

不同演化类型植物对光照、温湿度环境变化响应的 昼夜节律门控效应

秦海燕, Resco de Dios Victor, 姚银安

(西南科技大学生命科学与工程学院)

摘 要

气孔夜间不完全闭合导致叶片、植物和生态系统层面发生大量水分损失。然而,驱动夜间气孔导度的过程仍然不清楚。大多数研究侧重于水分损失的角度研究气孔调节,但它可能还与植物生长或防御等其他过程有关。我们较全面地评估影响夜间气孔导度的因素,假设生物钟与植物褪黑激素(MT)之间的相互作用驱动夜间气孔导度。我们评估了不同类群植物(石松植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物)夜间气孔导度的驱动因素。我们发现在维管植物中,褪黑素协调夜间气孔运动,它影响夜间气孔孔径,通过激活水杨酸活性增加植物防御功能,并协调生长素响应促进植物夜间生长。我们的结果首次指出,夜间气孔导度受褪黑素调节,夜间气孔导度可能存在蒸腾作用、生长和防御策略之间的潜在权衡。

植物呼吸是全球碳循环的重要组成部分。确定呼吸的温度依赖性对于在气候变化下准确预测全球碳循环至关重要。昼夜温度波动导致叶呼吸速率发生变化,最近的研究暗示生物钟等内源过程可能影响这种响应。然而,对于不同类群植物,生物钟在呼吸对温度敏感性的时间变化中的作用尚未得到解决。我们以石松植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物物种为对象,研究了呼吸(R)对温度(T)变化的昼夜响应(R-T关系)。我们观察到不同类群的植物R-T关系具有独立于温度变化的时间敏感性,即呼吸速率对温度的敏感性随时间显著变化。非结构性碳水化合物(NSC)只对R-T关系的时间依赖性模式产生有限影响。我们的结果表明,不同类群植物呼吸作用的时间依赖性可能是普遍存在的,内源性调节可能正在影响叶片水平的呼吸通量。

全球变暖将改变植物所处的气候环境。模型显示随着气候变化将物种推向更北的纬度,对光周期如何改变植物生长和适应性的研究较少,因此探究生物钟在多大程度上参与植物的生长调节对森林和物种保护具有深远影响。我们测试了不同纬度起源地5个基因型杨树在不同温度下气孔的昼夜运动。测量了气孔解剖参数及与植物生长有关的指标。结果表明昼夜节律驱动随纬度而变化,高纬度的基因型昼夜节律驱动更强。高纬度起源地小青杨,俄罗斯杨,小叶杨的节律驱动显著高于南方物种昌都杨和臧川杨,高纬度杨树昼夜节律温度补偿功能较强。沿海海拔梯度的环境变化使气孔密度和大小发生了分化,高纬度植物具有的高密度小气孔有助于适应高纬度快速变化的光周期,叶片表面气孔特征的改变将是低纬度植物北移面临的选择压力。

气孔是植物用水和整个全球水循环的主要参与者,因此气孔的活动成为提高碳增益、植物生产力以及全球水通量的主要研究对象。我们探究了气孔在波动环境的光响应是否有时间依赖性。结果表明多数物种气孔光响应速度在早晨和中午有显著差异。且不同物种间的差异与其气孔大小有关。较小的气孔具有较短的光响应时间常数,较快的光响应速度。其中气孔宽度对光相应速度的贡献要强于长度。

综上所述,该实验拓展了生物钟的调控网络,发现了植物褪黑激素驱动夜间气孔导度及协调植物生长和防御的潜在作用。沿海海拔梯度的环境变化使气孔密度和大小发生了分化,高纬度植物具有的高密度小气

孔有助于适应高纬度快速变化的光周期。

关 键 词：生物钟；夜间气孔导度；褪黑素；呼吸作用；纬度；气孔动力学

论文类型：理论研究

1. Qin, Haiyan; Sun, Mengqi; Guo, Weizhou; He, Yingpeng; Yao, Yinan* ; Resco de Dios, Victor*. Time-dependent regulation of respiration is widespread across plant evolution 已被录用, Plant, Cell & Environment .ID: PCE14760。
2. Haiyan Qin, Pedro Laborda, Xuan Huang, Yunhong Zeng, Haigang Jiang, Zhirong Suo, Shujing Cheng, Peiyong Xin, Jinfang Chu, Yinan Yao*, Víctor Resco de Dios*.Phytomelatonin coordinates nighttime stomatal conductance, defence and growth in vascular plants. Submitted to New Phytologist.