

青岛能源所成功研发蓝细菌超突变系统

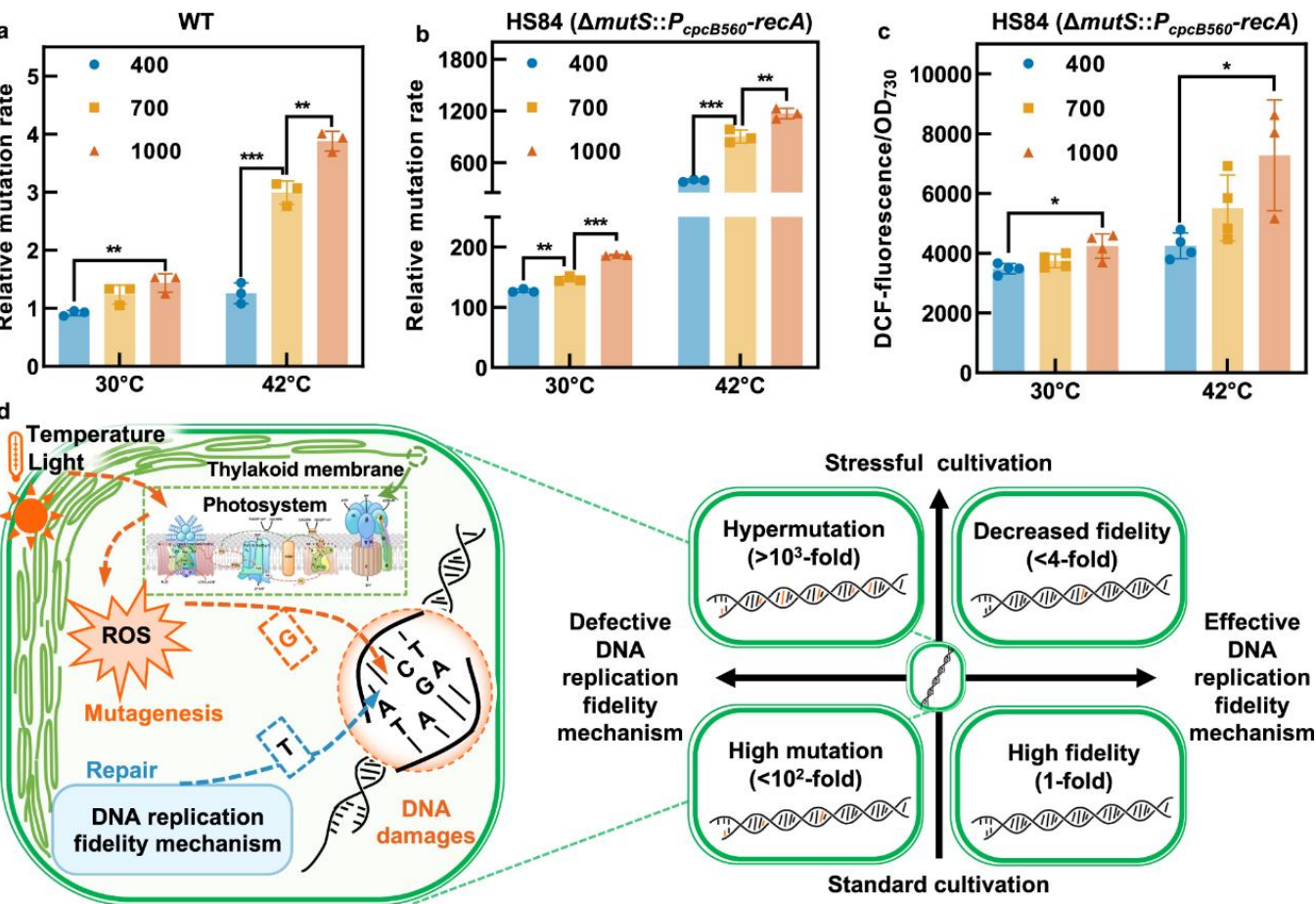
作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/22290.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！

青岛能源所成功研发蓝细菌超突变系统。

近日，中国科学院青岛生物能源与过程研究所微生物制造工程中心吕雪峰科研团队开发了新型蓝细菌超突变系统，突破细胞基因组复制高保真性对其进化速率的限制，通过遗传和环境协同扰动大幅提升聚球藻细胞复制突变率和适应性进化速度，成功获得高温高光耐受能力显著提高的进化藻株，并揭示了影响蓝细菌高温高光耐受能力的关键靶点与功能机制。相关成果3月4日在线发表于《自然—通讯》。



遗传与环境协同扰动激发聚球藻超突变状态青岛生物能源与过程研究所供图

光合作用是地球上最重要的生物化学过程，植物和藻类的光合固碳活动为生物圈的维持和发展提供了最根本的初级生产力。提高光合生物的高温高光耐受能力是光合作用研究的重要方向。

蓝细菌是研究光合作用的模式体系，提高蓝细菌高温高光耐受能力并解析其功能机制，对其他光合生物体系的优化具有指导和示范价值。然而，高温高光胁迫对蓝细菌的损伤机制尚未获得清楚的解析，理性的代谢工程策略难以实现细胞高温高光耐受性的有效提升，进化工程是改造此类复杂生理表型的有效手段。

研究团队以蓝细菌模式藻株聚球藻PCC 7942为平台，系统鉴定影响其基因组复制保真性的关键基因，并通过保真元件敲除-诱变元件表达的整合策略将重组藻株复制突变率提高了两个数量级。

在此基础上，研究团队发现环境胁迫同样可以影响聚球藻突变率，通过遗传保真机制缺陷与培养环境胁迫的耦合可以触发超突变状态，将细胞突变率提高三个数量级。

根据上述结果，研究团队提出环境胁迫和复制保真机制缺陷的协同作用机制，并使用该系统进行聚球藻高温高光耐受能力的优化。

应用上述超突变系统，研究团队在两周内即成功获得了高温高光耐受能力大幅提升的聚球藻进化藻株，相比实验室适应性进化和常规化学诱变表现出效率上的巨大优势。在出发藻株无法生存的高温和光照条件下，聚球藻进化藻株表现出良好的适应性和快速生长能力。

研究团队对获得的23个高温高光耐受藻株进行了全基因组测序，并结合应用正向遗传学和反向遗传学策略，锁定了赋予聚球藻高温高光耐受能力的主效突变为F_oF₁-ATP合成酶alpha亚基C252A突变和莽草酸激酶启动子区域的NC2突变。其中，NC2突变通过提高莽草酸激酶表达水平导致聚球藻高温高光耐受性的机制为首次报道;研究团队对该机制进行了验证，通过莽草酸激酶的过量表达有效提升了重组藻株面对高温和高光胁迫的生长稳定性，表明该策略可能对不同蓝细菌菌株具有广泛适用性。

研究团队进而对NC2突变通过上调莽草酸激酶表达提高聚球藻高温高光耐受能力的机制进行深入解析，结合转录组、蛋白组以及光合生理参数分析发现，该突变引发聚球藻光合和固碳系统的显著变化，减少了光能的过度吸收、增强了细胞循环电子流和氧化磷酸化活性并强化了糖原和蛋白合成，最终保证高效而稳定的光合固碳过程。

该研究发展了新型蓝细菌超突变系统并通过聚球藻高温高光耐受性改造证实了其有效性，为复杂光合生理表型的优化提供了可靠的工具;研究中所发现的莽草酸激酶表达提升引发蓝细菌高温高光耐受能力优化的现象，丰富了对光合生理代谢的认识，为未来高光效蓝细菌底盘的人工设计提供了新的启示。

研究获得了国家重点研发计划、国家自然科学基金、中科院青年人才创新促进会、洁净能源创新研究院联合基金以及山东省人才计划的支持。(来源：中国科学报 廖洋 孔凤茹)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-36964-5>

作者：吕雪峰等 来源：《自然—通讯》

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](https://www.iikx.com)转发