

## 4种蓝莓花粉量及花粉萌芽率的测定

刘伟<sup>1</sup> 郭洁<sup>2</sup> 陈亚文<sup>3</sup>

(1. 洪雅县林业局, 四川 洪雅 620360; 2. 四川省天然林保护工程管理中心,  
四川 成都 610081; 3. 四川省林业调查规划院, 四川 成都 610081)

**摘要:**以蓝莓4个品种花粉为试材,采用纤维素酶法和离体培养法,测定其花粉量,研究不同培养基上花粉萌芽率。结果表明:不同品种间花粉量存在差异,奥尼尔、夏普蓝、蓝玉一号、灿烂的平均花粉数分别为127、546、216、144粒/花药。培养基种类、温度对花粉萌芽率影响显著。适宜花粉萌芽的蔗糖浓度为15%;硼酸能够促进花粉萌芽,但是浓度过高时会抑制花粉萌芽。300  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  硼酸浓度花粉萌芽率最高;25℃温度处理下,花粉萌发率较高。

**关键词:**蓝莓;花粉;花粉量;花粉萌芽率

中图分类号:S667 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2015)02-0118-04

## Determination of the Pollen Number and Pollen Germination Rate of Four Blueberry Varieties

LIU Wei<sup>1</sup> GUO Jie<sup>2</sup> CHEN Ya-wen<sup>3</sup>

(1. Forestry Bureau of Hongya County, Hongya 620360, China;  
2. Sichuan Administration Center of the Natural Forest Protection Project, Chengdu 610081, China;  
3. Sichuan Forest Inventory and Plan Institute, Chengdu 610081)

**Abstract:** In this paper, by using the fresh pollen from four blueberry varieties, studies were made of the pollen number and pollen germination rate of their flowers with the methods of cellulose and isolated culture medium. The results showed that the pollen numbers were different, the average of single anther from four varieties was respectively 127, 546, 216 and 144. The kinds of medium and the temperature significantly affected the pollen germination rate. The proper sucrose concentration for pollen germination of blueberry was 20% and the boric acid could promote the pollen germination. But if its concentration was too high, it would show an inhibition effect on the germination. The pollen germination was the highest when the boric acid concentration was 300  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ . The pollen germination rate was higher when the experiment was carried out at 25℃.

**Key words:** Blueberry (*Vaccinium* L.), Pollen, Pollen number, Pollen germination rate

蓝莓又称越桔、蓝浆果,属于杜鹃花科(Ericaceae)越桔属(*Vaccinium* L.)植物,为多年生落叶或常绿灌木或小灌木树种,是具有较高经济价值和营养价值的新兴果树树种。其果实富含花青素、低糖、低脂肪且抗氧化能力强,素有“浆果之王”<sup>[1]</sup>之美誉,被联合国粮农组织列为人类5大健康食品之

—<sup>[2]</sup>。我国对蓝莓的研究始于20世纪90年代,在品种筛选和栽植技术方面做了相关研究,取得了一些成就<sup>[3]</sup>。近年来,随着人们生活水平的提高,对高生活质量的追求,蓝莓以其独特的食用、药用价值日益受到人们的亲睐,种植面积不断扩大,市场发展迅猛。发展至今,全国蓝莓栽植面积约1 300  $\text{hm}^2$ ,

收稿日期:2014-11-27

作者简介:刘伟(1975-),四川省洪雅县林业局,工程师,从事林业技术工作。

主要分布于吉林、辽宁、山东、浙江、贵州等地。蓝莓多数品种自花不实、花期遭遇恶劣天气、落花落果严重,导致坐果率低下,严重影响蓝莓产业的发展。因此,生产中配置授粉树、花期叶面喷肥对于提高产量至关重要。但是目前国内对蓝莓的研究大多是侧重品种筛选和栽植技术方面,关于蓝莓花粉及其特性尚未见有系统研究<sup>[4]</sup>。本试验测定了蓝莓 4 个品种的花粉量及其萌芽率,研究了蔗糖、硼酸、温度等因素对花粉萌芽的影响,旨在为提高蓝莓坐果率和合理配置授粉树提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

本试验以奥尼尔、夏普蓝、蓝玉一号、灿烂 4 种蓝莓花粉为试验材料,材料采摘于云南省寻甸县蓝莓基地。于 2013 年 6 月采摘各品种即将绽放的花蕾,取出花药,置于室温下自然干燥,待花粉粒充分散开后,收集起来在西南林学院科学实验室进行试验。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 花粉量的测定

花粉量的测定采用纤维素酶法<sup>[5]</sup>。分别取完整花药 15 枚放入青霉素瓶中,25 ℃ 下烘干,待花粉完全散出后,加入 1% 纤维素酶 1 ml 处理 24 h,让花粉从花药中完全分离。充分振荡,保证花粉粒均匀分布于溶液中。然后用 5 μL 移液枪取 5 μL 溶液滴在载玻片上,于显微镜下观察统计,重复 3 次。技术公式如下:

单花药花粉量(粒/花药) = (每个载玻片上总花粉粒数 × 200) / 15

#### 1.2.2 花粉萌芽率的测定

本试验采用琼脂培养基萌发法<sup>[6]</sup>来测定花粉萌芽率。研究蔗糖、硼酸浓度、温度对蓝莓不同品种花粉萌芽率的影响。(1) 采用 1% 琼脂,蔗糖设置 5%、10%、15%、20% 4 个梯度,研究蔗糖浓度对花粉萌芽的影响<sup>[7]</sup>。(2) 在找出最佳蔗糖浓度的基础上,以最佳蔗糖浓度为定量,采用 1% 琼脂,硼酸设置 100 μg · L<sup>-1</sup>、200 μg · L<sup>-1</sup>、300 μg · L<sup>-1</sup>、400 μg · L<sup>-1</sup> 4 个梯度,探讨硼酸浓度对花粉萌芽的影响。(3) 以最佳蔗糖浓度和硼酸浓度为定量,温度设置 5 ℃、15 ℃、25 ℃、35 ℃ 4 个梯度,分析温度对花粉

萌芽的影响。

花粉萌芽率测定具体操作如下。用滴管滴 1 滴培养基溶液在载玻片上,所滴培养基面要厚薄均衡且近圆形<sup>[8]</sup>。待培养基冷却后,用干净毛刷蘸取适量花粉,均匀撒播于培养基上。然后将载玻片放在衬有湿润滤纸的培养皿中,置于培养箱(25 ℃)内培养。温度试验除外,要分别置于不同温度的培养箱中。每处理重复 3 次,12 h 后于显微镜下观察花粉萌发情况,统计萌发率(花粉管长度超过花粉粒直径作为萌发标准),计算平均萌芽率。计算公式如下:

花粉萌芽率(%) = 已发芽的花粉数量 / 花粉粒总数量 × 100%

## 2 结果和分析

### 2.1 不同品种的花粉量

试验结果表明,不同蓝莓品种花药的花粉量存在一定的差异。夏普蓝花粉量最多,花粉数为 546 粒/花药,其次是蓝玉一号、灿烂、奥尼尔,平均花粉数分别是 216、144、127 粒/花药。夏普蓝的花粉量与其余 3 种存在显著差异(表 1),其单个花药的花粉量最多,这在一定程度上解释了夏普蓝产量相对较高的原因,对蓝莓种植时品种的选育提供了借鉴。

表 1 蓝莓单粒花药花粉量

Table 1 The pollen number of single-anther of blueberry

品种 Variety	单粒花药花粉量(粒)			平均数(粒) Average
	Pollen number of single anther			
	重复 1 Repeat 1	重复 2 Repeat 2	重复 3 Repeat 3	
奥尼尔 O'Neal	136	119	126	127 ± 8.5a
夏普蓝 Sharpblue	602	521	515	546 ± 48.6c
蓝玉 1 号 Lanyu 1	240	224	184	216 ± 28.8b
灿烂 Britewell	171	149	112	144 ± 29.8a

注:表中字母为邓肯新复极差法显著性分析,小写字母为 0.05 水平的显著性分析。

Notes: Letters are significant test by duncan, lowercases are significantly at 0.05 level.

试验中发现各个品种的蓝莓雄蕊数量基本一致 9 个~10 个,因此,在探讨蓝莓花粉量差异原因时更多的考虑花丝、花药、柱头、花冠等花器对花粉量的影响。试验发现,花粉量与花丝的相关性显著(P < 0.01),相关系数高达 0.995;与花柱、花药的相关性较强(P < 0.05),相关系数分别为 0.982、0.958;此外,花粉量与花冠、花柄、花瓣等都有一定的相关性(表 2)。因此,关于花器特征的研究对花粉及其特性的研究具有重要的指导意义。

表 2

花粉量与花器的相关分析

Table 2

Relevant analysis of pollen number and floral spray

	相关分析	花冠	花药	花柱	花丝	花瓣	花柄	萼片
	Relevant analysis	Corolla	Anther	Column	Filament	Petal	Pedicel	Sepal
花粉量	相关性 Relativity	0.874	0.958*	0.982*	0.995**	0.818	0.853	0.773
Pollen number	显著性 Significance	0.126	0.042	0.018	0.005	0.182	0.147	0.227
	样本数 Sample number	4	4	4	4	4	4	4

注: \*\*表示显著性水平为 0.01 时, 表现为显著相关; \* 表示当显著性水平为 0.05 时, 表现为相关性较强。

Notes: \*\* represents significant relativity at 0.01 level while \* indicates stronger relativity at 0.05 level.

## 2.2 蔗糖对蓝莓花粉萌芽率的影响

蔗糖是花粉粒萌发的主要营养物质<sup>[9]</sup>。试验结果表明, 在添加有蔗糖的培养基上, 花粉的萌芽率有明显提高; 随着蔗糖浓度的增加, 蓝莓花粉萌芽率不断上升, 当蔗糖浓度为 15% 时, 各品种的萌芽率均达到最高值, 分别为 24.2%、15.5%、23.8%、9.9%; 但是随着蔗糖浓度的进一步增加, 花粉的萌芽率却会表现出下降趋势(表 3)。以奥尼尔为例最明显, 蔗糖浓度由 15% 增加到 20% 时, 其萌芽率由 24.2% 下降至 9.8%。试验中发现, 蔗糖浓度过高时, 花粉出现质壁分离, 抑制花粉的萌发, 以灿烂为例, 20% 蔗糖浓度下, 其花粉萌芽率仅为 7.1%。

表 3 蔗糖对蓝莓花粉萌发率的影响

Table 3 The effect of different sucrose concentrations on pollen germination rate of blueberry

蔗糖浓度(%) Subucose	花粉萌芽率(%) Pollen germination rate			
	奥尼尔 O'Neal	夏普蓝 Sharpblue	蓝玉 1 号 Lan yu 1	灿烂 Britewell
5	8.9	10.5	10.3	1.3
10	18.7	14.5	14.9	9.3
15	24.2	15.5	23.8	9.9
20	9.8	14.2	11.0	7.1

## 2.3 硼酸对蓝莓花粉萌芽率的影响

硼酸是花粉管壁形成的重要影响因素<sup>[10]</sup>。不同梯度硼酸下蓝莓花粉萌芽率的统计结果见表 4, 结果表明, 硼酸对蓝莓萌芽率的影响与蔗糖相似, 随着硼酸浓度的增加, 花粉萌芽率不断上升。300  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  的硼酸时, 花粉萌芽率最高, 4 个品种分别为 40.6%、30.6%、38.3%、37.9%。但是随着硼酸

表 4 硼酸对蓝莓花粉萌发率的影响

Table 4 The effect of different boric acid concentrations on pollen germination rate of blueberry

硼酸浓度 ( $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) Boric acid	花粉萌芽率(%) Pollen germination rate			
	奥尼尔 O'Neal	夏普蓝 Sharpblue	蓝玉 1 号 Lan yu 1	灿烂 Britewell
100	11.6	8.8	6.7	10.6
200	38.0	22.4	21.6	37.4
300	40.6	30.6	38.3	37.9
400	25.4	14.4	8.8	12.5

浓度的进一步增加, 花粉萌芽率出现显著下降。以蓝玉 1 号为例, 400  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  的硼酸时, 其花粉萌芽率只有 8.8%, 花粉管出现畸形且生长速度慢。此外, 对比表 3, 可以发现最佳浓度硼酸条件下花粉的萌芽率要优于最佳浓度的蔗糖, 因此, 硼酸对于花粉萌芽的促进作用更明显。

## 2.4 温度对蓝莓花粉萌芽率的影响

温度是花粉细胞内生生化反应正常进行的基本条件, 对花粉萌发具有重要作用<sup>[11]</sup>。从表 5 可以看出, 5 $^{\circ}\text{C}$  培养基上花粉也能萌芽, 但只是个别萌芽, 萌芽率较低, 以灿烂为例, 仅为 2.4%; 随着温度的升高, 萌芽率逐渐增加, 在 25 $^{\circ}\text{C}$  时, 各个品种的萌芽率达到最高, 分别为 32.4%、30.9%、31.14%、23.9%, 明显高于其余 3 个温度处理; 温度进一步上升后, 萌芽率却呈现下降趋势, 35 $^{\circ}\text{C}$  温度处理下, 4 个品种花粉萌芽率分别为 26.7%、23.4%、29.5%、19.8%, 与最高值相比有小幅下降, 且花粉管长度相对较短、生长速度缓慢。由此表明, 温度的上升能够促进花粉的萌芽, 但是并不是温度越高越好, 温度过高反而会破坏花粉正常生长机制, 抑制花粉萌芽; 蓝莓花粉萌芽的最适宜温度为 25 $^{\circ}\text{C}$ 。

表 5 温度对蓝莓花粉萌发率的影响

Table 5 The effect of different temperatures on pollen germination rate of blueberry

温度( $^{\circ}\text{C}$ ) Temperature	花粉萌芽率(%) Pollen germination rate			
	奥尼尔 O'Neal	夏普蓝 Sharpblue	蓝玉 1 号 Lan yu 1	灿烂 Britewell
5	8.3	9.1	7.2	2.4
15	19.6	21.3	18.4	20.2
25	32.4	30.9	31.1	23.9
35	26.7	23.4	29.5	19.8

此外, 试验中发现蓝莓花粉萌芽最佳的观察时间是置于培养基培育 12 h ~ 20 h 之间, 12h 前观察各个品种基本无萌芽出现, 而 20 h 后培养基开始出现裂痕、花粉管过长不利于观察统计、有霉变现象发生。这与油茶<sup>[12]</sup>、甜樱桃<sup>[13]</sup>、费约果<sup>[14]</sup> 等的花粉萌芽期存在一定的差异, 这可能是因物种不同引起的, 尚需要进一步试验验证。

### 3 结论和讨论

蓝莓花粉量和花粉萌芽率因品种的不同而异, 夏普蓝的花粉量最多, 单花药花粉粒为 546 粒, 而最少的奥尼尔仅有 144 粒; 奥尼尔在  $300 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  硼酸条件下萌发率高达 40.6%, 高于相同处理条件下的其余品种, 进一步证实了蓝莓花粉量和萌芽率在品种间存在差异。此外, 试验测得蓝莓花粉粒明显少于杏、李、桃等。造成这些差异的原因一方面可能与物种、品种自身的遗传特性有关, 另一方面可能是蓝莓种植环境造成的。因为试验采用的蓝莓品种均是从外地购买, 且是第一年栽植, 栽植地的有机质、土壤酸碱性、土壤疏松度等环境因子与原产地存在一定的差异, 树体营养水平跟不上影响其正常生长, 从而导致花粉量相对较少, 有待于进一步探索。另外, 4 个品种中奥尼尔的花粉量为  $127 \text{ 粒} \cdot \text{花药}^{-1}$ , 仅为夏普蓝的  $1/3$ , 但是在 10% 蔗糖 +  $300 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  硼酸的培养基上其花粉萌芽率却高达 40.6%, 远高于其他品种, 而花粉量最多的夏普蓝, 其花粉萌芽率并不是最高的。可以看出, 花粉量与花粉萌芽率并不是线性相关, 这和谢鹏<sup>[15]</sup> 等关于杏李品种花粉量的研究得出的结论一致。

因此, 在实际生产中选择授粉品种时不能仅仅单一考虑花粉量或者花粉萌芽率, 而是要将两者统一起来。此外, 还要考虑所选授粉品种和主栽品种的花期是否一致、所选品种的产量、种植成本等因素。蓝玉 1 号从理论上可以考虑作为授粉品种, 其花粉量和花粉萌芽率均较高, 而且是人工培育的新品种, 成本相对较低, 但是本结论是在根据试验结果得出的, 具体在现实生产实践中的应用成效如何尚需开展大田试验。

蔗糖一方面是为花粉萌芽和花粉管的生长提供营养物质, 另一方面是维持外界环境一定的渗透压<sup>[16]</sup>。试验结果表明 15% 蔗糖浓度时, 花粉内外的渗透压达到平衡状态, 各个品种的花粉萌芽率均达到最高。这与叶利民<sup>[17]</sup>、余义和等关于含笑、金光杏梅花粉萌芽在 10% 蔗糖浓度时萌芽率最高的结论存在一定的差异。蔗糖浓度过低或者过高对于花粉的生长均不利, 5%、10% 浓度的蔗糖培养基不能提供充足的营养物质, 影响花粉管的生长, 而且会导致花粉壁裂开, 内容物散出, 使其失去生活力;

20% 浓度的蔗糖又会造成花粉质壁分离而抑制萌芽<sup>[18]</sup>。因此, 花期喷施蔗糖时要注意控制好浓度。

硼酸能够促进花粉对糖分的吸收和转化, 参与花粉管膜果胶物质的形成, 从而促进花粉的萌发和花粉管生长。试验中, 硼酸浓度的上升能够明显提升花粉的萌芽率; 以  $300 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  最佳, 萌芽率最高; 超过  $300 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  后, 萌芽率反而降低。因此, 低浓度的硼酸能够促进花粉的萌芽, 高浓度的硼酸会抑制其萌芽。

温度对花粉萌芽的影响也比较显著。试验发现 5℃ 时花粉萌芽率较低, 仅是个别萌芽; 随着温度上升, 15℃ 时各个品种均有萌芽出现且萌芽个数明显多于 5℃, 花粉管伸长速度加速; 25℃ 时, 花粉萌芽率最高, 花粉管达到最长; 35℃ 时, 花粉萌芽率和花粉管生长速度呈现下降趋势。因此, 25℃ 是花粉萌芽的最适宜温度。

对比表 3、表 4、表 5 可以发现, 硼酸对花粉萌芽的影响最显著, 其次是温度, 最后是蔗糖。这也验证了蓝莓种植时施用硼酸对提高产量的重要性。此外, 试验采用的蓝莓品种多为南高系列和兔眼系列, 对温度要求较高, 而试验地位于湖南境内, 蓝莓花期正值南方的“倒春寒”和多雨季节<sup>[19]</sup>, 处理不当的话, 低温多雨会造成花粉萌芽率低下, 引起产量大幅下降。因此, 在蓝莓生产中可以通过根部覆盖地膜、树体绑缚稻草帘、修建温室和冷棚等措施, 做好花期避雨和保温工作, 提高花粉萌芽率。

影响花粉萌芽率的影响除了蔗糖、硼酸、温度外, 还有 PH 值、有机质、湿度、疏松度、光照等因素密切相关, 关于这些因素的研究还有待于通过开展大量后续试验去进行探索。只有全面考虑这些因素, 才能找出最适宜花粉萌芽的条件, 从而为合理配置授粉品种、提高坐果率高、增加产量提供参考依据。

#### 参考文献:

- [1] 陆岩, 王树进. 蓝莓产业现状及开发前景[J]. 农业开发研究, 2010, 5: 12 ~ 15.
- [2] Kader F, Rovel B. Fractionation and identification of the phenolic compounds of highbush blueberries (*Vaccinium Corymbosum* L.) [J]. Food Chemistry, 1996, 55(2): 35 ~ 40.
- [3] 史海芝, 刘惠民. 国内外蓝莓研究现状[J]. 江苏林业科技, 2009, 36(4): 48 ~ 51.
- [4] 王辉, 王鹏云, 王蜀, 等. 我国蓝莓的发展现状及前景[J]. 农业现代化研究, 2008, 29(2): 250 ~ 253.

(下转第 50 页)

合作社提供多渠道的资金支持和金融服务。可推动建立农村合作金融体系,拓宽合作社的筹资渠道,这既能够解决林农资金难题,又能帮助林农解决富余资金出路问题,所得利润还可以用于合作社的发展<sup>[3]</sup>。

### 3.2 推动合作创新

在促进合作社发展过程中,要根据经济、社会发展条件和产业、产品的特点,分类指导,多种形式组建。要重点鼓励发展股份合作方式。股份合作经济的产权主要属于农民,投资者和劳动者融为一体,按劳分配和按资分配相结合,可以促使劳动者更好地关心组织的发展,增强凝聚力和责任感。要积极引导将同类或产业链有上下游联系的两个或者几个合作社联合起来,组成合作社联社,形成原料供应、生产、加工、销售完整的产业链,提高其抵御市场风险等能力<sup>[4]</sup>。

### 3.3 完善运行机制

要健全合作社的组织机构和规章制度,增强社会资本和合作社的凝聚力,建立健全民主决策制度并严格执行,充分调动社员为合作社发展贡献力量的积极性。合作组织要不断完善利益分配机制,建立利益共享、风险共担的利益分配机制。要坚持按交易额分配为主的分配原则,在农户社员之间进行赢余分配。要明确各种要素在组织中的作用,努力做到实现社员的最大利益,推动合作组织跨越发展。

### 3.4 构建人才队伍

农民是合作社的主体,他们的市场意识、竞争意

识、思想文化水平对组织发展至关重要。因此,要对农民及时进行教育引导,用成功范例做示范,激发农民自觉加入合作组织。通过有针对性的知识讲座和技术传授,全面提高农民素质。要发挥能人作用,加强他们的培训工作,使他们能运用现代市场管理方法和思想,对自己的角色有正确的定位,增强服务意识,提高服务水平,积极为合作组织的发展做贡献。

### 3.5 增强服务能力

加强服务体系建设,为林业专合组织提供科技、信息、采伐、流转、评估、保险等方面的服务,在创建知名品牌,市场营销等方面给予指导,提升合作社的竞争力。加大对合作社扶持政策和典型示范的宣传,鼓励合作社承担林业和山区经济发展项目,鼓励发展各类林业专业协会。通过挖掘典型,利用各种宣传渠道和新闻媒体,宣传发展经验,展示发展成果,充分发挥以点带面的示范作用。

### 参考文献:

- [1] 胡碧玉,王书斌,陆昕轶. 农民专业合作经济组织发展现状的调查与思考[J]. 农村经济, 2007(10): 123~126.
- [2] 范彬,杜朝云,赵洪斌. 旺苍县农民林业专业合作社的发展现状与思考[J]. 四川林业科技, 2014, 35(6): 116~119.
- [3] 白星雯,马燕娥,杨晓玲,等. 森林资源数据库更新中采用的技术手段与方法——基于吉林省和龙市林业局资源数据更新[J]. 森林工程, 2013, 29(3): 29~32+38.
- [4] 陈其勇,凌维东. 沐川县农民林业专业合作社的实践与思考[J]. 四川林业科技, 2013, 34(1): 112~114.
- [5] 扈惠灵,李炜,高启明. 十三个梨品种花粉量及花粉萌芽率的研究[J]. 中国南方果树, 2002, 31(6): 57.
- [6] 王钦丽,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.
- [7] 王友保,张莉. 花粉萌发与花粉管生长实验的改进[J]. 生物学通报, 2006, 12: 57.
- [8] 姜雪婷,杜玉虎,张绍玲,等. 梨43个品种花粉生活力及4种测定方法的比较[J]. 果树学报, 2006, 23(2): 778~787.
- [9] 陈和明,尹光天,胡哲森. 黄藤花粉萌发与低温贮藏研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(17): 1395~1400.
- [10] 杨晓冬,孙素琴,李一勤. 硼缺乏导致花粉细胞壁多糖分布的改变[J]. 植物学报, 1999, 41(11): 169~1176.
- [11] 蒲光兰,周兰英,李瑾宵,等. 温度、蔗糖和硼酸对麻疯树花粉离体萌发的影响[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(3): 55~58.
- [12] 何春燕,谭晓风,袁德义,等. 7种油茶花粉数量及花粉萌芽率的测定[J]. 中南林业科技大学学报, 2009, 29(1): 74~77.
- [13] 魏国芹,孙玉刚,安森,等. 甜樱桃7个品种花粉数量及花粉萌芽率测定[J]. 华北农学报, 2010, 25(增刊): 123~127.
- [14] 崔明杰,袁德义,赵思东,等. 4个费约果品种花粉数量和萌发率测定[J]. 中国南方果树, 2010, 39(3): 37~39.
- [15] 谢鹏,谭晓风,李芳东,等. 6个杏李品种花粉量及花粉萌芽率测定[J]. 中国南方果树, 2009, 38(2): 34~35.
- [16] 余义和,李桂荣,王新娟. 蔗糖和硼酸浓度对金光杏梅花粉离体萌发的影响[J]. 山西果树, 2006, 4: 7~8.
- [17] 叶利民. 温度、蔗糖和硼酸对含笑花粉离体萌发的影响[J]. 中国野生植物资源, 2012, 31(2): 41~43.
- [18] 曾骧. 果树生理学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992: 172~173.
- [19] 杨岑,任永权,廖优江,等. 花龄对蓝莓柱头可授性及花粉活力的影响[J]. 中国南方果树, 2012, 41(2): 25~27.

(上接第121页)