

· 中药资源 ·

云南省岩陀资源与适生环境因子分析[△]李海涛¹, 张高魁², 张忠廉¹, 王云强¹, 牛迎凤¹, 管燕红¹, 张丽霞^{1*}, 杨少华^{3*}

1. 中国医学科学院 药用植物研究所 云南分所 西双版纳州傣药南药重点实验室, 云南 景洪 666100;
2. 云南龙海天然植物药业有限公司, 云南 昆明 650501;
3. 云南省农业科学院 丽江高山经济植物研究所, 云南 丽江 474199

[摘要] **目的:** 岩陀是岩鹿乳康片等中成药的主要原料, 通过调查和分析, 为在云南开展岩陀药材的栽培提供种源选择和栽培区域科学依据。**方法:** 在云南省岩陀主要分布区开展了大量的实地调查的基础上, 用 SAS 9.2 对岩陀药材的基原植物、分布规律、指标成分和环境因子之间的关系进行研究和分析。**结果:** 常用的岩陀药材涉及到3个来源, 即西南鬼灯檠 *Rodgersia sambucifolia*、羽叶鬼灯檠 *Rodgersia pinnata* 和七叶鬼灯檠 *Rodgersia aesculifolia*, 并且受种源和环境因子的影响, 岩白菜素含量方面具有显著差异。**结论:** 在云南省, 岩陀最佳的栽培种源为西南鬼灯檠, 发展岩陀药材的栽培最佳地区为海拔在 2600 ~ 2800 m 丽江地区和禄劝县, 最佳土壤类型为黄壤或黄棕壤的偏酸性土壤, 年降雨量为 1000 ~ 1100 mm, 年均温 18 ~ 19 °C 的区域最为适合。

[关键词] 岩陀; 环境因子; 指标成分; 适宜区

[中图分类号] R282 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2019)10-1314-08

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20190604004

Analysis on Yantuo Resources and Suitable Environmental Factors in Yunnan ProvinceLI Hai-tao¹, ZHANG Gao-kui², ZHANG Zhong-lian¹, WANG Yun-qiang¹, NIU Ying-feng¹,
GUAN Yan-hong¹, ZHANG Li-xia^{1*}, YANG Shao-hua^{3*}

1. The Key Laboratory of Southern Dai Medicine, Xishuangbanna, Yunnan Branch, Institute of Medicinal Botany, Chinese Academy of Medical Sciences, Jinghong 666100, China;
2. Yunnan Longhai Natural Plant Pharmaceutical Co., Ltd., Kunming 650501, China;
3. Lijiang Alpine Institute of Economic Botany, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Lijiang 474199, China

[Abstract] **Objective:** Yantuo is a main raw material of Yanlu Rukang tablet and other Chinese patent medicines. Through investigation and analysis, the study provides scientific basis for provenance selection and cultivation of Yantuo in Yunnan Province. **Methods:** Based on field investigations in the main distribution areas of Yantuo in Yunnan Province, the relationship between the original plants, distribution regularity, environmental factors and chemical composition of Yantuo was studied and analyzed by SAS 9.2. **Result:** The commonly used medicinal materials of Yantuo involve three sources: *Rodgersia sambucifolia*, *R. pinnata* and *R. aesculifolia*. The content of bergenin is significantly different due to the influence of provenance and environmental factors. **Conclusion:** In Yunnan province, the best provenance for cultivation of Yantuo was *R. sambucifolia*. The optimum areas for the cultivation of Yantuo are Lijiang and Luquan county at altitudes of 2 600 ~ 2 800 m, acidic soils of yellow or yellow brown soils, and regions with annual rainfall of 1 000 ~ 1 100 mm and annual average temperature of 18 ~ 19 °C are the most suitable areas for the cultivation of Yantuo.

[Keywords] Yantuo; environmental factor; target ingredients; suitable area

[△] [基金项目] 中央本级重大增减支项目(2060302); 云南省重大科技专项计划(2018ZF010-3)

* [通信作者] 张丽霞, 副研究员, 研究方向: 药用植物资源保护研究; Tel: (0691)2136981, E-mail: 87050233@qq.com
杨少华, 研究员, 研究方向: 药用植物资源和栽培技术研究; Tel: (0888)5121385, E-mail: 704488825@qq.com

药材岩陀为虎耳草科植物西南鬼灯檠 *Rodgersia sambucifolia* Hemsl. var. *sambucifolia* 和羽叶鬼灯檠 *Rodgersia pinnata* Franch. 的干燥根茎, 活血调经、祛风除湿、收敛止泻, 用于跌打损伤、骨折、月经不调、痛经、风湿疼痛、外伤出血、肠炎、痢疾。曾被1977年版《中华人民共和国药典》^[1]、1996年版《云南省中药材标准》^[2]、2003年版《贵州省中药材民族药材质量标准》^[3]收录。岩陀主产于云南、贵州、四川等省区^[4]。云南为岩陀的集中分布区, 历史产蕴量大, 年收购量曾达3000 t以上。

岩陀为岩鹿乳康片等中成药的主要原料植物, 近年随着市场需求量的不断增长, 各地产区野生资源量都急剧减少, 人工种植是保障药材可持续发展的有效途径。受云南龙海天然植物药业有限公司的

委托, 中国医学科学院药用植物研究所云南分所对岩陀药材在云南省的野生资源情况进行了调查, 对不同产区药材进行了品质测定分析。旨在摸清岩陀药材在云南省的分布情况, 并对云南省内岩陀的药材品质与环境因子之间的关系进行研究分析, 为发展人工种植提供科学的依据。

1 材料与数据

1.1 材料

岩陀药材样品采集于云南省昆明市、曲靖市、昭通市、大理州、丽江市、香格里拉市、玉溪市7个地州的20个县市, 共56份(见表1), 同时采集了凭证标本, 物种经过中国医学科学院药用植物研究所云南分所的李海涛副研究员鉴定。

表1 岩陀药材采集信息

采集号	基原	采集地	经度	纬度	海拔/m
X30	七叶鬼灯檠	云南省香格里拉县尼西乡	99°36'29.1"	27°56'8.5"	3525
X32	七叶鬼灯檠	云南省香格里拉县格咱乡朱尖村	99°44'5.7"	28°01'43.2"	3480
X3	西南鬼灯檠	云南省大理县喜州镇凤阳桥村	100°04'39.6"	25°50'38.9"	2752
X9	西南鬼灯檠	云南省剑川县金华镇庆华村	100°03'39.5"	26°31'34.6"	3172
X10	西南鬼灯檠	云南省玉龙县白沙乡岩脚村	100°10'52.4"	26°57'7.3"	3036
X12	西南鬼灯檠	云南省玉龙县白沙乡文海村	100°09'39.4"	27°00'24.0"	3042
X13	西南鬼灯檠	云南省玉龙县白沙乡文海村	100°10'15.8"	26°57'35.8"	3121
X14	西南鬼灯檠	云南省玉龙县白沙乡岩脚村	100°10'49.3"	26°56'59.4"	3055
X19	西南鬼灯檠	云南省宁蒗县西川乡大丁村旁	100°36'24.5"	27°04'57.4"	2018
X20	西南鬼灯檠	云南省宁蒗县金安乡羊场村旁	100°22'54.8"	26°58'35.7"	2403
X21	西南鬼灯檠	云南省古城区金山白族乡贵峰村	100°17'51.58"	26°47'22.77"	2367
X22	西南鬼灯檠	云南省永胜县羊坪乡	100°47'26.2"	26°45'20.6"	2710
X23	西南鬼灯檠	云南省永胜县大安乡宝坪村	100°31'13"	26°45'20"	2520
X24	西南鬼灯檠	云南省永胜县羊坪乡道班房村	100°47'4.7"	26°45'41.0"	2605
X39	西南鬼灯檠	云南省香格里拉县虎跳峡至左沟塘	99°53'52.5"	27°26'15.3"	3309
X40	西南鬼灯檠	云南省香格里拉县虎跳峡镇长胜村	99°53'24.2"	27°27'57.5"	3226
D1	西南鬼灯檠	云南省嵩明县小街乡药灵山	103°10'59.1"	25°19'59.2"	2495
D2	西南鬼灯檠	云南省嵩明县嵩阳镇西山村三尖山	102°57'31.7"	25°22'12.3"	2225
D3	西南鬼灯檠	云南省禄劝县撒营盘镇念土都	102°32'44.4"	25°58'06.7"	2244

续表 1

采集号	基原	采集地	经度	纬度	海拔/m
D4	西南鬼灯檠	云南省禄劝县撒营盘镇	102°30'20.8"	26°00'08.5"	2246
D5	西南鬼灯檠	云南省禄劝县马鹿塘乡草海子村	102°34'37.0"	26°07'04.1"	2790
D6	西南鬼灯檠	云南省禄劝县马鹿塘乡揀栎树村	102°32'33.8"	26°08'35.4"	2883
D8	西南鬼灯檠	云南省云南省禄劝县撒营盘镇	102°33'18.9"	26°00'28.1"	2718
D10	西南鬼灯檠	云南省寻甸县先锋乡打碑沟村	103°01'36.1"	25°33'04.8"	2573
D11	西南鬼灯檠	云南省寻甸县河口乡鲁冲村狗头山	103°19'25.1"	25°38'21.8"	2280
D12	西南鬼灯檠	云南省会泽县驾车镇石洞水村	103°20'26.0"	25°56'22.9"	2572
D13	西南鬼灯檠	云南省会泽县大海乡白皮树包村	103°14'22.7"	26°21'16.2"	3013
D14	西南鬼灯檠	云南省罗平县老厂乡上必米村	104°21'34.5"	25°09'39.8"	2016
D17	西南鬼灯檠	云南省师宗县雄壁镇上束岗村	103°54'35.2"	24°54'28.6"	2210
D18	西南鬼灯檠	云南省元江县洼垭乡老茶几村笼孔	102°14'23.8"	23°35'34.1"	2200
X1	羽叶鬼灯檠	云南省大理县喜州镇凤阳桥村	100°00'41.46"	25°53'5.71"	2953
X2	羽叶鬼灯檠	云南省大理县喜州镇凤阳桥村	100°03'17.0"	25°50'30.3"	2794
X5	羽叶鬼灯檠	云南省大理县喜州镇三塔后山	100°06'23.3"	25°41'16.2"	3191
X7	羽叶鬼灯檠	云南省洱源县三营镇	100°00'21.96"	26°13'13.44"	2170
X8	羽叶鬼灯檠	云南省剑川县沙溪镇	99°56'20.70"	26°23'18.53"	2982
X11	羽叶鬼灯檠	云南省洱源县三营镇	100°00'28.44"	26°14'35.91"	2218
X15	羽叶鬼灯檠	云南省古城区束河镇半节羊村老药场	100°10'10.2"	26°56'47.3"	3075
X16	羽叶鬼灯檠	云南省玉龙县文笔山附近	100°11'0.2"	26°48'22.7"	2848
X17	羽叶鬼灯檠	云南省玉龙县拉市海镇还依比村	100°07'13.9"	26°56'49.0"	2753
X18	羽叶鬼灯檠	云南省玉龙县拉市海镇太安乡吉子村	100°05'5.4"	26°46'22.6"	2841
X25	羽叶鬼灯檠	云南省维西县永春乡托底至马场桥	99°24'44.2"	27°08'41.0"	3122
X26	羽叶鬼灯檠	云南省德钦县升平镇谷松村层尼拉山	98°54'28.1"	28°30'38.7"	3614
X27	羽叶鬼灯檠	云南省德钦县升平镇阿东村诺农山	98°52'58.4"	28°32'22.0"	3203
X28	羽叶鬼灯檠	云南省德钦县升平镇热曙村近水	98°57'15.8"	28°25'51.6"	3336
X29	羽叶鬼灯檠	云南省香格里拉县尼西乡哈拉村	99°35'9.4"	27°57'56.9"	3380
X31	羽叶鬼灯檠	云南省香格里拉县建塘镇解放村纳帕	99°37'36.1"	27°52'2.4"	3275
X33	羽叶鬼灯檠	云南省香格里拉县格咱乡	99°44'3.9"	28°02'17.3"	3341
X34	羽叶鬼灯檠	云南省香格里拉县小中甸镇联合村	99°43'51.2"	27°41'21.4"	3286
X35	羽叶鬼灯檠	云南省香格里拉县小中甸镇联合村	99°45'1.0"	27°38'35.0"	3283
X36	羽叶鬼灯檠	云南省香格里拉县小中甸镇联合村	99°47'22.8"	27°36'24.2"	3265

续表 1

采集号	基原	采集地	经度	纬度	海拔/m
X37	羽叶鬼灯檠	云南省香格里拉县小中甸镇和平村	99°49'43.9"	27°34'11.3"	3343
X38	羽叶鬼灯檠	云南省香格里拉县小中甸镇	99°52'51.1"	27°26'48.5"	3313
D7	羽叶鬼灯檠	云南省禄劝县撒营盘镇大水井	102°33'32.0"	26°00'14.7"	2856
D9	羽叶鬼灯檠	云南省寻甸县六哨乡红星村	102°57'21.9"	25°42'23.6"	2698
D15	羽叶鬼灯檠	云南省罗平县白腊山	104°15'51.5"	24°51'52.7"	1870
D16	羽叶鬼灯檠	云南省师宗县竹基镇本寨村	104°09'18.4"	24°52'15.9"	1830

高效液相色谱仪(Agilent, 1260), 分析天平(梅特勒 AE240、梅特勒-托利多 AL204), 超声波振荡仪(上海隆拓仪器设备有限公司, SK5200 LH), 电热恒温水浴锅(北京永光明医疗仪器有限公司, XMTD-4000)。

前处理用甲醇和流动相用乙腈(JT. Baker, 色谱纯), 其他试剂均为分析纯。

岩白菜素($C_{14}H_{16}O_9$)标准品(中国食品药品检定研究院, 批号: 111532-200202, 纯度: 100%); 没食子酸($C_7H_6O_5$)标准品(中国食品药品检定研究院, 批号: 110831-200803, 纯度: 90.1%); 水晶兰苷($C_{16}H_{22}O_{11}$)标准品(中国食品药品检定研究院, 批号: 111870-201201, 纯度: 100%)。

1.2 数据获得

1.2.1 采样点数据 采样点数据经由采样过程中GPS实测所得。

1.2.2 环境数据来源 高程数据来自国际科学数据服务平台, 分辨率为30 m的数字高程数据产品; 年均温、年降雨量、空气平均湿度、日照等信息均来自中国气象科学数据共享服务网上的《中国地面气候标准值数据集(1971—2000年)》; 土壤类型数据来自地球系统科学数据共享网的“西南三省一市1:100万土壤类型数据(1995年)”。从以上栅格数据用ArcGIS点提取工具提取海拔、年均温、年降雨量、空气平均湿度、日照、土壤类型等数据, 土壤的pH值及氮、磷、钾、有机质含量等数据均为实地采集样品检测所得。

1.2.3 岩陀质量指标成分数据 利用高效液相色谱法(HPLC)^[5]测定所采集的样品所得, 本研究依据《云南省药品标准》1996年版和云南省龙海天然植物药业有限公司《岩陀没食子酸含量内控标准》确立选取岩白菜素、没食子酸和水晶兰苷作为指标成分。

2 方法

2.1 岩陀的指标成分含量测定

2.1.1 样品及标准品处理

2.1.1.1 岩白菜素及没食子酸测定 标准品溶液的制备方法为精密称取岩白菜素及没食子酸标准品适量, 置棕色量瓶中, 加甲醇分别制成每1 mL含0.1 mg及0.02 mg的溶液。

供试品溶液的制备方法为取本品粗粉约0.5 g, 精密称定, 置具50 mL量瓶中, 加甲醇适量, 超声处理(功率300 W, 25 kHz)40 min, 放冷, 加甲醇稀释至刻度, 摇匀。

2.1.1.2 水晶兰苷测定 标准品溶液的制备方法为取水晶兰苷标准品适量, 精密称定, 加水制成每1 mL含0.25 mg的溶液。

供试品溶液的制备方法为取本品粗粉约2 g, 精密称定, 置具塞锥形瓶中, 精密加水50 mL, 称定质量, 在80 °C水浴中提取1 h, 放冷, 再称定质量, 用水补足减失的质量, 摇匀, 过滤。

2.1.2 色谱条件 岩白菜素、没食子酸检测方法为以十八烷基硅烷键合硅胶为填充剂; 以乙腈-0.1%磷酸溶液(8:92)为流动相; 检测波长为272 nm; 理论板数按岩白菜素计算应不低于6000, 按没食子酸计算不低于4000; 流速: 1 mL·min⁻¹。

水晶兰苷检测方法为色谱柱: Agilent ZORBAX SB-C₁₈ S/N: USCL043888; 以甲醇-0.1%磷酸溶液(5:95)为流动相; 检测波长为235 nm; 理论板数按水晶兰苷计算应不低于3000。

2.1.3 线性关系 岩白菜素质量浓度在4.104 ~ 205.200 μg·mL⁻¹呈良好线性关系; 没食子酸质量浓度在3.880 ~ 97.000 μg·mL⁻¹呈良好线性关系; 水晶兰苷质量浓度在4.399 ~ 263.940 μg·mL⁻¹呈良好线性关系。

2.1.4 精密性、稳定性、重复性、回收率试验 岩白菜素精密性、稳定性、重复性的 RSD 分别为 0.51%、0.46%、0.5%；没食子酸精密性、稳定性、重复性的 RSD 分别为 0.45%、0.42%、0.6%；水晶兰苷的精密性、稳定性、重复性的 RSD 分别为 0.18%、0.68%、0.66%；表明岩白菜素、没食子酸和水晶兰苷试验的精密性、稳定性、重复性良好。岩白菜素、没食子酸和水晶兰苷的加样回收率分别为 92.7%、93.4%、101.26%，表明回收率良好。

2.2 岩陀品种、品质与环境因子相关性分析

依据指标成分和各份样品的采集点生态因子信息，利用 SAS 9.2 对各数据进行统计分析。为了更准确地反映药材质量，仅仅按指标成分含量作为唯一标准来判断各地区药材品质的优劣显得可信度不高，故依据各指标成分的高低排序，然后将各成分排名相加得到排名合计值，最后按排名合计值的高低排名得到最终的综合排序。

3 结果与分析

3.1 岩陀的水平与垂直分布

调查结果表明，岩陀药材来源有羽叶鬼灯檠 *Rodgersia pinnata* Franch.、西南鬼灯檠 *Rodgersia sambucifolia* Hemsl. 和七叶鬼灯檠 *Rodgersia aesculifolia* Batal. 3 种，在云南省内主要分布于滇东至滇西北一线，东至罗平、西至怒江、南达元江、北至与四川交界的德钦，其中分布最为集中的地区是禄劝县、寻甸县、大理市、玉龙县、香格里拉县，七叶鬼灯檠仅在香格里拉采集到。从垂直分布上看，岩陀分布的海拔范围是 1830~3614 m，1800~2200 m 分布较少，2300~3300 m 分布较多，3400 m 以上的山地分布逐渐减少，由此可见，岩陀药材原植物较适应中高海拔的山地生长。其中羽叶鬼灯檠分布范围较宽，1790~3614 m 均有分布；西南鬼灯檠分布海拔偏低，为 2300~3300 m，七叶鬼灯檠分布海拔最高，也最为狭窄，仅在 3400 m 以上的高山上有

分布。

岩陀在云南省有两个分布中心：以丽江和香格里拉为中心的滇西北地区，并沿着高海拔山脉向怒江、大理、楚雄方向延伸；以禄劝县和寻甸县为中心的昆明地区，并沿着高海拔山脉向昭通方向延伸。

3.2 岩陀生境立地环境分析

调查得知岩陀的生长环境主要为石山、灌丛、常绿阔叶林、针阔混交林、松林。在滇西和滇西北主要分布于石山山坡上，普遍干燥的环境，而在滇东地区主要分布在疏林中，偶见于石山灌丛。土壤类型多为黄壤、黄棕壤和紫色土。主要伴生物种有高山栎 *Quercus semicarpifolia*、白栎 *Quercus fabri*、华山松 *Pinus armandii*、大花杜鹃 *Rhododendron decorum*、黄背栎 *Quercus pannosa*、峨眉蔷薇 *Rosa omeiensis*、青冈栎 *Cyclobalanopsis glauca*、两头毛 *Incarvillea arguta*、滇杨 *Populus yunnanensis*、小檗属 *Berberis* spp.、马桑 *Coriaria nepalensis*、唐松草属 *Thalictrum* spp.、金丝桃属 *Hypericum* spp.、草血竭 *Polygonum paleaceum*、平枝栒子 *Cotoneaster horizontalis*、头状四照花 *Dendrobenthamia capitata*、大王马先蒿 *Pedicularis rex* 等。

通过 ArcGIS 的点提取工具从生态因子栅格数据得到的数据(表 2)表明：岩陀原植物分布区的年均温 14.4~23℃，年降雨量 848~1311 mm，日照时数 1789~2690 h，湿度 63.1%~76.3%。

3.3 岩陀指标成分检测结果

本次调查所采样品中，56 份均符合检测条件并送检，检测结果显示：岩白菜素质量浓度为 2.83~12.54 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ，平均为 7.04 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ，没食子酸质量浓度为 0~1.61 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ，平均为 0.19 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ；水晶兰苷质量浓度为 0~0.04 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ，平均为 0.004 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。

综合赋值的结果表明(见表 3)，岩陀排名前 20 位的样品采集点多集中在禄劝、永胜、玉龙、大理 4 县(市)。

表 2 3 种岩陀基原植物生境比较

基原	海拔/m	土壤类型	年均温/℃	降雨量/mm	空气湿度/%	日照时数/h	生境
西南鬼灯檠	2016~3309	黄壤、黄棕壤、紫色土、山原红壤、水稻土、棕壤	16.4~22.1	949~1311	63.0~75.4	1833~2690	石山、灌丛、林缘、林下
羽叶鬼灯檠	1830~3614	黄壤、黄棕壤、山原红壤、紫色土、褐土、棕壤、暗棕壤	14.4~23.0	848~1303	64.5~75.8	1789~2642	石山、灌丛、林缘、林下
七叶鬼灯檠	3480~3525	褐红土、棕壤	16.6~17.6	895~936	68.7~69.0	1897~1985	松林下、路边

表3 岩陀药材指标成分检测结果与综合排名

编号	指标成分测得质量浓度/ $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$			综合排名
	岩白菜素	没食子酸	水晶兰苷	
D6	12.54	1.605	0.006 1	1
D1	11.09	0.256	0.018 4	2
X24	10.46	0.253	0.005 6	3
X22	7.57	0.302	0.013 5	4
D5	7.46	0.831	0.003 6	5
X23	8.48	0.182	0.005 1	6
D3	8.72	0.287	0.002 5	7
X10	7.46	0.295	0.003 6	7
D4	8.76	0.646	0.000 7	9
X40	7.44	0.102	0.035 4	9
X17	9.24	0.251	0.001 5	11
X14	7.07	0.163	0.009 9	12
X19	10.29	0.197	0.001 0	13
D7	11.06	0.187	0.000 9	14
X12	7.82	0.059	0.013 7	15
X1	7.50	0.117	0.003 2	16
D11	12.54	0.183	0.000 1	17
X2	6.26	0.144	0.011 5	18
X3	5.68	0.203	0.009 7	19
X20	8.75	0.314	0.000 0	20
X13	6.10	0.351	0.002 9	21
D8	8.62	0.121	0.000 3	22
D10	8.38	0.035	0.005 9	23
X7*	6.96	0.055	0.013 2	23
D15*	6.67	0.057	0.007 0	25
X36	5.85	0.079	0.005 5	26
D14	7.82	0.000	0.005 1	27
X15	6.81	0.387	0.000 0	28
X21*	7.49	0.089	0.000 6	29
D13	7.08	0.097	0.000 3	30
X9	6.85	0.091	0.001 6	31
X18	6.97	0.222	0.000 0	32
D2	8.05	0.093	0.000 0	33
D12	4.72	0.054	0.015 2	33
X34	4.71	0.039	0.021 5	36
D16	8.68	0.000	0.001 0	37
X28	4.99	0.079	0.003 0	38
D9	7.00	0.114	0.000 0	39
X27	4.43	0.116	0.002 0	40
X35	6.11	0.037	0.003 2	41
X29	5.08	0.054	0.003 1	42
X38	3.51	0.096	0.002 9	42
X37	5.05	0.058	0.002 8	44
X5	2.83	1.526	0.000 0	45
X31	5.54	0.089	0.000 5	46
X32	4.86	0.079	0.001 8	47
D17	9.18	0.000	0.000 0	48
X16	6.54	0.052	0.000 9	49
X11*	7.05	0.056	0.000 0	50
X30	3.81	0.038	0.003 0	51
X8	6.86	0.045	0.000 0	52
X33	3.60	0.057	0.000 2	53
D18	5.11	0.000	0.000 2	54
X26	5.28	0.033	0.000 0	55
X39	4.54	0.050	0.000 0	56
X25	4.91	0.028	0.000 0	57

注：* 为市场购买

3.4 指标成分含量与相关因素分析

3.4.1 与基原植物相关性 相关性分析结果显示：西南鬼灯檠无论在岩白菜素还是没食子酸方面，含量均高于羽叶鬼灯檠和七叶鬼灯檠，在岩白菜素方面，差异有统计学意义($P < 0.05$) (表4)。

3.4.2 与土壤类型的相关性 本次调查范围内采集土样以黄壤、棕壤、黄棕壤、紫色土为主，另有少许其他类型土壤(图1)。不同土壤类型药材指标成分含量分析结果(表5)显示：黄壤、黄棕壤、紫色土所对应的样品岩白菜素、没食子酸含量较其他土壤类型为高，组间比较结果显示岩白菜素的差异

表4 不同基原植物指标成分含量($\bar{x} \pm s$)

基原植物	指标成分测得质量浓度/ $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$		
	岩白菜素	没食子酸	水晶兰苷
七叶鬼灯檠($n=2$)	4.34 ± 0.74	0.06 ± 0.03	0.00 ± 0.00
西南鬼灯檠($n=26$)	8.07 ± 2.02	0.24 ± 0.33	0.01 ± 0.01
羽叶鬼灯檠($n=28$)	6.17 ± 1.79	0.15 ± 0.29	0.00 ± 0.01
<i>F</i>	9.08	0.88	1.05
<i>P</i>	0.000 4	0.419 9	0.355 7

表5 不同土壤类型中药材指标成分含量分析比较($\bar{x} \pm s, n=56$)

土壤类型	指标成分测得质量浓度/ $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$		
	岩白菜素	没食子酸	水晶兰苷
暗棕壤	5.30 ± 0.35	0.07 ± 0.02	0.00 ± 0.00
褐红土	4.86 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.00 ± 0.00
褐土	4.90 ± 0.43	0.08 ± 0.04	0.00 ± 0.00
黄壤	7.40 ± 1.52	0.20 ± 0.13	0.00 ± 0.00
黄棕壤	7.09 ± 1.61	0.19 ± 0.25	0.01 ± 0.01
山原红壤	9.76 ± 2.43	0.09 ± 0.09	0.00 ± 0.00
水稻土	9.09 ± 2.84	0.18 ± 0.11	0.01 ± 0.01
紫色土	8.40 ± 2.75	0.50 ± 0.64	0.00 ± 0.00
棕壤	5.25 ± 1.53	0.06 ± 0.02	0.01 ± 0.01
<i>F</i>	3.81	1.54	1.33
<i>P</i>	0.001 8	0.172 1	0.256 0

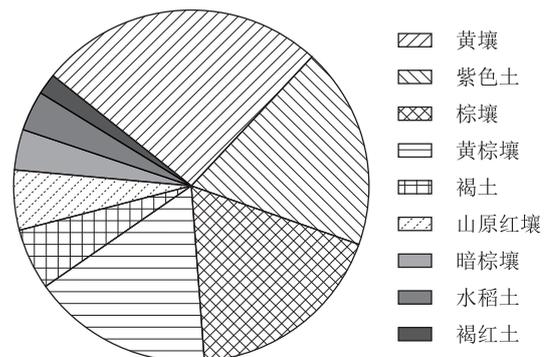


图1 岩陀生长的土壤类型

有统计学意义($P < 0.05$), 没食子酸的差异无统计学意义($P > 0.05$), 从趋势看, 可能与整体水平、个体差异、样本量有关; 水晶兰苷整体含量均微小, 组间无明显差异。

3.4.3 其他生态因子 岩陀药材分布地区多为中高海拔地区, 其生态因子概况如表6。

表6 其他各生态因子的基本情况($\bar{x} \pm s$, $n = 56$)

生态因子	数值
海拔	(286.0 ± 433.02) m
坡度	(29.08 ± 15.77)°
日照	(2326 ± 246.07) h
郁闭度	(19.49 ± 21.3)%
年降水量	(107.4 ± 128.24) mm
湿度	(68.56 ± 2.9)%
pH值	6.04 ± 0.62
土壤厚度	(20.59 ± 17.7) cm
土壤中氮	(276.13 ± 167.36) mg·kg ⁻¹
土壤中钾	(258.04 ± 146.77) mg·kg ⁻¹
土壤中磷	(30.09 ± 45.69) mg·kg ⁻¹
土壤有机质	(124.25 ± 107.31) g·kg ⁻¹
活动积温	(2994 ± 1001) °C
年均温	(18.3 ± 2.04) °C
7月平均温	(16.79 ± 2.13) °C
7月最高温	(22.03 ± 1.94) °C
1月平均温	(4.14 ± 2.51) °C
1月最低温	(-2.4 ± 2.52) °C

单因素相关分析结果(表7)显示: 岩白菜素含量与海拔、降水量、温度、日照、土壤pH值等条件相关($P < 0.05$), 其中, 降水、温度、日照为正相关, 海拔、土壤pH为负相关; 没食子酸主要与日照条件呈正相关($P < 0.05$); 水晶兰苷本身含量较低, 与上述生态因子的关系不大($P > 0.05$)。

4 结论与讨论

4.1 西南鬼灯檠药材品质相对较高

在各地采集的岩陀样品比较表明, 西南鬼灯檠的根茎综合排名较为靠前, 岩白菜素、没食子酸和水晶兰苷含量均较羽叶鬼灯檠和七叶鬼灯檠高, 并且其分布海拔适中, 极端气候出现的概率较小, 建议选择西南鬼灯檠作为岩陀药材的栽培种源。

4.2 云南最适合栽培岩陀的地区在丽江地区和禄劝县

根据调查结果分析, 玉龙县、永胜县和禄劝县的药材质量综合排序靠前, 且野生资源分布也较多, 适合岩陀的栽培。

4.3 栽培岩陀药材主要生态因子的选择

4.3.1 土壤类型 根据指标成分和土壤类型关系的分析可知, 黄壤、黄棕壤、紫色土较为适合岩陀中岩白菜素的积累, 建议在黄壤和黄棕壤的地块发展岩陀和鹿衔草药材的栽培。

表7 其他各生态因子与指标成分的单因素相关分析

生态因子	<i>r</i>			<i>P</i>		
	岩白菜素	没食子酸	水晶兰苷	岩白菜素	没食子酸	水晶兰苷
海拔	-0.634 86	-0.025 46	0.085 20	<0.000 1*	0.856 4	0.544 1
坡度	0.168 83	0.056 77	-0.039 88	0.251 3	0.701 5	0.787 8
日照	0.390 25	0.367 45	-0.003 11	0.003 9*	0.006 8*	0.982 4
郁闭度	-0.257 59	0.026 82	0.106 74	0.083 9	0.859 6	0.480 2
年降水量	0.544 09	0.164 22	-0.066 97	<0.000 1*	0.240 0	0.633 7
湿度	-0.116 27	-0.217 97	-0.023 07	0.407 1	0.116 9	0.869 8
pH值	-0.428 49	-0.269 50	0.191 90	0.001 7*	0.055 8	0.177 3
土壤厚度	0.383 43	-0.113 55	-0.305 41	0.128 7	0.664 3	0.233 2
土壤中氮	-0.191 34	-0.227 97	-0.130 80	0.178 6	0.107 6	0.360 3
土壤中钾	-0.241 85	-0.120 62	-0.149 59	0.087 3	0.399 2	0.294 8
土壤中磷	-0.047 25	-0.016 73	-0.102 44	0.741 9	0.907 2	0.474 4
土壤有机质	-0.255 19	-0.219 58	-0.098 34	0.070 7	0.121 6	0.492 4
活动积温	0.195 90	0.033 78	0.106 66	0.159 8	0.810 2	0.447 1
年均温	0.365 90	0.155 42	-0.008 46	0.007 1*	0.266 5	0.952 0
7月平均温	0.233 50	0.018 65	0.028 45	0.092 4	0.894 5	0.839 7
7月最高温	0.151 53	-0.034 30	0.038 47	0.278 7	0.807 3	0.784 5
1月平均温	0.420 32	0.193 70	-0.029 24	0.001 7*	0.164 6	0.835 4
1月最低温	0.305 28	0.042 98	-0.009 89	0.026 2*	0.759 9	0.944 0

注: * $P < 0.05$

(下转第1333页)

中心、信息门户、数据分析、动态监测、电子展板”为一体的现代化管理体系。

系统通过基础数据库构建,实现对四川省中药资源数据的整理和归类,形成电子资源库;通过借鉴国家资源普查信息系统,实现省内中药资源调查及信息上报;通过数据分析及统计,对系统中各项信息进行可视化、数据化展示;通过接入种子种苗繁育基地远程信号,对基地环境因子进行采集和储存;通过系统功能扩展,为后期的诸如移动端设计等预留空间;进而形成了四川省中药资源综合信息系统。

四川省中药资源信息系统将发挥中药资源综合信息中心的作用,重点推进中药资源数据研究及利用,例如:建立基于 ArcGIS 的四川省中药资源可视化地图^[5],通过多级多窗口的展示模式,快速展现中药资源普查及动态监测所收集的中药资源品种各项信息;通过种子种苗繁育基地环境因子收集与汇总分析,以环境因子为参数,研究建立中药材生长模型,分析探讨环境因子对中药材生长的影响^[6]。依托四川省中药资源综合信息系统,下一步将开展道地药

材动态监测的核心技术和关键问题研究,如川产道地药材动态监测技术、道地药材原料质量保障技术、道地药材数据库动态挖掘技术、道地药材大数据分析技术、道地药材生长环境因素与分布特性等,通过信息化技术,为四川省中药资源产业发展助力。

参考文献

- [1] 李军,方清茂,赵军宁,等.基于SWOT模型的四川中药材种子种苗繁育基地建设发展现状分析与对策探讨[J].中国现代中药,2016,18(6):782-778.
- [2] 高原,程小恩.云计算应用于中医药资源系统的构建研究[J].江西中医药大学学报,2016,28(6):98-100.
- [3] 韩绍泽,陈云秋,常兴,等.一种基于B/S结构的监测系统研究[J].计算机与数字工程,2010,38(1):81-83.
- [4] 李军.一种基于SOA架构的中间件平台的研究与实现[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2008.
- [5] 张浩,陈云,杜立功.面向数字地方志的文本可视化应用研究[J].国家图书馆学刊,2018,27(2):20-25.
- [6] 苏春杰.温室环境多因子耦合对番茄生长调控效应研究及模型构建[D].咸阳:西北农林科技大学,2018.

(收稿日期:2019-05-21 编辑:周鹭)

(上接第1320页)

据土壤pH值与指标成分的分析结果表明,岩陀适合在弱酸性土壤环境下生长,并且指标成分较高,岩陀最佳pH值为5.59。

4.3.2 海拔高度 单因子分析结果表明岩陀的岩白菜素含量与海拔高度成负相关,岩白菜素含量较高的样品采集点集中在2600~2900m,所有岩陀采集点中适宜度最高的海拔为2710m,所以,建议在海拔2600~2800m选择栽培基地。

4.3.3 降雨量 岩陀中岩白菜素与年降雨量成正相关,年降雨量在1000~1250mm时岩白菜素含量较高,分布集中和品质较好的药材采集点的降雨量基本在1000mm上下。所以,建议在年降雨量为1000~1100mm的环境中选择栽培基地。

4.3.4 温度 岩陀药材中岩白菜素与温度之间成正相关,各样品中岩陀指标成分含量较高的样品采集点的年均温多为18~20℃,分布集中且品质较好药材的采集点的年均温在16~19℃。所以,选择年均温

18~19℃的地区作为发展栽培的基地较为合适。

综上所述,岩陀最佳的栽培种源为西南鬼灯檠。发展岩陀药材的栽培最佳地区为丽江地区和禄劝县,海拔为2600~2800m;最佳土壤类型为黄壤或黄棕壤的偏酸性土壤;年降雨量为1000~1100mm,年均温18~19℃的区域最为适合。

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部药典委员会.中华人民共和国药典:一部[M].北京:人民卫生出版社,1977:347-348.
- [2] 云南省卫生厅.云南省药品标准[M].昆明:云南大学出版社,1998:72-73.
- [3] 贵州省药品监督管理局.贵州省中药材民族药材质量标准[M].贵阳:贵州科技出版社,2003:242.
- [4] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志:第34卷第2册[M].北京:科学出版社,1992:13.
- [5] 潘玉杰,蒋坤,夏文,等.岩陀中岩白菜素含量测定[J].医药导报,2016,35(10):1130-1133.

(收稿日期:2019-06-04 编辑:戴玮)