

首页 > 科研进展 > 2022年

蔡伟明研究组在植物适应空间飞行微重力环境方面取得新进展

2022年4月29日, Cell子刊*Science*在线发表了中国科学院分子植物科学卓越创新中心光合与环境生物学实验室蔡伟明研究组题为“Pectin methylesterase gene *AtPMEPCRA* contributes to physiological adaptation to simulated and spaceflight microgravity in *Arabidopsis*”的研究论文, 报道了拟南芥果胶甲酯酶基因*AtPMEPCRA*参与太空微重力环境诱导的跨代适应性反应。该研究组前期利用“实践十号”返回式卫星发现空间飞行微重力影响植物DNA甲基化水平, 并在后续揭示了空间飞行微重力对拟南芥DNA甲基化水平的影响及其传代效应。

地球上所有的生物都是在重力环境中进化而来, 重力对植物细胞生长发育非常重要。微重力环境是研究重力作用的独特场景, 近年来研究人员采用三维回转器、操纵重力或模拟微重力效应。在微重力环境中, 植物的形态发生和生长过程会发生改变。

果胶是植物细胞壁的主要成分之一, 在高尔基体中合成并以高度甲基化的形式分泌到细胞壁。果胶甲酯酶 (PME) 和果胶甲酯酶抑制剂 (PMEI) 共同作用于果胶的去甲基化和重塑, 进而影响与其密切相关的植物-微生物互作和胁迫响应等过程。PMEs分为type I/group 2和type II/group 1两个亚家族, type I/group 2包含一个N端PRO区域。蔡伟明研究组近期通过模拟微重力鉴定发现, 拟南芥I型PME亚家族成员*PECTIN METHYLESTERASE (AtPMEPCRA)*可能在植物适应空间微重力环境中发挥重要作用。微阵列数据显示, *AtPMEPCRA*表达受到了香假单胞杆菌感染诱导上调。然而, *AtPMEPCRA*在植物生长发育、激素信号转导和对模拟微重力胁迫响应中的作用在很大程度上尚不清楚。

本研究对暴露于模拟或实际微重力环境的拟南芥幼苗进行了检测分析, 发现模拟微重力显著抑制幼苗的PME活性。PME活性与果胶完整性和植物生长有关, 其水平的下降被认为是植物适应性响应的一部分。因植物激素在适应性响应中起关键作用, 在此对野生型和不同激素信号转导突变体中的PME活性进行比较发现, 模拟微重力对PME活性的抑制部分依赖于脱落酸 (ABA)。在转录表达水平检测I型PME亚家族成员对微重力的响应, 结果表明*AtPMEPCRA*表达下调在微重力环境诱导的PME活性抑制中发挥核心作用。

Col-0野生型和*pmeprca* T-DNA插入突变体表型比较分析显示, 拟南芥幼苗在微重力生长环境下的叶片明显大于地球重力环境生长的幼苗叶片, 而*AtPMEPCRA*对这一差异的形成至关重要 (图1), 说明*AtPMEPCRA*基因在调控叶片生长和形态发生以获得微重力环境适应性的关键作用。进一步分析发现, *AtPMEPCRA*表达响应微重力的下调部分是由甲基化模式的变化引起的, 并且其甲基化状态的变化不仅存在于空间飞行环境下生长的拟南芥当代植株, 也存在于地球重力环境中生长的F1后代。*AtPMEPCRA*甲基化状态的留存可能导致基因表达模式的改变, 从而有助于后代对微重力环境的生理适应 (图2)。

环境和空间生物学研究组徐佩佩副研究员、陈海莹助理研究员 (已离职) 和胡金波博士生为共同第一作者, 蔡伟明研究员为通讯作者, 金晶助理研究员 (已离职) 和庞晓辰博士 (已毕业) 也参与了该工作。该研究得到了国家自然科学基金委、中科院先导专项等项目的资助。

原文链接: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589004222006022#>

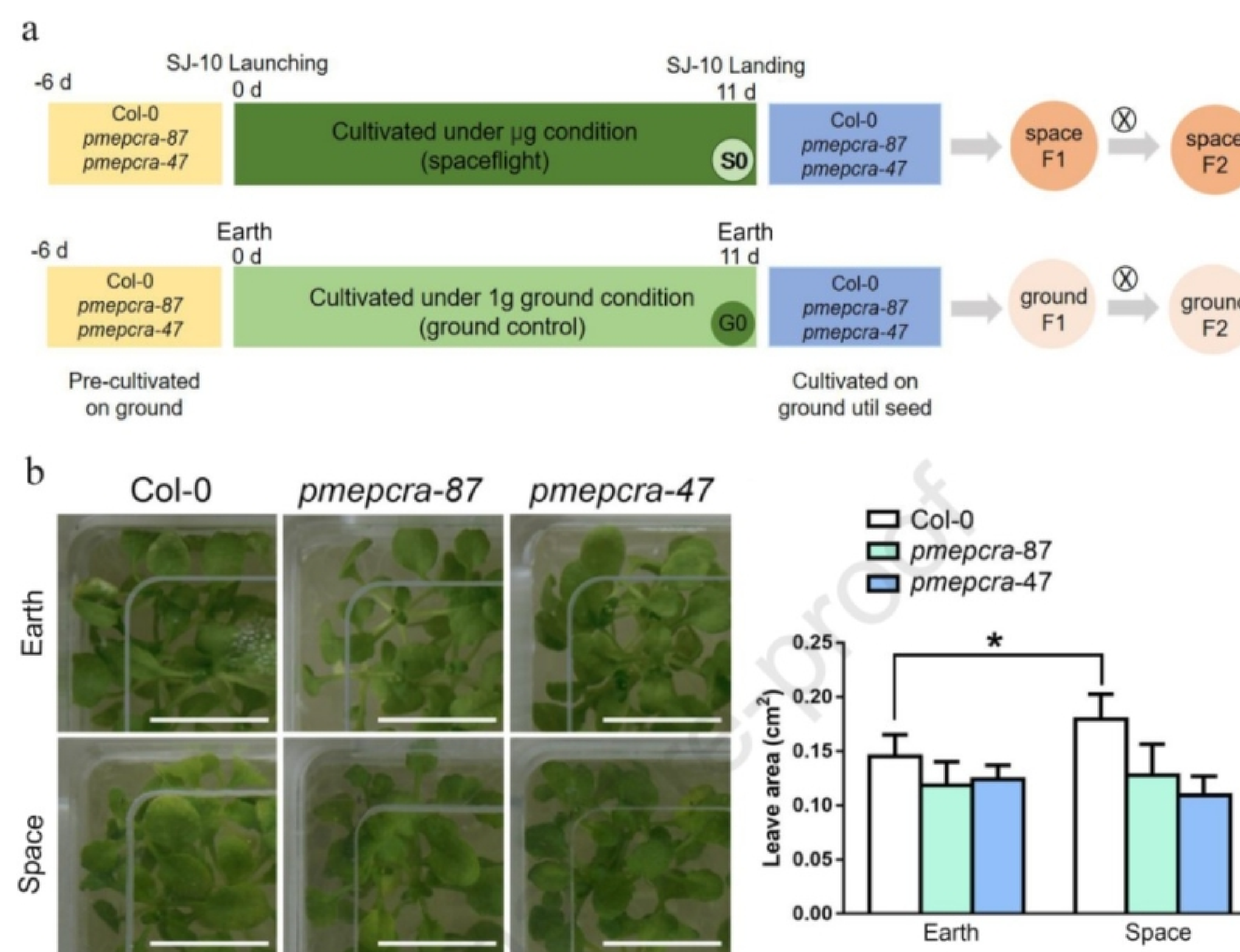


图1. 拟南芥Col-0野生型与*atpmeprca* T-DNA插入突变体幼苗在微重力或重力生长条件下的平均叶面积比较

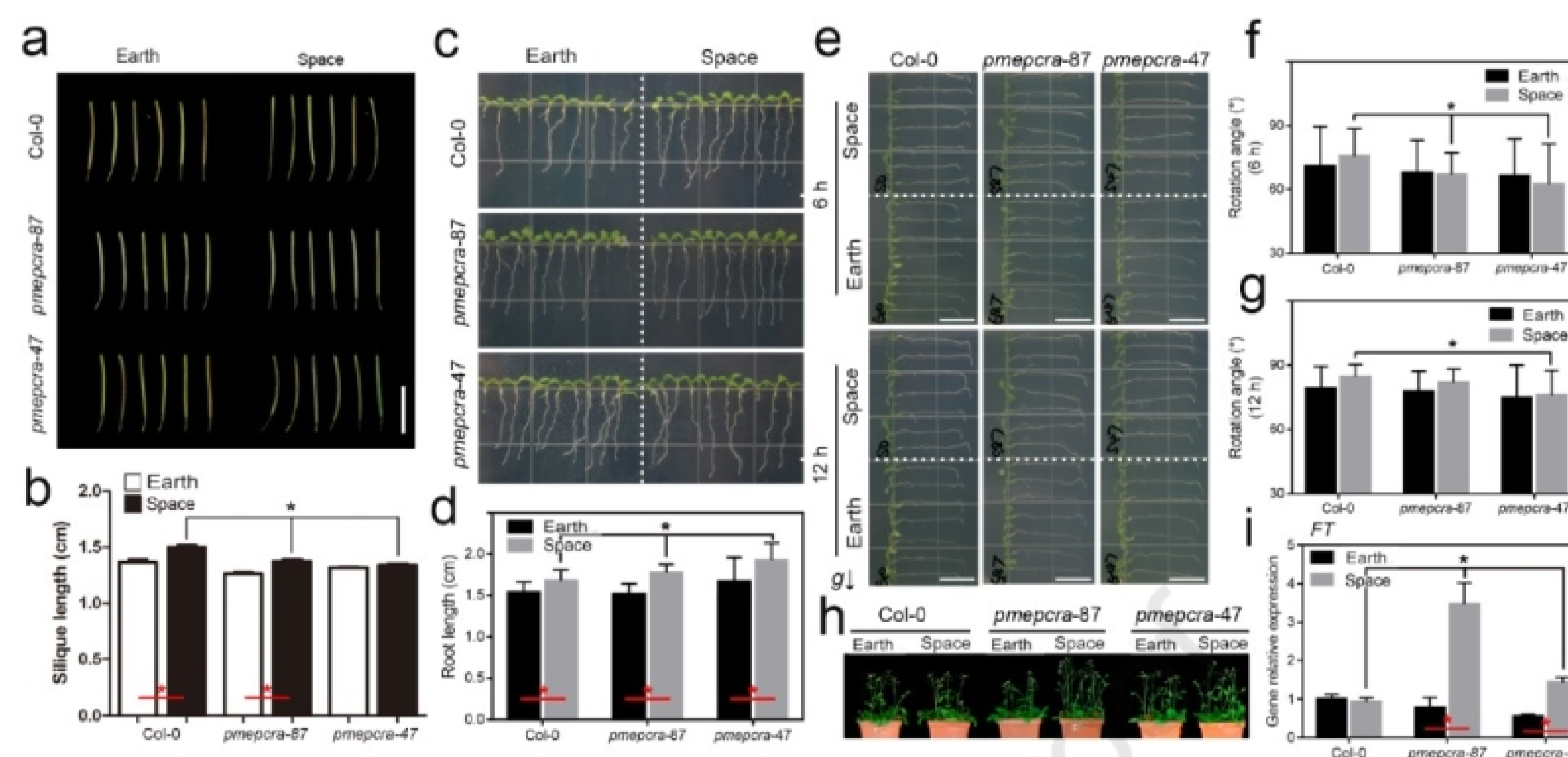


图2. Col-0和*atpmeprca* T-DNA插入突变体F1后代在太空或地球生长条件下的角果长度、根长、开花时间和向重性比较分析