

乌毛蕨配子体发育的研究

张开梅^{1,2}, 石雷^{1*}, 李东¹

(1. 中国科学院植物研究所, 北京 100093; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 采用混合土培养乌毛蕨 (*Blechnum orientale*) 孢子, 显微镜下观察记录其孢子萌发及配子体发育过程。结果表明: 孢子黑褐色, 赤道面豆形, 极面观椭圆形, 单裂缝。播种 1 周左右孢子萌发, 萌发类型为书带蕨型, 配子体发育为叉蕨型。丝状体 5-10 细胞时开始发育为片状体。播种 2 周后发育形成幼原叶体, 成熟原叶体呈心脏形。原叶体边缘及表面均可产生毛状体, 数量丰富, 为单细胞。播种后 1 个月左右开始有颈卵器出现, 成熟颈卵器颈部由 4 列细胞组成, 3-5 层细胞高。精子器产生时间较颈卵器早 10 d 左右, 精子器近圆球形, 由 3 细胞组成。精卵受精后 2 周左右即可观察到从原叶体上生成的幼胚。

关键词: 蕨类植物; 乌毛蕨; 孢子萌发; 配子体发育

中图分类号: Q944.52

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2005)05-0419-04

Observation on the Gametophyte Development of *Blechnum orientale*

ZHANG Kai-mei^{1,2}, SHI Lei^{1*}, LI Dong¹

(1. Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The spores of *Blechnum orientale* L. were cultured in mixed soil. The spore germination and the gametophytic development were observed under microscope. The spores are dark-brown, monolete, bean-shaped in equatorial view and elliptical in polar view. The spores germinate about one week after sowing. The germination is of Vittaria type and the gametophyte development is of Aspidium type. Prothallial plates begin to form when the filaments develop up to 5-10 cells. The young prothalli are developed in two weeks after sowing. Mature prothalli are cordate-shaped. Profuse unicellular hairs occur on the surface and margin of the prothalli. The archegonia form in one month after sowing. The archegonial neck is usually composed of four rows of cells and 3-5 cell layers high when matured. The antheridia appear about 10 days earlier than archegonia. Antheridia are shaped like pellets consisting of three cells. Young embryos can be observed from prothalli about 2 weeks after fecundation.

Key words: Fern; *Blechnum orientale*; Spore germination; Gametophyte development

乌毛蕨属 (*Blechnum*) 植物在我国仅有乌毛蕨 (*Blechnum orientale* L.) (图版 I : a, b) 1 种^[1], 树蕨状的直立性蕨, 是理想的大型盆栽植物, 在温暖地区可作地被植物和花境^[2]。为我国亚热带地区的酸性土指示植物^[3]。其根状茎具有清热解毒, 活血化痰

的独特功能^[4]。Nayar and Kaur^[5]、曾汉元和丁炳扬^[6]、张德明和陈定如^[7]曾做过乌毛蕨形态发育方面的研究工作, 但仅是对孢子和配子体发育各阶段的特点进行简单的文字描述。笔者利用显微摄影技术, 仔细观察并记录了该种配子体形态发育的过程, 以期

收稿日期: 2005-02-28 接受日期: 2005-05-13

基金项目: 国家自然科学基金 (30200019); 国家自然科技资源平台项目 (2004DKA30430) 资助

* 通讯作者 Corresponding author

为开发利用乌毛蕨提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 孢子的采集

乌毛蕨的成熟孢子于 2004 年 6 月采自香港嘉道理农场暨植物园。将带有成熟孢子的叶片置于洁净纸袋中, 放于干燥通风处使孢子自然散落, 约 1 周后将孢子去杂并收集于硫酸纸袋中。

1.2 培养方法

采用混合土培养。将过细筛的草炭土和细沙按 4:1 的体积比均匀混合后放入底部有孔的塑料盘(大小为 25 cm × 20 cm × 5 cm)内, 基质厚度约 3 cm, 待基质表面整平、压实后将塑料盘洒水。将孢子均匀地撒播在土壤表面, 用保鲜膜封盘口, 在保鲜膜上戳几个小洞, 先置黑暗处培养 24 h。培养室温度为 25 °C; 荧光灯光源, 每日光照 12 h, 黑暗 12 h, 光照强度 $3.9 \times 10^4 - 4.5 \times 10^4 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。如果覆盖几天后的保鲜膜上结有一层水雾, 则表明混合土湿度适合孢子萌发。乌毛蕨配子体性器官出现后, 每天用喷壶喷水 1-2 次, 以利受精。对其各发育阶段进行显微镜活体观察并用 Nikon ECLIPSE E600 照相。

2 结果

2.1 孢子及孢子萌发

孢子黑褐色, 赤道面观豆形, 极面观椭圆形, 大小为 $16 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$ (12 个孢子的平均值), 单裂缝(图版 I : c), 具周壁, 松软包于外面, 稍褶皱, 外壁表面光滑。

孢子播种后 1 周左右, 一端长出突起, 伸长为初生假根, 另一端为一绿色细胞(图版 I : d), 孢子萌发为书带蕨型 (*Vittaria type*)^[5]。

2.2 丝状体

孢子萌发后, 原叶体原始细胞经过连续数次横分裂, 形成 2-6 细胞的丝状体(图版 I : e), 细胞长度大于直径。

2.3 片状体

丝状体 5-10 细胞时开始发育为片状体(图版 I : f)。丝状体末端细胞产生的子细胞分裂活动极为活跃, 通过它的分裂活动, 由片状体一侧的边缘

细胞产生分生组织细胞, 分生组织细胞产生时间较迟。

2.4 原叶体

孢子播种 2 周后, 原叶体开始发育。原叶体发育类型为叉蕨型 (*Aspidium type*)^[5]。成熟原叶体绿色, 体薄柔软, 呈心形(图版 I : g), 一般为 $6 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$, 两翼上升且有褶皱, 内侧呈“V”字形叉开。原叶体上毛状体丰富。边缘细胞内叶绿体一般为圆盘状, 内部细胞的叶绿体一般为哑铃形、圆盘形或椭圆形。

2.5 毛状体

毛状体一般为单细胞, 由营养细胞外突产生。最初产生的毛状体长 $25 \mu\text{m}$, 宽 $13 \mu\text{m}$; 成熟原叶体上的毛状体长 $40 \mu\text{m}$, 宽 $20 \mu\text{m}$ (幼毛状体及毛状体长宽都为 12 个个体的平均值)。幼原叶体的表面和边缘都可产生毛状体, 表面的毛状体一般呈棒状(图版 I : h), 边缘的毛状体呈乳头状(图版 I : i), 毛状体顶端有或无腺体。每个幼原叶体上产生毛状体的数量有十多个至一百多个不等。

2.6 假根

幼原叶体的假根多发生在基部, 随着原叶体的生长, 在中脉处也有分布。假根呈管状(图版 I : f, g), 直径约 $50 \mu\text{m}$, 长 $300-3000 \mu\text{m}$, 无色透明, 随着原叶体的生长, 逐渐变为黄褐色。

2.7 性器官

颈卵器自播种后 1 个月左右开始产生, 一般位于心形原叶体生长点之下、原叶体腹面中肋范围内, 每个原叶体上有数个至数十个不等。成熟颈卵器细长, 常向原叶体基部倾斜或弯曲, 颈部由 4 列细胞组成(图版 I : j), 3-5 个细胞高, 约 $175 \mu\text{m}$, 直径约为 $100 \mu\text{m}$, 当颈卵器顶部的盖细胞开裂, 精子即可进入颈卵器与卵结合形成受精卵。受精后的颈卵器一般为褐色。

精子器产生时间较颈卵器早 10 d 左右, 精子器一般位于心形原叶体的腹面假根处两侧边缘, 以后逐渐位于腹面的中央, 每个原叶体上约十余个至数十个, 精子器(图版 I : k) 近圆球形, 由 3 细胞(基细胞、环细胞、盖细胞)组成, 基细胞较小, 呈圆盘状; 盖细胞大而明显。精子器高约 $56 \mu\text{m}$, 直径约 $50 \mu\text{m}$, 成熟时, 盖细胞内出现孔状开口, 随着开口

逐渐加宽, 盖细胞被撕裂, 精子释出。

2.8 胚的发育

精卵受精后 2 周左右即可观察到从原叶体上生成的幼胚。胚的不断生长使颈卵器腹部逐渐膨大, 最终颈卵器和一部分配子体组织被胚冲破, 子叶及胚根产生, 幼孢子体形成。幼孢子体长出(图版 I :1) 后, 原叶体仍继续发育, 直至受精后 5 周左右长出 2-3 枚幼小的真叶后, 原叶体方渐枯死。

3 讨论

乌毛蕨的孢子极面观椭圆形, 单裂缝, 外壁表面光滑, 这与 Tryon 和 Lugardon^[8]关于乌毛蕨孢子特征的描述是一致的; 其周壁稍褶皱, 与 Tryon 和 Lugardon^[8]及 Huang^[9]的观察结果相同; 其赤道面观豆形, 极面观椭圆形, 具周壁, 松软包于外面, 稍褶皱, 这与 Zhang 等^[10]的研究结果一致。

乌毛蕨在片状体阶段即可产生毛状体, 这与曾汉元和丁炳扬^[6]的研究结果一致, 而 Nayar 和 Kaur^[5]认为乌毛蕨的幼原叶体裸露, 成熟原叶体上才能产生毛状体, 此差异是否由于培养方法和条件不同所致, 有待进一步研究。

曾汉元和丁炳扬^[6]认为乌毛蕨的精子器直径小于 45 μm , 颈卵器直径小于 60 μm , 我们的观察结果与其不同, 这可能是由于培养方法和条件不同所致, 因为蕨类植物配子体的形状和大小与播种密度、温度、光照、营养和水分等因素有关^[6]。张德明和陈定如^[7]研究发现乌毛蕨受精后, 颈卵器一般为褐色, 与我们的观察结果一致。

参考文献

- [1] Wu Z H (吴兆洪). Flora Republicae Popularis Sinicae Tomus 4 (2) [M]. Beijing: Science Press, 1999. 193-195. (in Chinese)
- [2] Shi L (石雷). Ornamental Ferns of China [M]. Beijing: Chinese Forestry Press, 2002. 121. (in Chinese)
- [3] Li T J (李添进), Zhou J C (周锦超), Wu Z H (吴兆洪). Flora of Hong Kong Pteridophyta [M]. Hong Kong: Kadoorie Farm & Botanic Garden, 2003. 278-281. (in Chinese)
- [4] Zhou J B (周继斌), Zheng R H (郑荣华), Zhou Y B (周云波). Biological and medicinal studies on *Blechnum orientale* [J]. Strait Pharm J (海峡药学), 1999, 11 (3): 57-59. (in Chinese)
- [5] Nayar B K, Kaur S. Gametophytes of homosporous ferns [J]. Bot Rev, 1971, 37:295-396.
- [6] Zeng H Y (曾汉元), Ding B Y (丁炳扬). Studies on the gametophyte development in ferns [J]. Bull Bot Res (植物研究), 2003, 23:154-158. (in Chinese)
- [7] Zhang D M (张德明), Chen D R (陈定如). Observation on the gametophyte development of several ferns [J]. Plants (植物杂志), 1991, 18 (5): 1-3. (in Chinese)
- [8] Tryon A F, Lugardon B. Spores of the Pteridophyta [M]. New York: Springer-Verlag New York Inc, 1991. 398-399.
- [9] Huang T C. Spore Flora of Taiwan [M]. Taipei: Tah-jinn Press Co., Ltd, 1981. 84.
- [10] Zhang Y L, Xi Y Z, Zhang J T, et al. Spore Morphology of Chinese Pteridophytes [M]. Beijing: Science Press, 1990. 253-254.

图版说明

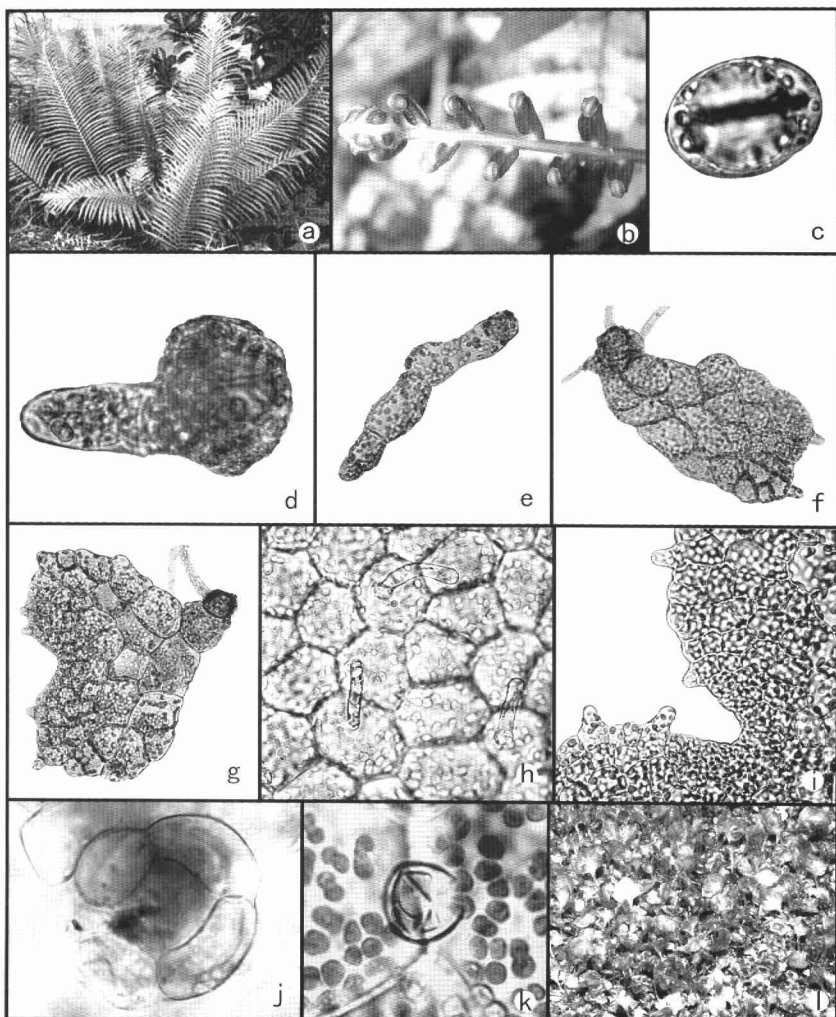
图版 I :

- a. 乌毛蕨植株;
- b. 乌毛蕨嫩叶;
- c. 孢子示单裂缝; $\times 714$
- d. 孢子萌发; $\times 714$
- e. 丝状体; $\times 714$
- f. 片状体; $\times 357$
- g. 原叶体; $\times 357$
- h. 幼原叶体表面的毛状体; $\times 714$
- i. 幼原叶体边缘的毛状体; $\times 714$
- j. 颈卵器; $\times 714$
- k. 精子器; $\times 714$
- l. 幼孢子体。

Explanation of plate

Plate I :

- a. Sporophyte of *Blechnum orientale*;
- b. Young leaf;
- c. Monolete spore; $\times 714$
- d. Spore germinated; $\times 714$
- e. Filament; $\times 714$
- f. Prothallial plate; $\times 357$
- g. Prothallus; $\times 357$
- h. Hairs on the surface of young prothallus; $\times 714$
- i. Hairs on the margin of young prothallus; $\times 714$
- j. Archegonium; $\times 714$
- k. Antheridium; $\times 714$
- l. Young sporophytes.



张开梅等: 图版 I