研究揭示海洋巨型单细胞多核钙化藻基因组异源多倍化与生物钙化机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/29470.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！

研究揭示海洋巨型单细胞多核钙化藻基因组异源多倍化与生物钙化机制。

近日，中国科学院南海海洋研究所热带海洋生物资源与生态重点实验室研究员林强团队，联合厦门大学、美国康涅狄格大学等的科研人员，获得了海洋典型钙化藻——仙掌藻和叉节藻的全基因组，揭示了仙掌藻基因组异源多倍化与不对称进化机制，阐明了钙化藻生物钙化与单细胞多核发生的遗传与分子调控机理。

仙掌藻是一类胞外钙化绿藻。尽管仙掌藻植株能够生长至30厘米，却由一个管状细胞构成。它是真正的“巨型单细胞”。叉节藻则是一类次级细胞壁内钙化的红藻，主要生活在浅海的岛礁区域。已有研究表明，藻类的钙化性状影响其对岛礁环境的适应能力，如机械稳定性增强、抵御捕食者和光合效率升高等，从而维持较高的生长速率和生物量。尽管学术界关注海洋钙化藻的发生与演化规律，但藻类钙化复杂性状的进化与遗传学基础及其分子调控机制尚不清楚。

针对钙化藻具有细菌污染程度高的特征，该团队构建了全基因组细菌序列去除方案，获得了高质量的仙掌藻和叉节藻基因组。基于此，该团队揭示了仙掌藻“巨型单细胞”通过调节细胞质内细胞核数量、倍性以及扩张细胞骨架动力调控和相关转录因子基因家族来维持巨大体型。同时，研究发现，Myo8基因丢失可能导致胞质不能正常分裂，进而造成单细胞多核的性状。

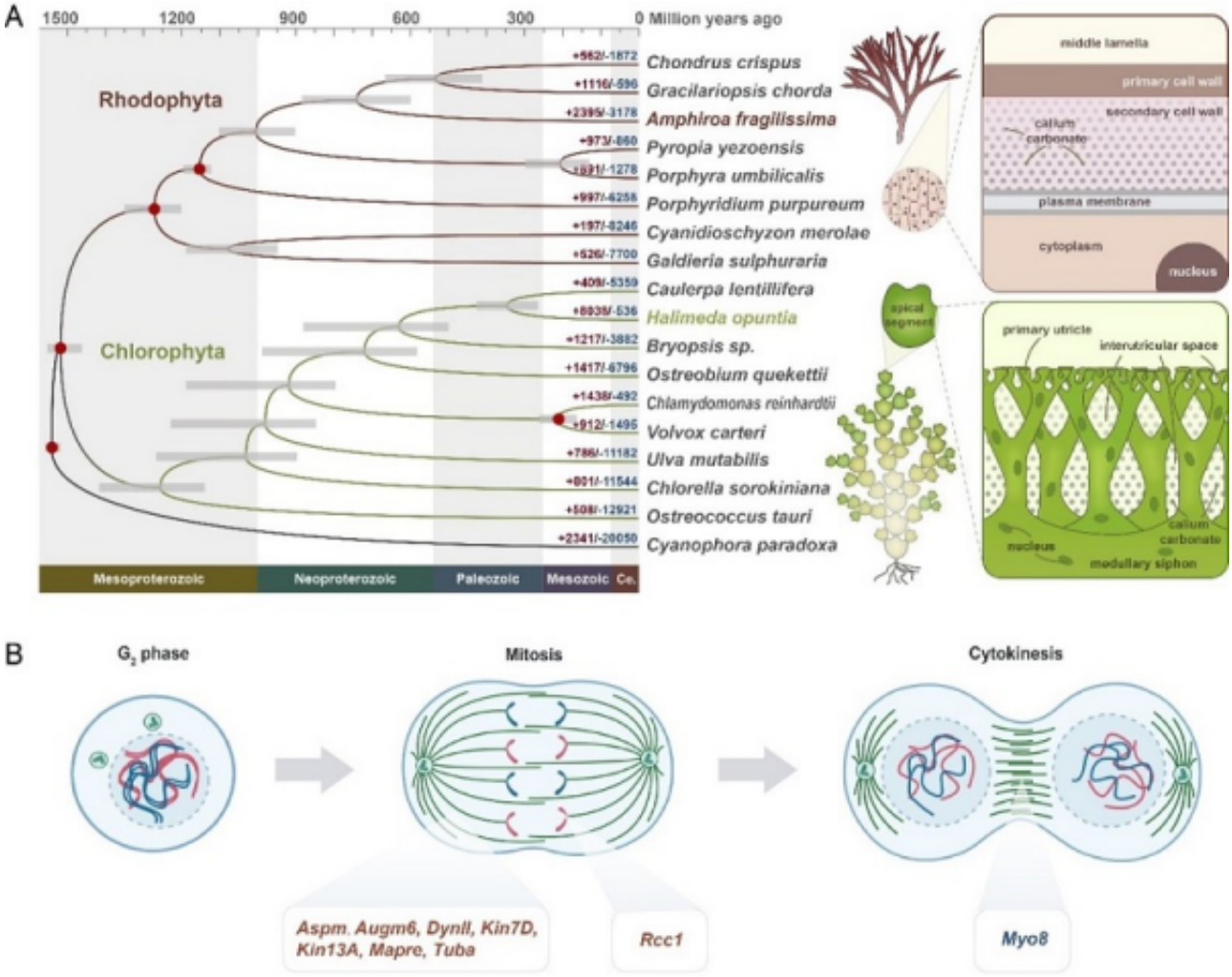
该研究发现了仙掌藻是AAAB型的异源多倍体，并分离了仙掌藻的4套亚基因组。基因组结构进化分析揭示了4套亚基因组的不对称进化特征。其中，S1亚基因组占据主导地位，编码了更多参与离子运输、有机酸生物合成、碱基合成等生物学过程的高表达直系同源基因，并同步富集了编码Ca^{2+}运输的基因，这表明仙掌藻基因组多倍化与其钙化性状的耦合关系。

进一步，研究发现，
仙掌藻多倍化和亚基因组分化与海平面降
低和大气CO_2
升高等事件吻合。海平面降低导致藻体暴露在高光强与紫外线下，而海水酸化则促进藻体钙质溶解；仙掌藻通过全基因组复制增强基因多样性以应对胁迫环境，在生态位竞争中占据优势并快速实现种群扩张。这一推论在珊瑚礁钻井的生物地层演化研究中得到印证。研究显示，礁体大型钙化藻暴发约在690万年至600万年前和360万年至150万年前，均发生在仙掌藻亚基因组分化和多倍化之后。

针对仙掌藻和脆叉节藻的钙化模式的差异，该研究揭示了仙掌藻胞外钙化和脆叉节藻次级细胞壁钙化的遗传调控特征。研究发现，两种钙化藻在实现钙化区域的钙化离子饱和与分泌有机基底促进晶体成核发育方面存在差异。仙掌藻中转运钙化离子的Pmca、V-ATPase和Slc4特异性扩张，而脆叉节藻扩张了催化碳酸盐体系离子转化的胞外CA。在有机基底方面，仙掌藻扩张Col1a和Fn3，而脆叉节藻扩张细胞壁内多聚糖和糖蛋白合成基因家族。多组学联合解析表明，仙掌藻的钙化反应与光合作用耦合，属于“生物学过程诱导”的钙化模式。

9月20日，相关研究成果以*Genome of Halimeda opuntia reveals differentiation of subgenomes and molecular bases of multinucleation and calcification in algae*为题，在线发表在《美国国家科学院院刊》（*PNAS*）上。研究工作得到国家自然科学基金和国家重点研发计划等的支持。

论文链接



两种钙化藻类系统演化与仙掌藻核分裂图示

研究团队单位：南海海洋研究所

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