

任佳伦,赵 爽,刘志高. 9 种铁线莲属植物花粉的萌发率和花粉管生长情况[J]. 江苏农业科学,2017,45(2):126-129.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.02.037

9 种铁线莲属植物花粉的萌发率和花粉管生长情况

任佳伦,赵 爽,刘志高
(浙江农林大学,浙江临安 311300)

摘要:以 9 个铁线莲品种的花粉为试材,采用液体培养基研究蔗糖与硼酸的浓度对花粉萌发率和花粉管生长的影响,并筛选出最适培养基。结果显示:9 个品种的萌发率为 2.35%~63.44%,花粉管长度在 26.950 5~136.462 6 μm 之间;蔗糖、硼酸的浓度及二者交互作用对花粉萌发的影响显著,且不同品种适宜的蔗糖与硼酸浓度有所差异;9 个品种花粉萌发和花粉管生长的蔗糖浓度适宜范围是 5%~10%,不足的蔗糖浓度会使花粉萌发力下降;适宜的硼酸浓度范围是 0.025%,过量的硼酸会抑制花粉萌发和花粉管的生长。

关键词:铁线莲;花粉;花粉管;萌发;蔗糖;硼酸;培养基;杂交育种

中图分类号:S687.303.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)02-0126-04

毛茛科(Ranunculaceae)铁线莲属(*Clematis* L.)为攀援草质藤本植物,花型美丽,色泽多变,极具观赏价值且花期较长,可作为优良的垂直绿化材料应用于园林景观中,具有重要的经济价值和广阔的开发前景,是杂交育种的优良种质资源^[1-2]。近年来随着大众审美的提高,人们对于铁线莲属植物品种的要求也愈来愈高。为了促进铁线莲属植物的新品种培育工作,获得更多的变异类型,杂交育种是最为重要的一条途径。而在杂交育种工作中,首先要了解的是授粉品种花粉的萌发率问题^[3]。有研究结果表明,蔗糖与硼酸有利于花粉的萌发与花粉管的生长^[4-6]。目前,关于铁线莲属植物花粉萌发的研究还尚未见报道。因此,本试验以 9 个铁线莲属植物栽培品种为试材,采用液体培养基研究不同浓度的蔗糖与硼酸对铁线莲属植物花粉萌发率及花粉管生长的影响,为铁线莲属植物杂交育种提供依据和参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验于 2014 年 3 月至 2015 年 6 月进行,所用材料采自浙江农林大学铁线莲种质资源圃,9 个品种依次为斯托尔韦克、红星、紫梦、狂想曲、银币、面白、粉香槟、羞嗒嗒和杰克曼二世。采集盛花期成熟花粉用于萌发试验。

收稿日期:2015-11-05
基金项目:浙江省科技重大项目(编号:2012C12909-16)。
作者简介:任佳伦(1990—),女,内蒙古赤峰人,硕士,主要从事野生园林植物资源分类与应用研究。E-mail:1416001262@qq.com。
通信作者:刘志高,副教授,主要从事观赏植物栽培与育种技术研究。
E-mail:1692362952@qq.com。

参考文献:

[1]俞庚成,张成义,丁峙峰.“红颊”草莓育苗期赤霉素应用试验初报[J].上海农业科技,2009(1):81.
[2]董良早.草莓匍匐茎繁殖育苗技术[J].现代农业科技,2010(11):123.

1.2 试验方法

1.2.1 培养基组分的筛选 本试验采用 3 因素完全随机试验设计,液体培养基共设 9 个处理(表 1)。

处理编号	培养基各组分的浓度(%)	
	硼酸	蔗糖
1	0	0
2	0.025	0
3	0.050	0
4	0	10
5	0.025	10
6	0.050	10
7	0	5
8	0.025	5
9	0.050	5

1.2.2 花粉萌发率的测定 盛花期内随机采集每个铁线莲品种的新鲜花药,用毛笔将花粉轻轻扫入载玻片内,滴取 5~8 滴液体培养基,置于光照培养箱内,设置温度为 18℃,湿度为 95%;16 h 后置于 Zeiss 显微镜下进行镜检,每个培养基下观察 10 个视野,观察时以萌发的花粉管长度超过花粉粒直径作为花粉萌发的标准^[7-8],统计每个视野内花粉总数和萌发花粉总数,其计算方法为:花粉萌发率=视野内萌发花粉总数/视野内花粉总数×100%。

1.2.3 花粉管长度的测量 花粉管的长度采用 Zen 显微图像分析软件进行测量,每个处理测量 10 个花粉管的长度,比例尺为 50 μm。

1.3 数据分析

采用 Excel 和 SPSS 19.0 软件对数据进行分析。

[3]李保章,刘 悦.赤霉素对草莓生长结果的影响[J].河北果树,1995(2):5-7.
[4]宗 静,王亚姓,张东雷,等.赤霉素对红颊草莓种苗繁育的影响[J].农业工程技术·温室园艺,2010(9):54-56.
[5]阎 珂,肖君泽.章姬草莓无病毒苗快速繁殖配套技术[J].现代园艺,2013(19):32-34.

2 结果与分析

2.1 不同液体培养基对 9 种铁线莲属植物花粉萌发率和花粉管生长的影响

由表 2 可知,不同品种、蔗糖浓度与硼酸浓度及三者间交互作用对花粉萌发率的影响存在显著差异($P<0.05$)。

表 2 不同品种、不同质量浓度的蔗糖与硼酸对萌发率影响的方差分析结果

变异来源	平方和	df	均方	F 值	P 值
不同品种萌发率间差异	40.458	8	5.057	3 851.439	0.000
蔗糖浓度对不同品种萌发率影响的差异	0.361	2	0.181	137.544	0.000
硼酸浓度对不同品种萌发率影响的差异	0.113	2	0.057	43.209	0.000
不同品种×蔗糖浓度交互作用	1.068	16	0.067	50.824	0.000
不同品种×硼酸浓度交互作用	0.441	16	0.028	20.999	0.000
蔗糖浓度×硼酸浓度交互作用	0.596	4	0.149	113.467	0.000
不同品种×蔗糖浓度×硼酸浓度交互作用	2.284	32	0.071	54.365	0.000
误差	0.957	729	0.001		
总和	70.178	810			

表 3 不同液体培养基对花粉萌发的影响

处理编号	萌发率(%)				
	斯托尔韦克	红星	紫梦	狂想曲	银币
1	0.434 4±0.015 2d	0.043 1±0.008 2d	0.115 8±0.015 1e	0.059 7±0.004 7bc	0.015 0±0.005 2c
2	0.510 8±0.021 5c	0.075 9±0.008 2bcd	0.682 1±0.023 6bc	0.096 8±0.006 4a	0.018 3±0.001 3c
3	0.465 6±0.014 3cd	0.081 6±0.010 6bcd	0.680 0±0.014 3bc	0.097 7±0.009 9a	0.038 2±0.005 7b
4	0.508 2±0.012 9c	0.108 3±0.010 6ab	0.675 0±0.018 6bc	0.068 8±0.009 0b	0.054 1±0.009 6b
5	0.613 0±0.018 9b	0.057 5±0.006 3cd	0.725 9±0.016 6b	0.096 8±0.005 2a	0.097 3±0.013 4a
6	0.462 3±0.017 3cd	0.083 0±0.011 1bcd	0.574 6±0.020 3d	0.093 7±0.012 8a	0.013 9±0.001 0c
7	0.756 1±0.042 1a	0.090 1±0.009 4abc	0.926 0±0.009 7a	0.060 6±0.004 4bc	0.040 3±0.004 9b
8	0.596 0±0.018 6b	0.082 4±0.014 7bcd	0.688 3±0.014 5bc	0.066 5±0.009 3b	0.017 8±0.002 2c
9	0.491 7±0.013 2cd	0.123 9±0.021 4a	0.641 3±0.011 2c	0.039 6±0.003 6c	0.018 1±0.004 6c

处理编号	萌发率(%)			
	面白	粉香槟	羞嗒嗒	杰克曼二世
1	0.014 8±0.001 2d	0.034 2±0.005 0d	0.016 1±0.000 9c	0.015 8±0.002 2b
2	0.106 9±0.011 8ab	0.069 1±0.009 1ab	0.020 6±0.002 2bc	0.015 2±0.000 5b
3	0.095 6±0.014 8bc	0.029 9±0.004 3d	0.020 2±0.002 9bc	0.019 5±0.002 6b
4	0.035 3±0.003 7d	0.077 4±0.004 9a	0.026 7±0.002 6bc	0.020 2±0.002 0b
5	0.079 1±0.011 7bc	0.054 0±0.008 2abcd	0.041 2±0.008 1a	0.038 9±0.003 9a
6	0.075 9±0.007 4c	0.049 9±0.007 2bcd	0.021 4±0.002 8bc	0.046 2±0.006 4a
7	0.043 7±0.004 9d	0.043 6±0.008 9c	0.020 6±0.004 7bc	0.038 4±0.003 5a
8	0.108 7±0.011 7ab	0.067 3±0.013 8abcd	0.029 3±0.004 5b	0.025 9±0.003 6b
9	0.126 5±0.013 4a	0.043 3±0.004 7cd	0.015 0±0.000 8c	0.040 6±0.003 5a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

著影响,蔗糖和硼酸浓度对面白花粉萌发有显著影响,硼酸浓度和两因素的交互作用对羞嗒嗒花粉萌发有显著作用,其余品种在 3 个因素的影响下均呈显著性。

由表 4 可知,不同培养基中 9 个品种的花粉管长度均存在显著差异。其中,以面白在最适培养基 9 号处理下花粉管长度达到最大,为 251.601 5 μm ,为 CK 的 2.74 倍;其余品种的花粉管最长均在 170 μm 以下,杰克曼二世在最适培养基 9 号处理下花粉管最大长度仅为 57.767 4 μm 。通过对液体培养基中蔗糖、硼酸浓度及二者的交互作用进行双因素方差分析,结果表明,蔗糖浓度对斯托尔韦克的花粉管生长有显著影响,蔗糖与硼酸浓度对狂想曲和粉香槟的花粉管生长有显著影响,而蔗糖、硼酸浓度及二者的交互作用均对杰克曼二世的

由表 3 可知,斯托尔韦克、紫梦以处理 7 最高,萌发率高达 75.61%、92.60%,分别为 CK 组(0 蔗糖+0 硼酸)的 1.74、7.80 倍。其余品种萌发率均未达到 15%,杰克曼二世在最适培养基 6 号处理下萌发率仅为 4.62%。通过对组成培养基的蔗糖和硼酸浓度 2 个因素及其交互作用进行方差分析表明,蔗糖浓度和两因素的交互作用对红星花粉萌发有显

花粉管生长无显著影响,其余品种在 3 个因素的影响下均呈显著性。

2.2 蔗糖浓度对铁线莲属植物花粉萌发率和花粉管生长的影响

2.2.1 花粉萌发率 由图 1 可知,除斯托尔韦克与紫梦外,其他品种的花粉萌发率均为 20%。当蔗糖浓度为 5% 时,紫梦的花粉萌发率最高,达到 75.19%,为 CK 的 1.53 倍;其次为斯托尔韦克,其萌发率为 61.46%,为 CK 组的 1.31 倍。蔗糖浓度在 5%~10% 范围内时,部分品种的花粉萌发率会降低,说明过量的蔗糖会抑制花粉的萌发;当蔗糖浓度为 10% 时,大部分品种的萌发率均呈上升趋势,紫梦的花粉萌发率仍高达 65.85%,与蔗糖浓度为 5% 时的花粉萌发率并无显著差

表 4 不同液体培养基对花粉管生长的影响

处理编号	花粉管长度(μm)				
	斯托尔韦克	红星	紫梦	狂想曲	银币
1	98.343 5 ± 6.019 0c	40.730 2 ± 1.749 6c	91.023 4 ± 5.959 7c	96.372 8 ± 6.913 2de	10.182 7 ± 4.756 1c
2	129.615 5 ± 10.529 8abc	110.852 2 ± 10.054 0a	111.300 3 ± 8.5076bc	102.438 5 ± 5.485 7ede	15.275 2 ± 3.422 1bc
3	123.216 0 ± 7.476 3bc	69.431 5 ± 5.561 5bc	93.095 2 ± 6.728 3c	79.154 8 ± 2.477 9e	19.9247 ± 3.6841bc
4	120.409 5 ± 5.346 4bc	98.581 7 ± 16.474 6ab	92.655 1 ± 8.218 3c	132.569 8 ± 12.380 5abc	26.4975 ± 1.6388bc
5	132.187 0 ± 14.599 8abc	107.668 8 ± 10.991 1a	126.263 2 ± 12.202 3b	140.949 4 ± 8.595 0ab	62.0634 ± 13.0285a
6	149.919 5 ± 19.943 8ab	91.090 5 ± 14.006 1ab	109.148 9 ± 7.724 1bc	144.962 8 ± 13.377 6ab	24.6980 ± 1.0398bc
7	140.890 0 ± 18.833 9ab	113.462 6 ± 8.359 5a	89.383 8 ± 9.522 1c	126.412 6 ± 14.232 5abcd	26.4853 ± 1.5399bc
8	166.260 7 ± 12.523 4a	106.004 8 ± 11.935 6a	167.055 3 ± 13.453 2a	159.145 6 ± 12.550 9a	29.7943 ± 8.4370b
9	141.087 0 ± 8.874 9ab	90.675 3 ± 14.778 5ab	155.524 8 ± 4.839 6a	109.522 7 ± 18.242 9bcde	27.6374 ± 1.2295bc

处理编号	花粉管长度(μm)			
	面白	粉香槟	羞嗒嗒	杰克曼二世
1	91.996 2 ± 4.385 6de	41.683 3 ± 12.346 9c	21.635 1 ± 8.749 0cd	17.734 9 ± 3.233 6b
2	119.381 1 ± 5.526 6cd	93.420 9 ± 12.85 18ab	25.710 2 ± 8.330 3cd	19.733 2 ± 7.025 3b
3	133.951 5 ± 8.469 7c	95.683 7 ± 10.689 1ab	26.954 9 ± 9.720 7cd	20.431 0 ± 7.379 5b
4	81.971 7 ± 4.687 1e	87.627 1 ± 5.626 2ab	44.545 8 ± 9.523 5bcd	24.296 3 ± 8.811 8ab
5	114.168 5 ± 6.291 1cd	118.826 1 ± 16.571 8ab	91.982 2 ± 17.749 1a	34.539 4 ± 3.656 4ab
6	224.359 0 ± 20.747 4b	122.107 2 ± 14.611 9a	15.450 0 ± 5.753 1d	57.767 4 ± 27.099 1a
7	90.927 2 ± 2.506 4de	75.585 2 ± 15.759 8bc	76.664 5 ± 26.166 9ab	14.883 0 ± 4.270 5b
8	119.807 1 ± 4.764 1cd	95.960 7 ± 20.415 8ab	60.373 1 ± 7.484 8abc	31.881 1 ± 2.359 8ab
9	251.601 5 ± 13.101 5a	133.252 6 ± 14.271 7a	12.628 5 ± 5.745 7d	34.910 9 ± 8.579 2ab

异。因此,9 个品种最适合花粉萌发的蔗糖浓度在 5% ~ 10% 范围内。

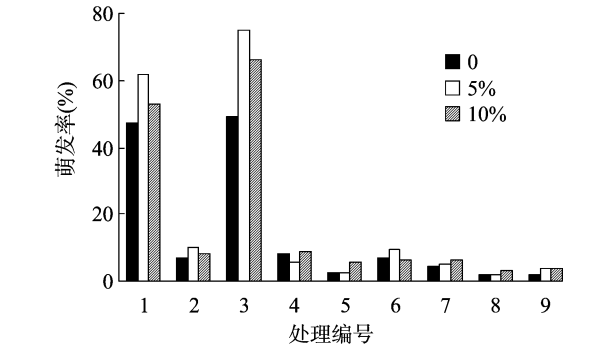


图1 不同浓度蔗糖对花粉萌发率的影响

2.2.2 花粉管生长 由图 2 可知,当蔗糖浓度在 0 ~ 5% 范围内时,9 个品种的花粉管长度均随蔗糖浓度的增加而上升;蔗糖浓度为 5% 时,面白的花粉管长度达到最高值(154.111 9 μm),为 CK 组的 1.34 倍,而杰克曼二世在蔗糖浓度为 5% 时花粉管长度仅为面白的 17.67%。当蔗糖浓度在 5% ~ 10% 范围内时,部分品种的花粉管长度随蔗糖浓度的下降而降低,说明过量的蔗糖会抑制花粉管的萌发;蔗糖浓度为 10% 时,部分品种的花粉管长度与蔗糖浓度为 5% 时无显著差异,而狂想曲的花粉管长度达到最高值,为 139.494 0 μm,为对照的 1.51 倍。因此,适合 9 个品种花粉管生长的蔗糖质量浓度为 5% ~ 10%。

2.3 硼酸浓度对铁线莲属植物花粉萌发率和花粉管生长的影响

2.3.1 花粉萌发率 由图 3 可以看出,硼酸浓度对于供试品种的花粉萌发率均有显著影响。硼酸浓度在 0 ~ 0.025% 范围内时,大部分品种的萌发率均随硼酸浓度的增加而升高,斯

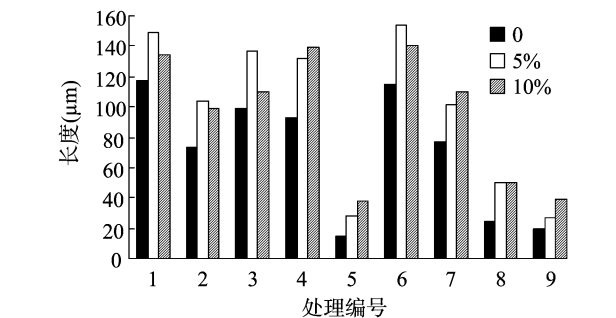


图2 不同浓度蔗糖对花粉管生长的影响

托尔韦克、紫梦在硼酸浓度为 0.025% 时达到最高值,分别为 57.33%、69.88%,分别为对照的 1.01、1.22 倍。硼酸浓度在 0.025% ~ 0.05% 范围内时,除了对红星和杰克曼二世的花粉萌发率有显著的促进作用外,对其余品种均有显著的抑制作用,说明适合 9 个品种花粉萌发的硼酸浓度为 0.025%。

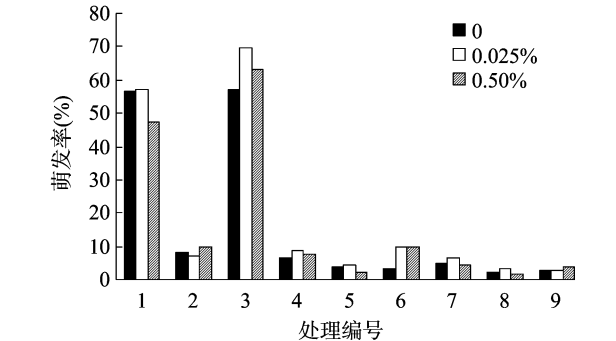


图3 不同质量浓度硼酸对花粉萌发率的影响

2.3.2 花粉管生长 由图 4 可知,硼酸浓度对每个品种的花粉管伸长均有显著的促进作用。当硼酸浓度为 0 ~ 0.025%

范围内时,随着硼酸浓度的增大,各品种花粉管的长度均呈递增趋势;硼酸浓度为 0.025% 时,大部分品种的花粉管长度达到最大值,斯托尔韦克的花粉管最长,达到 142.687 7 μm ,为 CK 的 1.19 倍,其中对银币的影响最大,为 CK 的 1.69 倍。当硼酸浓度大于 0.025% 时,面白的花粉管长度呈显著的递增趋势,其余品种均在硼酸的影响下呈缩短趋势或无显著变化。因此,适合 9 个品种花粉管生长的硼酸浓度为 0.025%。

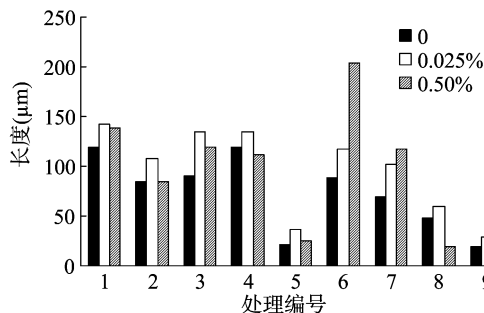


图4 不同浓度硼酸对花粉管生长的影响

3 结论与讨论

花粉萌发和花粉管生长是高等植物完成有性生殖的重要环节^[9],蔗糖和硼酸对于植物花粉的萌发和花粉管生长具有重要作用,张玉芳等认为,蔗糖可以促进花粉粒的萌发和花粉管的生长,并维持外界环境的渗透压^[10-11];许珂等认为,虽然柱头和花柱可以补偿花粉中的硼酸浓度,但额外适量的硼酸能够增加花粉对糖的吸收、运转及代谢,硼酸浓度过低可能会使花粉的萌发及花粉管的生长受到抑制,浓度过高又可能会产生较高的渗透压,同样也会对花粉的萌发及花粉管的生长产生影响^[12-13]。

在本试验中,9 个铁线莲品种达到最高萌发率时,蔗糖浓度有所差异。斯托尔韦克、红星、紫梦和面白在蔗糖浓度为 5% 时花粉萌发率最高,狂想曲、银币、粉香槟、羞嗒嗒、杰克曼二世在蔗糖浓度为 10% 时花粉萌发率最高,说明不同植物不同品种的花粉萌发所需的蔗糖浓度不同,适宜的蔗糖浓度可促进花粉萌发,且有时蔗糖对花粉萌发的影响可能在调节渗透压平衡上。蔗糖是花粉萌发和花粉管壁合成的主要营养物质,并参与花粉的代谢与碳源跨膜运输,还可以保持培养基的物理及化学稳定性^[14]。本试验中蔗糖、硼酸的浓度及二者的交互作用对 9 个品种的花粉管生长的影响显著,适合斯托尔韦克、红星、紫梦和面白花粉管生长的蔗糖浓度为 5%,适合狂想曲、银币、粉香槟、羞嗒嗒和杰克曼二世的蔗糖浓度为 10%,各品种间的差异可能是由基因型的差异造成的^[15],这与前人研究的结果^[16-18]基本一致。

花粉管壁的主要成分为果胶-纤维素类多糖,硼酸可以与之结合而调节细胞壁的性质和结构,并可防止酚类物质的积累,促使花粉管以极性生长模式由顶端伸出来^[19]。本试验中不同浓度的硼酸对各品种萌发率的影响显著,斯托尔韦克、紫梦、狂想曲、银币和粉香槟和羞嗒嗒在硼酸浓度为 0.025% 时花粉萌发率最高,红星、面白和杰克曼二世在硼酸浓度为 0.05% 左右时花粉萌发率最高,说明柱头及花柱组织中的硼酸浓度不足时,补充适宜的外源硼酸可促进花粉萌发,但过量时会对花粉萌发起到抑制作用。除面白、粉香槟和杰

克曼二世最适花粉管生长的硼酸浓度为 0.05% 外,其余品种的最适硼酸浓度均为 0.025%,这基本符合前人的研究结果^[20-22]。

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[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 74.
- [2] 张金政, 石雷, 刘雪川. 我国北方城市藤本花卉栽培及应用[J]. 中国园林, 2002, 18(1): 75-77.
- [3] Tangmitcharoen S, Owens J N. Pollen viability and pollen-tube growth following controlled pollination and their relation to low fruit production in teak (*Tectona grandis* Linn. f.) [J]. Annals of Botany, 1997, 80(4): 401-410.
- [4] 李旭新, 张艳青, 冯献宾, 等. 不同培养条件对黄连木花粉萌发和花粉管生长的影响[J]. 西北植物学报, 2009, 29(5): 951-956.
- [5] 滕长才, 张永成. 硼酸和蔗糖对马铃薯花粉离体萌发的影响[J]. 种子, 2009, 28(2): 15-16, 20.
- [6] 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.
- [7] 戚行江, 任海英, 梁森苗, 等. 贮藏温度和时间对杨梅和蜡杨梅花粉萌发率及保护酶活性的影响[J]. 果树学报, 2014, 31(3): 460-467.
- [8] 刘玲, 王玖瑞, 刘孟军, 等. 枣不同品种花粉量和花粉萌发率的研究[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(3): 338-341.
- [9] 姚成义, 赵洁. 钙和硼对蓝猪耳花粉萌发及花粉管生长的影响[J]. 武汉植物学研究, 2004, 22(1): 1-7.
- [10] 张玉芳, 岳岚, 何松林, 等. 观赏植物花药培养的主要影响因素[J]. 中国农学通报, 2008, 24(6): 58-61.
- [11] 张绍铃, 梅正敏, 陈迪新. 果梅花粉离体萌发及花粉管生长影响因素研究[J]. 中国农学通报, 2003, 19(2): 21-25.
- [12] 许珂, 古松, 江莎. 金银忍花粉离体萌发初探[J]. 热带亚热带植物学报, 2008, 16(2): 109-115.
- [13] 田翠婷, 吕洪飞, 王锋, 等. 培养基组分对青杆离体花粉萌发和花粉管生长的影响[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(1): 47-52.
- [14] Fei S, Nelson E. Estimation of pollen viability, shedding pattern, and longevity of creeping bentgrass on artificial media [J]. Crop Science, 2003, 43(6): 2177-2181.
- [15] 施江, 王小燕, 张淑玲, 等. 培养基组分对牡丹花粉萌发和花粉管生长的影响[J]. 河南科技大学学报, 2013, 34(2): 75-80.
- [16] 刘自刚, 呼天明, 杨亚丽. 黄芩花粉离体萌发与花粉管生长研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 31(19): 2636-2640.
- [17] 王亚君, 朱博. 不同品种菜豆的开花习性和花粉生活力的研究[J]. 吉林蔬菜, 2008(6): 85-87.
- [18] 张芹, 李保会, 彭伟秀. 3 种丁香花粉离体萌发和贮藏条件研究[J]. 河北农业大学学报, 2013, 36(5): 44-47.
- [19] 杨晓东, 孙素琴, 李一勤. 硼缺乏导致花粉管细胞壁多糖分布的改变[J]. 植物学报, 1999, 41(11): 1169-1176.
- [20] 武冲, 张勇, 仲崇禄, 等. 培养条件及贮藏温度和时间对木麻黄花粉萌发率的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2010, 18(3): 316-320.
- [21] 李秀菊, 李香, 束怀瑞. 硼和尿素及生长调节剂对苹果花粉萌发与生长的影响[J]. 植物生理学通讯, 1998, 34(2): 96-100.
- [22] 李颖岳, 续九如, 史良, 等. 台湾青枣不同品种花粉萌发和活力测定[J]. 果树学报, 2005, 22(6): 728-730.