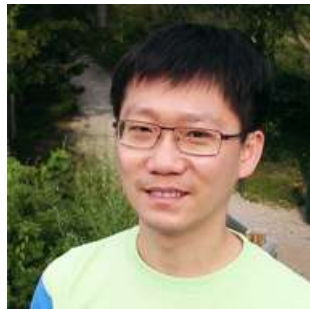


中国科学家发现钙离子依赖蛋白激酶介导硝态氮信号的转导分子机制

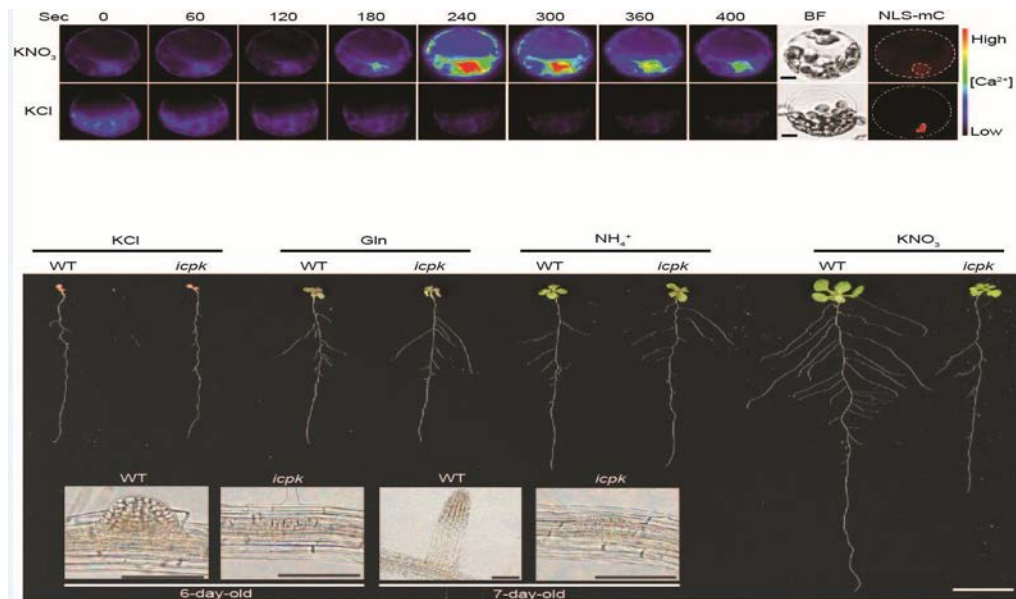
Chinese Scientists Have Discovered the nitrate-CPK-NLP signalling in central nutrient-growth networks



刘坤祥教授

5月18日,福建农林大学海峡联合研究院林学中心刘坤祥课题组与美国 Harvard 医学院及日本东京大学合作,在国际顶尖学术期刊《自然》在线发表题为“Discovery of Nitrate-CPK-NLP signalling in central nutrient-growth networks”的研究论文,报道了一种独特的,由硝酸盐启动的钙离子信号,将钙离子信号传递的生物学功能扩展到对所有生命形式至关重要的营养反应,并且也为未来的研究提供了一个新的分子框架。

氮元素是构成植物体最基本的元素之一,是调控农作物产量的信号分子。对大部分植物而言,硝态氮是最主要的氮肥形式。植物能感知硝态氮并快速诱导基因表达,调控根系发育以及叶片生长。然而,植物如何感知硝态氮及其信号转导途径还不清楚。该研究报道了第三亚群钙离子依赖蛋白激酶(Group III Calcium dependent protein kinase)参与硝态氮信号转导。利用最新的超敏感钙离子感受蛋白(GCaMP6S)系统,发现植物细胞能感知硝酸盐并诱导钙离子浓度变化。利用无硝酸盐拟南芥叶肉细胞原生质体系统,发现第三亚群钙离子依赖蛋白激酶可感知硝酸盐诱导的钙离子浓度变化;这种浓度变化能负反馈调节钙离子依赖蛋白激酶活性。在植物中,许多重要基因一旦缺失就会造成胚胎致死;在研究钙离子依赖蛋白激酶介导的硝态氮信号转导过程中,也因为功能缺失突变体造成胚胎致死,导致很多揭示基因功能的生理生化实验无法开展。该研究首次利用化学遗传学方法成功的发现一个保守的氨基酸(Gatekeeper residue)突变的钙离子依赖蛋白激酶,该突变能维持其生理功能而不造成致死表型;研究证明了第三亚群钙离子依赖蛋白激酶在硝态氮信号转导中扮演了重要的角色。此外,该研究还揭示了参与硝态氮信号转导的转录因子 NLP7 可被钙离子依赖蛋白激酶磷酸化,进而影响根系发育以及叶片生长。



图：氮 - 钙离子依赖蛋白激酶调控拟南芥叶片和根系发育

该研究报道了多种植物学研究中的新技术与方法；此外，阐明钙离子依赖蛋白激酶介导硝态氮信号转导的分子机制，将为今后分子育种中提高农作物氮素利用及产量提供了重要理论依据。



Discovery of nitrate-CPK-NLP signalling in central nutrient-growth networks

营养生长网络中钙离子依赖蛋白激酶 (CPK) 介导硝态氮信号 (NLP) 转导分子机制的发现

福建农林大学 刘坤祥

2017年5月18日

DOI: 10.1038/nature22077

Nutrient signalling integrates and coordinates gene expression, metabolism and growth. However, its primary molecular mechanisms remain incompletely understood in plants and animals. Here we report unique Ca^{2+} signalling triggered by nitrate with live imaging of an ultrasensitive biosensor in *Arabidopsis* leaves and roots. A nitrate-sensitized and targeted functional genomic screen identifies subgroup III Ca^{2+} -sensor protein kinases (CPKs) as master regulators that orchestrate primary nitrate responses. A chemical switch with the engineered mutant CPK10(M141G) circumvents embryo lethality and enables conditional analyses of *cpk10 cpk30 cpk32* triple mutants to define comprehensive nitrate-associated regulatory and developmental programs. Nitrate-coupled CPK signalling phosphorylates conserved NIN-LIKE PROTEIN (NLP) transcription factors to specify the reprogramming of gene sets for downstream transcription factors, transporters, nitrogen assimilation, carbon/nitrogen metabolism, redox, signalling, hormones and proliferation. Conditional *cpk10 cpk30 cpk32* and *nlp7* mutants similarly impair nitrate-stimulated system-wide shoot growth and root establishment. The nutrient-coupled Ca^{2+} signalling network integrates transcriptome and cellular metabolism with shoot-root coordination and developmental plasticity in shaping organ biomass and architecture.