

大仔买麻藤在两种栽培环境下叶片的营养成分比较

邓楠, 史胜青, 刘建锋, 兰倩, 常二梅, 江泽平*

(林木遗传育种国家重点实验室, 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘要: 为探讨栽培环境对大仔买麻藤(*Gnetum montanum* Markgr. f. *megalocarpa* Markgr.)叶片营养成分的影响, 将采自云南省景东县的大仔买麻藤分别在北京和昆明的温室培养, 对其 1 年生幼苗叶片的营养成分进行研究。结果表明, 不同栽培环境对大仔买麻藤叶片的大部分营养成分无显著影响; 叶片总淀粉、总糖、黄酮和生物碱含量无显著差异; 但在二糖、苜蓿醇、部分氨基酸和某些元素含量上有显著差异; 并且大部分的元素含量受土壤的影响显著。因此, 不同栽培环境对大仔买麻藤叶片营养成分的影响不大。

关键词: 买麻藤; 营养成分; 黄酮; 总糖

doi: 10.11926/j.issn.1005-3395.2014.06.006

Comparison in Nutrient Components of *Gnetum montanum* f. *megalocarpa* Leaves under Two Cultivated Environment

DENG Nan, SHI Sheng-qing, LIU Jian-feng, LAN Qian, CHANG Er-mei, JIANG Ze-ping*

(Key Laboratory of Tree Genetics and Breeding, Institute of Forestry Research, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: In order to understand the effect of cultivated environment on nutrient components in leaves of *Gnetum montanum* Markgr. f. *megalocarpa* Markgr., its seeds were collected in Jingdong County, Yunnan Province, and the seedlings were cultured in greenhouse in Beijing and Kunming, respectively, the nutrient components of one-year-old seedlings leaves were studied. The results showed that the most of nutrient components in leaves of *G. montanum* f. *megalocarpa* had no significant differences between two cultivated environments. The contents of total starch, total sugar, flavonoids and alkaloids had no significant differences, while there were significant differences in nutrient constituents, such as disaccharide, kaempferol, amino acid and macronutrients. The most of element contents in leaves were affected significantly by those in soils. Therefore, different habitats had slight effect on the nutrient constituents in leaves of *G. montanum* f. *megalocarpa*.

Key words: *Gnetum montanum* f. *megalocarpa*; Nutrient; Flavone; Total sugar

买麻藤属(*Gnetum*)是裸子植物门中唯一藤本植物, 为常绿阔叶木质, 稀为直立乔木或灌木。买麻藤属为买麻藤科(Gnetaceae), 约有 40 种^[1], 已被收入中国物种红色名录^[2]。该属植物不仅系统进化位置非常特殊、科学研究价值重大, 而且在应用开发上蕴含巨大的经济价值^[1]。该属部分植物是传

统中药, 藤茎和叶片可入药, 具有祛风除湿、散瘀止血、消肿止痛、止咳平喘等功效, 民间用于治疗风湿病痛、跌打损伤、慢性气管炎等。买麻藤属植物还富含芪类化合物、生物碱类和黄酮类等生物活性成分^[3-4], 目前已报道的一百多种芪类化合物中, 买麻藤属植物就有近百种^[5], 国外已将该科植物作为研

收稿日期: 2014-02-21

接受日期: 2014-07-01

基金项目: 国家林业局 948 项目(2012-4-43); 林木遗传育种国家重点实验室专项课题(TGB2013012)资助

作者简介: 邓楠(1989~), 男, 硕士研究生, 主要从事系统进化与植物地理研究。E-mail: idengnan@sina.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jiangzp@caf.ac.cn

发抗肿瘤药物的首选物种之一^[6]。国外已对买麻藤属部分种开展了引种驯化方面的工作,在东南亚,*G. gnemon*、*G. costatum* 和 *G. latifolium* 作为坚果而广泛栽培,并且部分种的叶片作为蔬菜食用;在非洲,喀麦隆买麻藤(*G. buchholzianum*)和刚果买麻藤(*G. africanum*)的叶片作为保健和预防疾病的营养蔬菜,已成为喀麦隆、加蓬和中非主要出口创汇产品^[1]。然而,国内目前的研究主要集中在药用成分及药理作用方面^[5],而对其在果蔬的应用开发方面还鲜见报道。本课题组对海南省小叶买麻藤(*G. parvifolium*)的种子营养成分进行分析,其总淀粉、总糖和总黄酮含量分别达到 40.85%、39.58% 和 15.07%^[7],说明小叶买麻藤的种子营养及生物活性成分含量较高。同时,我们对所收集的买麻藤资源在可食性方面进行了初步评价,认为采自云南省景东县的大仔买麻藤(*G. montanum* Markgr. f. *megalocarpa* Markgr.)的叶片鲜嫩、口感较好。在此基础上,本研究对在云南昆明和北京温室内培养的大仔买麻藤 1 年生幼苗叶片的营养成分等进行分析,比较不同栽培地区对其营养成分的影响,从而为买麻藤属植物的引种、培育和开发提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料和处理

大仔买麻藤(*Gnetum montanum* Markgr. f. *megalocarpa* Markgr.)的种子于 2011 年 10 月中旬采自云南省景东县,经过沙藏、发芽、出苗后,2012 年 6 月分别栽植于云南省昆明市区的中国林业科学研究院资源昆虫研究所温室和北京市海淀区的中国林业科学研究院林业研究所温室。2013 年 8 月采集上中部叶片及顶端嫩梢并混合,每 3 株组成 1 个混合样,3 次重复。

1.2 营养成分测定

糖和淀粉含量 采用高效液相色谱法测定,色谱柱为 sugar-pak1,流动相为水,流速为 0.6 mL min⁻¹,检测器为示差检测器,柱温为 70℃。

黄酮含量 采用分光光度法,以槲皮素为标样,用 NaNO₂-Al(NO₃)₃ 比色法测定总黄酮含量;并对黄酮进行加标回收,具体方法为:称取 25 mg 芦丁,加入 60% 乙醇,配置 0.25 mg mL⁻¹ 的标准溶液,加 2、4、6、8、10 mL 标准液于 50 mL 容量瓶内,

浓度分别为 10、20、30、40、50 μg mL⁻¹,同时和样品依次加入 5% 亚硝酸钠、10% 硝酸铝和 4% 氢氧化钠溶液,摇匀,60% 乙醇定容后在 510 nm 处比色,计算回收率。

生物碱 准确称取植物样品 2 g 于三角瓶中,加 10% 氨水湿润,于暗处放置 0.5 h 后,加入三氯甲烷 50 mL,放置 24 h,过滤,残渣用三氯甲烷 20 mL 洗 2 次,合并滤液。将滤液倒入 250 mL 分液漏斗内,加入 50 mL 5% 的盐酸,震荡 10 min,放置分层,去掉盐酸相(无色),重复 2 次,将三氯甲烷相放入恒重的烧杯中,将三氯甲烷吹干,再去恒重烧杯。将有样品的烧杯重量减去空烧杯重量后,再除以称样量,最后计算百分含量。

金属元素含量 使用等离子发射光谱法,准确称取植物(70℃烘干,过筛 40 目)和土样(风干后过 100 目筛,再烘干) 0.1~0.2 g 于微波消解罐中,加入 7.5 mL HNO₃ 和 2.5 mL HCl 消解,定容 50 mL,使用等离子发射光谱仪测定。仪器为美国 Thermo 公司生产的 IRIS Intrepid II XSP 等离子发射光谱仪。

水解氨基酸含量 称取经烘干粉碎后样品 0.05 g 于安培瓶中,加入 6 mol L⁻¹ 的 HCl 10 mL,抽真空封口,在 110℃ 烘箱中水解 22 h,取出冷却定容至 25 mL,取 10 mL,在水浴上蒸干,用 5 mL 去离子水洗出,经 0.45 μm 膜过滤,取滤液 10 μL,用 AccQ-Fluor 试剂衍生。使用的仪器为 Waters 2695 液相色谱系统。

以上生理指标测定均在中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所国家林业局重点实验室分析中心完成,测定结果均以干样品计算,且均设定 3 次重复。

1.3 数据处理

用 SPASS 软件对各项指标进行方差分析,以 $P < 0.05$ 表示差异显著,相关性分析采用 Pearson 双变量分析和双尾检验。

2 结果和分析

2.1 叶片的营养成分

从表 1 可以看出,云南和北京两地栽培的大仔买麻藤叶片中总糖、总淀粉、总黄酮、生物碱、氨基酸以及 Vb₁ 等营养成分的含量没有显著差异。其中,总糖含量在两地分别为 25.40% 和 28.20%,而

淀粉含量较低,分别为 6.30% 和 5.92%;总黄酮的含量较高,北京栽培的高达 12.07%,同时生物碱的含量也达 2.72%。这说明两地栽培对该种叶片的营养成分没有明显影响,而且叶片中的确富含黄酮和生物碱。

2.2 叶片糖组分的比较

对云南和北京两地的大仔买麻藤叶片中总糖组分进行分析(表 2)。糖类大部分为多糖,云南和北京两地的叶片多糖分别达 74.52% 和 72.05%;二糖含量次之,分别为 16.47% 和 20.51%;果糖和葡萄糖较少,云南的果糖占 5.25%,葡萄糖占 1.87%。两地植株叶片的多糖、葡萄糖和果糖含量差异不显著,而北京栽培的植株叶片二糖含量为 57.80 mg g⁻¹,云南植株为 42.70 mg g⁻¹,差异显著。

2.3 叶片的氨基酸含量

云南和北京栽培的大仔买麻藤叶片中氨基酸含量见表 3。两地栽培的大仔买麻藤叶片中的氨基酸种类相同,各种类所占比例也大致一样。植株叶片中的主要蛋白质组成氨基酸有谷氨酸(9.99%)、脯氨酸(9.06%)、天氨酸(8.92%)、亮氨酸(8.91%)等,且两地大部分氨基酸的含量基本相同。但两地植

株叶片的脯氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸和色氨酸含量有显著差异,北京栽培的含量均显著低于云南栽培的,分别降低了 33.33%、26.60%、24.80% 和 79.55%。

2.4 叶片的黄酮含量

云南和北京栽培的大仔买麻藤叶片中的黄酮类化合物含量见表 4。大仔买麻藤叶片的黄酮类化合物主要由芦丁、槲皮素、茨菲醇和异鼠李素组成,其中芦丁含量最高(9804.32 μg g⁻¹),而槲皮素、茨菲醇和异鼠李素含量较少。两地栽培的植株叶片中除茨菲醇含量有显著差异外,其他黄酮类化合物没有显著差异。另外,为了确保黄酮含量测定的可靠性,本实验通过加标回收计算,证实黄酮回收率达到 98.76%。

2.5 叶片中的元素含量

云南和北京栽培的大仔买麻藤叶片中金属及非金属元素含量见表 5。除了硼(B)和镁(Mg)外,铝(Al)、硼(B)、钙(Ca)、铜(Cu)、铁(Fe)等金属元素含量均有显著差异。北京栽培的叶片中 Al、Cu、Fe、K、Mn、P、S 和 Zn 含量均比云南的明显下降;仅 Ca 含量明显上升。从土壤的元素含量来看,叶片中的

表 1 大仔买麻藤叶片的营养成分含量(mg g⁻¹ DW)

Table 1 Nutrient content (mg g⁻¹ DW) in leaves of *Gnetum montanum* f. *megalocarpa*

成分 Composition	云南 Yunnan	%	北京 Beijing	%
总糖 Total sugar	254.18±11.25a	25.40±1.12a	281.95±27.31a	28.20±2.71a
总淀粉 Total starch	60.34±3.80a	6.30±0.38a	59.19±2.55a	5.92±0.26a
总黄酮 Total flavonoids	91.25±6.30a	9.13±0.63a	120.70±17.17a	12.07±1.72a
生物碱 Alkaloid	12.80±5.07a	1.28±0.51a	27.22±12.92a	2.72±1.29a
氨基酸 Amino acid	6.23±1.09a	0.62±0.11a	7.82±0.17a	0.78±0.02a
Vb ₁	0.88±0.11a	0.09±0.01a	0.62±0.19a	0.06±0.02a

同行数据后不同字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

Data followed different letters at the same line indicate significant difference at 0.05 level. The same is following Tables.

表 2 大仔买麻藤叶片中的糖含量(mg g⁻¹ DW)

Table 2 Sugar content (mg g⁻¹ DW) in leaves of *Gnetum montanum* f. *megalocarpa*

糖 Sugar	云南 Yunnan	%	北京 Beijing	%
多糖 Polysaccharide	193.00±10.00a	74.52	203.2±19.70a	72.05
二糖 Disaccharide	42.70±1.40a	16.47	57.80±5.90b	20.51
果糖 Fructose	13.60±0.60a	5.25	13.20±2.40a	4.67
葡萄糖 Glucose	4.90±0.90a	1.89	7.80±1.70a	2.77

表 3 大仔买麻藤叶片中的氨基酸含量(mg g⁻¹ DW)Table 3 Amino acid content (mg g⁻¹ DW) in leaves of *Gnetum montanum* f. *megalocarpa*

氨基酸 Amino acid	云南 Yunnan	%	北京 Beijing	%
天氨酸 Aspartic acid	6.11±0.32a	8.92	5.56±0.92a	7.81
丝氨酸 Serine	4.20±0.17a	5.85	3.64±0.09a	5.37
谷氨酸 Glutamic acid	7.18±0.36a	9.99	6.22±1.04a	9.18
甘氨酸 Glycine	4.67±0.18a	6.37	3.97±0.83a	5.97
组氨酸 Histidine	2.33±0.12a	2.92	1.82±0.32a	2.99
精氨酸 Arginine	5.70±0.26a	6.63	4.13±0.73a	7.29
苏氨酸 Threonine	3.98±0.15a	5.18	3.23±0.57a	5.09
丙氨酸 Alanine	4.58±0.16a	6.42	4.00±0.75a	5.86
脯氨酸 Proline	8.46±0.38a	9.06	5.64±0.79b	10.82
酪氨酸 Tyrosine	3.12±0.10a	3.68	2.29±0.35b	3.99
缬氨酸 Valine	5.04±0.11a	6.73	4.19±0.76a	6.44
蛋氨酸 Methionine	0.80±0.02a	0.88	0.55±0.20a	1.02
赖氨酸 Lysine	4.51±0.22a	6.38	3.97±0.77a	5.78
异亮氨酸 Isoleucine	4.25±0.10a	5.46	3.40±0.59a	5.44
亮氨酸 Leucine	6.81±0.18a	8.91	5.55±0.97a	8.71
苯丙氨酸 Phenylalanine	5.12±0.27a	6.18	3.85±0.50b	6.55
色氨酸 Tryptophan	1.32±0.14a	0.43	0.27±0.03b	1.69

表 4 大仔买麻藤叶片中的黄酮类化合物含量(μg g⁻¹)Table 4 Flavones content (μg g⁻¹) in leaves of *Gnetum montanum* f. *megalocarpa*

黄酮 Flavones (μg g ⁻¹)	北京 Beijing	云南 Yunnan
芦丁 Rutin	9804.32±1542.06a	10798.91±2954.52a
槲皮素 Quercetin	15.69±3.74a	17.47±8.03a
茨非醇 Kaempferol	2.00±0.01a	5.10±1.01b
异鼠李素 Isorhamnetin	2.40±0.58a	2.40±0.57a

表 5 大仔买麻藤叶片和栽培土壤中的元素含量(mg g⁻¹)Table 5 Element contents (mg g⁻¹) in leaves of *Gnetum montanum* f. *megalocarpa* and soil

元素 Element	叶片 Leaf		土壤 Soil		相关性 Coefficient
	云南	北京	云南	北京	
铝 Al	0.066±0.004a	0.058±0.005b	26.397±0.398a	13.033±0.671b	0.780
硼 B	0.044±0.007a	0.074±0.013a	/	/	
钙 Ca	13.17±1.411a	14.445±2.427b	48.907±2.84a	88.677±3.345b	0.921**
铜 Cu	0.004±0.001a	0.002±0.001b	0.079±0.016a	0.017±0.005b	0.245
铁 Fe	0.116±0.037a	0.074±0.013b	35.14±0.626a	15.01±0.428b	0.988*
钾 K	11.898±0.397a	8.81±0.918b	2.71±0.085a	4.177±0.155b	-0.568
镁 Mg	2.925±0.289a	2.33±0.357a	5.377±0.18a	9.027±0.182b	-0.847*
锰 Mn	2.073±0.338a	1.023±0.257b	1.54±0.072a	0.38±0.027b	0.362
磷 P	1.455±0.174a	0.945±0.07b	1.067±0.025a	2.117±0.025b	-0.775
硫 S	2.400±0.363a	1.63±0.164b	1.593±0.07a	15.547±0.745b	-0.731
锌 Zn	0.055±0.015a	0.018±0.006b	0.267±0.025a	0.140±0.017b	0.419

*: P<0.05; **: P<0.01.

元素含量并不都与土壤中的元素含量呈正相关,如K、Mg、P和S等。这可能是大仔买麻藤叶片中的元素含量受栽培环境与自身适应性等方面影响。

3 结论和讨论

本研究在北京和云南对口感、可食性较好的大仔买麻藤叶片中的营养成分进行测定,结果表明营养成分中总淀粉、总糖、黄酮和生物碱含量无显著差异;但部分营养物质的组成成份存在明显差异,如二糖、茨菲醇等。因此,我们认为在该种能够野外引种成功的前提下,栽培环境对其大部分营养成分的影响可以忽略。然而,在培育特异性成分应该考虑其栽培环境对特定成分的影响。因此,收集和比较研究不同产地同种植物的性状对优选良种具有十分重要的意义。

3.1 大仔买麻藤叶片中的糖分和淀粉

由于环境的差异,同一物种在不同地区生长,其形态和理化性质也会有所差异。如新疆地区种植的哈密瓜(*Cucumis melo*)含糖量很高,是其它生产区无法比拟的^[12]。本研究中,大仔买麻藤叶片的淀粉含量仅为6%左右,远远低于小叶买麻藤种子中的淀粉含量^[7]。另外,两地栽培的大仔买麻藤叶片的二糖含量差异显著,这可能是由于生长环境导致的,其原产地云南昆明的夏季干燥少雨,空气湿度较低,而北京温室由于人工护理,湿度较高,且北方早晚温差较大,而买麻藤一般适合高温湿润的热带环境,其光合作用较强,所以二糖的积累较多。

3.2 大仔买麻藤叶片的氨基酸

两地栽培的大仔买麻藤叶片基本含有所有的药用氨基酸和必需氨基酸,说明其有一定的营养价值。两地栽培的大仔买麻藤在部分氨基酸含量上有一定差异,其中植物体内脯氨酸含量在一定程度上反映了植物的抗逆性,一般作为抗旱和抗寒的生理指标,云南栽培的叶片脯氨酸含量显著高于北京的,这反映了原产地云南昆明地区的生长环境较干旱,说明大仔买麻藤适宜生长在温暖潮湿的环境中。

3.3 大仔买麻藤叶片中的黄酮

黄酮是一类天然植物多酚类化合物,在自然界中广泛存在,特别是在裸子植物中含量较高。

目前已知黄酮含量最高的植物是乌蕨(*Stenoloma chusanum*),达到34.42%^[13]。此外,番石榴(*Psidium guajava*)叶中的黄酮类含量为1.27%、无花果(*Ficus carica*)叶为0.64%^[14],黑玉米(*Zea mays*)花粉中达3.53%^[15]。本研究中两地栽培的大仔买麻藤叶片中的黄酮含量达到9.17%~12.07%,略低于小叶买麻藤种子中的含量(10.21%~15.07%)^[7],说明大仔买麻藤叶片中的含量也较高。这表明对买麻藤属植物的黄酮进行深入研究,有望寻找并选育出富含黄酮的新品种。

3.4 大仔买麻藤叶片中的元素含量

众所周知,植物体内含有多种金属或非金属元素,这些元素不仅参与植物生长调控等过程,而且许多也为人类提供生命所必须的物质。虽然两地栽培的土壤中部分元素含量存在显著差异,且土壤元素含量对叶片的元素含量有显著或一定程度的影响,然而对于大部分营养元素含量而言影响并不大。两地栽培植株叶片中钙(Ca)含量达1.3 g (100 g)⁻¹,与番茄[*Lycopersicon esculentum*, 1.18 g (100 g)⁻¹]、苦瓜[*Balsam pear*, 1.31 g (100 g)⁻¹]和丝瓜[*Luffa cylindrica*, 1.23 g (100 g)⁻¹]^[16]的相似。铜是人体必需的营养元素,人体缺铜会造成骨骼缺陷、神经系统退化、皮肤色素减少、生殖力丧失和贫血症^[17],而人体每日需铜量是2.0~3.0 mg^[18],大仔买麻藤叶片中铜(Cu)含量[1.9 mg (100 g)⁻¹]基本可以满足人体需要。相关分析可知,向土壤适量增施部分元素是可以显著提高植株中该元素的含量,这为进一步研究其栽培应用打下理论基础。

综上所述,由于生长环境的改变,生长于两地的大仔买麻藤叶片在一些养分含量上有差异,但总体差异不大。作为天然野生植物,大仔买麻藤含有丰富的营养物质,具有重要的药用和食用价值,是值得开发的珍贵植物资源。其含有较高的黄酮,作为保健食品开发将具有十分广阔的前景。买麻藤属植物还富含生物碱及芪类化合物等生物活性成分,并且在引种地温室环境下也较为适应。今后将继续对买麻藤属其他物种的营养成分和药用成分进行深入研究,为筛选优良果蔬品种、药用品种提供科学依据。

参考文献

- [1] Shi S Q, Liu J F, Jiang Z P. Research progress on Gnetaceae plants

- in the World [J]. *J Plant Genet Res*, 2011, 12(5): 694–699.
- 史胜青, 刘建锋, 江泽平. 买麻藤科植物研究进展 [J]. *植物遗传资源学报*, 2011, 12(5): 694–699.
- [2] Wang S, Xie Y. *China Species Red List* [M]. Beijing: Higher Education Press, 2004: 10–90.
- 汪松, 解焱. 中国物种红色名录 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 10–90.
- [3] Yao L L, Dai G H, Liu Y M, et al. Resveratrol analysis in Chinese medicinal plants and grape seeds [J]. *J Shanghai Jiaotong Univ (Agri Sci)*, 2005, 23(1): 31–35.
- 姚柳利, 代光辉, 刘玉敏, 等. 三种中草药植物和葡萄籽中的白藜芦醇分析 [J]. *上海交通大学学报: 农业科学版*, 2005, 23(1): 31–35.
- [4] Xing N, Liao Y K, Pan X J. Pharmacognostic identification of stem of *Gnetum montanum* [J] *Chin Trad Herb Drugs*, 1998(11): 765–767.
- 辛宁, 廖月葵, 潘小姣. 小叶买麻藤的生药鉴定 [J]. *中草药*, 1998(11): 765–767.
- [5] Wang J W, Liang J Y, Li L. Chemical constituents from *Gnetum parvifolium* [J]. *Chin J Nat Med*, 2006, 4(6): 432–434.
- 王健伟, 梁敬钰, 李丽. 小叶买麻藤的化学成分 [J]. *中国天然药物*, 2006, 4(6): 432–434.
- [6] Iliya I, Akao Y, Matsumoto K, et al. Growth inhibition of stilbenoids in Welwitschiaceae and Gnetaceae through induction of apoptosis in human leukemia HL60 cells [J]. *Biol Pharm Bull*, 2006, 29(7): 1490–1492.
- [7] Lan Q, Shi S Q, Liu J F, et al. A study on the morphological characteristics and nutrient components of *Gnetum parvifolium* seeds in Hainan Province [J]. *Bull Bot Res*, 2013, 33(5): 616–622.
- 兰倩, 史胜青, 刘建锋, 等. 海南省小叶买麻藤种子形态及营养成分研究 [J]. *植物研究*, 2013, 33(5): 616–622.
- [8] Ding Y S, He L Y. Determination of six stilbenes in *Gnetum parvifolium* (Warb) C. Y. Cheng by HPTLC fluorescent scanning [J]. *Acta Pharm Sin*, 2000, 35(6): 454–456.
- 丁永胜, 何丽一. 薄层荧光扫描法测定小叶买麻藤等植物中芪类化合物含量 [J]. *药学报*, 2000, 35(6): 454–456.
- [9] Li S L, Na B B, Li Q Y. Study on the chemical components of *Gnetum montanum* Markgr. [J]. *Chin J Ethnomed Ethnopharm*, 2001(1): 45–48.
- 李顺林, 纳彬彬, 李庆洋. 买麻藤化学成分的研究 [J]. *中国民族民间医药杂志*, 2001(1): 45–48.
- [10] Liu J H, Gao Y Q, Huo X. Studies on the chemical constituents of the volatile oil from *Gnetum montanum* Markgr. [J]. *Biotechnology*, 2003, 13(1): 19–20.
- 刘建华, 高玉琼, 霍昕. 买麻藤挥发油成分分析 [J]. *生物技术*, 2003, 13(1): 19–20.
- [11] Wang J W, Liang J Y. Research progress on chemical constituents and pharmacological effect of genus *Gnetum* [J]. *Strait Pharm J*, 2006, 18(2): 15–20.
- 王健伟, 梁敬钰. 买麻藤属植物的化学成分及其药理活性研究进展 [J]. *海峡药学*, 2006, 18(2): 15–20.
- [12] Wu M Z, Yin H P, Feng J X, et al. Ecobreeding of *Hamimelon* and soilless cultivation of organic ecotype [J]. *Eng Sci*, 2000, 2(8): 83–88.
- 吴明珠, 伊鸿平, 冯炯鑫, 等. 哈密瓜南移东进生态育种与有机生态型无土栽培技术研究 [J]. *中国工程科学*, 2000, 2(8): 83–88.
- [13] Cai J X, Wu W S, Wu L Y, et al. A study on the total flavonoids content of twenty-two kind of the medicinal pteridophytes [J]. *J Fujian Tea Univ (Nat Sci)*, 2000, 16(4): 63–66.
- 蔡建秀, 吴文珊, 吴凌云, 等. 22种药用蕨类植物的总黄酮含量研究 [J]. *福建师范大学学报: 自然科学版*, 2000, 16(4): 63–66.
- [14] Peng S S, Xiao F. Determination of *Ginkgo biloba* flavonoids in *Ginkgo* tear, fig leaf, guava leaf [J]. *Food Sci*, 2005, 26(9): 300–302.
- 彭珊珊, 肖峰. 无花果叶、番石榴叶中黄酮类化合物的提取与测定 [J]. *食品科学*, 2005, 26(9): 300–302.
- [15] Zhang L J, Xin G, Zhang W H. Assaying total flavonoids in black com pollen by double-wavelength spectrophotometry [J]. *Food Sci*, 2006, 27(2): 230–232.
- 张兰杰, 辛广, 张维华. 双波长分光光度法测定黑玉米花粉中总黄酮的含量 [J]. *食品科学*. 2006, 27(2): 230–232.
- [16] Li L Y, Guo X M, Fang Z, et al. Analysis on nutrients component of 15 vegetables in Hebei [J]. *Chin Agri Sci Bull*, 2007, 23(4): 98–100.
- 李英丽, 果秀敏, 方正, 等. 15种蔬菜营养成分评价 [J]. *中国农学通报*, 2007, 23(4): 98–100.
- [17] Erdman J W Jr, MacDonald I A, Zeisel S H, et al. *Present Knowledge in Nutrition* [M]. USA: International Life Sciences Institute, 2001: 461–473.
- [18] Gu J F. Explain of Chinese nutrition society recommended daily dietary supply of nutrients [J]. *Acta Nutri Sin*, 1990, 12(1): 1–9.
- 顾景范. 推荐的每日膳食中营养素供给量的说明 [J]. *营养学报*, 1990, 12(1): 1–9.