



## 种植模式对巴戟天生长的影响

李美映, 邵玲, 林培华, 李伊敏, 郭珍招, 朱宇康

引用本文:

李美映, 邵玲, 林培华, 等. 种植模式对巴戟天生长的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2020, 28(2): 163–170.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11926/jtsb.4100>

---

## 您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

### 外来入侵植物与人工林下层植被结构的关联性

热带亚热带植物学报. 2020, 28(1): 10–16 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4050>

### 广东肇庆地区金线莲低海拔林下栽培研究

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

热带亚热带植物学报. 2017, 25(6): 546–553 <https://doi.org/10.11926/jtsb.3769>

### 遮荫对裸花紫珠苗期光合特性及总黄酮含量的影响

Effect of Shading on Photosynthetic Characteristics and Total Flavonoid Content of *Callicarpa nudiflora* Seedlings

热带亚热带植物学报. 2017, 25(6): 569–578 <https://doi.org/10.11926/jtsb.3751>

### 盐胁迫下外施脯氨酸和磷肥对青杨雌雄幼苗生长及生理特性的影响

Effects of Exogenous Proline and Phosphate Fertilizer on Growth and Physiological Traits of Female and Male *Populus cathayana* Seedlings under Salt Stress

热带亚热带植物学报. 2016, 24(6): 696–702 <https://doi.org/10.11926/j.issn.1005-3395.2016.06.014>

### 浙麦冬块根与须根主要成分比较

Comparison of Main Compositions in Tuberos and Fibrous Roots of *Ophiopogon japonicus*

热带亚热带植物学报. 2016, 24(2): 215–222 <https://doi.org/10.11926/j.issn.1005-3395.2016.02.013>

# 种植模式对巴戟天生长的影响

李美映<sup>1a</sup>, 邵玲<sup>1b\*</sup>, 林培华<sup>2</sup>, 李伊敏<sup>1b</sup>, 郭珍招<sup>1a</sup>, 朱宇康<sup>1a</sup>

(1. 肇庆学院, a. 生命科学学院; b. 食品与制药工程学院, 广东 肇庆 526061; 2. 德庆县农业技术推广中心, 广东 肇庆 526600)

**摘要:** 为探讨种植模式对中药材巴戟天(*Morinda officinalis*)生长的影响, 对两种种植模式下巴戟天生长性状进行了研究。结果表明, 坡地连片种植基地(PLZ)的土壤有效矿质营养和有机质含量分别低于坡地围林种植基地(PWZ)的 24%~28% 和 38%~43%, 差异极显著( $P<0.01$ )。PWZ 种植 3 年的巴戟天茎、叶和肉质根形态指标均显著优于 PLZ 的( $P<0.01$ ); 但随着栽培时间的延长, PLZ 的巴戟天肉质根性状逐渐优于 PWZ 的, PLZ 的 6 a 生巴戟天单株产量是 PWZ 的 1.16~1.17 倍; 肉质根多糖、总黄酮和原花青素含量均显著高于 PWZ 的( $P<0.01$ ), 且有效成分含量均随种植时间的延长呈上升趋势( $P<0.01$ )。可见, 巴戟天在 PLZ 模式下的肉质根质量好, 入药更符合国家药典优品性状的要求。同时, 建议合理增加肉桂围林种植基地的光照量, 抑制藤苗生长, 以提高巴戟天肉质根的产量和有效成分积累。

**关键词:** 巴戟天; 种植模式; 生长; 有效成分; 肇庆

doi: 10.11926/jtsb.4100

## Effect of Planting Pattern on the Growth of *Morinda officinalis*

LI Mei-ying<sup>1a</sup>, SHAO Ling<sup>1b\*</sup>, LIN Pei-hua<sup>2</sup>, LI Yi-min<sup>1b</sup>, GUO Zhen-zhao<sup>1a</sup>, ZHU Yu-kang<sup>1a</sup>

(1a. College of Life Science; 1b. School of Food Pharmaceutical Engineering, Zhaoqing University, Zhaoqing 526061, Guangdong, China; 2. Deqing County Agricultural Technology Promotion Center, Zhaoqing 526600, Guangdong, China)

**Abstract:** In order to understand the planting patterns on the growth of *Morinda officinalis*, its growth status was studied under two planting patterns in Gaoliang Town, Zhaoqing City, Guangdong. The results showed that the contents of available mineral nutrients and organic matter in soil of sloping land contiguous planting base (PLZ) were lower than those of slope surrounded by forest planting base (PWZ) by 24%–28% and 38%–43% ( $P<0.01$ ), respectively. The morphological indexes of stem, leaf and fleshy root of *M. officinalis* in PWZ were significantly better than those in PLZ ( $P<0.01$ ) after planting for 3 years. However, with the extension of cultivation time, the growth of fleshy roots in PLZ was better than that in PWZ. The yield of 6-year-old *M. officinalis* in PLZ was 1.16–1.17 times higher than that in PWZ. The contents of polysaccharides, total flavonoids and proanthocyanidins of *M. officinalis* in PLZ were significantly higher than those in PWZ ( $P<0.01$ ), and the contents of effective components increased along the cultivation years. Therefore, it was suggested that the fleshy root quality of *M. officinalis* was good under PLZ pattern, which as medicine was more in line with the requirements of national pharmacopoeia. At the same time, the planting base surrounded by cinnamon forest should reasonably increase the illumination and inhibit rattan growth of *M. officinalis*, so as to increase the yield of fleshy roots and accumulation of effective ingredients.

**Key words:** *Morinda officinalis*; Planting pattern; Growth; Effective ingredient; Zhaoqing

收稿日期: 2019-05-30 接受日期: 2019-08-04

基金项目: 肇庆市科技计划项目(2018N012); 广东省大学生科技创新培育专项(pdjh20190530)资助

This work was supported by the Plan Project for Science and Technology in Zhaoqing City (Grant No. 2018N012), and the Program for Science and Technology Innovation Training of College Students in Guangdong Province (Grant No. pdjh20190530).

\* 通信作者 Corresponding author. E-mail: shaoling@zqu.edu.cn

巴戟天为茜草科(Rubiaceae)植物巴戟天(*Morinda officinalis*)的干燥根, 又名巴戟、鸡肠风、鸡肠薯, 为多年生藤质草本植物, 以根入药, 有补肾壮阳、强筋骨、祛风湿的功效, 主治肾虚阳痿、宫冷不孕、月经不调、少腹冷痛、风湿痹痛、尿频遗尿等症<sup>[1-3]</sup>。现代药理研究表明, 巴戟天中主要含有蒽醌类、环烯醚萜类、多糖、寡糖等活性成分, 具有抗疲劳、抗氧化、降血糖、增强人体免疫等功能<sup>[4-5]</sup>。

巴戟天原产南亚热带、热带地区温暖湿润的次生林下, 生长适温为 20℃~25℃, 喜温暖, 怕严寒, 对生长环境有特定的要求, 喜土质疏松、肥沃的砂质红壤<sup>[5-6]</sup>。我国巴戟天主要分布于广东、广西、福建、海南等地, 因野生资源逐年萎缩, 现以人工栽培品种为药材基源。肇庆市位于广东省中部偏西地区, 西江中游北岸, 为南亚热带季风气候, 西北部以中高丘陵为主, 土壤多为酸性的山地红壤和赤红壤<sup>[7]</sup>。肇庆市是巴戟天的道地产区, 种植巴戟天有近 270 余年的历史, 我国销售的巴戟天主要产自本区<sup>[8]</sup>。目前肇庆巴戟天种植面积占全国 90%, 以高要区和德庆县为主, 产量约占全国总产量的 85%, 巴戟天种植业也逐步规模化和行业化<sup>[9-10]</sup>。

德庆县高良镇有九成以上农户从事南药巴戟天种植, 从种苗的繁育、种植管理、采收、初加工等, 各户自成体系。巴戟天种植模式上, 当地一般选择东南向低山丘陵, 于种植前将山坡的灌木连根挖出, 就地烧成草木灰, 连片整山种植, 4~5 a 后收成。近年来, 当地部分种植户在肉桂山林地内, 选择东南向的方位, 小面积伐林整地种植巴戟天, 简称坡地围林种植。本试验以巴戟天两种种植模式为研究对象, 系统比较不同种植模式下巴戟天的生长性状及其根系有

效成分的差异, 为有效指导肇庆地区巴戟天的规范化种植, 提高巴戟天的入药品质, 建设肇庆市巴戟天道地产区产业标准化种植基地提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

德庆县位于广东肇庆中部偏西地区, 西江中游北岸, 地处东经 111°32'~112°17', 北纬 23°04'~23°30', 年均气温 20℃~22℃, 年均降水量 1 500~1 550 mm。高良镇为德庆巴戟天主产区, 广东省农业“一乡一品”的示范点, 全镇现有巴戟天种植面积 2 133.4 hm<sup>2</sup>, 年产 3 800 t<sup>[11-12]</sup>。两个巴戟天种植模式基地位于高良镇平治片区, 品种为密梗巴戟天(*Morinda officinalis* How 'vr.uniflora'), 当地称为“黑穗仔”。坡地连片种植模式(PLZ)山地开垦面积大, 约为 1.33 hm<sup>2</sup>; 坡地围林种植(PWZ)模式以小面积种植为主, 约为 0.33 hm<sup>2</sup>, 四周为 3~4 a 生的成片肉桂林。两个基地于 2013 年秋季将山上的林木杂草清除烧灰作肥料, 冬季开荒深翻土, 春季横坡起畦。每年的春季持续种植巴戟天, 种苗为扦插苗, 每穴插条 2~3 株, 穴距为 13.5~14.8 cm, 行距通常为 36.4~44.3 cm。基地现有 3、4 和 6 a 生的巴戟天植株, 可分批次采收。两基地巴戟天日常田间管理一致, 每年的 3~4 月份, 通常将 2 a 生以上的植株离茎基 5~6 cm 以上的藤蔓切割, 待其重新抽芽长苗。2018、2019 年的 3~4 月, 选择晴天对两种种植基地(PLZ 和 PWZ)开展跟踪调研(表 1)。2018 年主要调查种植 3 a 未割蔓前巴戟天植株的生长情况, 2019 年采收不同年份的巴戟天肉质根进行比较。

表 1 两种种植基地生境概况

Table 1 Habitats of two planting base of *Morinda officinalis*

种植模式 Planting pattern	经度 Longitude (E)	纬度 Latitude (N)	方位 Position	坡度 Slope (°)	海拔 (m) Altitude	基质类型 Matrix type
PLZ	111°56'33"	23°17'12"	东南 Southeast	30~40	90~100	砂红壤 Sandy red soil
PWZ	111°56'31"	23°17'10"	东北 Northeast	25~35	90~100	赤红壤 Red soil

PLZ: 坡地连片种植基地; PWZ: 坡地围林种植基地。以下图表同。

PLZ: Sloping land contiguous planting base; PWZ: Slope surrounded by forest planting base. The same is following Tables and Figures.

### 1.2 仪器和试剂

**仪器** HOLUX 长天 M-241 型蓝牙 GPS 仪(北京合众思壮科技有限公司); YN-4000 型智能汉显多功能土壤肥料养分速测仪(河南农大迅捷测试

技术有限公司); DS-Y500A 型粉碎机(上海顶帅电器有限公司); BSA124S-CW 型电子天平、PB-10 型酸度计[赛多利斯科学仪器(北京)有限公司]; DHG-9145A 型电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限

公司); HH-4 型数显恒温水浴锅(国华电器有限公司); TDL-60B 型低速台式离心机(广州市深华生物技术有限公司); RE-52AA 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂); SHZ-D(III)型循环水式真空泵(巩义市予华仪器有限责任公司); V-5000 型紫外可见分光光度计(上海元析仪器有限公司); SB-100DT 型超声波清洗器(宁波新芝生物科技股份有限公司); BCD-295WYL 型冰箱[海信容声(广东)冰箱有限公司]。

**试剂** 重铬酸钾、葡萄糖粉、有机质缓氧化剂、储备用土壤混合标准液、土壤浸提剂等购自河南托普有限公司。纤维素酶、香草醛、儿茶素、芦丁标准品由上海源叶生物科技有限公司生产。乙醇、氢氧化钠、硫酸、丙酮、苯酚、硝酸铝、亚硝酸钠、无水三氯化铝、甲醇、浓盐酸等均为分析纯, 由国药集团化学试剂有限公司生产。

### 1.3 方法

**种植基地环境状况** 用手持蓝牙 GPS 仪测定种植基地的经度、纬度、坡度、海拔高度等地形因子, 通过中国气象局数据共享平台获得当地年均气温和年均降水量数据。

**土壤理化性质检测** 采用“W”形均匀选取 5 个点, 除去地表杂质, 再用铁锹挖成“V”形小坑, 记录土壤基质类型, 采集 10~25 cm 垂直深度的土样, 用智能汉显多功能土壤肥料养分速测仪测定土样的有机质、速效钾、铵态氮、速效磷等含量<sup>[13]</sup>。

**巴戟天形态性状的测定** 实地调查记录种植品种、栽种形式、每穴株数、生长期、预测产量、成活率等, 用皮尺测量株距、行距和株高。采集各基地代表性巴戟天植株 20 株, 记录枝条枯萎情况, 估算植株耐寒性(未枯萎枝条/全部枝条 ×100%), 记录叶形、叶序、叶色、肉质根等性状。用直尺测量叶片长度、宽度、叶柄长度和根的长度, 用数显游标卡尺测量叶片厚度和叶柄、茎、根的直径等。将肉质根置于电热恒温鼓风干燥箱中烘至恒重, 观察烘干前后根肉颜色的变化, 用解剖刀将茎、肉质根切开, 估算茎的木质化程度(木质部直径/横截面直径 ×100%), 观察根部的木心情况。肉质根清洗后, 在 60℃ 干燥至恒重, 粉碎, 过三号药筛, 置干燥器内备用。

**总黄酮含量的测定** 参考吴凌凤等<sup>[14]</sup>的乙醇超声提取法测定, 先制作芦丁标准曲线( $y=9.7545x-0.0045$ ,  $R^2=0.9992$ ), 称取巴戟天肉质根粉

末 1 g, 置 100 mL 锥形瓶中, 加 75% 的乙醇 30 mL, 浸润 30 min, 超声提取 30 min, 过滤, 移取滤液 5 mL 置 25 mL 容量瓶中, 按芦丁对照品标准曲线制作方法, 显色后于 500 nm 处测吸光度, 总黄酮含量(mg/g DW) =  $(A+0.0045) \times V \times 6 / 9.7545M$ , 式中,  $A$  为吸收值,  $V$  为体积,  $M$  为药材质量。

**原花青素含量的测定** 参考林芳花等<sup>[15]</sup>的方法, 先绘制儿茶素标准曲线( $y=0.003x+0.0083$ ,  $R^2=0.9993$ ), 精密称取巴戟天粉末 2 g, 加入料液比为 1:25 的乙醇溶液, 于 60℃ 超声提取 30 min, 滤液定容至 50 mL 容量瓶中, 摇匀, 测定其吸光度。原花青素含量(mg/g DW) =  $(A-0.0083) \times V / 3M$ , 式中,  $A$  为吸收值,  $V$  为体积,  $M$  为药材质量。

**巴戟天多糖含量的测定** 采用苯酚-硫酸法<sup>[16]</sup>。先绘制标准曲线( $y=0.0102x+0.0025$ ,  $R^2=0.9951$ ), 称取巴戟天 5 g, 按 1:10 (50 mL) 加水煮沸后冷却放置。然后称取 1 g 纤维素酶, 按照 1:10 (10 mL) 加入蒸馏水, 置于 40℃ 水浴锅内活化 0.5 h, 得 10% 的纤维素酶溶液。配制 0.5% 的纤维素酶和巴戟天水混合液, 用 0.1% HCl 调节 pH 至 5, 在 50℃ 下不时搅拌进行多糖提取(2 h)。将提取液置于电炉上加热 5~10 min 后, 用离心机(16 000 ×g)离心 10 min, 得巴戟天多糖提取液, 用旋转蒸发器浓缩, 加入 3~4 倍体积的 95% 乙醇沉淀, 将固体沉淀物依次用 95% 的乙醇、无水乙醇、丙酮洗涤。烘干后得到巴戟天多糖(粗多糖), 称量。精密称取 10 mg 巴戟天粗多糖样品, 配制成 0.1 mg/mL 的粗多糖溶液。准确吸取 1.0 mL 溶液于 490 nm 波长处测吸光度。巴戟天多糖含量(% DW) =  $(A-0.0025) \times W / 100kM \times 100\%$ , 其中,  $A$  为吸光度,  $W$  为粗多糖总质量,  $k$  为标准曲线系数,  $M$  为原料巴戟天的质量。

### 1.4 数据处理

每个样品重复测量 3 次, 用 WPS Office 作图, 数据用 SPSS 23.0 软件中 LSD 法检验组间差异的显著性, 以  $P < 0.05$  表示差异显著,  $P < 0.01$  表示差异极显著。用 SPSS 软件进行析因分析法比较数据间的相关性。

## 2 结果和分析

### 2.1 种植基地土壤理化性质

PLZ 和 PWZ 的土壤基质为红壤, 均为酸性土

壤, PLZ 砂质含量稍多, PWZ 为赤红壤。从表 2 可见, 除了速效磷含量两者差异不大外, PWZ 土壤的铵态氮、速效钾含量是 PLZ 的 1.34~1.58 倍, 有

机质含量差异极显著( $P<0.01$ )。PWZ 的土壤水分含量比 PLZ 高 13.66%。这表明巴戟天 PWZ 的土壤肥力和持水能力优于 PLZ。

表 2 种植基地土壤理化性质

Table 2 Soil physical and chemical properties of planting bases

种植基地 Planting base	NH <sub>4</sub> -N (mg/kg)	速效磷 (mg/kg) Available P	速效钾 (mg/kg) Available K	有机质 /% Organic matter	水分含量 /% Moisture content	pH
PLZ	8.65 ±0.21Bb	33.54 ±1.50Aa	37.18 ±0.51Bb	3.72 ±0.58Bb	18.74 ±0.50Bb	2.66 ±0.15Aa
PWZ	11.59 ±0.15Aa	34.07 ±1.06Aa	58.86 ±2.19Aa	6.56 ±0.25Aa	21.30 ±0.28Aa	2.65 ±0.17Aa

同列数据后不同大、小写字母分别表示差异极显著( $P<0.01$ )和差异显著( $P<0.05$ )。表 6 同。

Data followed different capital and small letters within column indicate significant differences at 0.01 and 0.05 levels, respectively. The same is Table 6.

## 2.2 巴戟天生长的比较

巴戟天种植 3 a 后, PWZ 与 PLZ 的植株成活率均达 60% 以上, PWZ 的较高; PWZ 的株高为 77.2~78.6 cm, 约为 PLZ 的 1.6 倍, 单株肉质根产量比 PLZ 高 23.6%~24.5% (表 3)。种植 4 a 后两个基地的巴戟天单株肉质根产量相近, 但 6 a 后 PLZ 的巴戟天单株肉质根产量是 PWZ 的 1.16~1.17 倍。这表明随着种植时间的递增, PLZ 种植模式更有利于巴戟天肉质根的生长。

## 2.3 巴戟天的形态性状比较

**叶的形态** 从表 4 可见, 两个种植基地栽种的巴戟天, 叶对生, 叶表面革质, 有突起, 上下表面被短细毛, 椭圆形, 短渐尖。PLZ 的巴戟天叶青绿色, 而 PWZ 的呈深绿色。PLZ 的叶脉数

为 9~13 条, PWZ 的则为 9~16 条。从叶长、叶宽、叶厚度上分析, PWZ 种植的巴戟天叶片质量优于 PLZ 的。

**茎的形态** 两种种植模式下巴戟天的茎近圆柱状, 直立多分枝, 嫩枝表面有粗毛, 老枝无毛粗糙, 髓部中空。PWZ 种植的巴戟天茎木质层呈雪花状, 而 PLZ 的呈齿轮状。PWZ 种植的巴戟天的茎较粗, 直径(8.3~8.6 mm)约为 PLZ (7.1~7.4 mm)的 1.17 倍; 木质化程度较好, PWZ (73.5%~77.6%)比 PLZ (68.2%~72.1%)高约 7.7%。2017 年 11 月至 2018 年 1 月种植区出现持续低温寒潮, 最低温为 1℃ 左右, 对植株造成一定的冷害, 从现场植株恢复情况分析, PWZ 种植的巴戟天植株耐冷性(89.5%~91.2%)显著优于 PLZ 模式(66.5%~68.7%)的。

表 3 两种种植模式下巴戟天的生长

Table 3 Growth of *Morinda officinalis* under two planting patterns

种植模式 Planting pattern	成活率 /% Survival	株高 Height (cm)	肉质根产量 Yield of fleshy root (kg)		
			3 a	4 a	6 a
PLZ	60.0~67.5	47.9~49.2	0.53~0.55	0.68~0.70	1.30~1.35
PWZ	63.3~70.6	77.2~78.6	0.66~0.68	0.70~0.72	1.12~1.15

表 4 两种种植模式下巴戟天叶的形态比较

Table 4 Comparison of leaf morphology of *Morinda officinalis* under two planting patterns

种植模式 Planting pattern	叶脉数 Leaf vein number	长度 (cm) Length	宽度 (cm) Width	厚度 (mm) Thickness
PLZ	9~13	5.7~6.5	2.4~2.5	0.1~0.2
PWZ	9~16	6.3~7.4	2.7~2.9	0.2~0.3

**肉质根的形态** 两个基地种植的巴戟天肉质根肥厚, 呈圆柱形, 不规则断续膨大, 呈念珠状, 须根多, 每条肉质主根的 10~15 cm 处, 须根侧生

膨大为次级肉质根。表皮灰黄色, 具不规则细纵皱纹和疣状突起, 根肉微紫红色, 烘干后均呈紫蓝色 (图 1)。PWZ 的巴戟天肉质根表皮比 PLZ 的光滑。

栽种 3~4 a 后, PWZ 的巴戟天肉质根长度为 31.1~38.9 cm, 直径为 10.6~13.5 mm, 肉质根的生长优于 PLZ; 但栽种 6 a 后, PLZ 的巴戟天肉质根的长度和直径是 PWZ 的 1.13~1.27 倍, 单株肉质根系有

4~6 条, 根肉直径是 PWZ 的 1.23~1.35 倍。这表明随着种植时间的延长, PLZ 的巴戟天肉质根的形态性状逐渐优于 PWZ 的, 单株根产量也明显提高(表 5)。



图 1 两种种植模式下巴戟天的根系形态。A: PLZ 4 a 生; B: PWZ 4 a 生; C: PLZ 6 a 生; D: PWZ 6 a 生。

Fig. 1 Root morphology of *Morinda officinalis* under two planting patterns. A: 4-year-old in PLZ; B: 4-year-old in PWZ; C: 6-year-old in PLZ; D: 6-year-old in PWZ.

表 5 两种种植模式下巴戟天肉质根形态的比较

Table 5 Comparison of fleshy root morphology of *Morinda officinalis* under two planting patterns

种植模式 Planting pattern	株龄 Age (a)	根系长度 Root length (cm)	根系直径 Root diameter (mm)	木芯直径 Wood core diameter (mm)	根肉直径 (mm) Root flesh diameter	根数 Number
PLZ	3	25.3~26.3	8.0~8.6	2.2~2.3	5.7~6.4	3~4
	4	29.6~34.8	8.8~9.8	2.2~2.4	6.4~7.6	4~6
	6	45.6~49.7	15.9~16.3	2.6~2.9	13.0~13.7	4~6
PWZ	3	31.1~33.8	10.6~11.6	2.2~2.3	8.3~9.4	4~5
	4	34.2~38.9	12.2~13.5	2.6~2.8	9.4~10.9	3~5
	6	40.5~42.2	12.5~13.8	2.7~2.9	9.6~11.1	3~5

## 2.4 肉质根的有效成分

从表 6 可见, 不同种植模式下, 相同年份的巴戟天肉质根有效成分含量存在极显著差异( $P<0.01$ ), PLZ 的 3 种有效成分含量均极显著高于 PWZ 的。在 3~6 a 的栽种期内, 3 种有效成分含量均随种植时间的延长呈明显上升趋势, 6 a 生的巴戟天各有

效成分含量均达最高( $P<0.01$ )。

用析因统计法进行的相关性分析表明(表 7), 种植年份与肉质根中总黄酮、原花青素和多糖含量呈极显著正相关, 相关系数分别为 0.832、0.790 和 0.856; 种植模式与有效成分含量呈显著负相关。这表明巴戟天有效成分积累与种植年份的关系更密切。

表 6 7 两种种植模式巴戟天肉质根的有效成分含量

Table 6 Comparison of active ingredients in fleshy roots of *Morinda officinalis* in different years under two planting patterns

种植模式 Planting pattern	总黄酮 Flavonoids (mg/g DW)			原花青素 Procyanidins (mg/g DW)			多糖 Polysaccharide /%		
	3 a	4 a	6 a	3 a	4 a	6 a	3 a	4 a	6 a
PLZ	2.12 ± 0.04Aa	3.30 ± 0.05Aa	4.35 ± 0.07Aa	1.34 ± 0.02Aa	1.44 ± 0.03Aa	1.57 ± 0.04Aa	21.09 ± 0.78Aa	28.30 ± 0.33Aa	37.21 ± 0.94Aa
PWZ	1.62 ± 0.04Bb	3.11 ± 0.12Aa	3.80 ± 0.08Bb	1.05 ± 0.03Bb	1.30 ± 0.02Bb	1.48 ± 0.02Bb	14.68 ± 1.12Bb	20.78 ± 0.50Bb	29.27 ± 0.40Bb

表 7 巴戟天肉质根有效成分与种植模式、种植年份的相关性

Table 7 Correlation among effective component content in fleshy roots of *Morinda officinalis*, planting patterns and years

	种植模式 Planting pattern	种植年份 Planting year	总黄酮 Flavonoids	原花青素 Procyanidins	多糖 Polysaccharide
种植模式 Planting pattern	1				
种植年份 Planting year	0	1			
总黄酮 Flavonoids	-0.043	0.832**	1		
原花青素 Procyanidins	-0.510*	0.790**	0.832**	1	
多糖 Polysaccharide	-0.499*	0.856**	0.767**	0.946**	1

\*:  $P < 0.05$ ; \*\*:  $P < 0.01$ 

### 3 结论和讨论

肇庆高良镇平治片区巴戟天两种种植模式基地(PLZ 和 PWZ)相邻, 海拔、方位朝向、坡度基本一致, 土壤基质均为红壤, 呈酸性, 土质疏松, 排水良好, 主栽品种均为密梗巴戟天。山地肉桂林内建畦种植巴戟天, 改良了土壤的水源涵养功能, PWZ 基地土壤的持水量比 PLZ 基地增加 12%。同时, 肉桂树成林速度快, 经过 3~4 a 的生长, 林内土壤动物、微生物种类更为丰富, 有效改善了林地内土壤结构, 提高土壤的肥力<sup>[17]</sup>。PLZ 基地土壤的有效矿质营养(速效磷+铵态氮+速效钾)和有机质含量分别比PWZ基地的低 24%~28%和 38%~43%, 差异极显著( $P < 0.01$ )。

土壤肥力是影响巴戟天生长的因素之一, PWZ 的土壤肥力好, 巴戟天地上部分的长势均优于 PLZ 基地。巴戟天种植 3 a 后, PWZ 的植株高达 77.2~78.6 cm, 约为 PLZ 的 1.6 倍, 植株叶片的平均长度、宽度、厚度均比 PLZ 的高, 约为 PLZ 的 1.1~1.7 倍, 叶片呈深绿色, 叶脉数较多, 表明模式极显著促进了巴戟天植株地上部分的生长。巴戟天栽种 3 a 后, PWZ 的植株地下部分(肉质根)长势也优于 PLZ, 但随着栽培时间的延长, PLZ 基地的巴戟天肉质根长势逐渐优于 PWZ 基地, 到了第 6 年, PLZ 基地巴戟天的根部结薯量增加, 单株产量明显高于 PWZ 基地的, 是 PWZ 的 1.16~1.17 倍; 其肉质根肥厚, 木心小, 根肉淡紫红色或淡紫色, 直径是 PWZ 的 1.23~1.35 倍。参照 2015 版《中国药典》标准, 巴戟天以条粗、连珠状、肉厚色紫木心细者的品质为佳<sup>[3]</sup>, 可见 PLZ 模式的巴戟天用药部位生物学性状符合国家药典优品的要求。

中药质量的优劣主要取决于药材中有效成分的含量。药理活性研究表明, 黄酮类、多糖为巴戟

天的主要化学成分<sup>[18-20]</sup>。巴戟天多糖具有提高机体免疫力、抗骨质疏松、抗抑郁、抗衰老、心肌保护、生殖系统保护等多种药理活性<sup>[4]</sup>。原花青素、黄酮类成分能增强机体的运动储备能力, 具有抗疲劳、促进机体自我调节的功能<sup>[14]</sup>。本研究结果表明, PLZ 模式采收的肉质根, 在 3~6 a 的栽种期内, 巴戟天多糖、总黄酮和原花青素含量均显著优于 PWZ 的 ( $P < 0.01$ ), 且有效成分含量均随种植时间的增加呈上升趋势, 两种种植模式均以 6 a 生植株的有效成分含量最高。相关性分析表明, 巴戟天有效成分积累与种植年份的相关性显著( $P < 0.01$ )。

野生巴戟天通常生长在疏林下, 为乔灌木植物所荫蔽, 在自然环境长期影响下, 形成了耐荫的特性, 但其根系在光照强的环境中生长较好<sup>[21]</sup>。PWZ 基地的土壤贮水能力、肥力和林间温湿度的小气候环境显著优于 PLZ 基地, 植株地上部长势和耐冷性提高。但是巴戟天以地下部为药基源, 幼株喜阴, 成株喜阳, 整个生长过程需要满足“前阴后阳, 上阳下阴”的特点。PWZ 模式并不利于肉质根的生长。研究表明<sup>[22-25]</sup>, 肥力中等、含氮低的土壤基质更适宜巴戟天的生长。光对巴戟天具有全面促进作用, 可有效抑制藤伸长, 促进光合产物向根部运输, 使藤重于根的低产状态变为根重于藤的高产状态<sup>[26-27]</sup>。PWZ 模式的土壤理化性质和林间气候环境较优, 由于四周有肉桂林木的遮挡, 基地日照时数较短, 巴戟天地上部有徒长的趋势, 并不适宜肉质根生长及其品质的形成。PLZ 基地的光照强度、昼夜温差大于 PWZ 基地, 有利于肉质根中多糖类物质、黄酮类和原花青素等次生产物的合成, 3~6 a 生的肉质根有效成分含量明显高于 PWZ 基地。因此肇庆巴戟天的种植模式主要以坡地连片种植为主, 但是, 坡地连片种植巴戟天, 其种植及采收均要经过土地全垦深挖过程, 露出大面积山地裸土, 易产生

水土流失的隐患。因此,采用 PWZ 模式种植巴戟天,建议在种植 3 a 后适时修剪巴戟天植株的枝条和四周植物的枝叶,降低基地的荫蔽度,增加巴戟天栽培地的有效光照及时间,抑制巴戟天藤苗的生长,以提高肉质根的产量及其药效物质的积累。

**致谢** 肇庆市高要区董福行农林高新科技种植管理有限公司,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,肇庆学院林彩凤、李映仪同学参与试验工作,谨此致谢。

## 参考文献

- [1] LIN M Z, ZHENG S, TIAN H Q. Study situation and prospects of the research on *Morinda officinalis* [J]. Subtrop Plant Sci, 2010, 39(4): 74–78. doi: 10.3969/j.issn.1009-7791.2010.04.019.  
林美珍, 郑松, 田惠桥. 巴戟天研究现状与展望 [J]. 亚热带植物科学, 2010, 39(4): 74–78. doi: 10.3969/j.issn.1009-7791.2010.04.019.
- [2] HE J Q, CHEN J. Experimental research progress on anti-osteoporosis mechanism of *Morinda officinalis* [J]. World J Integr Trad West Med, 2010, 5(6): 546–548,551.  
何剑全, 陈健. 巴戟天抗骨质疏松症作用机理的实验研究进展 [J]. 世界中西医结合杂志, 2010, 5(6): 546–548,551.
- [3] National Pharmacopoeia Committee. Pharmacopoeia of the People's Republic of China, Vol. 1 [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2015: 81–82.  
国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部) [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 81–82.
- [4] CHEN Z X, LIN L. Advances in *Morinda officinalis* [J]. J Chin Med Mat, 2001, 24(3): 209–211. doi: 10.3321/j.issn:1001-4454.2001.03.030.  
陈志霞, 林励. 巴戟天的研究进展 [J]. 中药材, 2001, 24(3): 209–211. doi: 10.3321/j.issn:1001-4454.2001.03.030.
- [5] FENG H Y, ZENG L J, HUANG H, et al. Study of the distribution and accumulation of rubiadin, monotropein and polysaccharide in roots, stems and leaves of *Morinda officinalis* [J]. W China J Pharm Sci, 2017, 32(2): 208–210. doi: 10.13375/j.cnki.wcjps.2017.02.030.  
冯鸿耀, 曾令杰, 黄涵, 等. 巴戟天根、茎、叶中甲基异茜草素、水晶兰苷、多糖的分布与积累研究 [J]. 华西药学杂志, 2017, 32(2): 208–210. doi: 10.13375/j.cnki.wcjps.2017.02.030.
- [6] SU X J. An analysis on the management technology of *Morinda officinalis* [J]. S China Agric, 2017, 11(2): 40,42. doi: 10.19415/j.cnki.1673-890x.2017.02.021.  
苏晓洁. 巴戟天种植管理技术浅析 [J]. 南方农业, 2017, 11(2): 40, 42. doi: 10.19415/j.cnki.1673-890x.2017.02.021.
- [7] LIU J, DING P, ZHAN R T, et al. Resource survey of medicinal plant of *Morinda officinalis* how in Guangdong and Fujian Provinces [J]. J Guangzhou Univ Trad Chin Med, 2009, 26(5): 485–487,504. doi: 10.3969/j.issn.1007-3213.2009.05.015.  
刘瑾, 丁平, 詹若挺, 等. 广东省和福建省巴戟天药用植物资源调查研究 [J]. 广州中医药大学学报, 2009, 26(5): 485–487,504. doi: 10.3969/j.issn.1007-3213.2009.05.015.
- [8] LIANG F. Study on genuine regional materia by chorography in certain regions during the Ming and Qing Dynasties [D]. Ji'nan: Shandong University of Traditional Chinese Medicine, 2010: 9–34.  
梁飞. 明清时期部分地区道地药材的方志文献研究 [D]. 济南: 山东中医药大学, 2010: 9–34.
- [9] ZHANG R J. Study on resources investigation and quality evaluation of the medicinal plant *Morinda officinalis* How [D]. Guangzhou: Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, 2016: 7–16.  
章润菁. 不同产地巴戟天资源调查及质量评价研究 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2016: 7–16.
- [10] HUANG S, YAO H R, CHEN J N, et al. Promoting modernization construction of industrial base of traditional Chinese medicine (TCM) and speeding up development of construction of Chinese medicine industry in Guangdong [J]. World Sci Technol (Mod Trad Chin Med), 2009, 11(2): 308–312.  
黄松, 姚化荣, 陈建南, 等. 发展中药现代化科技产业基地, 促进广东中医药强省建设 [J]. 世界科学技术(中医药现代化), 2009, 11(2): 308–312.
- [11] LUO M, SHU Y X, ZHANG W L, et al. Research progress of *Morinda officinalis* disease [J]. Agric Sci, 2018, 8(11): 1312–1317.  
罗梅, 舒永馨, 张伟丽, 等. 巴戟病害的研究进展 [J]. 农业科学, 2018, 8(11): 1312–1317.
- [12] JIN S Y, JIN P, LIU S T. Lingnan Road medicinal materials protected by legislation in Guangdong Province (II) [J]. Mod Hosp, 2017, 17(3): 431–432,437.  
靳士英, 靳朴, 刘淑婷. 广东省立法保护的岭南道地药材(二) [J]. 现代医院, 2017, 17(3): 431–432,437.
- [13] LU R K. Soil Agrochemical Analysis Methods [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2000: 146–203.  
鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 146–203.
- [14] WU L F. Studies on quality assessment of *Morinda officinalis Radix* [D]. Guangzhou: Guangdong Pharmaceutical College, 2014: 17–22.  
吴凌凤. 巴戟天药材的质量评价研究 [D]. 广州: 广东药学院, 2014: 17–22.



- [15] LIN F H, HUANG R H, LIAO J L, et al. Extraction and stability of procyanidine from the radix of *Morinda officinalis* How [J]. *Guangzhou Chem Ind*, 2015, 43(9): 54–57. doi: 10.3969/j.issn.1001-9677.2015.09.022.  
林芳华, 黄瑞华, 廖建良, 等. 巴戟天中原花青素的提取工艺及其稳定性 [J]. *广州化工*, 2015, 43(9): 54–57. doi: 10.3969/j.issn.1001-9677.2015.09.022.
- [16] GUO S H, WANG H M, HUANG T, et al. Determination of polysaccharide from *Morinda officinalis* How in Nanjing [J]. *J Fujian Coll Trad Chin Med*, 2016, 16(1): 32–33. doi: 10.3969/j.issn.1004-5627.2006.01.014.  
郭素华, 王和鸣, 黄涛, 等. 南靖巴戟天多糖的含量测定 [J]. *福建中医学院学报*, 2006, 16(1): 32–33. doi: 10.3969/j.issn.1004-5627.2006.01.014.
- [17] CHEN L J, JIANG H T, LI L J, et al. Study on soil physicochemical property of plantation of multi-layer forest for masson pine and cassia bark [J]. *Guangdong Agric Sci*, 2013, 40(11): 45–47, 51. doi: 10.3969/j.issn.1004-874X.2013.11.014.  
陈立金, 江海涛, 李丽娟, 等. 马尾松肉桂人工复层林土壤理化性质的研究 [J]. *广东农业科学*, 2013, 40(11): 45–47, 51. doi: 10.3969/j.issn.1004-874X.2013.11.014.
- [18] ZHENG N, WANG Q, YIN L L. Progress of kidney-reinforcing herbs of traditional Chinese medicine in treatment of multiple sclerosis [J]. *Chin Arch Trad Chin Med*, 2017, 35(3): 573–575.  
郑娜, 王奇, 尹琳琳. 补肾中药治疗多发性硬化的研究进展 [J]. *中华中医药学刊*, 2017, 35(3): 573–575.
- [19] SU X M, WANG H Q, CHEN R Y, et al. Advances in the study of chemical constituents and pharmacological activities of *Morinda officinalis* How [J]. *J Chin Med Mat*, 2017, 40(4): 986–991. doi: 10.13863/j.issn1001-4454.2017.04.053.  
苏现明, 王洪庆, 陈若芸, 等. 巴戟天属植物化学成分及药理活性研究进展 [J]. *中药材*, 2017, 40(4): 986–991. doi: 10.13863/j.issn1001-4454.2017.04.053.
- [20] SHANG C Y, HOU Q Z, PENG S L, et al. Preparation of proanthocyanidins molecularly imprinted polymers and research of adsorption properties [J]. *Shandong Chem Ind*, 2018, 47(23): 17–19. doi: 10.3969/j.issn.1008-021X.2018.23.007.  
尚彩英, 侯巧芝, 彭苏丽, 等. 原花青素分子印迹聚合物的制备及其吸附性能研究 [J]. *山东化工*, 2018, 47(23): 17–19. doi: 10.3969/j.issn.1008-021X.2018.23.007.
- [21] ZHANG H L. Analysis on climatic conditions for planting *Morinda officinalis* in Yongding County [J]. *Fujian Agric Sci Technol*, 2013(3): 40–43. doi: 10.3969/j.issn.0253-2301.2013.03.020.  
张惠莲. 永定县种植巴戟天气候条件分析 [J]. *福建农业科技*, 2013(3): 40–43. doi: 10.3969/j.issn.0253-2301.2013.03.020.
- [22] LIU J. The research of ecological factors and molecular mechanism which have influential to the genuineness of radix *Morindae officinalis* [D]. *Guangzhou: Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine*, 2009: 5–8.  
刘瑾. 巴戟天道地药材形成的生态因子及分子机制研究 [D]. *广州: 广州中医药大学*, 2009: 5–8.
- [23] DING P, ZHAN R T, XU H H. *Morinda officinalis* How [M]. *Beijing: China Traditional Chinese Medicine Press*, 2001: 41–47.  
丁平, 詹若挺, 徐鸿华. 巴戟天 [M]. *北京: 中国中医药出版社*, 2001: 41–47.
- [24] ZHAO D H, LI S F, HAN D C, et al. Study on the relationship between ecological environment and the growth of *Morinda officinalis* [J]. *J Chin Med Mat*, 1990(1): 3–6.  
赵达辉, 李仕芳, 韩德聪, 等. 生态环境与巴戟天生长关系的研究 [J]. *中药材*, 1990(1): 3–6.
- [25] LAN Z K. High-yield cultivation techniques of *Morinda officinalis* [J]. *Friends Farm (Theor)*, 2010(10): 21–22, 46.  
蓝子康. 巴戟天的高产栽培技术 [J]. *农家之友(理论版)*, 2010(10): 21–22, 46.
- [26] SHI Z Q, DENG X L, CAI Y Y. Analysis of meteorological factors in the area of *Morinda officinalis* production area based on regional automatic station [J]. *Fujian Sci Technol Trop Crops*, 2016, 41(3): 34–36. doi: 10.3969/j.issn.1006-2327.2016.03.011.  
施宗强, 邓晓璐, 蔡艺友. 基于区域自动站的巴戟天产区气象因子分析 [J]. *福建热作科技*, 2016, 41(3): 34–36. doi: 10.3969/j.issn.1006-2327.2016.03.011.
- [27] HUANG Z F. Light and *Morinda officinalis* [J]. *Fujian Sci Technol Trop Crops*, 1985(4): 25–26, 12.  
黄子复. 光与巴戟天 [J]. *福建热作科技*, 1985(4): 25–26, 12.