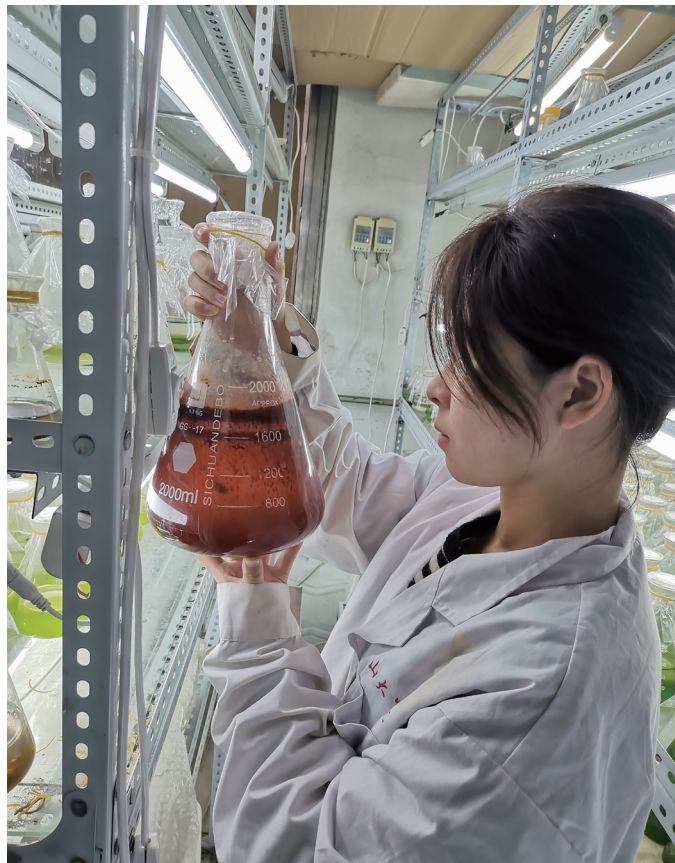


## 红色珍宝 ——漫话紫球藻

实验室培养的紫球藻



撰文·供图 南芳茹 高帆

紫球藻属 (*Porphyridium*) 隶属于红藻门紫球藻纲紫球藻目紫球藻科, 是红藻门植物中较为特殊的单细胞微藻, 球形、卵圆形或椭圆形, 血红色, 具1个轴生星状或不规则形状的色素体。紫球藻分布极广, 海水、淡水及潮湿的土壤中都能寻到它的踪迹。紫球藻藻体外有一层粘质鞘, 可以使细胞相互粘连而形成不规则的藻团, 所以单细胞的藻体经常聚集在一起形成红色或浅褐色的薄片, 群体外还有一层胶膜。

微藻具有自己的优势, 尤其是其快速和可持续的生长, 使之成为生物燃料和生物工业应用的宝贵资源。微藻CO<sub>2</sub>固定效率可以达到高等植物的十倍之多, 部分微藻种类所含碳水化合物的总量超过其干重的50%。对光生物反应

器中培养的紫球藻进行营养成分分析, 发现其组成包括蛋白质、碳水化合物、脂质、色素和矿物质元素等, 其中碳水化合物含量达32.1%, 蛋白质含量为34.1%, 无重金属污染。紫球藻是具有较大经济价值的单细胞红藻, 其生长过程中合成的藻红蛋白、紫球藻多糖、多不饱和脂肪酸等生物活性物质具有广阔的应用前景及较大的潜在市场, 并越来越受到人们的关注。在紫球藻细胞中, 多糖围绕藻细胞形成无定形胶壳, 可达到藻体干重的70%。胶壳的糖单体由葡萄糖、半乳糖、木糖、葡萄糖醛酸和甲基葡萄糖醛酸组成。细胞胶壳的部分外层可以分散到周围, 形成了胞外多糖, 因此提高了培养基的黏度。此外, 紫球藻培养后的细胞聚集体还包含大量淀粉。鉴于

上述种种特点, 紫球藻是生产多糖类物质的重要原料, 具有明显的应用价值。

紫球藻多糖是紫球藻合成的一种硫酸酯多糖, 在抗病毒、抗肿瘤、降血脂、抗辐射、抗菌方面均具有特殊的生物活性, 关于其生物活性功能已有许多研究。紫球藻培养物具有较强的抗氧化性, 在自然条件下生长于海岸沙土中, 耐受干旱、高盐、极温和高光照等物理胁迫条件, 而保护其抵抗极端外界条件的特性正是其细胞外包被的硫酸酯多糖结构。紫球藻的细胞壁多糖占藻体干重的50%~70%, 其可溶性的胞外多糖也表现出较强的抗氧化作用, 在应激条件下能够清除细胞中产生的自由基, 并将它们转运出细胞。已有研究发现, 紫球藻细胞壁硫酸酯多糖成分在体内和体外实验中, 都表现出较强的抗单纯疱疹病毒1型和2型 (HSV-1和-2) 特性, 且在高浓度时对细胞无毒性影响。使用紫球藻培养物作鸡饲料添加剂, 发现添加5%~10%的紫球藻培养细胞能显著降低实验动物的血清胆固醇水平, 同时喂养紫球藻的鸡生产的鸡蛋具有较低的胆固醇含量与较高的亚油酸和花生四烯酸。紫球藻多糖具有抗氧化、抗辐射和抗衰老等功能, 因此作为提取物添加到护肤品和化妆品中以达到保湿、抗皱和防晒等功效, 主要的产品形式有保湿水、保湿霜、防晒霜、面膜等。这些研究都表明紫球藻在健康食品、药品及化妆品领域的应用前景非常诱人。

紫球藻细胞内藻红蛋白含量特别丰富。藻红蛋白是一种重要的藻胆蛋白, 可以作为捕光色素蛋白, 也可以作为储藏蛋白, 在氮源缺乏的季节会被细胞选择性地优先降解以提供氮源使藻类得以生存。藻红蛋白作为一种天然色素蛋白, 无毒并且有很强的着色力, 可以广泛应用在饲料、食品和化妆品等行业, 也可作为生物荧光探针代替放射性同位素标记, 用于免疫研究及疾病的临床诊断。

随着近年来测序技术的发展和高通量测序手段的广泛应用, 紫球藻基因组研究进展迅速。2013年报道了紫球藻 (*Porphyridium purpureum*) 的基因组数据, 发现其基因组大

小为19.7M, 编码的基因数目有8355个, 鉴定了大量的水平基因转移现象, 并提出紫球藻可能充当了原核生物和真核光合生物之间基因交流的媒介, 极大地丰富了光合生物的基因多样性。2019年采用三代测序的方法重新拼接了紫球藻基因组, 得到的基因组大小为22.1M, 发现光合系统相关的内共生性横向基因转移在质体组建方面发挥了重要的作用, 同时核基因组中藻胆体连接蛋白相关基因的广泛复制和扩增稳定了捕光装置。

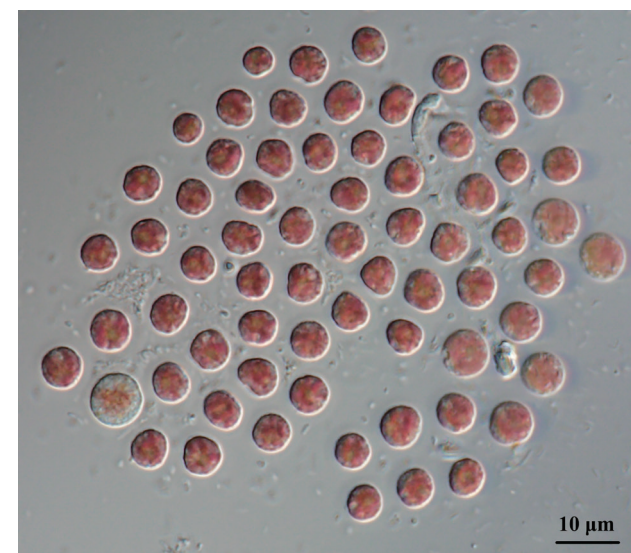
紫球藻基因组的公布为其进一步深入的生产和应用研究提供了遗传背景和理论基础。鉴于其广阔的市场开发价值, 今后应对其开展深入的培养优化、生物活性物质特性和遗传育种研究。

### 作者简介

南芳茹, 山西大学副教授, 硕士生导师, 主要从事淡水红藻的研究。

高帆, 山西大学高级实验师, 主要从事植物资源的研究。

(责编 桑新华)



显微镜下的紫球藻