

海南龙血树种群生境及自然更新能力调查

郑道君^a, 李海文^b, 云 勇^{a,c}, 张 浪^b, 张治礼^{a*}

(海南省农业科学院, a. 农作物遗传育种重点实验室; b. 园林花卉研究所; c. 粮食作物研究所, 海口 571100)

摘要: 对海南岛海南龙血树(*Dracaena cambodiana* Pierre ex Gagnep)生境、人为破坏情况和自然更新能力进行了调查与分析,探讨了其濒危原因。结果表明,海南龙血树属典型的岩石伴生型植物,主要分布在高温少雨地区,常生长在陡峭且裸露的花岗岩或石灰岩的石缝残积土中,或紧贴石壁生长于砂壤土中,其伴生树种以小乔木或灌木为主;由于无节制采挖和生境破坏,海南龙血树野生资源数量已十分有限。自然条件下海南龙血树的更新方式有种子更新、根蘖更新和桩蘖更新,但现有生境条件下无论何种更新方式均无法有效地实现种群的扩大和更新。可见,原生境破坏和无节制采挖是海南龙血树濒危的外因,“濒危生境”造成种子无法萌发或幼苗生长失败,导致种群无法实现自然更新是内因和主要原因。

关键词: 海南龙血树; 濒危原因; 生境; 人为破坏; 自然更新能力

中图分类号: Q948.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2010)06-0627-06

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2010.06.006

Investigation on the Habitat and Natural Regeneration Capacity of *Dracaena cambodiana* Population

ZHENG Dao-jun^a, LI Hai-wen^b, YUN Yong^{a,c}, ZHANG Lang^b, ZHANG Zhi-li^{a*}

(a. Key Laboratory of Crop Genetics and Breeding; b. Institute of Flower and Garden Research;

c. Institute of Food Crop Research, Hainan Academy of Agricultural Sciences, Haikou 571000, China)

Abstract: The habitat and natural regeneration capacity of *Dracaena cambodiana* Pierre ex Gagnep in Hainan Island and the extent of human damage to its wild population were investigated and analyzed, and its endangered reasons were also discussed. The results showed that *D. cambodiana* was a typical rock-associated plant species and mainly distributed in the high-temperature and less-rainfall regions. *D. cambodiana* usually grew in the gap of steep and bare limestone or granite, or in sandy loam soil alongside the rock, and its associated species were often some small trees and shrubs. Due to the unrestricted exploitation of the wild plants and the destruction of its habitats, the wild resources of *D. cambodiana* have been very limited. In natural conditions, there were three ways for the regeneration of *D. cambodiana*, including the reproduction through seeds and the sprouts from roots and stumps. However, under the existing habitats, all of them were unable to effectively enlarge their wild population. It was concluded that the original habitat destruction and the unrestricted exploitation were the external factors for the endangerment of *D. cambodiana*, and the failure of seed germination or seedling growth under the poor habitats was the internal and major factor causing its endangerment, both of which made the species in an endangered status.

Key words: *Dracaena cambodiana*; Endangered reason; Habitat; Human damage; Natural regeneration capacity

收稿日期: 2010-03-19

接受日期: 2010-05-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(30760015); 海南省自然科学基金项目(30831)资助

作者简介: 郑道君(1979~), 男, 硕士, 助理研究员, 从事植物种质资源及保育遗传学研究, email: daojunzh@yahoo.com.cn

* 通讯作者 Corresponding author, email: zzl_catas@hotmail.com

海南龙血树 (*Dracaena cambodiana* Pierre ex Gagnep) 又名小花龙血树, 俗称山海带、不老松和平安树, 为百合科 (Liliaceae) 龙血树属常绿小乔木^[1-2]。海南龙血树是我国传统名贵中药材血竭的两种基源植物之一, 另一种为剑叶龙血树 (*D. cochinchinensis*)^[2-4]。海南龙血树还具有很高的观赏价值, 是园林绿化和家庭盆栽的名贵树种^[5-6]。近年来, 随着市场需求的增加, 海南龙血树野生资源遭受掠夺性采挖, 其生境也受到人为严重干扰, 野生资源急剧下降, 已被列为三级中国稀有濒危保护植物^[7]。目前关于海南龙血树的研究主要集中在组织快繁、栽培技术以及以血竭为基础的开发利用等方面^[5,8-14], 而对其保护生物学等方面的研究尚未见报道。

植物的自然更新是种群得以增殖、扩散、延续和维持群落稳定的一个重要生态过程^[15]。自然更新失败是植物种群衰退、消失的直接原因。因此, 研究植物自然更新对明确植物致危原因, 采取正确的保护对策极为重要, 是濒危植物保护生物学的主要研究内容之一。为深入了解野生海南龙血树的

生存状况, 分析海南龙血树濒危的原因, 本研究对海南龙血树的生境、人为干扰以及自然更新能力等进行了全面调查与分析, 并初步探讨了海南龙血树的濒危原因, 为海南龙血树的保护和开发利用提供科学依据。

1 研究方法

1.1 实地调查

目前发现海南龙血树种群在海南省分布于 10 个地点 (表 1)。采用踏查法对海南龙血树进行全面的实地调查, 观察记录海南龙血树生境 (包括海拔、坡度、土壤和岩石类型、生长状况、植被概况、群落类型) 及分布情况、自然更新情况、受破坏情况等, 并采集标本, 对分布点的地理位置进行 GPS 定位。通过刨根挖出 1~4 年树龄的海南龙血树根系, 观察其特点, 判断更新苗是实生苗、根蘖苗或桩蘖苗。

同时, 从当地林业部门或居民, 特别是园林苗圃商了解有关海南龙血树的分布和受破坏情况, 并扩大调查范围, 以及排除植物标本和文献有记载但现在消失的分布点。

表 1 海南龙血树的种群分布区概况
Table 1 Distribution state of *D. cambodiana* populations

分布区 Distribution area	北纬 Latitude	东经 Longitude	海拔 Altitude (m)	生境 Habitat	更新方式 Regeneration pattern
昌江昌化大岭 Changhua Mountain, Changjiang	19°20'28.5"	108°42'40.9"	70 ~ 300	花岗岩 Granite	桩蘖 Stump
昌江霸王岭 Bawang Mountain, Changjiang	19°05'03.5"	109°02'28.3''	135	石灰岩 Limestone	桩蘖和根蘖 Stump and root
东方俄贤岭 Exian Mountain, Dongfang	18°59'58''	109°04'30"	200 ~ 900	石灰岩 Limestone	桩蘖和根蘖 Stump and root
东方陀牙山 Tuoya Mountain, Dongfang	18°58'52.9"	108°50'28.9"	210	花岗岩 Granite	桩蘖 Stump
东方黑岭 Heiling Mountain, Dongfang	18°46'30.0"	108°48'45.8"	175	花岗岩 Granite	种子, 桩蘖 Seed, stump
乐东尖峰岭 Jianfeng Mountain, Ledong	18°44'40"	109°59'50"	230	花岗岩 Granite	种子, 桩蘖 Seed, stump
三亚南山 Nanshan Mountain, Sanya	18°18'04"	109°09'06"	0 ~ 260	花岗岩 Granite	桩蘖 Stump
三亚亚龙湾蝴蝶谷 Butterfly Valley in Yalong Gulf, Sanya	18°14'27"	108°39'02"	25	花岗岩 Granite	桩蘖 Stump
万宁牛岭 Niuling, Wangning	18°35'04"	110°10'14.8"	30	花岗岩 Granite	桩蘖 Stump
万宁乐南山 Lenan Mountain, Wanning	18°38'43.2"	110°27'36.8"	93	花岗岩 Granite	桩蘖 Stump

2 结果和分析

2.1 海南龙血树的生境

海南龙血树在中国仅分布于海南岛西南部内陆山区及南部沿海地区,属热带北缘地区,区内年平均气温高于 23°C ,最热月平均气温 29°C 左右,年均日照时数达2166 h。受热带海洋性气候影响,年降水量为1000~1200 mm,冬春为旱季,长达7个月。海南龙血树属典型的岩石伴生型、强耐旱、喜阳和喜钙树种。根据分布区的岩石类型,其生境可分为石灰岩伴生型和花岗岩伴生型两大类。

在花岗岩伴生型生境中,海南龙血树主要生长于裸露花岗岩的石缝残积土中或紧贴石壁生长于干燥砂壤土中,坡地陡峭,大部分坡度为 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。此类生境又可分为干燥型和半干燥型。干燥型生境,如昌江县昌化大岭、三亚南山岭、三亚亚龙湾、万宁与陵水分界处牛岭和万宁乐南山等,分布于滨海地区,干热少雨,土壤蓄水力弱,雨水绝大部分从地表流走或沿岩缝渗漏。在这种严酷的生境中,植物群落主要是以海南龙血树为标志种的刺灌丛,以伞状树形突出于群落之上为特色。由于干热少水,海南龙血树树干多纵、斜向腐裂,呈红紫色。半干燥型生境,如尖峰岭叉河口、东方板桥镇黑岭和天安乡陀牙岭等,主要分布于距海边较远的高山河谷两边,虽然少雨,坡地陡峭,土壤蓄水能力也较弱,但河谷常年有流水,较滨海地区潮湿。此生境下海南龙血树主干细长,未见腐裂现象,植物群落主要是以海南龙血树为优势种的小乔木林。花岗岩伴生型生境的海南龙血树无林下生长现象,伴生植物以小乔木和灌木为主,主要有:五列木(*Pentaptylax euryoides*)、高山榕(*Ficus altissima*)、石楠(*Photinia serrulata*)、福建茶(*Carmona microphylla*)、厚皮树(*Lansea coromandelica*)、海南菜豆树(*Radermachera hainanensis*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、山乌柏(*Sapium discolor*)、海南榄仁(*Terminalia hainanensis*)、光腊树(*Fraxinus griffithii*)、青梅(*Vatica mangachapoi*)、假苹婆(*Sterculia lanceolata*)、榕树(*F. microcarpa*)、海南簕欓(*Scolopia buxifolia*)、黄牛木(*Cratoxylum ligustrinum*)、鹊肾树(*Streblus asper*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、落地生根(*Bryophyllum pinnatum*)和火焰兰(*Renanthera coccinea*)等。

石灰岩伴生型生境,如东方俄贤岭及其附近霸王岭地区的石灰岩小山丘,坡地几乎都是裸露岩

石,坡度为 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$,地形开朗,光照充足,有的植株甚至生长在垂直的石灰岩峰林或孤峰的石缝中,土壤呈中性至微碱性^[16-17],水分稀少,营养状况极差,伴生植物稀少,主要有:厚皮树、榕树(*F. microcarpa*)、千里香(*Murraya paniculata*)、石韦(*Pyrrosia lingua*)、细辛蕨(*Boniniella cardiophylla*)、肾蕨(*Nephrolepis cordifolia*)、刺桑(*Streblus ilicifolius*)、鹅掌藤(*Schefflera arboricola*)、格木(*Erythrophloeum fordii*)、绿萝(*Epipremnum aureum*)、苦梓(*Gmelina hainanensis*)等。此生境的海南龙血树常为植物群落中的单优种,且常见有小片海南龙血树纯林,也偶见海南龙血树散生于郁闭度达60%~70%的林下,但植株矮小。

2.2 海南龙血树野生资源人为破坏情况

海南龙血树具有较高的药用价值和观赏价值,其野生资源遭到人类长期无节制地掠夺性采挖,分布于少数民族山区的海南龙血树种群几乎灭绝,目前数量已十分有限。

据当地居民反映,尖峰岭少数民族地区的中国林业科学研究院热带林业研究所尖峰岭试验站后山在20世纪80年代初仍有大片的海南龙血树群落,但此次调查已不见其踪迹。原大面积分布于东方市板桥镇少数民族山区的黑岭山河谷边的海南龙血树群落,现仅沿河岸零星分布,不超过100株,且均是砍伐后树桩萌发的萌条,因树桩无法采挖而幸存。调查表明,目前野生海南龙血树野生资源遭受掠夺性采挖的方式主要有3种:(1)整棵树连根挖出,80年代初期昌化大岭山道两边生长有大片的海南龙血树林或群落,而现仅有少量的植株成散点状分布。只有生长在岩石间或峭壁上的海南龙血树,由于盗挖和运输难度较大而幸免于难。(2)砍伐枝条用于扦插。尖峰镇有近10家园林苗圃经营海南龙血树树苗,大部分属于扦插苗,其插条均是从附近山上的野生海南龙血树上砍伐的树枝。由于生境条件恶劣和生长缓慢,砍去枝条后的海南龙血树很难恢复甚至逐渐死亡。天安乡陀牙岭两瀑布旁的海南龙血树被砍伐后,分别仅有1株树桩还长有萌条,其余的树桩全部腐烂而死,这两个群落已濒临消失。(3)苗圃经营者大量收购海南龙血树种子用于育苗,也在一定程度上影响了野生海南龙血树的自我繁殖。虽海南龙血树种子在自然生境下很难成苗,但温暖潮湿的环境还是有助于种子萌发和营养生长。

人类活动也严重影响或破坏了野生海南龙血树的原有生境。由于大量开采石灰岩,部分生长在石灰岩生境的海南龙血树群落已经消失,如霸王岭保护区外围的马鞍山,原分布有大片的海南龙血树林,近年人工开采石灰岩导致生境严重破坏,已找不到海南龙血树。由于大面积种植槟榔和桉树,或房地产开发,导致海南龙血树群落消失或面积锐减。如因开垦种植槟榔或桉树,在万宁铁铜岭临海现已很难找到海南龙血树;万宁东澳镇乐南山的原海南龙血树群落现大部分已变成槟榔园或桉树林;陵水光坡镇狗头岭的山顶已被推平待建度假村,已找不到海南龙血树的踪迹;万宁与陵水分界处牛岭山顶正在建休闲度假区,此处的海南龙血树分布面积从原来近 200 亩锐减至现在的约 50 亩,且仅有零星的 20 株。三亚南山和亚龙湾的海南龙血树种群处于旅游胜地,其资源本身受到保护,但由于人类活动频繁,其生境受到干扰或破坏,自然繁殖和更新能力大大降低。

由于长期人类活动或气候变化导致海南龙血树原生境地不适合其生长和繁殖,其种子在高温干燥环境下无法萌发或完成生活史,而在温暖潮湿环境下却能正常萌发与生长。

2.3 海南龙血树的更新方式及自然更新能力

植物有性繁殖与无性繁殖的选择受到生物与非生物因素的综合影响^[18]。采取何种更新对策,主要是由物种本身的遗传特性和适应外界环境压力(生境和干扰机制)决定的^[15]。不同物种甚至同一物种在不同的生境和干扰机制下,有时以种子更新为主,有时又以根蘖和桩蘖更新为主,有时几种更新方式共存。不同生境下海南龙血树存在不同的更新类型,自然更新能力也存在明显差异。但无论何种方式更新,在自然条件下均无法真正实现海南龙血树种群的扩大和更新。

种子更新是通过种子萌发、幼苗生长来扩大种群的繁殖更新方式。目前在尖峰岭河谷边的叉河口和黑岭河谷的海南龙血树群落可以通过种子更新方式扩大植物群落,但分别只有 9 株和 1 株的实生更新苗,约占群落植株的 8% 和 1%。此两处生境属花岗岩半干燥型,河谷中长年有流水,环境相对潮湿,海南龙血树群落以稀疏的小乔木为主,林下郁闭度低,这种生境可以满足种子萌发和小苗生长所需的水分和光照。

自然条件下,海南龙血树还有桩蘖和根蘖两种

更新方式。桩蘖是被从砍伐或大风中折断后的树桩上萌发的萌条。海南龙血树具有很强的萌生能力,每个树桩萌蘖可达 4~5 个。但桩蘖仅发生在被砍伐或折断的树桩上,这种更新方式并不能扩大种群数量。黑岭河谷和天安乡陀牙岭瀑布旁被砍伐后的海南龙血树树桩即使已经萌发萌条也极易腐烂而死,只有那些在萌芽处长有独立根系的萌条才能最终存活。桩蘖在所有海南龙血树群落中均有发生,较为普遍,也是花岗岩干燥型生境下海南龙血树群落唯一的更新方式。根蘖更新是无性繁殖的一种方式,植物通过母株根系上的不定芽产生无性繁殖的繁殖体,这些繁殖体定居成功后就成为潜在的独立个体,即无性系小株,达到种群更新的目的^[19],但其扩散能力十分有限,其本质只是无性系遗传物质的转移^[20]。海南龙血树的根蘖萌生仅在俄贤岭及附近霸王岭石灰岩地区的特殊生境下分别有 1 株根蘖,发生于极少数裸露的根部。

3 讨论

3.1 海南龙血树濒危的主要原因

同一生境下,植物能否正常生长繁育,关键是由其内在属性决定的。濒危植物生殖力、存活力和适应力低下是其走向濒危的根本原因^[21]。自然条件下,海南龙血树有两种自然更新类型,即种子更新和萌生更新,但更新能力均极差,属自然更新失败。

只有两个分布点有极少数的实生更新苗(即叉河口群落和黑岭河谷群落,分别约占群落植株的 8% 和 1%),而根蘖繁殖更新也仅在石灰岩伴生型生境中极少数裸露的根节上(即海南俄贤岭及附近霸王岭石灰岩地区,分别有 1 株根蘖)。桩蘖更新似乎是海南龙血树群落更新的主要方式,但桩蘖更新不能增加种群数量;同时,被砍伐树桩即使已经萌蘖也易腐朽而死。海南龙血树生长极为缓慢,一旦被砍伐或大风折断仅剩树桩,其空间位置很容易被生长较快的树种占有,这在花岗岩半干燥型生境中常有发生,最终,由于另一物种形成群落优势种而抑制了海南龙血树桩蘖更新造成更新失败。因此,自然生境下无论是有性更新还是无性更新,真正实现海南龙血树种群的更新都极为困难。

许再富等^[22]将植物濒危归结为物种在其历史演化过程中存在某种脆弱环节,如繁殖系统的缺陷、基因漂变或某些物种的生态-生物学特性的特

化而依赖于单一或特殊的生境等。张文辉等^[21]分析了10种濒危植物的生态学特征后指出,生活史中具有脆弱环节或者多处脆弱环节累加是由于内在因素导致种群濒危的几种主要形式之一,多数濒危植物种群在由种子向幼苗转化阶段会出现死亡率高或种子不能萌芽成苗等现象,成为种群衰退的关键阶段。成年海南龙血树植株在现存生境中生长良好并能产出可育的种子;只要处理及时,有适合的萌发条件,海南龙血树新鲜果实的萌发率可达60%~70%^[11]。因此,海南龙血树有性生殖困难并不是胚胎发育过程中的败育所致。我们仅在半干燥型生境群落中发现有少量的实生更新苗表明,现有生境仅适合于成年海南龙血树的生长,某些生态因子严重抑制其种子萌发或小苗生长,或者说海南龙血树在演化过程中所产生的变异并没有使其整个生活史中的每个阶段都能适应环境的急剧变化和特殊生境的消失。至于是何种生态因子,抑制发生在生活史的哪个阶段尚待进一步研究。

濒危植物无性繁殖仅是有性生殖失败后的一种补充和繁衍后代的一种对策,对种群繁衍的作用有限^[21]。海南龙血树种群通过有性繁殖实现种群更新失败,只能依靠根蘖产生无性系分株和桩蘖实现植株再生来维持种群。“风险分摊”和“整合作用”使营养繁殖后代的竞争能力、耐逆境能力强于有性繁殖产生的后代,因而其定居和存活率均高于实生苗^[23]。因此,在恶劣的生境中无性繁殖有其自身的优势,但无性繁殖会导致种内遗传变异减少,降低种群的适合度,减弱种群对环境变化的适应能力,最终导致种群退化而灭绝。

综上所述,无论是种子繁殖、根蘖繁殖还是桩蘖繁殖,都无法维持海南龙血树种群的持续更新和发展。植物种群的拓展、生命的延续要靠生殖去实现^[24]。海南龙血树有性生殖受阻,生活史断裂,种群自然更新能力下降和更新失败,是最终导致其濒危的主要原因。

3.2 人类活动加快了海南龙血树濒危的进程

从生态学角度看,非适宜的生境将导致物种趋向濒危。人类活动的长期干扰会加速“适宜生境”向“濒危生境”转变,进而影响海南龙血树的有性生殖、生活史,从而影响其自然更新能力。当然,没有人类的活动,其生境也会发生变化,人类活动只是加快了这一进程而已。贺善安等^[25]将濒危生境定义为可导致生长于该生境中的物种趋向濒危的

生境。就海南龙血树而言,除半干燥型生境外,其他种群明显生长于濒危生境中。至于海南龙血树为何、如何、何时陷入濒危生境以及濒危生境产生的原因,需要根据物种特点和生境变化的动态过程进行具体的分析和研究。

人为破坏包括破坏现有生境和人为过度采挖两个方面。海南龙血树属岩石伴生型植物,其生境地拥有丰富的石灰岩和花岗岩资源。在利益的驱动下,大量开采石灰岩和花岗岩资源,以及种植槟榔或桉树,或用于开发房地产,对海南龙血树种群的破坏不仅是生地地的破坏,更是直接的、致命性的,也是不可逆的。海南龙血树具有较高的药用价值和观赏价值,其野生资源遭受人为过度采挖也是加快海南龙血树濒危进程的重要原因。人为过度采挖主要有整株连根挖、砍伐健壮枝条用于扦插和大量采摘种子3种形式,直接对海南龙血树种群数量、更新能力造成影响和破坏。

自然条件下外界干扰等致危因素是植物走向濒危的推动力,人类活动干扰和人为破坏加快了海南龙血树濒危的进程。因此,加大原生地保护和减少野生资源的开发是保护野生海南龙血树的现实选择。

4 结论

海南龙血树主要分布在高温少雨地区,属典型的岩石伴生型、强耐旱、喜阳和喜钙树种,生长于裸露的石灰岩或花岗岩石缝的残积土中或紧贴石壁生长于干燥砂壤土中。近年来海南龙血树野生资源遭受掠夺性采挖,同时人类活动使原生境严重破坏,其野生资源已十分有限,许多原生种群已消失。海南龙血树种群更新能力极差,属自然更新失败。我们认为,海南龙血树因处濒危生境造成生殖过程中种子萌发或幼苗转化困难导致有性生殖受阻,生活史断裂,自然更新失败是最终导致其濒危的内因和主要原因;海南龙血树分布区生境变化、人为干扰和过度利用等造成种群缩小、孤立和生境破碎化,是该物种致濒的重要外因。

鉴于此,保护海南龙血树种群,不仅要采取简单的就地保护策略,减少生地地的破坏和野生龙血树资源的过度开发利用,更应该从生境对物种的适宜性和物种对生境的适应性两个方面开展综合性研究,深入探讨其生境适宜性下降的主要原因、产生濒危生境的关键因素和导致物种濒危的生物学

过程,进而恢复和重建适宜生境,包括改良、恢复和物种迁移等,提高物种种群的自我更新能力,达到科学可持续的保护目的。

参考文献

- [1] Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae, Agendae Academicae Sinicae Edita(中国科学院中国植物志编委会). Flora Reipublicae Popularis Sinicae, Tomus 14 [M]. Beijing: Science Press, 1992: 276–277.(in Chinese)
- [2] Chen X Q, Liang S Y, Xu J M, et al. Liliaceae [M]// Flora of China, Tomus 24. Beijing: Science Press, and St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2000: 215–217.
- [3] Guangdong Institute of Botany(广东省植物研究所). Flora Hainanica, Tomus IV [M]. Beijing: Science Press, 1977: 1–155. (in Chinese)
- [4] 谢宗万. 血竭基源的本草考证 [J]. 中药材, 1989, 12(7): 40–43.
- [5] Wu F H(吴繁花), Zhu W L(朱文丽), Mo R(莫饶), et al. Tissue culture of *Dracaena cambodiana* [J]. Plant Physiol Commun(植物生理学通讯), 2005, 41(2): 186.(in Chinese)
- [6] 罗文扬, 罗萍, 雷新涛. 珍稀濒危龙血竭基源植物龙血树的资源现状 [J]. 现代农业科技, 2007, 22: 62–64.
- [7] National Environment Protection Administration(国家环境保护局) and Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences(中国科学院植物研究所). China Rare and Endangered Protective Plant Lists [M]. Beijing: Science Press, 1987: 1–38.(in Chinese)
- [8] He X J(何旭君), Liu S H(刘善辉), Feng Y L(冯远来), et al. The study on rapid tissue culture propagation technology of *Dracaena cambodinna* [J]. Guangdong For Sci Techn(广东林业科技), 2006, 22(1): 22–25.(in Chinese)
- [9] Yang B P(杨本鹏), Zhang S Z(张树珍), Yang X(杨学), et al. Tissue culture and rapid propagation of *Dracaena cambodiana* Pierre ex Gagnep. [J]. Chin J Trop Crops(热带作物学报), 2005, 26(4): 20–23.(in Chinese)
- [10] Huang Y F(黄运凤), Zhang Y P(章玉平). Preliminary study on tissue culture of *Dracaena cambodinna* [J]. Guangxi Agri Sci(广西农业科学), 2006, 36(3): 201–202.(in Chinese)
- [11] 罗金环, 刘俊, 羊金殿. 海南龙血树的栽培技术及其应用 [J]. 热带林业, 2006, 34(4): 28–29.
- [12] Li J Y(李金英), Huang Y F(黄永锋), Ke X X(柯萧霞), et al. Selective preference experiment of *Dracaena cambodinna* soilless cultivation nutrition liquid [J]. Guangdong For Sci Techn(广东林业科技), 2006, 22(4): 66–70.(in Chinese)
- [13] 王雪明, 吴凯, 石玉玲, 等. 复方血竭灌肠剂的制备及临床应用 [J]. 中国医院药学杂志, 2005, 25(3): 281.
- [14] Fu L C(符联昌), Jin M Z(金描真), Zhao G H(赵光华). Formulation designation for drop pills of Dragons Blood Flavonoids [J]. J Guangdong Coll Pharmac(广东药学院学报), 2007, 23(6): 615–617.(in Chinese)
- [15] Li X S(李小双), Peng M C(彭明春), Dang C L(党承林). Research progress on natural regeneration of plant [J]. Chin J Ecol(生态学杂志), 2007, 26(12): 2081–2088.(in Chinese)
- [16] Wang F G(王发国), Qing X S(秦新生), Chen H F(陈红锋), et al. Endemic plants in limestone region on Hainan Island [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2006, 14(1): 45–54.(in Chinese)
- [17] Yang D Y(杨德涌), Chen S J(陈世俭), Ma Y J(马毅杰). The characteristics of clay minerals in the soil of Hainan Island and their application in soil taxonomic classification [J]. Acta Pedol Sin(土壤学报), 2002, 39(4): 467–475.(in Chinese)
- [18] Zhang Y F(张玉芬), Zhang D Y(张大勇). Asexual and sexual reproductive strategies in clonal plants [J]. J Plant Ecol(植物生态学报), 2006, 30(1): 174–183.(in Chinese)
- [19] Alpert P. Nutrient sharing natural clonal fragments of *Fragaria chiloensis* [J]. J Ecol, 1996, 84: 395–406.
- [20] Riggs L A. Conserving genetic resources on-site in forest ecosystems [J]. For Ecol Manag, 1990, 35: 45–68.
- [21] Zhang W H(张文辉), Zu Y G(祖元刚), Liu G B(刘国彬). Population ecological characteristics and analysis on endangered cause of ten endangered plant species [J]. Acta Ecol Sin(生态学报), 2002, 22(9): 1512–1520.(in Chinese)
- [22] Xu Z F(许再富), Zhu H(朱华), Liu H M(刘宏茂), et al. The changing tendency of plant species diversity in the fragmental tropical rainforest in Southern Yunnan, China [J]. J Plant Resour Environ(植物资源与环境), 1994, 3(2): 9–15.(in Chinese)
- [23] He W M(何维明). Why does asexual regeneration of *Sabina vulgaris* populations dominate in nature? [J] Acta Phytocool Sin(植物生态学报), 2002, 26(2): 235–238.(in Chinese)
- [24] Frankham R, Briscoe D A. Introduction to Conservation Genetics [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2002: 126–142.
- [25] He S A(贺善安), Hao R M(郝日明), Tang S J(汤诗杰). A study on the ecological factors of endangering mechanism of *Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg. [J]. J Plant Resour Environ(植物资源与环境), 1996, 5(1): 1–8.(in Chinese)