

·RS 推介·

通过叶绿体改变光环境

光是光合作用的关键环境因素,同时能介导植物信号的传导、控制植物的生长发育并诱导耐受性。光合作用的细胞器——叶绿体是植物体中信号传导和响应网络的核心部分。“通过叶绿体改变光环境”专题由 Cornelia Spetea, Eevi Rintamäki 和 Benoît Schoefs 整理编辑,发表在 *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biology* 2014 年第 369 卷第 1640 期(图 1)。该专题刊载了 1 篇前言文章、11 篇研究论文、9 篇综述文章,分 4 个部分对叶绿体的信号传导和响应机制进行了介绍,内容涵盖植物的分子细胞生物学和生理学、环境适应、生态学和农学等领域。本期“英国皇家学会推介”栏目选取该专题的 1 篇研究论文、3 篇综述文章,介绍这一领域的最新进展。



图 1 通过叶绿体改变光环境专题

叶绿体的短期适应性响应

华盛顿州立大学的 Kirchoff 在“强光引发的植物叶绿体中类囊体膜结构的变化”的综述文章中指出,陆地植物生存在充满挑战的环境之中,无法预知的变化很多。特别是光照强度的不稳定变化,会导致强光条件下类囊体膜中光合器官组分的不可逆损害。虽然有一连串的光破坏防御机制把损害降低至最小,但光系统 II (PSII) 复合体会使植物发生光抑制作用。植物在长期的进化中已经形成了一个多步骤的 PSII 修复循环,可以从光氧化引起的 PSII 损害中得到有效的恢复。这个修复循环的一个重要特征是对堆叠的基粒类囊体和非堆叠基粒类囊体的次级区分。这种对堆叠和非堆叠类囊体膜之间串联情况的研究将对理解整个 PSII 修复循环至关重要。本文总结

了强光引发类囊体膜系统结构改变和相应 PSII 修复循环的最新进展,还讨论了可逆的蛋白磷酸化对其结构改变的作用。这些结果表明,植物暴露在强光下会引起类囊体膜结构中的动态变化,这些变化对 PSII 的有效修复起到核心作用。

<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/369/1640/20130225.abstract>

叶绿体向细胞核的信号传递以及其他信号通路的串联

密歇根州立大学的 Larkin 在“质粒对光信号传递和植物发育的影响”的综述文章中指出,叶绿体除了对植物体新陈代谢的贡献之外,还释放信号影响核基因表达,在质粒和类囊体无数的生命过程中发挥作用。质粒向细胞核的信号传递进一步完善叶绿体功能,调节植物生长发育,影响植物体对环境线索的响应。人们已经发现一系列的质粒信号,通过其中的部分信号理解了质粒向细胞核传递信号的机制。质粒向细胞核的信号传递依赖于解除偶联 (*GENOMES UNCOUPLED*, *GUN*) 基因,它同时伴随着核基因向叶绿体功能状态的表达。对 *gun* 突变体的研究使人们开始了解质粒向细胞核信号传递的机制和生物功能。*GUN* 基因对生物发生、生理节律、胁迫耐受性、光信号传递和生命发育都发挥作用。一些研究者认为 *gun* 突变体筛查了所使用的叶绿体生物发生抑制剂,推测 *gun* 等位基因并不会破坏质粒向细胞核信号传递的主要机制。本文综述了基于 *GUN* 的质粒到细胞核的信号传递研究进展,阐释了人们对 *gun* 突变体筛查功能一些主要评论的缺陷,总结了质粒在光信号传递和植物发育中的影响。

<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/369/1640/20130232.abstract>

调节机制的自然变异有助于植物的环境适应

PSII 蛋白的可逆磷酸化是一种重要的调节机制,它能保护植物免受周边环境光强度和光质变化的损害。荷兰瓦赫宁根大学的 Flood 等在“拟南芥属中光系统 II 蛋白磷酸化的自然变异:它是由 STN

激酶的基因变异引起的吗?”研究论文中假定,由于 *STN7* 和 *STN8* 激酶基因的遗传变异,这些磷酸化过程在拟南芥 (*Arabidopsis thaliana*) 中存在自然变异。为验证这个假设,他们将不同地理来源的拟南芥暴露在两种光照条件下,使用抗磷酸苏氨酸抗体,以蛋白印迹法测定含磷的 D1 蛋白和含磷的捕获光能的叶绿素复合体 II (LHCII) 蛋白含量水平。测定结果相对于 Col-0 的磷酸化程度分为高、中、低三个水平。这种变异不能通过类囊体膜中基质的含量来解释。在 D1 蛋白的莠去津抗性基因型中,观察到较低的 D1 和 LHCII 蛋白磷酸化水平,这可能因为较低的 PSII 效能会导致 STN 激酶活性降低。在其余基因型中,含磷 D1 蛋白的水平在强光条件下与 *STN8* 蛋白含量丰富有关。在植物正常生长所需的光照下, D1 和 LHCII 磷酸化水平与植物所处的地理经度有关,对 LHCII 磷酸化来说,还与温度变化有关。这表明自然变异可能在 PSII 蛋白磷酸化方面,对拟南芥属植物适应不同环境发挥了作用。

<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/369/1640/20130499.abstract>

叶绿体的光响应在农业和生态学方面的前景

匈牙利科学院的 Darko 等在“人工照明下的光合作用:初级代谢到次级代谢的转移”的综述文章中强调,在气候变化的背景下,为日益膨胀的人口提供足够数量和合格质量的食物已成为一个巨大的挑战。在室外,阳光通过光合作用为光合生物提供能量。这些生物也使用光质来对周围环境进行感知和响应。为提高产量,人们开始考虑采用人工照明的受控生长系统,而发光二极管 (LED) 技术的最近发展对改善植物生长,提升系统持续性呈现出巨大的潜力。本文选取了一些案例,表明 LED 是怎样模拟自然光来保证光合生命体的生长和发育,以及光强度和波长的变化是怎样调控植物的新陈代谢来达到生产功能食品的目的。

<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/369/1640/20130243.abstract>

(编译 田恬)