

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

胡晓东, 林少俊, 邵玲*, 梁广坚, 梁廉, 靳扣扣, 李燕纯, 林琳

(肇庆学院生命科学院, 广东 肇庆 526061)

摘要: 为了解粤中药材金线莲[*Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl.]种质资源的分布情况, 对肇庆地区金线莲的生态生物学特性进行了研究。结果表明, 肇庆地区金线莲属植物有金线莲和银线兰两近缘种, 均处于濒危状态, 通常以红叶株型金线莲入药。金线莲为典型的浅根性和中阴性地生兰, 种群的适生坡度 $>45^\circ$, 郁闭度为 60%~80%, 常见于西南方位常绿阔叶林下, 适生温度为 12°C ~ 26°C , 空气湿度、群落植被结构和土壤腐殖质成分等共同影响自然种群的生长。同时对药材金线莲的濒危原因进行了分析, 并提出保护对策。

关键词: 金线莲; 种质资源; 生态生物学; 保护对策; 肇庆地区

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2016.04.004

Germplasm Investigation and Ecological Biology Characteristics of Medicinal Herb *Anoectochilus roxburghii* in Zhaoqing, Guangdong Province, China

HU Xiao-dong, LIN Shao-jun, SHAO Ling*, LIANG Guang-jian, LIANG Lian, JIN Kou-kou, LI Yan-chun, LIN Lin

(College of Life Sciences, Zhaoqing University, Zhaoqing 526061, Guangdong, China)

Abstract: To understand the distribution of medicinal herb *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl. in central Guangdong, the ecological-biological characteristics of *A. roxburghii* in Zhaoqing area were studied. The results showed that there were two wild relatives of *Anoectochilus* distributed in Zhaoqing, *A. roxburghii* and *A. formosanus*, which were rare and endangered, usually *A. roxburghii* with red leaves as medicine. *Anoectochilus roxburghii* is typical shallow-root and mid-shade terrestrial orchid, growing under southwestern evergreen broad-leaved forest at suitable slope $>45^\circ$ and canopy density of 60%~80%, with suitable temperature of 12°C ~ 26°C . The development of *A. roxburghii* population was affected by ecological factors together, such as air humidity, community structure and soil humus composition. The endangered reasons of medicinal herb *A. roxburghii* were analyzed, and the protection measures were proposed.

Key words: *Anoectochilus roxburghii*; Germplasm resource; Ecological-biology; Protection measure; Zhaoqing

金线莲[*Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl.] 名花叶开唇兰、金线兰、金丝草等, 在广东常称为为兰科(Orchidaceae)金线莲属多年生草本植物, 又 金线风^[1]。金线莲在民间具有广泛的药用价值, 是

收稿日期: 2015-10-22 接受日期: 2015-12-11

基金项目: 肇庆市科技计划项目(2013N007); 广东省大学生科技创新项目(DC201453, pdjh2015b0569, pdjh2016a0536); 肇庆学院实践教学改革研究项目(sjjx201518)资助

This work was supported by the Science and Technology Plan Project in Zhaoqing City (Grant No. 2013N007), the Science and Technology Innovation Projects for College Students in Guangdong Province (Grant No. DC201453, pdjh2015b0569, pdjh2016a0536), and the Practice Teaching Reform Research Project at Zhaoqing University (Grant No. sjjx201518).

作者简介: 胡晓东(1992~), 男。E-mail: 464977564@qq.com

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

我国传统珍贵药材,有“药王”、“金草”和“乌人参”等美称^[2]。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和野生西洋参,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症状方面具有独特的辅助疗效^[3-4]。随着金线莲的药用功效及市场价值的开发,其野生资源被过度采挖而日趋枯竭,已纳入《濒危野生动植物物种国际贸易公约(CITES 2003)》和《中国物种红色名录(CSRL 2004)》。因此,掌握药材金线莲野生资源的分布及其利用现状具有迫切的现实意义。

金线莲分布于台湾、福建、浙江、江西、广东、广西、云南、四川、贵州等亚热带及热带地区^[5]。福建省于 1990 年将金线莲列为省级野生药材保护品种,目前金线莲种植已经成为该省的特色中草药产业之一。广东近年也尝试开展金线莲种植,但栽培品种多为省外引入种(如福建金线莲和台湾金线莲)。我们经民间寻访考证得知,广东省肇庆地区有天然分布的金线莲种质资源,当地药农有采摘和利用金线莲的习惯。但是,由于自然生境的演替和破坏,金线莲现存资源极为稀少。目前,有关广东金线莲种质资源分布尚未见系统报道,仅在兰科植物调查中零星提及^[6]。因此,为更好地保护与开发利用广东地域特色物种,本文首先对肇庆地区金线莲的野生种质进行实地踏勘调查,开展粤中金线莲的生态生物学基础研究,为服务地方经济和保护国家濒危中药资源及其利用奠定基础。

1 样地概况

根据长期对金线莲野外考察的记录资料和民间走访,在粤中地区选择具有代表性的鼎湖山(肇庆

鼎湖区)、金菊顶(云浮郁南县)和老鼠尾(肇庆高要区)等 3 个山地,于 2013 年 9 月-2015 年 6 月进行野外实地调查采样。以上 3 地的地理方位关联密切,均位于西江流域下游,属亚热带季风气候。

鼎湖山 鼎湖山国家级自然保护区位于肇庆市鼎湖区,地理坐标为 112°30'39"~112°33'41" E, 23°09'21"~23°11'30" N,属低山丘陵地貌,最高峰鸡笼山海拔为 1000.3 m,山体陡峭,坡度多为 30°~45°。鼎湖山的母岩主要由砂岩、页岩和砂页岩组成,土壤类型主要有赤红壤、黄壤以及山地灌丛草甸土^[7],气候温暖,年均温 21℃,年均降雨量 1927 mm,4-9 月为雨季,11 月至翌年 1 月为旱季,年均相对湿度 80%以上^[8]。选择金线莲的自然生长地,设置样地 A、B、C、D 共 4 个调查点(表 1)。

金菊顶 金菊顶广东省自然保护区位于郁南县建城与宝珠镇交界,地理坐标为 111°33'42" E, 30°7'20" N,海拔 876 m,属低山丘陵地貌。金菊顶成土母岩主要为砂页岩,土壤类型主要有赤红壤、黄壤,山顶有岩石裸露,年均温约为 21℃,年均降雨量 1433 mm,气候温和,雨量充沛,无霜期长。金线莲适生样地调查点设置为 E 和 F(表 1)。

老鼠尾 老鼠尾是肇庆市高要区第一高山,是高要、德庆、广宁三县分界岭,属丘陵地貌;地理坐标 112°16'46" E, 23°21'12" N,海拔 918 m。老鼠尾气候温和,年平均气温 21.5℃;无霜期大于 330 d;5-9 月份为雨季,年均降雨量 1511 mm。金线莲适生样地调查点设置为 G 和 H(表 1)。

2 方法

2.1 野外样地调查

每个调查样地设置大于 10 m×10 m 的样方,记

表 1 肇庆地区野生金线莲样地概况

Table 1 Sample plots of *Anoectochilus roxburghii* at Zhaoqing area

样地 Sample plot	经度 (E) Longitude	纬度 (N) Latitude	海拔 (m) Altitude	方位 Position	坡度 (°) Slop	郁闭度 (%) Crown density	光照度 Illuminance ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	空气湿度 (%) Air humidity	
鼎湖山 Dinghushan	A	112°32'02.30"	23°10'52.00"	246	西南 SW	45	65	7.33	88
	B	112°32'00.34"	23°10'51.96"	229	西南 SW	35	70	6.57	92
	C	112°31'55.37"	23°10'50.20"	232	西南 SW	60	72	6.73	90
	D	112°32'02.23"	23°10'52.05"	243	东南 SE	50	80	4.40	76
金菊顶 Jinjuding	E	111°33'42.95"	23°02'23.61"	876	西南 SW	78	75	10.56	93
	F	111°33'42.81"	23°02'14.00"	826	西南 SW	82	80	5.22	95
老鼠尾 Laoshuwei	G	112°16'46.25"	23°21'22.00"	518	东南 SE	43	79	7.60	85
	F	112°16'46.44"	23°21'22.15"	532	西南 SW	50	75	8.03	83

录样地的经度、纬度、海拔、坡向、坡度、郁闭度等生境因子和受干扰情况;记录样方内土壤基质类型,测量土壤厚度,采集0~10 cm深度的土样带回实验室进行土壤理化性质测定。用LI-COR白光量子计(3415F型,美国)在样方四周和中心共5个点测量光照度,取平均值;记录样地群落的植物构成和金线莲现存总数、株高和叶数等形态指标。

2.2 土壤基质理化性质的测定

使用智能汉显多功能土壤肥料养分速测仪(YN-4000型,河南托普仪器有限公司制造),参照《土壤农业化学分析方法》^[9]测定样土中有机质、速效磷(P)、速效钾(K)和铵态氮(N)等养分的含量。使用台式酸度计(PHS-3C,上海雷磁)测定各样地土壤pH值。重复3次。

数据采用Excel 2003进行统计,用SPSS软件进行数据间显著性分析。

3 结果和分析

3.1 金线莲种质分类和形态特征

根据野外调查并经分类鉴定,在肇庆地区同一居群中金线莲属植物有2近缘种:一种为金线莲 [*Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl.], 叶面暗紫色,具金红色带有绢丝光泽网脉,茎上部具3~4(~5)枚叶,稍肉质的匍匐根状茎淡红色,株高3.5~17.8 cm,当地俗称金线风,通常以该株型入药;另一种为(台湾)银线兰(*A. formosanus* Hayata),叶面为绿色或黑绿色,具白色带有丝绢光泽的网脉,匍匐根状茎绿色,总状花序,株型稍小(图1)。这2种植物根茎细软,茎圆筒形,先端直立,基部匍匐状,茎节明显;

叶互生具柄,叶柄基部呈鞘状,叶片成卵形或卵圆形,先端急尖,基部近圆形。茎顶部抽苔开花,总状花序具3~5朵花,完全花,花倒置,花瓣白色,质地薄,近镰刀状,与中萼片粘合呈兜状,唇瓣深2裂,呈“丫”字形,两侧具流苏状细条,花期10~11(-12)月,果期11~12(-1)月(植物活体标本保存于肇庆学院生命科学学院药用植物园)。

3.2 地理分布和生境特征

从表1可知,在鼎湖山、金菊顶和老鼠尾3地均有金线莲原生植株生长,种群分布于东经111°33'42.81"~112°32'02.30",北纬23°02'14.00"~23°21'22.15",海拔229~876 m,表明金线莲资源在肇庆地区分布面较广。野外调查发现,金线莲生长以偏西南方向为主,坡度为35°~82°,主要分布于沟谷雨林植被覆盖较好、郁闭度为65%~80%、空气相对湿度为80%~95%的湿润地带。从表2可见,其适生土壤为腐殖质与细沙壤质结合的混合基质,基质下伴生植被的根系错综分布,地表一般有1~4层枯叶覆盖,土层厚度为1.80~9.50 cm,揭示金线莲地生兰的浅根性及附生特性。

肇庆金线莲群落的建群种有壳斗科(Fagaceae)、樟科(Lauraceae)、桃金娘科(Myrtaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、桑科(Momaceae)、山龙眼科(Proteaceae)、柿科(Diospyraceae)等25科。群落植物主要有:米锥(*Castanopsis carlesii*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)、短序润楠(*Machilus breviflora*)、水翁(*Cleistocalyx operculatus*)、小盘木(*Microdesmis caseariifolia*)、舶梨榕(*Ficus pyriformis*)、网脉山龙眼(*Helicia reticulata*)、罗浮柿(*Diospyros morrisiana*)、白背瓜馥木(*Fissistigma glaucescens*)、单叶省藤(*Calamus simpli-*



图1 肇庆地区金线莲属2野生种的生境。A, C: 金线莲; B, D: 银线兰; A, B: 营养期; C, D: 花蕾期。

Fig. 1 Habits of two *Anoectochilus* species in Zhaoqing. A, C: *A. roxburghii*; B, D: *A. formosanus*; A, B: Vegetative period; C, D: Bud stage.

cifolius)、黄藤(*Daemonorops margaritae*)、鱼骨木(*Canthium dicoccum*)、牛白藤(*Hedyotis hedyotide*)、海红豆(*Adenanthera microsperma*)、藤黄檀(*Dalbergia hancei*)、多花山竹子(*Garcinia multiflora*)、薯蓣(*Dioscorea cirrhosa*)、少穗割鸡芒(*Hypolytrum paucistrobiliferum*)、三叶崖爬藤(*Tetrastigma hemsleyanum*)、马鞭草(*Verbena officinalis*)、楼梯草(*Elatostema involucratum*)、山鸡血藤(*Millettia dielsiana*)、丁公藤(*Erycibe obtusifolia*)、石上莲(*Oreocharis benthamii*)、虎舌兰(*Epipogium roseum*)、乌蕨(*Stenoloma chusanum*)、铁角蕨(*Asplenium trichomanes*)、石上

柏(*Selaginella doederleinii*)、铁线蕨(*Adiantum capillus-veneris*)等。

其中, 出现在 2 个以上样方的优势建群种有 12 科, 分别为壳斗科、樟科、大戟科、桑科、棕榈科(Arecaceae)、番荔枝科(Annonaceae)、茜草科(Rubiaceae)、藤黄科(Guttiferae)、荨麻科(Urticaceae)、铁角蕨科(Aspleniaceae)、卷柏科(Selaginellaceae)以及铁线蕨科(Adiantaceae); 伴生植物有 10 种: 米锥、小盘木、舶梨榕、白背瓜馥木、鱼骨木、网脉山龙眼、楼梯草、石上柏、铁角蕨以及铁线蕨, 揭示金线莲具有在常绿阔叶林下湿润地生长的习性。

表 2 8 个样地野生金线莲生境特征

Table 2 Habitat distribution characteristics of *Anoetochilus roxburghii* at eight sample plot

样地 Sample plot	地形 Terrain	土壤基质 Soil matrix	土壤厚度 (cm) Thickness of soil	伴生植物 Associated plants
鼎湖山 Dinghushan	A 大树边, 4~5 层 枯枝落叶	腐殖质疏松土壤, 基质下植物根系丰富	1.80~8.70	米锥(<i>Castanopsis carlesii</i>)、白背瓜馥木(<i>Fissistigma glaucescens</i>)、单叶省藤(<i>Calamus simplicifolius</i>)、鱼骨木(<i>Canthium dicoccum</i>)、铁角蕨(<i>Asplenium trichomanes</i>)
	B 溪水旁石壁边缘, 1~2 层枯叶	含腐殖质的细沙壤土, 表层植物根系丰富	1.80	水翁(<i>Cleistocalyx operculatus</i>)、小盘木(<i>Microdesmis caseariifolia</i>)、网脉山龙眼(<i>Helicia reticulata</i>)、藤黄檀(<i>Dalbergia hancei</i>)、舶梨榕(<i>Ficus pyriformis</i>)、铁角蕨(<i>Asplenium trichomanes</i>)、苔藓(Bryophyta)
	C 溪水冲积浅滩, 大量枯枝堆积	富含腐殖质的细沙壤土, 基质下植物根系丰富	3.50	短序润楠(<i>Machilus breviflora</i>)、少穗割鸡芒(<i>Hypolytrum paucistrobiliferum</i>)、三叶崖爬藤(<i>Tetrastigma hemsleyanum</i>)、舶梨榕(<i>Ficus pyriformis</i>)、山鸡血藤(<i>Millettia dielsiana</i>)、楼梯草(<i>Elatostema involucratum</i>)、乌蕨(<i>Stenoloma chusanum</i>)、苔藓(Bryophyta)
	D 大树边, 表层枯 枝叶约 4~5 层	腐殖质壤土	7.50~9.30	米锥(<i>Castanopsis carlesii</i>)、白背瓜馥木(<i>Fissistigma glaucescens</i>)、鱼骨木(<i>Canthium dicoccum</i>)、铁角蕨(<i>Asplenium trichomanes</i>)、苔藓(Bryophyta)
金菊顶 Jinjuding	E 大石暗溪旁, 表层 覆盖枯枝落叶约 2~3 层	富含腐殖质的熟腐土, 石砾细沙壤土	2.50	香樟(<i>Cinnamomum camphora</i>)、罗浮柿(<i>Diospyros morrisiana</i>)、小盘木(<i>Microdesmis caseariifolia</i>)、海红豆(<i>Adenanthera microsperma</i>)、石上柏(<i>Selaginella doederleinii</i>)、铁线蕨(<i>Adiantum capillus-veneris</i>)
	F 大石暗溪旁, 陡 峭, 表面有青苔	富含腐殖质, 以森林腐殖泥炭土为主	4.50~5.00	网脉山龙眼(<i>Helicia reticulata</i>)、虎舌兰(<i>Epipogium roseum</i>)、牛白藤(<i>Hedyotis hedyotide</i>)、马鞭草(<i>Verbena officinalis</i>)、石上莲(<i>Oreocharis benthamii</i>)、石上柏(<i>Selaginella doederleinii</i>)、铁角蕨(<i>Asplenium trichomanes</i>)、铁线蕨(<i>Adiantum capillus-veneris</i>)
老鼠尾 Laoshuwei	G 大树边, 3~4 层 枯枝落叶	腐殖质壤土	5.90~8.20	多花山竹子(<i>Garcinia multiflora</i>)、石上柏(<i>Selaginella doederleinii</i>)、铁角蕨(<i>Asplenium trichomanes</i>)、苔藓(Bryophyta)
	H 溪水冲积浅滩, 山腰斜坡	含腐殖质的黄壤土, 基质下植物根系丰富	2.0~3.20	鱼骨木(<i>Canthium dicoccum</i>)、楼梯草(<i>Elatostema involucratum</i>)、苔藓(Bryophyta)

3.3 金线莲自然居群生存现状

从表 3 可知, 在 8 个样地共 1876 m²的勘查面积中, 共有野生金线莲 41 株, 银线兰 4 株, 仅样地 A、E、F 中金线莲居群发育较为完整, 株高在 3.5~17.8 cm。各样地中金线莲为不连续的散点状分布, 资源存量极为稀少。根据 IUCN (国际自然及自然资源保护联盟)中 Mace-Lande 物种濒危等级划分标准^[10], 肇庆地区金线莲属 2 近缘种均处于濒危状态, 两者的生存形势十分严峻, 虽然未达到极危等

级, 但从部分居群仅有 1~2 株植株的存量情况分析, 有利于原植物繁殖散布的条件越来越少。

3.4 相关性分析

鼎湖山全年中最冷月为 1 月, 平均温度 12.6℃, 极端最低温 -2℃^[11], 因此实地调查时选择肇庆地区最冷的 1 月(样地 D)和最热的 8 月(样地 A、E、F)。从图 2 可知, 样地温度为 12.2℃~27.9℃, 金线莲居群株高呈正态分布。金线莲花蕾期在 10 月中旬, 此

表 3 肇庆地区野生金线莲的生长情况

Table 3 Growth of *Anoectochilus roxburghii* in Zhaoqing area

样地 Plot	温度 (°C) Temperature	面积 Size (m×m)	总株数 Total number	株高 (cm) Plant height	单株叶数 Number of leaves per plant	单株气生根数 Aerial root number per plant
A	26.0±0.23	20×20	12	8.3~17.8	4±0.71	3±1.30
B	27.0±0.30	16×16	1	4.2	3	3
C	26.5±0.29	28×15	1	8.5	5	6
D	12.2±0.17	20×20	4	9.2~13.8	4±0.82	3±0.96
E	27.9±0.09	10×10	13	3.5~9.6	3±0.90	2±0.76
F	27.2±0.12	10×10	7	6.5~10.0	5±0.82	3±1.38
G	15.1±0.10	10×10	2	5.4~10.5	4±0.41	2±0.71
H	16.5±0.25	10×10	5	4.5~9.6	3±0.84	1±0.84

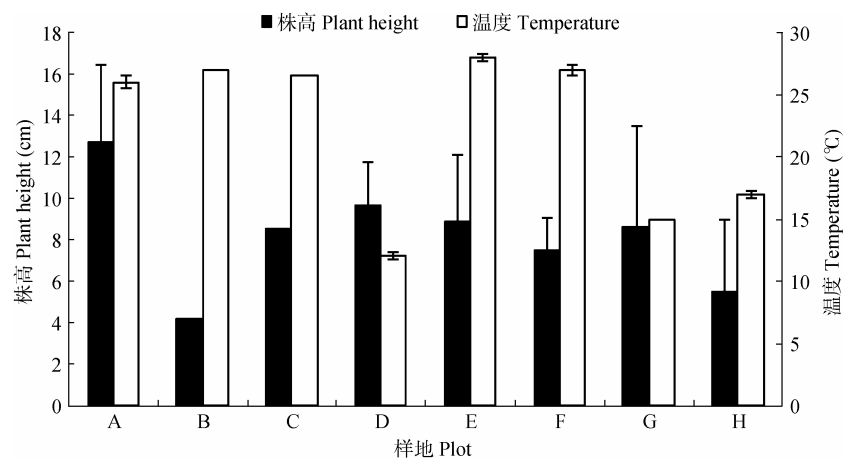


图 2 金线莲样地实测温度与株高的关系

Fig. 2 Relationship between temperature and plant height of *Anoectochilus roxburghii*

时同一样地的实测温度为(20.2± 0.31)°C, 表明金线莲在肇庆地区的适生温度在 20°C 左右。金线莲为多年生地生兰, 调查样地 D 时正值 1 月份, 实测温度仅(12.2±0.28)°C, 但金线莲长势正常, 可见其较耐低温。

从图 3 可知, 8 个样地的平均土层厚度为 1.80~

8.27 cm, 而生长于不同厚度基质下的野生金线莲的株高表现出一定差异性。除样地 D 外, 其它 7 个样地的土层厚度为 1.80~4.50 cm, 对株高的影响呈极显著差异($P < 0.01$)。结合金线莲气生根一般随第 3~4 节位向前匍匐生长的特性, 可见其长势与土层的厚度关系不太密切, 为典型的浅根性兰科植物。

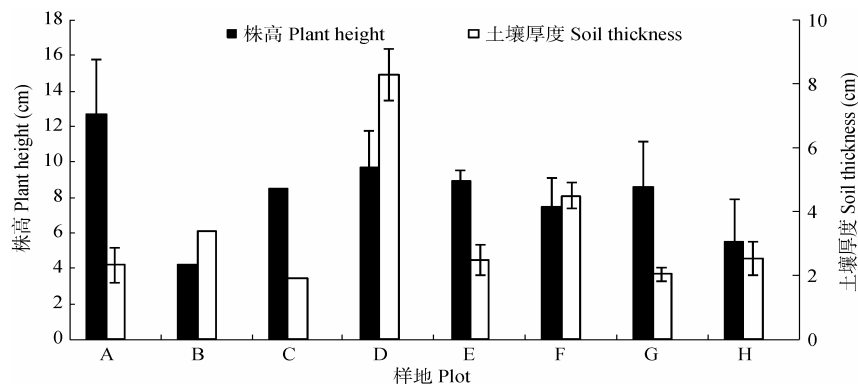


图 3 金线莲样地土壤厚度与株高的关系

Fig. 3 Correlation of soil thickness and plant height of *Anoectochilus roxburghii*

3.5 样地土壤理化性质分析

土壤肥力主要取决于有机质含量的多寡。从表 4 可知,各样地有机质含量为 20%~25%,适生土壤均呈微酸性,pH 为 4.58~5.80,土壤含水量为 60%~86%,为腐殖质土壤,肥力较高。从基质主要有效矿质营养总量(速效磷+速效钾+铵态氮)分析,鼎湖山样地 A 和样地 D 的有效矿质营养较高,达到 482 mg kg^{-1} ,是样地 B 的 1.66 倍。金菊顶和老鼠尾

样地海拔在 518 m 以上,基质中速效磷含量较低,显著低于鼎湖山的 4 个样地,但有效矿质营养总量仍达到 $321\sim 413 \text{ mg kg}^{-1}$ 。从居群的完整性分析,样地 A、E、F、H 等人为干扰较少,属于完整自然居群,植株长势不错。这表明,与金线莲生长相关的有效矿质营养成分中,速效钾和铵态氮对植株的营养贡献更大。含腐殖质较少的细沙壤土(样地 B)综合肥力较低,并不适合金线莲的生长。

表 4 样地土壤的理化性质

Table 4 Physical and chemical property of soil in plots

样地 Plot	有机质(%) Organic matter	速效磷 (mg kg^{-1}) Available P	速效钾 (mg kg^{-1}) Available K	铵态氮 (mg kg^{-1}) Ammonium nitrogen	pH	土壤含水量 (%) Soil moisture content
A	21.93±0.20	141.91±0.29	68.67±2.20	271.45±2.78	4.58±0.05	73.32±1.04
B	9.44±0.47	123.13±0.20	67.80±3.96	99.31±5.16	5.80±0.03	62.22±0.56
C	12.23±0.30	202.88±1.12	115.55±2.20	106.90±0.75	5.20±0.02	62.31±0.46
D	21.05±0.20	99.76±0.32	60.57±1.22	237.29±1.40	4.74±0.15	58.13±0.32
E	25.00±0.30	69.27±0.10	179.68±1.20	193.91±0.75	5.36±0.05	74.55±1.02
F	24.34±0.20	53.40±0.15	145.26±1.30	167.32±1.42	5.32±0.02	86.38±0.53
G	20.47±0.22	57.08±0.50	217.26±0.15	176.23±0.23	4.92±0.05	62.22±0.80
H	22.59±0.30	74.15±0.20	51.33±0.52	131.30±1.20	5.03±0.05	59.55±0.75

4 讨论和结论

4.1 药材金线莲种质资源的分布现状

本次调查的鼎湖山、金菊顶和老鼠尾为肇庆地区 3 个有代表性的山脉,现存金线莲属植物有金线莲和银线兰 2 近缘种。肇庆地区药材金线莲的野生资源存量极度稀缺,自然居群中不足 15 株,部分呈单株散生状态。根据 Mace-Lande 物种濒危等级划分标准,肇庆地区野生金线莲属于濒危物种,居群及个体数量有限,分布点不多,出现频率小,直接影响了丰富度,对物种的保护与繁衍不利,因此需要加大力度开展本地金线莲种质资源的全面调查和保护工作。金线莲在我国主要分布于西南和东南地区^[12],有趣的是,肇庆地区现存金线莲种质分布也以西南向为主,揭示金线莲适生于温暖湿润的气流环境。海拔高度影响着植物种类的分布和蕴藏量,金线莲的主要分布海拔在云南文山为 900~1200 m、福建清流为 400~1200 m、黔西南为 300~600 m、江西为 700~1200 m^[13-16]。肇庆地区金线莲的分布海拔为 200~800 m,低海拔常分布在山涧溪流两侧,高海拔一般为针阔叶混交林下阴湿、肥沃的环境,表明金线莲在肇庆地区的垂直分布幅度较广,为该资源的合理利用提供了开发空间。

4.2 野生金线莲的群落组成和综合生态因子分析

金线莲是多年陆生兰,其物候期中 4-8(-9)月为最佳营养生长期,花期为 10-11(-12)月,果期为 11-12(-1)月,果实为棕色蒴果,窄椭圆形,种子微细。肇庆地区金线莲适生于常绿阔叶林林下,未发现毛竹林下自然生长的植株,与福建境内的调查结果不一致^[13]。

(1) 群落特征 肇庆地区野生金线莲生长的群落组成独特,调查表明,金线莲生长的群落可分为 3 层,乔木层高度一般为 5 m 以上,郁闭度 60%~80%,林下光照度为 $4.40\sim 10.56 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$,坡度 > 45°,林内温暖湿润。乔木层主要建群物种有壳斗科、樟科、大戟科、桑科、棕榈科等。林下灌木层和草本层植物多为耐阴植物,揭示金线莲具有在物种丰富的常绿阔叶林下生长的习性。

(2) 气温 野生金线莲属中阴性植物。调查表明,金线莲的适生温度为 12°C~26°C,相对湿度为 80%~95%,与黔西南地区金线莲的生长适温(14.0°C~19.0°C)差别较大^[15]。这表明南亚热带季风气候下的金线莲,对温度的适应性较强,其种质对高温的耐受性可能更好。

(3) 土壤理化性质 综合各样地立地条件可知,金线莲居群一般在地貌完整,植被多样性较好,

土壤腐殖质丰富、团粒结构好的生境下生长。结合土壤理化性质分析,其适生的森林土壤为有机质含量高(达20%以上)、微酸性(pH 4.58~5.03)、铵态氮和速效钾等有效矿质营养成分质量分数较高。因此结合金线莲浅根性生长特性,野外仿生种植时建议选择常绿阔叶林下保湿性好,有少量枯枝覆盖物,腐殖土较多、通气性和持水性相互协调的林下栽种。一般有机质在20%以下、综合肥力较低的矿质土壤并不适宜金线莲的生长。

4.3 野生金线莲的濒危原因和保护措施

目前肇庆地区金线莲面临着日趋严峻的生存问题,其濒危的原因一是金线莲自然结实率较低,且种子只含有未分化完全的胚,在野外萌发所需的自然条件苛刻,自然繁殖率很低^[17];其次是金线莲的根状茎和气生根易外露,天敌较多,鸟类和鼠类等动物喜食,加之生境的易碎性对其生存产生很大压力;再者在经济利益驱使下,当地居民乱采滥挖导致野生金线莲种质遭到严重破坏甚至局部性的灭绝。

因此,必须尽快开展和完善肇庆地区金线莲的保护措施。人为活动直接关系到物种资源的保护与繁衍,除利用宣传途径增强分布区内居民对金线莲种质及其生境的保护意识外,还应该实施严格的管护措施,加强金线莲分布点的管护力度。另外,依托鼎湖山或金菊顶自然保护区管理体系,加强金线莲原生境的就地保护,建立保护区内野生金线莲分布样地的观测点,全面了解其生态生物学特性。在此基础上通过科研院所等机构引种进行迁地保护^[18],促进金线莲濒危机制、繁殖策略和技术的研究,开展人工仿野生林下栽培,从根本上缓解民众对野生资源的需求,使该珍稀药用植物得到合理的开发利用,以助于粤中药材金线莲资源的可持续发展。

致谢 肇庆学院生命科学学院陈雄伟副教授,2012级的汤瑾、植国坚、郭秀媚和叶恩嘉同学协助野外调查工作,在此表示衷心的感谢。

参考文献

[1] The Writing Group of the Compilation of Chinese Herbal Medicine. The Compilation of Chinese Herbal Medicine, Volume 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] HAN W Z, CHEN X L, HUANG A F. Advances on *Anoectochilus formosanus* [J]. Fujian Sci Techn 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.

[3] TANG J, DENG Y R, ZHUO Y R. Advances on 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] HUANG X F, ZHOU Z D, YANG C, et al. The rare and endangered medicinal plant *Anoectochilus formosanus* and its cultivation techniques [J]. Guangdong Agri Sci, 2005(5): 80-81. doi: 10.3969/j.issn.1004-874X.2005.05.035.
黄小凤, 周志东, 杨成, 等. 珍稀药用植物金线莲及其栽培技术 [J]. 广东农业科学, 2005(5): 80-81. doi: 10.3969/j.issn.1004-874X.2005.05.035.

[5] 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 Res, 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.

[6] WANG Y Q. Orchid flora in Guangdong [J]. J Trop Subtrop Bot, 2001, 9(1): 31-42. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2001.01.005.
王英强. 广东山区的兰科植物及其分布 [J]. 热带亚热带植物学报, 2001, 9(1): 31-42. doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2001.01.005.

[7] ZHANG H W, MA J. A survey analysis on resources of medicinal plants in Dinghushan national nature reserve [J]. Guihaia, 2005, 25(6): 539-543. doi: 10.3969/j.issn.1000-3142.2005.06.007.
张宏伟, 马骥. 鼎湖山药用植物资源调查分析 [J]. 广西植物, 2005, 25(6): 539-543. doi: 10.3969/j.issn.1000-3142.2005.06.007.

[8] LI R H. Basic structure and features of monsoon evergreen broad-leaved forest in Dinghushan [J]. Suppl J Sun Yatsen Univ, 2001, 21(3): 31-35. doi: 10.3969/j.issn.1674-3202.2001.03.008.
李日红. 鼎湖山季风常绿阔叶林的基本结构和特征 [J]. 中山大学学报论丛, 2001, 21(3): 31-35. doi: 10.3969/j.issn.1674-3202.2001.03.008.

[9] 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: 中国农业科技出版社, 2000: 56-58.

- [10] JIANG Z G. Classification of endangered category and preservation of species [J]. Bull Biol, 2000, 35(9): 1–5. doi: 10.3969/j.issn.0006–3193.2000.09.001.
蒋志刚. 物种濒危等级划分与物种保护 [J]. 生物学通报, 2000, 35(9): 1–5. doi: 10.3969/j.issn.0006–3193.2000.09.001.
- [11] YAN J H, ZHOU G Y, HUANG Z L. Evapotranspiration of the monsoon evergreen broad-leaved forest in Dinghushan, Guangdong Province [J]. Sci Silv Sin, 2001, 37(1): 37–45. doi: 10.11707/j.1001–7488.20010106.
闫俊华, 周国逸, 黄忠良. 鼎湖山亚热带季风常绿阔叶林蒸散研究 [J]. 林业科学, 2001, 37(1): 37–45. doi: 10.11707/j.1001–7488.20010106.
- [12] LIU G M, LI W, LI J L. On the importance as well as the research and development survey of *Anoectochilus* Linndl. [J]. Guizhou Sci, 2001, 19(2): 27–36. doi: 10.3969/j.issn.1003–6563.2001.02.006.
刘国民, 李微, 李娟玲. 开唇兰的价值与研发概况 [J]. 贵州科学, 2001, 19(2): 27–36. doi: 10.3969/j.issn.1003–6563.2001.02.006.
- [13] ZHANG T, WAN J, MU J H. Preliminary survey of *Anoectochilus* Bl. germplasm in Wenshan, Yunnan Province [J]. J Wenshan Teach Coll, 2005, 18(1): 26–28. doi: 10.3969/j.issn.1674–9200.2005.01.006.
张铁, 万京, 沐建华. 文山地区金线莲种质资源初步调查 [J]. 文山师范高等专科学校学报, 2005, 18(1): 26–28. doi: 10.3969/j.issn.1674–9200.2005.01.006.
- [14] 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. doi: 10.3969/j.issn.1004–2180.2012.01.027.
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. doi: 10.3969/j.issn.1004–2180.2012.01.027.
- [15] 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 Agri 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.
- [16] 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.
- [17] CHEN Y, LIN K R, GUAN Q K, et al. Biological characteristics and habitat characters of *Anoectochilus roxburghii* [J]. Subtrop Plant Commun, 1994, 23(1): 18–24.
陈裕, 林坤瑞, 管其宽, 等. 金线莲生物学特性及生境特点的研究 [J]. 亚热带植物通讯, 1994, 23(1): 18–24.
- [18] WANG Y, CHEN X W, SHAO L, et al. Research advances on the ecological and biological characteristics of a rare and endangered plant *Begonia fimbristipula* Hance [J]. Chin Wild Plant Resour, 2014, 33(6): 26–32. doi: 10.3969/j.issn.1006–9690.2014.06.007.
汪越, 陈雄伟, 邵玲, 等. 珍稀濒危植物紫背天葵 (*Begonia fimbristipula* Hance) 的生态生物学研究进展 [J]. 中国野生植物资源, 2014, 33(6): 26–32. doi: 10.3969/j.issn.1006–9690.2014.06.007.