

陈园媛,姚金澳,崔永一. 金线莲一次性成苗技术研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(1):52-55.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.01.012

# 金线莲一次性成苗技术研究

陈园媛<sup>1</sup>, 姚金澳<sup>2</sup>, 崔永一<sup>1</sup>

(1. 浙江农林大学风景园林与建筑学院, 浙江临安 311300; 2. 浙江农林大学农业与食品科学学院, 浙江临安 311300)

**摘要:**以福建金线莲茎段为试验材料,采用植物组织培养和无土栽培技术相结合的方法,探讨不同基本培养基、植物生长调节物质浓度、栽培基质以及栽培条件对金线莲一次性成苗培养的影响。结果表明,以1/4MS为基本培养基,添加1 mg/L NAA和1.5 mg/L 6-BA的营养液,以树皮为栽培基质,在75%遮阴率、空气流通量大的栽培条件下最有利于金线莲茎段一次性成苗的生长。

**关键词:**金线莲;一次性成苗;营养液;栽培基质;栽培条件

**中图分类号:** S682.310.4<sup>+</sup>3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)01-0052-04

金线莲为兰科开唇兰属多年生草本,素有金草、神药、乌人参等美称,也被称为药中之王,除具有药用价值外,也是一种极具观赏价值的室内观叶植物<sup>[1-3]</sup>。

随着金线莲的药用价值和观赏价值不断被大众所熟知,金线莲的市场需求不断增加。但野生金线莲遭到人为的大量掠夺性采摘,接近灭绝,因此发展金线莲人工育苗,实现其种苗产业化生产势在必行。目前,有较多学者致力于金线莲组织培养研究,如不同基本培养基、外植体、取材部、有机添加物等对金线莲组织培养的影响<sup>[4-6]</sup>。

但是传统植物组织培养存在污染率高、培养流程繁琐、培养周期长、成本高等诸多问题。通过一次性成苗技术获得植株的方法用于植物组培苗生产,具有缩短培养周期、简化培养流程、降低污染、节省种苗生产成本等优势,是优质种苗组培快繁的重要手段<sup>[7]</sup>。一次性成苗是在外植体形成愈伤组织后,不转移到分化培养基上,直接在原培养基上分化,进行继代培养,不需要设置诱导培养基、增殖培养基和生根培养基,直至形成健壮的全苗<sup>[5]</sup>。近年来,菊花、小麦、水稻、大豆、棉花、甘蔗、紫色甘薯以及药用植物霍山石斛等,都有了植物组织培养一次性成苗的报道<sup>[8-15]</sup>。

目前关于金线莲一次性成苗培养以及不同栽培条件对金线莲生长影响的研究较少。江建铭等研究金线莲一步成苗培

养,所用的培养基为1/2MS+2.0 mg/L 6-BA+1.0~1.5 mg/L NAA+0.05 mg/L 芸苔素内酯+100 g/L香蕉泥<sup>[16]</sup>。朱萍研究一次性成苗培养得出,最优培养基为MS+1.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+150 g/L土豆+30 g/L蔗糖+6.5 g/L琼脂+2.0 g/L活性炭<sup>[17]</sup>。何碧珠等研究多倍体金线莲一次性成苗及移栽得出,最佳培养基为MS+1.0 mg/L 6-BA+1.5 mg/L NAA+150 g/L土豆+3%蔗糖+0.65%琼脂+0.15%活性炭<sup>[18]</sup>。邵青松等研究不同移栽条件对金线莲组培苗成活率以及生长的影响,得出在1/4MS营养液、泥炭-河沙2:1、种植密度为3 cm×3 cm、遮阴率70%条件下,金线莲生长最好<sup>[19]</sup>。但现行的一次性成苗的研究需要在培养基中进行接种操作,仍存在较高的污染率,而且拟对出瓶苗进行提前炼苗驯化,拟出瓶的组培苗生长速度较慢,成活率偏低,不利于工厂化生产。

本研究采用的一次性成苗技术利用组织培养和无土栽培方法,将茎段放入穴盘液体培养,得到对外部环境有较强适应性的金线莲苗,从而简化组培过程,节省炼苗出瓶的时间,直接栽植。本试验主要探讨不同基本培养基、植物生长调节物质浓度、栽培基质以及栽培条件对一次性成苗生长的影响,为构建金线莲一次性成苗培养体系以及金线莲工厂化生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

选取长势较为一致的福建金线莲组培苗,取茎段,用自来水清洗黏附的培养基,待用。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 试验地点** 试验在浙江农林大学平山温室进行,温室技开发,2008,22(5):72-75。

[14] 和凤美,朱永平,杨晓红,等. 冬樱花愈伤组织诱导和抑制褐化初探[J]. 中国农学通报,2010,26(12):130-134.

[15] 高新一,王玉英. 植物无性繁殖实用技术[M]. 北京:金盾出版社,2003:319-454.

[16] 谭彬,郭水欢,韩亚萍,等. 毛桃叶片愈伤组织诱导[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):37-40.

收稿日期:2017-09-30

基金项目:浙江省新苗人才计划(编号:2016R412047)。

作者简介:陈园媛(1992—),女,浙江衢州人,硕士研究生,从事园林植物良种繁育研究。E-mail:791874968@qq.com。

通信作者:崔永一,博士,教授,从事园林植物与观赏园艺学研究。E-mail:orchidcui@163.com。

林业大学学报(自然科学版),2002,26(2):73-75.

[11] 吕月良,陈璋,施季森,等. 福建山樱花不定芽诱导和植株再生规模化繁殖试验[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2006,30(3):105-108.

[12] 闫道良,王贤荣,钦佩,等. 钟花樱组织培养再生体系的建立[J]. 林业科技开发,2006,20(3):21-24.

[13] 荣冬青,王贤荣. 垂枝早樱“红枝垂”组培快繁试验[J]. 林业科

温度为 28 ℃/20 ℃(昼/夜),光照时间为 14 h/d,光照度为 1 500 ~ 2 000 lx,适合金线莲生长。

1.2.2 试验时间 2016 年 9 月至 2017 年 9 月,每 2 个月为 1 个试验周期。

1.3 试验设计

1.3.1 不同基本培养基对金线莲一次性成苗的影响 试验设 MS、1/2MS、1/4MS、H1(花宝一号基本培养基)、H2(花宝二

号基本培养基)、清水(CK)共 6 个处理,将茎段种植到盛有树皮基质的穴盘中,并将穴盘分别置于不同的营养液上,营养液 pH 值为 5.8,每组处理 26 株,3 次重复(图 1)。

1.3.2 不同 NAA 浓度对金线莲一次性成苗的影响 在 1/4MS 基本培养基中加入 1 mg/L 的 6-BA,以及不同浓度的外源激素 NAA,NAA 设 4 个浓度梯度,分别为 0、0.5、1.0、1.5 mg/L。具体培养同“1.3.1”节。

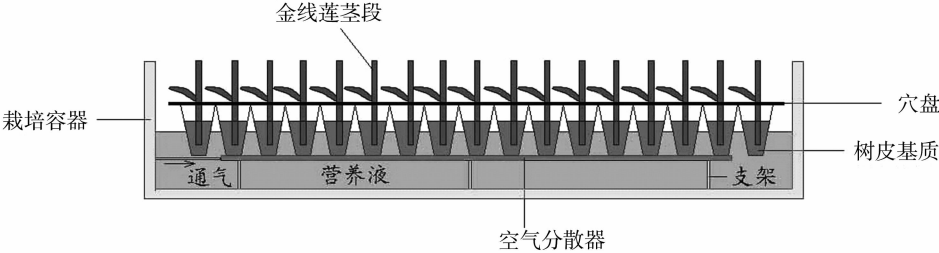


图1 装置示意

1.3.3 不同 6-BA 浓度对金线莲成苗的影响 在 1/4MS 基本培养基中加入 1 mg/L 的 NAA,同时加入不同浓度的外源激素 6-BA,设 4 个浓度梯度,分别为 0、0.5、1.0、1.5 mg/L。具体培养同“1.3.1”节。

1.3.4 不同栽培基质对金线莲一次性成苗的影响 将茎段分别种植到盛有泥炭土 + 珍珠岩(1 : 1)、树皮、水苔基质的穴盘中,将穴盘置于 1/4MS 基本培养基以及 1.5 mg/L 6-BA、1 mg/L NAA 营养液上,具体培养同“1.3.1”节。

1.3.5 不同遮阴程度对金线莲一次性成苗的影响 将茎段种植到盛有树皮基质的穴盘中,并将穴盘放置于 1/4MS 基本培养基以及 1.5 mg/L 6-BA、1 mg/L NAA 营养液上,采用遮阳网进行遮阴度的设置,遮阴网位于培养容器顶部 1 m 处。采用 LI-6400 光照度测定仪测定各处理的光照度,分别为全光照(2 000 lx)、50%遮阴(1 000 lx)、75%遮阴(500 lx)。具体培养同“1.3.1”节。

1.3.6 不同通气条件对金线莲一次性成苗的影响 将茎段种植到盛有树皮基质的穴盘中,并将穴盘放置于 1/4MS 基本培养基以及 1.5 mg/L 6-BA、1 mg/L NAA 营养液上,在 75%的遮阴条件下,在培养容器上分别进行覆盖密封的塑料薄膜、带有通气孔的塑料薄膜以及未覆盖薄膜处理。具体培养同“1.3.1”节。

1.4 数据处理

经金线莲一次性成苗培养 60 d 后,对新叶数、生根数、根长、鲜质量、干质量分别进行统计,使用 SPSS 19.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同基本培养基对金线莲一次性成苗培养的影响

研究发现,一次性培养 60 d 后,对照组金线莲茎段成活率只达 78%,其他处理组成活率均达 85% 以上。随着 MS 基本培养基浓度的降低,金线莲茎段成活率升高,其中 1/4MS 基本培养基处理组成活率高达 93%,其茎段新叶数、生根数、根长、鲜质量及干质量的积累均高于其他处理组,并且与对照组存在显著性差异(表 1)。综合上所述,1/4MS 基本培养基最适合于金线莲茎段一次性培养。

2.2 不同浓度 NAA 对金线莲一次性成苗的影响

研究发现,当 NAA 浓度为 1.0、1.5 mg/L 时,金线莲茎段的成活率达到 90% 以上,与对照组相比有较大的差异(表 2)。随着 NAA 浓度升高,生物量的积累呈现先上升后下降的趋势,说明低浓度或较高浓度的 NAA 不利于金线莲茎段一次性成苗的生长,当 NAA 浓度为 1.0 mg/L 时,茎段的鲜质量、干质量、根数、根长的累积最高。

2.3 不同浓度 6-BA 对金线莲一次性成苗的影响

研究发现,0.5 mg/L 6-BA 处理的金线莲茎段成活率仅为 80.5%,而 1.5 mg/L 6-BA 处理成活率高达 93.0%,其金线莲茎段新叶数、生根数、根长、鲜质量及干质量积累均高于其他处理组,与对照组存在显著性差异。随着 6-BA 浓度升高,金线莲茎段生物量增加,说明较高浓度的 6-BA 有利于金线莲茎段一次性成苗的生长(表 3)。综上所述,1.5 mg/L 6-BA 处理最适宜金线莲一次性成苗的生长。

表 1 不同基本培养基对金线莲生长的影响

培养基	形态特征			质量		成活率 (%)
	新叶数(个/株)	生根数(条/株)	根长(cm/株)	鲜质量(g/株)	干质量(g/株)	
MS	1.782 ± 0.12b	1.326 ± 0.08ab	1.410 ± 0.01b	0.542 ± 0.02a	0.040 ± 0.003a	86
1/2MS	1.815 ± 0.11ab	1.355 ± 0.08ab	1.540 ± 0.08ab	0.609 ± 0.02a	0.042 ± 0.002ab	90
1/4MS	2.179 ± 0.09a	1.541 ± 0.08a	1.717 ± 0.10a	0.646 ± 0.02a	0.044 ± 0.002a	93
H1	2.015 ± 0.10ab	1.350 ± 0.08ab	1.669 ± 0.10a	0.551 ± 0.01a	0.037 ± 0.002a	88
H2	1.987 ± 0.10ab	1.179 ± 0.08b	1.480 ± 0.10ab	0.523 ± 0.02a	0.038 ± 0.002a	90
CK	1.145 ± 0.11c	0.029 ± 0.08c	1.347 ± 0.09c	0.472 ± 0.01b	0.028 ± 0.001b	78

注:以上数据均取 72 株苗的平均数,同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下表同。

表 2 不同浓度 NAA 的对金线莲生长的影响

NAA 浓度 (mg/L)	形态特征			质量		成活率 (%)
	新叶数(个/株)	生根数(条/株)	根长(cm/株)	鲜质量(g/株)	干质量(g/株)	
0.5	2.449 ± 0.17ab	2.081 ± 0.18b	1.660 ± 0.16ab	1.157 ± 0.08b	0.321 ± 0.03bc	87.5
1.0	2.852 ± 0.17a	2.794 ± 0.16a	2.018 ± 0.15a	1.401 ± 0.06a	0.464 ± 0.03a	94.4
1.5	2.952 ± 0.19a	2.428 ± 0.15ab	1.757 ± 0.14ab	1.206 ± 0.06b	0.403 ± 0.03ab	93.0
0(CK)	2.000 ± 0.15b	1.955 ± 0.15b	1.573 ± 0.11b	0.975 ± 0.06c	0.275 ± 0.03c	78.0

表 3 不同浓度 6-BA 对金线莲生长的影响

6-BA 浓度 (mg/L)	形态特征			质量		成活率 (%)
	新叶数(个/株)	生根数(条/株)	根长(cm/株)	鲜质量(g/株)	干质量(g/株)	
0.5	2.147 ± 0.19ab	3.176 ± 0.19ab	1.569 ± 0.08a	1.023 ± 0.05a	0.116 ± 0.01a	80.5
1.0	1.890 ± 0.21b	3.187 ± 0.15ab	1.402 ± 0.06ab	0.998 ± 0.05a	0.124 ± 0.07a	87.6
1.5	2.750 ± 0.28a	3.691 ± 0.22a	1.635 ± 0.08a	1.101 ± 0.06a	0.130 ± 0.01a	93.0
0(CK)	1.555 ± 0.18b	2.925 ± 0.16b	1.273 ± 0.07b	0.816 ± 0.05b	0.074 ± 0.05b	75.0

2.4 不同栽培基质对金线莲一次性成苗培养的影响

研究发现,在 3 组处理成活率均达到 85% 以上,其中树皮处理成活率高达 91.1%,其试验材料生长健壮,尤其是在金线莲茎段根长,鲜质量、干质量等方面均高于其他处理组,

并且存在显著性差异,在新叶数与生根数上,树皮处理与泥炭土 + 珍珠岩处理之间无显著差异,但与水苔处理之间差异显著(表 4)。综上所述,在这 3 种基质中,选择树皮作为基质更有利于金线莲茎段一次性成苗的生长。

表 4 不同栽培基质对金线莲生长的影响

栽培基质	形态特征			质量		成活率 (%)
	新叶数(个/株)	生根数(条/株)	根长(cm/株)	鲜质量(g/株)	干质量(g/株)	
泥炭土 + 珍珠岩	1.50 ± 0.17ab	1.64 ± 0.10ab	1.51 ± 0.11b	0.84 ± 0.07b	0.073 ± 0.008b	88.2
树皮	1.92 ± 0.22a	2.19 ± 0.21a	2.19 ± 0.22a	1.06 ± 0.09a	0.082 ± 0.004a	91.1
水苔	1.16 ± 0.23b	1.35 ± 0.22b	1.35 ± 0.22b	0.79 ± 0.08b	0.061 ± 0.006b	87.0

2.5 不同遮阴率对金线莲一次性成苗培养的影响

研究发现,一次性培养 60 d 后,不同遮阴处理对金线莲茎段一次性成苗生长状况有较大影响。2 000 lx 处理金线莲茎段成活率只有 78.6%,而 500 lx 处理茎段成活率高达

91.8%。500 lx 处理的茎段新叶数、生根数、根长、鲜质量及干质量的积累最高,并与 2 000 lx 处理存在显著差异,说明遮光处理有利于金线莲一次性成苗的生长(表 5)。综上所述,500 lx 处理(遮阴率 75%)适合金线莲一次性成苗的生长。

表 5 不同遮阴光率对金线莲生长的影响

光照度 (lx)	形态特征			质量		成活率 (%)
	新叶数(个/株)	生根数(条/株)	根长(cm/株)	鲜质量(g/株)	干质量(g/株)	
2 000	1.61 ± 0.1b	1.98 ± 0.11b	2.09 ± 0.12b	0.99 ± 0.04b	0.058 ± 0.004b	78.6
1 000	1.76 ± 0.11ab	2.06 ± 0.12ab	2.29 ± 0.15ab	1.08 ± 0.05ab	0.068 ± 0.004ab	86.6
500	2.15 ± 0.09a	2.39 ± 0.1a	2.67 ± 0.16a	1.19 ± 0.05a	0.073 ± 0.005a	91.8

2.6 不同通气条件对金线莲一次性成苗培养的影响

研究发现,覆盖密封塑料薄膜处理的金线莲茎段成活率仅为 83.7%,不覆盖薄膜处理成活率高达 90.4%。处理 3 金线莲茎段新叶数、生根数、根长、鲜质量及干质量积累均高于

其他处理组,与覆盖密封塑料薄膜处理存在显著性差异。随着通气流流量增大,金线莲茎段生物量增加(表 6)。试验结果说明,较好的通气条件有利于金线莲茎段一次性成苗的生长。

表 6 不同通气条件对金线莲生长的影响

处理	形态特征			质量		成活率(%)
	新叶数(个/株)	生根数(条/株)	根长(cm/株)	鲜质量(g/株)	干质量(g/株)	
覆盖密封塑料薄膜	1.97 ± 0.15b	1.367 ± 0.16b	1.045 ± 0.16b	0.94 ± 0.09b	0.055 ± 0.004b	83.7
覆盖带通气孔薄膜	2.30 ± 0.13ab	1.822 ± 0.12ab	1.399 ± 0.15ab	0.95 ± 0.05b	0.057 ± 0.003b	86.3
不覆盖薄膜	2.45 ± 0.12a	1.830 ± 0.13a	1.749 ± 0.13a	1.18 ± 0.05a	0.075 ± 0.004a	90.4

3 结论与讨论

在植物组织培养中,基本培养基提供组培苗生长所需的

营养,其组分和浓度均为培养材料生长的重要影响因子<sup>[20]</sup>。MS 基本培养基相比花宝营养元素的种类和比例较均衡,可满足植物的营养和生理需要,但高浓度的 MS 基本培养基会

抑制金线莲的生长<sup>[21-25]</sup>。本研究中也观察到1/4MS基本培养基最有利于金线莲在一次性成苗的培养。

在之前研究中观察到,随着NAA浓度升高,其越来越有利于金线莲一次性成苗的生长,但较高浓度的NAA会抑制金线莲一次性成苗的生长,说明NAA不同浓度对金线莲一次性成苗培养起着较大的作用<sup>[26]</sup>。本试验也得出,在一定的范围内,随着NAA浓度升高,金线莲一次性成苗的生物量积累越多,但较高浓度的NAA会抑制金线莲一次性成苗的生长。另外,朱萍在一次性成苗研究中发现,随着6-BA浓度升高,芽分化能力加强,生根数增加<sup>[17]</sup>。本试验也得到类似的结果,6-BA浓度为1.5 mg/L时最有利于金线莲一次性成苗生长。

金线莲属浅根性植物,根系不发达,对栽培基质的要求较高,需要栽培基质具有有机质含量高、疏松、透气、透水、清洁等特点<sup>[25-26]</sup>。不同基质构成、种植品种对金线莲成活率与生长的影响不同<sup>[27-29]</sup>。本试验结果表明,树皮最适宜金线莲一次性成苗的生长。在水培的条件下,一次性成苗基质需要优良的透气性,因为树皮呈细块状,孔隙度大,持水性较低,透气性佳,更有利于金线莲一次性成苗的生长。

金线莲是阴生植物<sup>[30]</sup>,合理的遮阴避免太阳的直晒,降低植株表面温度,提高光合生产能力,促进植物的生长<sup>[31]</sup>。邵青松等在研究不同移栽条件对金线莲组培苗成活率及生长的影响时观察到在70%的遮阴条件下,金线莲组培驯化苗生长最旺<sup>[19]</sup>。本试验中也观察到在75%的遮阴条件下,最有利于金线莲一次性成苗生长。

通气促进生根,增加叶面积,有利于克服驯化期间生长缓慢等问题,同时可以提高苗的成活率。胡庆等在研究改善容器通气条件对绿巨人增殖的影响时得到,较好的通气条件能够促进植物的生长,大大降低植株的病害问题,提高苗的成活率<sup>[32]</sup>。本试验得到了类似的结果,在未覆盖塑料薄膜条件下,金线莲一次性成苗的生长更优良。

本试验从基本培养基以及不同的植物生长调节物质方面开展了一次性成苗快速繁殖的研究,并探索金线莲一次性成苗的最佳基本培养基以及最佳的环境条件,较系统地构建了金线莲一次性成苗培养体系。这对金线莲优良种苗规模化生产具有较重要的理论与实践意义,也为其他植物繁殖应用中提供借鉴。

## 参考文献:

- [1] 钟岑生. 金线莲的药用价值与开发[J]. 广西农业科学, 1997(2): 102-104.
- [2] 李介元. 台湾金线莲[J]. 台湾农业探索, 2001(2): 42.
- [3] 何荆洲, 卜朝阳, 李俊玲, 等. 不同基质对金线莲栽培的影响[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(20): 4900-4902.
- [4] 林秀莲, 杨自轩, 严旭超, 等. 金线莲组培快繁及移栽技术研究[J]. 园艺与种苗, 2016(5): 6-9.
- [5] 王建勤, 陈钢. 金线莲原球莲的组培诱导[J]. 中药材, 1995, 18(1): 3-5.
- [6] 王丽芳. 不同培养基及添加物对金线莲生长量的影响[J]. 北方园艺, 2011(5): 175-176.
- [7] 孙贞. 铁皮石斛组培体系优化[D]. 杭州: 浙江农林大

- 学, 2013.
- [8] 王丽娟, 沈默, 吴绛云, 等. 名种菊花快速繁殖技术[J]. 北方园艺, 2002(3): 61.
- [9] 颜昌敬, 黄剑华. 小麦组织培养的一步成苗法[J]. 上海农业学报, 1986, 2(1): 19-26.
- [10] 刘吉新, 赵国珍, 王建军, 等. 生物技术在水稻育种上的应用[J]. 云南农业科技, 2002(3): 40-43.
- [11] 王升吉, 关元华, 王洪岩, 等. 大豆不同外植体组织培养及再生研究[J]. 沈阳农业大学学报, 1999, 30(3): 255-259.
- [12] 孙敬三. 新疆陆地棉抗性生物技术育种的新改进[J]. 新疆农业大学学报, 1999(4): 259-265.
- [13] 符碧. 甘蔗成苗技术的研究[J]. 广东教育学院学报, 2000, 6(3): 119-121.
- [14] 杨贤松. 紫色甘薯茎尖培养一步成苗技术研究[J]. 资源开发与市场, 2008, 24(4): 292-293.
- [15] 马绍璠. 霍山石斛组培一次性成苗技术初探[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2008.
- [16] 江建铭, 王志安, 俞旭平, 等. 一种药用金线莲组织培养一步成苗快速繁殖方法: 200810059233.3[P]. 2008-07-09.
- [17] 朱萍. 福建赤壁金线莲高效繁殖与栽培技术研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2014.
- [18] 何碧珠, 吴沙沙, 邹双全, 等. 多倍体金线莲一次性成苗及移栽[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2016(5): 522-528.
- [19] 邵清松, 周爱存, 黄瑜秋, 等. 不同移栽条件对金线莲组培苗成活率及生长的影响[J]. 中国中药杂志, 2014(6): 955-958.
- [20] 周维燕. 植物细胞工程原理与技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001: 59-60.
- [21] 周玉美, 陈丽, 崔永一, 等. 台湾金线莲(*Anoetochilus formosanus*)快繁体系的构建[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(12): 43-47.
- [22] Ket N Y. Effect of environmental conditions on *in vitro* and *ex vitro* growth of jewel orchid (*Anoetochilus formosanus* Hayata) [D]. Cheongju: Chungbuk National University, 2002.
- [23] 王建国, 王松良, 詹巧杰, 等. 金线莲组织培养的条件优化研究[J]. 中国现代中药, 2013(1): 45-49.
- [24] 赵玥, 郭顺星. 两种金线莲组培苗的促根试验研究[J]. 辽宁农业科学, 2011(3): 40-42.
- [25] 邵果园, 郭玉芬. 不同培养基组分对金线莲组培苗壮苗生根的影响[J]. 热带农业科技, 2014(1): 14-15, 24.
- [26] 张福生, 郭顺星. SPSS 正交设计在福建金线莲组织培养中的应用[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(20): 2581-2585.
- [27] 王光华. 台湾金线莲组培苗移栽技术研究[J]. 林业勘察设计, 2008(2): 102-106.
- [28] 游振城. 金线莲组培苗栽培技术[J]. 林业勘察设计, 2012(1): 186-188.
- [29] 吴艺东. 金线莲组织培养及栽培技术研究[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(15): 46, 211.
- [30] 甘金佳, 蒋水元, 李虹, 等. 不同栽培基质对金线莲生长和主要活性成分的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(14): 112-114.
- [31] 陈裕, 林坤瑞. 金线莲生长发育与光照强度关系[J]. 福建热作科技, 1996, 21(4): 22-23.
- [32] 胡庆, 吴雪松, 徐坚. 低pH值水培及改善容器通气条件对绿巨人增殖的影响[J]. 江西林业科技, 2002(2): 15-16.