

# 广东肇庆地区金线莲低海拔林下栽培研究

邵玲<sup>1,2a</sup>, 梁广坚<sup>2b</sup>, 刘楠<sup>1</sup>, 梁华勇<sup>2b</sup>

(1. 广东省应用植物学重点实验室, 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 肇庆学院, a. 食品与制药工程学院; b. 生命科学学院, 广东 肇庆 526061)

**摘要:** 为探索林下栽培金线莲[*Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl.]的方法, 以肇庆广东星湖国家湿地公园核心区为基地, 对低海拔(21~23 m)栽培金线莲的生长特性进行研究。结果表明, 金线莲栽培地建议选择郁闭度约为 65% 的常绿阔叶林下。以原土壤+泥炭土(1:1, V/V)为建畦基质, 选择地上茎长 $\geq 4.16$  cm, 茎粗 $\geq 0.176$  cm 的 I 级金线莲组培苗, 在温度为 18.3℃~24.5℃, 湿度为 84%~87% 的 3~4 月份种植, 成活率可达 83.3%~86.7%, 栽培 120 d 后植株地上茎长和单株鲜重分别增加了 3.33 cm 与 0.71 g。5 月份温湿度上升, 金线莲栽培成活率显著下降(70.3%), 且虫害高发。合理的林下栽培技术有助于开发利用和保护金线莲种质资源。

**关键词:** 金线莲; 种质资源; 海拔; 林下栽培; 肇庆

doi: 10.11926/jtsb.3769

## Studies on Cultivation under Forest of *Anoectochilus roxburghii* at Low Altitude in Zhaoqing, Guangdong Province, China

SHAO Ling<sup>1,2a</sup>, LIANG Guang-jian<sup>2b</sup>, LIU Nan<sup>1</sup>, LIANG Hua-yong<sup>2b</sup>

(1. Guangdong Provincial Key Laboratory of Applied Botany, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2a. School of Food Pharmaceutical Engineering; 2b. College of Life Science, Zhaoqing University, Zhaoqing 526061, Guangdong, China)

**Abstract:** In order to explore the cultivation method of *Anoectochilus roxburghii*, its growth characters were studied planted at low altitude of 21–23 m in Xinghu National Wetland Park in Zhaoqing, Guangdong. The results showed that the culture location would select evergreen broad-leaf forest with canopy density about 65%. The base matrix included origin soil and peat soil with 1 : 1 (V/V). The tissue culture seedlings at grade I were selected as plantlets with length of aerial stem  $\geq 4.16$  cm, and stem diameter  $\geq 0.176$  cm. The survival rate could reach up to 83.3%–86.7% grown under average temperature of 18.3℃–24.5℃ and relative humidity of 84%–87% in March to April. After transplanted for 120 days, the aerial stem length and fresh weight per plant increased by 3.33 cm and 0.71 g, respectively. With the increment of temperature and humidity in May, the survival rate of *A. roxburghii* significantly decreased to 70.3%, and insect attack occurred frequently. Therefore, the reasonable cultivation technique under forest would contribute to development and utilization germplasm resources of *Anoectochilus roxburghii*.

**Key words:** *Anoectochilus roxburghii*; Germplasm resource; Altitude; Cultivation under forest; Zhaoqing

金线莲[*Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl.]为兰科(Orchidaceae)开唇兰属植物, 因叶脉金黄色呈网状, 故而得名, 是我国传统珍贵药材, 素有“药

王”和“金草”的美称<sup>[1]</sup>。金线莲全株入药, 味甘性平。据报道, 金线莲中的抗衰老活性成分牛磺酸、微量元素和人体必需的 8 种氨基酸含量均高于国产人参

收稿日期: 2017-05-19

接受日期: 2017-08-13

**基金项目:** 肇庆市科技计划项目(2013N007); 广东省应用植物学重点实验室开放课题(AB2016008); 广东省科技计划项目(2016A030303044)资助  
This work was supported by the Plan Project for Science and Technology in Zhaoqing City (Grant No. 2013N007), the Open Projects of Guangdong Provincial Key Laboratory of Applied Botany (Grant No. AB2016008), and the Plan Project for Science and Technology in Guangdong (Grant No. 2016A030303044).

作者简介: 邵玲(1973~), 女, 硕士, 教授。E-mail: shaoling@zqu.edu.cn

(*Panax ginseng*)和野生西洋参(*P. quinquefolius*), 在治疗肺病、肝炎、肾炎、风湿性关节炎、糖尿病、高血压及神经衰弱等具有独特的辅助疗效<sup>[2-5]</sup>。金线莲对生长环境要求苛刻, 生长缓慢, 同时因其种胚萌发不完全, 自然繁殖率较低, 且虫、鼠、鸟等动物喜食, 再加上人为的过度采挖, 导致野生金线莲资源日趋濒危, 已纳入《中国物种红色名录(CSRL 2005)》<sup>[6]</sup>。

金线莲在我国主要分布于亚热带及热带地区, 我国的台湾、福建、浙江、江西、广东、广西、云南、四川、贵州等均有野生金线莲分布<sup>[7]</sup>。研究表明, 海拔高度影响着金线莲的分布和蕴藏量, 其在云南文山的分布海拔为 900~1200 m、福建清流为 400~1200 m、黔西南为 300~600 m、江西为 700~1200 m<sup>[8-10]</sup>。胡晓东等<sup>[11]</sup>研究表明, 肇庆地区金线莲的分布海拔为 200~800 m, 低海拔分布点一般在山涧溪流两侧, 高海拔分布在针阔叶混交林下阴湿、肥沃的环境, 表明金线莲适生于清凉湿润的气流环境。金线莲野生资源在肇庆地区分布的垂直跨度较广, 为该珍稀植物在本地区的合理开发种植提供了空间。

目前金线莲组培苗繁殖技术已初见规模, 其人工种植技术的报道因不同省份而异<sup>[12-13]</sup>。广东省对金线莲资源分布、濒危机制、繁殖保护措施和种植技术的研究相对滞后, 近年本地有药企、药农引种台湾金线莲或福建金线莲种植, 但由于南粤地区气候炎热和养护技术不成熟, 导致金线莲在广东种植的成活率较低, 推广种植难度大<sup>[14-15]</sup>, 目前低海拔林下栽培的研究尚未见报道。我们前期调查了肇庆地区金线莲种质资源, 获得本地金线莲道地种质并建立了快繁技术体系, 也开展了金线莲大棚种植技术的研究<sup>[16]</sup>。广东星湖国家湿地公园位于广东省肇庆市区, 湖泊湿地面积达 677 hm<sup>2</sup>, 是广东省西江流域重要的内陆淡水湖泊湿地生态系统, 其中仙女湖湿地核心区, 以常绿阔叶林沼泽湿地为主, 郁闭度较大, 林下土壤潮湿、腐殖质土较多。因此, 为更好地多途径保护与开发利用广东地域特色物种, 发展以林地资源为依托的林下经济, 增加林地生物多样性, 根据金线莲的生长习性, 我们以广东星湖国家湿地公园为基地, 从不同郁闭度试验地、基质构建、种苗等级选择和最佳栽培时间等方面开展金线莲低海拔林下栽培试验, 为其合理开发利用和保护提供科学依据, 同时也为服务地方经济和保护国家

濒危药用植物资源提供研究基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

本试验于 2015 年 1 月-2017 年 1 月在广东星湖国家湿地公园进行, 为期 2 年。湿地公园位于 112°29' E, 23°05' N, 属亚热带季风气候, 无霜期 265 d, 日均自然光照时间为 10~12 h, 年平均气温 22℃, 年均降水量为 1655.6 mm, 雨季主要集中在 3-8 月, 全年平均相对湿度 80%。

根据金线莲喜温暖湿润气流环境的自然生长习性<sup>[11]</sup>, 在仙女湖湿地核心区分别选取立地条件基本一致的 A、B 两个试验地, 林下郁闭度约为 63%~85%, 两地相隔 30~40 m 左右, 连续面积约为 2.5 m×8 m 的地块起垄建畦。试验地为次生林, 植被覆盖度较好, 海拔为 21~23 m, 相对湿度为 84%~88%, 表层土壤基质厚度为 1.80~4.20 cm, 地表一般有 3~5 层枯叶覆盖, 其下植被根系错综分布, 土壤渗水性能良好。建群种主要为姜科(Zingiberaceae)、禾本科(Gramineae)、豆科(Leguminosae)、蔷薇科(Rosaceae)、桑科(Moraceae)、天南星科(Araceae)、铁角蕨科(Aspleniaceae)、兰科(Orchidaceae)植物等。试验地 A 位于东南向, 林下郁闭度约为 63%~67%, 光照强度为 43.54~63.36 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, 主要优势种有青皮竹(*Bambusa textilis*)、艳山姜(*Alpinia zerumbet*)、水黄皮(*Pongamia pinnata*)、野蔷薇(*Rosa multiflora*)、虎舌兰(*Epipogium roseum*)和铁角蕨(*Asplenium trichomanes*)等, 枯叶层主要为青皮竹叶片, 土壤基质为腐殖质黄壤土, 地表气生根丰富, 土层厚度为 1.80~2.50 cm。试验地 B 位于西南向, 林下郁闭度约为 82%~85%, 光照强度为 23.32~36.71 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, 主要优势种有榕树(*Ficus microcarpa*)、黄金间碧竹(*Bambusa vulgaris*)、合果芋(*Syngonium podophyllum*)和楼梯草(*Elatostema involucreatum*)等, 枯叶层主要为榕树叶片, 土壤基质为含腐殖质的石砾沙壤土, 基质下植物根系丰富, 土层厚度为 2.70~4.20 cm。

### 1.2 材料和处理

金线莲组培苗由肇庆学院粤中西部资源植物种质保护与利用研究中心提供。用清水将根部的培养基清洗干净, 弃除腐茎老叶后, 置于 50%多菌

灵可湿性粉剂 1000 倍液中浸泡 10 min, 捞起晾干待用, 按实验设计要求选取金线莲组培苗种植, 种苗苗间距 5 cm×5 cm, 幼苗植入基质 2~3 cm, 种植后常规管理。

### 1.3 试验设计

**种植基质筛选试验** 因林下试验地土层浅薄, 根据金线莲生长习性<sup>[11]</sup>, 在 A 试验地原土壤基质的基础上, 辅加泥炭土和珍珠岩进行种植基质试验, 分别为基质 I (原土壤基质, 100%); 基质 II (原土壤: 泥炭土: 珍珠岩=2:2:1, V/V) 和基质 III (原土壤: 泥炭土=1:1, V/V)。将长势基本一致的 600 株组培苗分别栽于各基质中, 1 个月后统计成活率和生长状况, 筛选最佳基质。

**金线莲组培苗分级标准及试验** 组培苗分

级标准应选择既能反映种苗质量, 又便于测量的直观因子作为种苗的质量分级指标。邵清松等<sup>[17]</sup>研究表明, 金线莲组培苗的地上茎长与茎粗累积方差对种苗质量的贡献率达到了 89.69%, 地上茎长与茎粗指标可评估金线莲的种苗质量。结合周景全等<sup>[18]</sup>对刺人参(*Oplopanax elatus*)苗木的分级标准, 本试验随机挑取 30 株组培苗, 测量其地上茎长(H')、茎粗(D'), 采用数据标准化和欧式距离进行分级及修改, 制定金线莲种苗分级标准方案。为消除数据单位的差异, 在同一水平上进行计算分析, 保证结果的可靠性, 需要对所有组培苗原始测量的数据进行标准化值 Y 分析:  $Y=(X_i-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min})$ , 式中  $X_{\max}$ 、 $X_{\min}$  为地上茎长或茎粗的最大值和最小值;  $X_i$  为样本( $i=1,2,3,\dots,30$ )的地上茎长或茎粗。地上茎长(H')和茎粗(D')的标准化值见表 1。

表 1 金线莲组培苗的地上茎长(H')与茎粗(D')标准化值

Table 1 Standard value of length (H') and diameter (D') of aboveground stem of *Anoectochilus roxburghii* tissue culture seedlings

编号 No.	H'	D'	编号 No.	H'	D'	编号 No.	H'	D'
1	0.405	0.471	11	0.548	0.481	21	0.405	0.288
2	0.524	0.163	12	0.762	0.760	22	0.786	0
3	1.000	0.183	13	0.643	0.375	23	0.524	1.000
4	0.881	0.327	14	0.405	0.221	24	0.190	0.423
5	0.929	0.471	15	0.714	0.375	25	0.238	0.663
6	0.048	0.308	16	0.643	0.279	26	0.595	0.087
7	0.286	0.173	17	0.167	0.375	27	1.000	0.173
8	0.071	0.375	18	0.524	0.202	28	0.524	0.192
9	0.810	0.250	19	0.643	0.375	29	0.405	0.481
10	0.643	0.135	20	0	0.163	30	0.333	0.210

**组培苗分级** 根据 D'+H'之和初步对金线莲组培苗分级, 然后采用欧式距离进行 2 次修改, 欧式距离公式为:  $d=\sqrt{(H_i-H_j)^2+(D_i-D_j)^2}$ , 确定样本苗间地上茎长与茎粗相似程度高者为同一等级种苗。I 级样苗有 3、4、5、9、12、15、23 和 27 号; II 级样苗有 1、2、10、11、13、14、16、18、19、21、22、26、28 和 29 号; III 级样苗有 6、7、8、17、20、24、25 和 30 号。

从表 1 可见, I、II 级组培苗的凝聚中心分别为 (0.828, 0.442) 和 (0.55, 0.268), 根据公式  $d=\sqrt{KS_H^2+S_D^2}$ , 式中  $K=1$ ,  $S_H^2$ ,  $S_D^2$  分别是各级苗中地上茎长(H)、茎粗(D)标准化值的标准差, 求得  $d_1=0.314$ ,  $d_2=0.185$ 。结合  $d_1$ 、 $d_2$  可知 I、II 级组培苗的下限点坐标分别为(0.562, 0.275)和(0.393, 0.17),

通过标准化公式获得 I 级组培苗的下限值分别为  $H=4.16$ ,  $D=0.176$ ; II 级组培苗的下限值分别为  $H=3.572$ ,  $D=0.152$ 。因此, 金线莲组培苗的分级标准为: I 级苗的地上茎长(H) $\geq 4.16$  cm, 茎粗(D) $\geq 0.176$  cm; II 级苗为  $4.16 \text{ cm} > H \geq 3.572 \text{ cm}$ ,  $0.176 \text{ cm} > D \geq 0.152 \text{ cm}$ ; III 级苗为  $H < 4.16 \text{ cm}$ ,  $D < 0.152 \text{ cm}$ 。

**林下最适栽培时间的筛选试验** 以最佳基质在 A、B 试验地建畦, 选取同一等级组培苗 300 株分别于 1、2、3、4、5 月份栽培于 A、B 试验地中, 跟踪记录种苗的生长情况, 筛选金线莲在本地区栽种的最佳时期, 同时观察记录试验过程中主要虫害种类。

### 1.4 指标测定和数据统计

根据《土壤农业化学分析方法》<sup>[19]</sup>进行土壤取样, 测定各栽培基质理化性质, 包括 pH、有机质、

速效磷、速效钾、铵态氮的含量。

金线莲种植后常规管理, 定期除去落叶, 栽培周期均为 120 d。各处理随机挑选 60 株进行跟踪记录, 每隔 30 d 测量地上茎长、茎粗、叶数、叶长、叶宽等生长指标, 栽种 1 个月后, 统计其成活率 (%) = 成活株数 / 总株数 × 100%。

采用 Excel 2010 软件处理数据并作图, 根据两个测量值变量之间离散程度运算分析土壤基质理化性质与金线莲生长量间的相关系数。用 Duncan 新复极差法检验不同处理间的差异显著性, 以  $P < 0.05$  表示差异显著,  $P < 0.01$  表示差异极显著。

## 2 结果和分析

### 2.1 种植基质对金线莲生长的影响

栽种 120 d 后, 金线莲均可在较低海拔的两个试验地上生长, 但各基质上金线莲成活率的差异极显著 ( $P < 0.01$ ), 成活率最高的为基质 III (73.33%), 基质 I 的最低, 仅为 46.67%, 基质 II 居中, 为 63.33%。基质 I 呈团块状, 植株生长缓慢, 茎粗壮, 叶色浅黄, 叶脉金线不清晰; 基质 II 呈团粒状, 植株生长一般, 茎细长, 叶色浓绿, 叶脉金线明显; 基质 III

呈团粒状, 植株生长健壮, 茎粗壮, 叶色浓绿, 叶脉金线清晰。从表 2 可见, 3 种基质的 pH 均为微酸性, 为 5.1~6.4, 与金线莲野生生境相似<sup>[11]</sup>; 基质中有机质、速效磷、速效钾、铵态氮的含量均为 基质 II > 基质 III > 基质 I。各基质中金线莲生长指标的差异显著, 基质 III 中金线莲地上茎长和茎粗分别为 7.71 cm 和 0.28 cm, 且金线莲的地上茎长的增量较高, 约为基质 II 的 1.24 倍, 基质 I 的 2.67 倍; 基质 III 中金线莲茎粗增量是基质 II 的 4.82 倍。从表 3 可知, 地上茎长、茎粗增量与基质的理化参数间呈正相关关系。因此, 从金线莲在 3 种基质的生长状况和产量增效上, 优选基质 III 在试验地上建畦并开展后续试验。

### 2.2 两种试验地的比较

从图 1 可见, 经 120 d 生长后, A 试验地上植株的长势明显优于 B。金线莲地上茎长、叶长、叶宽均以试验地 A 较优, 茎粗在两试验地间差异不显著。从表 4 可见, A 试验地上植株的平均鲜重、干重和折干率均显著大于试验地 B ( $P < 0.05$ ), 揭示低海拔下约 63%~67% 的郁闭度有利于金线莲植株的生长。

表 2 基质理化性质和金线莲生长增量

Table 2 Physicochemical properties of matrixes and growth increment of *Anoectochilus roxburghii*

基质 Matrix	pH	有机质 Organic matter (mg kg <sup>-1</sup> )	速效磷 Available P (mg kg <sup>-1</sup> )	速效钾 Available K (mg kg <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> -N (mg kg <sup>-1</sup> )	生长增量 Growth increment (cm)			
						茎长 Stem length	茎粗 Stem diameter	叶宽 Leaf width	叶长 Leaf length
I	6.3~6.5	27.6 ± 0.3a	13.4 ± 0.4C	120.1 ± 6.5Bb	101.3 ± 2.1Bb	1.21 ± 0.39C	0.056 ± 0.02B	0.633 ± 0.15B	1.05 ± 0.34a
II	4.9~5.1	30.2 ± 0.5a	32.1 ± 0.3A	134.5 ± 2.2Aa	221.7 ± 1.2Aa	2.61 ± 0.68B	0.017 ± 0.02C	0.684 ± 0.34A	1.05 ± 0.35a
III	5.3~5.7	29.9 ± 0.6a	21.8 ± 0.5B	119.6 ± 4.7Bb	108.4 ± 4.9Bb	3.24 ± 0.92A	0.080 ± 0.04A	0.584 ± 0.36C	0.89 ± 0.55a

同列数据后不同大写和小写字母分别表示差异极显著 ( $P < 0.01$ ) 和显著 ( $P < 0.05$ )。下表同。

Data followed different capital and small letters indicate significant difference at 0.01 and 0.05 levels, respectively. The same is following Tables.

表 3 土壤基质理化性质与金线莲生长增量的相关系数

Table 3 Relation coefficient between physicochemical properties of soil matrix and growth increment of *Anoectochilus roxburghii*

生长增量 Growth increment	有机质 Organic matter	速效磷 Available P	速效钾 Available K	NH <sub>4</sub> -N
茎长 Stem length	0.636553	0.916709	0.996707	1.0000
茎粗 Stem diameter	0.912451	0.628399	0.186189	0.265247
叶宽 Leaf width	-0.24756	-0.65931	-0.93636	-0.90481
叶长 Leaf length	-0.39865	0.059662	0.524313	0.453537

### 2.3 不同等级组培苗的生长

地上茎长与茎粗的动态变化是体现植株生长强弱的主要指标, 金线莲种苗栽培 120 d 后两者均是 I 级苗 > II 级苗 > III 级苗。不同等级金线莲组培

苗在栽培初期 (0~30 d) 的地上茎长和茎粗生长缓慢, 中后期 (30~120 d) 生长较快, 以 I 级苗地上茎长与茎粗的增长量最为明显, 分别达 2.95 cm 和 0.123 cm。I 级苗移栽后植株始终表现较好的生长态势 (图 2:

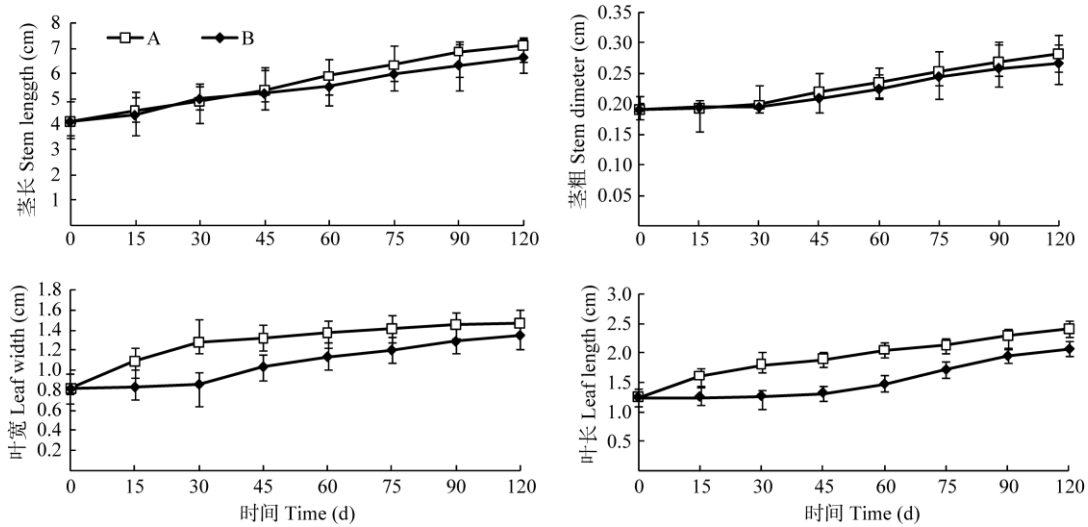


图 1 不同试验地金线莲植株的生长特性

Fig. 1 Growth characters of *Anoectochilus roxburghii* in different sites

表 4 郁闭度对金线莲植株生长的影响

Table 4 Effect of canopy density on growth of *Anoectochilus roxburghii*

试验地 Plot	郁闭度 (%) Canopy density	单株鲜重 (g) Fresh weight per plant	单株干重 (g) Dry weight per plant	折干率 (%) Drying rate
A	63~67	1.785 ± 0.214a	0.192 ± 0.081A	8.56 ± 0.17a
B	82~85	1.437 ± 0.197b	0.126 ± 0.049B	7.22 ± 0.12b

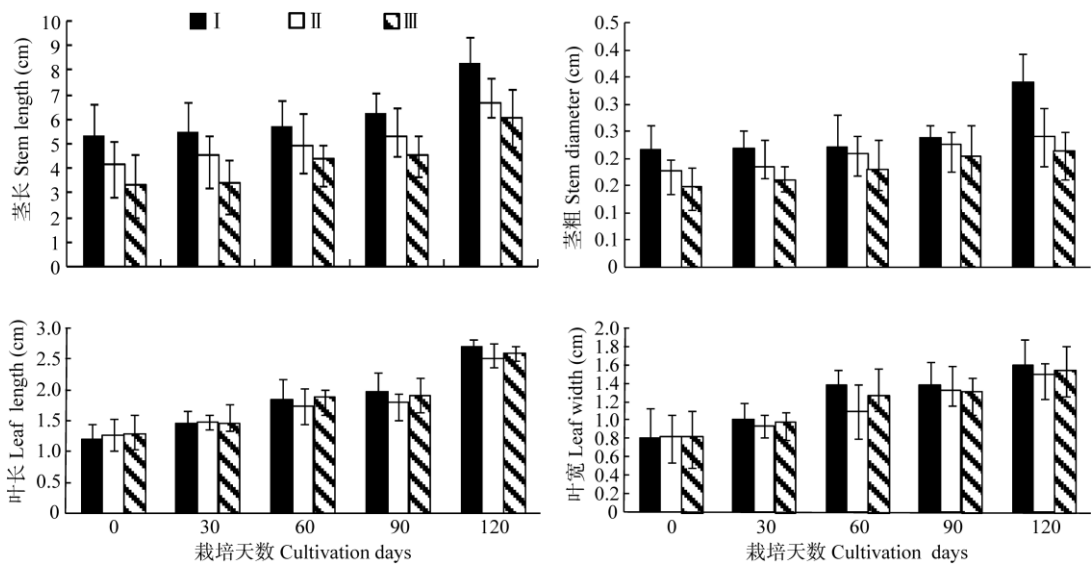


图 2 不同等级金线莲种苗的生长

Fig. 2 Growth of *Anoectochilus roxburghii* at different classes

A, B)。金线莲叶长的增长率大于叶宽，且 I 级苗的增长率稍微高于其他等级苗(图 2: C, D)。

2.4 不同月份栽种的金线莲种苗的生长

2016 年的 1-5 月份湿地公园仙女湖栽培地的

相对湿度保持在 70%~80%，平均温度在 22.5℃ ~ 32.3℃ (图 3: A)，但 1 和 2 月份均出现寒潮，持续 7 d 以上，最低温度分别为 1℃ 和 4℃，金线莲的成活率仅为 23.3% 和 33.3% (图 3: B)，表明肇庆地区 1、2 月份由寒潮导致的极度低温并不利于金线莲的成

活。3-4 月份栽种的金线莲种苗成活率最高(83.3%~86.7%),这两个月的平均温度为 18.4℃~24.5℃,湿度为 84%~87%,说明此时最有利于种苗的成活和生长。随 5 月份温度和湿度上升,金线莲栽培成活率明显下降(70.3%)。

从表 5 可见,不同月份栽种的金线莲 120 d 后

的地上茎长、茎粗、叶长、叶宽增量差异显著。3 月份栽种的金线莲茎和叶片生长的增量最大,植株地上茎增量和单株鲜重增量分别为 3.33 cm 与 0.71 g。仙女湖林下栽培金线莲,以 3 月份栽种组培苗的生长效果最好,其次为 4 月份栽种的,5 月份栽种的组培苗增长量明显下降( $P < 0.01$ )。

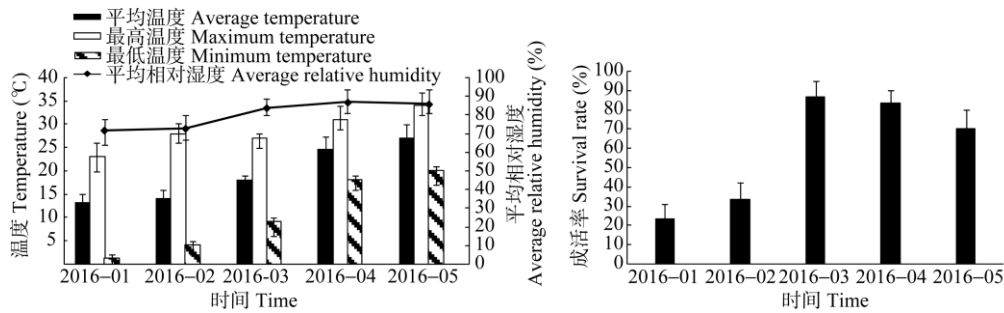


图 3 2016 年 1-5 月试验地的温湿变化 and 种苗成活率

Fig. 3 Changes in temperature and humidity from January to May, 2016, and survival rate of *Anoectochilus roxburghii* in experimental site

表 5 不同月份栽种的金线莲的生长增量

Table 5 Growth increment of *Anoectochilus roxburghii* planted in different month

月份 Month	茎长 (cm) Stem length	茎粗 (cm) Stem diameter	叶宽 (cm) Leaf width	叶长 (cm) Leaf length	单株鲜重 (g) Fresh weight per plant
2016-01	-	-	-	-	-
2016-02	-	-	-	-	-
2016-03	3.33 ± 0.43Aa	0.09 ± 0.04Aa	0.81 ± 0.12Aa	1.28 ± 0.32Aa	0.71 ± 0.23Aa
2016-04	3.15 ± 1.41Aa	0.07 ± 0.07ABa	0.67 ± 0.21Bb	1.15 ± 0.71Aa	0.63 ± 0.21Aa
2016-05	2.49 ± 1.23Bb	0.04 ± 0.04Bb	0.46 ± 0.14Cc	0.71 ± 0.49Bb	0.49 ± 0.11Bb

### 2.5 生长过程中的虫害

根据观察,仙女湖林下栽培试验地中金线莲常见虫害类型有蜗牛(*Bradybaena* spp.)、白粉虱(*Trialeurodes vaporariorum*)、蝼蛄(*Gryllotalpa* spp.)和蚜虫(Aphidoidea)等,主要侵食金线莲的根茎和叶片,对植株生长危害极大。由图 3: A 可见,因金线莲种植时期处于春夏交替时节,从 3 月份起,温度逐渐升高,平均温度为 24.5℃~29.2℃,相对湿度处于 84%~88%的高水平,温暖潮湿的气候既是植株快速生长的旺盛时期,也是害虫活动的活跃季节,加上伴生植物种类多,更为害虫的生长提供良好的环境条件。以蜗牛危害最为严重,金线莲的根茎、嫩叶芽均受到啃食,严重影响植株的生长。从图 4 可见,3 月初的虫害率为 7.3%;4 月份虫害率增长到 17.4%,两者达极显著差异;5 月份和 6 月份的虫害率稍有下降,为 14%~15%。可见,仙女湖林下湿地栽培金线莲,3-5 月份为其害虫高发期,月平均虫害率达 13.4%,严重影响到植株的正常生长。

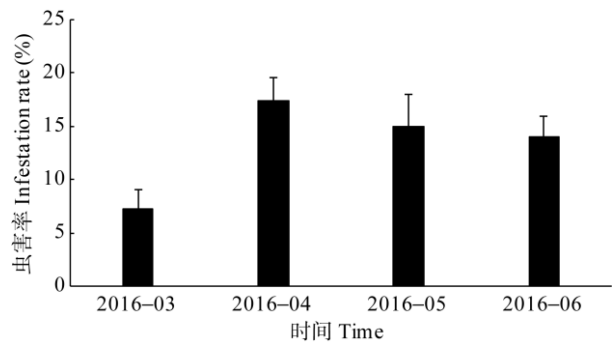


图 4 2016 年 3-6 月份试验地金线莲的虫害率

Fig. 4 Insect damage rate of *Anoectochilus roxburghii* in experiment sites from March to June of 2016

### 3 讨论和结论

胡晓东等<sup>[11]</sup>调查表明,金线莲在肇庆地区的垂直分布幅度较广,海拔 200~800 m 均有分布。本试验中,金线莲在仙女湖湿地核心区海拔 21~23 m 的林下栽种 120 d 后,成活率为 46.67%~73.33%,表

明金线莲在较低海拔的湿地环境下可正常生长。但试验地的方位和林荫率(郁闭度)对植株生长有明显影响。金线莲为浅根性兰科植物,其第 3~4 节位的气生根一般向前匍匐生长,根状茎入土厚度约 5 cm,因此一般生长于阴暗潮湿的地方,尤喜在有枯叶层并且土壤渗水性能良好的林下生活。故林下栽种金线莲时,选择种群丰富度较高的常绿阔叶林下种植较好。合理的方位和遮荫不但可以减少植株受到阳光的直射,并且可以大大降低植株表面温度,改善生长环境的微气候条件,合理提升光合能力,增加干物质积累和产量<sup>[20]</sup>。有研究表明<sup>[10-11]</sup>,金线莲在我国主要分布于西南和东南地区,肇庆地区现存金线莲种质资源分布也以西南向为主,揭示该物种适于温暖湿润的气流环境。本研究结果表明,A 试验地植株的地上茎、叶片的生长量明显优于 B 试验地,表明东南向方位并且 63%~67% 郁闭度的 A 试验地更有利于金线莲的生长。金线莲的生长与地理方位或郁闭度的相关性有待进一步细化研究。

广东星湖国家湿地公园仙女湖核心区由肇庆北岭山地和西江古河道形成,林内土壤富含腐殖质,然而土层较薄,基质易干易湿。但添加泥炭土后,改善了原土壤的结构与理化性质,提高了金线莲栽培的成活率(73.33%),植株生长健壮,茎粗壮,叶色浓绿,叶脉金线清晰,地上茎、叶的生长增量显著。种苗质量是金线莲林下种植的关键,参考周景全等<sup>[18]</sup>和邵清松等<sup>[17]</sup>的研究结果,本试验对金线莲组培苗进行分级,结果表明, I 级苗的地上茎长和茎粗的增长量均高于 II、III 级苗。在组培苗最佳种植时间上,3~4 月份栽种的金线莲生长最好,成活率高达 83.3%~86.7%,这两个月的平均温度为 18.3℃~24.5℃,相对湿度为 84%~87%,对种苗移栽初期的生长尤为适宜,栽种 120 d 后,植株的生长增量均高于其他月份栽种的,金线莲单株鲜重平均增加 0.71 g。因此,在肇庆地区低海拔林下种植金线莲建议在 3、4 月份栽种,避开较易出现寒潮的 1、2 月份和高温的 7、8 月份<sup>[16]</sup>。

4 月份试验地气温升高(平均温度为 24.5℃),温、湿度都呈现上升趋势,与大棚种植病害情况相比,金线莲林下种植的病率变化不明显<sup>[16]</sup>。但其虫害率与林内温湿度的提升呈正相关,4、5 月份是害虫的高发期,此时金线莲易受蜗牛、白粉虱、蚜虫等昆虫的侵食,虫害率高达 32.5%,因此林下栽种金线莲时,高温高湿时段尤其要注意防虫。为预

防金线莲虫害的发生,建议及时清理苗床周边的杂草,采用生物防治和杀虫防治的综合措施<sup>[21]</sup>,在试验地周围合理撒施生石灰、四聚乙醛(密达)、克螨特或吡虫啉等药剂,同时结合人工捕捉方法,防治蜗牛、蝼蛄、白粉虱和蚜虫等虫害,以提高金线莲在肇庆地区低海拔林下栽培的收获预期。

**致谢** 肇庆学院“粤中西部资源植物种质保护与利用”创新团队提供科研条件支持,生命科学学院梁振鹏同学参与研究工作。

## 参考文献

- [1] Writing Group of the Compilation of Chinese Herbal Medicine. The Compilation of Chinese Herbal Medicine, Vol. 2 [M]. 2nd ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 1996: 44-45.  
《全国中草药汇编》编写组. 全国中草药汇编, 下册 [M]. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 1996: 44-45.
- [2] DU X M. Studies on *Anoectochilus roxburghii* [J]. Foreign Med Sci Trad Chin Med, 2002, 24(4): 246.  
杜晓鸣. 金线莲的研究 [J]. 国外医学: 中医中药分册, 2002, 24(4): 246.
- [3] TANG J, DENG Y R, ZHUO Y R. Advances in pharmacological activity of *Anoectochilus formosanus* [J]. Strait Pharm J, 2008, 20(12): 77-79. doi: 10.3969/j.issn.1006-3765.2008.12.039.  
唐健, 邓元荣, 卓仪荣. 金线莲的药理活性研究进展 [J]. 海峡药学, 2008, 20(12): 77-79. doi: 10.3969/j.issn.1006-3765.2008.12.039.
- [4] HAN W Z, CHEN X L, HUANG A F. Advances in *Anoectochilus formosanus* [J]. Fujian Sci Technol Trop Crops, 2015, 40(1): 54-59.  
韩武章, 陈小玲, 黄阿凤. 金线莲研究现状及展望 [J]. 福建热作科技, 2015, 40(1): 54-59.
- [5] CHEN Z, HUANG Z Q. Hypoglycemic effect of water extract from *Anoectochilus* [J]. Pharmaclo Clin Chin Mat Med, 2000, 16(6): 23-24. doi: 10.3969/j.issn.1001-859X.2000.06.014.  
陈卓, 黄自强. 金线莲水提物的降血糖作用 [J]. 中药药理与临床, 2000, 16(6): 23-24. doi: 10.3969/j.issn.1001-859X.2000.06.014.
- [6] WANG S, XIE Y. China Species Red List, Vol. III: Invertebrates [M]. Beijing: Higher Education Press, 2005: 124.  
汪松, 解焱. 中国物种红色名录, 第 3 卷 无脊椎动物 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 124.
- [7] YE W, JIANG J L, LI Y Q, et al. Analysis of genetic diversity in *Anoectochilus roxburghii* and its relative species using ISSR molecular markers [J]. J Plant Genet Resour, 2015, 16(5): 1045-1054. doi: 10.13430/j.cnki.jpgr.2015.05.016.

- 叶炜, 江金兰, 李永清, 等. 金线莲及近缘种植物遗传多样性 ISSR 分子标记分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(5): 1045–1054. doi: 10.13430/j.cnki.jpgr.2015.05.016.
- [8] LIU X W, LAI X W, HUANG H L, et al. Resources investigation of *Anoectochilus formosanus* in Jiangxi [J]. Chin Wild Plant Resour, 2000, 19(2): 25–26.
- 刘贤旺, 赖学文, 黄慧莲, 等. 江西金线莲资源调查简报 [J]. 中国野生植物资源, 2000, 19(2): 25–26.
- [9] ZHOU Z L. Distribution habitat and endangered status of wild *Anoectochilus roxburghii* in Qingliu Xian of Fujian Province [J]. For Prosp Des, 2012(1): 105–108.
- 周自力. 福建省清流县野生花叶开唇兰分布生境及濒危现状研究 [J]. 林业勘察设计, 2012(1): 105–108.
- [10] AO M H, LUO X Q, WU M K. Status and protecting countermeasures of the rare medicinal species *Anoectochilus roxburghii* in southwestern Guizhou [J]. Hubei Agric Sci, 2011, 50(4): 777–779. doi: 10.3969/j.issn.0439-8114.2011.04.038.
- 敖茂宏, 罗晓青, 吴明开. 黔西南地区珍稀濒危药用植物金线莲的生存现状及保护对策 [J]. 湖北农业科学, 2011, 50(4): 777–779. doi: 10.3969/j.issn.0439-8114.2011.04.038.
- [11] HU X D, LIN S J, SHAO L, et al. Germplasm investigation and ecological biology characteristics of medicinal herb *Anoectochilus roxburghii* in Zhaoqing, Guangdong Province, China [J]. J Trop Subtrop Bot, 2016, 24(4): 381–388. doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2016.04.004.
- 胡晓东, 林少俊, 邵玲, 等. 广东肇庆地区药材金线莲种质资源调查与生态生物学特性研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2016, 24(4): 381–388. doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2016.04.004.
- [12] HUANG G L, CAI H N, LIN S C, et al. Artificial cultivation and important contents analysis of *Anoectochilus roxburghii* [J]. J Jimei Univ (Nat Sci), 2012, 17(2): 96–100. doi: 10.3969/j.issn.1007-7405.2012.02.003.
- 黄高凌, 蔡慧农, 林顺长, 等. 金线莲的大棚栽培及其重要成分分析 [J]. 集美大学学报(自然科学版), 2012, 17(2): 96–100. doi: 10.3969/j.issn.1007-7405.2012.02.003.
- [13] WEI C H, XIE Y, QIN J B, et al. High-yielding and high-quality cultivation technique for *Anoectochilus roxburghii* [J]. Fujian Agric Sci Technol, 2012(6): 31–33. doi: 10.3969/j.issn.0253-2301.2012.06.017.
- 魏翠华, 谢宇, 秦建彬, 等. 金线莲高产优质栽培技术 [J]. 福建农业科技, 2012(6): 31–33. doi: 10.3969/j.issn.0253-2301.2012.06.017.
- [14] CHEN Z G. Study on tissue culture and transplanting techniques of *Anoectochilus roxburghii* [J]. J Huizhou Univ, 2007, 27(6): 14–17. doi: 10.3969/j.issn.1671-5934.2007.06.003.
- 陈兆贵. 金线莲组织培养和移栽技术研究 [J]. 惠州学院学报, 2007, 27(6): 14–17. doi: 10.3969/j.issn.1671-5934.2007.06.003.
- [15] LI Y F, ZOU J Y. Cultivation techniques of *Anoectochilus roxburghii* [J]. S China Agric, 2014, 8(12): 27–28.
- 李月芬, 邹建运. 金线莲人工栽培技术要点 [J]. 南方农业, 2014, 8(12): 27–28.
- [16] SHAO L, LIANG L, LIANG G J, et al. Research of integrated quality cultivation technology of *Anoectochilus roxburghii* in greenhouse, Guangdong Province, China [J]. Guangdong Agric Sci, 2016, 43(10): 34–40. doi: 10.16768/j.issn.1004-874X.2016.10.007.
- 邵玲, 梁廉, 梁广坚, 等. 广东金线莲大棚优质种植综合技术研究 [J]. 广东农业科学, 2016, 43(10): 34–40. doi: 10.16768/j.issn.1004-874X.2016.10.007.
- [17] SHAO Q S, ZHOU A C, HU R H, et al. Influence of seedling grade on plant growth, yield and quality of *Anoectochilus roxburghii* [J]. China J Chin Mat Med, 2014, 39(5): 785–789. doi: 10.4268/cjcmm20140506.
- 邵清松, 周爱存, 胡润淮, 等. 种苗级别对金线莲生长发育及产量和品质的影响 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(5): 785–789. doi: 10.4268/cjcmm20140506.
- [18] ZHOU J Q, CHEN S H, HE Y Z, et al. Study of vessel seedlings gradation of annual *Oplonanax elatus* [J]. J Agric Sci Yanbian Univ, 2009, 31(4): 243–246, 270. doi: 10.3969/j.issn.1004-7999.2009.04.003.
- 周景全, 陈树华, 何延治, 等. 东北刺人参苗木分级研究 [J]. 延边大学学报, 2009, 31(4): 243–246, 270. doi: 10.3969/j.issn.1004-7999.2009.04.003.
- [19] LU R K. Agricultural and Chemical Analysis Method of Soil [M]. Beijing: China Agriculture Science and Technology Press, 2000: 56–58.
- 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 56–58.
- [20] SHAO Q S, ZHOU A C, HUANG Y Q, et al. Effects of different transplanting conditions on survival rate and growing status of *Anoectochilus roxburghii* plantlets [J]. China J Chin Mat Med, 2014, 39(6): 955–958. doi: 10.4268/cjcmm20140602.
- 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, 39(6): 955–958. doi: 10.4268/cjcmm20140602.
- [21] SHAO Q S, YE S Y, ZHOU A C, et al. Current researches and prospects of seedling propagation and cultivation modes of *Jinxianlian* [J]. China J Chin Mat Med, 2016, 41(2): 160–166. doi: 10.4268/cjcmm20160202.
- 邵清松, 叶申怡, 周爱存, 等. 金线莲种苗繁育及栽培模式研究现状与展望 [J]. 中国中药杂志, 2016, 41(2): 160–166. doi: 10.4268/cjcmm20160202.