

# PCE 西农张显团队：NMT 发现褪黑素抑制 ABA 引发的叶肉排 $K^+$ 为褪黑素通过抑制细胞程序性死亡延缓甜瓜叶片衰老提供证据



ORIGINAL ARTICLE

## Melatonin delays ABA-induced leaf senescence via $H_2O_2$ -dependent calcium signalling

Yanliang Guo, Jingyi Zhu, Jiahe Liu, Yuxing Xue, Jingjing Chang, Yong Zhang, Golam Jalal Ahammed, Chunhua Wei, Jianxiang Ma, Pingfang Li, Xian Zhang, Hao Li ✉

First published: 02 November 2022 | <https://doi.org/10.1111/pce.14482> | Citations: 4

### 一、基本信息

研究使用平台：NMT 植物营养创新平台

期刊：Plant, Cell and Environment

主题：PCE 西农张显团队：NMT 发现褪黑素抑制 ABA 引发的叶肉排  $K^+$  为褪黑素通过抑制细胞程序性死亡延缓甜瓜叶片衰老提供证据

标题：Melatonin delays ABA-induced leaf senescence via  $H_2O_2$ -dependent calcium signalling

影响因子：7.947

作者：西北农林科技大学李好，郭延亮，张显

获奖情况：该成果获得 2022-2023 年度“中关村优秀 NMT 成果奖”二等奖

### 二、检测离子 / 分子指标

$K^+$

### 三、样品信息

甜瓜叶片叶肉细胞

### 四、中文摘要

叶片早衰限制作物生长而降低作物产量和品质。褪黑素已被证明可以延缓叶片衰老；然而，其潜在的机制仍然不清楚。我们发现褪黑素可以抵消脱落酸（ABA）的作用，保护了光系统 II，延缓在光照下附着的成熟叶片的衰老。褪黑素诱导了甜瓜 *respiratory burst oxidase homolog D* (*CmRBOHD*) 的表达，促进  $H_2O_2$  积累。褪黑素和  $H_2O_2$  都诱导了细胞质中自由  $Ca^{2+}$  ( $[Ca^{2+}]_{cyt}$ ) 的积累，而  $Ca^{2+}$  通道抑制剂抵消了褪黑素和  $H_2O_2$  延缓 ABA 诱导叶片衰老的作用。在拟南芥中过表达甜瓜 *CmRBOHD* 会诱导  $[Ca^{2+}]_{cyt}$  积累并延缓叶片衰老，而缺失 *CmRBOHD* 的同

收稿日期：2023-05-04

编辑作者 E-mail: yanhan@nmtia.org.cn

doi:10.5281/zenodo.8278229

源基因 *AtRBOHD* 则会抑制褪黑素诱导的  $[Ca^{2+}]_{cyt}$  积累并延缓 ABA 诱导的拟南芥叶片衰老。此外，褪黑素、 $H_2O_2$  和  $Ca^{2+}$  减弱了 ABA 诱导的  $K^+$  外排和细胞死亡。*CmRBOHD* 异源过表达和 *AtRBOHD* 基因缺失分别抑制和促进 ABA 诱导的  $K^+$  外排。综上所述，我们的研究揭示了一种新褪黑素延缓衰老的机制，褪黑素诱导 *RBOHD* 的表达和  $H_2O_2$  的产生，促进  $[Ca^{2+}]_{cyt}$  积累，抑制  $K^+$  外流和细胞程序性死亡，进而延缓 ABA 诱导的叶片衰老。

### 五、离子 / 分子流实验处理方法

甜瓜幼苗和拟南芥用 100  $\mu M$  褪黑素、1 mM  $H_2O_2$  和 20 mM  $CaCl_2$  预处理甜瓜幼苗 12 h，检测  $K^+$  离子时，先在测试液中检测 5 分钟作为对照，然后替换含有 1 mM ABA 的测试液中进一步记录  $K^+$  流速 10 分钟

### 六、离子 / 分子流实验结果

1 mM ABA 刺激显著诱导了甜瓜叶片叶肉细胞内  $K^+$  外排，褪黑素、 $H_2O_2$  和  $CaCl_2$  处理减

弱了 ABA 诱导的  $K^+$  外排。在 ABA 刺激下，褪黑素、 $H_2O_2$  和  $CaCl_2$  预处理的叶肉细胞最大  $K^+$  外排流速分别比对照低 63.2%、81.1% 和 78.0% (图 A)。另外，1 mM ABA 刺激还显著诱导拟南芥叶片叶肉细胞内  $K^+$  外排，*AtRBOHD* 突变体明显促进 ABA 诱导的  $K^+$  外排，而 *CmRBOHD* 在拟南芥中过表达减弱了 ABA 诱导的  $K^+$  外排。在 ABA 刺激下，*atrbohd* 突变体的最大  $K^+$  流出量增加了 2.3 倍，而 *CmRBOHD* 过表达系 #1、#2 和 #3 的最大  $K^+$  外排流速分别比野生型拟南芥低 255.1%、63.0% 和 23.4% (图 B)。

### 七、其它实验结果

- 褪黑素通过拮抗 ABA，增加光合能力，延缓附着的成熟叶叶片的衰老。
- $Ca^{2+}$  信号在褪黑素拮抗 ABA 延缓叶片衰老中起着关键作用。
- RBOHD 介导的  $H_2O_2$  信号是褪黑素诱导的  $[Ca^{2+}]_{cyt}$  积累和拮抗 ABA 所必需的。

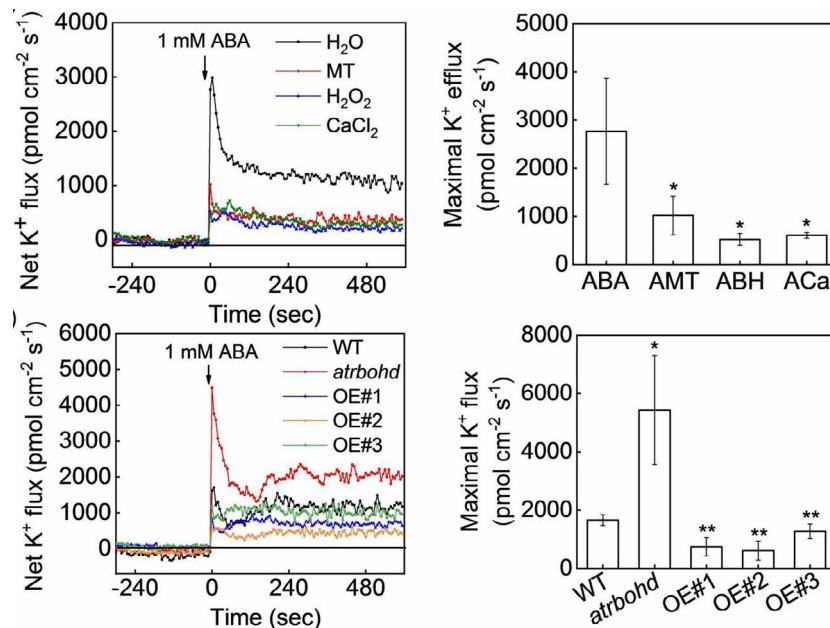


图 1. 褪黑素、 $H_2O_2$  或  $Ca^{2+}$  对 ABA 处理下细胞  $K^+$  流速的影响。

## 八、结论

褪黑素诱导 *CmRBOHD* 的表达和  $H_2O_2$  的积累,  $H_2O_2$  的增加诱导了  $[Ca^{2+}]_{cyt}$  积累, 进一步抑制了  $K^+$  的外排和细胞程序性死亡, 从而延缓 ABA 诱导的附着成熟叶片的衰老, 该项研究首次表明 *RBOHD*- 依赖的  $H_2O_2$  信号和  $[Ca^{2+}]_{cyt}$  信号通路参与了褪黑素拮抗 ABA 的作用以延缓叶片衰老。

## 九、测试液

0.2 mM  $CaCl_2$ , 0.5 mM  $KCl$ , pH 5.8

关键词:  $K^+$ ; *CmRBOHD*; ABA;  $H_2O_2$ ; 甜瓜; 叶肉细胞; 植物类

文献信息: Guo Y, et al. Melatonin delays ABA-induced leaf senescence via  $H_2O_2$  -dependent calcium signalling. *Plant Cell Environ.* 2022 Nov 2. doi: 10.1111/pce.14482. Epub ahead of print. PMID: 36324267.

(责任编辑: 李雪霏)