

李晓芳,王加国,安明态,等. 2 种干扰强度下清香木天然林群落特征及物种多样性[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):182-185.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.062

2 种干扰强度下清香木天然林群落特征及物种多样性

李晓芳¹, 王加国¹, 安明态¹, 袁丛军², 严令斌¹, 杨 瑞¹

(1. 贵州大学林学院, 贵州花溪 550025; 2. 贵州省林业科学研究院, 贵州贵阳 550005)

摘要:采用常规群落学调查方法, 设置 12 个典型群落样地, 统计群落的 Gleason 物种丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数及 Pielou 均匀度指数值, 研究 2 种干扰强度下清香木 (*Pistacia weinmannifolia*) 天然林群落结构及物种多样性。结果表明: 除乔木层各多样性指数差异不明显外, 都格弱干扰群落灌木层和草本层其余各多样性指数均为发耳强干扰群落的 1 倍以上; 2 个群落均以中高位芽植物占优势, 反映研究区域较为温热多湿的气候特征; 发耳清香木群落物种频度等级分布规律为 $A > B > C = E$, 都格为 $A > B = C = D$, 2 个群落频度组成均与 Raunkiaer 频度定律不吻合; 人畜干扰是导致 2 个群落物种多样性差异及发耳灌木层、草本层不发达的主要原因。

关键词: 清香木; 干扰强度; 群落特征; 物种多样性

中图分类号: S718.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)07-0182-03

清香木 (*Pistacia weinmannifolia*) 隶属漆树科黄连木属常绿灌木至乔木, 当地称之为“乌木”, 野生于中国云南省、四川省、贵州省等地, 是贵州省省级重点保护树种, 主要分布在六盘水市、遵义市、黔南布依族苗族自治州及安顺市等地海拔 500~1 350 m 的山地阔叶林及灌木林中。清香木树形美观, 春夏翠绿, 秋冬转红, 叶片层次感好, 果呈红色, 根系发达, 耐干旱, 萌蘖能力强且寿命长, 虫害率低, 易造型, 适合作为喀斯特地区尤其是干热河谷地带的造林先锋树种。清香木叶揉碎气味清香, 皮、叶可提取芳香油, 民间用作香料; 枝叶及树皮可消炎解毒、收敛止泻; 茎干可制作生活用品等, 具有广阔的开发前景。物种多样性是人类赖以生存的生物资源, 自然界中尚有很多具有潜在利用价值的生物资源未被开发利用^[1]。研究植物群落物种多样性的目的是为了更好地了解利用多样性资源^[2]。由于人们对野生资源进行乱砍滥伐、开荒及火灾等因素的干扰, 清香木分布面积和数量均明显减少, 物种多样性也随之减少。目前, 我国有关清香木的研究多集中在种群生态^[3-4]、苗木组培繁育与荒山造林^[5-10]、耐旱性^[11-14]及化学成分^[15-19]等方面, 对不同干扰强度下清香木群落及物种多样性特征方面的研究尚未见报道。笔者对不同干扰强度下清香木天然林群落特征及物种多样性进行研究, 旨在为探讨清香木群落的自然规律及其种群拯救保育提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于贵州省水城县都格乡、发耳镇 2 个毗邻乡镇

境内, 是目前已知的清香木资源最丰富的 2 个天然乔木群落, 也是目前仅存的 2 片天然分布的乔木群落, 当地居民将其视为神树 (风水林)。研究区属亚热带湿润季风气候, 冬无严寒, 夏无酷暑, 年平均降水量 1 100 mm, 无霜期 250 d 左右。研究区位于山坡中部及中上部, 海拔 1 000~1 300 m, 以紫色砂页岩、紫色土为主, 主要伴生树种为复羽叶栎树 (*Koeleria bipinnata*)、余甘子 (*Phyllanthus emblica*)、栓皮栎 (*Quercus variabilis*)、黄连木 (*Pistacia chinensis*)、合欢 (*Albizia julibrissin*) 等常绿阔叶和次生性常绿落叶阔叶混交林, 局部地段群落能形成清香木纯林。都格乡清香木林位于村寨后山, 位置特殊, 地段偏僻, 人畜干扰相对较弱, 属弱干扰类型。发耳镇清香木林临近村寨, 尽管也是风水林, 但林下人为、家禽家畜等活动较为频繁, 属强干扰类型 (表 1)。

1.2 试验方法

2014 年 6 月在研究区选择有代表性的地段进行典型样地法群落学调查, 共设置 12 个 20 m×30 m 样地, 总样地面积 7 200 m²。采用相邻格子法进行观测, 即在 6 个样地内布设 72 个 10 m×10 m 的乔木层样方; 在每个样地的上、中、下分别等距布设 5 个 2 m×2 m 的灌木样方及 5 个 1 m×1 m 的草本样方进行灌木层、草本层调查, 灌木层、草本层样方均为 120 个。记录海拔、坡向、坡度、郁闭度、基岩、土壤类型等指标, 其中, 乔木层记录各物种株数、胸径 (地径)、树高、冠幅、起源、结实与否、健康状况等指标; 灌木层各物种记录株数、地径、高度、盖度等指标; 草本层各物种记录种名、株 (丛) 数、高度、盖度等指标。

1.3 数据处理

1.3.1 重要值计算 参照张金屯的方法^[20]计算重要值, 即: 乔木、灌木重要值 (IV) = 相对密度 + 相对频度 + 相对显著度; (1)

草本层重要值 (IV) = 相对频度 + 相对高度 + 相对盖度。 (2)

1.3.2 物种多样性分析 由于重要值考虑了频度、盖度等多个参数, 许多学者建议采用重要值来测度多样性指数^[21]。 α 多样性用来测度均质群落内物种组成状况, 包括物种丰富度、

收稿日期: 2014-12-24

基金项目: 贵州省科技支撑计划 (编号: 黔科合 NY 字 [2010] 3058 号)。

作者简介: 李晓芳 (1990—), 女, 仡佬族, 硕士研究生, 主要研究方向为保护生物学。E-mail: 18798007113@163.com。

通信作者: 安明态, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为保护生物学、植物分类学。E-mail: gdanmingtai@126.com。

表 1 2 种干扰强度群落的样地基本情况

| 地点 | 群落类型 | 坡度 | 坡位 | 盖度(%) | | | | 干扰情况 |
|-----|-----------|---------|----|-------|-----|-----|-----|------|
| | | | | 群落 | 乔木层 | 灌木层 | 草本层 | |
| 发耳镇 | 清香木纯林 | 15°~35° | 中上 | 80 | 80 | 10 | 55 | 频繁 |
| 都格乡 | 清香木+复羽叶栎树 | 20°~35° | 中上 | 80 | 75 | 10 | 15 | 较少 |

物种多样性、物种均匀度 3 种指数^[1]。本研究以重要值来计算物种的各种多样性指数:

Gleason 丰富度指数(R):
$$R = S/\ln A; \tag{3}$$

Simpson 多样性指数(D):
$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2; \tag{4}$$

Shannon - Wiener 多样性指数(H):
$$H = - \sum_{i=1}^s (P_i \ln P_i); \tag{5}$$

Pielou 均匀度指数(J):
$$J = H/\ln S。 \tag{6}$$

式中: S 为物种数目, A 为单位面积, P_i 为 IV_i/IV , IV_i 表示第 i 个种的重要值, IV 表示 i 物种所在样地各物种的重要值之和。

2 结果与分析

2.1 物种组成

分析群落的物种组成,不仅可以反映生境状况,还可以反映该群落的历史渊源^[1]。2 种干扰强度下清香木天然林 12 个样地中共有维管束植物 71 种,隶属 34 科 59 属。发耳清香木林共有植物 33 种,隶属 21 科 30 属。其中,乔木层主要有清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、合欢(*Albizia julibrissin*)、麻栎(*Quercus acutissima*)等 14 种;灌木层以斑鸠菊(*Vernonia esculenta*)、复羽叶栎树(*Koelreuteria bipinnata*)、清香木(*Pistacia weinmannifolia*)及粗糠柴(*Mallotus philippinensis*)等 13 种为主;草本层则以紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*)、求米草(*Oplismenus undulatifolius*)、牛膝(*Achyranthes bidentata*)等 10 种为主。发耳群落物种多样性不高,这可能与其临近村寨,当地居民活动频繁(林间小道)及风俗习惯(如在大树下祭祀)等因素有关。都格清香木林共有维管束植物 55 种,隶属 28 科 47 属。其中,乔木层主要有清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、紫弹树(*Celtis biondii*)、复羽叶栎树(*Koelreuteria bipinnata*)等 19 种植物;灌木层物种多样性最高,有清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、灰毛浆果楝(*Cipadessa cinerascens*)、斑鸠菊(*Vernonia esculenta*)等 26 种植物;草本层也相对较多,共有竹叶茅(*Microstegium nudum*)、紫茎泽兰(*Ageratina adenophora*)、千里光(*Senecio scandens*)、铁线蕨(*Adiantum capillus - veneris*)等 24 种植物。都格群落物种多样性较发耳高,这可能与其所处地段相对偏僻、人畜干扰较少等因素有关。从科属组成来看,发耳群落中只含有 1 种植物有 12 科,占总科数的 57.14%;含 5 种或以上植物仅有 1 科,即菊科,仅占总科数的 4.76%;含 1 种植物有 24 属,占总属数的 80%。都格群落中含 1 种植物的有 13 科,占总科数的 46.42%;含 5 种或以上植物的有 6 科,占总科数的 21.43%;含 1 种植物的有 30 属,占总属数的 63.83%。可见,

2 个群落的植物单科单属较多,科属组成较分散。

2.2 生活型

生活型是植物对外界环境长期适应的结果^[1],相同的生活型反映植物对环境具有相同或相似的要求及适应能力^[22]。由表 2 可知,2 个群落均有高位芽、地面芽、地上芽和 1 年生植物,以中高位芽植物最多,但 2 个群落的植物生活型组成不一致。发耳清香木群落中高位芽植物占 36.17%,清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、复羽叶栎树(*Koelreuteria bipinnata*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)等属于该生活型。此干扰型地面芽、1 年生植物分别占总生活型的 21.28%、17.02%,这可能是因为该群落小生境地被层植物较少,导致小生境水土流失严重。都格清香木群落中高位芽植物占 46.34%,主要有清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、合欢(*Albizia julibrissin*)等,该群落各类高位芽植物种均比强干扰型多(表 2)。常绿中高位芽植物是这 2 个群落的主要组成成分,反映了此地温热多湿的气候特征,其更新部分可以暴露于外界不会遭到低温、干燥气候的危害^[1]。

表 2 2 种干扰强度下清香木群落的植物生活型

| 生活型 | 发耳强干扰型 | | 都格弱干扰型 | |
|--------|-----------|------------|-----------|------------|
| | 种数 (种) | 百分比 (%) | 种数 (种) | 百分比 (%) |
| 中高位芽植物 | 17 | 36.17 | 19 | 46.34 |
| 小高位芽植物 | 4 | 8.51 | 7 | 17.07 |
| 矮高位芽植物 | 2 | 4.25 | 5 | 12.20 |
| 地上芽植物 | 6 | 12.77 | 6 | 14.63 |
| 地面芽植物 | 10 | 21.28 | 2 | 4.88 |
| 1 年生植物 | 8 | 17.02 | 2 | 4.88 |

2.3 频度分析

参照 Raunkiaer 的频度定律^[1],将植物频度分为 5 个等级,即 A 级:1%~20%;B 级:21%~40%;C 级:41%~60%;D 级:61%~80%;E 级:81%~100%。频度越大,种群个体在群落中分布越均匀^[22]。发耳清香木群落物种的频度等级有 A、B、C、E 4 个等级,以 A 级物种最多,占 87.88%,共 29 种,超过一半的物种频度值仅为 1%~5%,其中 19 种仅出现在 1 个样方中,占 A 级种的 65.52%;其次是 B 级种 2 种,占 6.06%;C 级种 1 种,占 3.03%;E 级种 1 种(即清香木,其频度值为 93.06%),占 3.03%。说明在发耳清香木群落中,除清香木(频度值为 93.06%)为优势种,分布较为均匀外,其余物种频度值多集中在 1%~5%,分布极不均匀。该群落建群层(乔木层)物种较为单一,清香木占绝对优势,林下人类活动频繁,干扰强烈,清香木更新状况很差,群落中清香木的发展有衰退倾向。群落物种频度分布规律为 A>B>C=E,群落没有 D 级物种,与 Raunkiaer 的频度定律不一致。都格清香木群落物种的频度也有 A、B、C、D 4 个等级,同样以 A 级物种最多,共 52 种,占 94.55%,有 25 种仅出现在 1 个样方中,

占 A 级种的 45.45% ;B、C、D 3 级均仅有 1 个种,占 1.82% ,其中 D 级物种为清香木,频度值为 77.78% 。说明在都格清香木群落中,除清香木分布相对均匀外,另有 82.69% 的物种频度值仅为 1% ~ 5% ,物种分布极不均匀。目前,该群落的建群层以清香木、复羽叶栎树为主要优势种,郁闭度较高,林下光照不足,清香木在林下更新层很少,幼年个体更新困难,该群落中清香木的发展同样有衰退倾向,有被其他物种替代的可能。该群落频度分布规律为 $A > B = C = D$,群落没有 E 级物种,也与 Raunkiaer 的频度定律也不一致。2 地的清香木群落频度分布值均与 Raunkiaer 的频度定律不一致,一方面可能与亚热带地区森林群落物种多样性、不均匀性有关;另一方面可能与 2 个群落皆为当地风水林,人们常常有目的地保护清香木,形成不同程度的气候顶极、干扰顶极有关。

2.4 物种多样性分析

统计显示,发耳清香木群落各层物种数不多,草本层部分

区域已被紫茎泽兰全部侵占,有的区域林下几乎没有其他植物生长,物种数很少,仅 10 种。根据中度干扰假说^[23],中等程度的干扰水平对于维持物种多样性是有利的。发耳群落之所以物种多样性较低,可能是其临近村寨,林间有小道且林下人为、家禽家畜过度干扰等因素所致。中等程度的干扰水平,如林窗,特别是轻微的人畜干扰导致都格清香木天然林群落各层生长良好,种类较多,尤以灌木、草本层为典型,其中,都格乡灌木层物种数是发耳镇的 1 倍,都格乡草本层虽也有紫茎泽兰入侵,但数量较少,所以物种多样性较发耳镇高 1 倍多。这也可能是由都格清香木天然林位于村寨后山,人为干扰相对较少,除部分区域因火灾形成林窗,无大树外,其他位置林间郁闭度均较高等因素所致^[24]。发耳镇清香木群落乔木层、灌木层、草本层物种数表现为乔木层 > 灌木层 > 草本层。都格清香木群落乔木层、灌木层、草本层物种数表现为灌木层 > 草本层 > 乔木层(表 3)。

表 3 2 种干扰强度下清香木群落的物种多样性指数

| 物种 | 发耳强干扰型 | | | | | 都格弱干扰型 | | | | |
|-----|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 物种数(种) | R | D | H | J | 物种数(种) | R | D | H | J |
| 乔木层 | 14 | 0.023 | 0.590 | 1.256 | 0.476 | 19 | 0.032 | 0.613 | 1.483 | 0.504 |
| 灌木层 | 13 | 0.022 | 0.824 | 1.988 | 0.775 | 26 | 0.043 | 0.805 | 2.215 | 0.680 |
| 草本层 | 10 | 0.017 | 0.866 | 2.162 | 0.939 | 24 | 0.040 | 0.944 | 3.041 | 0.957 |

3 结论与讨论

本研究表明,强干扰型对发耳清香木群落物种多样性特别是灌木层、草本层影响较大,主要生活型的物种皆有分布,但物种丰富度不高,其他各指数与物种丰富度呈正相关。由于紫茎泽兰疯长,影响其更新层生长,因此更新层亦不发达。弱干扰对都格清香木群落物种多样性影响较小,群落垂直结构层次分明,林间郁闭度较高,林下光照不足,因此幼年个体更新情况不容乐观。但 2 个群落生活型组成均包含了 Raunkiaer 生活型系统的主要生活型,并且都以中高位芽植物占优势。2 种干扰型的频度组成均与 Raunkiaer 频度定律不吻合,发耳清香木群落物种的频度组成为 A、B、C、E 4 个等级,其频度分布规律为 $A > B > C = E$;都格清香木群落物种的频度等级为 A、B、C、D 4 个等级,其频度分布规律为 $A > B = C = D$ 。一方面可能与亚热带地区森林群落物种多样性、不均匀性有关,另一方面可能与 2 个群落皆为当地风水林,人们常常有目的地保护清香木,形成不同程度的气候顶极与干扰顶极有关。由于处于亚热带气候区,水热条件较好,2 种干扰强度下清香木林的植物种类组成较为丰富,但弱干扰条件下都格清香木群落各层的物种数都比强干扰条件下发耳高。研究表明,人为干扰强度对群落各层次物种多样性的影响不尽相同。人为干扰对乔木层而言,会使群落物种种类组成发生变化,不会使乔木层优势种的主体地位发生根本改变,但对灌木层、草本层的影响较大^[25]。本研究结果表明,2 种干扰类型的样地群落及其各层物种丰富度、多样性程度都不相同。都格清香木群落由于所受干扰较小,因此群落各层物种多样性相对较高,物种丰富度表现为灌木层 > 草本层 > 乔木层。发耳清香木群落由于人为活动频繁,乔木层物种数基本未受影响,但灌木层、草本层受影响较大,物种丰富度表现为乔木层 > 灌木层 > 草本层。自然地理位置差异和人为因素、家禽家畜的频繁活动等造成

2 个群落物种组成、多样性特征差异的主要原因,人类干扰对群落建群层林木的林下更新影响很大。

参考文献:

[1]薛建辉. 森林生态学[M]. 北京:中国林业出版社,2006.

[2]汪殿蓓,暨淑仪,陈飞鹏. 植物群落物种多样性研究综述[J]. 生态学杂志,2001,20(4):55-60.

[3]王 妍,张 超,李 昆. 云南干热河谷地区清香木分布调查[J]. 林业资源管理,2013(3):156-160.

[4]王崇云,陈美卿,和兆荣,等. 记澜沧江河谷-硬叶小叶常绿阔叶林类型——锈鳞木樨榄、清香木群丛[J]. 植物分类与资源学报,2012,34(1):81-88.

[5]杨云花,朱春艳,蒋文智. 移植清香木衰弱原因及补救方法[J]. 农技服务,2012,29(9):1048.

[6]赵明荣. 野生清香木育苗技术[J]. 云南林业,2003,24(1):18.

[7]张国韩. 清香木在园林绿化中的应用[J]. 北京农业,2012(9):53-54.

[8]李亚萍,李家鹏,黄俊红. 清香木苗木调运及栽植技术[J]. 中国园艺文摘,2013(12):67-68.

[9]杨文才. 清香木荒山造林技术研究[J]. 绿色科技,2014(5):80-82.

[10]杨 静,石大兴,王米力,等. 清香木的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯,2007,43(3):523.

[11]贾利强,李吉跃,郎南军,等. 水分胁迫对黄连木、清香木幼苗的影响[J]. 北京林业大学学报,2003,25(3):55-59.

[12]赵湘江,王 妍,田 昆. 清香木叶片光合荧光特性对土壤水分胁迫的响应[J]. 干旱区资源与环境,2015,29(1):83-88.

[13]王 妍,张 超,李 昆. 干热河谷乡土树种清香木幼苗生长对不同水分梯度的响应[J]. 中南林业科技大学学报,2014,34(10):19-25.

[14]黄林敏,袁丛军,严令斌,等. 不同遮荫处理对清香木苗木生长与光合速率的影响[J]. 浙江农业科学,2014(2):217-219,224.

苏小俊,王全智,钱忠贵,等. 苗用(型)大白菜品种苏美 1 号的选育[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):185-186.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.063

苗用(型)大白菜品种苏美 1 号的选育

苏小俊¹,王全智²,钱忠贵³,娄丽娜¹,刘哲¹

(1. 江苏省农业科学院蔬菜研究所,江苏南京 210014; 2. 江苏农林职业技术学院,江苏句容 212400;
3. 江苏省泰州市姜堰区农业技术推广中心,江苏泰州 225500)

摘要:介绍了苗用(型)大白菜品种苏美 1 号的选育过程,以及该品种在区域试验和生产试验中的产量、抗病性、品种性状等方面的情况。

关键词:苗用(型)大白菜;丰产性;品种性状;选育

中图分类号: S634.103 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)07-0185-02

大白菜(*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*)别称黄芽菜、结球白菜等,原产于中国,素有“国菜”之称,是我国蔬菜栽培中分布最广、种植面积最大的品种。大白菜主要以肥大而紧实的叶球作为产品,营养丰富而且食用方法众多,在我国民间有“百菜之王”之美誉。但大白菜在包心之前以大苗态、不结球的叶丛作为产品采收、食用也很普遍。苗用(型)大白菜苏美 1 号^[1]是江苏省农业科学院蔬菜研究所专门为适合速生叶菜栽培而研制的专用型绿叶蔬菜新品种。2014 年 12 月 28 日,江苏省农业委员会组织专家以会议鉴定的形式对科技成果“苏美 1 号苗用(型)大白菜新品种选育及配套栽培技术”进行了鉴定,成果编号为苏农科鉴字[2014]第 75 号。

1 品种选育过程

苏美 1 号苗用(型)大白菜母本(CC268-3-2-1-5-6-7)来源于江苏省农业科学院育成的优质、抗病、丰产、早熟的耐热大白菜夏丰 40 的高代自交系。该自交系耐热、早熟、叶面无毛、叶片较厚、叶色绿、生长速度快、品质优、综合抗性强。

苏美 1 号苗用(型)大白菜父本(CC158-6-8-10-2-

9-10)来源于浙江省农业科学院育成的优质、抗病、丰产、早熟、苗球兼用的耐热大白菜早熟 5 号的高代自交系。该自交系耐热、叶面无毛、叶片较厚、叶色深绿、生长速度快、品质优、综合抗性强。

2011 年春季进行组合选配,2011 年夏秋季进行品比试验;2012—2014 年进行区域试验和生产试验。

2 品种区域试验和生产试验

2.1 试验概况

参试品种及供种单位:苏美 1 号苗用(型)大白菜,江苏省农业科学院蔬菜研究所;早熟 5 号大白菜(CK),苗球兼用型大白菜,浙江省农业科学院蔬菜研究所。参试单位、试验地点及负责人详见表 1。

2.2 试验设计

试验于 2012—2014 年 7—9 月,在防虫网室大棚内大棚内进行,区域试验时,每小区 10 m²;生产试验时,每小区 300 m²。播种量:150 g/667 m²,粒播,株距 10 cm,行距 15 cm,小区随机区组排列,3 次重复,并在试验区四周设保护行。参试品种苏美 1 号苗用(型)大白菜,对照为早熟 5 号苗球兼用大白菜。在采收前 2 d 进行病毒病、霜霉病、软腐病 3 种主要病害的田间调查,其他管理按常规进行^[2-3]。

2.3 试验结果

2.3.1 产量分析 苏美 1 号苗用(型)大白菜平均产量为 2440.9 kg/667 m²,比早熟 5 号(CK)(2 080.3 kg/667 m²)增产 17.4%(表 2)。

收稿日期:2015-04-06

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)2005]。

作者简介:苏小俊(1969—),男,江苏如皋人,博士,研究员,主要从事瓜类和十字花科蔬菜遗传育种研究。Tel:(025) 84391259;
E-mail:xiaojunsu@yahoo.com。

[15] 乔永锋,彭永芳,方云山,等. 云南清香味绿叶和嫩红叶挥发性成分对比研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(4):1583-1584,1587.

[16] 刘布鸣,何开家,董晓敏,等. 野生清香味鲜叶挥发油的化学成分分析[J]. 国际医药卫生导报,2010,16(17):2086-2089.

[17] 周葆华. 清香味叶与黄连木叶挥发油化学成分的对比[J]. 安庆师范学院学报:自然科学版,2008,14(2):60-62.

[18] 周葆华. 清香味叶挥发油成分及其抑菌作用[J]. 应用化学,2008,25(3):305-308.

[19] 郑华,张弘,李勇辉,等. 盆栽与露地清香味香气成分的差异[J]. 华北农学报,2009,24(增刊1):340-343.

[20] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京:科学出版社,2004.

[21] 马克平,黄建辉,于顺利,等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报,1995,15(3):268-277.

[22] 杨持. 生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2012.

[23] 马克平,刘灿然,于顺利,等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 III. 几种类型森林群落的种-多度关系研究[J]. 生态学报,1997,17(6):11-21.

[24] 艾训儒,易咏梅,姚兰,等. 旅游区人为干扰对森林群落物种多样性的影响[J]. 浙江林学院学报,2010,27(2):178-184.