

中华鳞毛蕨配子体发育过程的观察

陈倩, 段映霞, 戴锡玲^①

(上海师范大学生命与环境科学学院, 上海 200234)

Observation on gametophyte development process of *Dryopteris chinensis* CHEN Qian, DUAN Yingxia, DAI Xiling^①
(College of Life and Environmental Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2017, 26(3): 115-117

Abstract: Morphological variation during the gametophyte development process of *Dryopteris chinensis* (Bak.) Koidz. was observed. The results show that the development process of *D. chinensis* can be divided into spore germination, filament formation, plate formation, prothallus formation, sexual organ formation and apogamety. The spores are bilaterally symmetric, monolete, surface with ridge fold ornamentation, elliptical in polar view, and approximately semicircle-shaped in equatorial view. The spore germination type is of Vittaria-type; the filaments with a length of 3-7 cells, not branched or occasionally branched, with single or double row cells; mature prothallus is symmetrically cordate, and the development type of prothallus is of Aspidium-type, with long unicellular clavate trichomes distributed on the surface and in the margin; with antheridium but archegonium is not observed, belongs to apogamety. One prothallium of *D. chinensis* produces one embryo, and young embryo can be generated within one month after the formation of antheridium; there are a lot of unicellular trichomes and some multicellular trichomes on the young embryo of sporophyte.

关键词: 中华鳞毛蕨; 配子体发育; 无配子生殖

Key words: *Dryopteris chinensis* (Bak.) Koidz.; gametophyte development; apogamety

中图分类号: Q944.5; Q945.51 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2017)03-0115-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2017.03.16

中华鳞毛蕨 [*Dryopteris chinensis* (Bak.) Koidz.] 隶属于鳞毛蕨科 (Dryopteridaceae) 鳞毛蕨属 (*Dryopteris* Adanson), 主要分布于辽宁、山东、江苏、江西、河南、安徽和浙江; 该种较耐寒, 常生于林阴下和水沟边^{[1]173}, 是良好的地被景观植物。

蕨类植物配子体形态和发育特征可以作为其分类和演化的重要依据^[2], 鳞毛蕨属约有 230 种^{[1]103}。目前, 虽然已有一些关于鳞毛蕨属植物配子体发育及生殖生物学的研究报道^[3-9], 但相对于该属众多的种类来说明显不足。为此, 作者在组织培养条件下, 利用显微技术对中华鳞毛蕨孢子萌发和配子体发育过程进行详细观察, 并记录其配子体发育的各阶段特征, 以期为鳞毛蕨科植物的生殖生物学和系统分类学研究提供资料, 并为中华鳞毛蕨的开发利用奠定基础。

1 材料和方法

1.1 材料

中华鳞毛蕨成熟孢子于 2014 年 7 月 7 日采自江西庐山,

由上海师范大学曹建国教授鉴定。

1.2 方法

在无菌条件(超净工作台)下, 将孢子置于体积分数 5% NaClO 溶液中充分震荡摇匀, 浸泡 5 min 后离心; 无菌水清洗、离心 3 次; 将孢子接种在装有改良 Knop's 无菌培养基(含 10 g · L⁻¹ 琼脂, pH 7.0)的培养皿中, 置于温度 25 °C、光照度 2 500 lx、光照时间 12 h · d⁻¹ 的条件下培养。重复培养 3 次, 每次 8 皿。在配子体发育的各阶段随机取样, 用 OLYMPUS BX53 型光学显微镜(日本 Olympus 公司)观察并拍照记录。随机测量 20 个样本, 结果取平均值。

2 结果和分析

中华鳞毛蕨配子体的整个发育过程可分为 6 个阶段, 各阶段配子体的形态特征见图 1。

1) 孢子萌发: 孢子呈褐色, 两侧对称, 具单裂缝; 极面观为椭圆形, 赤道面观为近半圆形; 赤道轴长 48.2~55.8 μm, 极轴

收稿日期: 2016-11-04

基金项目: 上海市自然科学基金资助项目(15ZR1430500); 上海市科学技术委员会科研计划项目(14DZ2260400); 上海市绿化和市容管理局科学技术项目(G152430)

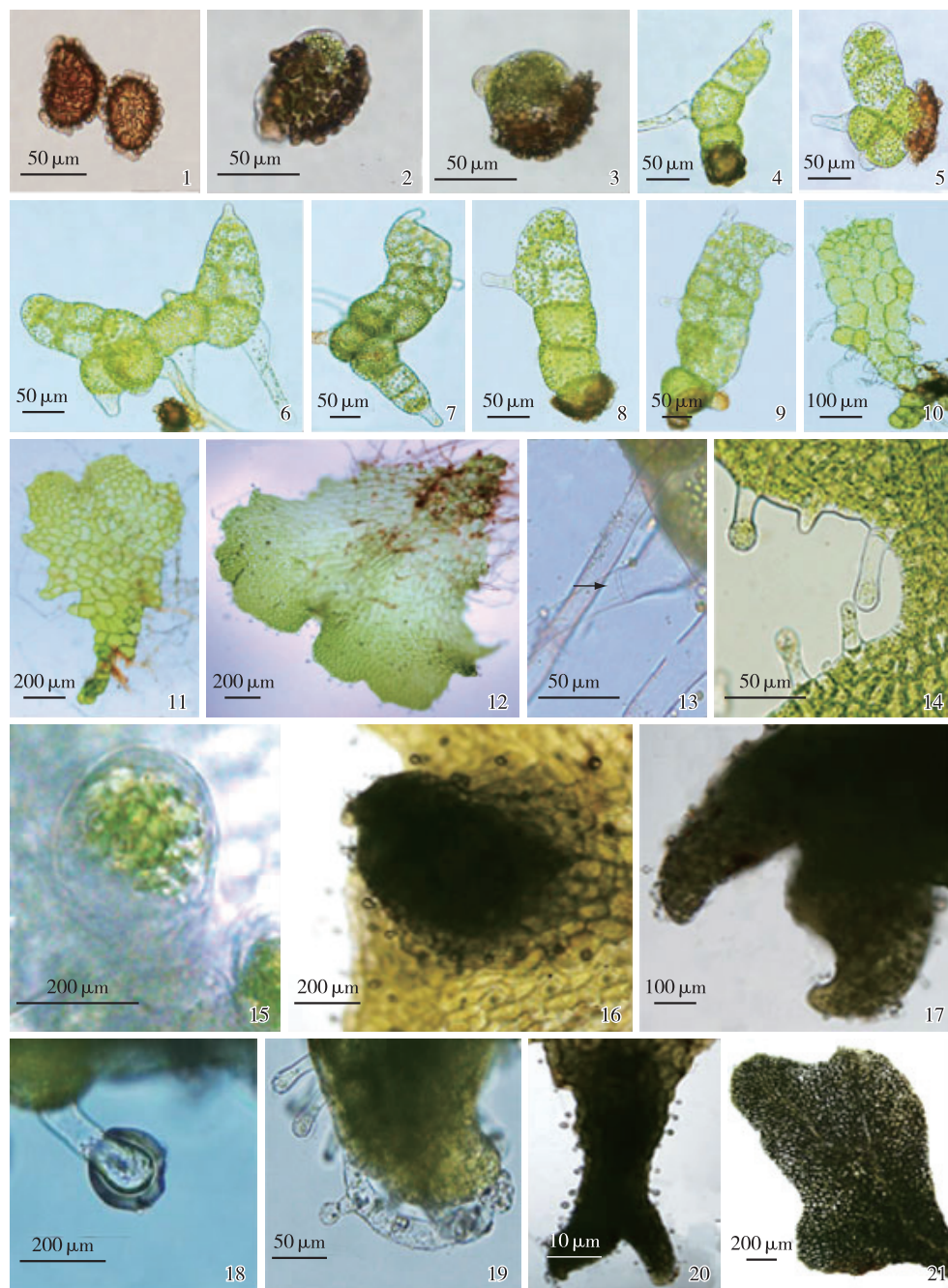
作者简介: 陈倩(1995—), 女, 海南儋州人, 本科, 主要从事蕨类植物配子体发育方面的研究。

^①通信作者 E-mail: daixiling2010@shnu.edu.cn

长 32.1~39.7 μm ; 孢子表面具脊状褶皱纹饰(图 1-1)。

孢子萌发类型为书带蕨型^[10]。孢子接种 5~8 d 后从裂缝处开裂(图 1-2), 分裂成 2 个大小不等的细胞, 较大的细胞为原叶体原始细胞, 内含叶绿体, 较小的细胞形成假根(图 1-3)。

2) 丝状体形成: 接种约 14 d 后, 原叶体的原始细胞垂直于赤道面分裂并形成 3 细胞的单列丝状体, 细胞内充满叶绿体; 丝状体顶端可产生毛状体, 内含少量叶绿体(图 1-4)。原始细胞也可横裂或纵裂成 4 细胞球状体, 其中 1 个细胞横裂



1: 孢子 Spore; 2,3: 萌发的孢子 Germinative spore; 4-6: 丝状体 Filament; 7-10: 片状体 Plate; 11: 幼原叶体 Young prothallus; 12: 成熟原叶体 Mature prothallus; 13: 假根, 箭头示横隔 Rhizoid, the arrow showing diaphragm; 14: 毛状体 Trichome; 15: 精子器 Antheridium; 16: 幼胚 Young embryo; 17: 胚芽 Embryo bud; 18: 胚芽表面单细胞毛状体 Unicellular trichome on surface of embryo bud; 19: 胚芽表面多细胞毛状体 Multicellular trichome on surface of embryo bud; 20: 胚芽表面毛状体 Trichome on surface of embryo bud; 21: 幼态叶 Juvenile leaf.

图 1 中华鳞毛蕨发育过程中配子体的变化

Fig. 1 Changes of gametophyte during development process of *Dryopteris chinensis* (Bak.) Koidz.

形成单列丝状体(图1-5),或其中2个细胞先后横裂和纵裂形成具2个分支的双列丝状体,或仅横裂成单列分支丝状体,每一分支的前端可先后产生毛状体。毛状体长20~30 μm,宽8~15 μm(图1-6);丝状体细胞呈短或长圆筒状。

3)片状体形成:接种约26 d后,丝状体的顶端细胞斜向分裂,并在分裂面的下方产生1个前端细胞;前端细胞进行横裂和纵裂产生片状体(图1-7~9),最终形成广阔板状片状体,其前端边缘产生更多毛状体(图1-10)。分支双列丝状体的2分支发育程度不同,其中一个分支进入片状体阶段,另一个分支保持丝状体形态并逐渐形成勺状、扫帚状等分支片状体(图1-7,10)。片状体末期,在其前端中央出现3或4个细胞组成的分生组织(图1-10)。

4)原叶体形成:接种约55 d后,分生组织分裂形成幼原叶体,其前端中央生长点处凹陷,两翼上延;幼原叶体的长度远大于其宽度,两侧的边缘细胞常连同毛状体向外突出,使原叶体边缘具粗齿状不规则突起(图1-11)。继续培养约10 d,幼原叶体逐渐发育成熟;成熟原叶体呈倒卵状心形或三角状卵形,两翼略向左右扩展,边缘有波折;长宽相近,一般长3.0~3.5 mm,最长可达7.0 mm,宽3.5~4.0 mm,最宽可达8.0 mm;两翼、边缘细胞及生长点附近的细胞呈近方形,近中脉的细胞呈不规则多边形(图1-12)。

配子体发育类型为三叉蕨型^[10]。随发育的推进,原叶体基部边缘和腹部产生许多直径约11 μm的次生假根;假根初为无色透明,成熟后呈红褐色;少数假根基部具横隔(图1-13)。在原叶体的背腹面及边缘均分布有单细胞毛状体,常呈乳头状,长短不一,一般长30~45 μm,宽8~15 μm,覆盖帽状腺体,有时早脱落,毛状体始终含有少量叶绿体。原叶体边缘每隔2~4(~7)个细胞产生1条毛状体,平均1个成熟原叶体上约有90条毛状体(图1-14)。

5)性器官形成:原叶体发育成熟后,在其尾部或假根附近开始产生长圆球状或圆球状精子器,直径20~25 μm,高30~42 μm,其内具多个球状精细胞(图1-15),每个原叶体上产生约10个精子器。经多次重复培养,在原叶体上未观察到颈卵器。

6)无配子生殖:培养约3个月,原叶体通过无配子生殖发育成幼孢子体。精子器出现后约1个月,可观察到从原叶体前端凹陷处下方中肋上长出幼胚,呈圆锥状突起(图1-16);随后,幼胚发育成分支状胚芽(图1-17);胚芽表面和边缘具大量单细胞毛状体和少量多细胞毛状体,毛状体顶端乳突状,具丰富帽状腺体,并含少量叶绿体(图1-18,19);胚芽继续发育为叉柱状,顶端略弯曲,表面有大量毛状体(图1-20)。

幼胚长出约21 d,在胚芽顶端逐渐发育出第1片幼态叶。每个成熟原叶体通常只发育出1株幼孢子体。幼态叶具短柄和1对不对称的中裂缺刻,呈三叉状;其叶面和边缘具大量单细胞毛状体(图1-21)。

3 讨 论

中华鳞毛蕨的孢子萌发类型为书带蕨型,配子体发育类型为三叉蕨型,与王全喜等^[3]、黄庆阳等^[5]和张开梅等^[7]对其他鳞毛蕨属种类配子体发育的观察结果一致,并支持“书带蕨型孢子萌发方式和三叉蕨型原叶体发育方式在鳞毛蕨属配子体发育中可能有普遍性”^[11]的结论。

鳞毛蕨属丝状体可横裂或纵裂为单列或双列丝状体^[3,5-8],部分种类仅具单列丝状体^[3-4],而中华鳞毛蕨不仅具有单列丝状体,还具有单列或双列分支丝状体。可见,鳞毛蕨属在丝状体时期有3种类型:单列丝状体、双列丝状体、单列或双列分支丝状体。中华鳞毛蕨丝状体时期的形态多样性导致其片状体初期的形状多样,在红盖鳞毛蕨[*D. erythrosora* (Eaton) O. Ktze.]^[8]配子体发育过程中也存在此现象。

在不具专一性的无配子生殖蕨类中,因自然环境或生理不适宜,受精作用被抑制,从而诱导出无配子生殖^[10]。中华鳞毛蕨不产生颈卵器,进行无配子生殖,而同属其他植物均能产生两性器官^[4-8],具体原因有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第五卷第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [2] ATKINSON L R, STOKEY A G. Comparative morphology of the gametophyte of homosporous ferns[J]. *Phytomorphology*, 1964, 14: 51-70.
- [3] 王全喜, 邵诚文, 曹建国, 等. 东北蕨类植物配子体发育的研究 XI. 鳞毛蕨科[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 1995, 4(11): 83-89.
- [4] 欧阳婵娟, 唐源江, 王瑞江. 变异鳞毛蕨的孢子培养与配子体发育研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2008, 16(4): 344-349.
- [5] 黄庆阳, 肖自添, 常 纓. 香鳞毛蕨配子体发育的研究[J]. 植物研究, 2006, 26(3): 266-269.
- [6] 李懿宸, 齐 晶, 郑书忆, 等. 鳞毛蕨科3种植物配子体发育的研究[J]. 植物研究, 2016, 36(3): 334-340.
- [7] 张开梅, 石 雷, 张宪春. 三角鳞毛蕨配子体发育的研究[J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(3): 276-279.
- [8] 罗顺元, 王任翔, 麻维华. 红盖鳞毛蕨配子体的发育[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2007, 25(3): 105-108.
- [9] MOMOSE S. *Prothallia of the Japanese Ferns (Filicales)* [M]. Tokyo: University of Tokyo Press, 1967: 40.
- [10] NAYAR B K, KAUR S. Gametophytes of homosporous ferns[J]. *The Botanical Review*, 1971, 37: 295-396.
- [11] 曾汉元, 丁炳扬. 蕨类植物配子体发育的研究[J]. 植物研究, 2003, 23(2): 154-158.

(责任编辑: 郭严冬)