。发现了 OsFIT 和 OsIRO2 形成一个功能转录复合物控制铁吸收系统基因的表达，提出了开启禾本科植物螯合策略铁吸收系统的“双钥匙”模型；证明了 OsPRI (OsPRI1/2/3) 作为转录激活因子，在缺铁条件下增强 OsFIT 和 OsIRO2 的表达，从而启

动铁吸收系统；确立了铁感知蛋白 OsHRZ1 与 OsPRI 蛋白互作模块是铁浓度变化与铁信号转导的重要连接点；项目绘制了整合策略铁吸收系统分子调控的基本模型，为禾本科作物铁营养高效利用提供了理论依据。

(2) 阐明了非禾本科植物还原策略铁吸收系统的分子调控机制，开创了非禾本科植物铁信号转导研究的先河。发现并证实 AtbHLH IVc 亚族蛋白是非禾本科植物还原策略铁吸收系统的一个主控因子，而 AtbHLH121 和 AtbHLH11 分别正向和负向调节 AtbHLH IVc 以精准控制铁吸收系统；AtBTS 蛋白根据体内铁浓度的变化负调节 AtbHLH IVc 蛋白稳定性，而小肽蛋白 AtIMA 则通过拮抗 AtBTS 的功能正向调节 AtbHLH IVc 蛋白稳定性，AtIMA-AtBTS 模块是连接铁浓度变化和铁信号转导之间的“桥梁”；项目系统构筑了还原策略铁吸收系统分子调控的基本框架，为精准调控非禾本科植物铁吸收系统以提高植物铁营养利用率奠定了基础。

项目共发表核心研究论文 13 篇，总引 1002，他引 899 次，其中 2 篇入选 ESI 高被引论文。八篇代表性论文的总影响因子 86.4，总引 702 次，他引 621 次。项目成员分别获得“云岭学者”（1 人）、省杰出青年科学基金（2 人）、省优秀青年科学基金（2 项）、省“青年拔尖人才”（2 人）、“兴滇英才”（2 人）、省“中青年学术带头人”（1 人）、省“中青年学术技术带头人后备人才”（1 人）等项目资助或人才称号。

四、代表性论文专著目录（*表示通讯作者，#表示共同第一作者）：

(1) Li Y#, Lu CK#, Li CY#, Lei RH, Pu MN, Zhao JH, Peng F, Ping HQ, Wang D, Liang G*. IRON MAN interacts with BRUTUS to maintain iron

homeostasis in Arabidopsis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA* 2021, 118(39): e2109063118.

(2) Lei RH[#], Li Y[#], Cai YR, Li CY, Pu MN, Lu CK, Yang YJ, Liang G*. bHLH121 Functions as a Direct Link that Facilitates the Activation of FIT by bHLH IVc Transcription Factors for Maintaining Fe Homeostasis in Arabidopsis. *Molecular Plant* 2020, 13(4): 634-649.

(3) Liang G*, Zhang HM, Li Y, Pu MN, Yang YJ, Li CY, Lu CK, Xu P, Yu DQ*. Oryza sativa FER-LIKE FE DEFICIENCY-INDUCED TRANSCRIPTION FACTOR (OsFIT/OsbHLH156) interacts with OsIRO2 to regulate iron homeostasis. *Journal of Integrative Plant Biology* 2020, 62(5): 668-689.

(4) Li Y[#], Lei RH[#], Pu MN, Cai YR, Lu CK, Li ZF, Liang G*. bHLH11 inhibits bHLH IVc proteins by recruiting the TOPLESS/TOPLESS-RELATED corepressors. *Plant Physiology* 2022, 188(2): 1335-1349.

(5) Li XL, Zhang HM, Ai Q, Liang G, Yu DQ*. Two bHLH Transcription Factors, bHLH34 and bHLH104, Regulate Iron Homeostasis in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology* 2016, 170(4): 2478-2493.

(6) Zhang HM, Li Y, Yao XN, Liang G, Yu DQ*. POSITIVE REGULATOR OF IRON HOMEOSTASIS1, OsPRI1, Facilitates Iron Homeostasis. *Plant Physiology* 2017, 175(1): 543-554.

(7) Zhang HM, Li Y, Pu MN, Xu P, Liang G*, Yu DQ*. *Oryza sativa* POSITIVE REGULATOR OF IRON DEFICIENCY RESPONSE 2 (OsPRI2) and OsPRI3 are involved in the maintenance of Fe homeostasis. *Plant Cell and Environment* 2020, 43(1): 261-274.

(8) Liang G, Zhang HM, Li XL, Ai Q, Yu DQ*. bHLH transcription factor bHLH115 regulates iron homeostasis in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Experimental Botany* 2017, 68(7): 1743-1755.

五、主要完成人基本情况：

1、姓名：梁岗；职称：研究员；职务：中国科学院热带植物资源可持续利用重点实验室副主任；完成单位：中国科学院西双版纳热带植物园；工作单位：中国科学院西双版纳热带植物园。

2、姓名：余迪求；职称：研究员；职务：无；完成单位：中国科学院西双版纳热带植物园；工作单位：云南大学。

3、姓名：雷日华；职称：副研究员；职务：无；完成单位：中国科学院西双版纳热带植物园；工作单位：中国科学院西双版纳热带植物园。

4、姓名：李扬；职称：副研究员；职务：无；完成单位：中国科学院西双版纳热带植物园；工作单位：中国科学院西双版纳热带植物园。

5、姓名：张会敏；职称：助理研究员；职务：无；完成单位：中国科学院西双版纳热带植物园；工作单位：中国科学院西双版纳热带植物园。

6、姓名：李晓丽；职称：副教授；职务：无；完成单位：中国科学院西双版纳热带植物园；工作单位：周口师范学院。

7、姓名：蔡月荣；职称：博士后；职务：无；完成单位：中国科学院西双版纳热带植物园；工作单位：中国科学院西双版纳热带植物园。