

辛董董,朱自果,候行行,等.不同葡萄品种花粉生活力、花粉量及柱头可授性的测定[J].江苏农业科学,2019,47(4):113-116.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.027

# 不同葡萄品种花粉生活力、花粉量及柱头可授性的测定

辛董董,朱自果,候行行,连艳会,闫丹丹,张 洋,李桂荣

(河南科技学院园艺园林学院,河南新乡 453003)

**摘要:**以粉红亚都蜜、红巴拉蒂、里扎巴特、新西兰攀金等4种葡萄品种的花粉为试验材料,分别贮藏在-5、-10、-15、-20、-25、-30、-80℃温度条件下,贮藏1、3、5 d,然后用200 g/L蔗糖+50 mg/L硼酸+8 g/L琼脂固体培养基作为营养基质,进行花粉离体培养。结果发现,不同温度处理下贮藏5 d后,红巴拉蒂在-10℃下花粉生活力最高;粉红亚都蜜在-80℃下花粉生活力最高;新西兰攀金在-20℃下花粉生活力最高;里扎巴特在-20℃下花粉生活力最高;不同品种的葡萄花粉量不同,摩尔多瓦的花粉量最多,为 $11\,833 \pm 780$ 个。柱头可授性测定试验结果表明,不同葡萄品种柱头可授性强弱不同,摩尔多瓦的柱头可授性最强,适合在杂交育种作母本。

**关键词:**葡萄;花粉生活力;花粉量;柱头可授性

**中图分类号:** S663.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0113-04

近年来我国葡萄(*Vitis vinifera* L.)的种植面积逐渐扩大。在现代技术的引领之下,避雨棚、温室等先进的栽培设施与配套的栽培技术相继出现,加快了我国葡萄产业的发展<sup>[1]</sup>。先进的栽培设施虽然使我国葡萄产业迅速发展,但由于这类栽培设施都存在一个致命的缺陷——湿度过大,长期生长在这种高温高湿、光照不足的人造小气候环境内的葡萄,其抗性必然下降,培育出抗逆性强的优良葡萄品种,是今后葡萄育种的

发展趋势。在葡萄育种中最为重要的育种手段就是杂交育种<sup>[2-3]</sup>。杂交育种中,父母本的选择是育种最重要的保证。花粉活力是评估花粉细胞活性的依据之一,高生活力的花粉、较多花粉量、较强柱头可授性是杂交育种成功的一个重要前提,花粉生活力的高低、花粉量的多少、柱头可授性强弱直接影响授粉、受精乃至坐果<sup>[4-8]</sup>。因此,在使用贮藏的葡萄花粉之前对其进行生活力的测定是保证杂交授粉获得较高坐果率的关键步骤<sup>[9]</sup>。本试验选取不同鲜食葡萄品种花粉,通过离体培养的方法,对不同温度处理下的花粉生活力进行研究,探索最佳花粉的贮藏方法,通过血球计数板法测定不同鲜食葡萄品种花粉量,并采用联苯胺-过氧化氢法测定葡萄品种柱头可授性,探索柱头可授性的强弱,旨在为葡萄育种中亲和力和强的父母本的选择提供理论依据,有助于提高杂交授粉率,获得较高的杂交后代率。

收稿日期:2017-10-24

基金项目:国家自然科学基金(编号:U1404321);河南省高等学校重点科研项目(编号:16A21003);河南科技学院博士启动项目(编号:2014024)。

作者简介:辛董董(1994—),男,河南商丘人,硕士研究生,从事园艺植物生理特性及生物技术育种方面的研究。E-mail:331629257@qq.com。

通信作者:李桂荣,博士,副教授,从事园艺植物育种与生物技术教学科研工作。E-mail:liguirong10@163.com。

产量为 $1.2 \times 10^7$ 个/mL。在优化的条件下,得到的原生质体再生率达到0.30%。影响原生质体释放的因素很多,本试验通过对鲍鱼菇原生质体制备条件和再生的研究,明确了在液体静置培养的条件下,稳渗剂种类、酶解时间、菌丝量、菌龄对原生质体产量和再生的影响。本研究通过对鲍鱼菇菌丝进行液体培养制备原生质体,首先对稳渗剂种类进行选择,在本试验中,以甘露醇作稳渗剂制备获得的原生质体产量在酶解0~1.5 h内高于以蔗糖作为稳渗剂的,与周霞等报道的以甘露醇作为稳渗剂制备获得的原生质体产量高于蔗糖的研究结果<sup>[7]</sup>一致,但因以蔗糖作为稳渗剂时,再生率远远高于甘露醇,因而本试验均采用蔗糖作稳渗剂。

在前人的相关研究中,原生质体单核菌丝长速一般低于双核菌丝,本试验选出的几个鲍鱼菇单核菌丝长速明显快于双核菌丝,其机制尚需进一步研究。

本研究通过对鲍鱼菇原生质体制备及再生条件的初步研究,优化了其制备条件,获得了原生质体优良单核菌株,为鲍

鱼菇原生质体融合选育新品种提供了重要的研究基础。

## 参考文献:

- [1] 黄春燕,万鲁长,宫志远,等.鲍鱼菇富硒栽培适宜菌株筛选[J].山东农业科学,2014,46(11):54-56.
- [2] 王海英,华秀英,钮旭光,等.原生质体技术在食用菌育种上的应用[J].沈阳农业大学学报,2006,31(3):300-303.
- [3] 王 波,祁丽萍,贾定洪,等.金针菇菌株单核原生质体交配型与菌丝生长分析[J].西南农业学报,2012,25(4):1407-1413.
- [4] 朱朝辉,陈明杰,谭 琦,等.香菇原生质体单核体的再生与交配型的关系[J].食用菌学报,2000,7(4):1-3.
- [5] 李 莎,刘 宇,马 康,等.原生质体单核化技术在白灵菇菌种提纯复壮中的应用[J].江苏农业科学,2015,43(5):248-250.
- [6] 潘迎捷,陈明杰,汪昭月,等.单核和同核原生质体技术在食用菌遗传育种上的应用[J].食用菌学报,1994,1(2):56-62.
- [7] 周 霞,张 尧,张成霞,等.原生质体诱变选育高产多糖荷叶离褶伞菌株[J].江苏农业科学,2017,45(16):126-128.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料于 2017 年 5 月 5 日取自中国农业科学院郑州果树所葡萄资源圃,鲜食葡萄品种有粉红亚都蜜、红宝石无核、美人指、无核白鸡心、玫瑰香、里扎巴特、维多利亚、新西兰攀金、金手指、摩尔多瓦、红巴拉蒂、弗蕾无核、黑色甜菜等,共计 13 个。

**1.1.1 花粉采集** 在葡萄初花期选择红巴拉蒂、粉红亚都蜜、新西兰攀金、里扎巴特等 4 个品种生长健壮的植株,随机取下发育正常的花序,分别装入保鲜袋,再放入装有冰袋的保温箱内带回河南科技学院实验室。除去花序顶部发育较差的花蕾后,取出花药,放在垫有硫酸纸的培养皿中,及时剔除其中的杂质和破裂的花药,然后将培养皿放置在阴凉干燥处自然阴干,室温条件下,经一定时间后花粉开裂,待花粉完全散出干燥后倒入研钵中研磨,经过花粉筛除去杂质,收集备用。

**1.1.2 花粉贮藏** 将葡萄花粉分别装入 2 mL 离心管中,封口膜密封管口,贴上标签。然后将装有花粉的离心管分别放入装有 100 mL/L 氯化钙的干燥器中保存,在 -5、-10、-15、-20、-25、-30、-80 ℃ 温度条件下贮藏。各贮藏条件下的花粉分别间隔 1、3、5 d 进行观察。

### 1.2 方法

**1.2.1 花粉生活力测定** 采用离体萌发法测定花粉萌发率。将配置好的培养基(200 g/L 蔗糖 + 50 mg/L 硼酸 + 8 g/L 琼脂)倒入干净的培养皿中,待其冷却凝固后备用。利用牙签蘸取贮藏在不同温度下的不同葡萄品种花粉(每个温度条件下的每个葡萄品种更换一个牙签,防止交叉污染),然后轻轻抖动牙签将花粉均匀撒落到培养基上,标记,放在 25 ℃ 的恒温培养箱中进行培养,分别在培养 1、2、3、5 h 后进行花粉萌发情况的观察,一般以萌发后花粉管长度超过花粉粒直径的 1/2 来作为花粉粒萌发的标准。每个离体培养的花粉用倒置显微镜观察 3 个区域,并记录花粉粒的萌发数与总数,花粉萌发率 = 视野内萌发的花粉粒数/视野内花粉粒的总数 × 100%。

**1.2.2 花粉量的测定** 采用血球计数板法测定花粉量。将初期葡萄花序带回实验室并剥去外边 2~3 轮小花花药,每个品种取 30 枚花药放入干净的 10 mL 离心管中(贴标签),立即放入 50 ℃ 烘箱中烘干。花药完全裂开花粉散出后加入 20% 的六偏磷酸钠溶液,定容至 6 mL,然后振荡摇匀成悬浮液,用移液枪吸取 2 μL 悬浮液滴在血细胞计数板上用普通显微镜(10×40 倍)进行观察,统计花粉量,花粉量 = (80 小格内的花粉数/80) × 400 × 10 000 × 600,重复 3 次,计算平均值。

**1.2.3 柱头可授性的测定** 采用联苯胺-过氧化氢法测定葡萄品种柱头可授性。取无核白鸡心、维多利亚、玫瑰香、弗蕾无核、摩尔多瓦、黑色甜菜、金手指、红宝石无核、美人指等 9 个品种葡萄不同发育时期新鲜单花柱头(含苞待放、半开放、完全开放)各 30 枚,完全浸泡在反应液 V(1% 联苯胺):V(3% 过氧化氢):V(水) = 4:11:22 中,15 min 后在 T 式显微镜下观察,根据染色强弱和气泡量划分可授性能力强弱。

### 1.3 数据处理及分析

采用 Excel 2003 和 DPS 9.50 进行数据统计处理与分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同葡萄品种花粉生活力的比较

研究发现,红巴拉蒂花粉在 -25 ℃ 的条件下进行贮藏最适宜,且贮藏 3 d 效果最好,花粉生活力达到  $(16.80 \pm 11.69)\%$ (表 1、图 1-A);在 -30 ℃ 的条件下贮藏 1 d 的生活力最高,达到  $(11.24 \pm 4.75)\%$ ;在 -20 ℃ 的条件下贮藏 3 d 的花粉生活力最高,达到  $(10.74 \pm 6.10)\%$ ;在 -5、-10、-15、-80 ℃ 的条件下贮藏 5 d 后的花粉生活力最高,分别达到  $(16.54 \pm 4.65)\%$ 、 $(16.67 \pm 6.48)\%$ 、 $(16.63 \pm 6.69)\%$ 、 $(12.23 \pm 5.29)\%$ ;在 -30 ℃ 的条件下贮藏 5 d 的生活力最低(表 1、图 1-B)。因此,红巴拉蒂适于在 -25 ℃ 的条件下贮藏 3 d。粉红亚都蜜花粉在 -30 ℃ 的条件下贮藏 1 d 的生活力最高,达到  $(6.79 \pm 0.49)\%$ ;在 -25 ℃ 的条件下贮藏 3 d 的生活力最高,达到  $(6.17 \pm 3.27)\%$ ;在 -5、-10、-15、-20、-80 ℃ 的条件下贮藏 5 d 的生活力最高,分别达到  $(6.70 \pm 0.58)\%$ 、 $(6.58 \pm 1.63)\%$ 、 $(5.25 \pm 0.84)\%$ 、 $(5.09 \pm 1.81)\%$ 、 $(7.94 \pm 3.37)\%$ ;在 -80 ℃ 的条件下贮藏 1 d 的生活力最低,因此,粉红亚都蜜在 -30 ℃ 的条件下贮藏 1 d 可以作为杂交育种的父本材料。新西兰攀金花粉在 -10、-15 ℃ 的条件下贮藏 1 d 的生活力最高,达到  $(7.44 \pm 0.29)\%$ 、 $(6.44 \pm 0.29)\%$ ;在 -80 ℃ 的条件下贮藏 3 d 的生活力最高,达到  $(8.48 \pm 2.85)\%$ ;在 -20、-25 ℃ 的条件下贮藏 5 d 的生活力最高,分别达到  $(8.33 \pm 6.31)\%$ 、 $(7.23 \pm 3.96)\%$ ;在 -80 ℃ 的条件下贮藏 1 d 的生活力最低。新西兰攀金在 -80 ℃ 的条件下贮藏 3 d 效果最好,因此,新西兰攀金在 -80 ℃ 的条件下贮藏 3 d 可以作为杂交育种的父本材料。里扎巴特花粉在 -10 ℃ 的条件下贮藏 1 d 的生活力最高,达到  $(8.96 \pm 2.01)\%$ ;在 -5、-80 ℃ 的条件下贮藏 3 d 的生活力最高,达到  $(12.03 \pm 7.32)\%$ 、 $(8.22 \pm 4.32)\%$ ;在 -15 ℃、-20 ℃、-25 ℃、-30 ℃ 的条件下贮藏 5 d 的生活力最高,分别达到  $(8.45 \pm 0.41)\%$ 、 $(9.97 \pm 3.68)\%$ 、 $(8.52 \pm 2.37)\%$ 、 $(6.56 \pm 0.87)\%$ ;在 -80 ℃ 的条件下贮藏 1 d 的生活力最低(表 1)。里扎巴特在 -5 ℃ 的条件下进行贮藏最为适宜,且贮藏 3 d 效果最好,因此,里扎巴特在 -5 ℃ 的条件下贮藏 3 d 可以作为杂交育种的父本材料。结果表明,红巴拉蒂的生活力最强,新西兰攀金次之,再次是里扎巴特,粉红亚都蜜最弱。因此,在杂交育种中可以选择红巴拉蒂作为父本材料。

### 2.2 不同葡萄品种单花药花粉量的比较

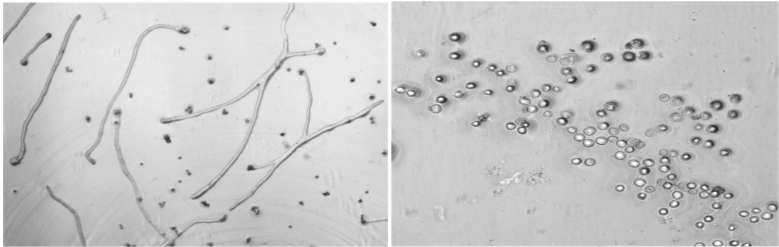
研究发现,不同葡萄品种单花药花粉量不同,其中红巴拉蒂的单花药花粉量最多,为  $11\,833 \pm 780$  个;在 0.05 水平下,粉红亚都蜜、新西兰攀金、里扎巴特 3 种葡萄的单药花粉量与红巴拉蒂的单药花粉量差异显著,花粉量分别为  $(11\,467 \pm 305)$ 、 $(11\,000 \pm 153)$ 、 $(10\,267 \pm 338)$  个;在 0.01 水平下,粉红亚都蜜、新西兰攀金、里扎巴特 3 种葡萄的单药花粉量与红巴拉蒂的单药花粉量均差异不显著(表 2)。

### 2.3 不同葡萄品种柱头可授性的比较

研究发现,不同葡萄品种柱头气泡数不同,其中摩尔多瓦在已开放花期时的柱头气泡数最多,为 29 个,说明此柱头的

表 1 不同葡萄品种花粉活力的比较

葡萄品种	贮藏时间 (d)	花粉活力(%)						
		-5℃	-10℃	-15℃	-20℃	-25℃	-30℃	-80℃
红巴拉蒂	1	4.16±0.63	3.02±1.10	1.81±0.18	3.67±0.63	2.13±0.30	11.24±4.75	1.77±0.47
	3	2.89±1.14	1.78±1.01	2.09±1.09	10.74±6.10	16.80±11.69	4.19±0.57	3.69±1.49
	5	16.54±4.65	16.67±6.48	16.63±6.69	2.43±1.27	4.36±1.20	1.62±0.27	12.23±5.29
粉红亚都蜜	1	4.39±0.49	3.70±0.74	2.46±0.82	3.94±0.46	1.79±0.12	6.79±0.89	1.62±0.13
	3	3.47±1.72	2.10±0.25	3.66±3.66	2.86±0.62	6.17±3.27	4.14±0.39	7.28±3.45
	5	6.70±0.58	6.58±1.63	5.25±0.84	5.09±1.81	5.56±1.10	4.86±1.29	7.94±3.37
新西兰攀金	1	3.51±0.55	7.44±0.29	6.44±0.29	2.57±1.03	3.95±1.14	3.11±0.57	1.90±0.04
	3	3.86±2.08	7.09±3.86	6.09±2.86	3.38±0.43	6.14±2.88	2.65±1.61	8.48±2.85
	5	5.32±0.85	6.77±4.57	5.77±3.57	8.38±6.31	7.23±3.96	8.22±2.47	7.44±2.91
里扎巴特	1	5.64±1.41	8.96±2.01	3.62±0.28	3.05±0.60	1.73±0.37	2.44±0.04	1.61±0.10
	3	12.03±7.32	7.58±2.73	4.74±3.69	7.78±5.00	3.61±1.89	3.49±1.19	8.22±4.32
	5	7.91±0.27	3.63±0.78	8.45±0.41	9.97±3.68	8.52±2.37	6.56±0.87	5.16±0.99



A. 萌发的红巴拉蒂 B. 未萌发的红巴拉蒂  
图1 萌发的红巴拉蒂和未萌发的红巴拉蒂

表 2 不同葡萄品种花粉量的比较

葡萄品种	单花药花粉量 (个)	显著性	
		0.05	0.01
红巴拉蒂	11 833 ± 780	a	A
粉红亚都蜜	11 467 ± 305	ab	A
新西兰攀金	11 000 ± 153	ab	A
里扎巴特	10 267 ± 338	b	AB

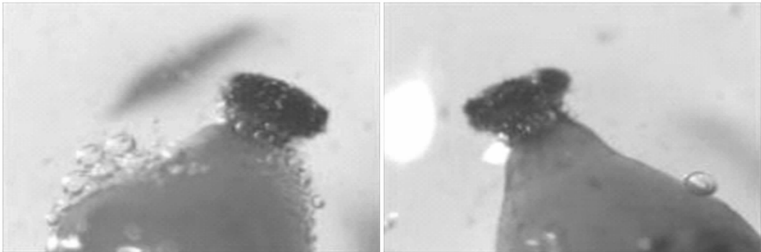
表 3 不同葡萄品种柱头气泡数的比较

葡萄品种	柱头气泡数(个)		
	含苞待放	半开放	已经开放
无核白鸡心	18	15	20
维多利亚	20	14	20
玫瑰香	22	24	22
弗雷无核	9	10	8
摩尔多瓦	16	15	29
黑色甜菜	8	8	10
金手指	11	12	16
红宝石无核	4	4	5
美人指	7	5	5

过氧化物酶活性最强,柱头可授性最强(表 3)。红宝石无核含苞待放、半开放花期时的柱头气泡数最少,为 4 个,说明此柱头的过氧化物酶活性最弱,柱头可授性最弱。弗雷无核、黑色甜菜、红宝石无核、美人指的 3 个花期的柱头气泡数目普遍偏少,平均分别为 9、9、4、6 个,说明这些葡萄品种的柱头过氧化物酶活性较弱,柱头可授性也比较弱。无核白鸡心、维多利亚、玫瑰香、摩尔多瓦、金手指 3 个花期的柱头气泡数目普遍较多,平均分别为 18、18、23、20、13,说明这些葡萄品种的柱头过氧化物酶活性较强,柱头可授性也比较强,其中,玫瑰香 3 个花期的气泡数目的平均值最大,且在已开放花期的时候,柱头经过染色颜色最深、气泡数目最多(图 2 - A),红宝石无

核 3 个花期的气泡数目的平均值最小,且在已开放花期的时候,柱头经过染色颜色比较浅、气泡数目比较少(图 2 - B)。因此,在杂交育种过程中,可以选择已经开放的摩尔多瓦葡萄品种作母本材料。

研究发现,根据联苯胺 - 过氧化氢法检测不同葡萄品种柱头的可授性,其中维多利亚、摩尔多瓦、黑色甜菜、金手指、



A. 摩尔多瓦, 已开放花期 B. 红宝石无核, 已开放花期  
图2 不同葡萄品种柱头染色情况的观察

美人指葡萄品种在含苞待放、半开放各花期的柱头均表现有最强的可授性。无核白鸡心半开放花期表现为最强的可授性,而已开放、含苞待放花期的柱头均表现有较强的可授性。玫瑰香半开放、已开放花期的柱头表现为最强的可授性,而含苞待放的柱头均表现有较强的可授性(表 4)。

表 4 不同葡萄品种柱头可授性评价

葡萄品种	柱头可授性评价		
	含苞待放	半开放	已开放
无核白鸡心	++	+++	++
维多利亚	+++	+++	+++
玫瑰香	++	+++	+++
弗雷无核	+++	+++	++
摩尔多瓦	+++	+++	+++
黑色甜菜	+++	+++	+++
金手指	+++	+++	+++
红宝石无核	++	++	++
美人指	+++	+++	+++

注:“+”表示可授率达到 30%,具有可授性;“++”表示可授率达到 30%~70%,具有较强可授性;“+++”表示可授率达到 70%以上,可授性最强。

3 结论与讨论

本试验对不同鲜食葡萄品种不同温度处理下花粉生活力、花粉量测定以及柱头可授性进行了研究,为葡萄育种中父本花粉生活力的测定、花粉量测定、母本柱头可授性测定及其选择提供理论依据,有助于葡萄杂交育种获得抗性强的父母本葡萄品种,父母本如果花期不同,可以将父本的花粉在适宜的条件下贮藏起来,以达到调节花期的目的,且保证贮藏后的花粉具有较强的生活力,才能确保后期杂交授粉的成功<sup>[10-12]</sup>。保证花粉生活力强弱的重要因素是要具有适当的贮藏条件,比如在干燥、低温的环境条件下,能够较好地保持花粉的生活力,以供不同杂交组合和不同时期的杂交育种。不同葡萄品种花粉的生活力存在着较大的差异。选择花粉生活力强的父本和配制良好的杂交组合,是保证杂交育种工作成功的重要依据<sup>[13-15]</sup>。

花粉的贮藏温度和湿度是影响花粉贮藏时间长短的主要因素<sup>[16]</sup>。在高温、高湿的情况下,花粉酶的水解活性增强,代谢作用也加强,并且进行着强烈的呼吸作用,消耗大量养分,且易被微生物感染发霉变质而丧失萌发率。花粉贮藏过程中,保持较低的环境湿度,可以使其代谢受到抑制,酶活性减弱,呼吸作用降低,使花粉活力维持较长时间,贮藏花粉的寿命往往与环境相对湿度呈负相关<sup>[17-18]</sup>。本试验研究表明,-25、-30℃贮藏条件下葡萄干燥花粉的贮藏效果最好,随着贮藏时间的延长,花粉生活力逐渐降低,主要原因是花粉内养分逐渐消耗,酶活性逐渐降低;在-5℃条件下花粉生活力下降最为迅速,主要原因是贮藏温度较高,花粉内酶活性较强,代谢作用加快,过度消耗花粉内贮藏的养分;而-15、-20℃条件就处于二者之间,是短期贮藏最为理想便捷的贮藏方式。

柱头可授性影响授粉成功率。不同植物柱头可授期持续时间不等,花朵的开放期、柱头分泌物的有无等对它都有影

响<sup>[19-20]</sup>。本试验研究发现不同葡萄品种柱头可授性强弱不同,其中维多利亚、摩尔多瓦、黑色甜菜、金手指、美人指葡萄品种的含苞待放、半开放、已开放 3 个花期的柱头都表现为最强的可授性。红宝石无核的未开、半开、已开 3 个花期的柱头均表现有较强的可授性。无核白鸡心半开表现为最强的可授性,而已开、未开花期的柱头均表现有较强的可授性。玫瑰香半开、已开花期的柱头表现为最强的可授性,而未开的柱头均表现有较强的可授性。弗雷无核在含苞待放、半开花期的柱头表现为最强的可授性,而在已开的柱头表现为较强的可授性。

参考文献:

[1] 贺普超,罗国光. 葡萄学[M]. 北京:中国农业出版社,1999:137.  
[2] 张春晖,李 华. 葡萄育种方法研究进展[J]. 中外葡萄与葡萄酒,1995(2):20-22.  
[3] 刘 倩,周蓓蓓,张其林,等. 葡萄雄性不育种质特性及其花粉败育的细胞学研究[J]. 果树学报,2010,27(4):514-520.  
[4] 赵统利,周 翔,朱朋波,等. 百合花粉生活力测定方法的比较研究[J]. 江苏农业科学,2006(5):88,144.  
[5] 王美军,黄 乐,蒋建雄,等. 刺葡萄花粉形态观察[J]. 果树学报,2014(4):610-616.  
[6] 杨 瑞,郝 燕,王发林,等. 葡萄花粉生活力测定[J]. 甘肃农业大学学报,2007,42(2):47-50.  
[7] 郭平峰,王 勇,骆强伟. 几种因素处理对早黑宝葡萄花粉生活力的影响[J]. 资源开发与市场,2014,30(8):902-904,975.  
[8] 李洪涛,陈海燕,李东伟,等. 7 个月季品种花粉活力的测定[J]. 河南农业科学,2014,43(8):117-119.  
[9] 刘会超,贾文庆,杜晓华,等. 金银花花粉生活力测定及贮藏研究,安徽农业科学[J]. 安徽农业科学,2010,38(11):5854-5856.  
[10] 刘林德,张洪军,祝 宁,等. 刺五加花粉活力和柱头可授性的研究[J]. 植物研究,2001,21(3):375-379,483.  
[11] 许 林,陈法志,戴小梅,等. 紫珠属 2 种植物的花粉生活力及柱头可授性研究[J]. 北京林业大学学报,2012,34(4):26-30.  
[12] 杨传友,毕 杰,杨先栋. 十二种果树花粉贮藏试验[J]. 果树科学,1994(2):103-104.  
[13] 李桂荣,朱自果,李 力,等. 火焰无核葡萄花粉离体萌发试验[J]. 西北林学院学报,2012,27(6):93-97.  
[14] Rhee H K, Jin H L, Cho H R, et al. The relationship of storage and viability of lily pollen[J]. Acta Horticulture, 2003, 62(2):319-324.  
[15] 刘长恩,朱 林. 葡萄品种花粉和花粉萌发形态的研究[J]. 园艺学报,1985(1):20-23,60-61.  
[16] 孙晓梅,王大政,杨宏光,等. 不同处理和贮藏方法对百合花粉生活力的影响[J]. 辽宁农业科学,2000(6):27-30.  
[17] 王钦雨,卢龙斗,吴小琴,等. 花粉的保存及其生活力测定[J]. 植物学通报,2002,19(3):365-373.  
[18] 曾黎明,陈显国,林玉虹,等. 澳洲坚果花粉活力、柱头可授性比较研究[J]. 江苏农业科学,2012,40(3):123-125.  
[19] 褚 怡,范义荣,张韶伊,等. 大花蕙兰与国兰花粉活力及柱头可授性分析[J]. 浙江农林大学学报,2013,30(6):950-954.  
[20] 赵金花,李青丰,那仁图雅,等. 3 种野生葱属植物花粉活力和柱头可授性研究[J]. 草业科学,2010,27(4):93-96.