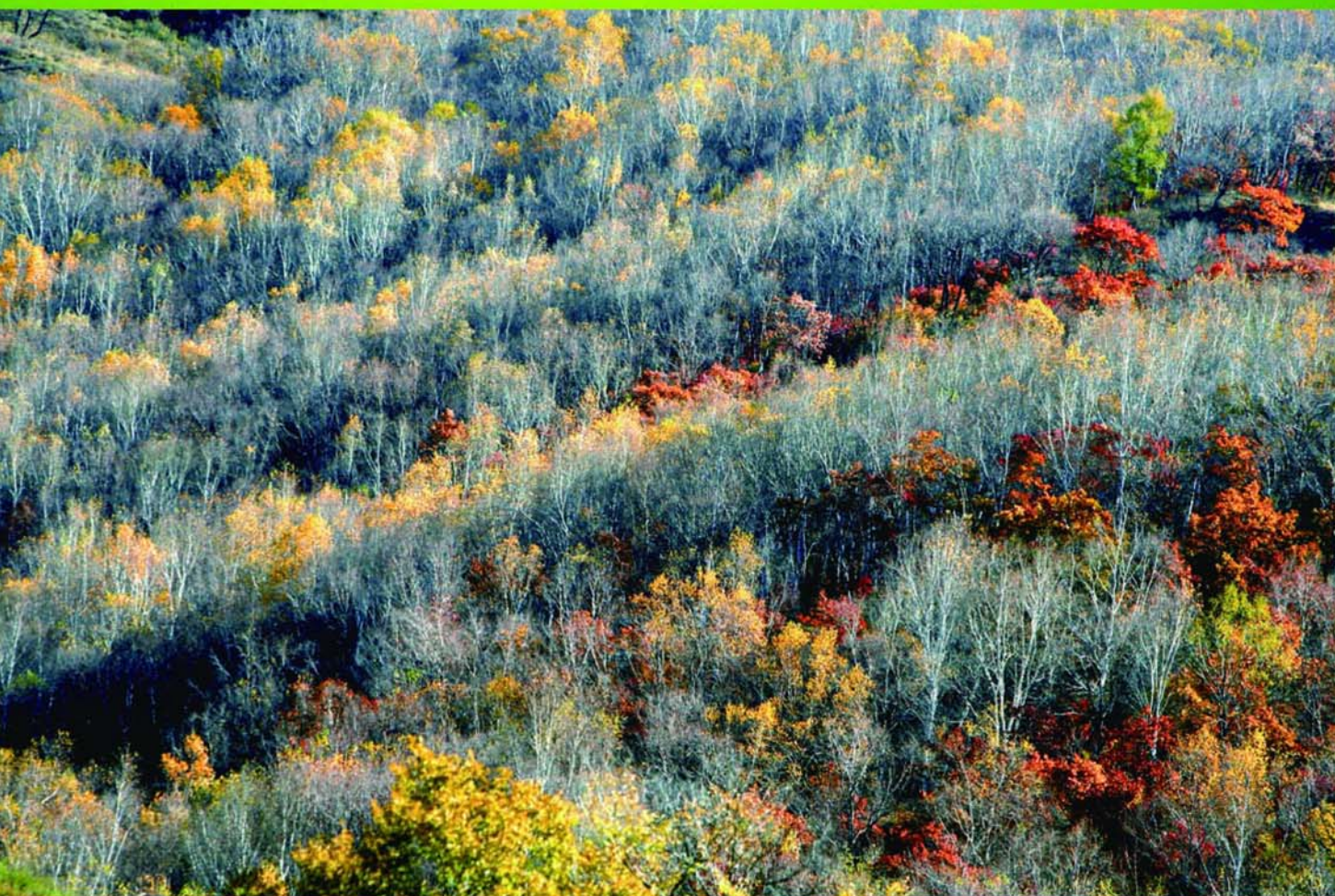


ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

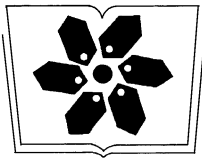
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第16期 Vol.31 No.16 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 16 期

2011 年 8 月 (半月刊)

目次

人工和天然湿地芦苇根际土壤细菌群落结构多样性的比较·····	汪仲琼,王为东,祝贵兵,等 (4489)
不同土壤水分下山杏光合作用光响应过程及其模拟·····	郎莹,张光灿,张征坤,等 (4499)
不同颜色遮阳网遮光对丘陵茶园夏秋茶和春茶产量及主要生化成分的影响·····	秦志敏,付晓青,肖润林,等 (4509)
镉胁迫对烟草叶激素水平、光合特性、荧光特性的影响·····	吴坤,吴中红,邵付菊,等 (4517)
条浒苔和缘管浒苔对镉胁迫的生理响应比较·····	蒋和平,郑青松,朱明,等 (4525)
盐胁迫对拟南芥和盐芥莲座叶芥子油苷含量的影响·····	庞秋颖,陈思学,于涛,等 (4534)
长期双季稻绿肥轮作对水稻产量及稻田土壤有机质的影响·····	高菊生,曹卫东,李冬初,等 (4542)
基于水量平衡下灌区农田系统中氮素迁移及平衡的分析·····	杜军,杨培岭,李云开,等 (4549)
苏北海滨湿地互花米草种子特征及实生苗生长·····	徐伟伟,王国祥,刘金娥,等 (4560)
基于 AnnAGNPS 模型的三峡库区秭归县非点源污染输出评价·····	田耀武,黄志霖,肖文发 (4568)
镉污染对不同生境拟水狼蛛氧化酶和金属硫蛋白应激的影响·····	张征田,庞振凌,夏敏,等 (4579)
印度洋南赤道流区水体叶绿素 a 的分布及粒级结构·····	周亚东,王春生,王小谷,等 (4586)
长江口滩涂围垦后水鸟群落结构的变化——以南汇东滩为例·····	张斌,袁晓,裴恩乐,等 (4599)
应用鱼类完整性指数 (FAII) 评价长江口沿岸碎波带健康状况·····	毛成贵,钟俊生,蒋日进,等 (4609)
基于渔业调查的南极半岛北部水域南极磷虾种群年龄结构分析·····	朱国平,吴强,冯春雷,等 (4620)
水稻模型 ORYZA2000 在湖南双季稻区的验证与适应性评价·····	莫志鸿,冯利平,邹海平,等 (4628)
旱地农田不同耕作系统的能量/碳平衡·····	王小彬,王燕,代快,等 (4638)
宁夏黄灌区稻田冬春休闲期硝态氮淋失量·····	王永生,杨世琦 (4653)
太湖沉积物有机碳与氮的来源·····	倪兆奎,李跃进,王圣瑞,等 (4661)
日偏食对乌鲁木齐空气可培养细菌群落的影响·····	马晶,孙建,张涛,等 (4671)
灰飞虱与褐飞虱种内和种间密度效应比较·····	吕进,曹婷婷,王丽萍,等 (4680)
圈养马来熊行为节律和时间分配的季节变化·····	兰存子,刘振生,王爱善,等 (4689)
塔里木荒漠河岸林干扰状况与林隙特征·····	韩路,王海珍,陈加利,等 (4699)
珍稀植物伯乐树一年生更新幼苗的死亡原因和保育策略·····	乔琦,秦新生,邢福武,等 (4709)
垃圾堆肥复合菌剂对干旱胁迫下草坪植物生理生态特性的影响·····	多立安,王晶晶,赵树兰 (4717)
CLM3.0-DGVM 中植物叶面积指数与气候因子的时空关系·····	邵璞,曾晓东 (4725)
基于生态效率的辽宁省循环经济分析·····	韩瑞玲,佟连军,宋亚楠 (4732)
专论与综述	
土壤食物网中的真菌/细菌比率及测定方法·····	曹志平,李德鹏,韩雪梅 (4741)
生态社区评价指标体系研究进展·····	周传斌,戴欣,王如松,等 (4749)
问题讨论	
不同胁迫条件下化感与非化感水稻 PAL 多基因家族的差异表达·····	方长甸,王清水,余彦,等 (4760)
研究简报	
钦州湾大型底栖动物生态学研究·····	王迪,陈丕茂,马媛 (4768)
人工恢复黄河三角洲湿地土壤碳氮含量变化特征·····	董凯凯,王惠,杨丽原,等 (4778)
基于地统计学丰林自然保护区森林生物量估测及空间格局分析·····	刘晓梅,布仁仓,邓华卫,等 (4783)
晋西黄土区辽东栎、山杨树干液流比较研究·····	隋旭红,张建军,文万荣 (4791)
小兴安岭典型苔草和灌木沼泽 N ₂ O 排放及影响因子·····	石兰英,牟长城,田新民,等 (4799)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-08



封面图说:在长白山麓低海拔地区的晚秋季节,成片的白桦林用无数根白色的树干、树枝烘托着林冠上跳动的金黄色叶片,共生的柞木树冠用更浓重的颜色显示了它的存在,整个山梁层林尽染,秋意浓浓。

彩图提供:陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

马晶,孙建,张涛,曾军,林青,邓丽娟,娄恺. 日偏食对乌鲁木齐空气可培养细菌群落的影响. 生态学报, 2011, 31 (16): 4671-4679.

Ma J, Sun J, Zhang T, Zeng J, Lin Q, Deng L J, Lou K. Effect of partial solar eclipse on airborne culturable bacterial community in Urumqi. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31 (16): 4671-4679.

日偏食对乌鲁木齐空气可培养细菌群落的影响

马 晶^{1,2}, 孙 建², 张 涛², 曾 军², 林 青¹, 邓丽娟², 娄 恺^{2,*}

(1. 新疆大学生命科学与技术学院, 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆特殊环境微生物实验室, 乌鲁木齐 830091)

摘要:利用自然沉降法采集 2009 年 7 月 19 日至 24 日日偏食前后乌鲁木齐空气微生物,以可培养法分析日偏食对其细菌群落组成的影响。结果如下:(1)细菌数量和种类均随日偏食临近而增多,当天达到峰值,随后减少。(2)所获 81 株细菌经测序及系统发育分析将其归为 4 个门,分别为放线菌门(Actinobacteria)、厚壁菌门(Firmicutes)、变形菌门(Proteobacteria)和拟杆菌门(Bacteroidetes),其中放线菌门为优势类群,占细菌总数的 54%。(3)不同采样时间细菌群落组成的聚类分析显示,日偏食发生前 1d(21 日)和当天(22 日)空气细菌组成较为相似聚为一类,其余日期的聚为一类。(4)典型相关分析(Canonical Correlation Analysis, CCA)发现,放线菌门中菌株与绝大多数大气环境因子呈正相关性;变形菌门和厚壁菌门与大多数大气环境因子呈正相关性;而拟杆菌门中的菌株只与温度、风速和太阳风速度呈正相关。结果表明,日偏食会增加乌鲁木齐空气可培养细菌的数量和种类。

关键词:日偏食;空气微生物;可培养法

Effect of partial solar eclipse on airborne culturable bacterial community in Urumqi

MA Jing^{1,2}, SUN Jian², ZHANG Tao², ZENG Jun², LIN Qing¹, DENG Lijuan², LOU Kai^{2,*}

1 College of Life Science and Technology of Xinjiang University, Urumqi 830046, China

2 XinJiang Laboratory of Special Environmental Microbiology, Urumqi 830091, China

Abstract: Partial solar eclipse is one kind of astronomical phenomenon. The studies of partial solar eclipse have been extensively explored, but most of them focused on geomagnetic field in low latitude, partial solar eclipse observation, Ne-spectrum assay during solar eclipse, sporadic-E, effects on ionosphere, and variation of atmosphere and so on. Biological effects induced by solar eclipse are mainly observed in some animals' behavior changes, like fish and birds, and physiological changes occurring at cotton and sea phytoplankton. While scientific understanding of partial solar eclipse is particularly weak for microbiology, and reports on this field were barely found out. Solar eclipse occurring on July 22nd 2009 lasted for six minutes and was recorded and expected as the longest one in China from 1814 AD to 2309 AD. The eclipse was formed an about 250 km width strip, and the most population was covered in Chinese territory. The partial solar eclipse observed in Xinjiang was about 68% of the total solar area. Parameters of meteorology and space weather measured by weather bureau of Xinjiang and center for space environment research and forecast (CSERF) showed that air pressure, humidity and UV index fell down to various extents, speed of solar wind rose and geomagnetic activity got stronger. In the paper, we used a culture-based method to investigate the effects of partial solar eclipse on airborne bacterial community composition; and tried to find the possible movement rule of airborne microorganisms. Air samples were collected from air of Urumqi from 19th to 24th July in 2009, before and after partial solar eclipse occurring, by gravity sampling method. Total

基金项目:新疆特殊环境微生物重点实验室开放课题(XJYS0203-2008-06)

收稿日期:2010-08-19; 修订日期:2010-12-27

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: loukai02@mail.tsinghua.edu.cn

DNA of all pure cultures were extracted and used as templates for 16S rDNA amplification by PCR with bacteria-specific rDNA primer sets. PCR products were sequenced, blasted and then constructed phylogenetic tree to define their taxonomic affiliations. Through pure culturing and phylogenetic analysis, 81 strains of bacteria were obtained from six days' cultivation and were divided into 4 phyla: Actinobacteria, Firmicutes, Proteobacteria and Bacteroidetes. Actinobacteria was the dominant group that accounted for 54% of total bacteria. Along with the advent of partial solar eclipse, both quantity and diversity of airborne microbes increased gradually, and reached the summit on the day, and then decreased in the following time. Clustering analysis, based on different sampling time and their corresponding bacterial community composition, showed that before the partial solar eclipse (July 21) and the day (July 22) were clustered together and separated from the following days' clusters, which formed a joint cluster. The correlation between air environmental factors and microbes were analyzed by Canonical Correlation Analysis (CCA), and the results indicated that the strains belonging to phyla Actinobacteria Proteobacteria and Firmicutes had the positive correlation with all or most of measured air environmental factors, but strains affiliated to phylum Bacteroidetes were positively related to only three factors (temperature, wind speed and solar wind speed). Those results suggested that the changes of air environmental factors caused by partial solar eclipse had positive effects on the quantity and type of cultivable airborne bacteria in Urumqi.

Key Words: partial solar eclipse; airborne microbe; cultivation method

2009年7月22日发生的日全食在中国境内全食带宽度大约在250km左右,全食时间达6min,是1814年至2309年间我国境内观察持续时间最长、覆盖人口最多的一次^[1]。本次日食在新疆地区观测为日偏食,太阳视面积被遮住了约32%,发生于当日8:21—10:03。

目前日食研究集中于太阳物理学领域,如日冕温度反转^[2]、低纬地磁场^[3]、日偏食观测^[4]等。对日食期间Ne发射光谱^[5]、银层(Es-layer)^[6]、电离层影响^[7]及气象变化^[8-10]等也有报道。日食的生物学效应主要体现在鱼类^[11]、猩猩^[12]、狒狒^[13]、鸟类、马及蜜蜂等动物^[14]的行为变化,以及棉花^[15]、谷物^[16]及海洋浮游植物等的生理变化,但对微生物研究较少,国内未见相关报道。1980年2月16日印度加尔各达市发生日食,发现对紫外敏感的两株大肠杆菌因太阳辐射致死数量多于平日^[17],而孟加拉邦两个池塘中各种细菌数量均减少^[18]。1995年10月24日,印度马哈拉施特拉和北方邦地区的空气细菌和真菌在日食前后均较多,而在日食阶段数量较少^[19]。

空气微生物是生态系统重要的生物组成部分,与空气污染、环境质量和人体健康密切相关^[20]。由于日偏食期间地磁场发生变化^[3],气温、紫外指数降低^[10],以致空气中的微生物种类和数量也可能会受到影响而增多或减少^[20]。因此本文利用可培养方法探讨了日偏食前后乌鲁木齐空气可培养细菌群落组成的变化,以揭示日偏食期间空气微生物的活动规律,为日食的微生物学研究提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 样品采集

2009年7月19日至7月24日每天9:00—9:30于新疆农业科学院微生物研究所实验室楼顶(42°07'47"N, 88°55'13"E,距地面10m左右)利用自然沉降法采集样品。将含有R2A琼脂培养基的平板暴露于空气中30min,平行采集3个平板。温度、湿度等气象指标由新疆气象局气象信息中心提供。空间天气指标取自中国科学院空间环境研究预报中心。

1.1.2 主要仪器和试剂

PCR引物、PCR操作试剂和酶均购自上海生物工程公司,PCR仪为Eppendorf AG 22331 Hamburg;凝胶成像系统GK-330C购自美国联合生物科技有限公司,紫外仪(#3414F,美国光谱技术公司)

R2A培养基:

酵母膏 0.5g, 酸水解酪蛋白 0.5g, 胨间质蛋白 0.5g, 葡萄糖 0.5g, 可溶性淀粉 0.5g, 丙酮酸钠 0.3g, 磷酸氢二钾 0.3g, 硫酸镁 0.05g, 琼脂 15g, 去离子水 1L, pH7.2, 115℃ 灭菌 20min。

1.2 方法

1.2.1 菌株分离

平板样品于 28℃ 培养箱中培养 48—72h, 待菌落长出后, 计算每块平板中菌落总数, 取其平均值。根据菌落大小、形态、颜色进行初步筛选, 划线法纯化分离到的细菌(含放线菌), 制作斜面于 4℃ 保藏。

1.2.2 细菌基因组 DNA 的提取及 16S rDNA 基因的扩增

挑取已纯化的细菌单菌落提取总 DNA^[21]。采用细菌通用引物(正向引物 27F: 5'-AGAGT TTGATCMTGGCTCAG-3', 反向引物 1492R: 5'-TACGGHTACCTTGTACGACTT-3')扩增 16S rDNA 基因。引物由上海生物工程技术服务公司合成。扩增片段长度为 1.5kb, PCR 扩增体系体积为 50μL, 包括引物(10μmol/L)1μL, DNA 模板 1μL, Taq E(5U/μL)0.2μL, PreMix 25μL, 剩余体积用无菌 ddH₂O 补足。阴性对照用无菌 ddH₂O 代替 DNA 模板。PCR 反应条件为 95℃, 4min; 94℃, 30s; 55℃, 40s; 72℃, 1.5min; 35 个循环, 72℃, 7min。1% 琼脂糖凝胶电泳检测 PCR 产物。

1.2.3 16S rDNA 基因测序和系统发育分析

扩增产物由上海生物工程技术服务公司进行测序。根据测序结果, 用 BLAST 搜索程序从 GeneBank 数据库中调出相似性较高的相关菌株 16S rDNA 基因序列, 经 Clustal X 多序列比对, 系统进化矩阵根据 Kimura 模型估算, 用 MEGA4.0 软件采用邻接法(Neighbor-joining)聚类分析, 并构建出系统进化树。序列提交至 GeneBank, 登录号为 GU933485—GU933623。

1.2.4 细菌群落多样性分析

$$\text{Shannon-Wiener 多样性指数}(H')^{[22]} \quad H' = - \sum P_i \ln P_i, P_i = n_i/N \quad (1)$$

式中, P_i 为第 i 种的多度比例, n_i 为第 i 个分类单元的菌株数, N 为所有菌株数总和。

$$\text{Gini 指数}(D)^{[23]} \quad D = 1 - \sum P_i^2 \quad (2)$$

$$\text{均匀度指数}(E)^{[22]} \quad E = - \sum P_i \ln P_i / \ln S \quad (3)$$

式中, S 为菌株总数。

1.2.5 细菌群落结构相似性分析

对不同采样时间的细菌群落进行聚类分析。在属级单元进行计算, 用“0, 1”代表不同采样时间物种的有无, 按欧几里德距离平方和, 用最大距离法聚类。计算日偏食前后与当天菌株间的相似性, 即 Sorenson 相似性系数(C_s)^[23]:

$$C_s = 2C/(A+B) \quad (4)$$

式中, C 为共有菌株的定量值, A 、 B 分别为第 i 天的菌株的定量值。

1.2.6 数据分析

数据分析用 SPSS 软件包程序(13.0 版)。利用典型相关分析(CCA)研究大气环境因子和菌株间相关性, 不同采样时间菌株数量关系之间的差异采用 LSD 多重比较进行方差分析(one-way ANOVA)。不具备相同字母表示在 $P < 0.05$ 水平上显著; 数据表示方法为 mean ± SD。mean 表示平均值, SD 表示标准差。

2 结果

2.1 日偏食前后空间天气和乌鲁木齐气象指标的变化

日偏食发生当天, 乌鲁木齐的气压、湿度和紫外指数均有所下降(表 1), 太阳风速度上升, 地磁活动很强。日偏食过后 1d, 平均风速、日照、温度均达到最低值, 太阳风速度达到最大。

2.2 日偏食前后乌鲁木齐空气可培养细菌的数量种类变化

日偏食前后连续采集的空气样品, 根据菌落在平板上的颜色、大小和形态去重复后, 共分离到 81 株细菌。

细菌数量和种类在日偏食发生前 3d 均不断增加,当天达到最高值,日偏食过后 2d,随之减少(表 2),日偏食当天菌株数量与其它几天差异显著($P<0.05$)。

表 1 日偏食前后乌鲁木齐气象和空间天气指标
Table 1 parameters of meteorologic and space weather before and after partial solar eclipse in Urumqi

项目 Item	样品编号 Sample code					
	7 月 19 日 July 19	7 月 20 日 July 20	7 月 21 日 July 21	7 月 22 日 July 22	7 月 23 日 July 23	7 月 24 日 July 24
气压 Pressure (0.1hPa)	9019.5	9065.5	9054.5	9024.5	9047.5	9049.5
温度 Temperature (0.1℃)	222.0	207.5	240.0	258.0	207.5	218.0
湿度 Humidity (1%)	44	47	36.5	27	38	28.5
2min 平均风速的风向(°) vane of mean wind speed at 2 minutes	230.5	119	217	198	170.5	54.5
2min 平均风速 Wind velocity (0.1 m/s)	33.5	14.5	15.5	18	13	18.5
日照 Sunlight (1h)	10	10	10	10	9	10
总辐射 Overall radiation (0.01MJ/m ²)	288	289.5	292.5	287.5	194	285
紫外指数 UV index (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	3.2	3.3	3.2	1.9	1.1	1.8
太阳风速度 solar wind speed (km/s)	280	350	320	450	550	350
太阳活动水平 the level of solar activity	--	--	—	—	—	—
地磁活动水平 the level of geomagnetic activity	+	+	+	++	+	+

“—”代表太阳活动水平低,“--”代表太阳活动水平极低;“+”代表地磁活动水平平静,“++”代表地磁活动水平很强

2.3 乌鲁木齐空气可培养细菌的系统发育分析

所获 81 株细菌归为 4 个门,34 个属,其中 44 株属于放线菌门(Actinobacteria)(图 1),18 株属于厚壁菌门(Firmicutes),其余分属于变形菌门(Proteobacteria)及拟杆菌门(Bacteroidetes)(图 2)。其中放线菌门为优势类群,占细菌总数的 54%。

2.4 日偏食前后乌鲁木齐空气细菌群落多样性和相似性分析

日偏食发生前 3d 空气细菌多样性、均匀度均逐渐增加,随后减少(表 3)。日偏食前 1d 空气细菌群落组成与发生当天最为相似,其余几天同当天比较群落相似性较低(表 3)。

表 2 日偏食前后乌鲁木齐空气可培养细菌的数量及种类
Table 2 The quantity and type of airborne culturable bacteria before and after partial solar eclipse

样品编号 Sample code	细菌数量 No. of strains (CFU/m ³) Mean ± SD	细菌种类 Type of strains
7 月 19 日 July 19	4290.00 ± 226.67c	5
7 月 20 日 July 20	4706.00 ± 429.59c	10
7 月 21 日 July 21	6040.67 ± 840.62b	20
7 月 22 日 July 22	6855.33 ± 182.62a	23
7 月 23 日 July 23	6474.00 ± 393.45a	14
7 月 24 日 July 24	4524.00 ± 93.44c	9

表 3 日偏食前后乌鲁木齐空气可培养细菌群落多样性指数和相似性系数
Table 3 index of diversity and similarity of airborne culturable bacterial community before and after partial solar eclipse in Urumqi

样品编号 Sample code	多样性指数 Shannon-Wiener index (<i>H</i>)	基尼指数 Gini index (<i>D</i>)	均匀度指数 Evenness index (<i>E</i>)	相似性系数 Sorenson index (<i>C_s</i>)
7 月 19 日 July 19	1.0398	0.4974	0.6461	0.25
7 月 20 日 July 20	1.6322	0.7202	0.7089	0.25
7 月 21 日 July 21	2.9957	0.9500	0.9999	0.46
7 月 22 日 July 22	2.3093	0.8222	0.7365	—
7 月 23 日 July 23	2.6391	0.9286	1.0000	0.27
7 月 24 日 July 24	2.1972	0.8889	0.9999	0.27

为了比较不同采样时间空气细菌群落组成的差异,聚类结果显示日偏食发生前 1d 和当天空气细菌组成聚为一类,其余聚为一类(图 3)。

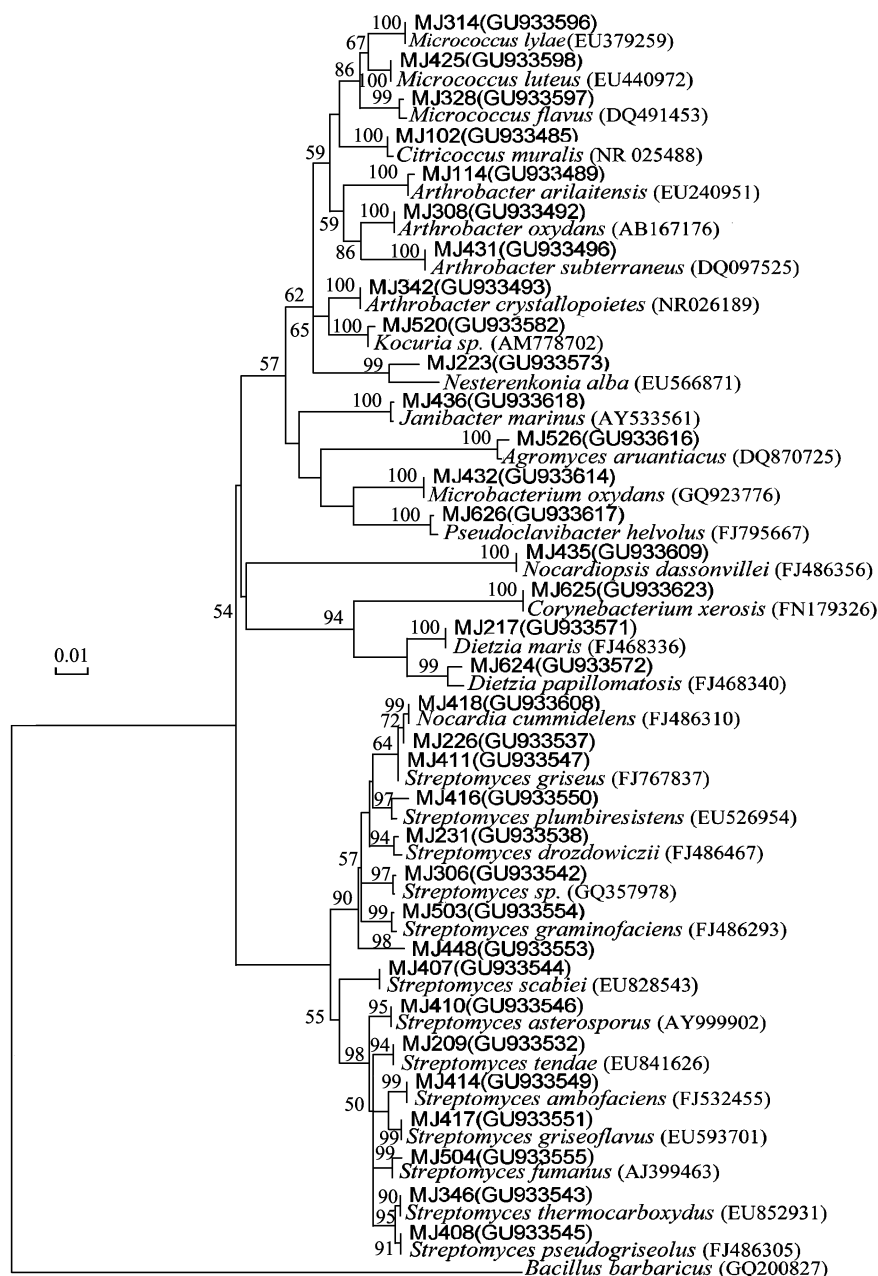


图1 乌鲁木齐空气放线菌门系统发育树

Fig. 1 Phylogenetic dendrogram of Actinobacteria bacteria of air in Urumqi, sequences with $\geq 97\%$ similarity

利用邻接法构建基于 16S rDNA 基因序列的系统发育树;分支点上数字代表靴带值(1000 次重复,仅显示大于 50% 的数值);“MJ”代表菌株编号,括号内表示序列登录号. *Bacillus barbaricus* (GQ200827) 作为外群菌株

2.5 大气环境因子对日偏食前后空气细菌群落的影响

将细菌群落与环境因子进行典型相关分析,结果如图 4 所示,有 4 门(放线菌门、变形菌门、厚壁菌门和拟杆菌门)6 属(*Exiguobacterium*、*Citricoccus*、*Nesterenkonia*、支动菌属(*Mycoplana*)、*Bacterium*、*Maris*)细菌与气压呈正相关。有 2 门(放线菌门和拟杆菌门)4 属(金黄杆菌属(*Chryseobacterium*)、*Janibacter*、微杆菌属(*Microbacterium*)、诺卡氏菌属(*Nocardia*))细菌与温度呈正相关。有 1 门(放线菌门)1 属(链霉菌属(*Streptomyces*))细菌与风向呈正相关。有 2 门(放线菌门和变形菌门)2 属(鞘脂单胞菌属(*Sphingomonas*)、微球菌属(*Micrococcus*))细菌与风速呈正相关。有 4 门(拟杆菌门、放线菌门、厚壁菌门、变形菌门)5 属

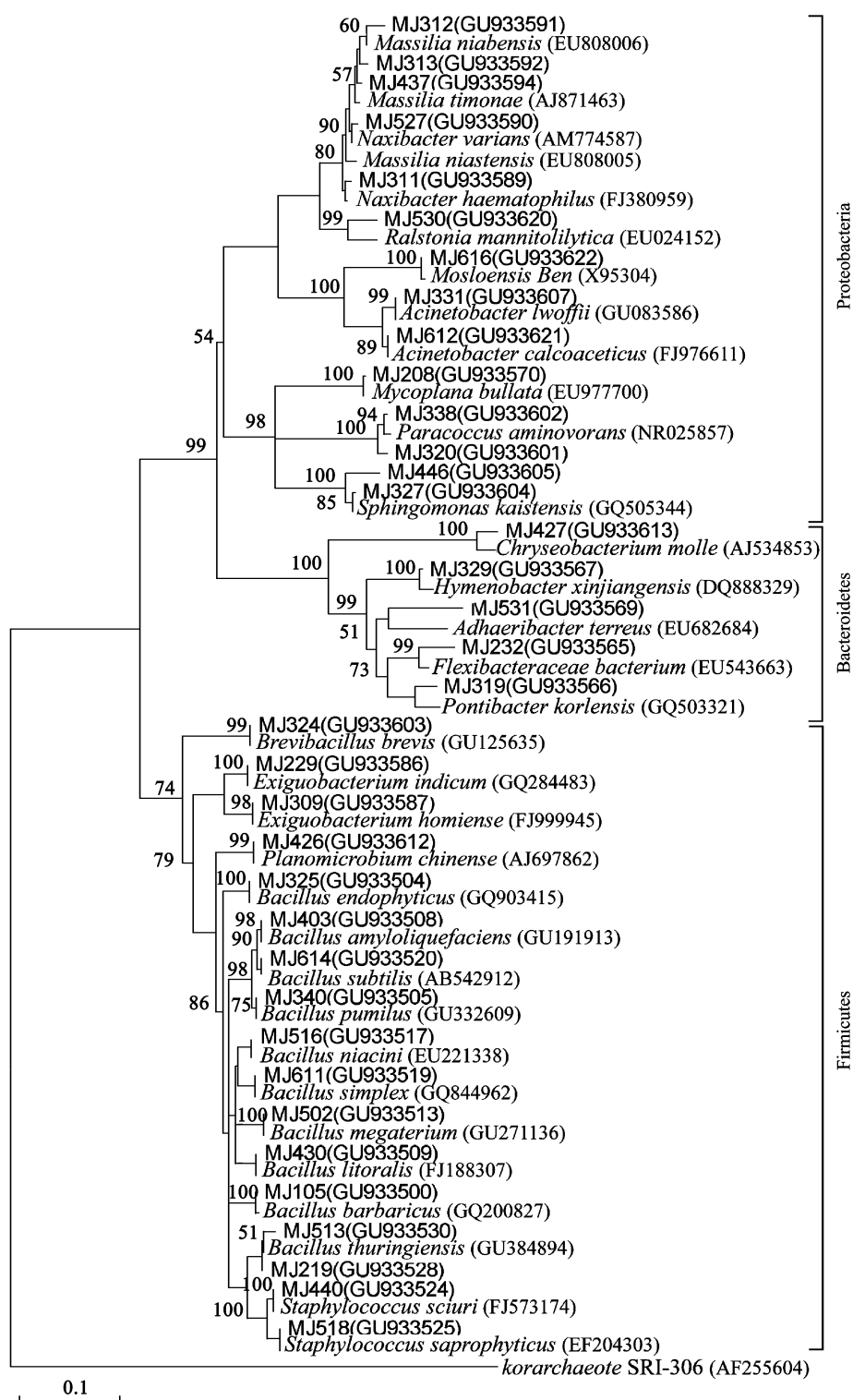


图2 乌鲁木齐空气变形菌门、拟杆菌门和厚壁菌门系统发育树

Fig. 2 Phylogenetic dendrogram of Proteobacteria, Bacteroidetes and Firmicutes bacteria of air in Urumqi. *Korarchaeote* SRI-306 (AF255604) was used as outgroup

(*Hymenobacter*、*Pontibacter*、节杆菌属(*Arthrobacter*)、*Brevibacillus*、副球菌属(*Paracoccus*))细菌与总辐射呈正相关。有1门(厚壁菌门)1属(芽孢杆菌属(*Bacillus*))细菌与紫外指数呈正相关。有3门(变形菌门、拟杆菌门、放线菌门)6属(*Naxibacter*、*Adhaeribacter*、*Kocuria*、*Agromyces*、*Brachybacterium*、青枯菌属(*Ralstonia*))细菌与

太阳风速度呈正相关。有 1 门(厚壁菌门)1 属(葡萄球菌属(*Staphylococcus*))细菌与太阳活动水平呈正相关。有 2 门(变形菌门、放线菌门)6 属(不动杆菌属(*Acinetobacter*)、*Nocardiopsis*、*Pseudoclavibacter*、莫拉菌属(*Moraxella*)、棒杆菌属(*Corynebacterium*)、*Dietzia*)细菌与地磁活动水平呈正相关。

2.6 日偏食前后空气细菌群落结构变化特征

仅在日偏食当天出现的菌属有:*Nocardia*、*Microbacterium*、*Janibacter*、*Planomicrobium*、*Chryseobacterium*, 这些属与地磁活动水平正相关(图 4);在日偏食前后出现,日偏食当天没有的属有:*Naxibacter*、*Acinetobacter*, 分别与太阳风速度和温度呈正相关(图 4);*Streptomyces* 及 *Bacillus* 在日偏食前、中、后均存在且为优势菌属。

3 讨论

日食对其发生地域的气象有影响。2006 年 3 月 29 日,尼日利亚西南部伊巴丹市的太阳辐射、大气温度受日食影响显著,风速在日食初亏阶段达到最大^[9];Pleijel 等人发现土耳其发生日食期间温度降低 5℃,随后又上升 4.3℃,大气压力变化不大^[10]。本次研究的日偏食期间,由于太阳视面积被遮住了约 32%,因而导致紫外指数、总辐射值在日偏食当天有所降低,这与 Fernandez 等人的结果一致^[8]。

空气温度、湿度及风速与大气细菌浓度正相关^[20,26],太阳辐射对部分空气微生物有致死作用^[25,28]。本次乌鲁木齐日偏食当天,紫外指数下降,有利于微生物生存,因此细菌数量增多,而 1995 年 10 月 24 日印度日食当天空气微生物数量减少,这与当地温度和风速等气象条件有关^[19]。

聚类分析及相似性数据均显示日偏食发生前 1d 和当天空气细菌组成聚为一类,其余几天可聚为一类,原因为日偏食前 2—3d 各种大气环境因子变化较小(表 1),空气细菌群落组成受其影响小,而日偏食前 1d 及当天,地磁活动水平等空间天气变化幅度大,引起细菌群落改变。

空气优势细菌属为 *Staphylococcus*、*Micrococcus* 和 *Pseudomonas* 等^[24],日偏食前后乌鲁木齐空气细菌以放线菌门(*Actinobacteria*)为主(54%),结果与其相似。*Nocardia* 等部分种属仅在日偏食当天出现,可能与其适应当时较强地磁环境相关;*Naxibacter* 等仅在日偏食发生前后出现,表明其对温度、紫外指数等大气环境因子变化敏感;而 *Bacillus* 等空气固有菌属^[28]在日偏食当天

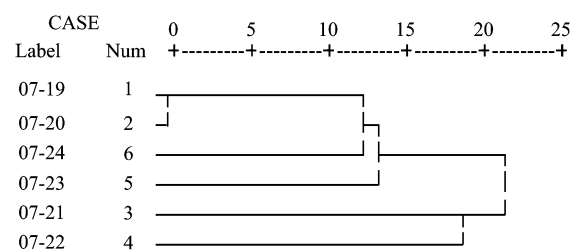


图 3 日偏食发生前后乌鲁木齐空气细菌聚类分析结果

Fig. 3 Classify analyses of airborne bacteria before and after partial solar eclipse in Urumqi

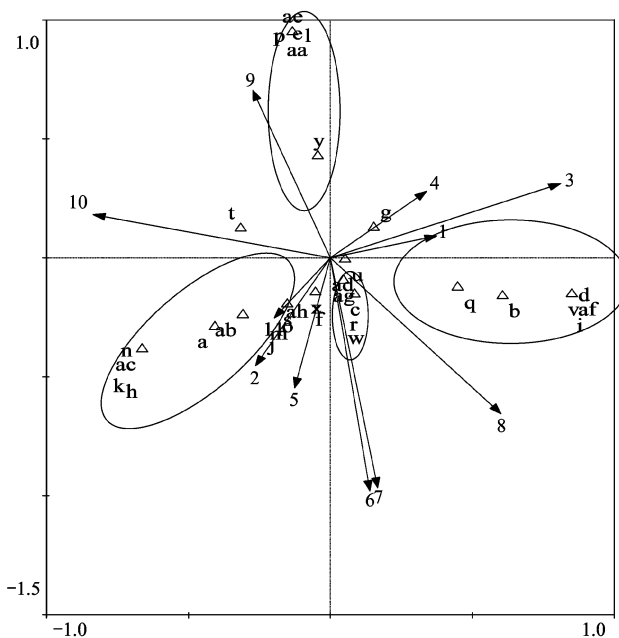


图 4 日偏食前后空气细菌和大气环境因子关系

Fig. 4 Correlation of airborne bacteria and environment factor before and after partial solar eclipse

H:多样性指数;1:气压(0.1hPa);2:温度(0.1℃);3:相对湿度(1%);4:2min 平均风速的风向(度);5:2min 平均风速(0.1 m/s);6:日照(1h);7:总辐射(0.01 MJ/m²);8:紫外指数(μmol·m⁻²·s⁻¹);9:太阳风速度(km/s);10:太阳活动水平;11:地磁活动水平

a. *Nocardiopsis*; b. *Citricoccus*; c. *Arthrobacter*; d. *Nesterenkonia*; e. *Kocuria*; f. *Micrococcus*; g. *Streptomyces*; h. *Dietzia*; i. *Maris*; j. *Nocardia*; k. *Corynebacterium*; l. *Agromyces*; m. *Microbacterium*; n. *Pseudoclavibacter*; o. *Janibacter*; p. *Brachyabacterium*; q. *Exiguobacterium*; r. *Brevibacillus*; s. *Planomicrobium*; t. *Staphylococcus*; u. *Bacillus*; v. *Mycoplana*; w. *Paracoccus*; x. *Sphingomonas*; y. *Naxibacter*; z. *Massilia*; aa. *Ralstonia*; ab. *Acinetobacter*; ac. *Moraxella*; ad. *Hymenobacter*; ae. *Adhaeribacter*; af. *Bacterium*; ag. *Pontibacter*; ah. *Chryseobacterium*

及前后均存在,可以认为日偏食对其无影响。

References:

- [1] Sun Z F. Solar eclipse 2009. *Newton*, 2009, (7): 4-7.
- [2] Hu Z W. Total Solar Eclipse: Observation and research of solar corona. *Chinese Journal of Nature*, 2009, 31(5): 258-261.
- [3] Zhang Y Z, Kang G F, Wang Z C. The effect of partial solar eclipse on geomagnetic field in low latitude. *Seismological and Geomagnetic Observation and Research*, 1997, 18(2): 60-63.
- [4] Li W B, Li Q Y, Dun J P, Zhao S Q. Optical observation of the partial solar eclipse at Kunming on March 9, 1997. *Publications of the Yunnan Observatory*, 1997, (4): 91-96.
- [5] Xu H, Li C, Zhang X L, Yang C Z, Yang J, Chen G. Influence of eclipse effects on the Ne spectrum intensity. *Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory*, 2002, 19(3): 400-402.
- [6] Chen G, Zhao Z, Zhou C, Yang G, Zhang Y. Solar eclipse effects of 22 July 2009 on Sporadic-E. *Annales Geophysicae*, 2009, 28(2): 353-357.
- [7] Wu X B, Xu J S, Ma S Y, Tian M. Tomographic study of ionospheric effects associated with a solar eclipse. *Chinese Journal of Geophysics*, 2002, 45(S1): 16-23.
- [8] Fernández W, Hidalgo H, Coronel G, Morales E. Changes in meteorological variables in Coronel Oviedo, Paraguay, during the total solar eclipse of 3 November 1994. *Earth, Moon, and Planets*, 1996, 74(1): 49-59.
- [9] Nymphas E F, Adeniyi M O, Ayoola M A, Oladiran E O. Micrometeorological measurements in Nigeria during the total solar eclipse of 29 March, 2006. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 2009, 71(12): 1245-1253.
- [10] Hakan P. Observations of temperature and air humidity during the total solar eclipse 29 March 2006 at side, Turkey. *Meteorologische Zeitschrift*, 2009, 18(1): 107-109.
- [11] Jennings S, Bustamante R H, Collins K, Mallinson J. Reef fish behaviour during a total solar eclipse at Pinta Island, Galápagos. *Journal of Fish Biology*, 1998, 53(3): 683-686.
- [12] Branch E J, Gust D A. Effect of solar eclipse on the behavior of a captive group of chimpanzees (*Pan troglodytes*). *American Journal of Primatology*, 1986, 11(4): 367-373.
- [13] Gil-Burmann C, Beltrami M. Effect of solar eclipse on the behavior of a captive group of hamadryas baboons (*Papio hamadryas*). *Zoo Biology*, 2003, 22(3): 299-303.
- [14] Özbey O, Aysöndü M H, Özer H, Simsek Ü G. The effects of a solar eclipse on animals behavior. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 2004, 28(1): 55-61.
- [15] Mauder M, Desjardins R L, Oncley S P, Macpherson I. Atmospheric response to a partial solar eclipse over a cotton field in central California. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 2007, 46(1): 1792-1803.
- [16] Economou G, Christou E D, Giannakourou A, Gerasopoulos E, Georgopoulos D, Kotoulas V, Lyra D, Tsakalis N, Tziortzou M, Vahamidis P, Papathanassiou E, Karamanos A. Eclipse effects on field crops and marine zooplankton: the 29 March 2006 total solar eclipse. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2008, 8(16): 4665-4676.
- [17] Banerjee S K, Chatterjee S N. Killing of bacteria during solar eclipse and its biological implications. *Radiation and Environmental Biophysics*, 1983, 22(3): 235-238.
- [18] Jana B B, De U K, Patel G N. Estimates of the population size of certain groups of bacteria in two water bodies during the solar eclipse. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 1981, 9(5): 593-598.
- [19] Deshpande J, Gangawane L V. Microorganisms collected during a solar eclipse in India. *Aerobiologia*, 1997, 13(4): 289-294.
- [20] Raisi L, Lazaridis M, Katsivela E. Relationship between airborne microbial and particulate matter concentrations in the ambient air at a mediterranean site. *Global Nest Journal*, 2010, 12(1): 84-91.
- [21] Liu M, Xie L B, Yue C Y. The research of the methods of the staphylococcus aureus' DNA extraction. *Journal of Practical Training of Medicine*, 2007, 35(2): 123-125.
- [22] Li L B, Liu M, Yang S Z, Liu L, Miu K, Yang K, Han J G. Cultivable microbial diversity at the rhizosphere of *Phyllostachys pubescens*. *Acta Microbiologica Sinica*, 2008, 48(6): 772-779.
- [23] Bai W J, Jiao J Y. Analyses on diversity of primary natural restoration vegetation communities in abandoned croplands in the hilly-gulled region of the Loess plateau. *Research of Soil and Water Conservation*. 2006, 13(3): 140-142, 145-145.
- [24] Ling Q. Recent advance and prospect for the air microbiology. *Journal of Anhui Institute of Architecture and Industry: Natural Science*, 2009, 17

(1): 75-79.

- [25] Hu Q X, Che F X, Ye B Y. Effect of solar radiation on bacterial particles in atmosphere. *Chinese Journal of Disinfection*, 1993, 10(2): 65-65.
- [26] Harrison R M, Jones A M, Biggins P D E, Pomeroy N, Cox C S, Kidd S P, Hobman J L, Brown N L, Beswick A. Climate factors influencing bacterial count in background air samples. *International Journal of Biometeorology*, 2005, 49(3): 167-178.
- [27] Tong Y Y, Lighthart B. Effect of simulated solar radiation on mixed outdoor atmospheric bacterial populations. *Microbiology Ecology*, 1998, 26(4): 311-316.
- [28] Chen Y P, Cui Y, Dong J G. Variation of airborne bacteria and fungi at Emperor Qin's Terra-Cotta Museum, Xi'an, China, during the "Oct. 1" Gold Week Period in 2006. *Environmental Science and Pollution Research*, 2010, 17(2): 478-485.

参考文献:

- [1] 孙正凡. 2009 日全食. *科学世界*, 2009, (7): 4-7.
- [2] 胡中为. 日全食——日冕的观察研究. *自然杂志*, 2009, 31(5): 258-261.
- [3] 张永忠, 康国发, 王志成. 日偏食对低纬地磁场的影响. *地震地磁观测与研究*, 1997, 18(2): 60-63.
- [4] 李维宝, 李琼英, 敦金萍, 赵世清. 1997 年 3 月 9 日昆明日偏食的光学观测. *云南天文台台刊*, 1997, (4): 91-96.
- [5] 徐慧, 李聪, 张晓力, 杨灿珠, 杨军, 陈刚. 日食对 Ne 发射光谱强度的影响. *光谱实验室*, 2002, 19(3): 400-402.
- [7] 吴雄斌, 徐继生, 马淑英, 田茂. 一次日食电离层效应的 CT 初步研究. *地球物理学报*, 2002, 45(S1): 16-23.
- [21] 刘敏, 谢利波, 乐超银. 金黄色葡萄球菌 DNA 提取方法的研究. *实用医学进修杂志*, 2007, 35(2): 123-125.
- [22] 李潞滨, 刘敏, 杨淑贞, 刘亮, 缪崑, 杨凯, 韩继刚. 毛竹根际可培养微生物种群多样性分析. *微生物学报*, 2008, 48(6): 772-779.
- [23] 白文娟, 焦菊英. 黄土丘陵沟壑区退耕地主要自然恢复植物群落的多样性分析. *水土保持研究*, 2006, 13(3): 140-142, 145-145.
- [24] 凌琪. 空气微生物学研究现状与展望. *安徽建筑工业学院学报: 自然科学版*, 2009, 17(1): 75-79.
- [25] 胡庆轩, 车凤翔, 叶斌严. 日光辐射对大气中细菌粒子的影响. *中国消毒学杂志*, 1993, 10(2): 65-65.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.31 ,No. 16 August ,2011 (Semimonthly)

CONTENTS

A comparative study on the diversity of rhizospheric bacteria community structure in constructed wetland and natural wetland with reed domination	WANG Zhongqiong, WANG Weidong, ZHU Guibing, et al (4489)
Light response of photosynthesis and its simulation in leaves of <i>Prunus sibirica</i> L. under different soil water conditions	LANG Ying, ZHANG Guangcan, ZHANG Zhengkun, et al (4499)
Effects of colour shading on the yield and main biochemical components of summer-autumn tea and spring tea in a hilly tea field	QIN Zhimin, FU Xiaoqing, XIAO Runlin, et al (4509)
Effects of cadmium on the contents of phytohormones, photosynthetic performance and fluorescent characteristics in tobacco leaves	WU Kun, WU Zhonghong, TAI Fujun, et al (4517)
Comparative physiological responses of cadmium stress on <i>Enteromorpha clathrata</i> and <i>Enteromorpha linza</i>	JIANG Heping, ZHENG Qingsong, ZHU Ming, et al (4525)
Effects of salt stress on glucosinolate contents in <i>Arabidopsis thaliana</i> and <i>Thellungiella halophila</i> rosette leaves	PANG Qiuying, CHEN Sixue, YU Tao, et al (4534)
Effects of long-term double-rice and green manure rotation on rice yield and soil organic matter in paddy field	GAO Jusheng, CAO Weidong, LI Dongchu, et al (4542)
Nitrogen balance in the farmland system based on water balance in Hetao irrigation district, Inner Mongolia	DU Jun, YANG Peiling, LI Yunkai, et al (4549)
Seed characteristics and seedling growth of <i>Spartina alterniflora</i> on coastal wetland of North Jiangsu	XU Weiwei, WANG Guoxiang, LIU Jin'e, et al (4560)
Assessment of non-point source pollution export from Zigui county in the Three Gorges Reservoir area using the AnnAGNPS model	TIAN Yaowu, HUANG Zhilin, XIAO Wenfa (4568)
Effects of Cadmium pollution on oxidative stress and metallothionein content in <i>Pirata subpiraticus</i> (Araneae: Lycosidae) in different habitats	ZHANG Zhengtian, PANG Zhenling, XIA Min, et al (4579)
The distribution of size-fractionated chlorophyll a in the Indian Ocean South Equatorial Current	ZHOU Yadong, WANG Chunsheng, WANG Xiaogu, et al (4586)
Change of waterbird community structure after the intertidal mudflat reclamation in the Yangtze River Mouth: a case study of NanHui Dongtan area	ZHANG Bin, YUAN Xiao, PEI Enle, et al (4599)
Application of fish assemblage integrity index (FAII) in the environment quality assessment of surf zone of Yangtze River estuary	MAO Chengze, ZHONG Junsheng, JIANG Rijin, et al (4609)
Population age structure of Antarctic krill <i>Euphausia superba</i> off the northern Antarctic Peninsula based on fishery survey	ZHU Guoping, WU Qiang, FENG Chunlei, et al (4620)
Validation and adaptability evaluation of rice growth model ORYZA2000 in double cropping rice area of Hunan Province	MO Zhihong, FENG Liping, ZOU Haiping, et al (4628)
Coupled energy and carbon balance analysis under dryland tillage systems	WANG Xiaobin, WANG Yan, DAI Kuai, et al (4638)
The nitrate-nitrogen leaching amount in paddy winter-spring fallow period	WANG Yongsheng, YANG Shiqi (4653)
The sources of organic carbon and nitrogen in sediment of Taihu Lake	NI Zhaoxui, LI Yuejin, WANG Shengrui, et al (4661)
Effect of partial solar eclipse on airborne culturable bacterial community in Urumqi	MA Jing, SUN Jian, ZHANG Tao, et al (4671)
Comparative study on density related intra- and inter-specific effects in <i>Laodelphax striatellus</i> (Fallen) and <i>Nilaparvata lugens</i> (Stål)	LÜ Jin, CAO Tingting, WANG Liping, et al (4680)
Behavior rhythm and seasonal variation of time budget of sun bear (<i>Helarctos malayanus</i>) in captivity	LAN Cunzi, LIU Zhensheng, WANG Aishan, et al (4689)
Disturbance regimes and gaps characteristics of the desert riparian forest at the middle reaches of Tarim River	HAN Lu, WANG Haizhen, CHEN Jiali, et al (4699)
Death causes and conservation strategies of the annual regenerated seedlings of rare plant, <i>Bretschneidera sinensis</i>	QIAO Qi, QIN Xinsong, XING Fuwu, et al (4709)
Effects of municipal compost extracted complex microbial communities on physio-ecological characteristics of turfgrass under drought stress	DUO Lian, WANG Jingjing, ZHAO Shulan (4717)
Spatiotemporal relationship of leaf area index simulated by CLM3.0-DGVM and climatic factors	SHAO Pu, ZENG Xiaodong (4725)
Analysis of circular economy of Liaoning Province based on eco-efficiency	HAN Ruiling, TONG Lianjun, SONG Yanan (4732)
Review and Monograph	
The fungal to bacterial ratio in soil food webs, and its measurement	CAO Zhiping, LI Depeng, HAN Xuemei (4741)
Indicators for evaluating sustainable communities: a review	ZHOU Chuanbin, DAI Xin, WANG Rusong, et al (4749)
Discussion	
Differential expression of <i>PAL</i> multigene family in allelopathic rice and its counterpart exposed to stressful conditions	FANG Changxun, WANG Qingshui, YU Yan, et al (4760)
Scientific Note	
Ecology study on the benthic animals of QinZhou Bay	WANG Di, CHEN Pimao, MA Yuan (4768)
Change characteristics of soil carbon and nitrogen contents in the Yellow River Delta soil after artificial restoration	DONG Kaikai, WANG Hui, YANG Liyuan, et al (4778)
Estimation and spatial pattern analysis of forest biomass in Fenglin Nature Reserve based on Geostatistics	LIU Xiaomei, BU Rencang, DENG Huawei, et al (4783)
Study on sap flow in forest of <i>Quercus liaotungensis</i> and <i>Populus davidiana</i> by using the TDP method	SUI Xuhong, ZHANG Jianjun, WEN Wanrong (4791)
N ₂ O Emission and its driving factors from typical marsh and shrub swamp in Xiaoxing'an Mountains, Northeast China	SHI Lanying, MU Changcheng, TIAN Xinmin, et al (4799)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 16 期 (2011 年 8 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 16 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元