

# 君子兰属植物花粉形态观察

姜 闯<sup>1</sup>, 张 青<sup>1</sup>, 孙书明<sup>2</sup>, 杨 光<sup>1</sup>, 方 伟<sup>1</sup>, 雷家军<sup>3</sup>

(1. 辽宁省农业科学院 园艺分院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 鞍山市千山区农产品质量安全检测中心, 辽宁 鞍山 114041;  
3. 沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁 沈阳 110161)

**摘 要:**应用扫描电子显微镜对君子兰属 9 种植物花粉的形态、萌发沟、表面纹饰等性状和特征进行了观察。结果表明:君子兰属植物花粉形状皆为长球形,具单沟,远极沟,属于  $N_1P_3C_3$  型花粉,具网状雕纹。花粉两端网眼急剧变小、变密,而花粉大小、网脊宽度、网眼直径等性状存在差异。聚类分析将供试试材分为 3 组,即大花君子兰组、垂笑君子兰组和窄叶君子兰组。

**关键词:**君子兰属;花粉;扫描电子显微镜;聚类分析;分类

**中图分类号:**S 682.1<sup>+</sup>3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)18-0071-04

君子兰属石蒜科(Amaryllidaceae)君子兰属(*Clivia* spp.)多年生常绿花卉,原产南非纳塔尔省的深林中,20 世纪初传入中国<sup>[1-2]</sup>。通过民间种植者多年的杂交育种,现已培育出许多优良品种。了解君子兰的花粉生物学性状不仅是杂交育种成功的基础,也是种质资源鉴定的重要依据之一。花粉是在花粉囊内生长和发育的,不易受外部自然环境的影响,具有很强的保守性,并且世代相传。因此,花粉的形态特点比植物其它器官稳定,可以较客观地反映种间亲缘和进化关系<sup>[3]</sup>。迄今为止,孢粉学方法已在百合<sup>[3-5]</sup>、荷花<sup>[6]</sup>、玫瑰<sup>[7]</sup>、牡丹<sup>[8]</sup>等花卉上应用,国内尚鲜见君子兰花粉形态观察的详细报道。另外,花粉样品多采用自然干燥的方法制备<sup>[4-5]</sup>,由于花粉粒表面张力作用,致使同一基因不同个体的花粉形态变化很大,在该条件下,进行不同基因型间的对比分析是不准确的;而利用戊二醛固定-临界点干燥法便可以解决由于表面张力引起的干燥过程中花粉变型问题<sup>[9]</sup>。现利用光学显微镜和扫描电子显微镜对君子兰属 9 个种的花粉特征进行了观察,以期对君子兰属植物孢粉学研究提供新资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为取自沈阳农业大学花卉温室种植的垂笑君子兰、长春兰、横兰以及取自鞍山君子兰花卉中心

的缟兰、细叶白花君子兰、细叶红花君子兰、佛光君子兰和鞍山兰,还有取自南非深林的野生大花君子兰。

### 1.2 试验方法

试验于 2012 年 3~6 月进行。在饱满、即将开放的花蕾中取新鲜花药,固定于 3%的戊二醛固定液中(在真空条件下进行脱气处理)24 h 以上,用 0.1 mol/L 的磷酸缓冲液漂洗 3 次后经 30%、50%、70%、80%、90%、100%的乙醇和醋酸异戊脂梯度脱洗各 15 min,用液化 CO<sub>2</sub> 在 HCP22 型(日立公司,日本)临界点干燥仪中进行样品干燥 5 h,普通显微镜下刺破花药壁释放花粉,轻弹于粘有双面胶的样品托上,经 IB-5 离子溅射仪(EIKO 公司)喷金处理(喷镀电流:7~8 mA,喷镀时间:300 s),在 S-450 扫描电镜(SEM)(日立公司,日本)下观测、记录。

### 1.3 项目测定

选择有代表性的视野分 300 倍(群体)、1 500 倍(赤道面、萌发孔面、萌发孔)和 5 000 倍(外壁纹饰,即赤道面中央区)进行拍摄,照片通过扫描在电脑中观察。随机选取 20 粒左右花粉,测量正常花粉粒的极轴长(P)、赤道轴长(E)、萌发沟长(L)、萌发沟宽(W)、网眼直径(D)、网脊宽(w),观察记录各花粉的赤道面观、极面观及外壁纹饰特点。

### 1.4 数据分析

利用 DPS 数据处理软件对君子兰属不同种花粉的 9 组数据(极轴长、赤道轴长、极轴长/赤道轴长、萌发孔长、萌发孔宽、萌发孔长/萌发孔宽、网脊宽、网眼宽、网脊宽/网眼宽)进行聚类分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 君子兰属花粉形态

2.1.1 花粉粒的形状和大小及萌发孔特征 用扫描电子显微镜观察发现,君子兰属花粉粒形态的共同特

**第一作者简介:**姜闯(1984-),男,辽宁沈阳人,硕士,助理研究员,现主要从事蔬菜工厂化育苗及保护地栽培研究工作。E-mail: jcl9840317@163.com.

**责任作者:**雷家军(1966-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事草莓和百合育种研究工作。E-mail: jiajunlei@yahoo.com.cn.

**收稿日期:**2013-05-15

征是呈两侧对称,极面观为长球形或椭圆形,赤道面观为近似半圆形。供试君子兰属花粉极轴平均为 43.125~51.614  $\mu\text{m}$ ,赤道轴平均为 28.507~41.654  $\mu\text{m}$ ,根据花粉等级规定,君子兰花粉属于中等大小<sup>[10]</sup>。所观察的君子兰属植物的花粉由大到小依次为细叶白花君子兰>野生大花君子兰>鞍山兰>长春兰>佛光君子兰>缙兰>横兰>细叶红花君子兰>垂笑君子兰。极轴比赤道轴(P/E)为 1.222~1.577,属于长球形。其 P/E 由大到小依次为横兰>缙兰>细叶红花君子兰>垂笑君子兰>鞍山兰>长春兰>佛光君子兰>野生大花君子兰>细叶白花君子兰。所观察的君子兰属花粉萌发孔均为单萌发孔,远极沟,属于 Erdtman G (1969) NPC 分类系统中的  $N_1P_3C_3$  类型。萌发孔沟较长的是长春兰,较短的是佛光君子兰;萌发孔沟较宽的是细叶白花君子

兰,较窄的是垂笑君子兰。

2.1.2 花粉粒外壁纹饰 用扫描电镜观察的 9 种君子兰属植物的花粉表面,除细叶白花君子兰是条纹-网状共存外,其余都聚具网状雕纹,有层次感。花粉两端网眼急剧变小、变密。网眼的大小、分布密度及形态特征在种间有一定的差异。网眼由大到小依次为佛光君子兰>野生大花君子兰>细叶白花君子兰>鞍山兰>长春兰>横兰>缙兰>细叶红花君子兰>垂笑君子兰。

2.1.3 花粉败育现象 经扫描电镜观察,虽然大部分君子兰花粉形态都比较饱满,但均有一定的败育率,出现败育花粉较多的是垂笑君子兰和细叶白花君子兰。这 2 种也是实际杂交授粉试验中授粉成功率较低的君子兰。败育花粉的形态特征是,萌发孔凹陷,内含物缺失。

表 1 君子兰属 9 种植物花粉形态特征比较

Table 1 Comparison of main characteristics of pollen grains in 9 species of *Clivia* spp.

种名 Species	花粉形状和大小 Shape and size of pollen			萌发孔特征 Characters of germ pore			外壁特征 Ultrastructure		
	极轴 Polar axis / $\mu\text{m}$	赤道轴 Equatorial axis / $\mu\text{m}$	极轴/ 赤道轴 P/E	萌发孔沟长 Length of germ pore	萌发孔孔宽 Width of germ pore	萌发孔沟长/ 萌发孔孔宽 L/W	网脊宽 Width of reticulate speine/ $\mu\text{m}$	网眼宽 Width of reticulation/ $\mu\text{m}$	网脊宽/ 网眼宽 R/L
垂笑君子兰	43.125 (36.875~52.500)	28.507 (23.375~32.500)	1.513	39.375	12.875	3.058	0.623 (0.538~0.731)	0.600 (0.423~0.769)	1.038
细叶白花君子兰	50.890 (45.000~56.25)	41.654 (38.125~46.875)	1.222	46.250	32.000	1.445	0.656 (0.523~0.692)	0.727 (0.607~0.815)	0.902
野生大花君子兰	51.614 (45.500~61.875)	36.701 (32.500~43.125)	1.406	45.500	25.625	1.776	0.610 (0.500~0.731)	0.728 (0.462~1.077)	0.838
细叶红花君子兰	48.734 (41.875~53.125)	31.891 (28.750~36.875)	1.528	42.750	23.625	1.810	0.777 (0.615~1.000)	0.608 (0.500~0.731)	1.278
缙兰	50.489 (46.250~56.875)	32.283 (30.625~36.875)	1.564	46.125	19.750	2.335	0.659 (0.423~0.846)	0.641 (0.385~0.846)	1.028
长春兰	50.614 (25.000~60.000)	35.609 (30.000~40.000)	1.421	49.375	19.875	2.484	0.643 (0.500~0.731)	0.699 (0.423~0.923)	0.920
佛光君子兰	49.880 (41.750~57.500)	35.152 (31.250~41.875)	1.419	38.875	27.250	1.427	0.734 (0.500~0.923)	0.760 (0.423~0.962)	0.966
鞍山兰	50.810 (44.375~57.500)	35.723 (31.875~41.250)	1.422	45.000	29.000	1.552	0.651 (0.538~0.731)	0.724 (0.538~1.077)	0.899
横兰	50.631 (41.875~58.125)	32.113 (28.125~35.625)	1.577	42.000	23.500	1.788	0.673 (0.538~0.923)	0.698 (0.385~1.038)	0.964

## 2.2 君子兰属不同种植物花粉多样性聚类分析

从图 1 可知,君子兰属的 9 个种首先被聚为 3 组,第 1 组为垂笑君子兰,其花粉特点是花粉粒较小,萌发沟狭窄,L/W 大。第 2 组为细叶白花君子兰,其花粉特点是花粉粒赤道轴宽,萌发孔较宽,花粉外壁纹饰条纹和网纹共存,网眼较大。第 3 组分为 2 个亚组:第 1 亚组为长春兰和缙兰,其花粉特点是萌发沟较窄,L/W 较大;第 2 亚组又可分为 2 个次亚组,第 1 次亚组为细叶红花君子兰、横兰和佛光君子兰,其花粉特点为网脊清晰,第 2 次亚组为野生大花君子兰和鞍山兰,其花粉特点为 R/L 较小。从表 2 可以看出,欧氏距离的大小也反映出亲缘关系的远近。垂笑君子兰跟细叶白花君子兰的欧氏距离最大(25.4730),表明它们的亲缘关系最远;细叶

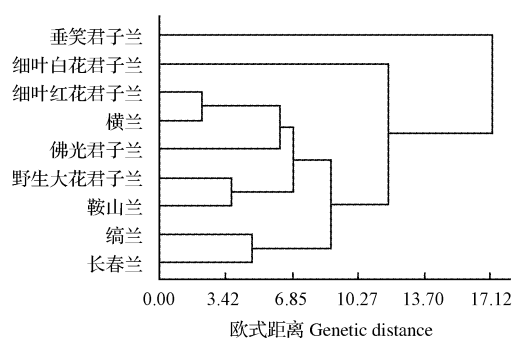


图 1 君子兰属 9 种植物系统聚类图

Fig. 1 Tree diagram in 9 species of *Clivia* spp.

表 2

君子兰属 9 种植物花粉性状的欧氏距离矩阵

Table 2

The genetic distance of main characteristics of pollen grains in 9 species of *Clivia* spp.

种名 Species	垂笑君子兰	细叶白花君子兰	细叶红花君子兰	野生大花君子兰	缙兰	长春兰	佛光君子兰	鞍山兰	横兰
垂笑君子兰	0								
细叶白花	25.4730	0							
细叶红花	13.0938	13.5134	0						
野生大花	18.4650	8.1489	6.5613	0					
缙兰	12.7218	15.4587	5.4710	7.4859	0				
长春兰	15.9960	13.9470	8.7065	7.1256	4.6586	0			
佛光君子兰	17.3027	10.9679	6.3472	7.2164	10.8757	12.9042	0		
鞍山兰	20.1266	6.7674	7.2838	3.6463	9.9702	10.1650	6.4647	0	
横兰	13.8114	13.4779	2.0610	6.2302	5.6062	8.9590	5.8130	7.2384	0

红花君子兰和横兰的欧氏距离最小(2.0610),表明它们的亲缘关系最近。

### 3 讨论

该试验结果表明,扫描电镜下,视野中的花粉颗粒大部分为赤道面观,所以花粉粒极轴长度较容易测量,而赤道面的长度测量困难。赤道面向上概率较大与君子兰属花粉粒长球形或椭球形形状有关。

Wodehouse<sup>[11]</sup>认为,目前公认比较原始的被子植物花粉体积都是较大的,关于花粉粒大小的演化顺序是由大到小。据此推断,细叶白花君子兰和野生大花君子兰较为原始,而垂笑君子兰和细叶红花君子兰较为进化。越进化的花粉其调节功能越强,而调节功能随着花粉体积与表面积之比的减少而增强,体积与表面积之比与花粉的长度成反比,即花粉越长,其体积与表面积之比就越小,调节功能越强,也就越进化<sup>[11]</sup>。该试验所观察的君子兰属植物的进化关系如与其花粉粒 P/E 对应,应是横兰、缙兰和细叶红花君子兰较为进化,而野生大花君子兰和细叶白花君子兰较为原始。该顺序与花粉大小的排序有差异。

花粉外壁表面纹饰由比较原始的具微刺状纹饰发展到具较粗的刺状纹饰,再由刺基部逐渐膨大延伸,彼此联接形成网状纹饰,网脊具小刺或乳突,最后网脊上的刺或突起消失而发展为网脊光滑的网状纹饰和条纹网状纹饰类型<sup>[11]</sup>。据此,君子兰属植物在单萌发沟花粉植物中属于较为进化类群。网眼大小的不同说明细叶红花君子兰和垂笑君子兰的网脊联接程度更高,较进化;而佛光君子兰、野生大花君子兰和细叶白花君子兰则较为原始。该顺序与花粉形状大小的排序都有差异,表明君子兰属各个种的进化程度不能依据孢粉学的单一指标来推断,而应综合各项指标才能准确得出结论。

该试验从孢粉学的角度探讨了君子兰属种间的亲

缘关系。聚类结果表明,全部样品可分为 3 组,分别为大花君子兰组、垂笑君子兰组合和窄叶君子兰组。这与君子兰属植物的传统分类结果是一致的。因此,孢粉学的结果可以作为君子兰属分类的依据。但孢粉学分类也表现出某种程度的不一致性。例如,细叶红花君子兰是细叶白花君子兰×鞍山兰的杂交后代,无论从实际亲缘关系,还是从形态学上区分,都应该属于窄叶君子兰组,而孢粉学聚类分析却把细叶红花君子兰归为大花君子兰组。欧氏距离与横兰和佛光君子兰相近,与细叶白花君子兰较远。因此,单凭孢粉学无法准确的给君子兰属植物分类,只有在对细胞学、同工酶、RAPD 等方面作充分研究,再结合形态学资料进行综合分析,方可得出真正客观的结论。

### 参考文献

- [1] 李祖清. 中国君子兰[M]. 成都:四川科学技术出版社,1988:20-47.
- [2] 陈俊愉,程绪珂. 中国花经[M]. 上海:上海文化出版社,1990.
- [3] 吴祝华,施季森,席梦利,等. 百合种质资源花粉形态及亲缘关系研究[J]. 浙江林学院学报,2007,24(4):406-412.
- [4] 曾小英,赵庆芳,汪会荣. 百合品种的花粉形态研究[J]. 西北师范大学学报(自然科学版),2004,40(2):66-68.
- [5] 张丽娜,雷家军,韩凌,等. 百合属(*Lilium*)几种植物花粉形态的观察[J]. 西北农业学报,2006,15(6):174-178.
- [6] 孔德政,李晨,赵海舰,等. 荷花花粉的形态研究[J]. 中国农学通报,2009,25(6):175-178.
- [7] 李玉舒,张启翔. 中国玫瑰品种资源花粉形态的观察与比较[J]. 北方园艺,2009(8):179-182.
- [8] 袁涛,王莲英. 几个牡丹野生种的花粉形态及其演化、分类的探讨[J]. 北京林业大学学报,1999,21(1):17-21.
- [9] 王玉柱,潘季淑,孟新法. 临界点干燥对杏花粉形态的影响[J]. 华北农学报,1996,11(2):91-95.
- [10] 王开发,王宪曾. 孢粉学概论[M]. 北京:北京大学出版社,1983:39-41.
- [11] Wodehouse R P. Pollen Grains[M]. New York:Mc Graw Hil Book Co Inc,1935:323-340.

# Hg、Cd 复合污染对千屈菜生理生化指标的影响

张秀娟<sup>1</sup>, 孙润生<sup>2</sup>, 吴 楚<sup>1</sup>, 许凤英<sup>3</sup>

(1. 长江大学 园艺园林学院, 湖北 荆州 434025; 2. 南京农业大学 园艺学院, 江苏 南京 210000; 3. 长江大学 农学院, 湖北 荆州 434025)

**摘 要:**以千屈菜为试材,研究了不同浓度汞(Hg)(0、0.5、5.0、50.0 mg/L)及镉(Cd)(0、0.5、5.0、50.0 mg/L)胁迫对其生理生化指标的影响。结果表明:低浓度 Hg、Cd 刺激千屈菜生长;随着 Hg、Cd 浓度的增加,叶绿素相对含量呈现小幅上涨而后下降;低浓度 Cd<sup>2+</sup> 对超氧化物歧化酶(SOD)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性有提高作用,但过氧化氢酶(CAT)活性随重金属浓度增加而下降,丙二醛(MDA)含量处于波动状态;随着 Hg、Cd 浓度的增加,细胞膜相对透性增加。Hg、Cd 复合污染重于 Hg、Cd 单一胁迫处理。总之,千屈菜能够通过调节抗氧化系统来适应重金属环境,较耐 Hg 和 Cd 胁迫,是具有优良前景的环境治理及园林绿化水生花卉。

**关键词:**千屈菜;汞;镉;抗氧化系统

**中图分类号:**S 688 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)18-0074-04

随着工业化及城市化进程的加快,环境污染日益严重,工业废水及生活污水的排放不断增加,导致河流与湖泊水质生态恶化,污泥淤积,恶臭产生,从而引发了一系列的环境问题。环境污染重金属既包括汞(Hg)、镉(Cd)、铅(Pb)、铬(Cr)和类金属砷(As)等生物毒性明显的重金属,也包括锌(Zn)、铜(Cu)、钴(Co)、镍(Ni)等有一定毒性的一般重金属。重金属污染已成为世界性的

重大环境问题,成为环境生物学关注的焦点。找到或发现有一定耐(积累)重金属复合抗性的新的植物材料,用于重金属污染的水环境修复和改良,必将有效缓解水环境重金属污染危机给人类带来的压力。千屈菜(*Lythrum salicaria* Linn.)属千屈菜科千屈菜属多年生挺水宿根草本植物,喜温暖及光照充足、通风好的环境,喜水湿,具有生长快、生物量大等特点<sup>[1]</sup>,适应性广,在我国南北各地均有野生,多生长在沼泽地、水旁湿地和河边、沟边,在众多的园林景观中得到应用,是园林水景布置的良好水生观赏植物材料。关于重金属胁迫对园林水生植物的影响,目前多见于重金属对植物生长及生理活性方面的研究。李星等<sup>[2]</sup>研究发现,千屈菜对重金属有一定的耐性,在废水净化和生态系统修复中具有一定的作

**第一作者简介:**张秀娟(1979-),女,博士,讲师,研究方向为园林植物应用和生态系统恢复。E-mail:zxj510@yahoo.com.cn.

**责任作者:**吴楚(1965-),男,博士,教授,研究方向为生态系统恢复。

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31200348)。

**收稿日期:**2013-05-06

## Observation of Pollen Morphology of *Clivia* spp.

JIANG Chuang<sup>1</sup>, ZHANG Qing<sup>1</sup>, SUN Shu-ming<sup>2</sup>, YANG Guang<sup>1</sup>, FANG Wei<sup>1</sup>, LEI Jia-jun<sup>3</sup>

(1. Gardening Branch, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161; 2. Testing Center of the Quality and Safety of Agricultural Products, Anshan, Liaoning 114041; 3. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

**Abstract:** Pollen morphology and ultrastructure of 9 species of *Clivia* spp. had been examined by aid of the scanning electron microscope (SEM). The results showed that the pollen grains of *Clivia* were generally elliptic with mono-culpus and reticulate sculptures, which belonged to  $N_1P_3C_3$ . The mesh of both ends of pollen became dramatically smaller and closer. The length of polar axis, equatorial axis, width of apertures and spine were different to some extent among these different species. From the cluster analysis, they could be classified into three groups, which were *Clivia miniata*, *Clivia nobilis* and *Clivia gardenii*.

**Key words:** *Clivia* spp.; pollen; the scanning electron microscope (SEM); cluster analysis; classify