

# 采收和存放时间对樟树叶片出油率和含水率的影响

肖祖飞<sup>1,2</sup>, 李 凤<sup>1,2</sup>, 邢梦雪<sup>1,2</sup>, 张北红<sup>1,2</sup>, 金志农<sup>1,2\*</sup>, 吕雄伟<sup>1,2</sup>,  
王颜波<sup>1,2</sup>, 张 琴<sup>1,2</sup>, 马一丹<sup>1,2</sup>

(1. 南昌工程学院 江西省樟树繁育与开发利用工程研究中心, 江西 南昌 330099;  
2. 国家林业和草原局 木本香料(华东)工程技术研究中心, 江西 南昌 330099)

**摘 要:**以芳樟醇、脑樟、柠檬醛型樟树 1 年生枝叶片为材料,研究采收和存放时间对 3 种化学型樟树叶片出油率和含水率的影响,以期为樟树矮林作业提供理论依据。结果表明,芳樟在 5 月 8 日至 10 月 23 日出油率不断升高,12 月 24 日降低;脑樟在 5 月 8 日、10 月 23 日出油率高,12 月 24 日出油率低;柠檬樟出油率在 5 月 8 日至 8 月 1 日较高,10 月 23 日至 12 月 24 日出油率下降;芳樟、脑樟、柠檬樟叶片含水率与出油率变化趋势一致。叶片采收后,芳樟、脑樟、柠檬樟叶片含水率随叶片存放时间的延长呈直线下降趋势;芳樟和柠檬樟叶片出油率随着叶片存放时间的延长呈下降趋势,分别在叶片存放 21 h 和 24 h 后,叶片出油率显著下降,之后基本保持不变,脑樟叶片出油率随着叶片存放时间的延长基本保持不变;烘干后的芳樟、脑樟、柠檬樟叶片出油率与鲜叶相比较,出油率均有所下降,其中芳樟出油率达到显著水平。因此,生产上芳樟、脑樟矮林适宜采收时间是 10 月份,柠檬樟为 8 月份,且芳樟和柠檬樟收割枝叶提取精油最适时间为 24 h 内,脑樟可以存放较长时间。

**关键词:**樟树;化学型;出油率;含水率;叶

**中图分类号:**S792.23      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2020)06-0147-06

## Effects of Leaf Collection and Storage Time on Oil Yield and Water Content of *Cinnamomum camphora*

XIAO Zu-fei<sup>1,2</sup>, LI Feng<sup>1,2</sup>, XING Meng-xue<sup>1,2</sup>, ZHANG Bei-hong<sup>1,2</sup>, JIN Zhi-nong<sup>1,2\*</sup>,  
LÜ Xiong-wei<sup>1,2</sup>, WANG Yan-bo<sup>1,2</sup>, ZHANG Qin<sup>1,2</sup>, MA Yi-dan<sup>1,2</sup>

(1. Nanchang Institute of Technology, Jiangxi Provincial Engineering Research Center of Seed-breeding and Utilization of Camphor Trees, Nanchang 330099, Jiangxi, China; 2. Engineering Technology Research Center (East China) on Woody Spices, National Forestry and Grassland Administration, Nanchang 330099, Jiangxi, China)

**Abstract:** Taking the leaves of three chemotypes (linalool-, camphora-, and citral-type) of *Cinnamomum camphora* as raw materials, the effects of harvesting time and storage duration on the yield of essential oil and leaf water were investigated to provide a theoretical basis for camphor dwarf forest operation. The results showed the oil yield of linalool-type increased from May 8 to October 23 and decreased on December 24. The oil yield of camphor-type was high on May 8 and October 23, but low on December 24. The oil yield of citral-type was higher from May 8 to August 1, and decreased from October 23 to December 24. The change trend of leaf water content was consistent with the yield of essential oil. During storage, the leaf water of three chemotypes decreased linearly with time. The oil yield of linalool- and citral-type decreased with

收稿日期:2019-12-23 修回日期:2020-04-20

**基金项目:**国家自然科学基金项目“优良香樟苗木快繁技术研究”(31600497);江西省教育厅科技项目“童性对优良香樟扦插生根的影响”(GJJ151114);江西省重点研发计划项目“四种樟属植物 l 型或 d 型芳樟优良品种选育及其产业化关键技术研究”(20171ACH80016);2019 年国家级大学生创新创业训练计划资助项目“柠檬樟无性繁殖技术研究”。

**作者简介:**肖祖飞,讲师,博士。研究方向:樟树栽培与繁育。E-mail: zuifei007@163.com

\* **通信作者:**金志农,研究员,硕士生导师。研究方向:樟树选育与开发利用。E-mail: camphor\_tree@qq.com

storage time. The oil yield of linalool-and citral-type decreased significantly in 21 h and 24 h of storage, respectively, and it remained basically unchanged after that. The oil yield of camphora-type remained unchanged with storage time. Therefore, the suitable harvesting time of linalool-and camphor-type coppice is October, and that of citral-type is August. The optimum time for extracting essential oil of linalool and citral type is within 24 hours, and camphor type can be delayed.

**Key words:** *Cinnamomum camphora*; chemical type; oil yield; water content; leaf

樟树(*Cinnamomum camphora*)又名香樟,樟科樟属,常绿乔木,根据叶片精油主成分不同,分为脑樟、龙脑樟、芳樟、柠檬樟、异樟等<sup>[1]</sup>。樟树精油化学成分有杀菌、抑菌<sup>[2]</sup>、食品防腐保鲜<sup>[3-4]</sup>、驱虫<sup>[5-6]</sup>、抗氧化<sup>[7-8]</sup>等作用,具有广阔的开发利用前景。精油属于次生代谢产物,影响樟树生长和精油产量的因素有基因、栽培方式<sup>[9]</sup>、地形地势、水肥管理<sup>[10-11]</sup>、采伐时间、树龄、发育状况等。有研究表明坡位、坡度、土壤质地和坡向对芳樟精油含量和精油中主成分有影响,坡上部芳樟含油率和含醇率最大,坡中部含油率和含醇率显著减少,阳坡含油率高、含醇率增加,轻壤质和沙壤土有利于提高含油率和含醇率<sup>[12]</sup>。芳樟醇型樟树不同部位精油含量和主成分差异较大,叶片精油含量和芳樟醇含量高于树枝,且10月份叶片精油含量和芳樟醇含量高于7月份<sup>[13]</sup>。芳樟醇型樟树优株无性系幼树枝叶出油率和主成分含量10月份最高,其次为9月份<sup>[14]</sup>。

目前,樟树矮林一般集中在8—10月大面积采伐,采伐后枝叶堆积在一起,等待提取,在这一过程中枝叶含水率随着存放时间的延长而显著减低,而单位质量的樟树枝叶含水量远高于其精油含量,枝叶含水率的降低会极大的影响枝叶的出油率,且精油也是易挥发物质,枝叶在存放过程中也在不断的挥发。因此,本研究以芳樟、脑樟、柠檬樟为材料,在不同时间段摘取1年生枝条上叶片,研究3种化学型樟树叶片的放置时间、叶片出油率和含水率之间的关系,以为不同化学型樟树矮林的采伐时间和采伐后枝叶处理提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料取自南昌工程学院校园内3棵成年期芳樟、脑樟和柠檬樟,芳樟株高约12 m、南北冠幅10 m、胸径25 cm;脑樟株高约15 m、南北冠幅12 m、胸径20 cm;柠檬醛樟株高约12 m左右、南北冠幅5 m、胸径10 cm。土壤条件良好,树木生长情况良好。

### 1.2 试验设计

1.2.1 叶片采收时间对3种化学型樟树叶片出油率、含水率的影响 2018年5月8日、8月1日、10

月23日和12月24日分别摘取1年生枝条叶片,用水分测定仪MA150(赛多利斯,德国)测定叶片含水率,称取250 g左右叶片,采用水蒸气蒸馏法测定叶片出油率,仪器内部温度上升到100℃时开始计时,每份样品蒸馏45 min。3次生物重复。

1.2.2 3种化学型樟树叶片存放时间和处理方式与叶片出油率、含水率的关系 2018年10月23日6:00—8:00,分别摘取芳樟、脑樟、柠檬樟1年生枝条叶片,芳樟称取45份叶样,脑樟和柠檬樟各称取18份叶样,每份叶样200 g左右,每份叶样称好后平摊在试验台报纸上,8:00开始测定精油,芳樟每3 h测定精油1次,脑樟和柠檬樟每12 h测定精油1次,同时用水分测定仪MA150测定叶片含水率,3次生物重复。芳樟、脑樟和柠檬樟分别3份样放入烘箱105℃杀青30 min,之后80℃烘48 h,取出测定出油率,同时用水分测定仪MA150测定叶片含水率。

### 1.3 数据分析

所有试验数据先用Excel2010计算、整理,出油率、含水率先进行数据转换,再用SPSS19.0对其进行单因素方差分析和Duncan多重比较,显著性水平为0.05。

## 2 结果与分析

### 2.1 叶片采收时间对3种化学型樟树叶片出油率、含水率的影响

由表1可知,5月8日到10月23日,芳樟叶片出油率不断上升,10月23日出油率最高(1.30%),显著高于其他叶片采集时间点,之后出油率下降,12月24日出油率为0.59%;脑樟叶片出油率5月8日和10月23日较高,分别为1.49%和1.40%,二者差异不显著,显著高于12月24日出油率(0.92%);柠檬樟叶片出油率5月8日和8月1日较高,分别为0.69%和0.63%,差异不显著,8月份之后开始降低,12月24日出油率降至0.40%。因此,芳樟和脑樟适合10月份采收枝叶,柠檬樟适合8月份采收枝叶。

由表2可知,芳樟叶片含水率最高5月8日,含水率为62.89%,与8月1日、10月23日含水率差

异不显著,显著高于 12 月 24 日含水率(54.07%);脑樟叶片含水率最高在 10 月 23 日,为 62.76%,显著高于其他叶片采集时间,含水率最低在 12 月 24 日(54.07%);柠檬樟叶片含水率最高在 8 月 1 日,为 68.10%,显著高于其他叶片采集时间,含水率最低在 12 月 24 日(51.95%)。芳樟、脑樟和柠檬樟叶片含水率和出油率变化规律相似,即叶片含水率高时,出油率也高,含水率低时,出油率也低。

表 1 叶片采收时间对 3 种化学型樟树叶片出油率的影响

Table 1 Effects of leaf collection time on oil yield of three chemi types of *C. camphora*

%

化学型	采收时间			
	5 月 8 日	8 月 1 日	10 月 23 日	12 月 24 日
芳樟	0.89±0.04b	1.12±0.13b	1.30±0.18a	0.59±0.07c
脑樟	1.49±0.05a	1.09±0.09bc	1.40±0.09ab	0.92±0.02c
柠檬樟	0.69±0.06a	0.63±0.04ab	0.49±0.05bc	0.40±0.06c

注:同一行列数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。下同。

表 2 叶片采集时间对 3 种化学型樟树叶片含水率的影响

Table 2 Effects of leaf collection time on water content of three chemi types of *C. camphora*

%

化学型	采收时间			
	5 月 8 日	8 月 1 日	10 月 23 日	12 月 24 日
芳樟	62.89±0.25a	61.10±1.43a	62.76±0.72a	54.07±0.12c
脑樟	59.63±0.32b	57.06±0.16c	62.76±0.72a	54.07±0.11d
柠檬樟	60.18±0.28b	68.10±0.35a	58.63±0.81b	51.95±0.26c

2.2 叶片存放时间对 3 种化学型樟树叶片出油率和含水率的影响

2.2.1 芳樟叶片出油率和含水率随叶片存放时间的变化 由图 1 可知,芳樟叶片放置 0~36 h 含水率直线下降,由 48.73%降到 13.09%,平均每小时散失 0.74%的水份,之后含水率基本保持不变。芳

樟叶片的出油率随叶片存放时间的延长总体呈现下降的趋势,在放置 21 h 内,出油率出保持在 0.9%左右,放置 24 h 时,出油率显著下降,出油率为 0.74%,出油率降低了 20%左右,之后基本保持不变。因此,采伐后的芳樟枝叶提取精油的最佳时间为 24 h 内。

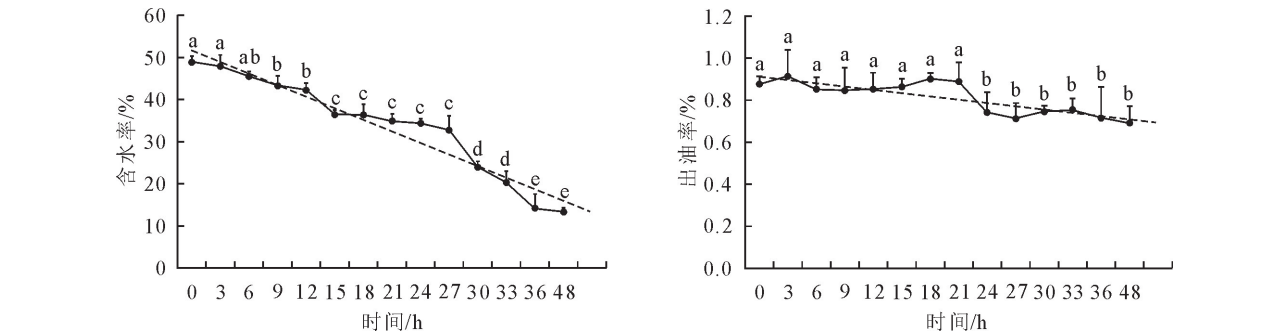


图 1 芳樟叶片含水率和出油率随叶片存放时间的变化

Fig. 1 Changes of water content and oil yield in linalool-type with storage time

2.2.2 柠檬樟叶片出油率和含水率随叶片存放时间的变化 由图 2 可知,柠檬樟叶片含水率在放置 12 h 内没有显著变化,之后直线下降,由 54.48%降到 20.05%,平均每小时散失 0.72%的水份。柠檬樟叶片出油率随叶片存放时间的延长呈现下降的趋势,在放置 24 h 内出油率较高,之后显著下降,在放置 36 h 时,出油率降低了 23%。因此,采伐后的柠檬樟枝叶提取精油的最佳时间也为 24 h。

含水率呈直线下降的趋势,由 55.51%降到 19.54%,平均每小时散失 0.75%的水份。脑樟叶片的出油率随叶片存放时间的延长基本保持不变,出油率保持在 1.3%左右。

2.2.3 脑樟叶片出油率和含水率随叶片存放时间的变化 由图 3 可知,脑樟叶片放置 0~48 h 叶片

2.2.4 烘干对 3 种化学型樟树叶片出油率的影响 由表 3 可知,3 种化学型樟树叶片含水率在刚采摘和烘干后的变化具有明显的差异性,3 种化学型樟树烘干于叶片含水率在 13%左右;烘干叶片的出油率与刚采摘叶片相比较都有所下降,芳樟达到显著差异,但柠檬樟和脑樟没有达到显著差异。

综上所述,芳樟、柠檬樟、脑樟叶片含水率随放置时间的变化趋势基本一致,都呈直线下降;芳樟、柠檬樟、脑樟叶片的出油率随放置时间的变化具有一定的差异性,芳樟和柠檬樟叶片出油率在存放

24 h 后出油率下降,脑樟叶片的出油率随叶片存放时间的延长基本保持不变。烘干处理芳樟、柠檬樟、脑樟叶片,出油率均下降,说明精油在叶片内会挥发,有可能随水分的挥发而挥发。

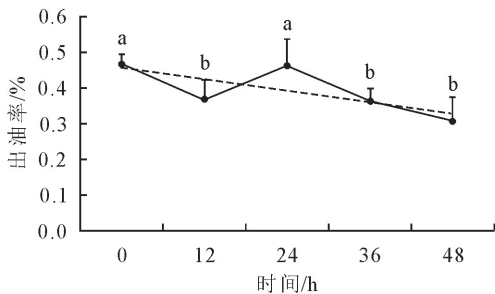
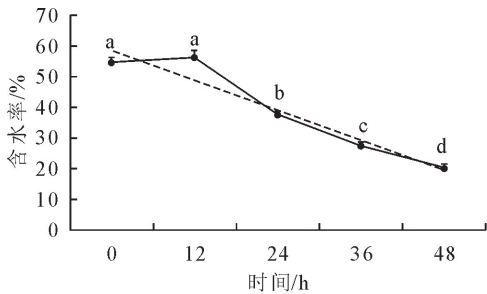


图2 柠檬樟叶片含水率和出油率随叶片存放时间的变化  
Fig. 2 Changes of water content and oil yield in lemon-type with storage time

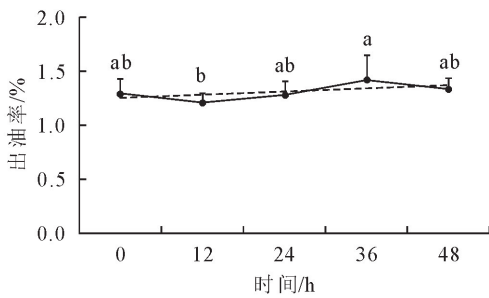
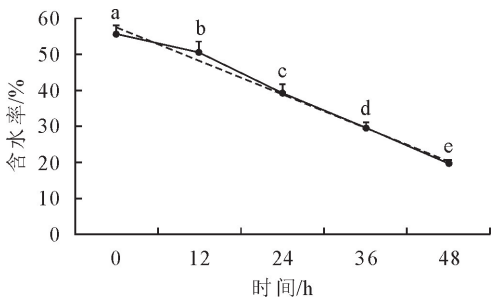


图3 脑樟叶片含水率和出油率随叶片存放时间的变化  
Fig. 3 Changes of water content and oil yield in camphora-type with storage time

表3 3种化学型樟树鲜叶和烘干叶片出油率比较

Tabel 3 Comparison of oil yield infresh and drying leaves  
of three chemi types of *C. camphora*

指标	叶片处理	芳樟	柠檬樟	脑樟
含水率/%	鲜叶	48.73±0.09a	54.48±0.31a	55.51±0.57a
	烘干叶	12.77±0.11b	13.18±0.09b	12.57±0.12b
出油率/%	鲜叶	0.88±0.01a	0.47±0.03a	1.29±0.01a
	烘干叶	0.70±0.01b	0.39±0.07a	1.11±0.01a

3 结论与讨论

3.1 叶片采收时间对3种化学型樟树叶片的出油率的影响

精油为油细胞产生的次生代谢产物,影响油细胞分泌精油的因素较多,其中不同时间采收对于精油的产量和主成分影响较大。有研究表明,不同生长发育阶段的肉桂叶片油细胞数量、形态、分布差异较大,油细胞总数随着肉桂叶片的成熟而不断增加,精油在油细胞中也不断累积,肉桂醛的含量也在逐渐增加,而苯甲醛、乙酸肉桂酯、反式邻甲氧基肉桂醛的含量逐渐减少<sup>[15]</sup>。芳樟醇型细毛樟在7、8月份和9月份出油率较高<sup>[16]</sup>,芳樟枝叶出油率较高的是9—10月,精油中芳樟醇含量达到90%以上<sup>[17]</sup>。

芳樟、桉樟、脑樟3种不同化学型樟树叶片的出油率和精油主成分出现最高和最低月份不同,但都有共同的规律,5、7月份和9月份出油率较高,最低值则都出现在非生长季<sup>[18]</sup>。湖南永州香樟叶夏秋两季精油含量较高,春冬两季精油含量低,其中1月份精油含量最低<sup>[19]</sup>。本研究结果表明,芳樟和脑樟叶片出油率较高值出现在10月,柠檬樟叶片出油率最高值出现在8月,3种化学型樟树叶片的出油率最低值都出现在12月。3种化学型樟树叶片的出油率最高值出现的时间有一定的差异,但是最低值都出现在12月,这与大部分文献记载基本一致。出现这种情况的原因可能是因为春夏秋冬树木都会有一定程度的生长,尤以春季、夏季和秋季生长较为旺盛,而且在南方地区春、夏、秋季高温多雨,适合樟树生长和精油的积累,所以精油含量会出现最大值。而冬季树木几乎停滞生长,且气温较低,不利于樟树生长,也影响精油的产生和积累。因此,结合樟树矮林生长规律,生产上芳樟和脑樟矮林适宜采伐时间为10月,柠檬樟矮林适宜采伐时间为8月。

3.2 叶片存放时间对3种化学型樟树叶片的出油率的影响

樟树矮林大面积集中采伐可能在第一时间不能

全部进行精油提取,枝叶存放过程中精油是否会散失而影响精油产量报道极少。本试验结果表明,芳樟和柠檬樟叶片出油率随叶片存放时间的延长呈下降趋势,分别在叶片存放 21 h 和 24 h 后,出油率显著下降,分别下降了 20% 和 23%,之后基本保持不变,脑樟叶片出油率随着叶片存放时间的延长基本保持不变;烘干后的芳樟、脑樟、柠檬樟叶片精油含量相比于刚采摘时都有所下降,芳樟达到显著差异,柠檬樟和脑樟没有达到显著差异,也表明叶片精油会挥发。因此,芳樟和柠檬樟收割枝叶提取精油最适时间为 24 h 内,脑樟可以存放较长时间。有研究表明,采集相同质量芳樟鲜叶,叶片出油率随着自然放置时间(0~72 h)的延长呈上升趋势,大约由 1.17% 上升到 1.28%,上升了 9.4%,暂时放置樟树矮林枝叶不会显著影响精油的提取<sup>[20]</sup>,这与本研究结果不一致。精油属于易挥发性物质,单位质量的 3 种化学型樟树鲜叶在存放过程中精油下降究其原因可能是精油挥发造成的。不同化学型樟树叶片出油率变化有差异,可能是精油主成分不同,挥发难易程度不同造成的,相关研究有待进一步深入。因此,生产上樟树矮林采伐后应及时提取,以免精油挥发,造成经济损失。

3.3 樟树叶片出油率与含水率关系

叶片的含水率不仅受环境因子影响,还受自身调节机制的影响,有自身的变化规律<sup>[21]</sup>。对黑龙江省黑河地区 8 种落叶乔木叶片含水率季节变化研究,发现 5 月萌芽期,叶片含水率较低,6—8 月生长旺盛期期叶片含水率较高,8 月下旬生长后期叶片含水率开始下降<sup>[22]</sup>。本研究发现 3 种化学型樟树叶片含水率与出油率变化趋势一致,即叶片出油率高,叶片含水率也高,叶片出油率低,叶片含水率也低。究其原因可能是由于 5 月初气温刚回升,樟树刚萌芽生长,生理生化代谢开始加强,水分需求量开始增多,6—10 月,气温高、雨水充沛等,樟树旺盛生长,生理生化代谢最强,需要大量水分参与生理生化反应,10 月后,随着气温的逐渐降低,樟树的生长和生理生化代谢也趋于停滞,水分需求量少,樟树精油属于生理生化次生代谢产物,因而叶片含水率与精油的产生关系密切。樟树叶片鲜叶含水率一般在 50%~65%,出油率一般在 3.2% 以下<sup>[23]</sup>。本研究发现单位质量的芳樟、脑樟和柠檬樟叶片在室内放置 48 h,叶片含水率的变化趋势都呈直线下降趋势,平均每小时含水率降低 0.75%。因此,叶片的含水率的变化对出油率影响较大,在试验和生产实践过程中,特别是在樟树良种选育过程中,注意在测定叶片出油率的同时测定含水率。

参考文献:

[1] 石皖阳,何伟,文光裕,等.樟精油成分和类型划分[J].植物学报,1989,31(3):209-214.  
SHI W Y, HE W, WEN G Y, *et al.* Study on chemical constituents of the essential oil and classification of types from *Cinnamomum camphora* [J]. Acta Botanica Sinica, 1989, 31(3): 209-214. (in Chinese)

[2] 李爱民,唐永勤,卿玉波.樟油的提取及其抑菌性研究[J].福建林业科技,2006,33(4):121-123.  
LIA M, TANG Y Q, QING Y B. Camphor oil extraction from *Cinnamomum camphora* and its antibacterial activity [J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2006, 33(4): 121-123. (in Chinese)

[3] 文赤夫,曾超文,黄早成,等.樟树果实红色素的抑菌活性[J].食品发酵与工业,2007,33(4):23-25.  
WEN C F, ZENG C W, HUANG Z C, *et al.* Study on the antibacterial activity of red pigment from the fruit of camphor tree [J]. Food and Fermentation Industries, 2007, 33(4): 23-25. (in Chinese)

[4] 卢彬彬,孟方.新型果蔬保鲜剂的研究[J].广州化学,2002,27(3):33-36.  
LU L B, MENG F. The new-typed preservatives of fruits and vegetables [J]. Guangzhou Chemistry, 2002, 27(3): 33-36. (in Chinese)

[5] 周琼,梁广文.植物乙醇提取物对蔬菜蚜虫和蚜茧蜂的影响[J].应用生态学报,2003,14(2):249-252.  
ZHOU Q, LIANG G W. Effect of plant alcohol extracts on vegetable aphids and their parasitoids [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(2): 249-252. (in Chinese)

[6] 姚安庆,梁德华.樟树和黄花蒿浸提物对菜粉蝶幼虫的生物活性[J].现代农药,2004,3(2):28-29.  
YAO A Q, LIANG D H. Biological activity of extract *Cinnamomum camphora* Sieb and *artemisia annua* L. against cabbage butterfly larva [J]. Modern Agrochemicals, 2004, 3(2): 28-29. (in Chinese)

[7] LEE H J, HYUN E A, YOON W J, *et al.* In vitro anti-inflammatory and anti-oxidative effects of *Cinnamomum camphora* extracts [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2006, 103(2): 208-216.

[8] 褚衍亮,王娜.樟树果红色素的稳定性及抗氧化活性研究[J].北方园艺,2010(12):44-47.

[9] 胡凌,商侃侃,张庆费,等.密度调控对香樟人工林林木生长及空间分布的影响[J].西北林学院学报,2014,29(2):20-25.  
HU L, SHANG K K, ZHANG Q F, *et al.* Effects of density regulation on the growth and spatial distribution of *Cinnamomum camphora* plantations in Shanghai [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29(2): 20-25. (in Chinese)

[10] 李利敏,于英翠,刘思春,等.樟树铁肥最佳复配材料的筛选[J].西北林学院学报,2019,34(4):145-149.  
LI L M, YU Y C, LIU S C, *et al.* Screening on optimum compound material of iron fertilizer for camphor tree seedling [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2019, 34(4): 145-149. (in Chinese)

- [11] 黄复兴,范川,李晓清,等. 施肥对盆栽香樟幼苗细根生长的影响[J]. 西北林学院学报,2013,28(5):103-108.  
HUANG F X,FAN C,LI X Q,*et al.* Effects of fertilization on the fine root growing of *Cinnamomum camphora* seedlings[J]. Journal of Northwest Forestry University,2013,28(5):103-108. (in Chinese)
- [12] 陈登雄,李玉雷,姚清潭,等. 立地因子对芳香樟工业原料林含油率和含醇率影响的研究[J]. 福建林学院学报,1997,17(4):326-330.  
CHEN D X,LI Y L,YAO Q T,*et al.* Study on effect of site factors on camphor oil content and linalool content of industry material forest of *C. camphora* Linaloolifera[J]. Journal of Fujian College of Forestry,1997,17(4):326-330. (in Chinese)
- [13] 莫建光,杨益林,黄志标,等. 广西芳樟醇型樟树枝叶含油率及其主要成分含量的变异研究[J]. 林产化学与工业,2010,30(2):72-76.  
MO J G,YANG Y L,HUANG Z B,*et al.* Study on variations of content and main constituent of essential oil from stem and leaf of linalool type *Cinnamomum camphora* (Linn.) Presl in Guangxi Province[J]. Chemistry and Industry of Forest Products,2010,30(2):72-76. (in Chinese)
- [14] 王以红,覃子海,吴幼媚,等. 芳樟醇型樟树选优与其无性系的含樟油性状评价[J]. 西部林业科学,2010,39(2):18-21.  
WANG Y H,QIN Z H,WU Y M,*et al.* Plus tree selection of *Cinnamomum camphora* and character evaluation of camphora oil[J]. Journal of West China Forestry Science,2010,39(2):18-21. (in Chinese)
- [15] 黎贵卿,陆顺忠,江燕,等. 不同生长阶段肉桂叶中油细胞的形态及精油成分[J]. 广西林业科学,2016,45(1):85-88.  
LI G Q,LU S Z,JIANG Y,*et al.* Morphology of oil cells in *Cinnamomum cassia* leaves with different growth stages and components of essential oil[J]. Guangxi Forestry Science,2016,45(1):85-88. (in Chinese)
- [16] 许勇,程必强,马信祥,等. 细毛芳樟嫁接繁殖及芳樟醇测定[J]. 云南热作科技,1999,22(2):20-22.  
XU Y,CHENG B Q,MA X X,*et al.* Graft propagation of *Cinnamomum tenuipilum* and mensuration of linalool[J]. Journal Yunnan Tropical Crops Science and Technology,1999,22(2):20-22. (in Chinese)
- [17] 覃子海,李俊福,施瑜,等. 樟树不同月份枝叶的芳樟精油含量及主成分分析[J]. 广西林业科学,2015,44(4):428-430.  
QIN Z H,LI J F,SHI Y,*et al.* Content and main compositions analysis of essential oil in branches and leaves of *Cinnamomum camphora* in different months[J]. Guangxi Forestry Science,2015,44(4):428-430. (in Chinese)
- [18] 张国防,冯娟,于静波,等. 不同化学型芳樟叶精油及主成分含量的时间变化规律[J]. 植物资源与环境学报,2012,21(4):82-86.  
ZHANG G F,FENG J,YU J B,*et al.* Time change rule of contents of essential oil and its main compositions in leaves of different chemical types of *Cinnamomum camphora* var. *Linaloolifera*[J]. Journal of Plant Resources and Environment,2012,21(4):82-86. (in Chinese)
- [19] 陈铁壁,全沁果,段丽萍,等. 永州香樟叶精油的提取及其季节含量变化[J]. 天然产物研究与开发,2016,28(1):83-89.  
CHEN T B,QUAN Q G,DUAN L P,*et al.* Extraction and content variation of essential oils from *Cinnamomum camphora* (L.) leaf in Yongzhou[J]. Natural Product Research and Development,2016,28(1):83-89. (in Chinese)
- [20] 金晓芳,孙娅东,赵姣,等. 樟叶采后不同放置时间精油及油细胞的变化[J]. 安徽农业科学,2019,47(4):127-129.  
JIN X F,SUN Y D,ZHAO J,*et al.* Changes of essential oil and oil cells of *Cinnamomum camphora* leaves in different placement time after harvest[J]. Journal Anhui Agriculture Science,2019,47(4):127-129. (in Chinese)
- [21] 王瑞君,于建军,郑春艳. 森林可燃物含水率预测及燃烧性等级划分[J]. 森林防火,1997(2):16-17.
- [22] 赵清峰,颜雪娇,刘万龙. 黑河地区8种乔木含水率季节变化及影响因素分析[J]. 防护林科技,2018(4):9-12.  
ZhAO Q F,YAN X J,LIU W L. Seasonal changes of moisture content of eight tree species in Heihe area and influencing factors[J]. Protection Forest Science and Technology,2018(4):9-12. (in Chinese)
- [23] 陶光复,吕爱华,蒋祖德,等. 天然樟脑和芳樟醇的新资源植物[J]. 植物学报,1987,29(5):541-548.