



今天是：2024年06月16日

[学院首页](#)[学院概况](#)[组织机构](#)[师资队伍](#)[党建工作](#)[下载专区](#)[🏠](#) / [学院新闻](#) / [科研进展](#)

PNAS | 李继刚/邓兴旺合作团队在酵母中重建光调控的ABA信号转导通路

发布日期：2023-08-21 浏览次数：670 信息来源：生物学院

近日，我院/植物抗逆高效全国重点实验室李继刚教授团队与北京大学现代农学院/北京大学现代农业研究院邓兴旺院士团队合作在国际知名学术期刊*PNAS*在线发表了题为“*Reconstitution of phytochrome A-mediated light modulation of the ABA signaling pathways in yeast*”的研究论文。该研究在酵母中重建了ABA核心信号通路并检测了光信号组分对ABA信号途径的调控作用，揭示了红光/远红光受体——光敏色素A (phytochrome A, phyA) 照光激活后通过抑制ABA受体与共受体的互作，从而直接负调控ABA信号转导的分子机制。

PNAS

RESEARCH ARTICLE

PLANT BIOLOGY



Reconstitution of phytochrome A-mediated light modulation of the ABA signaling pathways in yeast

Hong Li^a , Yangyang Zhou^{a,b,c}, Xinyan Qin^a, Jing Peng^a, Run Han^a, Yang Lv^a, Cong Li^a, Lijuan Qi^a, Gao-Ping Qu^d, Li Yang^e, Yanjie Li^f, William Terzaghi^g , Zhen Li^a, Feng Qin^a, Zhizhong Gong^a, Xing Wang Deng^{b,c,1} , and Jigang Li^{a,1}

光不仅是植物光合作用的能量来源，还是重要的环境信号，在植物的整个生命周期中都发挥重要调控作用 (Li et al., 2011)。脱落酸 (Abscisic Acid, ABA) 是一种植物激素，在植物生长发育的多个过程以及植物应对逆境胁迫中都发挥关键的调控作用 (Chen et al., 2020)。多年前人们就发现，光和ABA信号在一些植物生长发育和生理响应过程 (比如种子萌发和气孔运动) 中发挥相反的调控作用，但是两个信号通路间的拮抗机制并不清楚。

CONSTITUTIVELY PHOTOMORPHOGENIC1 (COP1) 和PHYTOCHROME-INTERACTING FACTORS (PIFs) 构成了光信号通路的核心负调控模块。李继刚团队最近的研究表明，PIFs能够直接结合ABA信号途径关键转录因子*ABA INSENSITIVE5* (*ABI5*) 基因的启动子，并且激活*ABI5*的转录，从而在黑暗下正调控ABA信号途径 (Qi et al., 2020)；而COP1一方面通过稳定PIFs，促进*ABI5*基因的转录，另一方面通过降解*ABI5*的E3泛素连接酶ABA-hypersensitive DCAF1 (ABD1)，促进*ABI5*蛋白的稳定性，从而在黑暗下正调控ABA信号途径 (Peng et al., 2022)。先前的研究已经阐明，激活的光受体能够通过抑制COP1-PIFs负调控模块，促进植物的光形态建成 (Li et al., 2011)，因此推测光受体照光激活后也能够通过抑制COP1-PIFs模块，间接抑制ABA信号通路。

那么光受体是否能够直接调控ABA信号转导呢？为了回答这个问题，该研究首先在酵母体系中重建了ABA核心信号通路。先前的研究表明，ABA受体 (如PYR1)、PP2C共受体 (如ABI1)、SnRK2蛋白激酶 (如OST1) 和转录因子 (如ABF类转录因子) 构成了从ABA信号感知到ABA响应基因表达调控的核心信号通路 (Fujii et al., 2009; Ruschhaupt et al., 2019)。该研究改造了pGADT7和pBridge载体，使其均能够同时表达两个蛋白，从而利用这两个改造的载体能够同时在酵母细胞中表达ABA核心信号通路的四类组分。免疫印迹实验证实了这四类组分能够正常表达，结合报告基因的表达检测验证了在ABA存在时，PYR1抑制ABI1的活性，从而解除ABI1对OST1的抑制作用，ABF4被OST1磷酸化后能够激活ABA响应基因*RD29B*的启动子 (图1)。

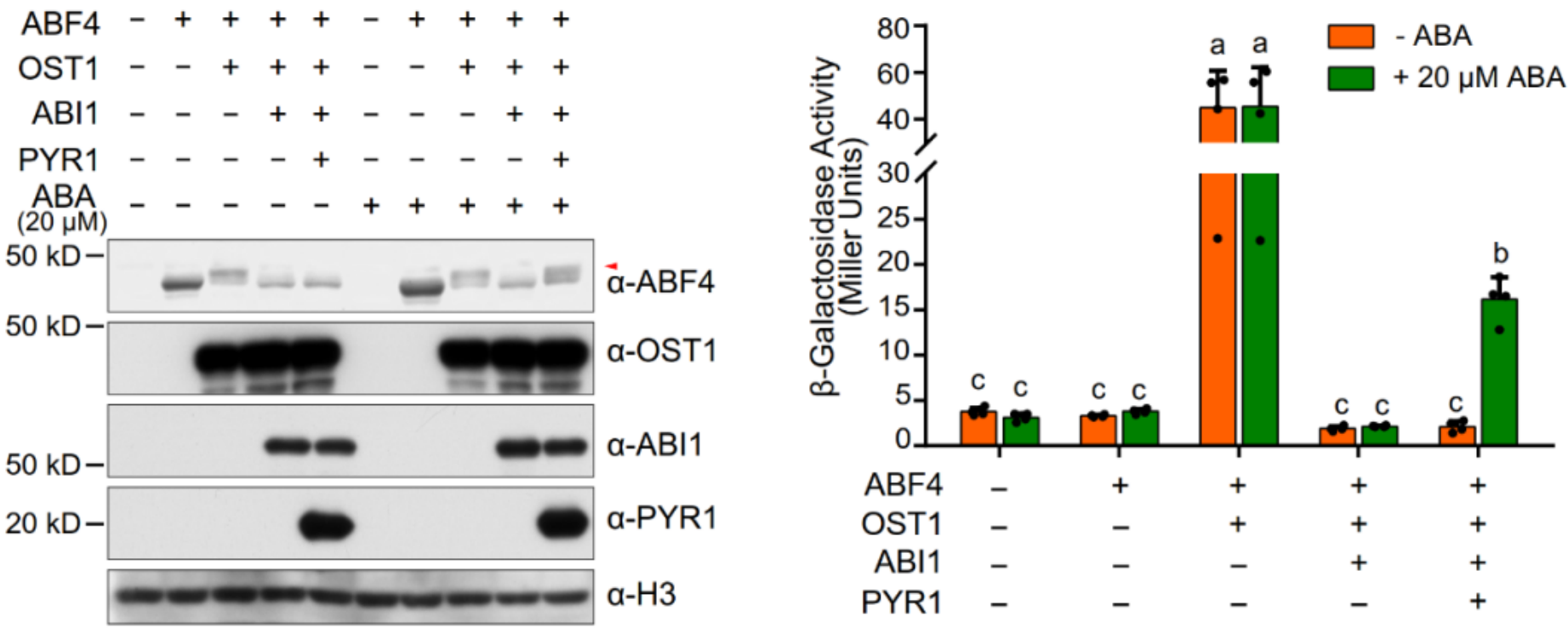


图1. 在酵母中重建ABA核心信号通路。在该酵母系统中，PYR1在ABA存在时抑制ABI1的活性，从而释放OST1激酶活性，ABF4被OST1磷酸化后激活报告基因 (RD29Bp:LacZ) 的表达。

随后，该研究在酵母ABA信号重建系统中引入了新的载体，以表达光信号通路关键组分 (包括phyA、phyB和COP1)，并检测它们对ABA信号通路的调控作用。结果表明phyA和phyB在该系统中均抑制ABA信号通路，而COP1则促进ABA信号转导 (图2)。有意思的是，只有Pfr形式的phyA能够显著抑制ABA信号传递，而Pr形式的phyA对ABA信号无显著影响。酵母双杂交实验结果表明，phyA在酵母中与PYR1、OST1以及ABF4无相互作用，但是能够与ABI1和ABI2直接互作。进一步分析表明，Pfr形式的phyA通过与ABI1/ABI2互作，竞争PYR1与ABI1/ABI2的结合，从而保护了ABI1/ABI2的磷酸酶活性，使其能够抑制ABA信号通路。表型分析结果显示，phyB与phyA突变体分别在红光和远红光下对ABA超敏感，表明光受体phyA和phyB在植物体内确实负调控ABA信号通路。

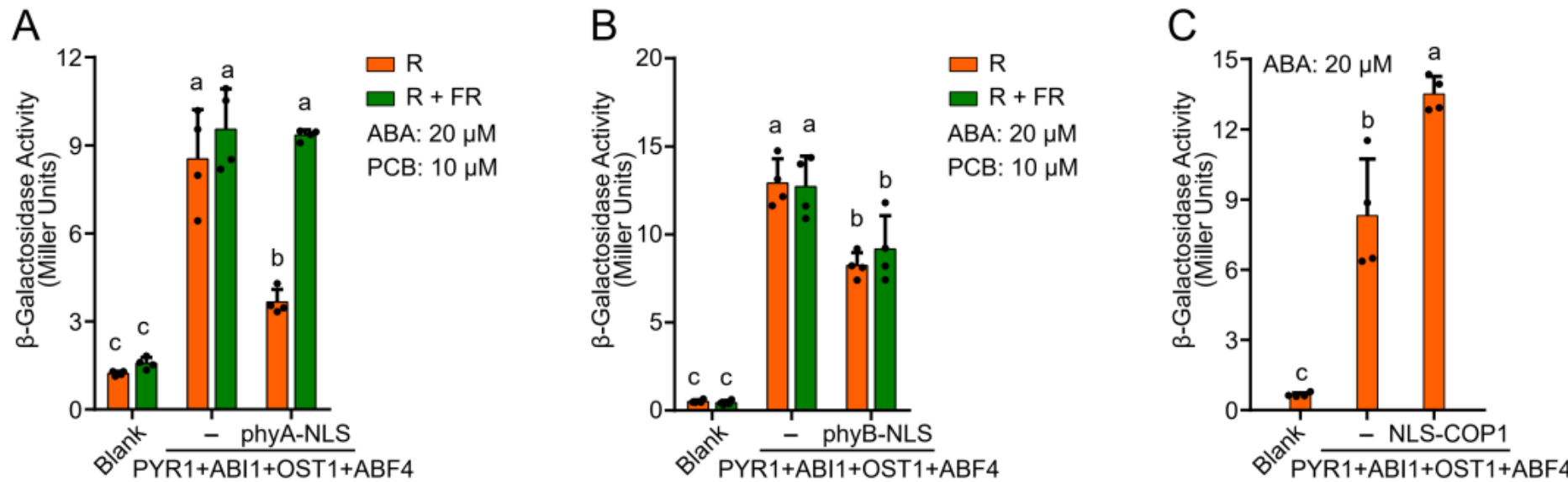


图2. 在酵母系统中phyA和phyB均负调控ABA信号通路，而COP1正调控ABA信号通路。

综上所述，光受体phyA照光激活后，不但通过抑制COP1-PIFs模块间接抑制ABA信号途径，还通过阻碍ABA受体与共受体的互作，直接抑制ABA信号通路 (图3)。该研究进一步证实了植物会根据环境中光信号的变化调整其内源ABA信号途径，从而获得更强的环境适应能力。此外，该论文建立的酵母ABA信号研究系统避免了植物体内众多调控因子的干扰，能够快速鉴定特定组分对ABA信号通路的调控功能，有望助力ABA信号转导机制的研究。

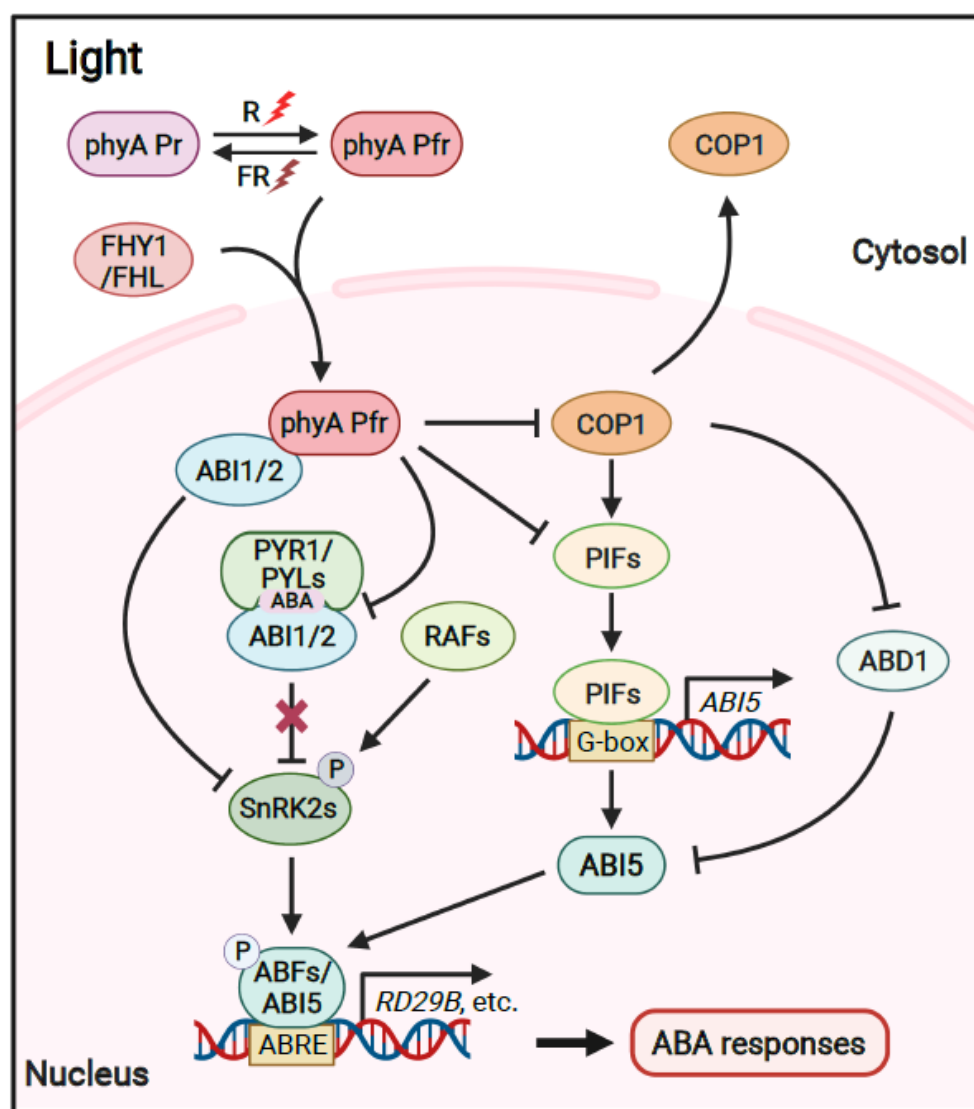


图3. phyA照光激活后，一方面通过抑制COP1-PIFs模块间接抑制ABA信号途径，另一方面通过与ABA共受体相互作用，阻碍ABA受体与其互作，从而直接抑制ABA信号通路。

我院毕业生**李洪**博士为该论文的第一作者，**李继刚**教授和**邓兴旺**院士为该论文的共同通讯作者。该合作团队的**周杨杨**博士、**秦昕妍**博士、**彭晶**博士、**韩润**博士、**李聪**博士、**齐立娟**博士以及博士生**吕杨**参与了该项研究。我院**巩志忠**教授、**秦峰**教授、**李湊**教授，中国农业大学植保学院**杨丽**教授，耶鲁大学**李燕杰**博士，Wilkes University的**William Terzaghi**教授也合作参与了该工作。我院**楼慧强**教授为该研究提供了酵母载体。该研究得到了国家自然科学基金、北京市自然科学基金和中国博士后科学基金的经费支持。

参考文献：

- Chen, K., Li, G.J., Bressan, R.A., Song, C.P., Zhu, J.K., and Zhao, Y. (2020). Absciscic acid dynamics, signaling, and functions in plants. *J. Integr. Plant Biol.* 62, 25-54.
- Fujii, H., Chinnusamy, V., Rodrigues, A., Rubio, S., Antoni, R., Park, S.Y., Cutler, S.R., Sheen, J., Rodriguez, P.L., and Zhu, J.K. (2009). In vitro reconstitution of an absciscic acid signaling pathway. *Nature* 462, 660-664.
- Li, J., Li, G., Wang, H., and Deng, X.W. (2011). Phytochrome signaling mechanisms. *Arabidopsis Book* 9, e0148.
- Peng, J., Wang, M., Wang, X., Qi, L., Guo, C., Li, H., Li, C., Yan, Y., Zhou, Y., Terzaghi, W., et al. (2022). COP1 positively regulates ABA signaling during Arabidopsis seedling growth in darkness by mediating ABA-induced ABI5 accumulation. *Plant Cell* 34, 2286-2308.
- Qi, L., Liu, S., Li, C., Fu, J., Jing, Y., Cheng, J., Li, H., Zhang, D., Wang, X., Dong, X., et al. (2020). PHYTOCHROME-INTERACTING FACTORS interact with the ABA receptors PYL8 and PYL9 to orchestrate ABA signaling in darkness. *Mol. Plant* 13, 414-430.
- Ruschhaupt, M., Mergner, J., Mucha, S., Papacek, M., Doch, I., Tischer, S.V., Hemmler, D., Chiasson, D., Edel, K.H., Kudla, J., et al. (2019). Rebuilding core absciscic acid signaling pathways of Arabidopsis in yeast. *EMBO J.* 38, e101859.

论文链接：<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2302901120>

【打印本页】 【关闭本页】

