

- 2003, 23(2): 130-132.
- [16] Wai E H, Rao M R, Ji N D, et al. Inhibitory effects of ginkgolides B on proliferation of bovine aortic smooth muscle cells [J]. *Acta Pharm Sin* (药学报), 2002, 37(2): 90-93.
- [17] Lu X Q, Li X D, Zu S Y, et al. Expression of tissue factor gene induced by mMLDL and inhibited by ginkgolides B in EC304 [J]. *Basic Med Sci Clin*, 2002, 22(3): 241-243.
- [18] Qi X Y, Zhang Z X, Cui Q Q. The effect of ginkgolide B on action potential, L-type calcium current and delayed rectifier potassium current in ischemic guinea pig ventricular myocytes [J]. *Chin J Appl Physiol*, 2004, 20(1): 24-28.
- [19] Cheung F, Siow Y L, Karmin O. Inhibition by ginkgolides and bilobalide of the production of nitric oxide in macrophages (THP-1) but not in endothelial cells (HUVEC) [J]. *Biochem Pharmacol*, 2001, 61(4): 503-510.
- [20] Amri H, Drieu K, Papadopoulos V. Transcriptional suppression of the adrenal cortical peripheral-type benzodiazepine receptor gene and inhibition of steroid syntheses by ginkgolide B [J]. *Biochem Pharmacol*, 2003, 65(7): 717-729.
- [21] Cai W B, Zang Y, Yu M H. Effects of ginkgolide B on glutamate-induced oxidation in the ginkgolide B on glutamate-induced oxidation insult in the cultured cortical neurons of rat [J]. *J Sun Yat-sen Univ Med Sci* (中山大学学报, 医学科学版), 2003, 24(3): 256-260.

甘草生物学及化学成分的研究进展

彭 励^{1,2}, 胡正海^{1*}

(1. 西北大学生命科学学院, 陕西 西安 710069; 2. 宁夏大学生命科学学院, 宁夏 银川 750021)

药用甘草为豆科甘草属(*Glycyrrhiza* L.)植物干燥的根和根茎,是我国重要的大宗药材之一。现代科学研究证实:甘草除具有镇痛、止咳、抗炎、抗溃疡、抗变态反应等作用外,还有增强机体免疫、抗肿瘤、抗氧化和抗病毒的功能,尤其对艾滋病、乙肝、带状疱疹及SARS病毒等方面作用更显著。随着甘草应用范围的扩大,市场需求激增,供求矛盾十分突出,人工种植甘草成为缓解这一矛盾的必然选择。在栽培技术日趋成熟后,人工种植甘草的质量引起人们广泛关注,如何保证和提高种植甘草的质量成为新的研究热点。为了探索甘草质量形成的内在机制,指导甘草规范化种植技术的研究,本文对近20年来有关甘草生物学特性及主要活性成分积累规律的研究成果进行综述。

1 甘草生物学研究

1.1 甘草原植物及其资源分布:根据《中国药典》(1977年至2005年各版)记载记录,药用甘草为豆科甘草属乌拉尔甘草 *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.、光果甘草 *G. glabra* L. 和胀果甘草 *G. inflata* Bat. 干燥的根和根茎,其原植物的形态特征在《现代中药学大辞典》等文献中有详细的描述。由于历史上习惯以产地命名药材,所以在甘草生产和贸易中仍存在着商品药材与原植物混淆的现象。李学禹曾对甘草商品药材的原植物进行了调查,明确指出中国东北甘草、西北甘草及历史上闻名产于内蒙的梁外草、西镇草、河川草和产于宁夏的铁心甘草的原植物均为乌拉尔甘草,而新疆甘草和原料草的原植物为胀果甘草。云南甘草 *G. yunnanensis* Cheng f. et L. K. Tai ex P. C. Li, 粗毛甘草 *G. aspera* Pall.、刺果甘草 *G. pallidiflora* Maxim. 等甘草属近缘植物都不被用作甘草商品药材^[1]。

甘草属植物在世界范围内分布有29种6个变种,我国

分布有18种和3个变种。药用甘草野生资源主要分布于我国西北干旱区域的温带荒漠区和温带草原区,北纬37°~50°,东经75°~123°范围内,包括了新疆、内蒙古、宁夏、青海、甘肃、陕西、山西、河北省的北部,辽宁、吉林、黑龙江的西部。乌拉尔甘草是我国甘草资源中分布最广的一种,胀果甘草和光果甘草主要分布于新疆^[2],详见表1所示。

表1 3种药用甘草在我国的分布情况

Table 1 Distribution of three *Radix Glycyrrhizae* in China

种 名	分 布
乌拉尔甘草	内蒙古、甘肃、宁夏、新疆、青海、山西、陕西、河北、辽宁、吉林、黑龙江
胀果甘草	甘肃、新疆、山西、陕西
光果甘草	新疆、青海

全国野生甘草蕴藏量约 1.5×10^8 kg,其中胀果甘草的蕴藏量达 9×10^8 kg,占全国的60%以上,新疆的叶尔羌—塔里木河流域是我国甘草蕴藏、产量最高地区。鄂尔多斯高原西部为乌拉尔甘草的主产地,蕴藏量在 4.5×10^8 kg^[3]。从20世纪60年代起我国就开始了人工栽培甘草的试验研究,目前已在内蒙古、宁夏、新疆、吉林等地建立了大面积的人工栽培甘草基地,极大的缓解了甘草资源紧张局势,促进了甘草资源的保护。

1.2 甘草的形态解剖学特征

1.2.1 根及根状茎的解剖结构:甘草根及根状茎是主要的药用器官,它的形态发育和结构特征对药材鉴别和产量有直接影响,因此,成为解剖结构研究主要的对象。甘草根的初生结构主要由表皮、皮层和中柱构成,内皮层细胞径向壁上具有明显凯氏点加厚,初生木质部为3原或4原型。根次生结构具有双子叶植物根的典型特点,由周皮和维管组织构成,

收稿日期:2005-06-17

作者简介:彭 励(1962—),女,副教授,在读博士。研究方向为结构植物学与植物化学,主持省级课题1项,参加国家级课题3项,发表

论文10余篇。 E-mail: penglil24@nxu.edu.cn

* 通讯作者 胡正海 Tel: (029)88302684

种间差异主要表现在木栓层的细胞层数、韧皮纤维束的排列和轮数、导管分布频率、射线形态等方面。根状茎具有茎的次生结构特点,与根相比根状茎具有增厚的木栓层、长而粗的导管分子和高的导管分布频率。种间差异主要表现为韧皮射线形态和裂隙的有无、髓和韧皮部中含鞣质细胞的数量、导管内含物等方面。根和根状茎在结构上都表现出抗旱特征。从生药学角度看,根及根状茎中草酸钙结晶的存在与分布、根状茎髓部的薄壁细胞中棕色内含物的存在与分布、纤维的形态特征、导管分子尾突长度及其与管体长的比例、射线的形态特征、根状茎髓部的细胞形态等在药材甘草的鉴别中具有重要意义。

1.2.2 叶的解剖结构:甘草叶的解剖结构表现出旱生植物叶的共同特点。上下表皮被厚角质层,具气孔器,下有气室,下表皮气孔数多于上表皮,有不等细胞型和不规则四细胞型2种气孔类型。叶肉细胞有栅栏组织和海绵组织的分化,在叶肉组织中,分布有体积较大的胶体,内含树脂。主脉中外韧维管束分布于薄壁细胞组织中。维管束中有纤维分布,在与维管束对应靠近两表皮处,有黏液细胞分布,内含鞣质类物质。甘草叶中具有分泌结构,即腺毛(glandular trichomes)和分泌管(secretion-container tubes),后者位于栅栏组织内。植物化学分析显示,黄酮苷和黄酮苷元可能就存在于这些分泌组织中^[4]。水分胁迫对甘草营养器官的发育有一定影响,除了叶片横/海比值变小外,木质部导管管壁增厚,管腔直径变小^[5]。

1.2.3 种子的解剖结构:种子质量是GAP生产中的关键环节之一,对其形态及解剖结构的研究,有助于鉴定种质的真实性和有效地提高种子的发芽率。3种药用甘草种子形状、大小无明显变化规律。种子最外层为表皮,内为增厚的栅栏状细胞,纵向排列成行很紧密,其内侧为一列厚壁的柱状细胞。海绵细胞排列疏松,吸水力强,海绵薄壁细胞内为胚乳细胞。种皮颜色为黄色-绿色-褐色,表面分布网状花纹。采用扫描电镜观察发现,种皮表面纹饰可分为3种,凸起型、孔穴型和不规则回纹状。

1.3 甘草胚胎学研究:对乌拉尔甘草胚胎发育的研究发现,其花药壁的发育属于双子叶型,花药绒毡层具豆科植物绒毡层的特点。花粉母细胞减数分裂为同时型胞质分裂,四分孢子呈四面体型。大孢子母细胞产生不等二分体、线状四分体;合点端的大孢子或珠孔端第2或第3大孢子均可成为功能大孢子。胚囊发育属蓼型,胚发育以柳叶菜型为主,具核型胚乳,且合点端具胚乳吸器。

甘草胚胎发育进程在种间存在着差异,粗毛甘草胚胎发育最早,以后依次为光果甘草、乌拉尔甘草和胀果甘草,但它们的胚胎分化所经历的时期基本一致,从合子期,梨形原胚期,胚分裂伸长期,子叶、胚根、胚芽分化期到胚体呈鱼雷形,最后胚完成发育需要经历1个月的时间。

1.4 甘草的核型分析:染色体核型分析是种质资源鉴定的重要技术之一。甘草属11种和1变种染色体核型分析结果显示:我国甘草属植物的染色体为 $2n=2x=16$,均为二倍体,未发现多倍体现象。各种核型组成以中部或近中部着丝点为主,

核型对称性程度很高,但种间臂比有一定差异。乌拉尔甘草的核型公式 $k(2n)=2x=16=6m+10sm=2L+6M_2+8M_1$;胀果甘草的核型公式 $k(2n)=2x=16=10m+6sm$;光果甘草的核型公式 $k(2n)=2x=16=6m+10sm=8M_2+6M_1+2S$ 。通过染色体核型分析还揭示了甘草属植物的进化关系,刺果甘草是甘草中最原始的,而黄甘草 *G. eurycarpa* P. C. Li 的进化程度相对较高。

1.5 甘草组织培养和毛状根培养:甘草组织培养主要用于优质种苗的快繁和甘草酸等有效成分的规模化生产。甘草不同外植体的愈伤组织诱导和分化与培养基、植物激素的种类及质量浓度有直接关系。以带节茎段为外植体,MS培养基为基础,附加不同质量浓度的BA、NAA、ZT激素,可以在2周后获得再生植株。以带腋芽茎段为外植体,在MS+NAA 1.0 mg/L+6-BA 0.2 mg/L培养基上能诱导生成丛生苗,并通过调整NAA的质量浓度使丛生苗生根^[6]。以子叶、下胚轴、胚根为外植体,在MS+2,4-D 1.2 mg/L+6-BA 1.0 mg/L+3%蔗糖+0.8%琼脂培养基中,下胚轴的愈伤组织诱导率最高,达到95%,在进一步的分化培养基MS+6-BA 0.8 mg/L+KT 0.1 mg/L+NAA 1.5 mg/L+3%蔗糖+0.8%琼脂中,仅下胚轴愈伤组织分化成再生植株,其他均未分化出再生苗。以腋芽为外植体可诱导形成丛生苗,经10~15 d后生根成苗,但移栽成活率仅50%。带叶茎段直接在生根培养基MS+13.5 mg/L KH_2PO_4 +3%蔗糖+0.8%琼脂培养,生根率和移栽成活率均较高^[7]。研究者认为2,4-D在诱导愈伤组织形成过程中有决定性作用,在诱导初期其质量浓度应保持在0.5~1.0 mg/L^[8]。

毛状根培养技术是将发根农杆菌 *Agrobacterium rhizogenes* 含有Ri-质粒中的r-DNA片段整合到植物细胞的DNA上,从而诱导出毛状根。它具有生长速度快、次生代谢产物较稳定、适用于大量培养等特点。杜昱等利用发根农杆菌转化甘草外植体获得了毛状根,建立了适合甘草毛状根的培养体系。在最佳培养条件下测定甘草毛状根中均含甘草苷、异甘草苷等5种黄酮类物质^[9]。也有文献报道了悬浮培养的毛状根中含有甘草酸和甘草次酸^[10],但国外学者认为组织培养细胞中不产生甘草酸^[11]。

1.6 分子生物学及分子标记技术应用:国内外学者采用RAPD、RFLP和rbcL(ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit gene)核苷酸序列分析技术分别在DNA水平上证实了甘草属不同植物、不同居群的遗传关系。光果甘草、乌拉尔甘草和胀果甘草亲缘关系较近,都可产生甘草酸;而刺果甘草、*G. echinata*和*G. macedonica*亲缘关系较近,都不产生甘草酸^[12],这一结果与经典的分类结果有很好的-致性。对新疆产甘草6个不同地理群的RAPD分析后发现,人工栽培种与野生种具有相似的遗传特性,产地相距越远,群体间相似性程度越低。

Hayashi等报道了对光果甘草鲨烯合成酶(squalene synthase)分子克隆的研究,获得了编码鲨烯合成酶2种cDNAs(GgSQS1、GgSQS2),并通过重组质粒在*E. coli*进行

了成功表达^[13]。通过 Southern Blot 杂交显示,在光果甘草基因组中含有3种鲨烯合成酶基因。

吴霞等对新疆4种甘草进行了DNA片段克隆、序列分析及其基因组DNA文库构建,收集了该基因组所有顺序的随机克隆片段,为甘草在分子水平的深入研究奠定了基础^[14]。

2 甘草的化学成分研究

药用甘草质量与其化学成分的组成、积累变化有直接的关系。先后从甘草属植物中提取、分离、鉴定了200多种化学成分,涉及甘草属植物10个种。其中最重要并已证实具有生物活性的成分主要是甘草酸等三萜皂苷类、黄酮类、香豆素类、多糖、生物碱、氨基酸等。本文重点对其主要成分的积累规律的研究进行综述。

2.1 三萜皂苷类化合物:甘草属植物中三萜皂苷类成分具有量高、生理活性强的特点,甘草的许多药理作用都与这类成分有直接关系。至今在甘草属植物中已鉴定得到61种三萜类化合物,其中苷元45个。这些三萜类化合物其苷元均为3 β -羟基齐墩果烷型化合物的衍生物;皂苷一般为3 β -羟基上的氧苷,糖元多为D-葡萄糖酸或D-葡萄糖。甘草酸一直被认为是甘草中最重要三萜类化合物,《中国药典》把甘草酸的量作为评价甘草药材及其制品质量的重要指标,通常要求不低于2%。因此,在甘草种植和加工中甘草酸量的变化及其在植物体内的分布等,成为药用甘草的研究方向之一。

甘草酸在甘草不同器官中分布存在差异。根的甘草酸量最高,其次为地下根茎;特点是老根的量最丰富,而且量的变化与根的直径呈正相关,但根茎中甘草酸的量与其直径相关性不显著^[15]。对野生甘草根茎中甘草酸量的研究发现:水平根茎的量高于垂直根茎;同一水平根茎中,甘草酸量由老龄一端向幼龄一端逐渐下降;二年生以下的水平根茎中甘草酸量最低,三年生以后可维持在4.0%左右。国外学者报道了光果甘草中甘草酸与大豆皂苷在不同器官中分布及其相关性,大豆皂苷主要分布在甘草种子、下胚轴和须根中,而甘草酸分布于膨大的根和根茎中,这两类皂苷量在植物根和根茎的不同生长阶段呈负相关^[16]。

甘草酸在植物根和根茎中的积累变化受到多种因素的影响。不同产地甘草中甘草酸量以新疆产乌拉尔甘草、光果甘草量最高,而其他产地相对较低。甘草酸量在不同种中也不同,乌拉尔甘草中量最高,并与胀果甘草、光果甘草和黄甘草呈显著差异。

生长期和生长环境也影响甘草酸的积累。对栽培乌拉尔甘草研究表明甘草根和根茎中甘草酸的量随栽培期(分别为一、二、三年)增加而提高,其量分别为1.5%、1.7%和5.4%,并且与根及根茎的产量的变化趋势一致^[17]。光果甘草中甘草酸在不同生长季节也呈现一定的变化规律,一年生根中甘草酸量在8月到11月份增加,10—11月增加迅速;三年生根中甘草酸量从2—5月及8—10月增加,其中10月份达最大值。研究中还发现在地上部分枯萎和枝条伸长时期,甘草酸的量呈增长变化^[18]。在不同土壤环境中,野生乌拉尔甘草的甘草酸量与土壤类型有密切关系,其量变化表现为栗钙土>棕钙

土>风沙土>盐碱化草甸土>次生盐碱化草甸土>碳酸盐黑钙土的变化规律^[19]。在田间试验中也发现,适当的水分胁迫有助于甘草酸的积累,在40%田间持水量的土壤中其甘草酸的量高于在80%田间持水量的土壤中^[20]。

2.2 黄酮类成分:是近年来研究最活跃的天然活性成分之一,广泛存在于植物界中。这类化合物的存在对植物生长、发育、开花、结果以及抵御异物的侵入起着重要的作用。目前,从甘草属植物中已发现黄酮及其衍生物153种,它们的基本母核结构类型有15种,其中包括:黄酮、黄酮醇、双氢黄酮、双氢黄酮醇、查尔酮、异黄酮、双氢异黄酮、异黄酮、异黄酮等。对甘草中黄酮类成分的药理作用研究表明,这些成分在抗肿瘤、抗氧化、抗病毒方面作用显著^[21]。

甘草中黄酮类成分的分布和积累也表现出一定的特点。乌拉尔甘草无论是野生还是栽培,在一个生长季中,叶中总黄酮量最高,而地下部分的量相对较低;在5—10月,叶中的总黄酮量逐渐下降,而地下部分总黄酮量具有上升趋势。各器官中总黄酮量在生长季中呈现波动现象,尤其在具有运输功能的部分如复叶柄、地上茎表现更突出,这种波动可能与繁殖有关^[22]。光果甘草不同器官中光甘草定(glabridin,超过1%干重)主要分布于粗根木栓层,而木质部中主要分布的是甘草素(liquiritigenin)和异甘草素(isoliquiritigenin),地上器官、种子中没有发现这类成分;pinocembrin(PN)、甘草二氢黄酮(licoflavanone, LN)分布于幼叶表面及茎中,而根中不存在。但三年生乌拉尔甘草中地上部分的二氢黄酮量远远低于地下部分;叶中二氢黄酮量是茎中的4倍,根中皮部与木质部量相同,主根中的量高于根头和侧根。这种结果可能暗示着在种间、生长发育期之间及产地之间存在不同的分布规律。

甘草中黄酮类成分的积累同样受到生长发育期、产地等因素的制约。乌拉尔甘草根茎中总黄酮量为三年生>二年生>一年生^[23]。在同样条件下,不同产地的乌拉尔甘草中甘草苷和异甘草苷2种活性成分的量存在显著的变化^[24]。同一产地的6种甘草属植物中种间的黄酮类成分及其量也存在差异。这类成分在甘草中分布和积累规律的研究有可能成为从植物化学角度阐明药用甘草道地性的一个方面。

2.3 甘草多糖、生物碱及微量元素:近年来,植物中活性多糖受到人们的青睐,从甘草药材中也提取分离出一种活性多糖,其多糖由鼠李糖、葡萄糖、阿拉伯糖和半乳糖组成。药理作用初步研究显示甘草多糖具有免疫调节、抗肿瘤、抗病毒作用、无细胞毒性^[25]。

生物碱类成分在甘草属植物的研究中报道很少。胡金锋等首先从云南甘草的根茎中分离出一种新的生物碱成分,经光谱解析和X射线单晶结构分析,鉴定为吡啶类内盐型生物碱,并命名为云甘定(glyyunnanenine)^[26]。进一步对乌拉尔甘草、光果甘草、胀果甘草和刺果甘草根中生物碱研究发现:乌拉尔甘草和刺果甘草都含有6种以上的生物碱,光果甘草含有5种以上,胀果甘草含有4种以上,总量平均为0.29%^[27]。

3 结语

国内外学者在甘草生物学、化学、药理学、栽培技术等方

面已做了大量的工作,取得了丰硕的成果,为甘草资源的开发利用和保护奠定了基础。但目前仍存在许多理论上和实践上需要解决的问题。一方面,人工种植甘草的质量普遍不能满足国内外市场的需要,这就需要多学科交叉对甘草开展研究,进一步探索影响甘草药材质量的内在因素。在充分认识甘草的生物学特性的基础上,进一步研究甘草生长发育过程与有效成分积累之间的关系和机制,探讨甘草有效成分积累特点与植物结构、生长环境之间的相互关系,从而指导甘草的规范化种植。另一方面,目前,我国的甘草种植主要是野生种的驯化,尚无培育的优良品种,这就需要对我国甘草种质资源进行系统的多水平的认识和评价,从而为甘草品种的选育提供理论依据。总之,为了使甘草植物资源更好的造福人类,还需多方面的共同努力。

References:

- [1] Li X Y. Study on the place of production and original plants of the drug glycyrrhiza in China [J]. *J Shihezi Agric Coll* (石河子农学院学报), 1989, 11(1): 23-29.
- [2] Fu Y J. *The Chinese Licorice* (中国甘草) [M]. Beijing: Science Press, 2004.
- [3] Wang Y Q, Zhu M. Investigation and analysis on the resources of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. in China [J]. *J Shanxi Agric Univ* (山西农业大学学报), 2002, 22(4): 366-369.
- [4] Danos B, Mandoki J. Secretory systems and constituents of the leaves of *Glycyrrhiza glabra* and *G. echinata* [J]. *Planta Med*, 1993, 59 (Suppl): 613.
- [5] Peng W X, Wang W Q, Liang H Y, et al. The effect of water stress on the microstructure of *Glycyrrhiza uralensis* [J]. *J Hebei Agric Univ* (河北农业大学学报), 2003, 26(3): 46-48.
- [6] Gou K J, Ren Q. Study micro-propagation on six species of *Glycyrrhiza* [J]. *J Chin Med Mater* (中药材), 1992, 15(2): 8-9.
- [7] Yu L Q, He M T, Wang Z L, et al. Study on techniques of rapid propagation of Licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) by tissue culture [J]. *Grassland China* (中国草地), 1999, 1: 12-14.
- [8] Hu H Y, Wu X L, Liang X H. Induced cultivation of *Glycyrrhiza inflata* Batal callus [J]. *Pharm Biotechnol* (药物生物技术), 2004, 11(3): 170-172.
- [9] Du M, Xiang D J, Ding J Y, et al. Culture system establishment and chemical constituents analysis of hairy roots of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. [J]. *J Plant Resour Envir* (植物资源与环境学报), 2001, 10(1): 7-10.
- [10] Guan Y Y, Teng Z C, Liang Y L. The medicinal composition analysis of the cultured tissue of *Glycyrrhiza inflata* Bat. [J]. *J Hebei Agric Univ* (河北农业大学学报), 2003, 26(4): 34-37.
- [11] Hayashi H, Fukui H, Tabata M. Distribution pattern of saponins in different organs of *Glycyrrhiza glabra* [J]. *Planta Med*, 1993, 59: 351-353.
- [12] Hayashi H, Hosono N, Kondo M et al. Phylogenetic relationship of six *Glycyrrhiza* species based on *rbcL* sequences and chemical constituents [J]. *Biol Pharm Bull*, 2000, 23(5): 602-606.
- [13] Hayashi H, Hiraoka N, Ikeshiro Y. Molecular cloning and functional expression of cDNAs for *Glycyrrhiza glabra* squalene synthase [J]. *Biol Pharm Bull*, 1996, 19(10): 1387-1389.
- [14] Wu X, Liu Q H, Rong L, et al. Clone and sequence analysis of the DNA fragment and construction of the genomic DNA library in *G. uralensis* Fisch. in Xinjiang [J]. *Chin J Biochem Pharm* (中国生化药物杂志), 2004, 25(6): 331-333.
- [15] Marlanna U, Vincenzo P, Aldo Domenico A. Glycyrrhizin variability in subterranean organs of sardinian *Glycyrrhiza glabra* subspecies *glabra* var. *glabra* [J]. *J Nat Prod*, 1995, 58(11): 1727-1729.
- [16] Hayashi H, Fukui H, Tabata M. Distribution pattern of saponins in different organs of *Glycyrrhiza glabra* [J]. *Planta Med*, 1993, 59: 351-353.
- [17] Liu J R, Zhao W B, Wang H Y, et al. Output of cultivated *Glycyrrhiza* in different growth stages and analytical comparison of active ingredients [J]. *Shanghai J Tradit Chin Med* (上海中医药杂志), 2004, 38(11): 56-58.
- [18] Hayashi H, Hiraoka N, Ikeshiro Y, et al. Seasonal variation of glycyrrhizin and isoliquiritigenin glycosides in the root of *Glycyrrhiza glabra* L. [J]. *Biol Pharm Bull*, 1998, 21(9): 987-989.
- [19] Liu Y H, Fu K Z. Determination of major chemical content of *G. uralensis* Fisch. in different condition of soil [J]. *China J Animal Med* (中国兽药杂志), 1996, 30(4): 25-27.
- [20] Liao J X, Wang G X. The function of glycyrrhizic acid to adapt arid environment [J]. *Plant Physiol* (植物生理学通讯), 2003, 39(4): 367-370.
- [21] Ji Y B, Jiang W, Fan Y L, et al. Advance in studies on flavonoids of licorice [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2004, 35(9): 5-6.
- [22] Zhao Z H, Cao J G, Li Q Y, et al. Study of variety trends of flavonoids in *Glycyrrhiza uralensis* in the west of Heilongjiang, China [J]. *Bull Bot Res* (植物研究), 2004, 24(2): 235-239.
- [23] Lu X, Fu Y J, Wang W, et al. Determination of flavonoids in *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. with ultraviolet spectrophotometry [J]. *Bull Bot Res* (植物研究), 2003, 23(2): 192-194.
- [24] Fu Y J, Zu Y G, Zhao C J, et al. Determination of liquiritin and isoliquiritin in licorice by RP-HPLC [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2004, 35(5): 576-577.
- [25] Ji X F, Jiang W, Wang X J. Study of chemistry and pharmacology of glycyrrhiza polysaccharide [J]. *J Harbin Commerce Univ; Nat Sci* (哈尔滨商业大学学报: 自然科学版), 2004, 20(5): 515-518.
- [26] Hu J F, Shen F J. Structure of a new alkaloid from the roots of *Glycyrrhiza yunnanensis* [J]. *Chem J Chin Univ* (高等学校化学学报), 1995, 16(8): 1245-1247.
- [27] Zhang J, Yao J, Yang Y L, et al. Analysis and mensurate contents of alkaloid in liquorice [J]. *Acta Bot Boreal Occident Sin* (西北植物学报), 2001, 21(5): 1259-1262.

《中草药》杂志被确认为允许刊载处方药广告的第一批医药专业媒体

据国家药品监督管理局、国家工商行政管理局和国家新闻出版总署发布的通知,《中草药》杂志作为第一批医药专业媒体,允许发布“粉针剂、大输液类和已经正式发文明确必须凭医生处方才能销售、购买和使用的品种以及抗生素类的处方药”广告。

电话:(022)27474913 23006821

传真:23006821

联系人:陈常青