

光照对蕨类植物配子体 假根向重力性的影响*

刘保东 孙国荣

(哈尔滨师范大学生物系 哈尔滨 150080)

提 要 对 8 种蕨类植物配子体假根向重力性反应的研究结果表明, 除 卷柏 *Selaginella tamariscina*(B.) Spring 配子体假根无向重力性反应并且其生长方向与光照方向无关外, 其它 7 种的配子体假根均有向重力性反应, 并且假根的向重力性反应在配子体发育初期, 因光照的方向不同而异, 表现为负向光性。随着配子体发育至片状体阶段, 光对其向重力性反应的影响逐渐减弱, 而重力的影响增强。在蕨类植物配子体发育初期, 光对假根向重力性反应的影响取决于配子体是否有绿色同化组织。本文还就光照对假根向重力性反应产生影响的生理机制, 以及不同蕨类植物配子体假根向重力性反应能力的植物系统学意义进行了讨论。

关键词 蕨类植物, 假根, 光, 向重力性

关于种子植物根的向重力性反应以及光对其影响的生理机制, 人们已进行了大量的研究^[1-4], 而在孢子植物假根方面, 除极少数藻类等植物有过一些报道^[4]外, 多数种类假根的向重力性反应研究尚少, 光照对蕨类配子体假根向重力性的影响方面, 几乎无文献可查。而蕨类是植物界在生活史中唯一兼具根和假根的植物类群, 假根的发育特点一方面因科属的不同而异, 另一方面又有稳定的发育规律^[5-13], 所以, 讨论植物根的向重力性的系统发生及其生理机制, 蕨类植物配子体假根是良好的试验材料。本文就 8 种不同进化程度的蕨类植物, 实验观察了配子体假根的发育特点, 并探讨了向重力性反应的光照影响机制及其系统学意义。

1 材料与方法

供试材料 见表 1。

材料培养 将成熟而新鲜的孢子用 3—7% 的 NaClO 水溶液消毒 3—10 分钟, 蒸馏水充分冲洗后, 接种在改良 Knop's 琼脂半固体培养基上, 并保持充分的空气湿度。接种后先置于黑暗中 24 小时, 以促使孢子同步萌发, 然后按每天 12 小时日光灯光照 (温度 20—25℃) 和 12 小时黑暗 (温度 15—22℃) 的光周期培养, 光强为 2000 lx。

光照处理 每种分别分为垂直向下、垂直向上以及同时垂直向上又向下的三种方向

本文于 1992 年 8 月 25 日收到, 1993 年 2 月 9 日收到修改稿

* 本文系黑龙江省教委基金资助项目。

表 1 供试材料及其来源
Table 1 Experimental material and their origin

编 号 No.	种 名 Species	采 集 地 Collection site	采 集 日 期 Collection date
1	卷 柏 <i>Selaginella tamariscina</i> (Beauv.) Spring.	尚志曙光 Shuguang, Shangzhi	1987.8
2	桂皮紫萁 <i>Osmunda cinnamomea</i> L. var. <i>asiatica</i> Fernald	尚志帽儿山 Maocersan, Shangzhi	1985.5
3	球 子 蕨 <i>Onoclea sensibilis</i> L. var. <i>interrupta</i> Maxim.	尚志帽儿山 Maocersan, Shangzhi	1987.10
4	蕨 <i>Pteridium aquitinum</i> (L.) Kuhn var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Underw. ex Heller	尚志帽儿山 Maocersan, Shangzhi	1986.7
5	猴腿蹄盖蕨 <i>Athyrium multidentatum</i> (Doll.) Ching	尚志帽儿山 Maocersan, Shangzhi	1989.7
6	掌叶铁线蕨 <i>Adiantum pedatum</i> L.	尚志曙光 Shuguang, Shangzhi	1989.7
7	对 开 蕨 <i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman.	长白宝泉山 Baoquansan, Changbai	1989.4
8	粗茎鳞毛蕨 <i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai	尚志老山 Laosan, Shangzhi	1989.7

的光照处理, 而且调整同时向上向下照光组的上下光强均为1000lx。此外, 单独将对开蕨 *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newman 进行黄化处理, 然后恢复上述三种光照, 孢子萌发后每隔一天在解剖镜下检查一次, 记录并比较各种各组的发育结果。

2 结果与分析

(1) 卷柏雌配子体为孢子壁内发育型, 无绿色组织, 其假根在配子体发育初期形成三束, 6—7天可长达400—600 μ m, 其后不再发生明显变化。就假根的生长方向而言, 三种方向的光照处理结果是一样的, 即与重力方向无关, 也与光照方向无关, 假根只沿球形雌配子体的半径方向辐射生长, 生长状态如图1。

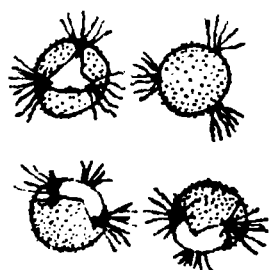


图 1 卷柏雌配子体假根生长方向与光照无关

Fig. 1 No relationship between growth direction of rhizoid in gametophyte of *Selaginella tamariscina* and light

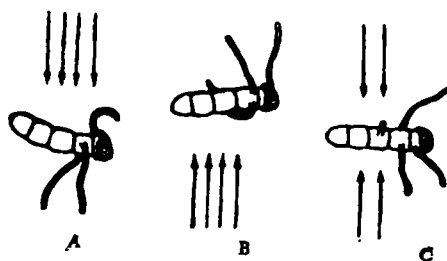


图 2 真蕨类配子体丝状体时期, 光照与假根生长方向的关系 (箭头示光照方向和强度)

Fig. 2 Relation of light and growth direction of rhizoid at the germ filaments stage of female gametophyte of Pteropsida (the arrow indicates the direction of light and intensity)

(2) 除卷柏外的其他7种培养材料, 都有两个相同点, 一是在片状体发生前的丝状体阶段, 所发生假根的生长方向与光照方向密切相关。即, 垂直向下照光, 假根均垂直向下或斜向下 (图2: A); 垂直向上照光, 假根均垂直向上或斜向上 (图2: B); 向上向下同时照光, 假根取向随机, 而且基本上不产生大角度弯曲 (图2: C)。二是随片

状体发育到原叶体成熟,假根一直不断发生,而且其生长方向与光照方向越来越无关,正向重力性越来越明显。

此外,笔者就向上向下同时垂直照光组的丝状体阶段假根的生长方向,按不同种做了进一步的比较观察和大致统计,方法是在单位面积内,以孢子所在水平面为界,取向于水平面以上的假根总数为 U ,取向于水平面以下的假根总数为 D ,水平取向的不计,设 $r = D/U$,分别计算 7 种的 r 值,统计结果如表 2,亦即桂皮紫萁 *Osmunda cinnamomea* L. var. *asiatica* Fernald 的假根取向水平面以下的相对数量最少,掌叶铁线蕨 *Adiantum pedatum* L. 的假根取向于水平面以下的相对数量最多。

表 2 不同种的 r 值Table 2 r value of different species

种 名 Species Name	r 值 r value
<i>Osmunda cinnamomea</i> L. var. <i>asiatica</i> Fernald	1.12
<i>Onoclea sensibilis</i> L. var. <i>interrupta</i> Maxim	1.19
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Underw. ex Heller	1.21
<i>Athyrium multidentatum</i> (Doll.) Ching	1.22
<i>Adiantum pedatum</i> L.	1.26
<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman	1.22
<i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai	1.24

Fernald 的假根取向水平面以下的相对数量最少,掌叶铁线蕨 *Adiantum pedatum* L. 的假根取向于水平面以下的相对数量最多。

(3) 对开蕨 *Phyllitis scolopendrium*

(L.) Newman 的孢子

萌发刚刚产生第一条假根后,立即进行暗处理 6 天,结果只形成 2—3 个细胞的丝状体(非暗处理的可达 3—5 个细胞),而且叶绿体发育不良,数目明显少于非暗处理的。假根 1—2 条,取向随机,较短。恢复光照后与所在组未经暗处理的同种相比,仍有一定的相似反应,只是反应很弱。

3 讨论

尽管大多数种类的种子植物的根保持在完全黑暗的条件下亦表现出正向重力性反应,而其他一些种类如玉米则只有暴露于光下之后才变得对重力敏感^[2]。我们的研究表明,蕨类植物配子体假根,除卷柏无向重力性反应外,其余 7 种均有向重力性反应,而且需要光照才能表现出来,但与玉米等不同的是,假根的向重力性反应因光照的方向不同而有不同反应,即垂直向下照光,有正向重力性,垂直向上照光有负向重力性,而同时向上向下等强度垂直照光,则失去向重力性。

Pooraiiah B W et al^[3] 近年提出假说认为,重力及依赖于光的重力增加了根冠的 Ca^{2+} 的浓度,增加了钙调节蛋白酶的活性,最后产生钙的浓度梯度,从而造成非刺激侧生长较快,刺激侧生长较慢而发生弯曲。给根照光表明,向重力性弯曲能力的增强,先于重力诱导 $^{45}Ca^{2+}$ 跨伸长区运输能力的增强^[1],这说明种子植物根的向重力性反应的先决因素是根的结构,而多在绿色组织中产生的“生长素能够促进钙在 sunflower hypocotyl segments (根) 中的极性流动”,绿色组织感受光刺激的结果,只是启动了根的向重力性反应,而光照方向无关紧要,这些观点在解释蕨类植物配子体假根向重力反应时,只能与“需光的”或“依赖于光的”重力感应相一致,并不能全面解释与光照方向有关这一现象。

我们的实验结果表明卷柏的假根无论光照与否均无向重力性反应,黄化了的对开蕨假根也无向重力性反应,这二者的共同点是均无绿色组织,这似乎可以说明绿色组织接

受光刺激是蕨类植物配子体假根产生向重力性反应的必要因素。

从配子体发育过程来看,除卷柏外,其他7种蕨类配子体发育最初阶段,光照为假根向重力性反应的决定因素,重力作用不明显。随着个体发育的成熟,光的因素减弱,重力因素上升为主导因素,说明绿色组织在感受光刺激后对假根向重力性产生影响,只是配子体发育过程中一定阶段的事情。在一些种子植物如玉米中,由于光照导致三磷酸肌醇的增加^[9],这在蕨类植物配子体发育的初期阶段也有待测定,至于发育到片状体以后与多数种子植物根向重力性反应一致,也有待于从生理上进一步验证。但蕨类植物和种子植物是处于不同演化位置的两大类群,根和假根的结构、生理也相差甚远,其向重力性机制不完全相同则是一定的,但从植物系统演化的角度来看,它们又是密切相关的,向重力性也应该具有演化上的内在联系。

表2的 r 值是在个体发育早期,上下同时等强度照光从而抵消了光对假根向重力性影响的情况下测得的,因此, r 值的大小可以表示不同蕨类植物向重力性反应的能力,如 r 桂皮紫萁小于其他各种,说明桂皮紫萁的假根向重力性较小,这和利用孢子体特征所安排的真蕨类系统树是一致的,其他种也同样,因此,是否可以考虑在讨论真蕨类系统演化时用量化的 r 值作为参考。

参 考 文 献

- 1 Lee J S, Eoans M L. Polar transport of $^{45}\text{Ca}^{2+}$ across the elongative zone of gravistimulated roots. *Plant Cell Physiol*, 1985; 26: 1587—1595
- 2 Miyazaki A, Katsumi K, Ishizaka S et al. Redistribution of phosphorus, sulfur, potassium and calcium in relation to light-induced gravitropic curvature in xea roots. *Plant Physiol*, 1986; 27: 693—700
- 3 Poovaiah B W, McFadden J J, Reddy A S N. The role of calcium ions in gravity signal perception and transduction, *Physiol Plant*, 1987; 71: 401—407
- 4 吉田秀世等. 车轮藻の兴奋性の伝播について, 日本植物学会100周年纪念, 第47回大会, 国立教育会馆, 1982
- 5 包文美, 敖志文, 刘保东. 东北蕨类植物配子体发育的研究Ⅲ, 紫萁科. *植物研究*, 1986; 6(3): 117—126
- 6 包文美, 敖志文, 刘保东. 东北蕨类植物配子体发育的研究Ⅳ, 铁线蕨科. *植物研究*, 1987; 7(4): 63—71
- 7 包文美, 敖志文, 刘保东. 东北蕨类植物配子体发育的研究Ⅴ, 球子蕨科. *植物研究*, 1988; 8(3): 117—131
- 8 刘保东, 包文美, 敖志文. 中国产对开蕨配子体发育的研究. *植物研究*, 1991; 11(2): 93—100
- 9 秦仁昌. 中国蕨类植物科属的系统排列和历史来源. *植物分类学报*, 1978; 16(3): 1—19, 16(4): 16—37
- 10 Momose S. Prothallia of some ferns from the Galapagos Islands. *J Jap Bot*, 1965; 40: 140—147
- 11 Momose S. Prothallia of some ferns from the Galapagos Islands. *J Jap Bot*, 1965; 40: 277—281
- 12 Nayar B K, Kaur S. Gametophytes of homosporous ferns. *Bot Rev*, 1971; 37: 295—396
- 13 Stokey A G. The contribution by the gametophyte to classification of the homosporous ferns. *Phytomorphology*, 1951; 1: 39—58

EFFECT OF LIGHT ON GRAVITROPIC RESPONSE OF RHIZOIDS OF GAMETOPHYTES OF FERNS

Liu Baodong Sun Guorong

(Department of Biology, Harbin Normal University Harbin 150080)

Abstract This paper concerns with the studies of gravitropic response of rhizoids of gametophytes 8 species ferns. The results indicate that, except the *Selaginella tamariscina*, the rhizoids of gametophytes of all the 7 species have gravitropic response at its initial stage, the gravitropic response of the rhizoids varies with the directions of light and shows negative phototropism. When the gametophytes get into platelet stage the effect of light on gravitropic response decrease and gravity effect increase. Effect of light on gravitropic response of rhizoid is decided by whether the gametophyte have green assimilative tissue or not. Physiological mechanism of effect of light on gravitropic response of rhizoid and the abilities of gravitropic response of various fern rhizoids for plant systematical significance are discussed.

Key words Ferns, Rhizoid, Light, Gravitropism