

不同栽培方式对金线莲生长状况和品质的影响

甘金佳¹, 毛玲莉², 黄容乐³, 蒋水元^{1*}, 黄夕洋¹, 李虹¹

(1.广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 2.桂林市农业科学院, 广西 桂林 541006; 3.桂林干焯农产品有限公司, 广西 桂林 541004)

摘要: 金线莲是一种名贵的中草药, 人工栽培具有较大经济效益, 为探索提高金线莲产量和品质的栽培方式, 设置了2种大棚栽培方式和4种林下栽培方式对金线莲成活率、生长量及总黄酮和多糖含量影响进行研究。结果表明, 大棚栽培(T5和T6)的金线莲成活率(分别为92.33%和90.79%)和植株鲜重产量(分别为1.33 g和1.31 g)较高, 但其总黄酮含量(分别为11.23 mg/g和12.06 mg/g)和多糖含量(分别为76.97 mg/g和80.43 mg/g)低于林下栽培的。在4种林下栽培方式中, 使用控根容器栽培金线莲(T1)成活率较高, 达到89.00%, 并且其根系生长最好(根数达3.88条, 根长达51.40 mm); 但是地面栽培方式可以获得最高的植株折干率, 地面栽培(T4)的折干率最高, 达到12.12%, 其次是T3, 其折干率为12.04%。上述结果为金线莲的栽培方式选择提供良好的技术方案。

关键词: 金线莲; 栽培方式; 成活率; 生长; 活性成分

doi: 10.13304/j.nykjdb.2017.0513

中图分类号: S567 文献标识码: A 文章编号: 1008-0864(2018)07-0130-07

Effects of Different Cultivation Methods on the Growth and Quality of *Anoectochilus roxburghii*

GAN Jinjia¹, MAO Lingli², HUANG Rongle³, JIANG Shuiyuan^{1*}, HUANG Xiyang¹, LI Hong¹

(1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guangxi Guilin 541006; 2. Guilin Academy of Agricultural Sciences, Guangxi Guilin 541006; 3. Guilin Qianye Agricultural Products Co., Ltd., Guangxi Guilin 541004, China)

Abstract: *Anoectochilus roxburghii* is a kind of valuable Chinese herbal medicine, it can gain good economic effect by artificial cultivation. In order to improve the yield and quality of *A. roxburghii*, a series of experiments were carried out to study the effects of different cultivation methods on the survival rate, growth, yield and contents of active components of *A. roxburghii*. The results showed that, the cultivation in greenhouse(T5 and T6) obtained the higher survival rate(92.33% and 90.79%, respectively) and plant fresh weight(1.33 g and 1.31 g, respectively), but the contents of flavonoids(11.23 mg/g and 12.06 mg/g, respectively) and polysaccharide(76.97 mg/g and 80.43 mg/g, respectively) were lower than the cultivation under forests. In four forests cultivations, using the control container obtained highest survival rate with 89.00%, and roots grew best, the number of root was 3.88 and the length of root was 51.40 mm, but the ground cultivation obtained the highest plant drying rate of *A. roxburghii*, the drying rate of T4 and T3 were 12.12% and 12.04%. The findings of the study provided a good technical solution for the cultivation of *A. roxburghii*.

Key words: *Anoectochilus roxburghii*; cultivation methods; survival rate; growth; active component

金线莲又名金线兰, 是兰科开唇兰属多年生草本植物花叶开唇兰(*Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl.)的干燥全草, 民间俗称金丝草、金草, 又有“药王”、“仙草”、“乌人参”之称^[1]。金

收稿日期: 2017-08-11; 接受日期: 2017-09-28

基金项目: 桂林市林业局林业科技项目(桂林科201601)资助。

作者简介: 甘金佳, 助理研究员, 硕士, 研究方向为药用植物栽培与育种。E-mail: ganjinjia@163.com。* 通信作者: 蒋水元, 研究员, 研究方向为药用植物栽培与育种。E-mail: jsy@gxib.cn

线莲是我国南方传统名贵药材, 主要分布于福建、浙江、广东、广西、海南等东南沿海省区, 云南、贵州、四川等也有分布^[1-3]。金线莲富含多糖、黄酮、氨基酸、生物碱、微量元素、强心苷类、有机酸等成分, 其味平、甘, 具有清热降火、祛风强心、滋阴护肝、消肿止痛、镇咳润肺等功效, 常用于治疗肺结核咯血、肾炎、肝炎、风湿性关节炎等疾病, 其中, 多糖、黄酮类化合物是金线莲的主要活性成分, 具有降血糖、降血脂、降血压等作用, 还具有一定的清除自由基、抗氧化和抗肿瘤作用^[1, 3-6]。

近年来, 金线莲需求量日益增大, 其价格不断上涨, 野生金线莲遭到人为过度挖掘, 自然资源日益减少^[1, 7]。为满足对金线莲的需求, 福建、广东、浙江、广西等地已进行金线莲人工栽培^[8, 9], 人工栽培的两种主要模式是大棚栽培和林下栽培: 大棚栽培方式利用大棚人工创造可控的光照、气温、空气湿度等条件, 搭配适合金线莲生长栽培基质, 减少不良因素对金线莲生长的影响, 使金线莲生产集约、稳定和高效, 大棚栽培方式主要有筐盆栽、架床栽和盆景栽; 林下栽培指在适宜金线莲生长的树林下空地栽培金线莲, 在林木自然的遮荫作用和适宜的温湿度条件下, 金线莲生长处于仿野生状态。研究表明, 林下栽培的金线莲药用成分更接近野生金线莲, 品质比大棚栽培金线莲更好, 因而售价更高^[9-11]。目前, 金线莲林下栽培主要有两种形式: 林下地面起畦栽培(地面栽培)和林下摆放已移栽金线莲盆筐的方式栽培(筐栽)。据报道, 不同移栽基质配比、种植密度、遮荫率(光照条件)和营养液(肥料)条件对金线莲的成活率及植株高度、地径和植株鲜重、总黄酮和多糖含量都有影响^[9, 11-13], 这方面的研究较多并且较为成熟, 而在金线莲栽培方式的研究较少且不够深^[14-16]。栽培方式对中药材的产量和品质都有影响, 通过改良栽培方式, 可较大程度提高中药材的产量和品质^[12-14]。

本研究在上述栽培方式的基础上, 对 2 种大棚栽培方式和 4 种林下栽培进行比较, 以期找出较优的金线莲栽培方式。塑料控根容器在园林园艺上使用较为广泛, 可为植物根系提供良好的排水通气小环境, 尚未有使用塑料控根容器栽培金线莲的报道, 本研究首次使用塑料控根容器在林下栽培金线莲, 以期在金线莲的林下栽培方式提供更多选择。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地点位于广西壮族自治区桂林市雁山区的广西植物研究所园圃阔叶树林下, 海拔 150 m, 年平均降雨量 1 949.5 mm, 年平均气温为 19.3℃, 年平均无霜期 309 d, 植被丰富, 属亚热带季风气候区, 适合金线莲栽培。

1.2 材料

野生金线莲采自广西桂林市永福县龙江乡, 经广西植物研究所蒋水元研究员鉴定为花叶开唇兰(*A. roburghii*) 组培快繁培养后, 取生长健壮的无病虫害且株高、根系和鲜重基本一致的植株为材料。

塑料控根容器购自南宁天一塑料制品有限公司, 是由 PVC 材料压制而成的侧面凹凸相间塑料薄板, 控根容器一侧凸起, 顶端具有直径约 3 mm 的透气小孔, 控根容器大小可裁剪, 其围绕成圈并用钉子固定即可用于栽培植物。

1.3 方法

1.3.1 不同栽培方式试验设计 本试验采用 4 种林下栽培方式(T1~T4)和 2 种大棚栽培方式(T5和T6)。试验大棚长 25 m, 宽 12 m, 气温在 20~35℃, 相对空气湿度在 60%~80%。

T1: 控根容器围成圈+底盘栽培, 将塑料控根容器围绕成 50 cm 的圈并用塑料钉固定, 圈高度约为 20 cm, 圈内底部放置直径 50 cm 的塑料底盘(底盘厚约 1 cm, 均匀分布直径约 5 mm 的小孔), 将围成圈的控根容器置于试验地, 将林下腐殖土装入控根容器内并铺平, 厚约 10 cm, 金线莲定植于腐殖土中, 每个控根容器栽培 100 株。

T2: 塑料筐栽培, 使用 45 cm×40 cm 塑料栽培筐, 垫上纱网并铺上基质, 厚约 10 cm, 金线莲定植于腐殖土中, 每筐栽培 100 株。

T3: 畦地栽培, 地面起畦, 畦长宽为 1.5 m×1 m, 畦高 10 cm, 畦土整细耙平, 加林下腐殖土并铺平, 厚约 10 cm。

T4: 畦地+控根容器栽培, 以地面起畦, 畦高 10 cm, 畦长宽为 1.5 m×1 m, 将塑料控根容器平铺畦面, 在塑料控根容器上铺上腐殖土, 厚度约 10 cm, 金线莲种植于基质中。

T5: 大棚塑料筐栽培,使用 45 cm×40 cm 塑料栽培筐,垫上纱网并铺上基质,厚约 10 cm,金线莲定植于腐殖土中,每筐栽培 100 株。

T6: 大棚架床栽培,在大棚内搭建木制架床,架床长×宽为 1.5 m×1 m,高 1 m,在床面加林下腐殖土并铺平,厚约 10 cm。

以上处理均进行 3 次重复,2016 年 3 月 25 日移栽,金线莲栽培深度 3 cm,株距 3 cm×3 cm,采用统一的病虫害预防和水肥管理措施。

1.3.2 测试指标与方法 2016 年 4~9 月,每隔一个月测定一次金线莲移栽成活率。2016 年 9 月,从每个处理中随机挑选 30 株金线莲,分别测量株高、茎粗(茎距离地面 1 cm 处的直径)、根条数、根系长度、叶片数量。采收已栽培 6 个月的金线莲植株,从每个处理的每个重复中随机取 20 株,对根上残留的基质进行清理后称重,计算出单株鲜重,置烘箱内烘干(105℃杀青 10 min,65℃烘干至恒重),记录干重并计算出单株干重和折干率。

$$\text{折干率} = \text{植株干重} / \text{植株鲜重} \times 100\%$$

总黄酮含量测定采用紫外分光光度法^[19],多糖含量的测定采用苯酚-硫酸法^[20]。

1.3.3 数据处理 所得数据采用 Microsoft Excel 2010 软件和 SPSS 20.0 软件进行整理和分析,采用 Duncan 新复极差法检验不同数据间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同栽培方式对金线莲成活率的影响

不同方式栽培的金线莲成活率如图 1 所示,大棚栽培 T5 的金线莲成活率最高,达到 92.33%,其次是 T6,其成活率为 90.79%,其后是林下栽培的 T1,其成活率达到 89.00%,这三个处理的成活率均与 T2 和 T4 的成活率差异显著,与 T3 的成活率差异极显著。T2 和 T4 的金线莲成活率分别是 82.00%和 80.05%,两者之间无显著差异,但 T2 和 T4 都与 T3 存在极显著差异,T3 的成活率仅为 59.25%。

如图 2 可见,不同栽培金线莲成活率的动态变化,金线莲移栽后 1 至 2 个月,各个处理的成活率都很高,移栽后 3 至 6 个月,T1、T5 和 T6 的金

线莲成活率下降较缓,而 T3 和 T4 的成活率呈较大幅度的下降,特别是在移栽后第 3 个月至第 5 个月这个阶段,成活率下降明显。结果说明,大棚栽培的金线莲能保持较高的成活率,林下栽培方式的 T1(控根容器围成圈+底盘栽培)也能保持高的成活率。成活率是金线莲产量构成的关键因素,成活率与产量呈正相关,大棚栽培方式能保持较高的成活率,而考虑降低生产成本,可进行林下栽培,推荐采用 T1 的方式栽培金线莲。

2.2 不同栽培方式对金线莲茎和叶生长的影响

不同栽培方式对金线莲茎和叶的生长影响如

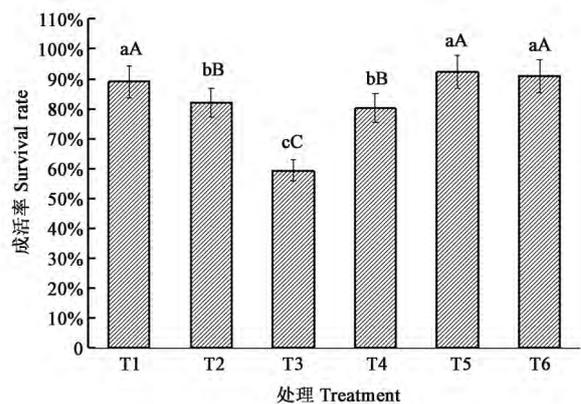


图 1 不同栽培方式金线莲移栽 6 个月后的成活率

Fig.1 Survival rate of *A. roxburghii* under different cultivation methods after transplanted 6 months.

注:图中不同大小写字母分别表示不同处理间在 $P < 0.01$ 和 $P < 0.05$ 水平差异显著。

Note: Different capital or small letters mean significant difference at $P < 0.01$ or $P < 0.05$ levels, respectively.

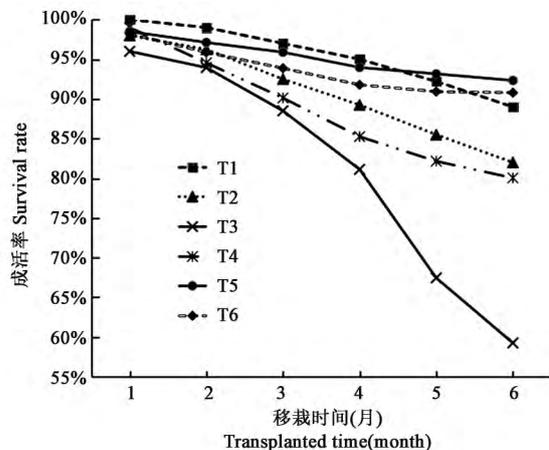


图 2 各处理金线莲成活率变化

Fig.2 Change of survival rate of *A. roxburghii* under different cultivation methods.

表 1 所示, 大棚栽培的两个处理叶片数较多, T6 的叶片数达 5.33, T5 的叶片数是 5.31, 接着是林下栽培方式的 T2, 叶片数为 5.26, T4 的叶片数最小, 仅为 5.17, 但所有的处理之间的叶片数量并不存在显著性差异。

表 1 不同栽培方式金线莲的茎叶生长量
Table 1 Growth of *A. roxburghii* under different cultivation methods.

处理 Treatment	叶片数 Leaf number	株高(mm) Plant height (mm)	茎粗(mm) Stem diameter (mm)
T1	5.19±0.42	133.89±11.02	2.49±0.24
T2	5.26±0.47	132.73±12.72	2.47±0.21
T3	5.25±0.38	129.97±10.88	2.55±0.31
T4	5.17±0.45	130.86±11.42	2.53±0.20
T5	5.31±0.51	133.90±12.72	2.54±0.31
T6	5.33±0.57	132.11±13.01	2.55±0.27

在株高方面, 6 个处理的金线莲株高范围在 129.97~133.90 mm 之间, 所有处理之间的金线莲株高差异不显著。T5(大棚塑料筐栽培)的株高最大, 其次是 T1, 同时可见, 用控根容器或塑料筐栽培的金线莲株高数值稍微比地面栽培的两个处理的金线莲株高一些。

不同方式栽培的金线莲茎粗在 2.47~2.55 mm 之间, 各个处理之间差异不显著。大棚栽培的两个处理金线莲茎粗较为接近, 而不同林下栽培方式的金线莲茎粗稍有不同, 用控根容器或塑料筐栽培的金线莲茎粗稍微比地面栽培的两个处理的小一些。

2.3 不同栽培方式对金线莲根生长的影响

如表 2 所示, 不同栽培方式对金线莲根的生长存在一定影响, 在根数方面, T1 和 T4 的根数较多, 分别达到 3.88 条和 3.86 条, 显著高于 T2 和 T3。在根长方面, T1 和 T4 的根长较大, 达到 51.40 mm 和 48.49 mm, 与 T2 和 T3 的金线莲根长度达到显著差异水平。大棚栽培的两个处理的根数和根长居中, 与其他几个处理不存在显著差异。由此可知, 使用控根容器能提高金线莲根系生长, 使得金线莲根数更多, 根系长度更大, 其原因可能是控根容器两侧面凹凸相间, 并且带有小孔, 使得覆盖其上的栽培基质更疏松透气, 排水良好, 有利于金线莲根系生长。

表 2 不同栽培方式金线莲的根数和根长
Table 2 Root growth of *A. roxburghii* under different cultivation methods.

处理 Treatment	根数 Root number	根长(mm) Root length (mm)
T1	3.88±0.28 a	51.40±4.15 a
T2	3.07±0.30 b	41.63±4.55 b
T3	3.02±0.24 b	38.12±3.34 b
T4	3.85±0.37 a	48.49±3.32 a
T5	3.28±0.42 ab	44.99±4.45 ab
T6	3.30±0.41 ab	44.83±4.02 ab

注: 同列不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。
Note: Different small letters in the same column mean significant difference at $P<0.05$ level.

2.4 不同栽培方式对金线莲的植株鲜重和折干率的影响

如表 3 所示, 不同栽培方式对金线莲的植株鲜重和折干率存在一定影响。植株鲜重由大到小依次是 T5>T6>T4>T3>T1>T2, T5、T6、T4 和 T3 的植株鲜重较高, 不存在显著差异, 但 T5 和 T6 的植株鲜重显著高于 T1、T2 的鲜重, 可见, 大棚栽培比林下容器栽培方式(T1 和 T2)的金线莲能获得更大的植株鲜重。

表 3 不同栽培方式金线莲的鲜重和折干率
Table 3 Fresh weight and drying rate of *A. roxburghii* under different cultivation methods.

处理 Treatment	植株鲜重(g) Fresh weight(g)	植株折干率 Drying rate
T1	1.13±0.14 bA	10.71%±2.01% bAB
T2	1.11±0.12 bA	10.87%±1.78% bAB
T3	1.25±0.10 abA	12.04%±1.14% aA
T4	1.26±0.13 abA	12.12%±1.47% aA
T5	1.33±0.14 aA	10.02%±1.07% cB
T6	1.31±0.12 aA	10.05%±1.11% cB

注: 同列不同大小写字母分别表示在 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 水平差异显著。

Note: Different capital or small letters in the same column mean significant difference at $P<0.01$ or $P<0.05$ levels, respectively.

在植株折干率方面, 由大到小依次是 T4>T3>T2>T1>T6>T5, 其中, T4 的折干率最高, 达到了 12.12%, T3 的折干率也较高, 它们都与 T1、T2 的折干率存在显著差异, 与 T5、T6 的折干率存在极显著差异。同时, T2 和 T1 与大棚栽培方式的

T6、T5 之间存在显著差异。这说明地面栽培的方式更有利于金线莲干物质积累,可能得益于地面栽培方式的基质更加深厚,矿物质元素更多,金线莲生长更好。

2.5 不同栽培方式对金线莲活性成分含量的影响

如表 4 所示,不同栽培方式对金线莲的总黄酮含量存在一定的影响,总黄酮含量由大到小依次是 T4>T1>T3>T2>T6>T5, T1~T4 之间不存在显著差异,但这 4 个处理的总黄酮含量都显著高于 T5 和 T6 的含量。大棚栽培方式的总黄酮含量较低, T5 的含量是 11.13 mg/g, T6 的含量是 12.06 mg/g,两者之间差异不显著。

表 4 不同栽培方式的金线莲的活性成分含量

Table 4 Contents of active components of *A. roxburghii* under different cultivation methods.

处理 Treatment	总黄酮含量(mg/g) Total flavanoids content(mg/g)	多糖含量(mg/g) Polysaccharide content(mg/g)
T1	13.93±0.88 a	89.97±3.18 a
T2	13.53±0.64 a	86.95±5.24 a
T3	13.86±1.15 a	90.05±3.54 a
T4	13.95±1.35 a	87.83±3.71 a
T5	11.23±0.58 b	76.97±5.11 b
T6	12.06±1.07 b	80.43±5.79 b

注:同列不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。

Note: Different small letters in the same column mean significant difference at $P<0.05$ level.

不同栽培方式的金线莲的多糖含量如表 4 所示,其中林下栽培的四个处理: T1(89.97 mg/g)、T2(86.95 mg/g)、T3(90.05 mg/g)、T4(87.83 mg/g)之间差异不显著,但这四个处理的多糖含量都与大棚栽培方式的两个处理(T5 和 T6)的含量存在显著差异, T5 的含量是 76.97 mg/g, T6 的含量是 80.95 mg/g,两者之间差异不显著。

3 讨论

本试验结果表明,大棚栽培方式(T5 和 T6)的相较于林下栽培方式,可以获得较高的鲜重产量,这与吴江等^[14]的结果相似,其研究表明,移栽六个月后,大棚栽培金线莲成活率达到 84%,比仿野生栽培高 20.2%,本试验大棚栽培的

金线莲成活率在 90.79%~92.33% 之间,比吴江等^[14]的大棚栽培金线莲成活率高,原因可能是栽培品种不同以及管理方式不同。何碧珠等^[15]的研究结果表明,种植 6 个月后,林下种植的金线莲植株单株鲜重达 2.25 g,而大棚种植的金线莲鲜重仅为 1.93 g,两者差异显著,而本试验的金线莲鲜重范围是 1.11~1.33 g,远小于上述研究结果,其原因可能是金线莲品种不同。而在林下栽培方式中,使用容器(筐子或控根容器等)栽培金线莲,相比于地面栽培方式,可以获得较高的金线莲成活率。若要降低栽培成本,并考虑提高植株鲜重和折干率,可采用地面栽培。而在地面栽培方式中, T4(畦地+控根容器栽培方式)成活率约 80%(移栽六个月后),而且其植株鲜重较高,达到 1.32g/株,折干率也较高,可能的原因是控根容器铺于地面,能增加栽培基质的通透性和排水性,在一定程度上隔离地面害虫和病菌,减少树木根系对金线莲的干扰。控根容器价格便宜,可重复利用,值得在金线莲林下栽培中应用。李志坚^[21]发现毛竹林及阔叶树林的生境条件均较适宜金线莲的生长,2 种林分类型的金线莲成活率较高,平均达 90.3% 和 90.1%,比本研究的两种地面栽培方式的成活率(分别为 80.05% 和 59.25%)高,其原因很多,因为林下地面栽培接近野生状态,有较多难以控制的因素,如病虫害影响、鸟类和兽类破坏、灾害天气影响等。

不同栽培方式对金线莲茎和叶的生长影响较小,但对金线莲的根系生长有一定影响,可能是由于不同栽培方式所使用的容器不同,如塑料筐、架床、控根容器以及地面条件等,造成栽培基质的松紧度、透气性、持水性及微生物含量等不同。本试验结果表明,利用控根容器栽培金线莲可使得金线莲根数和根长度较大,可见利用控根容器有利于金线莲根系生长。

不同栽培方式对金线莲的有效成分含量影响较大,总黄酮和多糖是金线莲两种主要的药用成分,也是决定金线莲品质的重要指标。本试验表明,林下栽培方式更有利于金线莲总黄酮和多糖含量的积累,与吴江等^[14]的研究结果吻合,其对不同栽培模式下金线莲产量和品质的变化进行研究,结果表明,仿野生栽培金线莲的总黄酮、多糖分别比大棚栽培的提高了 12.1%、7.1%。吴水华等^[16]的研究结果表明金线莲从室内移植至野外

林下 4 个月后,多糖含量明显增高。何碧珠等^[15]对比金线莲大棚栽培和林下栽培后发现,以林下种植的金线莲形态和生物量都显著优于大棚种植的,多糖含量比大棚种植的高 2.9 mg,林下种植的金线莲抗病力强、适应性强、茎粗、根系发达、干物质含量高。黄酮类物质和多糖是植物次生代谢产物,其合成易受外界环境的影响,适合的光照刺激、温度变化有利于其合成^[15]。本试验林下栽培场地的遮阴度、温度和湿度等条件与金线莲野生分布的环境相近,适宜金线莲生长和黄酮、多糖的合成。金线莲的活性成分还有氨基酸、生物碱和强心苷类等物质^[4],在接下来的栽培模式研究中,将探索不同栽培模式对氨基酸、生物碱和强心苷类含量的影响。

林下栽培方式还有其他形式,比如林下栽培床(搭架栽培)栽培和林下悬挂栽培、林下盆景栽培等^[9,10],但其成本较高、操作较繁杂,不适宜大面积推广。金线莲林下栽培可在果树林下进行,有研究表明,生态公益林林下栽培金线莲每亩(666.67 m²)年纯利润 2.7 万元^[23]。种植户可以在龙眼树、芒果树、荔枝树等树下套种金线莲,一年可以种两季,在获得金线莲收益的同时还可以获得龙眼树、芒果树、荔枝树等收益^[24]。本研究结果为金线莲栽培模式的发展提供了一定的理论依据和参考价值。

参 考 文 献

- [1] 钱丽萍,杨盼,阙慧卿,等.金线莲的品种及成分研究进展[J].海峡药学,2017,29(5):32-35.
Qian L P, Yang P, Que H Q, et al.. Species and the chemical composition research progress of *Anoectochilus roxburghii* [J]. Strait Pharm. J., 2017, 29(5): 32-35.
- [2] 郭慧慧,蒋元斌,林丛发,等.金线莲研究进展[J].福建农业科技,2016,3:56-57.
Guo H H, Jiang Y B, Lin C F, et al.. Research progress in *Anoectochilus roxburghii* [J]. Fujian Agric. Sci. Technol., 2016, 3: 56-57.
- [3] 李付惠.金线莲的研究进展[J].云南中医中药杂志,2016,37(11):83-85.
Li F H. Research progress of *Anoectochilus roxburghii* [J]. Yunnan J. Traditional Chin. Med. Materia Medica, 2016, 37(11): 83-85.
- [4] 刘辉辉,沈岚,毛碧增.金线莲化学成分、药理及组织培养研究进展[J].药物生物技术,2015,22(6):553-556.
Liu H H, Shen L, Mao B Z. Chemical composition research progress of pharmacological action and vitro culture in shorthairy antenoron (*Anoectochilus roxburghii*) [J]. Pharm. Biotechnol., 2015, 22(6): 553-556.
- [5] 魏文文,江新晓,林秀莲.金线莲研究现状[J].园艺与种苗,2016(7):6-8,18.
Wei W W, Jiang X X, Lin X L. Research status of *Anoectochilus roxburghii* [J]. Hort. Seed, 2016(7): 6-8, 18.
- [6] 谭晓菁,苏成雄,俞信光,等.金线莲药用价值与种苗快繁技术研究进展[J].药物生物技术,2017,24(1):88-91.
Tan X J, Su C X, Yu X G, et al.. Research progress on medicinal value and seedlings quick reproduction of *Anoectochilus roxburghii* [J]. Pharm. Biotechnol., 2017, 24(1): 88-91.
- [7] 甘金佳,蒋水元,李虹,等.广西金线莲野生资源现状及保护策略[J].北方园艺,2016(9):160-164.
Gan J J, Jiang S Y, Li H, et al.. Current situation of wild resources and protection strategy of *Anoectochilus roxburghii* in Guangxi [J]. Northern Hort. 2016(9): 160-164.
- [8] 洪琳,邵清松,周爱存,等.金线莲产业现状及可持续发展对策[J].中国中药杂志,2015,40(23):553-558.
Hong L, Shao Q S, Zhou A C, et al.. Current status and sustainable development countermeasures of *Anoectochilus roxburghii* [J]. China J. Chin. Materia Medica, 2015, 40(23): 553-558.
- [9] 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.
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. Materia Medica, 2016, 41(2): 160-166.
- [10] 陈泳和,饶宝蓉,江文清,等.武夷山金线莲特征特性及林下栽培技术[J].福建农业科技,2013(12):32-34.
Chen Y H, Rao B R, Jiang W Q, et al.. Characteristics and intercropping techniques of *Anoectochilus roxburghii* under forests in Wuyishan area [J]. Fujian Agric. Technol., 2013(12): 32-34.
- [11] 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.
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. Materia Medica, 2014, 39(6): 955-958.
- [12] 魏翠华,谢宇,秦建彬,等.不同肥料处理对金线莲产量和品质的影响[J].福建农业学报,2015,30(8):793-796.
Wei C H, Xie Y, Qin J B, et al.. Effect of fertilizations on yield and quality of *Anoectochilus roxburghii* [J]. Fujian J. Agric. Sci., 2015, 30(8): 793-796.
- [13] 周伟,宋丽莎,卢光伍,等.三种栽培基质对金线莲生长及有效成分的影响[J].黔南民族师范学院学报,2016,36(3):120-124.
Zhou W, Song L S, Lu G W, et al.. The effect of three kinds of substrates on the growth and effective components of *Anoectochilus roxburghii* [J]. J. Qiannan Norm. Univ. Nationalities, 2016, 36(3): 120-124.
- [14] 吴江,马桂莲,冯初国,等.不同栽培模式对金线莲产量及有效成分的影响[J].林业科技,2015,40(4):24-25.

- Wu J, Ma G L, Feng C G, *et al.*. The effects of different cultivation methods on yield and active constituent content of *Anoetochilus roxburghii* [J]. *Forestry Sci. Technol.*, 2015, 40 (4): 24-25.
- [15] 何碧珠, 邹双全, 刘江枫, 等. 光照强度与栽培模式对金线莲生长及品质影响 [J]. *中国现代中药*, 2015, 17 (12): 1292-1295.
- He B Z, Zou S Q, Liu J F, *et al.*. Effects of light intensity and cultivation mode on growth and quality of *Anoetochilus roxburghii* [J]. *Modern Chin. Med.*, 2015, 17 (12): 1292-1295.
- [16] 吴水华, 程伟青. 不同栽培方式对金线莲中多糖含量的影响 [J]. *现代中药研究与实践*, 2016, 30 (6): 8-11.
- Wu S H, Cheng W Q. Effects of different cultivation methods on polysaccharide content of different *Anoetochilus roxburghii* [J]. *Res. Practice Chin. Med.*, 2016, 30 (6): 8-11.
- [17] 陈继富, 田启建, 刘世彪. 不同栽培方式对罗汉果生长、结果及品质的影响 [J]. *热带作物学报*, 2012, 33 (12): 2185-2189.
- Chen J F, Tian Q J, Liu S B. Effects of different cultivation modes on growth, fructification and fruit quality of *Siraitia grosvenorii* [J]. *Chin. J. Tropical Crops*, 2012, 33 (12): 2185-2189.
- [18] 罗在柴, 杨洋, 吴仕艳. 不同栽培方式铁皮石斛的产量与品质分析 [J]. *贵州林业科技*, 2016, 44 (3): 14-18.
- Luo Z Q, Yang Y, Wu S Y. Analysis on yield and quality of *Dendrobium candidum* of different cultivation patterns [J]. *Guizhou Forestry Sci. Technol.*, 2016, 44 (3): 14-18.
- [19] 李稳宏, 王锋, 李多伟, 等. 银杏不同部位中黄酮含量分析方法研究 [J]. *食品科学*, 2005, 26 (12): 187-189.
- Li W H, Wang F, Li D W, *et al.*. Study on the analytical methods of the Ginkgo flavonoid in different parts of *Ginkgo biloba* L [J]. *Food Sci.*, 2005, 26 (12): 187-189.
- [20] 张锦雀, 吴晓珊, 朱善岚, 等. 金线莲多糖苯酚-硫酸法测定条件的优化 [J]. *中国医院药学杂志*, 2010, 30 (2): 113-116.
- Zhang J Q, Wu X S, Zhu S L, *et al.*. Optimization of phenol-sulfuric acid determination conditions of polysaccharide in *Anoetochilus roxburghii* (Wall) Lindl by orthogonal test [J]. *Chin. J. Hospital Pharmacy*, 2010, 30 (2): 113-116.
- [21] 李志坚, 毛竹及阔叶树林冠下套种金线莲生长效果研究 [J]. *宁夏农林科技*, 2016, 57 (5): 18-19, 22.
- Li Z J. Study on growth of *Anoetochilus roxburghii* (Wall) Lindl. planted under the crown of moso bamboo and broad-leaved tree [J]. *Ningxia J. Agric. Forestry Sci. Technol.*, 2016, 57 (5): 18-19, 22.
- [22] 赵元藩. 金线莲的开发利用价值及林下栽培技术初步研究 [J]. *林业调查规划*, 2008, 33 (3): 61-63.
- Zhao Y P. Preliminary study on utilization value of *Anoetochilus roxburghii* and its cultivation technique under forest [J]. *Forest Inventory Planning*, 2008, 33 (3): 61-63.
- [23] 林晓红. 福建南靖金线莲产业发展的优势、问题及对策 [J]. *亚热带植物科学*, 2013, 42 (1): 82-85.
- Lin X H. The advantage, problem and development countermeasure of the industry of *Anoetochilus roxburghii* in Nanjing county, Fujian province [J]. *Subtropical Plant Sci.*, 2013, 42 (1): 82-85.
- [24] 沈廷明, 刘知远, 吴仲玉, 等. 金线莲开发利用价值及产业化发展思路 [J]. *海峡药学*, 2016, 28 (8): 7-11.
- Shen T M, Liu Z Y, Wu Z Y, *et al.*. The value of development and utilization of *Anoetochilus roxburghii* and the way of its industrialization development [J]. *Strait Pharm. J.*, 2016, 28 (8): 7-11.

(责任编辑: 温小杰)