山东农业大学园艺科学与工程学院——苹果MdLTPG17介导干旱胁迫耐受性及调控果实光泽形成的机制 MDPI Horticulturae

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/40255.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

山东农业大学园艺科学与工程学院——苹果MdLTPG17介导干旱胁迫耐受性及调控果实光泽形成的机制 MDPI Horticulturae。论文标题：The Effects of the Apple MdLTPG17 in Mediating Drought Stress Tolerance and Regulating Fruit Gloss Formation

论文链接：https://doi.org/10.3390/horticulturae12040463

期刊名：Horticulturae

期刊主页：https://www.mdpi.com/journal/horticulturae

导读

苹果是中国栽培面积最广、产业规模最大、经济价值最高的落叶果树，其产业发展对乡村振兴和果农增收具有关键作用。果实表皮光泽度和植株胁迫耐受性是决定苹果产业经济效益和可持续发展的两大核心性状，二者共享植物表皮角质层这一关键物质基础。糖基磷脂酰肌醇锚定脂质转移蛋白（LTPGs）是介导植物跨细胞壁脂质转运的核心功能因子，但苹果中同时调控果实外观品质和胁迫耐受性的 LTPG 家族成员功能及作用机制仍不明确。

来自山东农业大学园艺科学与工程学院的李媛媛、姜翰团队在Horticulturae期刊发表了研究论文The Effects of the Apple MdLTPG17 in Mediating Drought Stress Tolerance and Regulating Fruit Gloss Formation，首次系统鉴定了苹果MdLTPG17基因的双重功能，阐明了其通过调控角质层沉积同时介导植物抗旱性和果实光泽度形成的分子机制，为苹果抗逆分子育种和果实外观品质定向改良提供了重要的遗传资源和理论依据。

研究过程与结果

作者以主栽苹果品种‘嘎啦’和‘红星’为核心研究材料，首先根据苹果参考基因组GDDH13v1.1的序列信息设计引物，从‘嘎啦’苹果果实表皮cDNA中成功克隆得到MdLTPG17基因的完整开放阅读框，经生物信息学分析明确其编码蛋白具有典型的LTPG亚家族结构特征，且启动子区域富集大量ABA响应、干旱响应及广谱胁迫响应相关顺式作用元件；随后采用农杆菌介导的遗传

转化方法，分别获得了MdLTPG17过表达的拟南芥和番茄纯合株系，同时构建VIGS沉默载体建立了苹果果实瞬时沉默体系。在此基础上，通过PEG模拟干旱渗透胁迫和盆栽自然干旱处理系统验证基因功能，发现异源过表达MdLTPG17可显著缓解干旱胁迫下拟南芥和番茄幼苗主根的伸长抑制，减轻成株期叶片萎蔫、黄化及坏死症状，且能显著提高植株体内SOD、CAT等抗氧化酶活性，降低H2O2、MDA含量和超氧阴离子产生速率，阐明该基因通过响应ABA信号通路激活抗氧化防御系统、同时促进表皮角质层形成减少非气孔水分流失的双重抗旱调控机制。

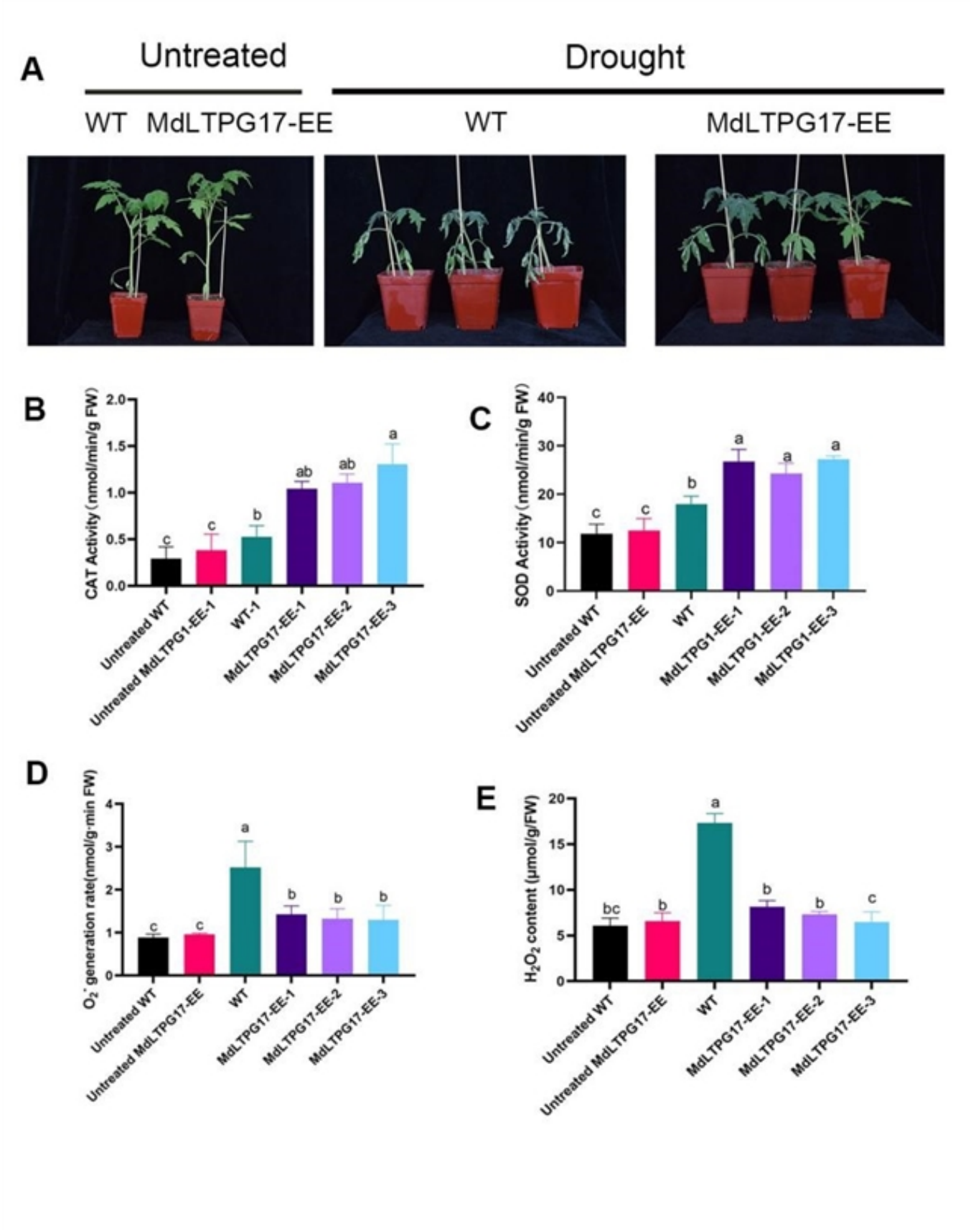


图1. 异源表达MdLTPG17增强番茄的干旱胁迫耐受性

(A) 正常浇水条件及短期干旱处理 7 天后，野生型 (WT) 和 MdLTPG17 过表达 (MdLTPG17-EE) 番茄植株的生长表型。

(B-E) 正常条件 (未处理) 及短期干旱条件下，野生型和 MdLTPG17 过表达番茄株系叶片中过氧化氢酶 (CAT) 活性（B）、超氧化物歧化酶 (SOD) 活性（C）、超氧阴离子 (O_2^-) 产生速率（D）及过氧化氢 (H_2O_2) 含量（E）的测定结果。

利用VIGS技术沉默‘红星’苹果果实中MdLTPG17的表达后，作者结合光学显微镜和透射电子显微镜对果实表皮角质层结构进行系统观察，发现沉默组果实的角质层和角质化层厚度均极显著降低，角质基质沉积减少、结构连续性下降且与细胞壁结合松散，同时8个参与蜡质生物合成、脂质转运和转录调控的关键基因表达水平显著下调；进一步采用三角光泽仪，在20°、60°、85°三个标准角度定量测定果实表皮光泽度，结果显示沉默组果实60°检测角（果蔬光泽度评价核心指标）下的光泽度较对照组提升超50%，85°检测角下提升1倍以上，证实MdLTPG17通过调控结晶态蜡质的沉积模式、降低果实表皮微粗糙度来负调控果实光泽度，明确了其作为果实外观品质形成核心调控因子的生物学功能。

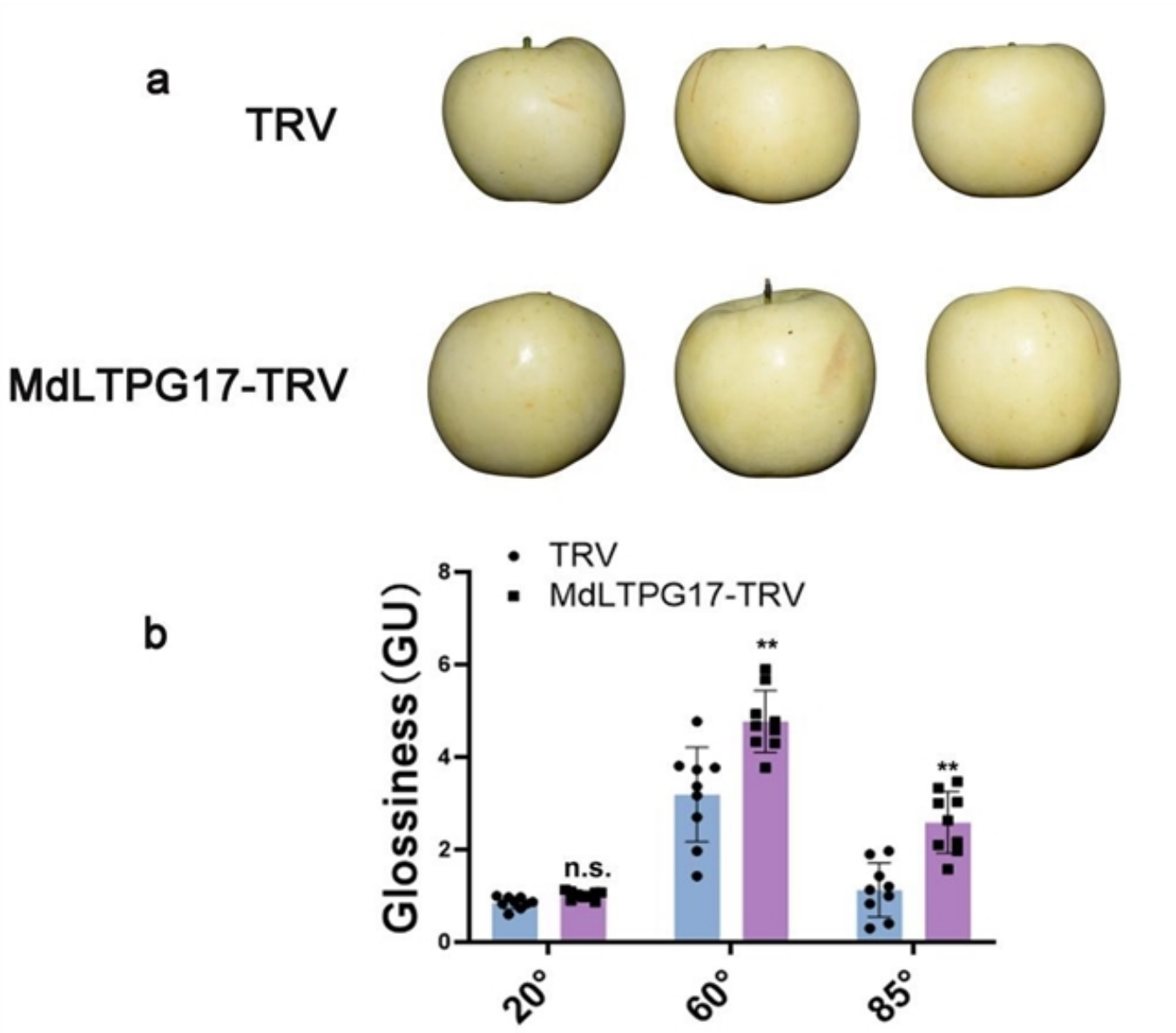


图2.沉默MdLTPG17显著增强苹果果实的表皮光泽度。(a)空载体对照组(TRV)和MdLTPG17沉默组(MdLTPG17-TRV)的苹果果实外观表型。(b)TRV组和MdLTPG17-TRV组在三个标准检测角度(20°、60°、85°)下的果实表皮光泽度定量测定结果。

研究总结

本研究针对苹果产业中抗旱性与果实外观品质难以协同改良的核心问题，聚焦连接两大性状的关键物质基础-植物表皮角质层，以LTPG家族为切入点，首次克隆并系统鉴定了苹果MdLTPG17基因的双重功能，阐明其通过调控角质层沉积同时介导植物抗旱性和果实光泽度形成的分子机制，填补了苹果LTPG亚家族功能研究的空白。研究证实MdLTPG17具有典型的LTPG蛋白结构，其启动子富集多种胁迫响应元件；异源过表达该基因可通过激活抗氧化系统和促进角质层形成的双重途径，显著增强拟南芥和番茄的干旱耐受性；而沉默苹果果实中该基因会显著降低角质层厚度，使果实核心检测角下的光泽度提升50%以上，明确其通过调控结晶态蜡质沉积负调控果实光泽度，纠正了早期总蜡质含量与光泽度正相关的认知。本研究首次在苹果中鉴定到同时调控非生物胁迫和外观品质的双功能LTPG基因，建立了高效的基因功能验证平台，但仍存在缺乏苹果稳定转化株系、分子互作网络未完全解析等局限。未来需构建基因编辑稳定株系，解析其精细调控机制，开发功能分子标记并挖掘更多优异家族基因，推动其在苹果分子育种中的应用。

Horticulturae 期刊介绍

主编：Luigi De Bellis, Universit à del Salento, Italy

期刊重点关注温带到热带园艺的所有领域及相关学科，主题包括果树、蔬菜、花卉、苗圃和风景、以及草药和香料作物等，研究涉及整个园艺供应链。

2024 Impact Factor 3.0 2025 CiteScore 6.1 Time to First Decision 16.7 Days Acceptance to Publication 2.6 Days
来源：Horticulturae

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发