

## 不同截干高度对香椿芽菜产量和商品性状的影响

郝明灼<sup>1</sup>, 李 群<sup>2</sup>, 彭方仁<sup>1</sup>, 申鹭鹭<sup>1</sup>, 梁有旺<sup>1</sup>, 韩明慧<sup>1</sup>, 王昆荣<sup>2</sup>

(1.南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2.江苏省泰兴市林业技术推广中心, 江苏 泰兴 225400)

**摘要:** 以2年生香椿 *Toona sinensis* 实生苗为材料, 研究了不同截干高度对香椿芽菜的产量、感官品质、营养成分质量分数等的影响效果。结果表明: ①0, 20, 40, 60, 80 cm 截干处理下, 顶芽的感官品质差异不显著, 侧芽的感官品质存在极显著差异 ( $P < 0.01$ ); 顶芽的可溶性糖、可溶性蛋白质和游离氨基酸质量分数均存在极显著差异 ( $P < 0.01$ ), 顶芽的产量、维生素 C 质量分数存在显著差异 ( $P < 0.05$ ); 侧芽的可溶性糖、维生素 C 和游离氨基酸质量分数存在极显著差异 ( $P < 0.01$ ), 侧芽的产量及可溶性蛋白质质量分数存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。②从提高芽菜产量和感官品质考虑, 60 cm 截干效果最好, 顶芽的感官品质最佳, 芽菜产量比最差的 0 cm 截干高 22.3%。③顶芽的产量、感官品质和营养成分均比侧芽高, 生产中应重点考虑顶芽的商品性状指标; 0 和 20 cm 截干, 顶芽的可溶性糖和维生素 C 质量分数相对较高; 60 cm 和 80 cm 截干, 顶芽的可溶性蛋白质和游离氨基酸相对较高。图 3 参 18

**关键词:** 园艺学; 香椿; 截干高度; 芽菜产量; 感官品质; 营养成分

**中图分类号:** S605      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-0756(2013)02-0194-05

## Different stump heights with *Toona sinensis* bud vegetable yield and commodity characteristics with field coppice management

HAO Mingzhuo<sup>1</sup>, LI Qun<sup>2</sup>, PENG Fangren<sup>1</sup>, SHEN Lulu<sup>1</sup>, LIANG Youwang<sup>1</sup>, HAN Minghui<sup>1</sup>, WANG Kunrong<sup>2</sup>

(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;  
2. Forestry Technology Transfer Centre of Taixing City, Taixing 225400, Jiangsu, China)

**Abstract:** As a Chinese traditional food, *Toona sinensis* bud vegetable has rich nutrition and much benefit for human body health. Stump is a important method to improve *Toona sinensis* bud vegetable yield and actualize dwarf and close planting. Up to now, the problem of which is the best stump height for high vegetable yield and good commodity character is not resolved. This paper combined with *Toona sinensis* low production forest improvement project in Taixing City of Jiangsu Province in China, objective to provide scientific evidence and reference for *Toona sinensis* high yeild cultivation. Using two-year-old *Toona sinensis* seedlings, the effects of different stump heights (0, 20, 40, 60, and 80 cm) on bud vegetable yield and commodity characteristics with field coppice management were studied. Experimental design was one singel factor random repeated test (three times repeated, one repeat used fifty per plant). Results with stumped seedlings showed (1) significant differences ( $P < 0.05$ ) for both terminal bud and lateral bud vegetable yield when compared to content of soluble sugars, soluble proteins, vitamin C, and amino acids. Also, sensory quality of the lateral bud had significant differences ( $P = 0.004$ ), but the terminal bud did not ( $P = 0.211$ ). (2) For high bud vegetable yield and sensory quality, the 60 cm stump height treatment was best with a 22.3% greater yield than the 0 cm stump height. (3) Considering terminal bud vegetable nutritional components, the 0 and 20 cm stump height treat-

收稿日期: 2012-03-22; 修回日期: 2012-04-24

基金项目: 江苏省科学技术支撑项目(BE2010311); 江苏省林业三项工程项目(lysx[2010]45)

作者简介: 郝明灼, 讲师, 博士研究生, 从事森林培育和风景林改造研究。E-mail: hmz@njfu.edu.cn。通信作者: 彭方仁, 教授, 博士生导师, 从事森林培育和经济林栽培研究。E-mail: frpeng@njfu.com.cn

ments had mostly higher soluble sugar content and vitamin C content; whereas the 60 and 80 cm stump height treatments had higher soluble protein content and amino acid content. [Ch, 3 fig. 18 ref.]

**Key words:** horticulture; *Toona sinensis*; stump height; bud vegetable yield; sensory quality; nutritional components

香椿 *Toona sinensis* 为楝科 Meliaceae 香椿属 *Toona* 落叶乔木, 是中国优良的菜用兼材用树种, 其茎干芽菜和种子生产的芽苗菜营养价值高, 富含抗氧化活性成分<sup>[1-4]</sup>。目前, 国内规模化栽培香椿大多还是露地栽培的模式, 生产中如果不重视整形修剪, 定植 2~3 a 后树高就超过 3 m, 且独干独头, 产量低, 芽菜采摘起来相对困难, 管理用工量增加<sup>[5-6]</sup>, 例如, 2009 年江苏泰兴市元竹镇就有此类低产林 60 hm<sup>2</sup>。目前香椿矮化主要有 2 种途径: 一是利用矮壮素和多效唑, 通过植物生长调节物质促使植物矮化<sup>[5]</sup>, 但是从食品安全的角度考虑, 不适合提倡推广; 二是通过整形修剪技术, 例如浙江余姚、浙江慈溪和山东平等地, 主要通过摘心和截干来实现矮化<sup>[6-7]</sup>, 是国内最常见的栽培模式。近年来, 国内虽然开展了一些关于香椿矮化密植栽培方面的研究, 但针对低产林改造的截干试验未见报道。不同截干高度对香椿芽菜产量和营养成分高低的影响效果也尚未明了。本研究开展了香椿截干高度试验, 旨在为国内的香椿矮化密植生产提供理论指导和依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验地点位于江苏省泰兴市元竹镇。土壤类型为潮土类的高沙土, 土壤厚度 >40 cm, <0.01 mm 黏粒比例为 (25 ± 5)%, 容重为 (1.35 ± 0.09) g·cm<sup>-3</sup>, 孔隙度为 (49.31 ± 3.49)%, pH 8.4 ± 0.4, 有机质质量分数 (9.4 ± 0.24) g·kg<sup>-1</sup>, 全氮 (0.65 ± 0.15) g·kg<sup>-1</sup>, 碱解氮 (76 ± 32) mg·kg<sup>-1</sup>, 全磷 (1.49 ± 0.22) g·kg<sup>-1</sup>, 有效磷 (5 ± 3) mg·kg<sup>-1</sup>, 有效钾 (57 ± 21) mg·kg<sup>-1</sup>, 有效硼 (0.258 ± 0.046) mg·kg<sup>-1</sup>, 有效锌 (0.33 ± 0.08) mg·kg<sup>-1</sup>[8]。

### 1.2 材料及截干方法

以田间栽培的香椿 2 年生实生苗为材料, 种源来自四川成都, 品种为红油椿, 栽植密度为 60 cm × 60 cm, 平均苗高 (1.23 ± 0.37) m, 地径 (0.95 ± 0.26) cm。2010 年 5 月下旬, 待芽菜采摘结束后, 分别从 0, 20, 40, 60, 80 cm 处对苗木进行截干处理, 截干 150 株·处理<sup>-1</sup>, 设 3 个重复, 50 株为 1 个重复, 采用随机重复试验设计。

### 1.3 试验方法

1.3.1 芽菜感官品质和产量测定方法 2011 年 4 月下旬, 随机选取 30 株·处理<sup>-1</sup>, 分顶芽和侧芽采摘芽菜, 采后立即在电子天平上称量, 统计平均单株鲜质量; 然后采用模糊评价综合打分法测定其感官品质 (同陈德根等<sup>[9]</sup>的试验方法)。

1.3.2 芽菜营养成分分析方法 可溶性糖测定采用蒽酮法, 可溶性蛋白质测定方法采用考马斯亮蓝 G-250 染色法, 维生素 C 的测定方法为 2,6-二氯酚酚滴定法 (GB 6195-1986)。游离氨基酸测定方法采用茚三酮比色法<sup>[10]</sup>。各个截干高度处理测定 3 个重复。

## 2 结果与分析

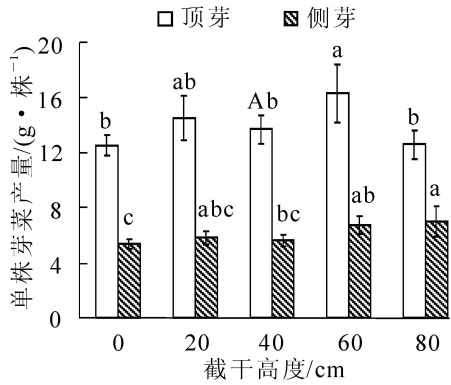
### 2.1 不同截干高度对香椿芽菜产量的影响

试验结果表明: 不同截干高度处理下顶芽和侧芽产量存在显著差异 ( $F_{\text{顶芽产量}}=3.84, P=0.04$ ;  $F_{\text{侧芽产量}}=3.68, P=0.04$ )。图 1 可以看出: 60 cm 截干顶芽产量最高, 接下来产量由高到低依次是 20, 40, 80 和 0 cm; 侧芽产量由高到低依次是 80, 60, 20, 40, 和 0 cm, 除 20 cm 截干稍高于 40 cm 截干外, 总体上侧芽产量随截干高度增加呈上升趋势。此外, 顶芽的产量明显高于侧芽, 平均是侧芽的 2.23 倍。

### 2.2 不同截干高度对香椿芽菜感官品质的影响

试验结果表明: 截干高度对顶芽的感官品质影响不显著 ( $F=1.77, P=0.21$ ), 对侧芽的感官品质有极显著影响 ( $F=7.79, P<0.01$ )。图 2 可以看出: 60 cm 截干顶芽的感官品质最高, 接下来, 从高到低依次是 80,

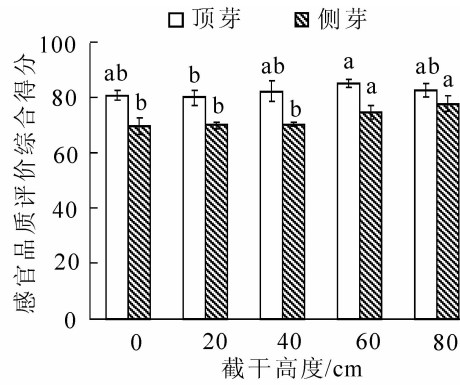
40, 0 和 20 cm; 侧芽的感官品质则随着截干高度增加呈上升趋势; 总体上, 顶芽的感官品质都好于侧芽。



不同字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著

图1 不同截干高度对香椿芽菜产量的影响

Figure 1 Stumping height effect on bud vegetable yield of *Toona sinensis*



不同字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著

图2 不同截干高度对香椿芽菜感官品质的影响

Figure 2 Stumping height effect on bud vegetable organoleptic quality of *Toona sinensis*

### 2.3 不同截干高度对香椿芽菜营养成分的影响

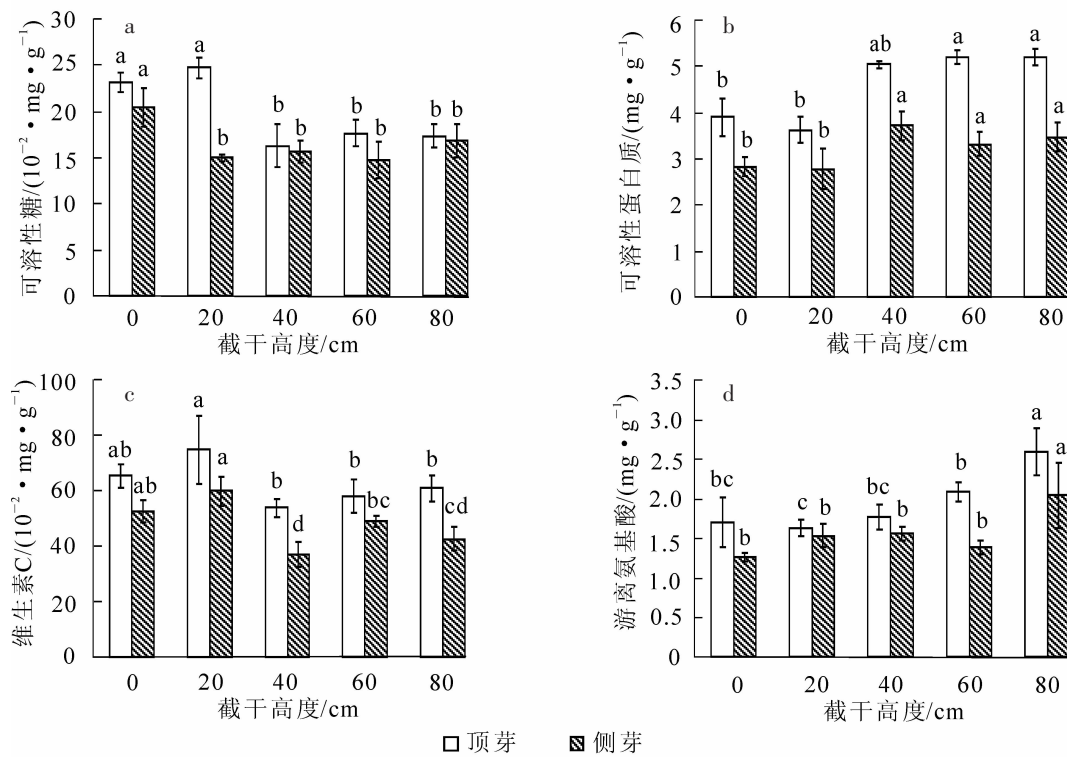
香椿芽菜含有丰富的可溶性糖、蛋白质、维生素 C 和氨基酸, 这些营养成分质量分数的高低会影响到芽菜的营养价值和商品价值, 也是重要的商品性状指标。试验结果表明: 不同截干高度处理下香椿顶芽的可溶性糖、可溶性蛋白质和游离氨基酸等的质量分数均存在极显著差异 ( $F_{糖}=19.44, F_{蛋白质}=28.19, F_{氨基酸}=10.30, P<0.01$ ), 维生素 C 存在显著差异 ( $F=4.22, P=0.03$ ); 侧芽的可溶性糖、维生素 C 和游离氨基酸质量分数均存在极显著差异 ( $F_{糖}=6.11, F_{维生素}=13.76, F_{氨基酸}=6.24, P<0.01$ ), 可溶性蛋白质质量分数存在显著差异 ( $F=5.13, P=0.02$ )。

图 3a 可以看出: 顶芽的可溶性糖质量分数由高到低依次是 20, 0, 60, 80 和 40 cm 截干, 侧芽由高到低依次是 0, 80, 40, 20, 和 60 cm 截干。图 3b 可以看出: 顶芽的可溶性蛋白质质量分数由高到低依次是 80, 60, 40, 0 和 20 cm 截干, 侧芽由高到低依次是 40, 80, 60, 0 和 20 cm。图 3c 可以看出: 顶芽的维生素 C 质量分数由高到低依次是 20, 0, 80, 60 和 40 cm 截干, 侧芽由高到低依次是 20, 0, 60, 80 和 40 cm。图 3d 可以看出: 顶芽的游离氨基酸质量分数由高到低依次是 80, 60, 40, 0 和 20 cm 截干, 侧芽由高到低依次是 80, 40, 20, 60 和 0 cm 截干。总体上, 顶芽的可溶性糖、可溶性蛋白质、维生素 C 和游离氨基酸质量分数均高于侧芽。

## 3 结论与讨论

田间矮化密植栽培是香椿主要栽培模式之一。截干整形修剪技术不仅关系到管理用工效率, 并且对芽菜的产量和商品性状(包括芽菜的感官品质和营养成分等指标)也有一定影响。

黄宗兴等<sup>[6]</sup>在浙江慈溪市以 2 年生香椿实生苗为材料, 调查了截干后植株抽生枝条数量和植株生长高度。结果表明: 20, 30, 60 cm 截干, 抽枝数分别为 3.1, 3.3, 3.9 个, 植株生长高度分别为 64.7, 69.7, 80.9 cm。随着截干高度增加, 抽枝数量与植株生长高度也会增加。黄鹏<sup>[11]</sup>以 1 年生香椿实生苗为材料, 研究了日光型温室矮化密植栽培条件下不同平茬(即截干)高度对苗木生长和芽菜产量的影响效果, 结果表明: 于 7 月中旬 40 cm 留干高度平茬处理的香椿芽平均产量较 20 cm 和 60 cm 处理分别增加 11.24% 和 17.78%。本研究认为: 香椿截干整形技术有一定的地域性差异, 通常江浙地区截干多在香椿芽菜刚刚采收之后(时间在 5 月下旬至 6 月上旬), 明显早于甘肃武山地区, 早截有利于充分利用土壤养分和肥力, 并对树体后期的营养积累较为有利。本研究截干时间为 5 月下旬, 比黄鹏试验中的平茬时间早 2~3 个月, 并且栽培模式与试验材料也存在差异。依据本研究的试验结果, 针对 2 年生红油椿实生苗, 从提高芽菜产量和感官品质考虑, 60 cm 截干效果最好, 顶芽的感官品质最佳, 芽菜产量比最差的 0 cm 截干高 22.3%。参考近年来同时期香椿的市场销售价格, 芽菜按 40.00 元·kg<sup>-1</sup> 计算, 本试验栽



不同字母表示在 $P < 0.05$ 水平上差异显著

图3 不同截干高度对香椿芽菜营养成分的影响

Figure 3 Stumping height effect on soluble sugar, soluble protein, vitamin C and amino acid of bud vegetable of *Toona sinensis*

培模式下 60 cm 截干后第 2 年第 1 次采摘的收入为 2.60 元·m<sup>-2</sup>。

截干经营措施常见于木本植物叶用生产栽培中,如谢友超等<sup>[12]</sup>研究认为,截干能增加银杏 *Ginkgo biloba* 叶的产量和总黄酮产量。针对香椿芽菜的营养成分,国内先后开展了品种、种源、采摘时间、季节动态变化规律等方面的研究<sup>[13-17]</sup>,而截干对芽菜营养成分的影响效果未见报道。本研究发现,截干高度对香椿顶芽和侧芽的营养成分均有较大影响,进而影响到芽菜的商品价值。本研究认为:结合生产实践要求,香椿芽菜的营养品质应重点考虑顶芽,侧芽可作为参考。依据试验结果,0 cm 和 20 cm 截干,芽菜的可溶性糖及维生素 C 质量分数相对较高;60 cm 和 80 cm 截干,芽菜的可溶性蛋白质和游离氨基酸质量分数相对较高;40 cm 截干除可溶性蛋白质质量分数相对较高外,其他指标均低于其他截干处理。

目前,国内香椿露地栽培截干高度通常为 15~25 cm<sup>[5]</sup>。黄宗光等<sup>[6]</sup>和朱桂河<sup>[7]</sup>认为:截干高度对枝条萌发数量和植株生长高度无明显影响(文中未见显著性检验),因此,为了矮化树形,可采用矮干截干,以 15~20 cm 为宜。本研究结果表明:截干高度对香椿顶芽和侧芽的产量、感官品质、营养成分质量分数等均有显著影响,侧芽的产量和感官品质随截干高度增加呈上升趋势,其原因可能是树体养分消耗与分配和树形变化导致枝干周围微环境<sup>[18]</sup>发生变化。整形修剪具有双重作用,表现为局部促进,整体抑制。现代化的经济树木整形修剪技术提倡轻修剪或不修剪,以避免消耗大量的树体营养从而导致树木生长势衰弱。本研究认为:兼顾芽菜的产量和商品性状,实际生产中截干高度不宜过低,以 60 cm 为宜。此外,推荐采用摘心、拉枝等技术来控制植株高度,具体方法还有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 彭方仁, 梁有旺. 香椿的生物学特性及开发利用前景[J]. 林业科技开发, 2005, 19 (3): 3 - 6.  
PENG Fangren, LIANG Youwang. Biological characteristics and utilization prospects of *Toona sinensis* [J]. *Chin For Sci Technol*, 2005, 19 (3): 3 - 6.
- [2] CHENG K W, YANG R Y, TSOH S C S, et al. Analysis of antioxidant activity and antioxidant constituents of Chinese toon [J]. *J Funct Foods*, 2009, 1 (3): 253 - 259.

- [3] HSEU Y C, CHANG W H, CHEN C S, *et al.* Antioxidant activities of *Toona sinensis* leaves extracts using different antioxidant models [J]. *Food Chem Toxicol*, 2008, **46** (1): 105 – 114.
- [4] 郝明灼, 陈德根, 彭方仁, 等. 8个种源香椿种子性状及芽苗菜产量和品质比较[J]. 浙江农林大学学报, 2012, **29** (2): 180 – 184.  
HAO Mingzhuo, CHEN Degen, PENG Fangren, *et al.* Comparison of eight *Toona sinensis* provenances for seed properties, sprouting vegetable yield and sprout nutritional components [J]. *J Zhejiang A & F Univ*, 2012, **29** (2): 180 – 184.
- [5] 汪新娥. 香椿矮化整枝技术[J]. 河南农业科学, 2007 (4): 16 – 20.  
WANG Xin'e. Coppice technique of *Toona sinensis* [J]. *J Henan Agric Sci*, 2007 (4): 16 – 20.
- [6] 黄宗兴, 徐维坤, 朱桂河, 等. 香椿矮化高效栽培技术研究[J]. 浙江林业科技, 2000, **20** (5): 9 – 13.  
HUANG Zongxing, XU Weiqun, ZHU Guihe, *et al.* Dwarf and efficient culture techniques for *Toona sinensis* [J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 2000, **20** (5): 9 – 13.
- [7] 朱桂河. 香椿矮化速成栽培配套技术[J]. 浙江林学院学报, 2001, **18** (2): 161 – 164.  
ZHU Guihe. Forcing cultural measures of *Toona sinensis* in dwarf culture [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2001, **18** (2): 161 – 164.
- [8] 李庆康, 李群, 袁子祥, 等. 银杏生长的土壤肥力变化研究[J]. 土壤通报, 2000, **31** (2): 73 – 75.  
LI Qingkang, LI Qun, YUAN Zixiang, *et al.* Changes of soil fertility upon ginkgo cultivation [J]. *Chin J Soil Sci*, 2000, **31** (2): 73 – 75.
- [9] 陈德根, 郝明灼, 梁有旺, 等. 不同种源香椿芽菜感官品质及营养成分分析[J]. 林业科技开发, 2011, **25** (3): 40 – 43.  
CHEN Degen, HAO Mingzhuo, LIANG Youwang, *et al.* Analysis on sensory and nutritional dynamics among different provenances of *Toona sinensis* [J]. *Chin For Sci Technol*, 2011, **25** (3): 40 – 43.
- [10] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2006: 190 – 204.
- [11] 黄鹏. 平茬处理对日光温室香椿生长及香椿芽产量的影响[J]. 中国农学通报, 2007, **23** (7): 438 – 440.  
HUANG Peng. The influence of heading height treatments on the growth characteristics and the sprout yield of *Toona sinensis* room in greenhouse [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2007, **23** (7): 438 – 440.
- [12] 谢友超, 曹福亮, 吕祥生. 截干对叶用银杏叶片生理生化特性及产量的影响[J]. 林业科学研究, 2001, **14** (3): 340 – 344.  
XIE Youchao, CAO Fuliang, LÜ Xiangsheng, *et al.* Effect of coppice management on physiological and biochemical indexes and yield of *Ginkgo biloba* leaves [J]. *For Res*, 2001, **14** (3): 340 – 344.
- [13] 许慕农, 陈香玲, 李德生, 等. 优良品种香椿芽营养成分的研究[J]. 山东农业大学学报, 1995, **26** (2): 137 – 143.  
XU Munong, CHEN Xiangling, LI Desheng, *et al.* Study on bud nutrition of different *Toona sinensis* cultivars [J]. *J Shandong Agric Univ*, 2006, **26** (2): 137 – 143.
- [14] 杨玉珍, 彭方仁, 李洪岩. 不同种源香椿芽菜营养成分的变化研究[J]. 河南农业科学, 2007 (4): 16 – 20.  
YANG Yuzhen, PENG Fangren, LI Hongyan. Changes of the nutritive compositions of *Toona sinensis* bud in different provenances [J]. *J Henan Agric Sci*, 2007 (4): 16 – 20.
- [15] 何丹. 8个种源香椿的营养动态变化分析[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.  
HE Dan. *Analysis on the Dynamic Change of Nutrient of the Eight Different Provenances Toona sinensis* [D]. Wuhan: Huazhong Agriculture University, 2006.
- [16] 毕丽君. 香椿嫩叶中黄酮类化合物的提取[J]. 浙江林学院学报, 2000, **17** (2): 28 – 31.  
BI Lijun. Extracting flavonoid compounds from *Toona sinensis* leaves [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2000, **17**(2): 28 – 31.
- [17] 孙鸿有, 王鹏飞, 方炳法, 等. 香椿地理变异与种源选择[J]. 浙江林学院学报, 1992, **9** (3): 237 – 245.  
SUN Hongyou, WANG Pengfei, FANG Bingfa, *et al.* Geographic variation and provenance selection of Chinese mahogan [J]. *J Zhejiang For Coll*, 1992, **9** (3): 237 – 245.
- [18] COLLINS B S, BATTAGLIA L L. Microenvironmental heterogeneity and *Quercus michauxii* regeneration in experimental gaps [J]. *For Ecol Manage*, 2002, **155** (1/3): 279 – 290.