

赵一丹,陈拓,刘阳,等.河西荒漠区石下生蓝藻叶绿素荧光参数的日变化[J].中国沙漠,2024,44(5):23-28.

河西荒漠区石下生蓝藻叶绿素荧光参数的日变化

赵一丹^{1ab,2}, 陈拓^{1a}, 刘阳^{1ab}, 张璐^{1bc,2},
张怡洋^{1bc,2}, 张威^{1bc}, 章高森^{1bc}

(1.中国科学院西北生态环境资源研究院 a.冰冻圈科学国家重点实验室, b.甘肃省极端环境微生物资源与工程重点实验室, c.沙漠与沙漠化重点实验室, 甘肃 兰州 730000; 2.中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:以往对石下生微生物的研究集中在微生物组成和分布特征上,而对光合活性变化的研究较少。以分布在河西走廊3个干旱程度不同样地的石下生蓝藻为材料,利用Handy PEA植物效率仪,研究了在72 h内石下生蓝藻的叶绿素荧光参数的逐小时日变化特征。结果表明:(1)石下生蓝藻PSII最大光化学量子产量(F_v/F_m)的值均存在明显的日变化,在06:00左右及18:00—20:00达到较高水平,最高值均大于0.6;由于受到环境胁迫,在辐照度较高($>2\text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}$)、温度较高($>30\text{ }^{\circ}\text{C}$)、湿度较低($<12.5\%$)的12:00—14:00, F_v/F_m 的值均低于0.1;(2)降雨事件的发生使得瓜州北戈壁石生蓝藻 F_v/F_m 的值明显增高,平均值0.1~0.35,嘉峪关大草滩 F_v/F_m 的值波动较小,平均值0.1~0.19,这可能与该地区石头类型、土壤类型和降雨量大小有关。该研究在一定程度上揭示了石下生蓝藻光合活性在一天内的变化情况,为深入研究石下生微生物在原位环境的代谢活动提供线索。

关键词:河西走廊;石下生微生物;叶绿素荧光;蓝藻光合活性;日变化

文章编号:1000-694X(2024)05-023-06

DOI:10.7522/j.issn.1000-694X.2024.00030

中图分类号:Q935

文献标志码:A

0 引言

荒漠生态系统具有干旱、强辐射、降雨量低的特点,是常见的自然地理景观。戈壁覆盖了中国北部、西北地区和东北部以及蒙古国南部的部分地区,其气候变化极端且迅速,昼夜温差极大。由于缺乏地表水,随着干旱程度的增加和高等植物丰度的减少,微生物群落在生态过程中的重要性毋庸置疑^[1]。

荒漠地区路面几乎都覆盖了半透明的石块,例如石英、石膏、花岗岩、砂岩^[2]。这些石块遮挡了部分足以致命的强烈光强和紫外辐射,创造了小气候。与周围土壤相比,岩石微生境中的水分可用性更高,这为石生微生物群落的定殖提供了适应的条件^[3],使得这些定殖者在温度急剧变化、水分缺乏等极端环境中表现出较强的适应能力。在石生微生物群落中,蓝藻或绿藻作为光能自养微生物,是初级生产者及群落的核心,成为该区域的主要驱动力^[4]。对河西

走廊东西部降水量差异的不同地点进行调查发现,所有采样点的优势细菌门是蓝藻门(Cyanobacteriota)、放线菌门(Actinomycetota)、变形菌门(Pseudomonadota)和异常球菌门(Deinococcota)^[5]。藻类定殖后,改变了微环境选择了其他异养微生物的加入,特别是当条件变得过于干燥而无法支持高等植物时,作为先锋生物的藻类可以在缺乏水的环境中成为支撑整个微生物生态系统的基石^[2]。

光合特性是植物抗逆性的重要特征,叶绿素荧光参数的变化能够直接反映高等植物对环境条件变化的适应能力^[6]。韩张雄等^[7]通过该参数的变化探究了荒漠地区植物梭梭幼苗的耐盐性。张亚娟等^[8]对东方百合响应水分胁迫进行研究,发现干旱环境能够抑制植物光合速率,致使光合作用同化能力明显下降。对于石下生微生物而言,研究多在于对其定殖环境的微气候条件的调查。此外,关于微

收稿日期:2023-12-21; 改回日期:2024-02-12

资助项目:中国载人空间计划应用系统项目(KJZ-YY-WSM05);中国科学院“西部之光”计划项目(xbzg-zdsys-202105);国家自然科学基金项目(31870479)

作者简介:赵一丹(1995—),女,甘肃陇南人,博士研究生,主要研究方向为荒漠石下生微生物多样性。E-mail: zhaoyd@lzb.ac.cn

通信作者:章高森(E-mail: gaosenzhang@hotmail.com)

生物组成和生物多样性^[9],都在炎热或寒冷的干旱和超干旱沙漠环境中进行了研究^[10-13]。然而,这些研究并不能直观地反映石生藻类光合代谢活性情况的变化,因此,对其光合活性日变化的研究十分必要。

河西走廊的戈壁荒漠地区,地理分布广泛,年降水量一般小于 100 mm,大部分区域小于 50 mm,日照时间长,蒸发量高^[4],使得该地区成为研究石下生微生物群落的理想选择。本试验以石下生微生物为研究材料,选择河西走廊地区环境变化差异较大的 3 个样点,对其叶绿素荧光参数的日变化进行监测和分析,以期探究原位环境中石下生藻类光合代谢活性的变化情况。

1 研究区概况

河西走廊地区东邻乌鞘岭,西接玉门山,南依祁连山、阿尔金山,北依马鬃山、河里山、龙首山,长约 900 km,宽约 100 km^[14],位于中国西北干旱地区。该地区植被覆盖度低、物种贫乏,年降水量 40~300 mm,年平均气温 6.2~9.0℃,年日照时间 2 100~3 800 h,属温带大陆性气候^[15-16]。由于水热分布不均,该地区自东向西年平均气温升高,降水减小。

研究区位于河西走廊的 3 个荒漠地段,由东南向西北分别为嘉峪关大草滩 (JYG)、瓜州北戈壁 (GZ) 和莫高窟窟顶 (MGK),距离约 550 km。从 JYG 到 MGK,干旱梯度加剧,年平均土壤温度升高,年平均土壤湿度和年降水量减少,石生微生物定殖率降低,从 91.8% 下降到 17.5%。该地区降雨集中在 5—9 月, JYG、GZ、MGK 的多年平均降水量分别为 121.76、70.86、60.45 mm^[5,17](表 1)。

表 1 采样点地理位置信息

Table 1 Geographic location information of sampling sites

采样点	缩写	纬度(N)	经度(E)	海拔/m	多年平均降水量/mm
嘉峪关大草滩	JYG	39°45′07″	98°08′14″	1 824	121.76
瓜州北戈壁	GZ	40°39′40″	95°41′09″	1 241	70.86
莫高窟窟顶	MGK	40°02′15″	94°47′35″	1 335	60.45

2 研究方法

2.1 叶绿素荧光参数的原位测定和环境监测

利用植物效率分析仪 (Handy PEA, Hansat-

ech, 英国) 分别对 3 个样点石下生蓝藻的最大荧光 (F_m)、固定荧光(F_0)进行原位的连续测定,PSII 最大光化学效率 $F_v/F_m=(F_m-F_0)/F_m$ 。3 个采样点测定的时间分别为 2021 年 5 月 30 日至 6 月 2 日(JYG)、6 月 5—8 日(GZ)、6 月 9—12 日(MGK)。每个样地于 08:00 开始,时间间隔 1 h,测定 72 h,对每块定殖有石生蓝藻的半透明石头测定 3 次,每小时共测定 9 个平行。测定过程中,选取定殖区域较为平整的半透明石头,对荧光探头进行改造,确保测定的石生微生物群落面积相同。同时利用 USB 可连接照度和紫外线记录仪 (TR-74Ui, T&D, 日本),对各样点在 72 h 内的空气温度(℃)、空气相对湿度(%)、辐照度 ($\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$)进行连续实时记录。

2.2 数据处理

使用 R 语言软件包 data. table 统计数据,使用 ggplot2 包绘制图形,利用 geom_line 变量绘制 72 h 的空气温度、空气相对湿度及辐照度参数的折线图,使用 geom_boxplot 绘制 PSII 最大光化学效率箱线图,使用 geom_errorbar 变量分析数据误差。利用 PAST3 进行独立数据的 t 检验分析,利用 SPSS 计算两组数据间的标准偏差。

3 结果与分析

嘉峪关样点夏季昼夜温差极大(图 1)。5 月 30

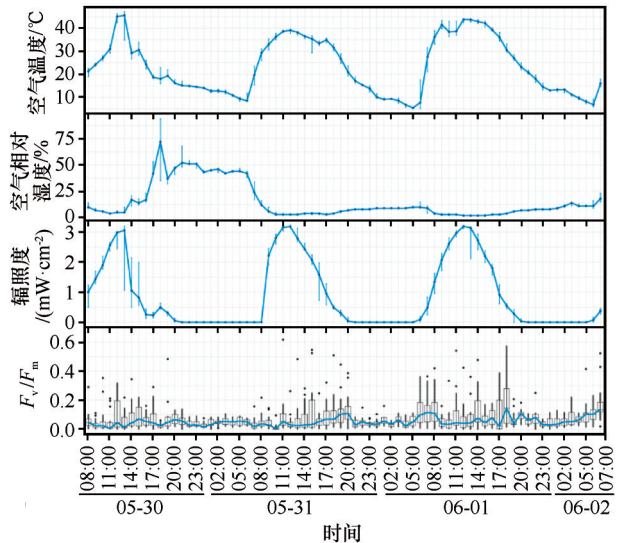


图 1 嘉峪关样点空气温度、空气相对湿度、辐照度及叶绿素荧光参数 F_v/F_m 值的日变化

Fig.1 Daily variation of air temperature, air relative humidity, irradiance and F_v/F_m values of chlorophyll II fluorescence parameters at Jiayuguan sample site

日,近地面空气温度在13:00达到最高(47.2℃),之后持续下降,在5月31日06:00达到低值(6℃)。值得注意的是,在当天的检测过程中,于16:47—20:54伴随着断断续续的降雨事件发生,空气湿度急剧上升(11%~94%)。降雨事件结束后的6月1日至2日清晨,近地空气湿度保持在0~14%。空气温度也呈现规律的变化,从12:00到20:00保持在30℃以上,在凌晨降低到10℃以下。辐照度在12:00最高(3.229 mW·cm⁻²),在每天的日落(20:00)后达到最低(0 mW·cm⁻²)。虽然在第一天发生了短暂的降雨事件,但石下生微生物群落 F_v/F_m 曲线变化仅有较小的波动, F_v/F_m 平均值的整体变化在0~0.19。 F_v/F_m 的均值在06:00—08:00和18:00—20:00略高于其他时段,在正午均保持较低。异常值主要出现在白天,最高值为0.67。

瓜州北戈壁样点 F_v/F_m 值的整体变化范围在0~0.64,在6月5日18:50—19:25的检测过程中发生了短暂的降雨,随后空气温度迅速降低(低于20℃),空气湿度急剧增加(高于95%),此时辐照度为0 mW·cm⁻², F_v/F_m 的值明显升高,平均值在0.1~0.35波动(图2)。在随后的两天内,GZ样点的温度最低值出现在05:00左右(14.5℃),最高值在14:00左右(48.9℃),空气相对湿度在03:00—05:00保持在较高水平(20.8%~47.9%)。辐照度的值在12:00—14:00相对较高,最高达3.267 mW·cm⁻²。日变化过程显

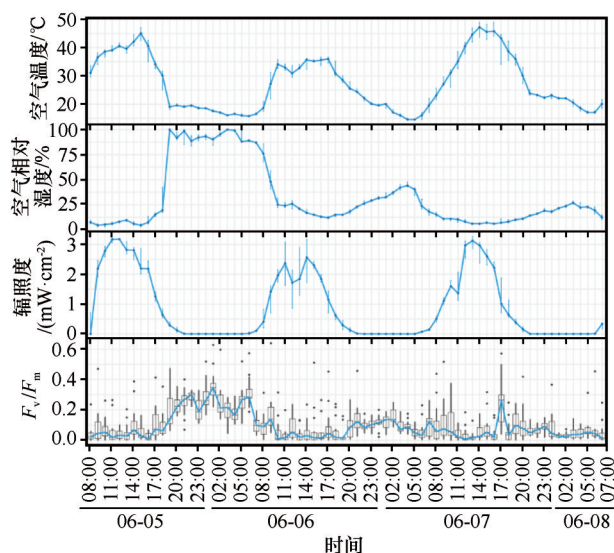


图2 瓜州样点空气温度、空气相对湿度、辐照度及叶绿素荧光参数 F_v/F_m 值的日变化

Fig. 2 Daily variation of air temperature, air relative humidity, irradiance and F_v/F_m values of chlorophyll II fluorescence parameters at Guazhou sample site

示,除了在夜晚检测到的值均较高以外,在日出后08:00—09:00也较高,这可能是由于日出后露水蒸发,空气湿度增加导致。

莫高窟窟顶在6月9—12日的监测中并未发生降雨事件,近地空气温度、空气相对湿度和辐照度均呈现规律的变化(图3)。空气温度在每日14:00—15:00达到当天最大值(均高于38℃),在02:00—08:00均保持较低的值(18.2~25℃)。空气湿度8%~30%,仅在6月12日07:00大于60%。MGK空气相对湿度与空气温度呈显著负相关关系。该样地辐照度变化范围与JYG和GZ相似,在正午达到最高值(3.204 mW·cm⁻²)。在07:00左右,由于日出露水冷凝,相对湿度较高。MGK石下生蓝藻叶绿素荧光参数 F_v/F_m 值的日变化在0~0.65,在20:00至清晨08:00均保持在较高水平(平均值0.1~0.3)。

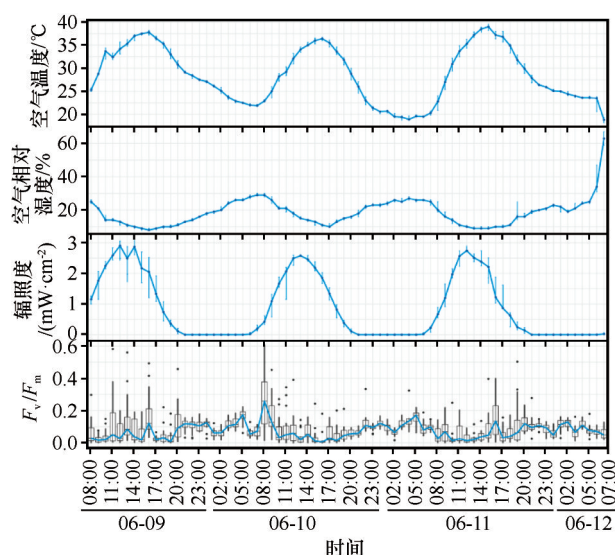


图3 莫高窟样点空气温度、空气相对湿度、辐照度及叶绿素荧光参数 F_v/F_m 值的日变化

Fig. 3 Daily variation of air temperature, air relative humidity, irradiance and F_v/F_m values of chlorophyll II fluorescence parameters at Mogao Grottoes sample site

根据当地6月日升日落的时间,将3个样点 F_v/F_m 的值分为白天(07:00—19:00)和晚上(20:00至次日06:00)两组数据进行独立样本的 t 检验分析,发现除JYG样点在第二天的检测外,其余时间两组数据都具有差异(表2)。JYG与另外两个样点有所不同, F_v/F_m 的值在白天较高;GZ样点 F_v/F_m 的值在前两天的检测中呈现晚上高白天低,在第三天的情况相反;MGK样点在3天中的 F_v/F_m 值变化相似,且均为晚上较高,白天较低。

表2 3个样点白天与黑夜 F_v/F_m 值(mean±SD) t 检验Table 2 The t -test of F_v/F_m values for daytime vs. nighttime for the three sample sites

组别	嘉峪关大草滩 JYG			瓜州北戈壁 GZ			莫高窟窟顶 MGK		
	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
白天	0.067±0.08	0.075±0.10	0.099±0.12	0.076±0.09	0.071±0.09	0.086±0.10	0.072±0.10	0.083±0.10	0.068±0.08
黑夜	0.046±0.03	0.063±0.06	0.070±0.05	0.255±0.09	0.102±0.06	0.064±0.07	0.105±0.06	0.102±0.05	0.095±0.04
t	3.014	1.322	2.858	-17.287	-3.615	2.321	-3.684	-2.242	-3.879
P	0.003	0.187	0.005	<0.0001	0.0003	0.021	0.0003	0.026	0.0001

4 讨论

目前,微生物调查主要通过DNA测序手段^[11,18-19],然而这种方法并不能够判断微生物群落是否具有代谢活性,甚至不确定是否已经死亡或开始降解。例如,通常利用 *cbbL*、*cbbM* 等基因测定碳固定相关自养微生物^[20-21],但这种方法只能监测到具有该基因微生物的拷贝数及多样性,无法快速、实时地判断微生物本身的存活情况,以及其产生代谢活动的具体动向。叶绿素荧光参数 F_v/F_m 的值能反映光能自养生物 PSII 系统最大光能转化效率,且对环境变化非常敏感^[22]。在极端环境中,微生物生存的限制因素诸多,某些微生物在极端缺水的条件下是没有某方面代谢活性的,细胞必须能够承受因缺水而产生的特定生化应激^[23]。结果表明,一天中仅有有限的时间来支持极端环境中的自养微生物进行光合作用,GZ 和 MGK 的石下生藻类在一天内的 F_v/F_m 值在太阳落山后保持较高的水平,而在白天均小于 0.1(表1),这表明该样点石生藻类在白天可能受到干旱、高温胁迫的影响导致 PSII 系统失活,光合效率低。而 JYG 样点却显示相反的结果,这可能由于该样点在日落前 18:00—19:00 和清晨 06:00—08:00 的 F_v/F_m 值较高,日落前辐照度较低,石下生藻类微生物并未发生光抑制,而清晨则是由于温度逐渐升高,空气湿度增高。对澳大利亚北部沙漠的蓝藻群落光合作用反应进行室内模拟实验也产生了类似的结果,由于受到温度和水分和光照的限制,一年内仅有大约 942 h 的条件支持石下生蓝藻进行光合作用活动^[13]。

降雨是荒漠地区生物获取水分资源的一个重要过程,本研究在监测过程中发生了不同程度的降雨事件。结果表明,降雨对石下生藻类光合代谢过程的影响很大。GZ 样点在降雨后空气湿度明显上升,由于荒漠地区水分下渗速度快,其叶绿素荧光

参数 F_v/F_m 的值变化敏感,由 0.1 左右上升到 0.4 甚至更高(图2)。JYG 石下生藻类 F_v/F_m 的值变化不大(图1),这可能与石块类型、土壤类型、降雨量有关,该样点石生藻类可利用水分较少。另外,尽管该点在白天发生了降雨,但降雨量较少,我们在检测过程中观察到石头下表面并没有湿润,因此依然不利于光合作用。这间接证明了在极度干旱地区,液态水的可利用性(而不是降雨本身)是石下生藻类微生物进行光合作用的关键因素。在中国极度干旱的炎热和寒冷的沙漠中,对于石生微生物而言,水被认为是一个限制变量^[24],这与特定细菌类群的存在与土壤中的水分可利用性有关^[25]。然而,目前的工作并未对土壤水分及相关指标进行检测,有待进一步研究获得更准确的结论。

石下生微生物是由光能自养微生物和异养微生物构成的复杂组合,异养微生物群落必须依赖于藻类固定的碳^[26]。已证明干旱程度不同的区域,微生物群落的组成具有差异。与非干旱土壤微生物群落相比,在降水量减少的干旱地区,寡营养的细菌,如蓝藻门、绿藻门和硝化细菌门的细菌更为普遍。降水量增加导致营养丰富的细菌增多,如变形菌门和拟杆菌门^[27]。我们的结果显示,3个样点的叶绿素荧光参数的日变化有所差异,相比于 JYG,另外两个样点的 F_v/F_m 值在一天内的变化明显,晚上的均值较高。这可能因为3个样点石下生微生物的物种组成不同。之前的研究发现,JYG 和 GZ 在夏季蓝藻的丰度较低,而 MGK 蓝藻丰度高,其主要成员为拟色球藻属(*Chroococcidiopsis*)^[5],该属具有超强的耐旱抗辐射能力^[28]。Wu 等^[15]发现河西走廊荒漠的石下生微生物群落组成受到温度的影响可能遵循一个季节性的发育周期,异养微生物在热期(夏季)占优势,而蓝藻在冷期(冬季)占优势。因此,为了更好地探究石下生微生物光合作用相关的代谢活性,我们还需要在其他季节开展进一步

研究。

参考文献:

- [1] Lacap-Bugler D, Lee K, Archer S, et al. Global diversity of desert hypolithic cyanobacteria [J]. *Frontiers in Microbiology*, 2017, 8: 867.
- [2] Pointing S, Belnap J. Microbial colonization and controls in dryland systems [J]. *Nature Reviews Microbiology*, 2012, 10: 551–562.
- [3] Pointing S. Hypolithic communities [M]//*Ecological Studies*. 2016: 199–213.
- [4] Lacap-Bugler D, Warren-Rhodes K, McKay C, et al. Cyanobacteria and chloroflexi-dominated hypolithic colonization of quartz at the hyper-arid core of the Atacama Desert, Chile [J]. *Extremophiles: Life under Extreme Conditions*, 2010, 15: 31–38.
- [5] Zhao Y, Wu F, Liu Y, et al. The Distribution and influencing factors of hypolithic microbial communities in the Hexi Corridor [J]. *Microorganisms*, 2023, 11(5): 1212.
- [6] 苏铭, 单立山, 张正中, 等. 荒漠环境梯度下联生红砂 (*Reaumuria soongorica*)、珍珠 (*Salsola passerina*) 荧光特性 [J]. *中国沙漠*, 2018, 38(6): 1259–1566.
- [7] 韩张雄, 李利, 徐新文, 等. 梭梭幼苗干物质积累和叶绿素荧光对 NaCl 胁迫的响应 [J]. *中国沙漠*, 2011, 31(1): 90–95.
- [8] 张亚娟, 谢忠奎, 赵学勇, 等. 水分胁迫对东方百合光合特性、叶绿素荧光参数及干物质积累的影响 [J]. *中国沙漠*, 2011, 31(4): 884–888.
- [9] Vásquez-Dean J, Maza F, Morel I, et al. Microbial communities from arid environments on a global scale: a systematic review [J]. *Biological Research*, 2020, 53(1): 1–12.
- [10] I. L. F., Lipkin Y, Ocampo-Paus R. Desert algae of the Negev (Israel) [J]. *Phycologia*, 1967, 6: 185–200.
- [11] Wei S, Lacap-Bugler D, Lau M, et al. Taxonomic and functional diversity of soil and hypolithic microbial communities in Miers Valley, McMurdo Dry Valleys, Antarctica [J]. *Frontiers in Microbiology*, 2016, 7: 1642.
- [12] Warren-Rhodes K, Pointing S, Ewing S, et al. Hypolithic cyanobacteria, dry limit to photosynthesis and cyanobacterial spatial pattern in the Atacama Desert [J]. *Microbial Ecology*, 2006, 52(3): 389–398.
- [13] Tracy C, Streten C, Dalton R, et al. Microclimate and limits to photosynthesis in a diverse community of hypolithic cyanobacteria in northern Australia [J]. *Environmental Microbiology*, 2009, 12: 592–607.
- [14] Jiang Y, Du W, Jizu C, et al. Climatic and topographical effects on the spatiotemporal variations of vegetation in Hexi Corridor, Northwestern China [J]. *Diversity*, 2022, 14: 370.
- [15] Wu M, Li T, Zhang G, et al. Seasonal variation of hypolithic microbiomes in the Gobi Desert [J]. *Microbial Ecology*, 2022, 85: 1382–1395.
- [16] 郭小芹, 刘明春. 河西走廊近 40a 气候生产潜力特征研究 [J]. *中国沙漠*, 2011, 31(5): 1323–1329.
- [17] 钟凌飞, 张丽华. 河西走廊平原区 2000–2020 年气温与降水变化 [J]. *中国沙漠*, 2023, 43(2): 264–270.
- [18] Garrido-Benavent I, Pérez-Ortega S, Durán J, et al. Differential colonization and succession of microbial communities in rock and soil substrates on a maritime antarctic glacier forefield [J]. *Frontiers in Microbiology*, 2020, 11: 126.
- [19] Chan Y, Lacap-Bugler D, Lau M, et al. Hypolithic microbial communities: between a rock and a hard place [J]. *Environmental Microbiology*, 2012, 14: 2272–2282.
- [20] Yousuf B, Keshri J, Mishra A, et al. Application of targeted metagenomics to explore abundance and diversity of CO₂-fixing bacterial community using *cbbL* gene from the rhizosphere of *Arachis hypogaea* [J]. *Gene*, 2012, 506: 18–24.
- [21] Liu J, Mbadinga S, Sun X, et al. Microbial communities responsible for fixation of CO₂ revealed by using *mcrA*, *cbbM*, *cbbL*, *fthfs*, *fefe-hydrogenase* genes as molecular biomarkers in petroleum reservoirs of different temperatures [J]. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2016, 114: 164–175.
- [22] 朱成刚, 李卫红, 马晓东, 等. 塔里木河下游干旱胁迫下的胡杨叶绿素荧光特性研究 [J]. *中国沙漠*, 2011, 31(4): 927–936.
- [23] Nienow J. Extremophiles: dry environments (including cryptoendoliths) [M]//*Encyclopedia of Microbiology*. 2009: 159–173.
- [24] Pointing S, Warren-Rhodes K, Lacap-Bugler D, et al. Hypolithic community shifts occur as a result of liquid water availability along environmental gradients in China's hot and cold hyper-arid deserts [J]. *Environmental Microbiology*, 2007, 9: 414–424.
- [25] Niederberger T, McDonald I, Hacker A, et al. Microbial community composition in soils of Northern Victoria Land, Antarctica [J]. *Environmental microbiology*, 2008, 10: 1713–1724.
- [26] Lange O, Büdel B, Meyer A, et al. Further evidence that activation of net photosynthesis by dry cyanobacterial lichens requires liquid water [J]. *The Lichenologist*, 1993, 25: 175–189.
- [27] Li J, Benti G, Wang D, et al. Effect of alteration in precipitation amount on soil microbial community in a semi-arid grassland [J]. *Frontiers in Microbiology*, 2022, 13: 842446.
- [28] Billi D, Viaggiu E, Cockell C, et al. Damage escape and repair in dried *Chroococcidiopsis* spp. from hot and cold deserts exposed to simulated space and martian conditions [J]. *Astrobiology*, 2011, 11(1): 65–73.

Daily variations in chlorophyll fluorescence parameters of hypolithic cyanobacteria in desert region of the Hexi Corridor

Zhao Yidan^{1ab,2}, Chen Tuo^{1a}, Liu Yang^{1ab}, Zhang Lu^{1bc,2},

Zhang Yiyang^{1bc,2}, Zhang Wei^{1bc}, Zhang Gaosen^{1bc}

(1.a.State Key Laboratory of Cryospheric Sciences / b.Gansu Province Key Laboratory of Extreme Environmental Microbial Resources and Engineering / c.Key Laboratory of Desert and Desertification, Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China; 2.University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Fewer studies have been conducted on changes in the photosynthetic activities of hypolithic microorganisms, with the majority of previous research concentrating on the microbial composition and distributional properties. The hour-by-hour daily variation characteristics of chlorophyll fluorescence parameters of three hypolithic cyanobacteria distributed in three different aridity levels of the Hexi Corridor were studied as experimental materials using the handy PEA plant efficiency meter over a 72-hour period. The results showed that the hypolithic cyanobacteria exhibited daily fluctuations in their maximum photochemical quantum yield (F_v/F_m) values, reaching a higher level at approximately 06:00 a.m. and 18:00–20:00 p.m., with the greatest values above 0.6. The F_v/F_m values were less than 0.1 at 12:00–14:00 at higher irradiance ($>2 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$), higher temperature ($>30 \text{ }^\circ\text{C}$), and lower humidity ($<12.5\%$) as a result of the environmental stress. Rainfall events, which may be related to the type of stone, soil, and rainfall amount in this area, caused significantly higher values of F_v/F_m for hypolithic cyanobacteria in the North Gobi of Guazhou (GZ), with mean values fluctuating from 0.1 to 0.35, and smaller fluctuations of F_v/F_m in the Dacotan of Jiayuguan (JYG), with mean values ranging from 0.1 to 0.19. This work exposes, to some extent, variations in photosynthetic activity of hypolithic cyanobacteria throughout a day and offers a theoretical foundation for the study of hypolithic microbial communities.

Key words: Hexi Corridor; hypolithic microorganisms; chlorophyll II fluorescence; cyanobacterial photosynthetic activity; daily variation