

# 杜鹃属植物孢粉学特性种内变异研究

周兰英<sup>1</sup>, 董平<sup>2</sup>, 彭家荣<sup>2</sup>, 蒋艾丽<sup>2</sup>, 何敏<sup>2</sup>

(1. 四川农业大学林学院, 四川雅安 625014; 2. 四川省会理县林业局, 四川会理 615100)

**摘要** [目的] 探究杜鹃属植物孢粉学特性种内变异情况。[方法] 利用电子显微镜对四川西南山区不同区域采集的 6 种野生杜鹃共计 15 个花粉样本进行观察比较。[结果] 杜鹃种内不同样本间单粒花粉形态、外壁颗粒大小及形状、四合体缝深浅、裂纹形态等性状上均表现出明显的一致性, 并不因生长地域的变化和生态环境的差异而改变; 四合体直径、萌发孔长宽在样本内变异幅度较大, 极差达均值的 25% 以上; 在种内不同样本间, 四合体直径和萌发孔长宽差异多数达到显著或极显著水平。[结论] 杜鹃花粉四合体大小和萌发孔长宽不像外壁纹饰那样稳定, 在样本内往往会呈现较大变异, 在同种不同样本间出现显著或极显著差异, 因此这些孢粉学性状不宜作为杜鹃分类的主要指标。

**关键词** 杜鹃属; 电镜扫描; 花粉形态; 种内变异

**中图分类号** S685.21 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)18-08441-04

## Study on Intraspecific Variation of Palynology Characteristics in *Rhododendron*

ZHOU Lan-ying et al (College of Forestry and Horticulture, Sichuan Agricultural University, Yaan, Sichuan 625014)

**Abstract** [Objective] The study aimed to explore the intraspecific variation of palynology characteristics in *Rhododendron*. [Method] The total of 15 pollen samples of 6 wild *Rhododendron* collected from different part of Sichuan southwest area were observed and compared by electron microscope. [Result] Pollen morphology of single grain, shape and size of exine grain, gap depth of tetrad and the shape of crackle indicated a high degree of coherence among different samples in one species of *Rhododendron* and didn't alter because of the change of growth region and difference of ecological environment. Diameter of tetrad, length and width of germ pore had the large amplitude of variation between samples, whose extreme difference was more than 25% of mean value. The difference of tetrad diameter and length and width of germ pore reached the significant or extremely significant level in different samples of a species. [Conclusion] The diameter of tetrad and length and width of germ pore in *Rhododendron* pollen was no as stable as that of exine ornamentation, often had greater variation in samples and showed a significant or extremely significant difference in different samples of same species, so, these palynology characteristics were not appropriate as main classified indicators for *Rhododendron*.

**Key words** *Rhododendron*; Scanning by electron microscopy; Pollen morphology; Intraspecific variation

杜鹃属 (*Rhododendron*) 植物是世界著名观赏花卉, 多具有极高的观赏价值。由于杜鹃属植物种类繁多, 分布广、表型变异大, 分类问题十分复杂, 在系统划分和某些种类的归属上常存在分歧。花粉形态一般具有较强的遗传保守性, 其粒径、轮廓、纹饰、萌发孔数目、位置等特征常用于植物分类鉴定。了解花粉形态特征在种内的变异幅度, 不仅是孢粉学研究的基本需要, 也可排除种内变异干扰, 为孢粉学特性准确用于植物分类提供依据。国外仅对个别杜鹃种的花粉形态进行过报道<sup>[1-2]</sup>; 国内对数十种杜鹃孢粉学特性进行了亚属内比较<sup>[3]</sup>、亚属及种间比较<sup>[4-5]</sup>。但上述研究均未涉及种内变异, 迄今为止, 尚未见对同种杜鹃花粉进行比较的报道。笔者对四川西南山区 6 种野生杜鹃不同区域采集的 15 个花粉样本进行观察比较, 旨在为杜鹃属植物的分类提供参考。

### 1 材料与方法

**1.1 材料来源** 对不同产地且形态变异较明显的 6 个种分别作 2~3 个样品的扫描测定。6 种杜鹃共 15 个样本 (表 1)。测试花粉于 2005 年 4~6 月在四川省西南山地野外采集, 海拔 2 020~3 280 m。每种分别从 4 个单株上采集盛开花朵内的新鲜花药混合, 2~5 °C 冷藏, 随后送四川农业大学电镜室扫描拍照。

**1.2 方法** 将花粉样品用 2.5% 戊二醛固定, 磷酸缓冲液 (pH 值 7.2) 漂洗 3 次, 酒精逐级脱水, 醋酸戊酯置换, CO<sub>2</sub> 临界点干燥, 双面胶带粘样及金属镀膜, 最后用电镜 (KYKY-1000B) 扫描观察和拍照。

表 1 供试材料来源

Table 1 The materials origins

种名 Species	采集地 Collection sites	种名 Species	采集地 Collection sites
秀雅杜鹃 <i>R. concinnum</i> 1	昭觉 Zhaojue	云锦杜鹃 <i>R. fortunei</i> 2	马尔康 Maerkang
秀雅杜鹃 <i>R. concinnum</i> 2	西昌 Xichang	腋花杜鹃 <i>R. racemosum</i> 1	昭觉 Zhaojue
秀雅杜鹃 <i>R. concinnum</i> 3	会理 Huil	腋花杜鹃 <i>R. racemosum</i> 2	德昌 Dechang
大白杜鹃 <i>R. decorum</i> 1	冕宁 Mianing	腋花杜鹃 <i>R. racemosum</i> 3	西昌 Xichang
大白杜鹃 <i>R. decorum</i> 2	宝兴 Baoping	粉背碎米花 <i>R. hemitrichotum</i> 1	昭觉 Zhaojue
贡嘎山杜鹃 <i>R. gonggashanense</i> 1	马尔康 Maerkang	粉背碎米花 <i>R. hemitrichotum</i> 2	西昌 Xichang
贡嘎山杜鹃 <i>R. gonggashanense</i> 2	宝兴 Baoping	粉背碎米花 <i>R. hemitrichotum</i> 3	西昌 Xichang
云锦杜鹃 <i>R. fortunei</i> 1	康定 Kangding		

对参试各样本的花粉四合体直径和萌发孔长宽进行测定, 每样本测定数为 20 粒。以各样本测定数据为基础, 用 Excel 2003 对测定数据进行统计分析, 检验样本间差异显著性。一般而言, 花粉粒径越大, 萌发孔也越长。为避免四合体直径对孔长的影响, 同时作萌发孔相对长度的分析检验, 相对长度为萌发孔长度与其四合体直径之比。

### 2 结果与分析

**2.1 花粉形态** 杜鹃属植物的花粉均为复合型四合体花粉, 呈正四面体排列。单粒花粉球形或近球形, 具 3 孔沟, 无沟膜。在四合花粉上, 相邻花粉粒的孔沟相连, 3 条孔沟作

作者简介 周兰英 (1960-), 女, 四川西昌人, 副教授, 从事植物遗传育种研究。

收稿日期 2009-03-17

120°等份分布,部分孔沟内有清晰的内含物。花粉粒表面或多或少具粘丝。在扫描电镜下,花粉粒呈现出大颗粒、细而致密颗粒、裂纹等不同纹饰。观测的6种杜鹃花粉四合体平

均直径 40.10 μm;萌发孔平均长 12.99 μm,平均相对长 0.32,平均宽 1.36 μm。6种花粉的15个样本四合体直径及萌发孔长宽见表2。

表2 种内花粉测定结果

Table 2 Determination results of intraspecies pollens in species

种及样本 Species and samples	四合体直径//μm Diameter	萌发孔 Aperture		
		长//μm Length	相对长 Relative length	宽//μm Width
秀雅杜鹃 <i>R. concinnum</i> 1	(38.9~52.3)44.6	(10.3~21.4)14.3	(0.23~0.50)0.32	(1.0~1.9)1.5
<i>R. concinnum</i> 2	(40.2~48.9)43.9	(9.0~21.7)15.0	(0.22~0.52)0.36	(0.8~2.0)1.7
<i>R. concinnum</i> 3	(37.8~46.8)42.1	(9.7~15.3)12.9	(0.22~0.38)0.31	(0.6~2.1)1.3
大白杜鹃 <i>R. decorum</i> 1	(41.7~51.0)45.5	(10.1~17.7)14.5	(0.21~0.41)0.32	(1.0~3.1)1.9
<i>R. decorum</i> 2	(39.2~46.8)42.2	(9.1~15.6)13.3	(0.19~0.43)0.32	(0.5~2.1)1.0
贡嘎山杜鹃 <i>R. gonggashanense</i> 1	(36.6~50.0)41.7	(13.3~20.1)15.9	(0.30~0.44)0.38	(0.3~1.6)1.1
<i>R. gonggashanense</i> 2	(43.0~49.5)47.1	(13.0~20.9)16.0	(0.28~0.47)0.34	(1.3~2.3)1.7
云锦杜鹃 <i>R. fortunei</i> 1	(37.5~44.5)41.0	(11.1~22.4)16.0	(0.26~0.58)0.39	(0.4~1.8)1.2
<i>R. fortunei</i> 2	(40.8~50.2)45.9	(13.0~20.0)15.7	(0.26~0.44)0.34	(1.2~2.3)1.8
腋花杜鹃 <i>R. racemosum</i> 1	(25.6~38.7)31.3	(5.7~10.6)7.5	(0.23~0.32)0.26	(0.7~2.8)1.6
<i>R. racemosum</i> 2	(31.9~38.6)33.8	(7.5~11.1)9.0	(0.18~0.30)0.24	(0.4~1.5)0.7
<i>R. racemosum</i> 3	(27.3~36.9)33.3	(5.8~11.6)8.6	(0.19~0.32)0.24	(0.7~1.7)1.1
粉背碎米花 <i>R. hemitrichotum</i> 1	(32.3~39.2)36.1	(7.5~14.4)11.8	(0.21~0.38)0.33	(1.2~2.2)1.5
<i>R. hemitrichotum</i> 2	(30.6~40.5)35.8	(8.9~14.9)11.7	(0.25~0.47)0.33	(0.6~2.4)1.2
<i>R. hemitrichotum</i> 3	(34.4~40.8)37.7	(8.1~15.7)12.6	(0.20~0.42)0.33	(0.9~1.5)1.1

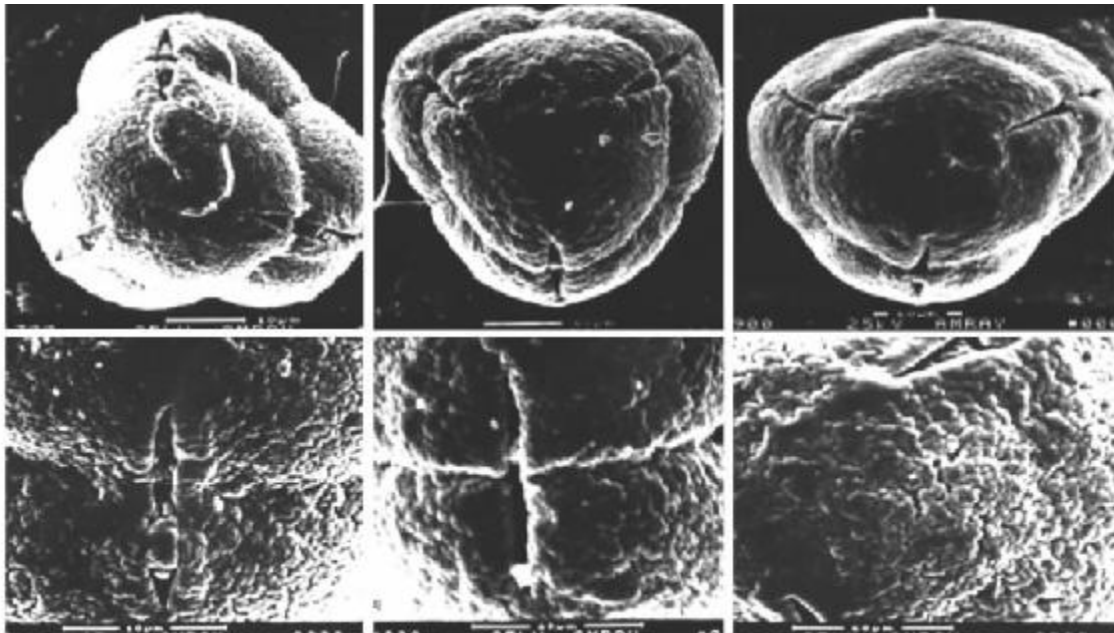
注:括号内数据为测定值范围,无括号的为样本平均值。

Note: Numbers in brackets are the range of measured value, and numbers out of the brackets are sample means.

由表2可见,同一样本内不同花粉的四合体直径差异较大,极差约占平均直径的25%,说明花粉粒大小除受遗传基因控制外,还受多种因素制约;萌发孔长和相对长变化幅度也比较大,极差都达均值的1/3以上;萌发孔宽变幅最大,同一样本内差值可达数倍。除萌发孔宽度外,其他指标测定值基本符合正态分布。在同种杜鹃不同样本间,各指标平均值变异幅度较样本内花粉粒间小得多,尤其是萌发孔长和相对

长平均值表现相近;萌发孔宽度差异要大一些,平均值变幅较样本内小。说明四合体直径、萌发孔长度虽在花粉粒间存在差异,但在种的水平上差异并不很大,在一定范围内表现出种的特征,同时也表明花粉的这些性状与其他数量性状一样受遗传型和环境的共同作用,在不同个体和居群间存在一定变异。

种内不同样本的孢粉学性状比较见图1~6。



注:标尺均为10 μm。下同。

Note: The scales are all 10 μm. The same as follows.

图1 秀雅杜鹃的孢粉学性状

Fig.1 *R. concinnum* palynology characters

由图1可见,采自不同地点的秀雅杜鹃花粉形态和外壁纹饰表现出高度的一致性,即单粒花粉近球形,表面颗粒突起不明显,呈片状开裂,裂纹多,四合体缝较深,萌发孔有内

含物但不明显。各样本四合体平均直径 42.10~44.60 μm;萌发孔平均长 12.90~15.00 μm,平均相对长 0.31~0.36,萌发孔平均宽 1.30~1.70 μm。花粉体积和萌发孔长宽比较一

致,变化均不大。

由图 2 可见,大白杜鹃的 2 个样本均表现为单粒花粉球形,外壁颗粒细小,四合体缝深,裂纹很少,但有 1 个样本萌

发孔窄,内含物不显。样本四合体平均直径 42.20 ~ 45.50  $\mu\text{m}$ ;萌发孔平均长 13.30 ~ 14.50  $\mu\text{m}$ ,平均相对长 0.32,萌发孔平均宽 1.00 ~ 1.90  $\mu\text{m}$ 。

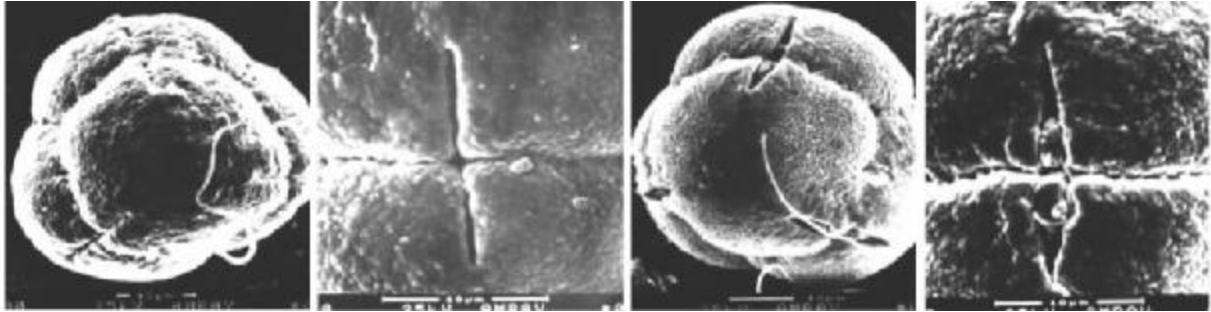


图 2 大白杜鹃的孢粉学性状

Fig. 2 *R. decorum* palynology characters

由图 3 可见,2 个贡嘎山杜鹃样本的单粒花粉呈圆球形,外壁颗粒较细,四合体缝深,几乎无裂纹,粘丝较多,萌发孔内含物有或无。样本四合体平均直径 41.70 ~ 47.10  $\mu\text{m}$ ;萌

发孔平均长 15.90 ~ 16.00  $\mu\text{m}$ ,平均相对长 0.34 ~ 0.38,萌发孔平均宽 1.10 ~ 1.70  $\mu\text{m}$ 。花粉体积在样本间差异较大。

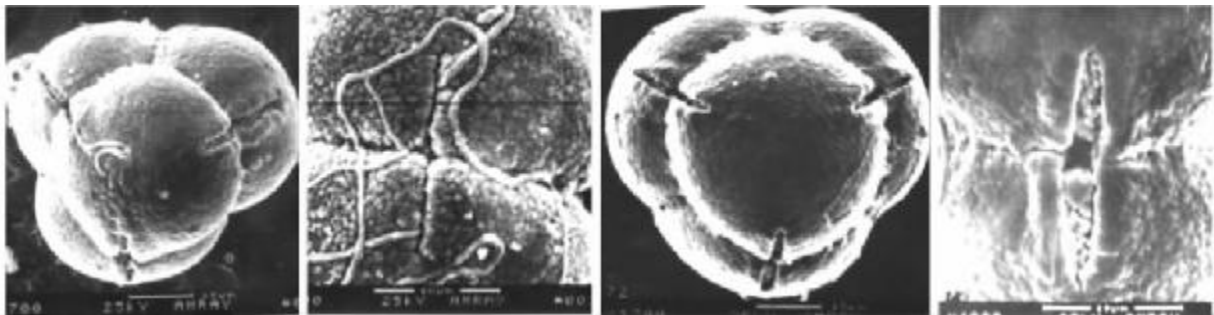


图 3 贡嘎山杜鹃的孢粉学性状

Fig. 3 *R. gonggashanense* palynology characters

由图 4 可见,3 个腋花杜鹃样本单粒花粉球形,外壁颗粒中大,裂纹多少不等,四合体缝较深,部分萌发孔未见内含

物。样本四合体平均直径 31.30 ~ 33.80  $\mu\text{m}$ ;萌发孔平均长 7.50 ~ 9.00  $\mu\text{m}$ ,平均相对长 0.24 ~ 0.26,萌发孔平均宽 0.70 ~

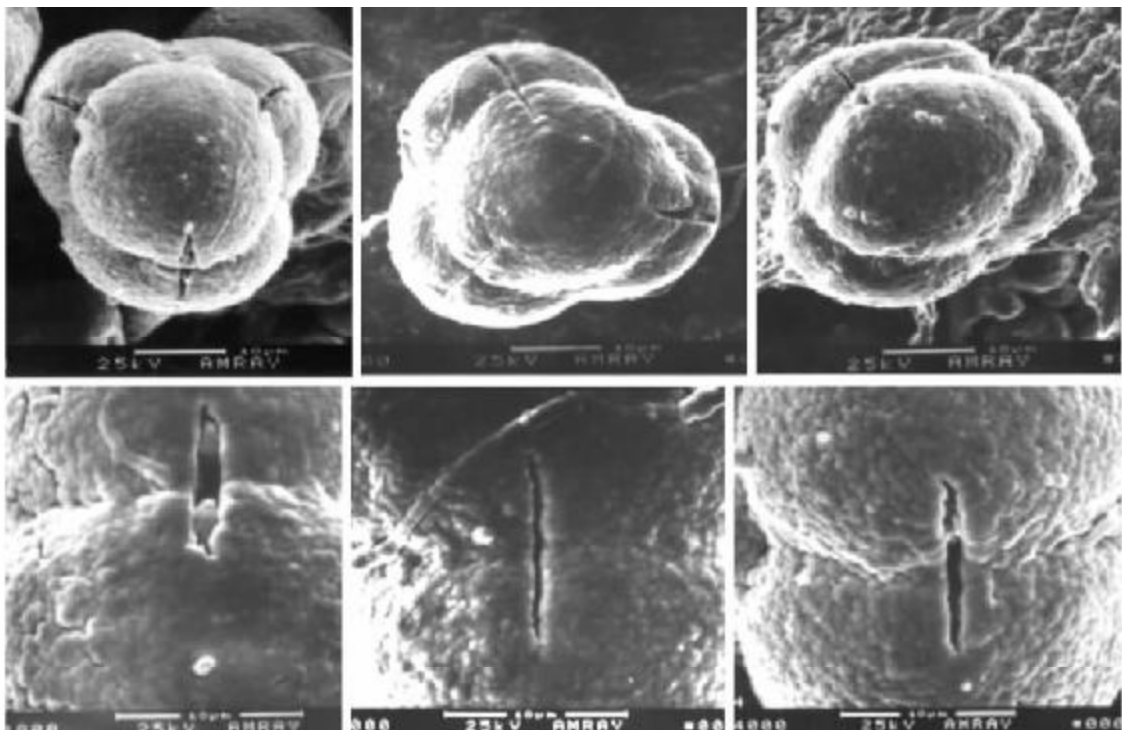


图 4 腋花杜鹃的孢粉学性状

Fig. 4 *R. racemosum* palynology characters

1.60 μm。萌发孔宽度变化较大。

由图 5 可见,3 个粉背碎米花样本单粒花粉球形,外壁颗粒中大,裂纹多且较细小,四合体缝较深,内含物多不明显,

粘丝少。样本四合体平均直径 35.80 ~ 37.70 μm;萌发孔平均长 11.70 ~ 12.60 μm,平均相对长均为 0.33,萌发孔平均宽 1.10 ~ 1.50 μm。

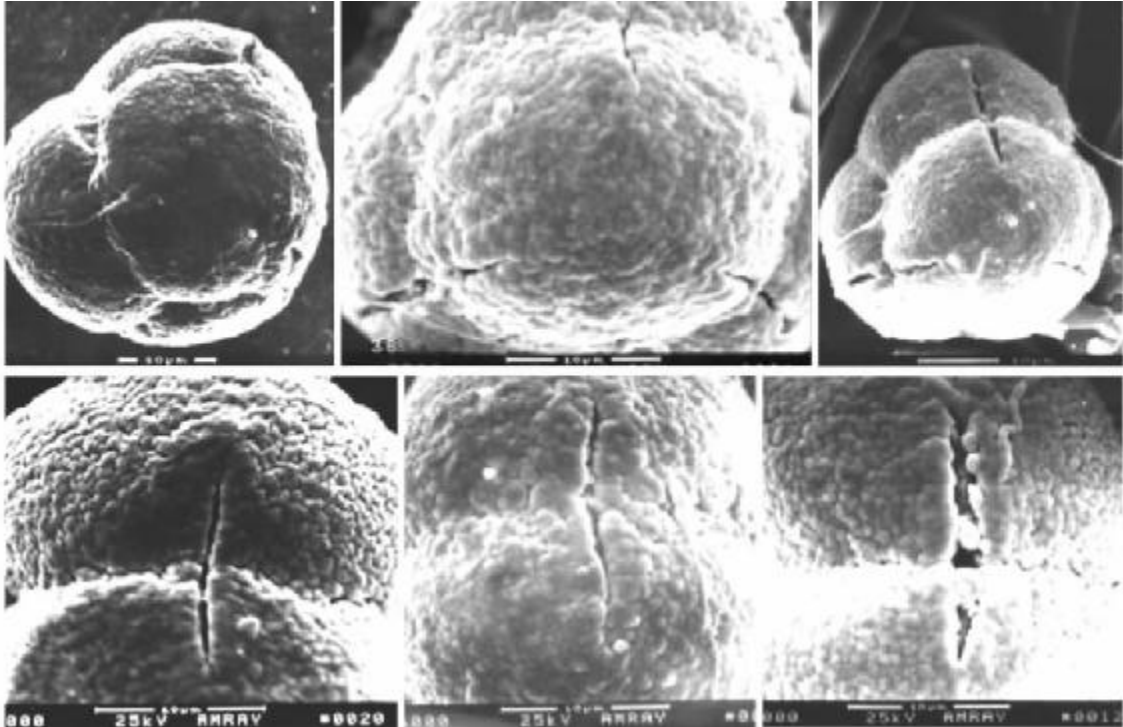


图 5 粉背碎米花的孢粉学性状

Fig.5 *R. hemitrichotum* palynology characters

由图 6 可见,2 个云锦杜鹃样本花粉形态几乎没有差异,均表现单粒花粉近球形,外壁颗粒极细小,呈光滑状,裂纹少,四合体缝较浅,内含物细碎。样本四合体平均直径

41.00 ~ 45.90 μm;萌发孔平均长 15.70 ~ 16.00 μm,平均相对长 0.34 ~ 0.39,萌发孔平均宽 1.20 ~ 1.80 μm。

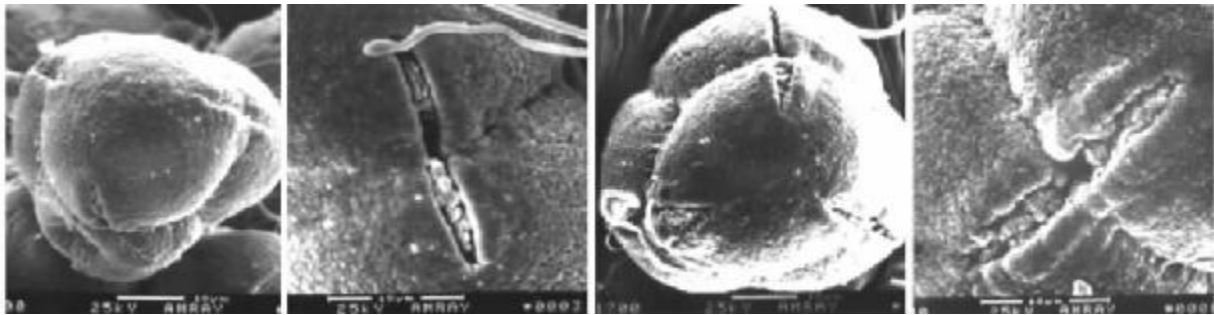


图 6 云锦杜鹃的孢粉学性状

Fig.6 *R. fortunei* palynology characters

从上述比较可见,虽然这些同种杜鹃不同样本在叶片形状和大小、叶色、花冠颜色及大小、小枝和叶片毛量的多少等性状上存在明显差异,但在花粉粒形态、外壁颗粒大小及形状、四合体缝深浅、裂纹形态、粘丝有无、萌发孔内含物形态

等性状上均表现出明显的一致性,说明这些孢粉学性状十分稳定,并不因生长地域的变化和生态环境的差异而改变。

2.2 四合体直径、萌发孔长宽的差异显著性检验 以各样本测定值为基础进行方差分析,结果见表 3。

表 3 种内样本间方差分析

Table 3 Variance analysis of intraspecific sample between

种	四合体直径	萌发孔长	萌发孔相对长	萌发孔宽
Species	Diameter of tetrahedron	Aperture length	Aperture relative length	Aperture width
秀雅杜鹃 <i>R. concinnum</i>	2.58	5.35*	3.26	3.06
大白杜鹃 <i>R. decorum</i>	13.89**	2.81	<1.00	19.39**
贡嘎山杜鹃 <i>R. gonggashanense</i>	20.22**	<1.00	5.91*	32.39**
云锦杜鹃 <i>R. fortunei</i>	122.60**	<1.00	4.82*	21.01**
腋花杜鹃 <i>R. racemosum</i>	5.90*	6.70*	2.70	27.41**
粉背碎米花 <i>R. hemitrichotum</i>	5.24*	<1.00	<1.00	5.37*

注: \* 和 \*\* 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。

Note: \* and \*\* mean significant differences at 0.05 and 0.01 level respectively

(下转第 8448 页)

- tems[M]//REAL L. Pollination biology. New York: Academy Press, 1983: 51-95.
- [4] 刘林德, 祝宁, 申家恒. 刺五加、短梗五加的开花动态及繁育系统的比较研究[J]. 生态学报, 2002, 22(7): 1041-1048.
- [5] 王崇云, 党承林. 植物繁育系统和它对种群适应性的进化机制[J]. 武汉植物学报, 1999, (17): 163-172.
- [6] DATNI A, HESSE M, PACINI E. Pollen and pollination[M]. New York: Springer Verlag, 2000.
- [7] 顾德兴, 徐炳声. 宝盖草繁育系统的研究[J]. 西北植物学报, 1992, 12(1): 70-78.
- [8] 李瑞军, 刘祥, 刘玫. 东北地区野豌豆属 *Vicia* L. (Fabaceae) 生物系统学研究[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996: 50-58.
- [9] 汪小凡, 陈家宽. 小慈姑的开花状态、传粉机制与交配系统[J]. 植物生态学报, 2001, 25(2): 155-160.
- [10] 周永刚, 王洪新, 胡志昂. 植株内种子蛋白多样性与繁育系统[J]. 植物学报, 2000, 42(9): 910-912.
- [11] 刘林德, 王仲礼, 田国伟, 等. 刺五加的形态学及雌蕊异常现象的观察[J]. 植物分类学报, 1997, 35(1): 1-6.
- [12] 刘林德, 王仲礼, 田国伟, 等. 刺五加的有性生殖与营养繁殖[J]. 植物分类学报, 1997, 35(1): 7-13.
- [13] 黎云祥. 珙桐生物学研究现状与展望[J]. 西华师范大学学报, 2003, 24(3): 269-275.
- [14] DAFNI A. Pollination ecology[M]. New York: Oxford Univ Press, 1992: 1-57.
- [15] PIAS B, GUOTIAN P. Flowering phenology and pollen-to-ovule ratio in coastal dune communities near Eurosiberian-Mediterranean border in the NW Iberian Peninsula[J]. Flora, 2001, 196: 475-482.
- [16] CRUDEN R W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants[J]. Evolution, 1977, 31(1): 32-36.
- [17] 肖宜安, 何平, 李晓红. 濒危植物长柄双花木的花部综合特征与繁育系统[J]. 植物生态学报, 2004, 28(3): 333-340.
- [18] 李建国, 张敏华, 黄宏文. 珙桐的等位酶位点变异分析[J]. 武汉植物学报, 2000, 18(3): 247-249.
- [19] 方炎明. 植物繁殖生态学[M]. 济南: 山东大学出版社, 1996: 1-56, 120-163.
- [20] WYATT R. Pollinator-plant interactions and the evolution of breeding systems[M]//RWALED L. Pollination biology. Florida: Academic Press, 1983: 51-95.
- [21] BAWA K S, BEACH J H. Evolution of sexual system in flowering plants[J]. Ann Missouri Bot Gard, 1981, 68(2): 254-274.
- [22] BERTIN R I, SULLIVAN M. Pollen interference and cryptic self-fertility in *Campsis radicans*[J]. Amer J Bot, 1988, 75(8): 1140-1147.
- [23] 姜新华, 张大勇. 植物交配系统的进化、资源分配对策与遗传多样性[J]. 植物生态学报, 2001, 25(2): 130-143.

(上接第 8444 页)

由表 3 可见, 种内不同样本间表现基本一致的只有秀雅杜鹃, 仅萌发孔长度差异达显著水平; 其次是粉背碎米花, 在四合体直径和萌发孔宽 2 个性状上差异达显著水平; 其余 4 种杜鹃所测定的 4 个性状中有 3 个达显著或极显著差异。

从测定性状看, 种内样本间表现最稳定的是萌发孔相对长, 在 6 个种中只有 2 个种的样本间差异达显著水平; 四合体直径和萌发孔宽变异明显, 除秀雅杜鹃外, 5 种杜鹃种内样本间均达显著或极显著差异。

### 3 讨论

该研究涉及的 6 种杜鹃的不同样本虽在叶片形状和大小、叶色、花冠颜色及大小、小枝和叶片上毛量的多少等性状上存在明显差异, 但在单粒花粉形态、外壁颗粒大小及形状、四合体缝深浅、裂纹形态、粘丝有无、萌发孔内含物形态等性状上均表现出明显的一致性, 说明这些性状十分稳定, 并不因生长地域的变化和生态环境的差异而显著改变, 并不意味着这些性状可以作为杜鹃分类的重要依据。在已观测的杜鹃花粉中, 多数种间差异并不明显, 差异程度往往小于其相似程度<sup>[3-4]</sup>。少数种在外壁纹饰或单粒花粉形状或萌发

孔形状等性状上具有明显的特殊性<sup>[5]</sup>, 但由于在庞大的杜鹃家族中已观测花粉形态的种极少, 这些特殊性是否为特定种所拥有尚不能下结论, 所以并不完全认同杜鹃属植物花粉形态具有种间差别的观点。就目前而言, 仅依靠孢粉学证据对杜鹃种进行分类是不可靠的。

杜鹃花粉四合体大小和萌发孔长宽不像外壁纹饰那样稳定, 在样本内往往会出现较大变异, 在同种不同样本间也多达显著或极显著差异。因此, 这些孢粉学性状在杜鹃分类中仅可作为参考指标而不构成重要依据。

### 参考文献

- [1] 额尔特曼. 花粉形态与植物分类[M]. 王伏雄, 译. 北京: 科学出版社, 1962: 129-131.
- [2] SALIH TERZÜOĞLU, NESIME MEREV, RAHİM ANIÖÜN. A study on turkish *Rhododendron* L. (Ericaceae)[J]. Turk J Agric, 2001, 25: 311-317.
- [3] 高连明, 张长芹, 李德铎, 等. 杜鹃属马银花亚属花粉形态的研究[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20(3): 177-181.
- [4] 王玉国, 李光照, 漆小雪, 等. 杜鹃花属植物花粉形态及其分类学意义[J]. 广西植物, 2006, 26(2): 113-119.
- [5] 周兰英, 王永清, 张丽. 26 种杜鹃属植物花粉形态及分类学研究[J]. 林业科学, 2008, 44(2): 55-63.

## 科技论文写作规范——引言

扼要地概述研究工作的目的、范围、相关领域的前人工作和知识空白、理论基础和分析、研究设想、研究方法和实验设计、预期结果和意义等。一般文字不宜太长, 不需作详尽的文献综述。在最后引出文章的目的及试验设计等。“引言”两字省略。