

# 10 种长山药花粉形态及分类研究

陈占勇<sup>1</sup> 霍秀文<sup>1</sup> 尹 春<sup>2</sup> 杨 明<sup>1</sup>

(1. 内蒙古农业大学 内蒙古自治区野生特有蔬菜种质资源与种质创新重点实验室, 内蒙古 呼和浩特 010018;

2. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 包头 014109)

**摘要:** 利用扫描电子显微镜对 10 个品种的长山药花粉形态进行了观察和对比研究, 结果表明: 长山药花粉形状为扁球形, 两端平截 2 沟, 极轴长  $11.51\ \mu\text{m}$  ( $10.02 \sim 13.90\ \mu\text{m}$ ), 赤道轴长  $18.53\ \mu\text{m}$  ( $16.21 \sim 21.05\ \mu\text{m}$ ), 属于小型的花粉 ( $10 \sim 25\ \mu\text{m}$ )。10 种长山药品种花粉在极轴、赤道轴和 P/E 比值上均部分存在显著差异。外壁纹饰为网状、穴网状、孔穴状三类。利用 SAS9.0 软件, 根据不同品种的长山药花粉外部形态特点, 对其进行赋值, 做 Q 聚类分析。结果表明, 在遗传距离 7.75 时, 可将 10 个长山药品种分为 3 类。第一类包括毕克齐长山药和逃墙山药, 其特点为极面观近圆形, 花粉较小, 外壁纹饰呈孔穴状; 第二类包括嘉祥细毛山药、太怀山药、侯马山药、惠楼小红皮、孙付吉山药和河北保定山药, 花粉体积中等, 其中太怀山药为穴网状纹饰, 其他山药为网状纹饰; 第三类是华县山药和日本山药-2, 华县山药穴网状纹饰, 日本山药-2 为孔穴状纹饰。

**关键词:** 长山药; 扫描电镜; 花粉形态; 分类

中图分类号: S632.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2011)05-0141-05

## Study of Classification of Different Chinese Yam(*Dioscorea opposita* Thunb.) by Pollen Morphology

CHEN Zhan-yong<sup>1</sup>, HUO Xiu-wen<sup>1</sup>, YIN Chun<sup>2</sup>, YANG Ming<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Wild Peculiar Vegetable Germplasm Resource and Germplasm Enhancement, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China; 2. Vocational and Technical College of Inner Mongolia Agricultural University, Baotou 014109, China)

**Abstract:** Pollen grains of 10 Chinese yam(*Dioscorea opposita* Thunb.) were observed by scanning electron microscope( SEM). The results showed that the pollen shape of 10 Chinese yam(*Dioscorea opposita* Thunb.) is spheroidicity with both flat ends and 2 anasulcates. The polar axis length is  $11.51\ \mu\text{m}$  ( $10.02 - 13.90\ \mu\text{m}$ ) and the equatorial axis length is  $18.53\ \mu\text{m}$  ( $16.21 - 21.05\ \mu\text{m}$ ). It is a small pollen ( $10 - 25\ \mu\text{m}$ ). There were some significant differences on pollen of 10 Chinese yam(*Dioscorea opposita* Thunb.) in the long polar axis, equatorial axis and P/E ratio respectively. Exine ornamentation is reticulate, foveolate-reticulate, cavernous categories. The result of Q-cluster analysis based on pollen morphology and characteristic indicated that 10 Chinese yam could be classified into three groups when genetic distance was 7.75. The group I included Bikeqi Yam and Taoqiang Yam with their small pollen grains, nearly round equatorial view and cavernous exine sculpture. The group II included Jiaxiang Yam, Taihuai Yam, Houma Yam, Huilou red peel Yam, Sunfuji Yam and Baoding Yam with medium pollen grain. Taihuai Yam exine sculpture was foveolate-reticulate ornamentation and the other materials were all reticulate ornamentation. The group III included Huaxian Yam and Japan Yam-2 with larger pollen grain and reticulate ornamentation and cavernous ornamentation respectively.

**Key words:** Chinese yam(*Dioscorea opposita* Thunb.); SEM; Pollen morphology; Classification

长山药, 别名薯蓣, 又称淮山药、薯药、玉芋等, 属薯蓣科(*Dioscoreaceae*) 薯蓣属(*Dioscorea*), 是一年生或多年生缠绕性藤本植物, 能形成肥大的地下

收稿日期: 2011-07-15

基金项目: 内蒙古自然科学基金(20071102.315)

作者简介: 陈占勇(1982-), 男, 河北秦皇岛人, 硕士研究生, 主要从事蔬菜育种研究。

通讯作者: 霍秀文(1968-), 女, 内蒙古包头人, 教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事蔬菜种质资源与遗传育种研究。

肉质块茎供食用或药用,营养价值高。有些品种有较高的药用价值,是良好的滋补强壮剂,对肾脾病、糖尿病、慢性肠炎等有辅助疗效。此外长山药也是重要的出口特产蔬菜之一<sup>[2]</sup>。

长山药广泛分布于我国东北、华北、华中、东南和西南等丘陵和浅山地区,在朝鲜、日本也有分布,并形成许多地方品种<sup>[3]</sup>,种质资源丰富。南方诸省以食用山药为主。药用山药以种植于河南省北部、山西省中南部的怀山药为代表,药用和滋补价值最高,因而成为许多中药的主要原料和重要的滋补食品。但是各地长山药品种同物异名或同名异物的现象比较突出,某些品种在“种”的归属上混淆不清。这给长山药的系统分类、种质资源的收集及育种造成了很大的困难。

花粉形态具有很强的遗传保守性和可靠性,在植物分类、系统发育、起源与演化方面得到广泛应用<sup>[4]</sup>,其固有的轮廓、纹饰、萌发孔数目、位置等特征常用于植物分类鉴定,并已经成功应用<sup>[5-8]</sup>。

薯蓣科植物的花粉形态在 1834 年 Mohl 就开始研究,继后又有 Selling、Erdtman、Nair 进行了报道,他们只对少数种类进行了较简单的描述。1985 年,舒璞<sup>[9]</sup>等用显微镜研究了分布我国的该属 5 个组 33 种植物的花粉形态,并进行了详细的观察和比较。本研究利用扫描电子显微镜对 10 个品种的长山药花粉进行观察和比较,通过对花粉形态的差异进行分析,旨在为长山药花粉研究提供有益资料,并为长山药的分类学研究提供一些孢粉学证据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料来源

将来源于不同地区的在熟性、产量构成、生长发育特点等方面具有多样性和代表性的 10 个长山药品种种植于内蒙古农业大学科技园区试验田,于 2009 年 7-9 月采集花粉(表 1)。每种分别从不同雄株采集盛开的花朵,固定,然后在内蒙古农业大学电镜实验室拍照。

表 1 供试材料

Tab. 1 Information of materials

编号 No.	材料名称 Materials	编号 No.	材料名称 Materials
001	内蒙古毕克齐长山药	006	河南惠楼小红皮
002	山东逃墙山药	007	河南孙付吉山药
003	山东嘉祥细毛山药	008	陕西华县山药
004	山西太怀山药	009	河北保定山药
005	山西侯马山药	010	日本山药-2

### 1.2 试验方法

在长山药盛花期,用镊子把整个花序取下,于 2.5% 的戊二醛溶液中固定 4 h 以上。用生理盐水冲洗 3 次(每次 10 min),用玻璃棒捣碎,500 r/min 离心 5 min,取上清液,3 000 r/min 离心 5 min,去上清液,30%、50%、70%、80%、90%、100% (2 次)乙醇溶液梯度脱水,每次 10 min,醋酸异戊二酯置换 10 min,CO<sub>2</sub> 临界点干燥,将花粉用双面胶粘于载物台上,真空喷金镀膜,在 S-530 型扫描电子显微镜下观察并拍照。

### 1.3 测定项目和方法

在电子显微镜下,每个样品选有代表性的花粉极面、群体和个体拍照,测量 20 粒花粉的极轴长(P)、赤道轴长(E),以平均数±标准差表示。计算其 P/E。对长山药花粉的形状、赤道轴、极轴、P/E、极面观、等特征赋值,采用 SAS 软件欧氏距离法进行聚类分析,制作聚类图。

花粉的描述依据 Erdtman G 著的《孢粉学手册》<sup>[10]</sup>,王伏雄和钱南芬译著的《花粉形态与植物分类》<sup>[11]</sup>中的名词术语和定义。

## 2 结果与分析

### 2.1 长山药花粉的一般特征

长山药花粉形状为扁球形,两端平截,2 沟,极轴长 11.51 μm (10.02 ~ 13.90 μm),赤道轴长 18.53 μm (16.21 ~ 21.05 μm),依据 Erdtman G 划分花粉大小的等级标准均属于小型的花粉(10 ~ 25 μm)。华县山药 P/E 为 0.49,小于 1/2 (即 4/8),逃墙山药花粉极面观近圆形, P/E 是 0.78,大于 3/4。其余品种 P/E 值在 0.55 ~ 0.71。毕克齐长山药和逃墙山药极面观为近圆形,2 沟开裂,达两端。嘉祥细毛山药和孙付吉山药花粉极面观为梭形,两端平截;日本山药-2 花粉极面观为三角形,2 沟开裂,达两端;其余品种均为两端平截,极面观呈长方形,2 沟达两端(表 2)。

### 2.2 不同品种长山药花粉外壁纹饰描述

10 个品种的花粉外壁纹饰由于品种的不同呈现不同形态(表 3),分别为:网状纹饰,主要包括侯马山药、孙付吉山药,小网脊光滑平直,网眼形状近圆形或椭圆形,比较规则,大小差异较大;网状纹饰,嘉祥细毛山药、有惠楼小红皮和河北保定山药,网脊宽,平滑而直;网眼形状近圆形或椭圆形,大小差异较大;孔穴状纹饰,有毕克齐长山药、逃墙山药、太怀山药和引自日本山药-2 4 个品种,网眼近圆形,大小比较均匀一致。华县山药为穴网状纹饰,孔穴浅,部分穿孔。

表 2 10 个长山药品种的花粉形态特征

Tab. 2 Pollen morphology and characteristic of 10 Chinese yam( *Dioscorea opposita* Thunb. ) based on scanning electron microscopy

材料 Materials	花粉形状 Pollen shape	极面观 Equatorial view	极轴/ $\mu\text{m}$ Polar axis	赤道轴/ $\mu\text{m}$ Equatorial axis	P/E	远极沟数 No. of aperture
毕克齐长山药	两端平滑	近圆形	11.88( 10.54 ~ 13.00)	17.12( 16.21 ~ 18.65)	0.70( 0.58 ~ 0.78)	2
逃墙山药	两端平截	近圆形	13.90( 10.83 ~ 15.83)	17.97( 15.93 ~ 20.00)	0.78( 0.73 ~ 0.99)	2
嘉祥细毛山药	两端平截	梭形	10.02( 9.00 ~ 10.87)	17.53( 16.07 ~ 19.30)	0.57( 0.49 ~ 0.53)	2
太怀山药	两端平截	长方形	12.15( 9.05 ~ 15.54)	18.62( 16.21 ~ 22.70)	0.66( 0.54 ~ 0.96)	2
侯马山药	两端平截	长方形	11.41( 8.67 ~ 12.93)	19.17( 18.17 ~ 20.43)	0.60( 0.47 ~ 0.71)	2
惠楼小红皮	两端平截	长方形	11.49( 9.24 ~ 12.84)	16.21( 14.86 ~ 17.57)	0.71( 0.57 ~ 0.86)	2
孙付吉山药	两端平截	梭形	11.26( 7.84 ~ 12.67)	18.31( 16.89 ~ 20.00)	0.61( 0.46 ~ 0.67)	2
华县山药	两端平截	长方形	11.10( 6.76 ~ 11.67)	20.42( 18.92 ~ 23.33)	0.49( 0.36 ~ 0.58)	2
河北保定山药	两端平截	长方形	11.10( 8.33 ~ 13.86)	18.88( 16.76 ~ 20.67)	0.60( 0.41 ~ 0.83)	2
日本山药-2	两端平截	三角形	11.78( 8.11 ~ 18.91)	21.05( 19.59 ~ 22.97)	0.55( 0.41 ~ 0.82)	2

表 3 10 个长山药品种的花粉外壁纹饰

Tab. 3 Pollen exine ornamentation of 10 Chinese yam( *Dioscorea opposita* Thunb. ) based on scanning electron microscopy

材料 Materials	外壁纹饰 Exine sculpture
毕克齐长药	花粉粒外壁纹饰为孔穴状 ,网眼近圆形 ,大小比较均匀一致
逃墙山药	花粉粒外壁纹饰为孔穴状 ,网眼近圆形 ,大小比较均匀一致
嘉祥细毛山药	花粉粒外壁纹饰为网状 ,网脊宽 ,平滑而直;网眼形状近圆形或椭圆形 ,大小差异较大
太怀山药	花粉粒外壁纹饰为孔穴状 ,网眼近圆形 ,大小比较均匀一致
侯马山药	花粉粒外壁纹饰为网状 ,小网脊光滑平直;网眼形状近圆形或椭圆形 ,比较规则 ,大差异较大
惠楼小红皮	花粉粒外壁纹饰为网状 ,网脊宽 ,平滑而直;网眼形状近圆形或椭圆形 ,大小差异较大
孙付吉山药	花粉粒外壁纹饰为网状 ,小网脊光滑平直;网眼形状近圆形或椭圆形 ,比较规则 ,大小差异较大
华县山药	穴网状 ,孔穴浅 ,部分穿孔
河北保定山药	花粉粒外壁纹饰为网状 ,网脊宽 ,平滑而直;网眼形状近圆形或椭圆形 ,大小差异较大
日本山药-2	花粉粒外壁纹饰为孔穴状 ,网脊窄 ,网眼近圆形 ,大小比较均匀一致

2.3 差异显著性分析

由表 4 可知 ,10 个长山药品种花粉在极轴、赤道轴和 P/E 比值上均部分存在显著差异。逃墙山药和嘉祥细毛山药、华县山药在 P 值存在显著差异;在 E 值上 ,日本山药-2 与除侯马山药和华县山

药之外的 7 个品种呈显著差异;逃墙山药与嘉祥细毛山药、华县山药、日本山药-2 在 P/E 上存在显著差异。由此可知 ,一些品种的花粉粒在 P 值上差异不明显 ,但在 E 值或 P/E 值上存在显著差异 ,由此可作为区分鉴别不同长山药品种的一个手段。

表 4 10 个长山药品种的花粉形态差异性

Tab. 4 Significantly difference of pollen morphology of 10 Chinese yam( *Dioscorea opposita* Thunb. )

材料 Materials	P 值( $M \pm SD$ )	E 值( $M \pm SD$ )	P/E( $M \pm SD$ )
毕克齐长山药	11.88 $\pm$ 1.01ab	17.12 $\pm$ 0.89dc	0.70 $\pm$ 0.09ab
逃墙山药	13.90 $\pm$ 1.71a	17.972 $\pm$ 1.45dc	0.78 $\pm$ 0.14a
嘉祥细毛山药	10.02 $\pm$ 0.75b	17.532 $\pm$ 1.03cd	0.57 $\pm$ 0.07bc
太怀山药	12.15 $\pm$ 2.19ab	18.622 $\pm$ 2.30bc	0.66 $\pm$ 0.16abc
侯马山药	11.41 $\pm$ 1.46ab	19.172 $\pm$ 0.98abc	0.60 $\pm$ 0.08abc
惠楼小红皮	11.49 $\pm$ 1.23ab	16.212 $\pm$ 0.86d	0.71 $\pm$ 0.09ab
孙付吉山药	11.26 $\pm$ 1.78ab	18.312 $\pm$ 1.28bdc	0.61 $\pm$ 0.08abc
华县山药	10.12 $\pm$ 1.80b	20.422 $\pm$ 1.53ab	0.49 $\pm$ 0.08c
河北保定山药	11.10 $\pm$ 1.44ab	18.82 $\pm$ 1.76bc	0.60 $\pm$ 0.13abc
日本山药-2	11.78 $\pm$ 3.96ab	21.052 $\pm$ 1.28a	0.55 $\pm$ 0.15bc

注:表中相同尾字母经 Duncan’s 新复极差法检验在 5%(小写字母)水平上差异不显著。  
Note: The same letter by the end of Duncan’s new multiple range method test at 5%( lowercase letters) level was not significant.

## 2.4 聚类分析

利用 SAS9.0 软件,根据不同长山药品种的花粉形状、极面观、极轴、赤道轴、P/E 值、外壁纹饰等花粉外部形态特点,对其进行赋值,做聚类分析。图 1 结果表明,在遗传距离 7.75 时,可将 10 个长山药品种分为 3 类。第一类包括毕克齐长山药和逃墙山药,其特点为极面观近圆形,花粉较小,外壁纹饰呈孔穴状;第二类包括嘉祥细毛山药、太怀山药、侯马山药、惠楼小红皮、孙付吉山药和河北保定山药,体积中等,嘉祥细毛山药、侯马山药、惠楼小红皮、孙付吉山药和河北保定山药为网状纹饰,太怀山药为穴网状纹饰,其中逃墙山药和孙付吉山药花粉极面观呈梭形,其他呈长方形;第三类是华县山药和日本山药-2,花粉体积较大,华县山药穴网状纹饰,日本山药-2 孔穴状纹饰。

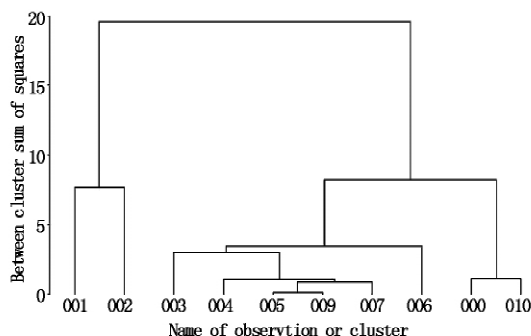


图 1 10 个长山药品种花粉性状聚类分析树状图

Fig.1 Dendrogram of 10 Chinese yam (*Dioscorea opposita* Thunb.) based on pollen characteristics

## 3 讨论

对于薯蓣属花粉的研究,1985 年,舒璞<sup>[9]</sup>等用显微镜研究了分布我国的该属 5 个组 33 种植物的花粉形态,并进行了详细的观察和比较。薯蓣属花粉具 1 沟或 2~3 沟,外层与内层等厚或稍厚。单沟的花粉较大,二端尖,极轴长为 17.4~26.7  $\mu\text{m}$ ,长赤道轴 26.8~39.1  $\mu\text{m}$ ,短赤道轴 17~25.5  $\mu\text{m}$ ;外壁纹饰有条纹状、穴状、脑纹-网状。双沟的花粉较单沟的较小,二端平截,极轴长为 13.9~23.1  $\mu\text{m}$ ,长赤道轴 19.2~26.7  $\mu\text{m}$ ,外壁纹饰为网状或拟脑纹-网状。其中薯蓣组花粉形状为扁球形,二端平截,双沟型。体积大小:极轴长为 12.5~16.25  $\mu\text{m}$ ,赤道轴长为 17.50~23.8  $\mu\text{m}$ ,短赤道轴长为 11.9~14.3  $\mu\text{m}$ 。外壁纹饰:在光学显微镜下为网状纹饰,扫描电镜下则为网状或拟脑纹-网状。本试验研究表明长山药花粉呈扁球形,两端平截,花粉大小 11.61  $\mu\text{m}$  (10.02~13.90  $\mu\text{m}$ )  $\times$  18.53  $\mu\text{m}$  (17.12~21.05  $\mu\text{m}$ ) 2 沟,外壁纹饰呈网状、穴网状或孔穴

状,与舒璞的研究相似。樱属花粉形态的研究发现<sup>[12]</sup>属内基本一致,种间存在花粉大小、外壁纹饰的细微差别。Wrońska-Pilarek 等<sup>[13]</sup>研究发现,不同蔷薇科植物花粉之间具有类似的形态构造,主要特征包括外壁纹饰中的肋和穿孔,其次是花粉大小、形状。Arzani K 等<sup>[14]</sup>对 11 个杏品种花粉形态研究表明,在不同品种间花粉外壁纹饰和形态上,特别是条脊和孔穴上存在明显差异,可作为鉴别不同杏品种的一种手段。本研究结果表明,长山药的花粉形态与薯蓣科其他植物花粉形态相似。不同薯蓣科植物属间、种间及品种间在花粉外壁纹饰方面存在的较大差异,可作为薯蓣科植物的属间、种间及品种间的分类依据。

花粉是植物具有保守性的器官之一,花粉形态的研究有助于解决植物在其分类系统上的地位问题。饱粉学是探讨植物起源、演化、分类、亲缘关系的基础学科之一。由于花粉形态较稳定,即具有固定的轮廓、雕纹、萌发孔(或沟)的数目、位置和特征,固有的花粉壁结构,这些形态和结构都可用于植物分类鉴定。康素红<sup>[15]</sup>等对梅花 3 个系 60 个品种的花粉形态进行了光镜和电镜观察,通过主成分分析与聚类分析,将梅花花粉分成 6 大类。孙佳<sup>[16]</sup>等对微型月季的花粉形态进行了研究,并通过聚类分析将其分成了 3 个类群。本试验研究表明,供试长山药花粉按外部形态聚类,可分为大、中、小 3 类,若按外壁纹饰分类,可分为网状纹饰、孔穴状纹饰和穴网状纹饰 3 类。但是,按照不同的分类方式同一品种可能归为不同的类群。这既表明不同长山药类群是一个相对稳定的自然类群,同时又体现了长山药品种间的差异。这与蔡金辉等<sup>[17]</sup>依据园艺学特征分类的结论基本一致。蔡金辉等根据主要园艺学性状特点与块茎感官品质性状特点,结合各品种块茎淀粉酶同工酶谱带特点,将山药分为普通山药和田薯两个种,而长山药是普通山药的变种之一。长山药变种包括 3 个变种群,分别为浅裂三角形叶品种群、深裂三角形叶品种群和长心形叶品种群<sup>[17]</sup>,表明长山药孢粉学分类基本支持形态学分类。

利用电子显微镜技术,探讨花粉超微结构在植物系统发育研究中的价值,已成为近年植物学领域的一条重要途径。花粉的形态特征可用于分类和推论演化趋势方面的研究。不同种类薯蓣属植物的花粉大小和外壁纹饰或多或少有所不同,网眼的大小、形状以及网脊的结构随不同种类而有变化,有些种类的外壁纹饰比较特殊,可以作为某些品种间鉴定的特征,并且已经在杜鹃花<sup>[18]</sup>、百合<sup>[19]</sup>等花卉植物

上成功应用。本研究认为,孢粉学分析较为客观、准确、简单,但与其他分类方法一样,也存在一定的片面性。由于研究条件的限制,大多数研究者只利用扫描电镜对花粉的外部形态进行了观察,而很少对花粉内部结构进行研究,因此可能会丢失一些重要的分类信息,使分类结果与其他分类方法得出的结果产生一定偏差<sup>[20-21]</sup>。

在本研究中,不同长山药花粉在大小及形态、外壁纹饰等方面只存在一些细微差别。因此,长山药品种花粉鉴定在用于品种间的比较时只能作为证据之一,还要结合主要形态特征、同工酶及分子生物学特征进行分析。

致谢:诚挚感谢山东省农科院蔬菜研究所赵智中研究员的大力支持和帮助。

#### 参考文献:

- [1] 赵兵. 山药栽培技术[M]. 北京: 金盾出版社, 1998.
- [2] 中国农业百科全书编辑部. 中国农业百科全书·蔬菜卷[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 184-185.
- [3] 王飞, 刘红彦, 鲁传涛. 5 个山药品种资源的农艺性状和营养品质比较[J]. 河南农业科学, 2005(3): 58-59.
- [4] 王伏雄. 中国植物花粉形态[M]. 北京: 北京科学出版社, 1995.
- [5] 路淑霞, 朱命炜, 周春娥, 等. 怀地黄不同品种花粉形态的扫描电镜观察[J]. 河南师范大学学报: 自然科学版, 2009, 37(6): 126-128.
- [6] 王金刚, 樊金萍, 姬常平, 等. 唐菖蒲花粉形态数量分类初探[J]. 北方园艺, 2007(4): 117-118.
- [7] Kin-HyungMin, Lee-EunHee, Lee-SeonJu. Effect of *Rehmannia glutiosa* on immediate type allergic reaction[J]. *International Journal of Immunopharmacology*, 1998, 20(4): 231-240.
- [8] Titus M K, H Brent Pemberton, Jayne M Zajicek. Seasonal growing environment affects quality characteristics and postproduction longevity of potted miniature roses[J]. *HortScience*, 1996, 31(1): 120-122.
- [9] 舒璞. 中国薯蓣属花粉形态的初步研究[J]. 植物分类学报, 1987, 25(5): 357-365.
- [10] Erdtman G. 孢粉学手册[M]. 北京: 科学出版社, 1982.
- [11] G. Erdtman. 花粉形态与植物分类[M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [12] 雷海涛. 樱属花粉形态研究[J]. 亚热带植物研究, 2001, 30(4): 14-17.
- [13] Dorota Wrońska-Pilarek, Jarostaw Lira. Pollen morphology of Polish species of the genus *Rosa*: I. *Rosa pendulina* [J]. *Dendrosiology*, 2006, 55: 657-659.
- [14] Arzani K, Nejatian M A, Karimzadeh G. Apricot (*Prunus armeniaca*) pollen morphological characterization through scanning electron microscopy u-sing multivariate analysis [J]. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 2005, 33: 381-388.
- [15] 康素红, 包满珠, 陈龙清, 等. 梅花品种分类的花粉形态学研究[J]. 园艺学报, 1997, 24(2): 170-174.
- [16] 孙佳, 曾丽, 刘正宇, 等. 微型月季品种分类的花粉形态学[J]. 中国农业科学, 2009, 42(5): 1867-1874.
- [17] 蔡金辉, 严渐子, 黄晓辉, 等. 山药品种资源的分类研究[J]. 江西农业大学学报, 1991, 21(1): 53-57.
- [18] 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.
- [19] 张西丽, 周厚高, 周焱, 等. 几个百合品种花粉电镜观察及其亲缘关系分析[J]. 广西农业生物科学, 2000, 19(3): 175-179.
- [20] 康宁, 王圣梅, 黄仁煌, 等. 猕猴桃 9 种植物的花粉形态研究[J]. 武汉植物学研究, 1993, 11(2): 111-116.
- [21] 楚爱香, 汤庚国. 我国观赏植物的品种分类方法[J]. 林业科技开发, 2008, 22(4): 1-5.