

薄罗藓科和羽藓科某些属分类位置的探讨

吴玉环

王幼芳 胡人亮

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

(华东师范大学生物系, 上海 200062)

摘要: 利用垂直板型聚丙烯酰胺凝胶电泳技术, 对羊角藓 [*Herpetineuron toccoe* (Sull. et. Lesq.) Card.]、短肋羽藓 [*Thuidium kanedae* Sak.]、多疣麻羽藓 [*Claopodium pellucinerve* (Mitt.) Best.]、皱叶牛舌藓 [*Anomodon rugelii* (C. Müll.) Keissl.]、暗绿多枝藓 [*Haplohymenium triste* (Ces.) Kindb.]、多毛藓 [*Lescuraea patens* (Lindb.) Arn. et Jens]、薄罗藓 [*Leskea polycarpa* Ehrh. ex Hedw.]、细叶小羽藓 [*Bryohaplocladium microphyllum* (Hedw.) R. Watanabe et Iwats]、小粗疣藓 [*Fauriella tenerrima* Broth.] 和狭叶小羽藓 [*Bryohaplocladium angustifolium* (Hampe et C. Müll.) R. Watanabe et Iwats.] 10种植物进行过氧化物酶、酯酶、苹果酸脱氢酶、谷草转氨酶和乳酸脱氢酶分析。结果表明将多枝藓属 (*Haplohymenium* Doz. et Molk.)、牛舌藓属 (*Anomodon* Hook. et Tayl.)、羊角藓属 [*Herpetineuron* (C. Müll.) Card.] 合并独立成为牛舌藓科 (*Anomodontaceae*) 是合理的; 小羽藓属 (*Bryohaplocladium* R. Watanabe et Iwats.) 和麻羽藓属 [*Claopodium* (Lesq. et Jam.) Ren et Card.] 宜归入薄罗藓科 (*Leskeaceae*)。同时表明同工酶技术和数值分类方法可用来澄清某些苔藓植物不同科、属之间的亲缘关系。

关键词: 薄罗藓科; 羽藓科; 电泳技术; 同工酶; 数值分类

中图分类号: Q949.35*2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2000)01-0039-04

Systematic positions of some genera of Leskeaceae and Thuidiaceae accessed by electrophoretic evidences WU Yu-huan (Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110015), WANG You-fang, HU Ren-liang (Dept. of Biology, East China Normal University, Shanghai 200062), *J. Plant Resour. & Environ.* 2000, 9(1): 39~42

Abstract: *Herpetineuron toccoe* (Sull. et. Lesq.) Card., *Thuidium kanedae* Sak., *Claopodium pellucinerve* (Mitt.) Best., *Anomodon rugelii* (C. Müll.) Keissl., *Haplohymenium triste* (Ces.) Kindb., *Lescuraea patens* (Lindb.) Arn. et Jens, *Leskea polycarpa* Ehrh. ex Hedw., *Bryohaplocladium microphyllum* (Hedw.) R. Watanabe et Iwats, *Fauriella tenerrima* Broth. and *Bryohaplocladium angustifolium* (Hampe et C. Müll.) R. Watanabe et Iwats. were studied with the isozyme electrophoresis, including Peroxidase (PER), Esterase (EST), Malate Dehydrogenase (MDH), Glutamate-Oxaloacetate Transaminase (GOT), and Lactate Dehydrogenase (LDH). The results show that the genera *Haplohymenium* Doz. et Molk., *Anomodon* Hook. et Tayl., *Herpetineuron* (C. Müll.) Card. placed in Anomodontaceae are acceptable while *Bryohaplocladium* R. Watanabe et Iwats. and *Claopodium* (Lesq. et Jam.) Ren et Card. are more suitable to be placed in Leskeaceae than in Thuidiaceae. It also reveals that isozyme electrophoresis combined with numerical taxonomy is useful in clarifying systematic positions of some bryophytes.

Key words: Leskeaceae; Thuidiaceae; electrophoretic method; isozyme; numerical taxonomy

苔藓植物的种类仅次于被子植物, 但对苔藓植物的研究远远落后于被子植物。苔藓植物是森林植被, 尤其是沼泽植被的重要成分, 在森林的更新和演替过程中起着重要作用, 苔藓对环境条件特别敏感, 在生物多样性研究及保护方面值得重视。

侧蒴双齿亚类是藓类植物中最大的一个类群, 所包括的科、属多, 形态结构变化大, 其孢蒴蒴齿的结构大部分属灰藓型, 但配子体差异较大, 如植物体

大小和分枝方式, 叶型、枝叶和茎叶是否分化, 中肋的有无、数目和长短, 细胞大小、形状及细胞壁次生变化等常被用来作为分科、分属和分种的依据。不同苔藓学家对孢子体和配子体特征在分类中的重要

收稿日期: 1999-07-09

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (编号: 39470066)

作者简介: 吴玉环, 女, 1972年5月生, 博士研究生, 主要从事苔藓植物分类及生态学 research。

性认识侧重点不同,导致侧蒴双齿亚类科、属概念及界线不清^[1]。如在薄罗藓科 *Leskeaceae* 和羽藓科 *Thuidiaceae* 与鳞藓科 *Theliaceae*、绢藓科 *Entodontaceae*、垂枝藓科 *Rhytidiaceae* 和塔藓科 *Hylocomiaceae* 之间等都存在界线不清的问题。

侧蒴双齿亚类中薄罗藓科与羽藓科形态上有诸多相同和相异之处,许多属和种兼有两科特征,因而它们的分类地位在文献中非常不一致^[2~5]。

近二十年来苔藓植物分类的研究,已经从经典分类学研究进入多学科的研究,虽然目前苔藓植物分类学的基本发展趋势是应用形态学上的细微特征,但不少工作已采用了植物化学、细胞学、分子生

物学、分支分类学、数值分类学等研究手段和方法。同工酶是基因表达的产物,可以作为分类研究的辅助手段之一^[6]。

本文选择侧蒴双齿亚类薄罗藓科与羽藓科中5个分类位置存有争议的属,进行形态特征分析和同工酶的数值分类,以探讨它们的分类位置。

1 材料和方法

1.1 实验材料

供试种类及产地见表1。供试样品随同基质采集,进实验室后进行自然条件下室内培养,每天给予一定的光照和水分,培养至实验结束。

表1 薄罗藓科和羽藓科供试种类和产地

Table 1 Species and their localities of *Leskeaceae* and *Thuidiaceae* tested

编号 No.	种类 Species	产地 Locality
1	羊角藓 <i>Herpetineuron toccoe</i> (Sull. et Lesq.) Card.	上海余山 Mt. She, Shanghai
2	短肋羽藓 <i>Thuidium kanedae</i> Sak.	杭州西天目山 Mt. West Tianmu, Hangzhou
3	多疣麻羽藓 <i>Claopodium pellucinerve</i> (Mitt.) Best.	杭州西天目山 Mt. West Tianmu, Hangzhou
4	皱叶牛舌藓 <i>Anomodon rugelii</i> (C. Müll.) Keissl.	杭州西天目山 Mt. West Tianmu, Hangzhou
5	暗绿多枝藓 <i>Haplodymium triste</i> (Ces.) Kindb.	杭州西天目山 Mt. West Tianmu, Hangzhou
6	多毛藓 <i>Lescuraea patens</i> (Lindb.) Arn. et Jens.	杭州西天目山 Mt. West Tianmu, Hangzhou
7	薄罗藓 <i>Leskea polycarpa</i> Ehrh ex Hedw.	上海余山 Mt. She, Shanghai
8	细叶小羽藓 <i>Bryohaplocladium microphyllum</i> (Hedw.) R. Watanabe et Iwats.	上海余山 Mt. She, Shanghai
9	小粗疣藓 <i>Fauriella tenerrima</i> Broth.	杭州西天目山 Mt. West Tianmu, Hangzhou
10	狭叶小羽藓 <i>Bryohaplocladium angustifolium</i> (Hampe et C. Müll) R. Watanabe et Iwats.	上海余山 Mt. She, Shanghai

1.2 方法

取植物体上部绿色部分洗净,吸干水分后剪碎,称取0.5 g于低温冰箱中固定1 h,置于预冷的研钵中,加入少量石英砂和1 mL电极缓冲液或提取液(0.01 mol/L pH 7.5 Tris-HCl,其中含0.001 mol/L α -巯基乙醇和0.001 mol/L EDTA),匀浆后在4℃下6 000 r/min离心15 min,取上清液,加入1滴0.2%溴酚蓝和1滴纯甘油摇匀,置低温下备用。

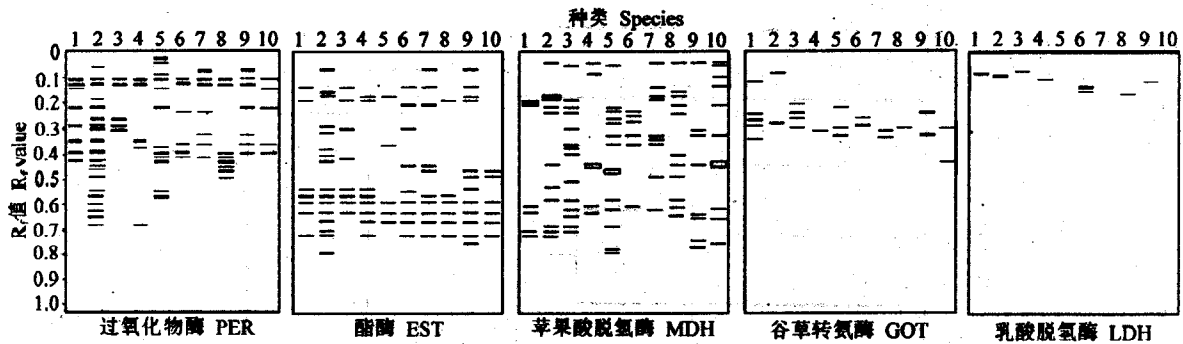
酶谱分离采用不连续聚丙烯酰胺垂直板型凝胶电泳,分离胶浓度为7.5%,浓缩胶浓度为2.5%,化学聚合。每个样品槽进样量为50 μ L,用0.1 mol/L Tris-甘氨酸(pH 8.3)作为电极缓冲液,在100 V的恒压条件下电泳到指示剂至分离胶后增大恒压至200 V,电泳2.5 h左右,待指示剂达距胶末端约1 cm处为止。所用的酶系统有过氧化物酶(PER)、酯酶(EST)、苹果酸脱氢酶(MDH)、谷草转氨酶(GOT)和乳酸脱氢酶(LDH)5种。染色方法见参考

文献[7,8]。

染色后的电泳谱带经脱色、固定后,进行拍照和绘制区带图(图1)。以种为一个运算单位(简称OUT)。根据绘制的酶谱带图,以酶谱带的R_i值依次确定谱带名,并依据数量分类中二态特征的0/1编码原则给10个OUT的每种酶的每条带赋值,出现该条带的为1,未出现的为0,制成10×127的原始二态数据矩阵表,将原始数据矩阵利用复旦大学生物系刘嘉琦教授所编写的“数值分类软件”(Numerical Taxonomy Software,简称NTS)在IBM-PC微机上数值分类运算。

2 结果与分析

由薄罗藓科和羽藓科10种植物的同工酶酶谱带图及原始二态数据计算得种间相似性矩阵(表2)和聚类分析树状分支图(图2)。



1. 羊角藓 *Herpetineuron toccoeae*, 2. 短肋羽藓 *Thuidium kanedae*, 3. 多疣麻羽藓 *Claopodium pellucinerve*, 4. 皱叶牛舌藓 *Anomodon rugelii*, 5. 暗绿多枝藓 *Haplohymenium triste*, 6. 多毛藓 *Lescuraea patens*, 7. 薄罗藓 *Leskea polycarpa*, 8. 细叶小羽藓 *Bryohaplocladium mirophyllum*, 9. 小粗疣藓 *Fauriella tenerrima*, 10. 狭叶小羽藓 *Bryohaplocladium angustifolium*
图 1 薄罗藓科和羽藓科 10 种植物的同工酶谱带图

Fig. 1 Isozyme zymogram of 10 species in Leskeaceae and Thuidiaceae

表 2 薄罗藓科和羽藓科 10 种植物的绝对相似系数矩阵¹⁾

Table 2 Matrix of absolute similarity coefficients of 10 species in Leskeaceae and Thuidiaceae¹⁾

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.00									
2	43.00	0.00								
3	36.00	47.00	0.00							
4	28.00	43.00	38.00	0.00						
5	42.00	57.00	46.00	40.00	0.00					
6	34.00	53.00	40.00	32.00	42.00	0.00				
7	38.00	51.00	34.00	43.00	44.00	26.00	0.00			
8	44.00	41.00	34.00	36.00	46.00	38.00	32.00	0.00		
9	47.00	56.00	47.00	37.00	55.00	41.00	35.00	43.00	0.00	
10	37.00	46.00	35.00	33.00	39.00	33.00	31.00	29.00	34.00	0.00

¹⁾ 1. 羊角藓 *Herpetineuron toccoeae*, 2. 短肋羽藓 *Thuidium kanedae*, 3. 多疣麻羽藓 *Claopodium pellucinerve*, 4. 皱叶牛舌藓 *Anomodon rugelii*, 5. 暗绿多枝藓 *Haplohymenium triste*, 6. 多毛藓 *Lescuraea patens*, 7. 薄罗藓 *Leskea polycarpa*, 8. 细叶小羽藓 *Bryohaplocladium mirophyllum*, 9. 小粗疣藓 *Fauriella tenerrima*, 10. 狭叶小羽藓 *Bryohaplocladium angustifolium*

(1) 表 2 和图 2 表明, 10 个种明显地分为三个类群: OTU4(皱叶牛舌藓)、OTU1(羊角藓)和 OTU5(暗绿多枝藓)归为一组; OTU8(细叶小羽藓)、OTU10(狭叶小羽藓)、OTU3(多疣麻羽藓)、OTU6(多毛藓)、OTU7(薄罗藓)和 OTU9(小粗疣藓)归为另一组; OTU2(短肋羽藓)则为独立的一组。

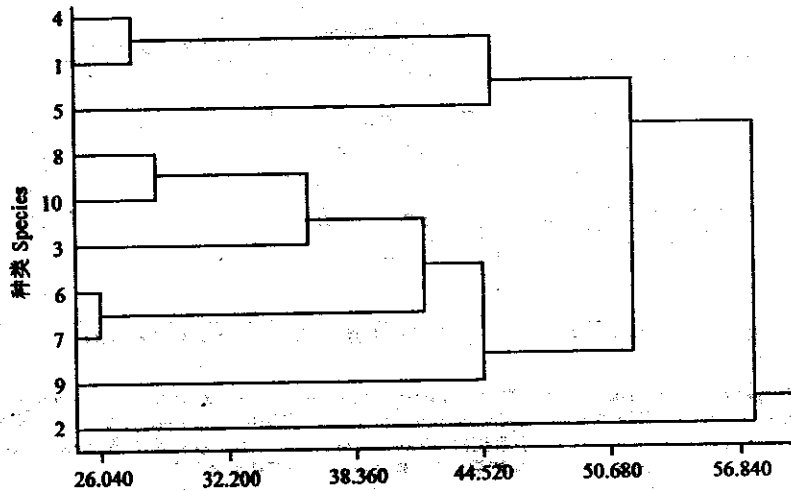
(2) 由图 2 可知 OTU2 与其他 9 个种的距离最远, 差异最大, 为独立的一群, 又从表 2 可见, 它与 OTU4 距离最近, 与 OTU5 距离最远。

(3) 图 2 表明 10 个种有 3 对距离明显较近的组, 即 6 与 7, 4 与 1, 以及 8 与 10, 其中 6, 7 距离最近, 127 个性状中有 101 个相似, 4 与 1 有 99 个相似, 8 与 10 有 98 个相似。图 2 还显示出 6, 7 相似距离最近, 4 与 1 其次, 8 与 10 再次。

(4) 由表 2 可知 OTU3 与 7, 8 距离最近且相等, 比 3 与 1 的距离略近, 又从图 2 看出, OTU3 与 8 和 10 为相近的类群, 并与 6 处于较近的地位。

3 讨论

(1) 多枝藓属 (*Haplohymenium* Doz. et Molk.)、牛舌藓属 (*Anomodon* Hook. et Tayl.)、羊角藓属 [*Herpetineuron* (C. Müll.) Card.]、麻羽藓属 [*Claopodium* (Lesq. et Jam.) Ren et Card.] 和小羽藓属 (*Bryohaplocladium* R. Watanaba et Iwats.), 由于植物体单一或稀呈羽状分枝, 主茎多横展呈匍匐枝状, 鳞毛无或极稀少, 鳞毛无疣, 叶片无纵长皱褶, 细胞具低疣等特征, Brothrus 将它们归并成牛舌藓亚科, 置于羽藓科 Thuidiaceae 中^[2]。Noguchi 根



1. 羊角藓 *Herpetineuron toccoeae*, 2. 短肋羽藓 *Thuidium kanadae*, 3. 多疣麻羽藓 *Claopodium pellucinerove*, 4. 皱叶牛舌藓 *Anomodon rugelii*, 5. 暗绿多枝藓 *Haplodymenium triste*, 6. 多毛藓 *Lescuraea patens*, 7. 薄罗藓 *Leskea polycarpa*, 8. 细叶小羽藓 *Bryohaplodidium mirophyllum*, 9. 小粗疣藓 *Fauriella tenerrima*, 10. 狭叶小羽藓 *Bryohaplodidium angustifolium*

图2 薄罗藓科和羽藓科10种植物的incaquare聚类分析树状分支图

Fig. 2 Dendrogram of incaquare agglomerative classification of 10 species in Leskeaceae and Thuidiaceae

据它们的蒴齿为非灰藓型而将它们归于薄罗藓科 Leskeaceae^[9]。Buck & Vitt 认为多枝藓属、牛舌藓属和羊角藓属的匍匐茎、叶片着生方式、蒴齿形态等特征与羽藓科的其他属之间存在着较大差异,并且该差异已超过亚科的程度,故宜独立成科——牛舌藓科 Anomodontaceae^[10]。同工酶电泳实验进行数值分类运算得到的结果表明,多枝藓属、牛舌藓属、羊角藓属在树状图中归于同一类群,并且与羽藓科的中心属羽藓属 *Thuidium* 关系较远,表明将它们独立成科是合理的。

(2) 麻羽藓属和小羽藓属传统上归于薄罗藓科。本实验结果也表明,麻羽藓属、小羽藓属与羽藓科的中心属羽藓属关系较远,而与薄罗藓科的中心属薄罗藓属 *Leskea* 较近,宜置于薄罗藓科中。

(3) 以往的苔藓学者常采用同工酶技术和数值分类方法对属内种间或居群间的亲缘关系与系统发育进行研究,本实验则以不同科、属之间的亲缘关系作为研究对象。实验结果表明,可以利用同工酶技术和数值分类方法作为辅助手段来澄清苔藓植物不同科、属之间的亲缘关系。

致谢:承蒙中国科学院沈阳应用生态研究所曹同研究员审阅全文并提供宝贵意见,特此致谢!

参考文献

[1] Buck W R. The basis for familial classification of pleurocarpous

mosses [J]. *Advance in Bryology*, 1989, 4: 169~185.

- [2] Brotherus V F. Musci. In: Engler A, Prantl K, ed. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, Vols. 10, 11 [M]. Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1925. 395~451.
- [3] Crum H, Anderson L E. *Mosses of Eastern North America* [M]. New York: Columbia University Press, 1981. 840~916.
- [4] Vitt D H. Classification of the Bryopsida [A]. In: Schuster R M, ed. *New Manual of Bryology Vol. 2* [M]. Nichinan: Hattori Botanical Laboratory, 1984. 696~759.
- [5] Sharp A J, Crum H, Eckel P, ed. *The Moss Flora of Mexico Part II* [M]. New York: New York Botanical Garden, 1994. 847~886.
- [6] 王中仁. 植物多样性与系统学研究中的等位酶分析[J]. *生物多样性*, 1994, 1(2): 38~43.
- [7] 吴少伯. 植物组织中蛋白质及同工酶的聚丙烯酰胺凝胶电泳[J]. *植物生理学通讯*, 1979, 1: 30~33.
- [8] Shaw C R, Prasad R. Starch gel electrophoresis of enzymes - a compilation of recipes [J]. *Biochemical Genetics*, 1970, 4: 297~320.
- [9] Noguchi A. *Illustrated Moss of Japan and its Adjacent Regions Part 4* [M]. Nichinan: hattori Botanical Laboratory, 1988. 793~885.
- [10] Buck W R, Vitt D H. Suggestions for a new familial classification of pleurocarpous mosses [J]. *Taxon*, 1986, 35: 21~60.
- [11] Buck W R. An evaluation of familial limits among the genera traditionally aligned with the Thuidiaceae & Leskeaceae [J]. *Contr Univ Mich Herb*, 1990, 17: 55~69.

(责任编辑:宗世贤)