

邵长芬,李得发,关文灵,等. 光胁迫对滇海水仙花生长发育的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(14):121-124.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.14.029

# 光胁迫对滇海水仙花生长发育的影响

邵长芬<sup>1</sup>, 李得发<sup>1</sup>, 关文灵<sup>2</sup>, 李世峰<sup>3</sup>

(1. 重庆旅游职业学院,重庆 409000; 2. 云南农业大学园林园艺学院,云南昆明 650201;

3. 云南省农业科学院花卉研究所,云南昆明 650205)

**摘要:**以 1 年生滇海水仙花为研究对象,对其进行 L1、L2、L3、CK 光胁迫处理,研究不同光胁迫对滇海水仙花叶片性状、生长指标、生物量和气孔特征的影响。结果表明,随着光胁迫的增强,滇海水仙花叶片的叶绿素含量、长度、宽度、叶片长宽比等先增大后(L3 时)减小;植株的株高、匍匐茎个数、匍匐茎叶片总数、根长、叶生物量、根生物量、总生物量先增大后(L2、L3 时)减小;比叶面积、植株含水量显著增大;叶片数显著减少;叶生物量比显著增加,根生物量比显著减小;叶片气孔密度和气孔指数均显著增大,但在 L2 时均达到最低值;气孔长度、气孔宽度、气孔面积、气孔周长显著增大,但 L3 时均减小,且均小于 CK。综合说明适度光胁迫(L1)可促进滇海水仙花生长发育,但重度光胁迫(L3)则会抑制滇海水仙花的生长。

**关键词:**滇海水仙花;光胁迫;叶片性状;生长指标;生物量;气孔特性;影响

**中图分类号:** S682.2<sup>+</sup>10.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)14-0121-03

滇海水仙花是多年生草本,根状茎丛生,有时自顶端生出匍匐枝;叶通常多数,倒披针形至狭倒卵状矩圆形;叶柄极短或与叶片近等长,具宽翅。产于云南(蒙自、昆明、大理、丽江)和四川(木里),生于沟边、水旁和湿草地,海拔 1 500 ~ 2 300(3 300) m<sup>[1]</sup>。滇海水仙花观赏价值高,可以自播繁衍,生命力强,在野外经常成片生长,观赏效果很好,且野生滇海水仙花分布的海拔高度相对较低,引种驯化相对容易,既是十分重要的观赏花卉,也是开展育种工作的好材料。目前,关于滇海水仙花的研究有滇海水仙花种子的萌发特性研究<sup>[2]</sup>、高温胁迫对滇海水仙花生长发育的影响研究<sup>[3]</sup>、滇海水仙花的开花传粉特性研究<sup>[4]</sup>、滇海水仙花的光合特性研究<sup>[5]</sup>、滇海水仙花的核型研究<sup>[6]</sup>、不同培养基成分对滇海水仙花继代培养的影响研究<sup>[7]</sup>、滇海水仙花的生长特性研究<sup>[8]</sup>、滇海水仙花的组织培养和快速繁殖研究<sup>[9]</sup>等,但尚未见到关于滇海水仙花的耐阴性报道。因此,本试验对光胁迫下滇海水仙花的生长发育情况进行研究,以期研究出滇海水仙花对光照的需求和适应性,为其引种驯化及园林应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料选择健壮、无病虫害的 1 年生滇海水仙花盆栽实生苗,种子采自云南丽江。

### 1.2 试验方法

本试验在云南省农业科学院花卉研究所进行,2015 年 11

收稿日期:2017-10-22

基金项目:高等职业教育科学研究规划课题(编号:GY173014);云南省科技计划(编号:2015BB013);重庆旅游职业学院校级课题(编号:XJkt-2017-03);重庆旅游职业学院校级教改课题(编号:XJG-2017-06)。

作者简介:邵长芬(1985—),女,内蒙古乌海人,硕士,讲师,主要从事园林植物与生态景观研究。E-mail:chinascf111@163.com。

月 15 日选取长势一致的 1 年生滇海水仙花盆栽实生苗,用遮阴网进行光胁迫处理,即全光照(CK,100% 全光)、轻度光胁迫(L1,60% 全光)、中度光胁迫(L2,35% 全光)、重度光胁迫(L3,15% 全光),每种处理各设 3 个小区(每小区 40 盆,每盆栽植 1 株滇海水仙花),每小区随机抽取 15 盆,进行 1 次生长指标测定。

### 1.3 指标测定

**1.3.1 生长指标的测定** 用钢卷尺测量不同光胁迫下滇海水仙花的株高、冠幅、叶片数、叶片长度、叶片宽度、匍匐茎个数、匍匐茎叶片数、地上部分长度、地下部分长度。

**1.3.2 叶面积** 用型号为 YMJ-B 的叶面积测量仪测定叶面积。

**1.3.3 生物量的测定** 选取各处理保留完整的植株,利用杀青烘干法测定植株相对含水量,并计算根生物量、叶生物量、总生物量、根生物量比、叶生物量比、比叶面积。从每株植株上、中、下层各取 1 张叶,进行重复测定<sup>[10]</sup>。

**1.3.4 气孔参数的测定** 选取不同光胁迫处理下的健康的滇海水仙花叶片,用脱脂棉拭去叶片表皮灰尘,涂 1 层薄薄的指甲油。待其自然风干后,用透明胶粘取指甲油,粘在载玻片上,置于显微镜下观测<sup>[11]</sup>。

**1.3.4.1 气孔密度的观测** 在光学显微镜的目镜中放入目镜测微尺,放大倍数 40×。计算每幅图片上的气孔个数,取平均值,除以图片面积,统计 1 mm<sup>2</sup> 叶片上的气孔数目,即为气孔密度。

**1.3.4.2 气孔指数的计算** 统计气孔密度的同时,计算同一图片上表皮细胞的数目。气孔指数计算公式为  $I = S / (S + E) \times 100$ 。式中: $I$  为气孔指数, $S$  为一定面积内气孔的数目, $E$  为相同面积内表皮细胞的数目。

**1.3.4.3 气孔形态特征的观测** 气孔大小的观测在 16×40 倍显微镜下进行,每份选 10 个视野,每视野测 1 次。测量的气孔长度是气孔中哑铃形体的长度,气孔宽度是垂直于哑铃

形体的气孔器的最宽值。计算气孔的周长和面积。

1.4 数据分析

使用 Excel 2003 进行数据整理,采用 SPSS 19.0 统计软件对数据进行单因素方差分析和 LSD 多重比较。

2 结果与分析

2.1 光胁迫对滇海水仙花叶性状的影响

从表 1 可以看出,光胁迫对滇海水仙花的叶绿素含量、叶片数、叶片长度、叶片宽度和单张叶面积都有显著影响。随着光胁迫强度的增大,叶绿素含量、叶片长度、叶片宽度、叶片长宽比、单片叶面积都是先增大后减小,均在 CK 时达到最小

值,在 L2 时达到最大值;叶片数先减小后增大,在 CK 达到最大值,在 L2 达到最小值。3 个光胁迫处理的叶绿素含量均显著高于 CK ( $P<0.05$ )。3 个光胁迫处理的叶片数均少于 CK,其中 L2、L3 的叶片数显著少于 CK ( $P<0.05$ )。3 个光胁迫处理的叶片长度均显著大于 CK ( $P<0.05$ ),L2 的叶片长度最大,显著大于 L1 ( $P<0.05$ )。3 个光胁迫处理的叶片宽度均大于 CK,其中 L2 的叶片宽度最大,显著大于 CK。3 个光胁迫处理的叶片长宽比均大于 CK,且各处理间差异不显著。3 个光胁迫处理的叶面积均大于 CK,其中,L1 和 L2 均显著大于 CK ( $P<0.05$ )。

表 1 光胁迫对滇海水仙花叶性状的影响

处理	叶绿素含量 (mg/g)	叶片数 (张)	叶片长度 (cm)	叶片宽度 (cm)	叶片长宽比	叶面积 (cm <sup>2</sup> )
CK	40.03±5.74a	47.20±10.8a	6.46±1.06a	1.68±0.49a	3.99±0.78a	3.61±2.03a
L1	43.07±6.06b	37.60±6.77ab	8.76±1.44b	1.88±0.33ab	4.76±1.10a	6.67±2.14b
L2	44.76±5.55b	27.40±10.85b	10.68±0.92c	2.20±0.41b	4.97±0.83a	8.87±2.07b
L3	43.22±4.34b	30.80±5.71ab	9.62±1.20bc	2.10±0.27ab	4.60±0.45a	6.40±2.29ab

注:同列不同小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ );相同字母表示差异不显著 ( $P>0.05$ )。下同。

2.2 光胁迫对滇海水仙花生长指标的影响

从表 2 可以看出,光胁迫对冠幅、匍匐茎叶片总数、地上部分茎叶长均有显著影响。3 个光胁迫处理的株高、冠幅、地上部分茎叶长均高于 CK;CK 的匍匐茎数、匍匐茎叶片总数、根长均小于 L1,大于 L2 和 L3。随着光胁迫强度的增大,株

高、匍匐茎叶片总数、根长先增大后减小,在 L1 时达到最大值;冠幅、地上部分茎叶长先增大后减小,在 L2 达到最大值,其中,L2、L3 的冠幅均显著高于 L1 和 CK ( $P<0.05$ );CK、L1、L2 的匍匐茎叶片总数显著高于 L3,L1 显著高于 L2 ( $P<0.05$ );L2 的地上部分茎叶长最大,显著大于 CK ( $P<0.05$ )。

表 2 光胁迫对滇海水仙花生长指标的影响

处理	株高 (cm)	冠幅 (cm)	匍匐茎数 (个)	匍匐茎叶片总数 (张)	地上部分茎叶长 (cm)	根长 (cm)
CK	4.01±0.87a	(8.41~9.43)a	4.19±2.10a	26.47±12.91ab	7.20±1.81a	19.44±3.59a
L1	4.31±1.04a	(9.39~10.25)a	4.38±2.08a	30.16±14.36a	9.00±2.26ab	19.84±4.35a
L2	4.13±0.93a	(11.64~13.17)b	3.62±1.62a	21.75±13.32b	10.44±0.84b	18.00±5.31a
L3	4.09±0.78a	(11.56~13.15)b	3.59±1.46a	12.40±14.15c	8.26±2.00ab	16.08±3.21a

2.3 光胁迫对滇海水仙花生物量分配的影响

从表 3 可以看出,随着光胁迫强度的增大,植株含水量、叶生物量比、比叶面积逐渐增大;叶生物量、根生物量、总生物量先增大后减小,均在 L1 达到最大值;根生物量比逐渐减小。L1 的叶生物量显著高于 L2 和 L3 ( $P<0.05$ );L1 的根生物量

显著高于 L2 和 L3 的 ( $P<0.05$ ),CK 的根生物量显著高于 L3 ( $P<0.05$ );CK 的总生物量显著高于 L3 ( $P<0.05$ ),L1 的总生物量显著高于 L2 和 L3 ( $P<0.05$ );L1 和 CK 的叶生物量比和比叶面积均显著低于 L3 ( $P<0.05$ );CK 和 L1 的根生物量比显著高于 L3 ( $P<0.05$ )。

表 3 光胁迫对滇海水仙花生物量分配的影响

处理	植株含水量 (%)	叶生物量 (g)	根生物量 (g)	总生物量 (g)	叶生物量比	根生物量比	比叶面积 (m <sup>2</sup> /kg)
CK	65.69±5.75a	1.47±0.54ab	2.84±0.79ab	4.31±0.29ab	0.34±0.10a	0.66±0.10a	8.28±4.29a
L1	67.35±4.47a	1.99±0.46a	3.62±1.21a	5.61±1.58a	0.35±0.02a	0.65±0.02a	10.72±8.77a
L2	69.37±14.91a	1.34±0.46b	1.94±0.67bc	3.28±1.09b	0.41±0.01ab	0.59±0.01ab	22.85±19.97ab
L3	72.96±9.67a	0.95±0.44b	0.87±0.33c	1.82±0.70c	0.52±0.03b	0.48±0.03b	39.82±26.00b

2.4 光胁迫对滇海水仙花叶片气孔特征参数的影响

从表 4 可以看出,光胁迫对气孔长、气孔宽、气孔密度、气孔面积、气孔周长和气孔指数均有显著影响。随着光胁迫强度的增大,气孔长、气孔宽、气孔面积、气孔周长先增大后减小,均在 L2 达到最大值;气孔密度先减小后增大,L3 时达到最大值;气孔指数在 L2 时最小。L1 和 L2 的气孔长均显著大于 L3 ( $P<0.05$ );L1 和 L2 的气孔宽均显著大于 CK 和 L3 ( $P<0.05$ );L3 的气孔密度显著大于 L2 ( $P<0.05$ );L1 和 L2 的气

孔面积均显著大于 L3 ( $P<0.05$ ),L2 的气孔面积显著大于 CK ( $P<0.05$ );L1 和 L2 的气孔周长均显著大于 CK 和 L3 ( $P<0.05$ );L1、L3 的气孔指数均显著大于 L2 ( $P<0.05$ )。

3 讨论与结论

在光胁迫下,植物通过调节自身的形态特征来适应光的变化。其中,叶片的性状是衡量植物对逆境适应能力的重要指标。本研究中,随着光胁迫的增强,滇海水仙花叶片的长

表 4 光胁迫下滇海水仙花叶片气孔特征参数

处理	气孔长 ( $\mu\text{m}$ )	气孔宽 ( $\mu\text{m}$ )	气孔密度 (个/ $\text{mm}^2$ )	气孔面积 ( $\mu\text{m}^2$ /个)	气孔周长 ( $\mu\text{m}$ /个)	气孔指数
CK	29.7 $\pm$ 4.8ab	24.7 $\pm$ 2.4a	18.58 $\pm$ 11.26ab	740.68 $\pm$ 168.94ac	108.84 $\pm$ 13.01a	7.38 $\pm$ 3.36ab
L1	30.7 $\pm$ 3.0a	26.1 $\pm$ 3.1b	18.58 $\pm$ 7.96ab	801.45 $\pm$ 136.03ab	113.48 $\pm$ 9.48b	7.77 $\pm$ 2.57a
L2	30.9 $\pm$ 2.5a	26.3 $\pm$ 3.1b	10.61 $\pm$ 3.98a	816.45 $\pm$ 142.01b	114.39 $\pm$ 9.34b	4.85 $\pm$ 2.06b
L3	28.1 $\pm$ 2.4b	24.7 $\pm$ 2.4a	25.65 $\pm$ 10.37b	695.03 $\pm$ 91.47c	105.68 $\pm$ 6.77a	8.64 $\pm$ 3.18a

度、宽度、长宽比、叶面积、叶绿素含量逐渐增大,但 L3 处理时减小,说明植物通过增大叶片和叶绿素含量,尽可能多地捕捉光能,以适应弱光环境,但 L3 处理的滇海水仙花生长受到抑制,其叶片形态和叶绿素含量不再增大。在叶片形态指标中比叶面积是衡量植物耐阴性的指标,随着光胁迫的增强,比叶面积显著增大,比叶面积增大意味着叶面积更大,叶片更薄,在有限的光照条件下有利于捕获更多光能,积累更多的光合产物,提高耐阴性<sup>[12-13]</sup>。本研究中,滇海水仙花植株含水量随着光胁迫的增强而增大,说明光胁迫导致光合作用减弱,蒸腾作用减小,植物的植株的叶片会变薄,进而导致叶片干物质含量减少,叶片含水量逐渐增多<sup>[14]</sup>。光胁迫会抑制株高、叶片数的增长<sup>[15-17]</sup>。本研究中,滇海水仙花在光胁迫时,会增加自身的高度(L1),以捕捉更多的光能,但过度的光胁迫(L2、L3)则会使滇海水仙花株高逐渐降低,但株高均高于 CK。随着光胁迫的增强,滇海水仙花叶片数逐渐减小,说明光胁迫可能影响了叶芽的形成或分化,从而抑制叶片数量的增长。植物通过增加地上部分茎叶长、降低根长、减少匍匐茎数、减少匍匐茎叶片总数来应对遮阴胁迫<sup>[18]</sup>。本研究中,随着光胁迫的增强,植株的匍匐茎数、匍匐茎叶片总数、根长均减小,但 L1 均大于 CK,达到最大值,且 L2、L3 都小于 CK;说明适度光胁迫(L1)有利于滇海水仙花生长发育,而过度的光胁迫(L2、L3)则会抑制其生长。滇海水仙花为适应光胁迫,会增加自身的冠幅、地上部分茎叶长度,以捕捉更多的光能,但过度的光胁迫(L3),则会使滇海水仙花冠幅、地上部分茎叶长度降低,但均高于 CK;说明适度光胁迫能使滇海水仙花有效地吸收并利用光能,但重度光胁迫(L3)会导致光能的吸收及利用能力减弱。

遮阴在一定程度上可有效延长光合作用,积累更多的光合产物,但重度遮阴降低植物的光合速率<sup>[19]</sup>。本研究中,随着光胁迫的增强,滇海水仙花叶生物量、根生物量、总生物量总体显著减小,但 L1 时均达到最大值,说明 L1 时光合作用延长,使滇海水仙花积累更多的光合产物。生物量分配可塑性较高的植物对生存环境变化的应对调节能力也较强<sup>[20]</sup>。本研究中,随着光胁迫的增强,滇海水仙花叶生物量比显著增加,根生物量比显著减小,但变化幅度较小,说明滇海水仙花为适应弱光环境增加了叶的生物量分配,同时减少了根的生物量分配,但对弱光的适应能力较差,这可能是造成该种分布范围有限的重要因素。

光照对气孔密度的影响是复杂的,它与植物生长有一定的关系,生长好、树冠浓密,光照增强,则气孔密度较大;生长差、树冠稀疏、光照增强,则气孔密度较小<sup>[21]</sup>。气孔密度越大,单位时间内  $\text{CO}_2$  吸收量越多,同化  $\text{CO}_2$  的量越多,光合速率越快,形成有机物越多,越有利于植物营养物质的积累<sup>[22]</sup>。本研究中,随着光胁迫的增强,滇海水仙花叶片气孔密度和气

孔指数均逐渐增大,但在 L2 时均达到最低值。说明 L2 冠幅较稀疏,形成的有机物较少,L3 的冠幅较浓密,形成的有机物较多。气孔长度、气孔宽度、气孔面积、气孔周长随着光胁迫的增强逐渐增大,但 L3 时均减小,且均小于 CK;说明滇海水仙花气孔长度、气孔宽度、气孔面积、气孔周长之间存在相关性,而与气孔密度和气孔指数之间没有相关性。

综上所述,适度光胁迫(L1)可促进滇海水仙花生长发育,这与蔡艳飞等的研究<sup>[5]</sup>一致,但重度光胁迫(L3)则会抑制滇海水仙花的生长。因此,滇海水仙花在园林中应用时,适宜栽种在适度光胁迫(L1)环境中,但应避免栽植于重度光胁迫(L3)环境,以免影响滇海水仙花观赏效果。

#### 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 59 卷第 2 分册)[M]. 北京: 科学出版社,1990:253.
- [2] 邵长芬,关文灵,李世峰,等. 报春花属滇海水仙花种子萌发特性[J]. 亚热带植物科学,2013,42(4):314-318.
- [3] 邵长芬,李得发,关文灵,等. 高温胁迫对滇海水仙花生长发育的影响[J]. 北方园艺,2016(5):85-88.
- [4] 李叶芳,关文灵,邵长芬,等. 报春花属滇海水仙花开花传粉特性研究[J]. 亚热带植物科学,2012,41(4):19-24.
- [5] 蔡艳飞,李树发,李 涵,等. 滇北球花报春和滇海水仙花的光合特性研究[J]. 西北植物学报,2010,30(2):362-369.
- [6] 张 超,李枝林,张 婷,等. 3 种报春花属植物的核型研究[J]. 云南农业大学学报,2012,27(2):291-293.
- [7] 张 超,孙 莹,赵洲洋,等. 不同培养基成分对两种球花报春继代培养的影响[J]. 江西农业学报,2013,25(3):23-25,29.
- [8] 解玮佳,李兆光,蔡艳飞,等. 两种球花报春的生长特性研究初报[J]. 江西农业学报,2009,21(5):56-58.
- [9] 解玮佳,李世峰,王国金,等. 滇海水仙花的组织培养和快速繁殖[J]. 植物生理学通讯,2010,46(11):1189-1190.
- [10] 戴凌峰,张志翔,沈应柏. 4 种灌木树种的耐阴性研究[J]. 西部林业科学,2007,36(4):41-48.
- [11] 于显枫,张绪成,方彦杰,等. 高大气  $\text{CO}_2$  浓度下遮阴对小麦叶片气孔特性及光合特性的影响[J]. 甘肃农业科技,2017(6):31-36.
- [12] 成向荣,周俊宏,陈永辉,等. 山梔子幼苗表型可塑性对不同光环境的响应[J]. 江西农业大学学报,2016,38(1):180-186.
- [13] 陈模彦,柯世省. 天台鹅耳枥叶片的解剖结构和光合特性对光照的适应[J]. 林业科学,2013,49(2):46-53.
- [14] 梁曼曼,弓萌萌,李 寒,等. 不同遮阴处理对‘绿岭’核桃树体生长发育的影响[J]. 西北林学院学报,2017,32(5):120-124.
- [15] 余 婷,周兰英,张 帆,等. 遮阴对凤仙花生长和开花的影响[J]. 东北林业大学学报,2015,43(1):57-60.
- [16] 汤景明,翟明普,崔鸿侠. 壳斗科三树种幼苗对不同光环境的形态响应与适应[J]. 林业科学,2008,44(9):41-47.

韩雪平,薛晓敏,王金政,等. 基于花粉微观特征的 5 个杏品种孢粉学研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(14):124-127.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.14.030

# 基于花粉微观特征的 5 个杏品种孢粉学研究

韩雪平,薛晓敏,王金政,王贵平

(山东省果树研究所,山东泰安 271000)

**摘要:**以欧洲杏的凯特、金凯特、金太阳品种和中国杏的金水杏、魁金品种为材料,通过扫描电镜的观察,比较分析了 5 个杏品种的花粉微观特征,发现它们在 NPC 分类系统上属于  $N_3P_4C_5$ ,为单粒花粉粒长球形,花粉壁上分布穿孔和条纹纹饰,由此判断在进化程度上属于较高等级;根据变异系数 >20% 的孔径和孔频 2 项指标可将 5 个品种进行聚类,可把中国杏的金水杏和魁金聚为一类,欧洲杏的凯特、金凯特和金太阳聚为一类,并且分别计算出他们之间的遗传距离,其中最小的凯特与金凯特为 0.095,最大的金水杏与金凯特为 1.561。

**关键词:**欧洲杏;中国杏;花粉微观特征;孢粉学;聚类分析

**中图分类号:**S662.201 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)14-0124-04

杏属于蔷薇科(Rosaceae)杏属(*Armeniaca* Mill.),原产于我国新疆,是一种营养价值较高的水果,果肉含有丰富的类黄酮、 $\beta$ -胡萝卜素和维生素  $B_{17}$  等,杏仁含有多种维生素和无机盐类,是人们喜爱的水果之一,产量低是限制其产业发展的主要因素,因此研究杏的授粉生物学迫在眉睫。花粉是植物的雄性生殖细胞,携带大量遗传信息,具有较高的稳定性、可靠性和保守性,依据花粉的大小、形状和外壁纹饰等特征,可阐明植物的进化信息,进而解决植物的分类问题。许多研究均认为花粉形态可以作为品种分类和鉴定的依据<sup>[1-2]</sup>。本研究阴干花粉经喷金处理后再用扫描电镜(QUANTA-250 型)进行观察,旨在为核果类的进化理论提供进一步的佐证。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试的 5 个品种生长在山东省果树研究所泰东基地,其中欧洲杏品种为凯特、金凯特和金太阳,中国杏品种为金水杏和魁金。

### 1.2 方法

在山东省泰安地区于 3 月中下旬采集花粉,选择含苞待放

的气球状花蕾,剥取花药,呈一薄层于硫酸纸盒中,室温下阴干使其自然散粉,收集散出的花粉。扫描时将花粉用双面胶粘于样品台,经离子溅射仪(SBC-12 型)喷金处理后用扫描电镜(QUANTA-250 型)进行观察。分别选取有代表性的视野观察花粉粒整体、花粉粒赤道面、花粉粒顶部位置的局部形态及纹饰特征,并进行拍摄。照片通过扫描在电脑中放大观察,选取有代表性的花粉粒,用 Screen Compass V4.0 测量极轴长(P)、赤道长(E)、萌发沟长,计算 P/E 值、萌发沟长/极轴长,取平均值。观察赤道面、极面观、花粉形状、外壁纹饰类型、萌发孔类型和外壁附属物类型以及 NPC 分类系统地位。在 SPSS 23.0 软件中用平均连锁法根据欧氏距离进行聚类分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 花粉微观形态特征观察

**2.1.1 对称类型、极性及萌发器官** 供试的 5 个品种无论是欧洲品种还是中国品种都属于单粒花粉,等极、辐射对称类型,从赤道面观察萌发器官是从赤道延伸至两极但不联合的萌发沟,在 NPC 分类系统上属于  $N_3P_4C_5$ ,在赤道位置等间距分布着 3 个规则的沟孔(表 1、图 1)。

**2.1.2 形状及大小** 依据王开发和王宪曾的《孢粉学概论》中的极轴/赤道轴的比例关系<sup>[3]</sup>,供试 5 个品种的 P/E 比值在 1.87~2.04 之间,均为长球形,金水杏的比值最高,为 2.04,魁金的最低,为 1.87,从高到低顺序依次为金水杏>金太阳>金凯特>凯特>魁金。极轴最短,为金凯特(54.09  $\mu\text{m}$ ),最长的为金水杏(57.60  $\mu\text{m}$ ),从高到低的顺序依次为金水杏>凯特>魁金>金太阳>金凯特。赤道轴最短的为金太阳(27.43  $\mu\text{m}$ ),最长的为凯特(29.66  $\mu\text{m}$ ),从高到

收稿日期:2017-02-09

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2013BAD02B03-3-3);山东省农业良种工程项目;山东省农业科学院重大科技成果培育计划(编号:2016CGPY06)。

作者简介:韩雪平(1985—),女,山东鄄城人,硕士,助理研究员,从事核果类的育种工作。E-mail:hanxuepingrun@163.com。

通信作者:薛晓敏,硕士,副研究员,从事水果育种与栽培等研究工作。E-mail:xuexiaomin79@126.com。

[17]陈雪梅,廖怡,张育恺,等. 遮阴处理对金蒲桃生长量及光合参数的影响[J]. 林业与环境科学,2017,33(2):77-80.

[18]尹慧,安莹,陈雅君,等. 不同遮阴强度下白三叶形态特征和生长动态[J]. 中国草地学报,2015,37(5):86-91.

[19]施爱萍,张金政,张启翔,等. 不同遮阴水平下 4 个玉簪品种的生长性状分析[J]. 植物研究,2004,24(4):486-490.

[20]武高林,陈敏,杜国祯. 三种高寒植物幼苗生物量分配及性状特征对光照和养分的响应[J]. 生态学报,2010,30(1):60-66.

[21]马冬雪,刘仁林. 不同光照条件下 HB 柚气孔数量特征研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(12):6983-6985,7007.

[22]陈有军,周青平,刘文辉. 青藏高原老芒麦气孔密度及 SPAD 的比较[J]. 草业科学,2013,30(9):1374-1378.