

- [4] Itokawa H, Xu J P, Takeya K, et al. Studies on chemical constituents of antitumor fraction from *Periploca sepium* BGE IV [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(6): 2084.
- [5] Itokawa H, Xu J P, Takeya K, et al. Studies on chemical constituents of antitumor fraction from *Periploca sepium* BGE I [J]. *Chem Pharm Bull*, 1987, 35(11): 4524.
- [6] Itokawa H, Xu J P, Takeya K, et al. Studies on chemical constituents of antitumor fraction from *Periploca sepium* BGE V [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(11): 4441.
- [7] 王本祥. 现代中药药理学 [M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1997, 436.
- [8] 中医研究院西苑医院. 北五加皮粗苷治疗慢性充血性心力衰竭的疗效观察 [J]. *新医药学杂志*, 1974, 8: 37.
- [9] Sakuma S, Kawanishi S, Shoji J. Constituents of Chinese crude drug "wujiapi" IX [J]. *Chem Pharm Bull*, 1980, 28(1): 163.
- [10] Sakuma S, Kawanishi S, Shoji J. Constituents of Chinese crude drug "wujiapi" VII [J]. *Chem Pharm Bull*, 1972, 20(11): 2402.
- [11] 胡英杰, 木全章. 滇杠柳的化学成分 [J]. *云南植物研究*, 1989, 11(4): 465.
- [12] Umehara K, Sumn N, Satoh H, et al. Studies on differentiation inducers V [J]. *Chem Pharm Bull*, 1995, 43(9): 1565.
- [13] Sakuma S, Kawanishi S, Shoji J. Constituents of Chinese crude drug "wujiapi" III [J]. *Chem Pharm Bull*, 1971, 19(1): 52.
- [14] Sakuma S, Ishizone H, Kasai R, et al. On the structure of glycoside GK of *Bei-Wujiapi* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1969, 17(10): 2183.
- [15] Sakuma S, Kawanishi S, Shoji J. Constituents of Chinese crude drug "wujiapi" V [J]. *Chem Pharm Bull*, 1971, 20(3): 469.
- [16] Itokawa H, Xu J P, Takeya K. Pregnane glycoside from an antitumour fraction of *Periploca sepium* [J]. *Phytochemistry*, 1988, 27(4): 1173.
- [17] Oshima Y, Hiro T, Hikino H. Periplosides A, B, and C steroidal glycosides of *Periploca sepium* root-barks [J]. *Heterocycles*, 1987, 26(8): 2093.
- [18] Sakuma S, Kawanishi S, Shoji J. Constituents of Chinese crude drug "wujiapi" I [J]. *Chem Pharm Bull*, 1968, 16(2): 326.
- [19] Hashimoto M, Hattori K. Studies on the chemical constituents of Chinese drug "wujiapi" [J]. *Chem Pharm Bull*, 1967, 15(5): 720-723.
- [20] Sakuma S, Kawanishi S, Shoji J. Constituents of Chinese crude drug "wujiapi" VI [J]. *Chem Pharm Bull*, 1972, 20(9): 1869.
- [21] Xu J P, Takeya K, Itokawa H. Pregnanes and cardenolides from *Periploca sepium* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(1): 344.
- [22] Sakuma S, Kawanishi S, Shoji J. Studies on Wujiapi and some related crude drugs II [J]. *Pharmaceutical J (Tokyo)*, 1969, 89(7): 979.
- [23] Mitsunashi H, Tomimoto K. Components of *Periploca aphylla*. Constituents of Asclepiadaceae plants [J]. *Shoyakugaku Zasshi*, 1971, 272(19): 2491-2494.
- [24] 王磊, 殷志琦, 张雷红, 等. 杠柳根皮化学成分研究 [J]. *中国中药杂志*, 2007, 32(13): 1300-1302.
- [25] 张援虎, 王锋鹏. 杠柳属植物化学成分研究进展 [J]. *天然产物研究与开发*, 2003, 15(2): 157-160.
- [26] 李天祥, 张丽娟, 刘虹, 等. 不同采收期、不同产地香加皮中 4-甲氧基水杨醛的测定 [J]. *中草药*, 2007, 38(5): 1256-1258.
- [27] 张静, 单保恩. 香加皮活性成分抗肿瘤及免疫调节作用的研究 [D]. 河北医科大学硕士论文, 2006.
- [28] 陈书红, 杨岐山, 任凤芝, 等. 香加皮的抗肿瘤活性成分研究 (I) [J]. *中草药*, 2006, 37(4): 519-520.
- [29] 史清华, 马养民, 秦虎强, 等. 杠柳根皮挥发油化学成分及对麦二叉蚜的毒杀活性初探 [J]. *西北植物学报*, 2006, 26(3): 620-623.
- [30] 李家实, 贾敏如, 王永珍. 中药鉴定学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1995.
- [31] Sakuma S, Kawanishi S, Shoji J. Constituents of Chinese crude drug "wujiapi" VIII [J]. *Chem Pharm Bull*, 1977, 25(8): 2055.
- [32] 单保恩, 李俊新, 张静, 等. 香加皮水提取物诱导人胃癌细胞 BGC-823 凋亡及其作用机制 [J]. *中草药*, 2005, 36(8): 1184-1188.
- [33] 李章文, 吴熙瑞, 吕富华, 等. 杠柳皮 (北五加皮) 的强心作用 [J]. *中华医学杂志*, 1956, 7: 651-654.
- [34] 孙玉华, 吕发明, 曹为康, 等. 骨伤科熏洗液药效学和毒理学研究 [J]. *中国试验方剂学杂志*, 1999, 5(5): 36-37.
- [35] 张智, 闪增郁, 向丽华, 等. 15 味有毒中药小鼠半数致死量的实验研究 [J]. *中国中医基础医学杂志*, 2005, 11(6): 435-436.
- [36] 向丽华, 陈燕萍, 张智, 等. 24 味有毒中药长期毒性实验对小鼠脏器指数的影响 [J]. *中国中医基础医学杂志*, 2006, 12(1): 35-37.
- [37] 孙绍美, 刘俭, 宋玉梅, 等. 五加皮及其混乱品种的药理学研究 [J]. *中国试验动物学报*, 1996, 4(1): 16-20.
- [38] 单保恩, 李俊新, 张静, 等. 中药香加皮与其易混品体外抑瘤效果研究 [J]. *癌变/畸变/突变论著*, 2004, 17(5): 265-268.
- [39] 李龚, 张继文, 杨华, 等. 杠柳杀虫活性成分的研究 [J]. *西北农业学报*, 2006, 15(5): 90-94.
- [40] 张静, 单保恩, 刘刚奎, 等. 香加皮醋酸乙酯提取物诱导人乳腺癌 MCF-7 细胞凋亡的研究 [J]. *肿瘤*, 2006, 26(5): 418-421.
- [41] 张静, 单保恩, 张超, 等. 香加皮羽扇豆烷酯 (CP-LA) 对树突状细胞分化成熟的影响 [J]. *细胞与分子免疫学杂志*, 2006, 22(1): 26-28.
- [42] 宋民宪, 郭维加. 新编国家中成药 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002, 10.
- [43] 陈颖萍, 李国信. 香加皮临床应用情况及不良反应预防 [J]. *辽宁中医杂志*, 2005, 32(6): 598-599.

乌拉尔甘草研究现状与可持续利用对策

王连喜¹, 李剑萍², 李琪¹, 张晓煜^{2*}

(1. 南京信息工程大学, 江苏 南京 210044; 2. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏 银川 750002)

摘要: 阐述了乌拉尔甘草在我国的分布状况, 概述了国内外有关甘草品质、栽培及生态作用方面的研究进展。并在此基础上, 为甘草的可持续利用提出了有关改进与深入研究的建议, 认为有关指标、生长模型及适宜性评价等方面是今后甘草研究的重点。

关键词: 乌拉尔甘草; 品质; 可持续利用; 对策

中图分类号: R282.23

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2009)03-0496-04

* 收稿日期: 2008-10-07

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目资助 (2007BAC03A02)

作者简介: 王连喜 (1959—), 男, 河南郑州人, 教授, 主要从事农业气象与生态气象的教学与研究工作。Tel: (025) 58731573

E-mail: wlx@nuist.edu.cn

Research status and sustainable utilization strategy of *Glycyrrhiza uralensis*WANG Lian-xi¹, LI Jian-ping², LI Qi¹, ZHANG Xiao-yu²

(1. Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China; 2. Ningxia Key Laboratory for Preventing and Reducing Meteorological Disaster, Yinchuan 750002, China)

Key words: *Glycyrrhiza uralensis* Fisch; quality; sustainable utilization; strategy

甘草是生长在干旱、半干旱荒漠草原的豆科(Leguminosae)甘草属(*Glycyrrhiza* Linn.)多年生草本宿根植物,原产于我国半干旱气候区,在我国东北、华北、西北地区都有分布。甘草是工业、制药、食品等行业的原料,国内、国际市场需求量很大。甘草为常用中药,根和根状茎可入药,《神农本草经》称甘草为美草、蜜甘,是我国医药管理部门重点管理的四大药材之一,被誉为“中药之王”。甘草能补脾益气、清热解毒,现代医学研究表明其对肾上腺皮脂功能减退、消化道溃疡和黄疸病有显著疗效;具有抗艾滋病病毒、增强人体免疫力、抗衰老等药理作用。用甘草加工的浸膏能医治气管炎、咽喉炎、尿道炎、类风湿关节炎等。甘草是良好的食品添加剂,其地上部分又是优质牧草。甘草属植物虽多达29种,但以乌拉尔甘草 *G. uralensis* Fisch 对环境的适应性最强,分布最广,通常的商品甘草也基本为乌拉尔甘草。乌拉尔甘草还是《中国药典》规定的药材甘草主要品种。

1 分布

由于乌拉尔甘草(以下甘草均指乌拉尔甘草)对极端温度环境的适应能力很强,同时具有很强的抗旱性,故广泛分布于我国北方干旱区域的温带荒漠区和温带草原区,随着气候带的延伸,呈东西长、南北较窄的带状分布,大致为N37°~47°、E73°~125°,地理跨度较大。我国地处世界甘草分布的中心地带,新疆的塔里木河流域和内蒙古的西鄂尔多斯高原是我国甘草生长的两个中心区^[1,2]。野生甘草的生态环境十分脆弱,加上多年来保护不力,大量采挖、过度放牧,使得野生甘草蕴藏量比1949年下降了50%,草场严重退化,土壤沙化,并引发沙尘暴灾害性天气^[1]。现在甘草较集中的分布面积仅为 1.1×10^6 hm²,面积比20世纪50年代减少了70%^[3]。

乌拉尔甘草在全国的生态适宜区,以生产“梁外”甘草药材为目标的乌拉尔甘草生态适宜区除杭锦旗等传统产区外,还包括内蒙古、河北、山西、陕西、甘肃、新疆等6个省区的118个县市,总面积为304 832.20 km²。次适宜分布区和适宜分布区面积大致相等,一般适宜区是适宜区面积的4倍左右。比第3次全国中药资源普查记载的省份增加了吉林省东部和北京周边地区^[4]。王继永等^[5]还通过考察确定了东北地区甘草的东部分布边界和整体分布趋势。

2 研究现状

2.1 品质与产量:评价甘草的药材质量主要有两方面指标:一是传统的商品性状指标;另一个是甘草的有效成分,主要指甘草酸的量。影响甘草品质的因素主要包括品种、产地、生长期、部位和生态环境等^[6],人工种植的甘草还涉及到栽培技术和管理水平等。甘草的生长状况会影响到甘草的品质(以甘草酸的量为代表),因此,影响甘草生长的环境也定

会影响甘草的品质。通过对6个不同地理群体甘草的遗传相似系数的分析后发现,不同地理群体中存在一定的遗传多样性;产地相距越远,群体间相似程度越低;而人工栽培种与同一产地野生种具有相似的遗传特性,这充分表明环境影响的重要性^[7]。

在甘草产量、质量的气候、土壤形成机制方面也有学者涉及,根据田间人工甘草种植试验结果,河西走廊地区影响甘草生长发育的主要气候条件是热量,甘草根鲜质量与 $\geq 15^\circ\text{C}$ 积温呈正相关,据此确定了该地区不同海拔高度的甘草适生种植区^[8]。王玉庆等^[9]宏观地给出了甘草生长的气候条件,如最佳适宜生长温度为年均气温为4~8℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温为3 000~3 800℃;最佳年降水量为100~300 mm等。在相对一致的生境条件下,人为干扰(即土壤耕作)是土壤物理性质改变的重要原因,而土壤条件的变化又是影响甘草地下部分形态变化和无性繁殖效率的主要原因。

野生甘草地下部分生长分布格局直接影响甘草酸的量。甘草酸的量有种间差异,并受气候因子(光、温、湿)、土壤水分、土壤通气性等的影响^[10]。以甘草酸、甘草苷、甘草素、异甘草苷、异甘草素5个活性成分峰面积的标准化结果对17批样品进行聚类分析,结果表明不同产地甘草中甘草酸和甘草黄酮的量存在较大差别,甘草活性成分的积累与产地有一定相关性^[11]。

许多学者针对人工栽培甘草的品质问题开展了研究。栽培甘草随生长期增长,其产量增加;甘草酸及甘草总黄酮在甘草中的动态积累,生长期3年可达较高值^[12]。甘草的光合特性与生物量分配格局对于干旱环境具有很强的适应能力,适当的干旱胁迫可提高甘草地下器官的生物量分配比值,有利于提高人工种植甘草的药材产量^[13,14]。在对宁夏半野生型乌拉尔甘草的研究中发现,甘草酸主要积累在根和根状茎中,其季节变化规律与野生及栽培甘草的季节变化规律基本相似^[15]。王继永等^[2]通过分析后认为在有效成分的量上,人工甘草与野生甘草还存在相当的距离。

许多研究表明,西北东部一带所产甘草质量好,品质高,为甘草中的精品,在药材市场统称“西草”,是优质地道药材。内蒙东部及东三省一带所产甘草可称“东草”,新疆草、东草质量不及西草。但王继永等^[5]经考察分析认为,甘草的最佳生长区域在东北的科尔沁草原地区,不但产量高,而且外观质量也很好。

2.2 栽培:20世纪80年代后,由于野生资源日益枯竭,有学者开始研究甘草的人工栽培技术,提出了不同地域、不同品质的甘草人工栽培技术,在种子处理、最佳播种期、栽培技术、采收方式等方面已有较深入的研究,使得人工大面积推

广种植甘草成为可能^[17~19]。但栽培甘草与野生甘草存在一定的差异,野生甘草的有效成分高,再生能力强,适宜采挖周期短;而人工栽培的甘草因生长年限、土地条件、灌溉及栽培技术与管理水平的不同,地下根产量差异较大。

许多学者^[14,20]在人工种植甘草的肥料试验、病虫害防治、水分胁迫试验研究方面做了大量的有益探索,并取得了许多成果。宁夏的科研工作者在科技部西部专项“宁夏地道沙生中药材资源保护及可持续发展关键技术示范”、区科技攻关重点项目“重点地道中药材开发技术研究”等的支持下,在人工栽培与围栏补植甘草方面开展了较为系统的研究,也取得了很好的成果,研究与试验示范结果表明,生态效益和经济效益十分可观。

2.3 生态:甘草除药用与饲用外,由于其地上部分常呈群丛状,地下根和根茎发达,繁殖力强,有强大的萌发力,可在地表以下数米处呈水平状向老株四周延伸,且具有耐旱、耐碱、耐沙埋等特性,固沙能力强,是维护我国西部荒漠、半荒漠草原地区生态环境的重要植物。同时甘草也是干旱半干旱地区优良生态先锋植物以及沙生植被类型的建群种和优势种,在干旱沙漠化地区具有重要的生态学意义。甘草适宜生长温度为年均 $0.4\sim 14\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 年积温 $2\ 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,年无霜期 150 d ($140\sim 180\text{ d}$)以上,年降水量 $< 400\text{ mm}$;垂直分布一般适宜在海拔高度 $500\sim 1\ 500\text{ m}$ ^[21]。潘惠霞等^[22]对甘草根际土壤微生物的生态分布特性进行了分析研究。研究表明,甘草生境中水因子可能是影响其生态型分化的主导因子,而由该结论可得出:不同生境甘草的生态型分化是其适应环境进化的结果,甘草可能是甘草属的先锋种,由于长期适应不同的生态环境而产生了趋异变化,并形成了不同的生态型乃至新种^[23]。甘草耐碱性、耐贫瘠性极强,对土壤有一定的改良作用,种植甘草的土壤有机质、吸湿水、交换量与全氮量增加,土壤碱性 CaCO_3 的量降低^[24]。

甘草是宁夏重要的沙生药用植物资源,同时也是宁夏半荒漠草原自然植被的主要组成部分。由于自然与人为的原因,野生甘草资源破坏严重,从而造成宁夏中部干旱带的土地大面积退化、沙化,已成为宁夏生态环境最脆弱的地带^[25]。

2.4 其他研究:在野生甘草资源调查和开发利用方面,采用人工调查等方法,基本掌握了野生甘草资源的储量和分布情况,并介绍了甘草的主要用途和开发利用前景^[7]。孙群等^[26]对24份不同种源的乌拉尔甘草种子进行千粒质量、净度、水分、发芽率等指标的测定,分析出划分种子等级的主要指标和参考指标,制定了乌拉尔甘草种子质量分级标准,对规范乌拉尔甘草种子贸易,提高种子质量具有重要的实践意义。

许多学者^[27~31]在甘草的化学成分和药理方面开展了大量的深入研究。此外,从植物学角度开展了甘草分类学、生物学、生态学等方面的研究,也有人曾尝试通过甘草细胞培养技术来生产甘草的主要成分甘草酸^[32]。张国荣等^[33]还在总结宁夏甘草优质丰产栽培和加工技术的经验基础上,通过产地环境质量检测分析,提出了宁夏甘草生产质量管理规范操作规程,这从栽培与管理上为大面积规范化人工种植、收

获优质甘草提供了保障。

纵观甘草研究的历史与现状,国内外既有从植物学角度开展的分类学、生物学、生态学等方面的研究报道,也有从药用植物和中药材角度出发的生药学、药理学、栽培学等方面的研究报道,并在植物学研究、化学成分的分析、甘草酸的提取、精制工艺、应用开发及甘草有效成分的药理作用等方面取得了不少的成果。然而,国内在甘草的生存条件和对生态环境建设方面的研究较少,在甘草对光、温、水、土和养分的需求方面的研究只局限于定性分析,没有建立甘草产量、品质的形成与环境条件的定量关系,在甘草的气候、土壤形成机制方面的研究国内外也有少报道,有关甘草品质改良的系统研究还鲜有报道。

3 对策建议

由于多年来的过度采挖以及气候变化的影响,天然甘草资源日益枯竭,虽然近年来在国家西部大开发政策的指引下,各地纷纷采取措施使甘草资源得到了一定的修养生息,但在甘草需求长期旺盛及全球气候变暖的情况下,如何充分发挥甘草植物耐干旱、耐盐碱、耐贫瘠、抗风沙的特点,利用生态系统的自我修复能力大范围内恢复生态脆弱地区的甘草资源,形成良好的干旱区生态,积极开展人工栽培,实现轮种轮挖,并在保护和恢复生态的前提下产生一定的经济效益是摆在科研工作者面前的一项重要课题。

3.1 开展极端环境条件对甘草产量、品质的影响研究,对优质甘草产量、品质形成的生态环境指标进行鉴定,提出适宜优质甘草生长的各项指标:在越冬气象条件对甘草品质的影响研究方面,今后考虑通过不同深度(越冬温度有所不同)的甘草进行越冬期的气象条件观测、生物量变化观测及品质化验,得出优质甘草在典型气候区主要土壤类型中适宜的根系分布深度。

在主要环境条件指标鉴定方面,应根据所建立的产量、品质及生长模型,设计产量达到一定水平、品质达到一定级别情况下,所需各种农业气象条件、土壤条件,综合得出最佳条件,并取样验证。模拟在光、温、水或土壤养分、微量元素缺乏情况下,对甘草产量、品级和内在品质的影响,鉴定适宜甘草生长的临界条件。

3.2 开展甘草产量、品质与主要影响环境条件间的定量关系分析研究,建立甘草动态生长模拟模型:在分析优质甘草形成过程中对气象因素和土壤因素定量要求的基础上,分析甘草产量、品质与环境条件的关系,利用不同年际、不同环境条件(主要是农业气象条件)、不同地域间的土壤条件及土壤肥力(包括向量元素的量),多点、分期取样,结合其他地区的调查取样资料,拉大气候差距,研究影响甘草产量、品质形成的农业气象因子,建立生物学意义明确的数值模拟方程。

在甘草产量、品质与气象条件的数值模拟的基础上,研究甘草生长周期内环境条件对甘草根和地上部分生物生长量的贡献,建立甘草生长模拟模型,并模拟研究甘草在多种环境条件正义的最佳生长状况。通过研究进一步了解和掌握甘草的适宜栽培区域优质高产的气候与土壤形成机制,确

定影响甘草产量、品质的关键环境因子和关键时期,建立起它们之间的数值模拟模型与动态生长模型。

3.3 在分析优质甘草种植区域与环境条件的基础上,给出中国优质甘草种植区划,并进行甘草种植的适宜性评价:天然甘草生产已不能满足需求,人工甘草就存在适宜栽植区划的问题。可根据甘草产量、品质形成与环境条件的关系,开展适宜种植区域区划研究。通过进行各因素变化对产量波动的敏感实验,确定影响甘草产量与品质的关键环境因子和关键时段,确定优质高产的环境条件指标,结合土壤分析结果进行优质甘草种植适宜程度、产量和品质区划,并给出中国种植甘草的适宜性评价。

3.4 加大对栽培甘草的研究力度,努力提高栽培甘草的品质与产量:人工种植甘草与野生甘草间的品质差异使得如何提高人工种植甘草的质量仍然是今后甘草种植研究的重点之一,提高只工种植甘草产、质量的途径与措施贯穿在整个种植甘草的生产过程中。今后应在新品种选育、优质种苗培育、栽培技术与管理措施、有效成分提取技术方面加大研究力度。加强甘草的品质育种研究,借鉴农作物培育优良品种的经验,利用分子标记、基因重组与融合等现代农业高新技术培育优良种质。

3.5 进一步开展甘草的药理、药效分析与研究,努力拓展甘草的综合开发与应用领域,不断促进甘草的广泛应用:抗炎作用是甘草酸类最主要的药理作用之一;甘草酸还具有抑制SARS冠状病毒的作用,可明显抑制爱滋病毒(HIV)增殖,并具有免疫激活作用。甘草产业的发展离不开应用,进一步开展甘草的药理、药效分析与研究,开发新的应用领域,开展甘草的饲用研究及其他综合利用研究,将会推动甘草产业的发展。

3.6 多种措施并举,切实处理好生态环境保护与甘草资源利用的关系:甘草生长区基本属典型的干旱气候,因此也是生态环境的脆弱地区,要在较大范围内恢复甘草资源、重建植被,必须出台强有力的保护管理政策,贯彻“保护与人工种植并举”的原则,加大人工种植力度,注重生态效益、经济效益与社会效益的结合,确保当地农牧民的脱贫致富与持续发展,积极探索各种有利于保护与发展的市场运行机制和模式。广泛采取退耕还草、围栏封育、补播补植、合理采挖等措施,切实处理好生态环境保护与甘草资源利用的关系,有利于保护我国的甘草资源及甘草产业的可持续发展。

4 结语

乌拉尔甘草的研究涉及到多个领域,许多专家学者在甘草品质、栽培及生态作用方面开展研究,并取得不少的成果。然而,有关甘草的气候、土壤形成机制,甘草品质改良的系统研究,甘草产量、品质的形成与环境条件的定量关系及适宜性评价等主面尚需要深入开展研究,本文针对这些方面提出了具体的研究建议。

由于自然的和人为的共同影响,使得天然甘草资源形势十分严峻,除了深入开展科学研究外,尚需在甘草的充分利用方面下功夫;需要采取多种措施,在保护和恢复生态,形成良

好的干旱区生态的同时取得一定的经济效益方面努力探索。

参考文献:

- [1] 王玉庆,朱玫.我国甘草资源调查与分析[J].山西农业大学学报:自然科学版,2002,22(4):366-369.
- [2] 王继永,王文全,刘勇,等.乌拉尔甘草生物特性及资源培育研究进展[J].世界林业研究,2003,16(2):28-32.
- [3] 孙志蓉,王文全.我国甘草资源供求分析[J].中药研究与信息,2004,6(8):35-39.
- [4] 王继永,赵润喜,孙成忠,等.基于TCM GIS- I的乌拉尔甘草生态适宜区分析[J].中国现代中药,2006,8(8):4-8.
- [5] 王继永,刘春生,王文全.中国北地区甘草资源考察报告[J].中国中药杂志,2003,28(4):308-312.
- [6] 鲁守平,孙群,王建华,等.影响甘草品质的因素与甘草品质改良的研究概况[J].中草药,2005,36(8):1261-1263.
- [7] 吴霞,刘庆华,马永红,等.新疆产甘草6个不同地理群体遗传关系的RAPD分析[J].中国生化药物杂志,2003,24(4):191-193.
- [8] 李琳,田庆明,魏可新,等.河西走廊气候条件对甘草生长发育的影响及种植区划[J].中国农业气象,2003,24(3):54-56.
- [9] 王玉庆,贺润喜.固沙植物甘草与土地荒漠化探析[J].中国生态农业学报,2004,12(3):194-195.
- [10] 廖建雄,王根轩.甘草酸在甘草适应荒漠生境中的可能作用[J].植物生理学通讯,2003,39(4):367-370.
- [11] 王跃飞,文红梅,郭立玮,等.不同产地甘草的聚类分析[J].中草药,2006,37(3):435-439.
- [12] 刘金荣,赵文彬,王航宇,等.不同生长期栽培甘草的产量及有效成分分析比较[J].上海中医药杂志,2004,38(11):56-58.
- [13] 刘长利,王文全,崔俊茹,等.干旱胁迫对甘草光合特性与生物量分析的影响[J].中国沙漠,2006,26(1):142-145.
- [14] 刘长利,王文全,魏胜利.干旱胁迫对甘草各营养器官生物量及分配的影响[J].中药材,2005,28(1):7-8.
- [15] 彭励,张琪,胡正海.宁夏乌拉尔甘草营养器官中甘草酸含量的动态变化研究[J].西北植物学报,2006,26(9):1946-1949.
- [16] 孙兰,余竟光,李德宇,等.野生与栽培甘草中甘草酸和甘草黄酮的含量比较[J].中药材,2001,24(8):550-552.
- [17] 陶毓汾.旱农地区甘草人工栽培播种期研究[J].中国农业气象,1996,17(4):15-17.
- [18] 王立.西北地区甘草人工栽培技术体系研究[J].林业科学,1999,35(1):129-132.
- [19] 王文全,吴庆丰.我国的甘草资源与甘草栽培技术[J].中药研究与信息,2001,3(12):18-20.
- [20] 张清云,李明,蒋齐,等.人工种植甘草氮磷钾肥效反应模式研究[J].西北农业学报,2005,14(2):169-173.
- [21] 王玉庆,贺润喜.固沙植物甘草与土地荒漠化探析[J].中国生态农业学报,2004,12(3):194-195.
- [22] 潘惠霞,程争鸣,王方,等.甘草、麻黄根际土壤微生物的生态分布特性[J].西北植物学报,2003,23(10):1792-1795.
- [23] 李明,王根轩,魏小平.不同生境甘草的生态型研究[J].西北植物学报,2006,26(2):368-376.
- [24] 王桂霞,安广义,陆贵巧.3种草本药用植物绿化建筑垃圾土地的研究[J].草业科学,2004,21(4):69-72.
- [25] 李明,蒋齐,张青云,等.宁夏中部干旱带甘草人工种植技术研究[J].中国农学通报,2005,21(1):144-148.
- [26] 孙群,杨力钢,丁自勉,等.乌拉尔甘草种子质量分级标准的研究[J].中国中药杂志,2008,33(10):1126-1129.
- [27] Wang W X, Hu X Y, Zhao Z Y, et al. Antidepressant-like effects of liquiritin and isoliquiritin from *Glycyrrhiza uralensis* in the forced swimming test and tail suspension test in mice [J]. *Press Neuropsychopharmacol Biol Psych*, 2008, 32: 1179-1184.
- [28] Zhao Z Y, Wang W X, Guo H Z, et al. Antidepressant-like effect of liquiritin from *Glycyrrhiza uralensis* in chronic variable stress induced depression model rats [J]. *Behav Brain Res*, 2008, 194: 108-113.
- [29] Jo E H, Kim S H, Ra J C, et al. Chemopreventive properties of the ethanol extract of Chinese licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) root: induction of apoptosis and G1 cell cycle arrest in MCF-7 human breast cancer cells [J]. *Cancer Lett*, 2005, 230: 239-247.
- [30] Sun H X, Pan H J. Immunological adjuvant effect of *Glycyrrhiza uralensis* saponins on the immune responses to ovalbumin in mice [J]. *Vaccine*, 2006, 24: 1914-1920.
- [31] 孟红梅,韩多红.甘草营养成分的分析研究[J].中国野生植物资源,2002,21(5):59-60.
- [32] Ayabe S, Takano H, Furuya T, et al. Triterpenoid biosynthesis in tissue cultures of *Glycyrrhiza glabra* var. *glandulifera* [J]. *Plant Cell Rep*, 1990, (9): 181-184.
- [33] 张国荣,蒋齐,张玉进,等.宁夏甘草生产质量管理规范操作规程(试行)[J].现代中药研究与实践,2004,18(1):11-14.