

文章编号: 1674-7054(2012)04-0372-03

蜈蚣蕨孢子萌发对光照和温度的响应

张光飞¹ 苏文华¹ 周 睿¹ 郭晓荣¹ 封萍萍¹ 翟书华²

(1. 云南大学 生态学与地植物学研究所, 云南 昆明 650091; 2. 昆明学院 生命科学与技术系, 云南 昆明 650031)

摘 要: 用组织培养法和光学显微镜技术初步研究了蜈蚣蕨孢子萌发对光照和温度的响应。结果表明, 蜈蚣蕨孢子是需光孢子, 具有明显的光休眠现象; 光照是影响孢子萌发的主要环境因子, 25 ℃环境下, 光照 14 h · d 的孢子萌发率达(85.4 ± 3.1)%; 孢子在同温度下黑暗培养 49 d 不能萌发, 照光后, 萌发率可达(81.4 ± 5.6)%; 孢子在光下萌发的最适温度为 19.41 ~ 30.41 ℃, 3 ~ 5 d 开始萌发, 6 ~ 7 周萌发完全, 温度的升高或下降均降低孢子萌发率。

关键词: 蜈蚣蕨; 孢子萌发; 光照; 温度

中图分类号: Q 949.36

文献标志码: A

蜈蚣蕨(*Pteris vittata* L.) 属凤尾科(Pteridaceae) 凤尾蕨属(*Pteris* L.) 草本植物, 常生于林缘或路边石缝中。自发现它是一种富集砷能力强、生物量大、生长迅速的超富集植物(hyperaccumulator)^[1-2]以来, 科学工作者对其重金属超富集机制及砷对其生理形态结构的影响^[3-5]、生物修复后的处理方式及种植栽培模式^[6]进行了大量的研究, 田间试验结果证明, 蜈蚣草在砷污染土壤修复方面有良好的应用前景^[7]。而蕨类植物的生活史具有明显的世代交替现象, 即孢子体世代和配子体世代 2 个世代均能独立生活。由于配子体与孢子体形态结构差异很大, 其对环境条件的需求与孢子体世代也会有很大不同, 配子体世代是蕨类植物生活史中的脆弱阶段, 配子体能否生长发育, 是蕨类植物完成其生活史的关键。因此, 笔者探讨了光照和温度对蜈蚣蕨孢子萌发的影响, 旨在为蜈蚣蕨的人工栽培、尤其在砷污染土壤修复方面提供一些基础性资料。

1 材料与方法

以引自昆明西山的野生蜈蚣蕨活体栽培后产生的成熟孢子为研究材料, 采集时将带孢子的叶片剪下, 吹弹掉附着在叶片表面的杂物, 用自来水喷洗, 然后用干净的吸水纸吸干, 放入洁净、密封的纸袋中, 将其置于通风干燥处 1 ~ 2 d 后收集于干燥的玻璃器皿中, 置 4 ℃ 冰箱保存备用。

播种培养基为 1/2 MS, 不加有机物和蔗糖, 琼脂用量为 7 g · L⁻¹。温度设为: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ℃, 日光灯光源, 光照强度为 30 ~ 40 μmol · m⁻² · s⁻¹, 光照时间 14 h · d, 在 25 ℃ 条件下, 同时用黑塑料设置黑暗处理, 重复 5 次。孢子接种后, 每天用光学显微镜(Nikon 50i) 观察孢子萌发情况, 前 4 周每隔 2 d 对其进行拍照(Nikon DXM1200F), 之后每隔 7 d 拍照 1 次, 直至形成幼孢子体。记录不同处理中孢子萌发的时间、萌发指数、萌发率以及形成幼孢子体形成的时间。数据用 SPSS 统计分析软件分析数据间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 温度对孢子萌发的影响 孢子的萌发过程是先吸水膨胀变亮, 伸出无色突起, 然后逐渐伸长为初生

收稿日期: 2012-11-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(30760043); 云南省基础研究项目(2010ZC008); 云南省国际河流与跨境生态安全重点实验室开放基金项目(WX092393); 云南大学研究基金项目(2010YB003)

作者简介: 张光飞(1966-), 男, 云南宣威人, 云南大学生态学与地植物学研究所副教授。

通信作者: 翟书华(1963-), 云南曲靖人, 教授. E-mail: zhai.shuhua@yahoo.com.cn

假根,假根内无叶绿体,随后从孢子壁开裂处长出 1 个绿色细胞,该细胞为丝状体的原始细胞,方向与初生假根成 90 度角,之后绿色细胞体积增大,并进行分裂,逐步进入丝状体、片状体时期,然后形成肉眼可见的成熟配子体,呈心脏型。丝状体的原始细胞是进行后期生长的前提^[8],统计丝状体原始细胞的萌发率,可以作为测定孢子生命力的指标之一。

温度对蜈蚣蕨孢子萌发的时间、速度、萌发指数和萌发率均有显著的影响(见图 1 图 2 表 1)。结果表明,在 25 ℃ 温度条件下,无论从萌发时间、萌发速度、萌发指数还是萌发率均比其他温度的高(仅在 30 ℃ 的条件下萌发时间较早,但经统计分析无显著差异),说明该温度最适合蜈蚣蕨的孢子萌发。以最大萌发率的 10% 作为最适宜的条件计算可知,蜈蚣蕨孢子萌发的最适温度为 19.41 ~ 30.41 ℃。从 25 ~ 35 ℃ 的萌发情况可看出,萌发率和萌发指数均下降,在 35 ℃ 时虽然也有萌发,但萌发率仅有 $(7.6 \pm 1.9) \%$,且不能正常生长发育,萌发的孢子只有少量能形成丝状体,无片状体和配子体产生,说明高温抑制蜈蚣蕨孢子萌发的生长发育。从 25 ℃ 到 5 ℃ 正好相反,萌发率和萌发指数随着温度的下降而明显下降,且萌发时间明显推迟,至 5 ℃ 时已不萌发,说明低温同样影响蜈蚣蕨的孢子萌发。20 ~ 25 ~ 30 ℃ 能形成幼孢子体,其余温度条件下的蜈蚣蕨都不能正常完成配子体世代的生活史。

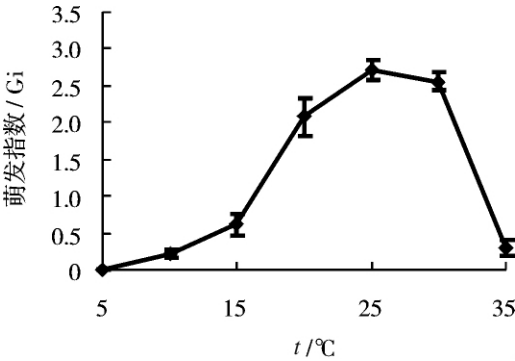


图 1 不同温度对蜈蚣蕨孢子萌发指数的影响

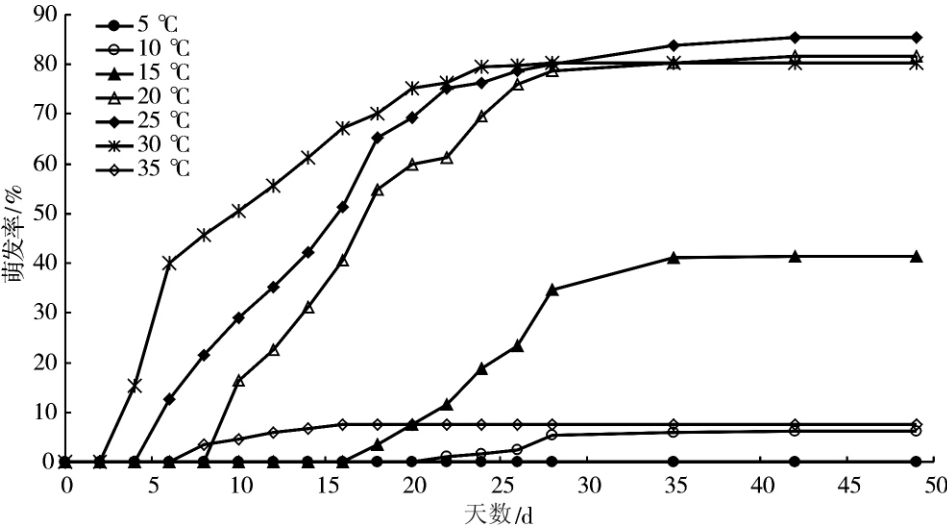


图 2 不同培养温度下蜈蚣蕨孢子萌发率的变化

表 1 不同温度和光照对蜈蚣蕨孢子萌发和生长的影响

处理	萌发时间/d	萌发指数/Gi	萌发率/%	形成幼孢子体的时间/d
5 ℃	—	0 ^a	0 ^a	—
10 ℃	22 ± 1.5 ^b	0.22 ± 0.05 ^b	6.2 ± 2.5 ^b	—
15 ℃	17 ± 1.1 ^c	1.12 ± 0.15 ^c	41.5 ± 8.3 ^c	—
20 ℃	9 ± 1.5 ^d	2.08 ± 0.25 ^d	81.6 ± 6.5 ^d	45 ± 3 ^d
25 ℃	5 ± 1.5 ^{ef}	2.72 ± 0.14 ^e	85.4 ± 3.1 ^d	42 ± 4.5 ^d
30 ℃	3 ± 1.3 ^f	1.86 ± 0.23 ^d	80.2 ± 4.8 ^d	41 ± 3.5 ^d
35 ℃	7 ± 1.5 ^{cd}	0.29 ± 0.11 ^b	7.6 ± 1.9 ^b	—
黑暗	—	0 ^a	0 ^a	—
黑暗(25 ℃) 49 d 后 转入有光条件下培养	3 ± 1.5 ^e	—	81.4 ± 5.6 ^d	44 ± 4.6 ^d

注: 同一参数后不同字母表示差异显著($P < 0.05$)

2.2 光照对孢子萌发的影响 从表 1 可以看出,蜈蚣蕨孢子在 25 ℃ 有光照时,其萌发率可达(85.4 ± 3.1)%,黑暗条件下不能萌发,49 d 后由黑暗转入光照条件下,其培养 49 d 的萌发率可达到(81.4 ± 5.6)%,其萌发率与前者无显著差异($P < 0.05$)。由此表明,蜈蚣蕨孢子萌发需要光照,光照是影响孢子萌发的主要环境因子之一。

3 讨 论

蕨类植物的孢子萌发与种子植物的种子萌发一样,都需要适宜的水、氧气、温度或光照等环境因子,不同的物种萌发所需环境条件不同,不同的环境因子有各自的作用,但它们又彼此联系,综合影响种子的生命活动。因生境和种类的不同,影响孢子萌发的因子也不相同,本实验结果表明,光照对孢子萌发具有决定性的影响,在有光条件下(25 ℃,光照 14 h · d)蜈蚣蕨孢子能正常萌发并很好地生长发育,而在黑暗条件下孢子培养 49 d 仍不能萌发,转入光下后又能正常萌发,说明蜈蚣蕨孢子萌发需要光照,属于需光型孢子。孢子萌发的最适温度是 19.41 ~ 30.41 ℃。在最适温度条件下,光照是影响蜈蚣蕨孢子萌发的主要环境因子。超出最适温度范围,光照和温度同时制约孢子萌发,二者都成为影响其孢子萌发的关键因子。

参考文献:

- [1] 陈同斌, 韦朝阳, 黄泽春, 等. 砷超富集植物蜈蚣草及其对砷的富集特征[J]. 科学通报, 2002, 47(3): 207-210.
- [2] MA L Q, KOMAR K M, TU C, et al. A fern that hyperaccumulates arsenic[J]. Nature, 2001, 409: 579.
- [3] ZHENG Y Q, DAI X J, WANG L, et al. Arsenate reduces copper phytotoxicity in gametophytes of *Pteris vittata* [J]. J Plant Physiol, 2008, 165: 1906-1916.
- [4] 陈同斌, 黄泽春, 黄宇营, 等. 蜈蚣草羽叶中砷及植物必需营养元素的分布特点[J]. 中国科学(C 辑) 生命科学, 2004, 34(4): 304-309.
- [5] ZHAO F J, DUNHAM S J, MCGRATH S P. Arsenic hyperaccumulation by different fern species[J]. New Phytologist, 2002, 156(1): 27-31.
- [6] 聂灿军. 蜈蚣草的种植密度及其收获物的焚烧处理研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [7] 廖晓勇, 陈同斌, 谢华, 等. 磷肥对砷污染土壤的植物修复效率的影响: 田间实例研究[J]. 环境科学学报, 2004, 24(3): 455-462.
- [8] 陈维伦, 郭东红, 石雷, 等. 蕨类植物的离体种质保存[G]// 张宪春, 邢公侠. 纪念秦仁昌论文集. 北京: 中国林业出版社, 1999: 412-416.

Responses of *Pteris vittata* L. to Light and Temperature in Spore Germination

ZHANG Guang-fei¹, SU Wen-hua¹, ZHOU Rui¹, GUO Xiao-rong¹, FENG Ping-ping¹, ZHAI Shu-hua²

(1. Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming 650091, China;

2. Life Science and Technology Department, Kunming University, Kunming 650031, China)

Abstract: *Pteris vittata* L., a fern, was tissue cultured for spore germination under different durations of light and darkness at different temperatures and observed under light microscope. The spore of *P. vittata* L. is light required and has photodormancy. Light is the major environmental factor that influences spore germination. When the fern was cultured at 25 ℃ under the light of 14 hrs/day the spores germinated at a rate of (85.4 ± 3.1) % while no spore germination occurred at the same temperature at the day 49 in dark culture, but when the latter was transferred to culture under the light condition, the spore germination rate increased to (81.4 ± 5.6) %. The optimal temperature for spore germination ranged from 19.41 ℃ to 30.41 ℃ under the light. The spores began to germinate within 3-5 days and their germination were completed after 6-7 weeks. The temperature beyond the optimal range reduces the spore germination percentage.

Key words: *Pteris vittata* L.; spore germination; light; temperature