



校园快讯 人才培养 科学研究 学术交流 社会服务 青春 光影 网视 悦读
 华农人物 狮山时评 媒体华农 南湖视点 电子校报

首页 > 新闻 > 科学研究 > 正文

我校解析豆科植物根瘤固氮的调控网络

2022-01-18 17:10

扫描到手持设备 字号:

核心提示: 近日, 我校生命科学技术学院、农业微生物学国家重点实验室端木德强教授课题组在国际学术期刊Plant Biotechnology Journal发表了关于豆科植物固氮根瘤中侵染细胞和非侵染细胞之间的差异表达基因网络, 揭示了豆血红蛋白辅因子血红素合成关键途径的转录后调控机制。

南湖新闻网讯 (通讯员 王龙龙) 2022年1月18日, 我校生命科学技术学院/农业微生物学国家重点实验室微生物光合作用与生物固氮团队端木德强教授课题组在国际学术期刊Plant Biotechnology Journal在线发表了题为“Single cell-type transcriptome profiling reveals genes that promote nitrogen fixation in the infected and uninfected cells of legume nodules”的研究论文, 利用单细胞测序方法鉴定到豆科植物固氮根瘤中侵染细胞和非侵染细胞之间的差异表达基因网络, 拓宽了对根瘤固氮系统中信号转导、转录调控、代谢途径及转运途径的理解。

氮肥的使用对于提高作物产量至关重要。然而, 氮肥的过度使用造成能源耗费和严重的环境污染问题, 因此生物固氮的研究和利用就显得尤为重要。生物固氮分为共生固氮、自生固氮和联合固氮, 豆科植物与根瘤菌形成的共生固氮系统是最为高效的生物固氮的方式, 植物光合作用的产物作为碳源提供给根瘤利用, 而根瘤固定的氮素转运到地上组织 (图1)。在百脉根、大豆、苜蓿等模式豆科植物中, 研究人员对根瘤固氮的机制进行了广泛的研究。在过去的二十年中, 大多数研究集中在根瘤共生的早期阶段。然而, 对于在成熟根瘤中调控固氮的分子机制知之甚少。本研究利用百脉根作为研究对象, 通过分离成熟根瘤中的侵染细胞 (IC) 和非侵染细胞 (UC) 并进行单细胞测序分析, 挖掘根瘤中调控高效固氮的关键基因, 解析其参与的细胞调控过程。

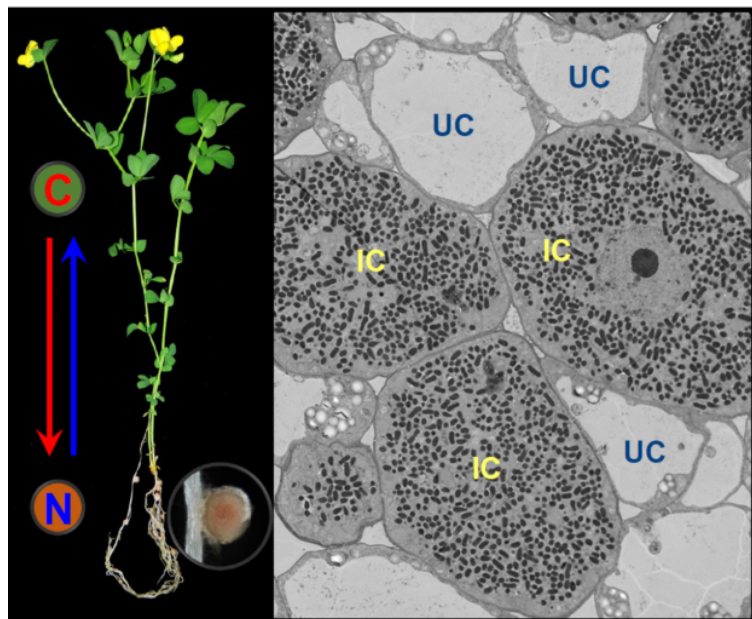


图1: 豆科植物共生固氮中的碳-氮营养交换及根瘤中的侵染与非侵染细胞

今日推荐

- 狮山大爱伴君行: 2020年毕业典礼隆重举行
- 2020年毕业典礼暨学位授予仪式组图
- 【毕业季】毕业生返校日: 温暖涌动狮山
- 【毕业季】生命的绽放: 万千纸鹤在这里翱翔
- 风雨无阻!“异曲同工”工学院2020年现代农业
- 华中农业大学师生青春告白祖国 立志强农兴农



新闻排行

浏览 评论

- 1 湖北省省长王忠林来校调研
- 2 2022“狮子山杯”足球赛 (研究生) 男足比赛揭幕
- 3 湖北省委副书记李荣灿来校调研
- 4 【特别关注】探寻那“524道尔顿”的神秘
- 5 我校农业资源与环境经济团队在能源转型、新冠
- 6 【师者】胡先文: 用真情托举学子青春梦
- 7 国家重点研发计划“长江中下游耕地红黄壤与
- 8 校领导班子召开2022年第九次调度会
- 9 严建兵教授荣获L. Stadler Mid-Career Award
- 10 华中农业大学第九届教职工代表大会暨第十七届

推荐图片



定格青春 “我与校长拍张照”

纸鹤与梦想齐飞翔

“钢铁长龙” 毕业巡游 欢乐举行

吹响狮山号角: 2021 年毕业典礼隆重

推荐视频

该研究首先通过显微操作获得了百脉根成熟根瘤中的两种细胞组分：红棕色的侵染细胞和透明的非侵染细胞（每种类型的细胞分离50~100个）；通过微量RNA提取、Smart-Seq2建库和测序，最终鉴定到939个差异表达基因，其中有925个基因为本研究中新鉴定发现，包括55个转录因子和73个转运蛋白（图2）。已报道的共生固氮相关的基因如豆血红蛋白基因（LjLbs）和硫酸盐转运蛋白基因（LjSST1）在侵染细胞中高水平表达；相反，氨转运蛋白（LjAMT1.1）和ERF转录因子（LjERF1）仅在非侵染细胞中表达。该研究发现六个蔗糖合成酶基因中的两个基因和七个转化酶基因中的一个基因在非侵染细胞中表达水平较高，这些结果支持蔗糖被运输到非侵染细胞并分解为二羧酸盐的模型。谷氨酰胺合成酶（GS）和天冬酰胺合成酶（AS）是氨同化为谷氨酰胺和天冬酰胺的两种关键酶，该研究发现编码GS的五个基因中的两个基因在根瘤的侵染细胞和非侵染细胞中均高度表达；氨转运蛋白（LjAMT1.1）在非侵染细胞中特异表达，表明非侵染细胞可能有助于氨的同化。此外，六个AS基因中的两个在非侵染细胞中的表达显著高于侵染细胞，表明谷氨酰胺可能在侵染细胞和非侵染细胞中都有效合成。

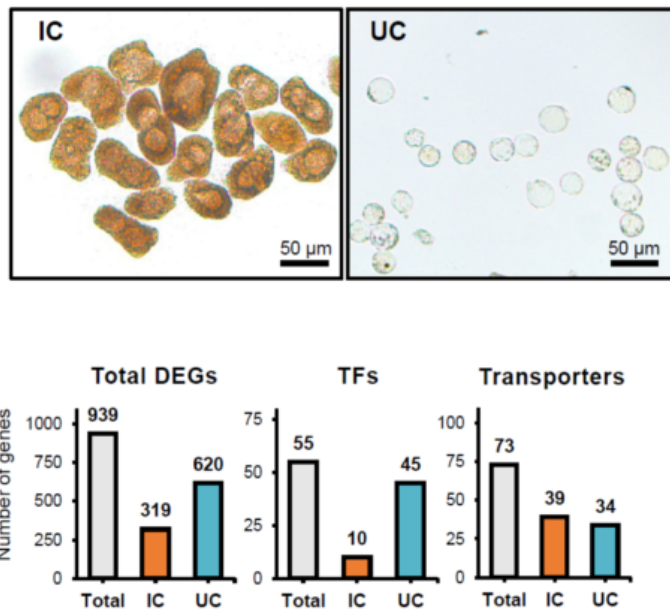


图2: 单细胞分离及差异表达基因鉴定

根瘤中豆血红蛋白通过其辅因子血红素与氧气结合与解离，从而实现根瘤中微氧环境的精细调控。血红素在质体中通过四吡咯途径合成，其中谷氨酰-tRNA还原酶（GluTR）催化血红素生物合成的限速步骤。百脉根基因组编码三个GluTR基因，转录组结果表明LjGluTR2只在侵染细胞中表达。启动子-GUS融合分析发现侵染细胞中LjGluTR2的表达显著增强。FLU蛋白（Fluorescence in blue light）通过抑制GluTR活性负反馈调节四吡咯途径，利用在侵染细胞中表达的LjLb2启动子过表达FLU基因，与对照植物相比过表达FLU的植物茎鲜重减少，红色根瘤减少，且形成了更多白色根瘤，根瘤中的血红素水平下降。这些结果表明，血红素生物合成的翻译后调控对成熟根瘤的高效固氮至关重要（图3）。

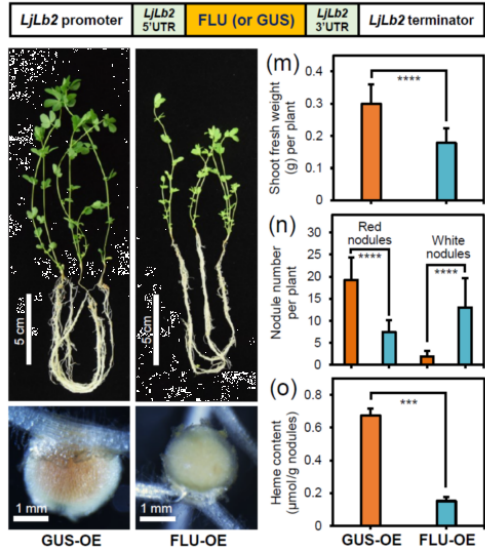
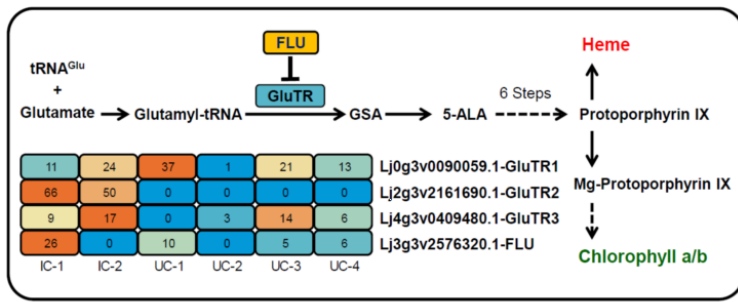


图3: 根瘤中血红素合成途径及FLU的翻译后调控机制

综上，该研究系统鉴定了在固氮根瘤中感染细胞和非感染细胞中的差异表达基因。这些基因大部分为本研究首次鉴定发现，为进一步深入研究根瘤内的信号转导、转录调控、代谢通路和代谢物在根瘤中的转运来实现对共生固氮的协同调控的分子机制奠定了基础。

博士后王龙龙和博士研究生周宇并列为本文的第一作者，华中农业大学生命科学技术学院、农业微生物学国家重点实验室端木德强教授为通讯作者。本研究得到了国家自然科学基金、中国博士后科学基金、中央高校基本科研专项资金以及生科院博士后百川计划的支持。

【英文摘要】

Symbiotic nitrogen fixation (SNF) is an efficient and environmentally friendly biological nitrogen-fixing system. The mechanism of SNF has been extensively studied in root nodules. Over the past two decades, most studies focused on the early stages of root nodule symbiosis. However, little is known about mechanisms in maintaining an efficient SNF in mature nodules. In this study, we separated two main types of cells in mature nodules, known as infected cells (ICs) and uninfected cells (UCs). Using Smart-Seq2 single-cell RNA sequencing approach, hundreds of genes were found to be significantly differentially expressed between ICs and UCs. Notably, most of them were uncharacterized previously, including many transcription factors and putative transporters. Specific isoforms of genes encoding key enzymes involved in sucrose metabolism and ammonia assimilation were identified. Our results confirm that asparagine, one of the nodule exported nitrogen compounds, is mainly synthesized in UCs. In contrast, glutamine might be actively synthesized in both ICs and UCs. Leghemoglobins are the most abundant proteins in nodules and heme is an essential prosthetic group of Lbs. Our study identified distinctive expression patterns of three glutamyl-tRNA

reductase (GluTR) genes encoding the key enzyme catalyzing the rate-limiting step of heme synthesis. We additionally overexpressed the GluTR feedback inhibitor protein, FLU (Fluorescence in blue light) in ICs, and observed a dramatically reduced heme content and a SNF deficiency phenotype, indicating that posttranslational regulation of heme biosynthesis is essential for nodule functioning. Our study therefore provides a valuable resource for investigating specific genetic components responsible for the complex cellular processes between ICs and UCs in mature nodules. It also lays the foundation for improving the SNF efficiency in legumes in the future and even ultimately being engineered into non-legume crops.

原文链接:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pbi.13778>

审核人: 端木德强

相关阅读

关键词: 根瘤 侵染 固氮 细胞

【中国科学报】壳寡糖可增强鱼类体液免疫的分子机制获揭示 2022-01-06

我校团队解析壳寡糖增强鱼类体液免疫的细胞和分子机制 2022-01-04

我校联合主办第8届国际三维基因组学研讨会 2021-11-23

我校开发绿色生物制造底盘细胞的高效编辑工具 2021-10-29

追求卓越——第二十一届国际固氮大会幕后故事 2019-10-17

神奇的地下氮肥: 王学路教授为“未来科学家”授课 2018-04-17

邵峰院士做客南湖生物医学讲坛 2018-01-14

宋杨谈多氯联苯暴露下的应激反应 2017-12-25

第八届“生命科学在华农”学术年会举行 2017-12-12

2017年全国植物细胞生物学大会在校举行 2017-11-12

责任编辑: 匡敏

复制网址

打印

收藏

1

67.1K

[关于我们](#) | [联系方式](#) | [加入我们](#) | [版权声明](#) | [友情链接](#) | [举报平台](#)

Copyright 2000-2005 HZAU ALL Rights Reserved

版权所有: 华中农业大学

网站运营: 党委宣传部(新闻中心)