

小鱼仙草化学成分及资源开发利用研究

林文群^{1,2}, 曾碧榕¹, 陈 忠^{1*}

(1. 厦门大学化学系, 福建厦门 361005; 2. 福建师范大学生物工程学院, 福建福州 350007)

摘要: 对不同产地的小鱼仙草全草精油主要化学成分: 香荆芥酚、百里香酚、-石竹烯、侧柏酮、异胡薄荷酮、1,8-桉叶油素的含量进行对比分析。研究表明: 不同地域间植物精油的化学成分存在一定的遗传相似性及差异性; 不同产地精油含量在不同生育期有一定变化规律。此外, 种子含丰富的氨基酸(13.96%)和种类齐全的矿质元素; 种子油含大量人体必需的亚麻酸(67.36%)和亚油酸(15.12%)等不饱和脂肪酸; 全草总黄酮含量为1.76%~4.15%。为此, 小鱼仙草的种子和种子油具有较高的营养价值和药用功效, 其植物资源在食品、香精香料和医药领域具有潜在开发利用的前景。

关键词: 小鱼仙草; 精油; 种子; 化学成分; 营养组成

中图分类号: Q946 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2004)01-0055-06

Chemical constituents of *Mosla dianthera* and their utilization

LIN Wen-qun^{1,2}, ZENG Bi-rong¹, CHEN Zhong¹

(1. Department of Chemistry, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. Bioengineering College, Fujian Teachers University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: Chemical constituents of *Mosla dianthera* Maxim essential oil were studied. Experimental results showed that its main constituents are: carvacrol, thymol, -caryophyllene, thujone, 1,8-cineole, and isopulegone. The chemical constituents of essential oil among different growth areas have hereditary similarity and difference, and the content of essential oil in different areas has some rules in different growth seasons. In addition, the content of amino acids reaches 13.96%, and the kinds of mineral elements in seeds are abundant. The contents of unsaturated fatty acids in its seed oil are as follows: linolenic acid (67.36%) and linonic acid (15.12%), which is necessary for human. The content of total flavones from its plant was from 1.76% to 4.15%. The seed and its oil are high nutritional ingredients. Therefore, the plant resources have promising prospects in food, essence, medicine and perfume.

Key words: *Mosla dianthera*; essential oil; seeds; chemical constituents; nutritional ingredients

小鱼仙草 (*Mosla dianthera*), 又称小本土荆芥 (福建福州)、四方草 (福建福安)、痲子草 (江西)、山苏麻 (贵州遵义)、土荆芥 (广西) 等, 为唇形科石芥属一年生草本。产于广东、广西、云南、贵州、四川、江苏、浙江、江西、福建、台湾、湖南、湖北及陕西等省

区, 生于山坡路旁或水边。该植物在印度和巴基斯坦等国也有分布。民间用全草入药, 治感冒发热、中暑头痛、恶心、无汗、热痲、皮炎湿疹、痢疾、肺积水、肾炎水肿、多发性疖肿、外伤出血、痔瘡下血、扁桃腺炎等症 (中国科学院中国植物志编辑委员会, 1977)。

收稿日期: 2002-10-21 修订日期: 2003-05-06

基金项目: 福建省自然科学基金项目; 国家中医药管理局和福建省卫生厅基金项目 (2000-J-P-40)。

作者简介: 林文群 (1971-), 福建漳州人, 博士生, 讲师, 从事植物化学和植物学的教学和科研工作。* 为通讯联系人

Email: chenz@jingxian.xmu.edu.cn

植物全草含精油,有特异青草香气。我们对不同产地、不同生境小鱼仙草全草精油的主要化学成分进行对比分析,旨在为其植物资源在医药、香料工业的开发和利用提供科学依据。研究结果还表明:种子和全草具有较高的营养价值和药用功效,值得进一步开发利用,以造福人类。

1 材料及方法

1.1 植物材料

1996~2000年4~12月分批采自福建省各个城市、县城。经林来官教授鉴定为小鱼仙草。精油含量测定:将材料阴干,粉碎,过60目筛。用挥发油测定器按共水蒸馏法进行测定。回收率0.26%~0.96%。黄绿色至浅红色。种子于1999和2000年12月分批采收,粉碎,备用。

1.2 仪器

中国科学仪器厂生产QP-1000A,GC/MS/DS联用仪。计算机谱库:EPA/NIH/MSDC(美国国家标准局NBBLIBRARY谱库)。气相色谱仪GC-17A(岛津),带FID离子化检测器和数据处理机。PLA-CPECI(美国Leeman公司)电感耦合等离子发射光谱仪。

1.3 方法

1.3.1 植物全草精油化学成分鉴定(林文群,2001)

取开花前期(1999年10月中旬采集)植物全草,阴干、粉碎后提取精油,平均含量为0.67%。精油经无水硫酸钠干燥后进行气相色谱-质谱分析。通过EPA/NIH/MSDC系统磁盘中的计算机库对色质所分析出的各组分(峰)的质谱数据进行检索,然后对照有关的文献资料(林文群等,1998;朱甘培等,1992;Heller等,1978,1980;张少艾等,1989;黑龙江大学英语辞书研究室,1987)进行鉴定。气相色谱条件:用SE-54石英毛细管柱(0.30 mm×30 m),进样品温度250℃,柱温采用程序升温:60℃(10℃/min)升温至160℃,(5℃/min)升温至220℃,保持7 min。用He作载气,分离比15:1。质谱条件:用70eV的EI源,离子源温度250℃,电子倍增电压为2300 eV,分离器温度250℃,m/z扫描范围40~350 a. m. u。

1.3.2 百里香酚、香荆芥酚、侧柏酮等成分含量测定(林文群,2001) 内标法。标准品购自上海生化制品厂,内标物为正十八烷。

1.3.3 水分的测定(GB5490,1985) 参考GB5497-95中的2次烘干法(105℃)。

1.3.4 粗蛋白的测定(贾身茂等,1997) 半微量凯氏定氮法(N×6.25)。

1.3.5 灰分测定(中山大学生物系生化微生物教研室,1978) 重量法。

1.3.6 种子氨基酸测定(贾身茂等,1997) 用氨基酸自动分析仪(日立835-50型)测定,样品采用酸水解法处理。色氨酸(用碱水解法)用MPS-5000型多用分光光度计测定。

1.3.7 种子脂肪酸成分测定(林文群,2001) 取样品油少量用BF₃-CH₃OH进行甲酯化。用毛细管气相色谱法测脂肪酸的组成含量。色谱条件:载气为N₂,柱前压75 kPa,空气55 kPa,氢气65 kPa,柱温220℃,进样口温度280℃,检测器温度:280℃;分流流量50 mL/min,进样1.0 μL。对照样品为标准混合酸甲酯(美国生产)。每次进样1.0 μL用归一化法(峰面积法)计算相对含量。

1.3.8 种子矿质元素测定(林文群,2001) 原子吸收法或等离子发射光谱法。

1.3.9 总黄酮测定(吴文珊等,2000;元晓梅等,1996) 聚酰胺吸附-硝酸铝显色法。

样品处理:回流提取:取过筛后的小鱼仙草粉末1 g置于回流装置中,加适量乙醇加热回流提取2 h,过滤,滤液冷却至室温,用60%乙醇定容至100 mL。聚酰胺柱层析:准确吸取提取液4 mL,加200 mg聚酰胺粉,搅匀,转移到装有400 mg聚酰胺粉的砂芯漏斗中,用50 mL乙醇分数次洗脱,收集洗脱液,置水浴上浓缩至30 mL,定量转移至100 mL容量瓶中,加水至刻度,备用。

标准曲线的制备:准确吸取每mL含0.1 mg芦顶的标准液0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 mL于6只具塞试管中,各加入30%乙醇使成5 mL。加入5%NaNO₃溶液0.3 mL,摇匀,放置6 min,加入10%Al(NO₃)₃溶液0.3 mL,摇匀,放置6 min,加1 mol/L NaOH溶液4 mL,加水0.4 mL,摇匀,放置15 min,于510 nm波长处测定吸光度。用最小二乘法进行线性回归,得回归方程 $A = 1.1C + 3.4 \times 10^{-3}$,线性范围为0~0.5 mg,相关系数 $r = 0.9998$ 。样液测定:精确吸取样液5 mL两份于2支具塞试管中,加5%NaNO₃溶液0.3 mL,摇匀,放置6 min,加10%Al(NO₃)₃溶液0.3 mL,摇匀,放置6 min,加1 mol/L NaOH溶液4 mL,加水0.4 mL,摇匀,放置15

min,同时作试剂空白,以试剂空白为对照,于 510 nm 波长处测定吸光度,查标准曲线,即得所取样液中黄酮含量 mg 数。

总黄酮量计算:样品中黄酮含量(以芦丁计)(%) = $(CV_1V_3)/(W \times V_2V_4 \times 10)$;式中:C 为样液含黄酮量(mg), V_1 为抽提定容体积(mL), V_2 为聚酰胺处理时取样体积(mL), V_3 为聚酰胺处理后定容体积(mL), V_4 为显色反应测定取用样液体积

(mL),W 为称样量(g)。

2 结果与分析

2.1 不同产地小鱼仙草精油含量及其变化规律

不同产地植物资源精油的含量结果见表 1。由表 1 可知小鱼仙草阴干全草精油含量一般为 0.26%~0.86%,干全草含油量最高可达 0.96%。

表 1 不同生长季节、不同产地的植物精油含量

Table 1 Contents of essential oil of plant growing in different areas among different seasons

产地 Growth areas	不同生长月份全草(100 g)精油含量(mL)				
	Content of essential oil (mL) in 100 g plant power among different growth months				
	April-May	June-July	August-September	October-November	December
漳州龙海 Zhangzhou Longhai	0.34	0.52	0.62	0.96	0.42
厦门杏林 Xiamen Xinlin	0.33	0.46	0.68	0.88	0.32
厦门同安 Xiamen Tongan	0.31	0.48	0.70	0.86	0.30
泉州晋江 Quanzhou Jinjiang	0.33	0.40	0.63	0.80	0.41
福州仓山 Fuzhou Cangshan	0.30	0.40	0.63	0.75	0.43
福州郊区 Fuzhou Suburbs	0.35	0.42	0.69	0.84	0.32
建新郊区 Jianxin Suburbs	0.26	0.44	0.70	0.76	0.36
福清郊区 Fuqing Suburbs	0.33	0.42	0.68	0.86	0.35
永泰镇 Yongtai Town	0.32	0.43	0.71	0.76	0.45

表 2 不同产地植物精油主要成分含量对比

Table 2 Comparison of main constituents contents of essential oil of plant growing in different areas

产地 Growth areas	百里香酚 Thymol	香荆芥酚 Carvacrol	石竹烯 Caryophyllene	侧柏酮 Thujone	甲基丁香油酚 Methyleugenol	1,8-桉叶油素 1,8-Cineole	异胡薄荷酮 Isopulegone
漳州平和(A) Zhangzhou Pinghe	35.12	19.62	11.26	9.63	7.23	5.46	6.23
漳州龙海(B) Zhangzhou Longhai	29.87	17.36	9.92	10.23	6.88	6.34	5.79
福清郊区(C) Fuqing Suburbs	23.86	14.42	9.86	15.24	7.64	4.56	6.24
福州郊区(D) Fuzhou Suburbs	10.82	7.86	21.50	14.36	9.48	4.98	9.46
永泰方广岩(E) Yongtai Fangguang-rock	11.46	11.89	19.46	12.68	8.16	4.35	9.02

苗期为 0.26%~0.52%,生长期(8~9月)为 0.62%~0.71%,初花期(10~11月)为 0.75%~0.96%,果期(12月)为 0.45%~0.30%。开花前期油的含量最高,且产于干旱山坡或田埂路旁的植物比产于水边的植物,其精油含量略高(张少艾等,1989;Heller 和 Mioline,1980)。因此,小鱼仙草应选择干旱地的资源,在其开花前期进行采收。挥发油呈浅黄色或黄绿色,芳香,久置或日光照射,不久可变为浅红色。

2.2 小鱼仙草全草精油化学成分分析

五个不同产地全草精油主要成分的分析结果见表 2。由表 2 可知不同产地的小鱼仙草,其化学成分有一定相似性,但含量存在较明显差异,这很可能与植物的生长环境有密切关系。A 和 B 产地的植物

生境均为干旱山坡,其主要成分含量差异较小。D 和 E 产地的植物生境都为湿地山坡,两者主成分的含量差异较小。精油的主要成分:百里香酚,香荆芥酚,1,8-桉叶油素等是抑制细菌流感病毒的主要成分(林文群等,1998),A、B 产地抑菌活性成分的含量明显高于 D 和 E 产地。而 C 产地的植物生境为路旁田地,小鱼仙草精油主要成分为:百里香酚(23.86%)、香荆芥酚(14.42%)、-石竹烯(9.86%)、侧柏酮(15.24%)、甲基丁香油酚(7.64%)、1,8-桉叶油素(4.56%)和异胡薄荷酮(6.24%)等。A、C、D 三个不同产地精油的相同成分有:百里香酚、香荆芥酚、1,8-桉叶油素、侧柏酮、甲基丁香油酚、-石竹烯、异胡薄荷酮、葑草烯、柠檬烯、月桂烯、香芹酮等(林文群等,1998;Hiller 和 Mioline,1980)。百里香

酚、香荆芥酚、1,8-桉叶油素(林文群等,2001)等是抑制细菌流感病毒的活性成分,产于漳州平和干旱山坡小鱼仙草精油的这类成分含量最高(达60.20%)。这很可能与其干旱红土壤的特殊生态环境有密切关系(张少艾等,1989)。

2.3 种子营养成分分析

福清和永泰两个产地的种子营养成分分析的结果见表3。由表3可知,福清和永泰产的种子营养成分比较接近。其种子含有丰富的氨基酸和脂肪油,福清产种子氨基酸含量达12.96%,脂肪油含量为20.26%。具有较高的营养价值。以福清产的种子为材料,对其营养成分作进一步研究。

小鱼仙草种子氨基酸的含量测定结果见表4。由表4可知种子的必需氨基酸占总氨基酸的36.52%,具有较高的营养价值。

表3 两产地种子营养成分的含量表

Table 3 Contents of nutrient constituent of seeds of two growth areas

产地 Growth areas	水分 Water (%)	粗蛋白 Coarse Protein(%)	脂肪油 Fatty acid(%)	氨基酸 Amino acid(%)	灰分 Ash (%)
永泰 Yongtai	16.24	19.28	20.18	12.49	4.42
福清 Fuqing	18.87	18.71	20.26	13.96	5.19

表4 小鱼仙草种子氨基酸含量(g/100g)

Table 4 Contents of amino acid of *Mosla dianthera* seeds (g/100g)

氨基酸 Amino acid	含量 Content	氨基酸 Amino acid	含量 Content
天冬氨酸 Asp	1.27	酪氨酸 Tyr	0.15
苏氨酸 Thr *	0.50	苯丙氨酸 Phe *	0.61
丝氨酸 Ser	0.72	赖氨酸 Lys *	0.69
谷氨酸 Glu	2.85	组氨酸 His	0.34
丙氨酸 Ala	0.90	精氨酸 Arg	1.54
胱氨酸 Cys	0.18	色氨酸 Trp *	1.02
缬氨酸 Val *	0.58	脯氨酸 Pro	0.47
蛋氨酸 Met *	0.05	甘氨酸 Gly	0.70
异亮氨酸 Ile *	0.41	必需氨基酸 EAA	5.20
亮氨酸 Leu *	0.98	总量 Total	13.96

* 为必需氨基酸 Essential amino acid

小鱼仙草种子油脂肪酸成分分析结果见表5。由表5可知种子油含丰富的不饱和脂肪酸:亚麻酸、亚油酸、油酸等成分,总含量达93.82%,饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸的比值为15.2,特别是油中-亚麻酸含量达到67.36%,高于月见草油(10.82%)、香椿籽油(24.99%)和微孔草油(21.70%)(王淑丽

等,1995)。亚麻酸、亚油酸是人体所必需的脂肪酸,可与胆固醇结合,对防治心血管疾病有良好效果。它们也是合成激素物质前列腺素的前体物,具有重要的生理功能。因此,小鱼仙草种子油具有较高的营养价值和药用功效。

表5 种子油脂肪酸的组成和含量

Table 5 Components and relative contents of fatty acid of seed oil

脂肪酸种类 Fatty acids	棕榈酸 Palmitic acid	硬脂酸 Stearic acid	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linonic acid	亚麻酸 Linolenic acid
相对含量 Relative content (%)	4.99	1.18	11.35	15.12	67.36

表6 小鱼仙草种子矿质元素含量

Table 6 Contents of mineral elements of *Mosla dianthera* seeds

元素 Element	含量 Content (μg/g)	元素 Element	含量 Content (μg/g)
K	4.46 ×10 ³	As	0.265
Ca	6.01 ×10 ³	Hg	0.261
Mg	5.93 ×10 ³	V	1.05
Na	3.35 ×10 ²	Ni	1.74
P	1.85 ×10 ³	Cr	1.63
Fe	228	Pb	0.343
Zn	166	Sr	3.81
Mn	63.0	Si	90.1
Cu	43.2	B	8.12
Al	661	Co	0.562
Ti	2.20	S	145
Cd	3.2 ×10 ⁻²	Mo	6.1 ×10 ⁻³

小鱼仙草种子矿质元素含量测定结果见表6。由表6可知种子含有丰富的矿质元素。人体必需且具有重要药理活性的微量元素Fe、Mn、Cu、Zn、Mo,小鱼仙草种子均含有。据柴之芳(1994)报道Fe、Mn、Cu、Zn、Mo等生物必需的微量元素对人体有直接的影响作用,并参与新陈代谢的过程。Mn、Mo两种元素是多种癌细胞的克星,具有一定的抗癌作用。Fe为人体合成血红蛋白所需;Zn、Cu包含在许多金属蛋白和酶中;Mn是构成机体内精氨酸酶和脯氨酸酶的成分,又能激活辅酶等。以上这些矿质元素小鱼仙草种子均含量丰富,因此小鱼仙草种子具有较高的矿质营养价值。

2.4 植物全草总黄酮

植物全草还含有黄酮类成分,不同产地小鱼仙草全草黄酮类成分的测定结果见表7。由表7可知全草总黄酮含量在10~11月的开花初期达到最高。

近年来的研究表明黄酮类化合物是一类具有重要生理活性的物质,它具有抗动脉硬化,降低血压,降低胆固醇含量,改善血管微循环和抗菌抗炎的功效。作者通过对比实验,测得产于福清灵石农场干旱坡

地的全草总黄酮含量最高,达 4.15%,而且初步抑菌实验已证明其总黄酮具有较好的抗菌抗炎活性。至于其黄酮类的化学结构类型还待于进一步深入研究。

表 7 不同生长季节的全草总黄酮含量 (%)

Table 7 Contents of total flavonoids from the whole plant in different growth seasons (%)

产地 Growth areas	4~5月 April-May	6~7月 June-July	8~9月 August-September	10~11月 October-November	12~1月 December-January
福清灵石农场 Linshi farm in Fuqing	2.06	2.92	3.02	4.15	2.35
永泰方广岩 Fang guang-rock in Yongtai	1.98	2.23	3.09	3.87	2.27
福州郊区 Fuzhou suburbs	1.76	2.18	3.05	3.65	2.48

3 应用前景展望

3.1 药用价值

小鱼仙草全草入药:治胃炎、肺积水、感冒、中暑、发热、内痔、湿脚气、外伤出血、跌打损伤、痲子等症。据林文群等(1998)报道,香荆芥酚、百里香酚、1,8-桉叶油素是抑制细菌流感病毒的主要成分。产于漳州平和干旱山坡和福清灵石寺的植物这类抑菌成分的含量分别达到 60.20%和 42.84%,可以进一步加工研制治疗中暑发热、流感的药物。产于福建省福州市郊区的植物精油的主要成分侧柏酮(thujone)和石竹烯(caryophyllene),这两种成分是平喘止咳的主要成分之一,可以广泛用来开发平喘止咳药。此外,植物精油中还含有甲基丁香油酚(methyl eugenol)、榄香脂素(elemicine)等麻醉镇痛成分(Heller 和 Mioline,1980),值得进一步开发利用。全草总黄酮含量较高,在抗菌抗炎活性药物的开发方面具有利用的价值。

3.2 香精香料

小鱼仙草精油有特异的青草香气,芳香宜人,而且油中含有大量的天然防腐除菌有效成分:香荆芥酚、百里香酚、1,8-桉叶油素、-蒎烯等,可以提炼作为化妆品,洗涤剂的有效除菌剂,精油中还含有大量的添香剂成分:-石竹烯、葑草烯、柠檬烯等(Heller 和 Mioline,1980)。因此植物精油在多种香型化妆品、洗涤香皂、牙膏等方面具有开发利用的价值。

3.3 种子营养价值

种子营养成分分析的结果表明其种子含有丰富的氨基酸和脂肪油,氨基酸的含量达到 13.96%,脂肪油的含量为 20.26%。脂肪油含有大量的人体必需的不饱和脂肪酸:亚麻酸、亚油酸、油酸等成分,总

含量达 93.82%。此外,种子含种类齐全的矿质元素。若能够对其资源进行合理的优化栽培和选育,将可以提高种子的开发利用价值。

3.4 小鱼仙草的栽培价值

小鱼仙草资源丰富,生长适应性强,是林下主要的草本植物,也是海边、河道防风堤坝的主要防风固沙植物,在山坡、沟谷,林缘亦生长良好。由于生长迅速,固沙吸尘效果好,繁殖容易,全草精油含量较高,已引起人们的关注。小鱼仙草是广布种,对其种质资源进行优化选育,将可以培育优良的防风固沙品种。我们的初步栽培结果表明肥沃的干旱红壤有利于植物精油的积累,阳光充足的旱坡地有利于种子脂肪油的积累。这些初步经验将为以后优良品种的选育提供指导方向。

4 讨论

(1)小鱼仙草精油成分保持一定的相似性,这反映植物种的遗传稳定性。由于它是广布种,植物居群适应于不同的生境环境,最明显的是对阳光和水分的适应,不同居群的化学成分及含量存在较明显差异。分析其原因,这很可能是不同产地、不同水分、土壤条件、地理环境、生态环境、生育期等多种因素对精油成分的生物合成过程影响所造成的(张少艾等,1989;Heller 和 Mioline,1980)。因此,考虑香料植物资源在医药、香料工业等方面的开发利用时,要特别注意不同生态环境和不同地区植物挥发油主要成分及成分含量存在的明显差异。

(2)小鱼仙草资源丰富,分布广,生长适应性强,繁殖容易(种子萌发率可以达 92.2%)。其精油含量 0.26%~0.96%,可以通过杂交选育含油量高的新品种,进行广泛栽培。其精油可以作为香型化妆

品,洗涤香精的添加剂,对于开发研制除菌油膏、香皂、牙膏、洗涤香精等方面具有广大开发利用的价值。全草总黄酮含量较高,在抗菌抗炎药物的开发方面具有利用的价值。至今,文章报道的多是关于植物精油方面的资料,至于其它化学成分:黄酮、黄酮苷等,还待进一步深入研究。

参考文献:

- 中山大学生物系生化微生物教研室. 1978. 生化技术导论 [M]. 北京: 人民教育出版社.
- 中国科学院中国植物志编辑委员会. 1977. 中国植物志 (第 66 卷) [M]. 北京: 科学出版社, 297 - 298.
- 王淑丽, 陈济民. 1995. 苏子油与 α -亚麻酸 [J]. 沈阳药学院学报, 12 (3): 228 - 232.
- 朱甘培, 冯 晰, 石晋丽. 1992. 紫花香薷挥发油化学成分研究 [J]. 北京中医学院学报, 15 (6): 57 - 59.
- 吴文珊, 纪小苹, 王扬飞, 等. 2000. 薜荔叶及花序托中总黄酮的提取工艺 [J]. 植物资源与环境学报, 9 (2): 55 - 56.
- 张少艾, 徐炳声. 1989. 长江三角洲石芥苳属植物的精油成分及其与系统发育的关系 [J]. 云南植物研究, 11 (2): 187 - 192.
- 柴之芳, 祝汉民. 1994. 微量元素化学概论 [M]. 北京: 原子能出版社, 207 - 213.
- 贾身茂, 张金霞. 1997. 食用菌标准汇编 (一) [M]. 北京: 中国标准出版社.
- 黑龙江大学英语辞书研究室编写组. 1987. 英汉科技大词库 (二、四卷) [M]. 哈尔滨: 黑龙江人民出版社, 282 - 296, 682 - 716, 724.
- 林文群, 陈 忠, 刘剑秋. 2001. 野生香料植物小鱼仙草资源开发利用 [J]. 中国野生植物资源, 21 (6): 28 - 30.
- GB5490 ~ 5539 — 1985, 粮食、油料及植物油脂检验 [S].
- Heller SR, Mioline GWA. 1978. EPA/NIH Mass Spectral Date Base [M]. Washington: U. S. government printing office, 2 042 - 3 032.
- Heller SR, Mioline GWA. 1980. EPA/NIH Mass spectral Date Base Supplement 1 [M]. Washington: U. S. government printing office, 3 960 - 5 228.
- Lin WQ (林文群). 2001. Studies on the chemical constituents of volatile oil of *Mosladianthera maxim* grown in Fujian Province (福建产小鱼仙草挥发油的含量及其化学成分的研究) [J]. *Journal of Wuhan Botanical Research* (武汉植物学研究), 19 (1): 35 - 38.
- Lin WQ (林文群), Zhang QQ (张清其), Chen ZQ (陈祖棋). 1998. Studies on chemical constituents of *Mosla punctulata* essential oil and its content present (石芥苳挥发油的含量及其化学成分的研究) [J]. *Journal of Fujian Teachers University (Natural Science)* (福建师范大学学报(自然科学版)), 14 (2): 70 - 74.
- Yuan XM (元晓梅), Jiang MW (蒋明蔚), Hu ZZ (胡正芝). 1996. Colorimetric determination of Flavones in Hawthorn and its products (聚酰胺吸附—硝酸铝显色法测定山楂及山楂制品中的总黄酮含量) [J]. *Food and Fermentation Industries* (食品与发酵工业), (4): 27 - 32.

(上接第 36 页 Continue from page 36)

- Li MX(李懋学), Chen RY(陈瑞阳). 1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants (关于植物核型分析的标准化问题) [J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*(武汉植物学研究), 3(4): 297 - 302.
- Philipp M, Madsen HES, Siegismund HR. 1992. Gene flow and population structure in *Armeria maritima*[J]. *Heredity*, 69 (1): 32 - 42.
- Woodell SRJ, Dale A. 1993. Biological Flora of the British Isles, *Armeria maritima* (Mill.) Willd. (*Statice armeria* L., *S. maritima* Mill.) [J]. *J Ecology*, 81(3): 573 - 588.