

影响甘草品质的因素与甘草品质改良的研究概况

鲁守平, 孙 群, 王建华, 孙宝启*

(中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100094)

摘要:甘草是我国常用和重要的中草药品种,其主要有效成分为甘草酸等。甘草的人工规范化栽培要求相应的甘草品质育种研究工作为基础,但目前对影响甘草品质的因素和甘草品质育种方面的研究较少。对影响甘草品质的一些重要因素如品种、栽培技术、产地、生态环境等进行综述,概括了近年来学者们在甘草的生物学特性、种质资源、杂交育种、辐射诱变、抗病性育种、组织培养和生物技术等方面与甘草品质改良的相关的一些研究进展,期望对甘草品质的育种工作提供一些参考依据。

关键词:甘草;甘草酸;品质改良

中图分类号:R282.2

文献标识码:A

文章编号:0253-2670(2005)08-1261-03

Researches on influence factors and improvement of *Radix Glycyrrhizae* quality

LU Shou-ping, SUN Qun, WANG Jian-hua, SUN Bao-qi

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Key words: *Radix Glycyrrhiza*; glycyrrhizic acid; quality improvement

甘草为豆科甘草属(*Glycyrrhiza* Linn.)多年生草本植物,广泛分布于东北、华北和西北各省,以新疆、内蒙古、宁夏和甘肃为中心产区。中药材甘草是指乌拉尔甘草 *G. uralensis* Fisch.、胀果甘草 *G. inflata* Batal.、光果甘草 *G. glabra* Linn. 的干燥根及根茎,其主要药用有效成分为甘草酸等三萜类和甘草素等类黄酮物质。根据中医理论,甘草性平、味甘,归心、肺、脾、胃经,具有益气补中、清热解毒、祛痰止咳、缓急止痛、缓和药性等功效。甘草除了药用价值外,其地上部分也可饲用,是干旱、半干旱地区的一种优良的豆科牧草;甘草地上部分常呈群丛状,地下根和根茎发达,具有抗寒、耐热、抗盐碱、耐沙埋等优良特性,适生性强,生命力旺盛,可起到防风固沙的作用,是维护我国西部干旱、半干旱荒漠地区生态环境的重要植物之一;此外,甘草及其提取物也作为添加剂广泛地用于食品和日用化工等行业^[1]。甘草的年销量为3万多吨,是目前需求最大的中药品种,随着野生资源的日渐匮乏,其市场供不应求。

到目前为止,有关甘草品质改良的系统研究还未见报道,主要原因可能是以前的商品甘草主要靠野生甘草的采挖,对甘草的研究也仅限于甘草的植物学研究,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,对栽培甘草的品质并没有引起人们的重视。近年来,由于野生甘草资源的匮乏和国家保护野生资源的政策力度加大,人工栽培甘草成为获取商品甘草的必然手段,才陆续有一些关于如何提高栽培甘草品质方面的研究报道。本文概述了影响甘草品质的一些重要因素及与甘草品质改良相关的一些研究进展,希望能

为甘草的品质育种提供一些参考依据。

1 甘草品质的分级标准与有效成分量的关系

传统的商品甘草主要以外观粗细来评定品质,大致分为5个等级:大草、条草、毛草、节草、疙瘩头或特级、甲级、乙级、丙级和丁级,分别要求直径在0.6~2.6 cm,长度在25~45 cm,草头与草尾直径相差不超过一个等级,《中国药典》规定商品甘草的甘草酸不应低于2%。一般来说,甘草的等级规格与甘草中有效成分甘草酸的量具有对应关系,即甘草的等级越高,含甘草酸的量也越高。但是,不同产地来源的甘草表现不一致,如东北和新疆来源的高等级甘草对应关系较好,而内蒙古、甘肃来源的甘草则对应关系不明显^[2]。来自内蒙古杭锦旗和鄂托克前旗的丙级草含甘草酸量最高,其次为乙级、丁级、甲级和节草、毛草^[3]。因此,学者们提出甘草质量标准应以含内在有效成分的量为主,结合外观品质进行评定。

2 影响甘草品质的一些重要因素

目前对影响甘草品质的内外在因素研究报道的较少。概括来讲主要包括品种、产地、生长期、部位、栽培技术和生态环境等。

2.1 品种:甘草品种实际上是甘草属的不同的种的差别。米慕真等考察发现甘草的6个品种(实际为种)包括乌拉尔甘草、胀果甘草、光果甘草、黄甘草、粗毛甘草、刺果甘草的甘草酸的量差异很大。张继等^[4]测定了同一生境条件下3年生和4年生的5种甘草含甘草酸的量,发现乌拉尔甘草的甘草酸最高,其次为胀果甘草、光果甘草、粗毛甘草、刺果甘草。

收稿日期:2004-12-31

作者简介:鲁守平(1972—),男,山东临邑人,助理研究员,在读博士生,主要从事作物的遗传育种和分子生物学研究。

Tel:(010)62732775 E-mail:lsping@sohu.com

* 通讯作者 孙宝启 Tel:(010)62732775

2.2 产地:是影响药用植物含有效成分量的重要因素,中国历代医家均讲究药材的“道地性”。对来自于不同产地的甘草含甘草酸量的报道相对较多。刘芃岩等^[5]测定了来源于内蒙古、宁夏、新疆和河北产的胀果甘草的甘草酸,结果表明内蒙古产的甘草酸的量最高。谷会岩等^[6]用高效毛细管电泳法(HPCE)测定了 14 个不同栽培产地的甘草产品中的甘草酸,实验结果表明:不同栽培产地的甘草产品中含甘草酸的量有较大的差异,黑龙江省肇东区栽培甘草的甘草酸最高,内蒙古的鄂托克前旗、赤峰和杭锦旗地区栽培甘草的甘草酸依次降低。不同产地甘草中甘草酸量的差异有不同种的原因,也有不同种群的遗传变异,还与不同地区的生态环境如气候、土壤等因素有密切关系,但相关的报道较少。刘艳华等^[7]分析了内蒙古、吉林、新疆和黑龙江等 6 个乌拉尔甘草主产地的土壤类型,含甘草酸的量高低依次为栗钙土>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。

2.3 生长期:甘草生长期不同所造成的甘草根粗度可能与甘草酸的量具有很好的对应关系,研究表明随栽培年限(1~4 年)的增加,甘草中的甘草酸的量逐渐提高,但当栽培年限超过 4 年后,甘草酸量反而下降。

2.4 部位:同一生长年限甘草根中不同深度不同部位所造成的根粗度也可能会影响到甘草酸的量,但是研究较少。孙志蓉等^[8]研究了乌拉尔甘草地下部分不同的分布格局对甘草酸的影响,发现 2 年生以下水平地下茎含甘草酸的量较低;直径 0.5 cm 以下的不定根甘草酸较低;水平地下茎和不定根与垂直地下茎之间甘草酸存在显著差异。

2.5 栽培技术:目前对甘草栽培技术的研究主要集中在甘草的人工驯化、高产栽培技术和甘草种子的处理等方面。如张应昌^[9]对甘草的种植技术、病虫害防治等做了较为系统的研究;田茂忠等^[10]研究了盐碱地种植甘草的生物学特性和甘草在盐碱地上的种植技术,为盐碱地栽培甘草提供了依据;甘草种皮厚实是其发芽困难的主要原因,大量的研究总结了提高甘草种子发芽率的方法:高温浸种、增温复浸、砂磨浸种、碾末、硫酸浸种、氢氧化钠溶液浸种、热水浸种法等,这些研究为甘草的种子繁殖及播种栽培提供了科学依据。

2.6 生态环境:是影响甘草生长发育的重要因素。李琳等研究了气候条件包括温度、降水等对甘草生长发育的影响。廖建雄等^[11]的研究表明,适当的干旱胁迫有利于提高甘草中甘草酸的量。刘长利等研究发现在水分供应充足的条件下,根皮颜色浅,相反在水分亏缺的条件下,根皮颜色较深,并且亏缺的越严重,颜色越红。甘草皮色在一定程度上反映了甘草的品质,以皮细红棕者为佳,这也是传统经验鉴定甘草品质的方法。关于栽培条件和生态环境所引起的根系粗度变化及与甘草酸量之间的关系方面的研究较少。

3 与甘草品质改良相关的研究进展

目前甘草的栽培品种主要来自于野生驯化,还没有一般栽培作物品种意义上的研究报道。但陆续有学者在甘草的生物学、种质资源、杂交育种、辐射诱变、抗病性及组织培养等

方面进行了初步探索。

蔡雪等于 1992 年对甘草进行了胚胎学的研究,发现甘草成熟胚囊有多种形式的变异,小孢子发育过程中有各种形式的败育,认为雌雄配子体发育不正常很可能是导致结实率低的根本原因,为甘草的生殖生物学研究以及单倍体育种和常规育种提供了参考资料。孙红等^[12]对甘草属的各个种进行了染色体的核型研究,表明不同种的甘草体细胞染色体数均为 $2n=16$ 。

通过对同种不同产地种质和近源种质的研究,然后进行杂交育种是农作物优良品种选育的有效方法。甘草属不同种之间的基因型存在一定差异,各种之间的酶谱也具有明显区别^[13]。同一甘草内存在遗传变异,吴霞等^[14]用 RAPD 技术分析了新疆 6 个乌拉尔甘草不同地理群体的遗传多样性,结果表明产地相距越远,群体间相似性程度越低。张新玲等对新疆甘草属的不同种进行了种间杂交试验:蜜腺甘草与乌拉尔甘草的杂交亲和性最高;光果甘草与乌拉尔甘草的杂交亲和性相对最低。

诱变育种是创造变异材料的常用方法。苟克俭^[15]采用 ^{60}Co 对甘草种子进行了辐射,5~6 kGy 的射线, M_1 世代部分植株产生了矮化、花期提早和育性降低的效应,并且获得了品质优良的植株。

甘草病害一直是影响甘草产量和质量的主要限制因素,感染甘草的病害主要有根腐病、锈病、褐斑病、猝倒病、白粉病等。蒋永喜等^[16]经过系统的研究发现甘草种间抗锈病的差异显著,光果甘草抗锈性较强,乌拉尔甘草次之,胀果甘草较易染病。

植物的组织培养是植物的细胞工程育种(单倍体、多倍体、体细胞人工变异、体细胞杂交、转基因等)的基础;也是药用植物细胞培养生产药用次生代谢成分的重要途径。学者们对甘草的愈伤组织诱导和再生进行了大量的研究,发现无论是甘草的子叶、胚根,还是下胚轴均容易诱导出愈伤组织,但是愈伤组织的再分化十分困难,分化再生率仅为 2.5%~5%^[17]。苟克俭等(1993)在甘草的体细胞胚胎发生方面也进行了研究,但目前还没有建立起有效的甘草愈伤诱导再生体系,限制了组织培养技术在甘草育种上的应用。甘草的体细胞培养具有产生次生有效成分的能力。管延英等^[18]测定了甘草组织培养物和毛状根的有效成分,发现主要为甘草酸和甘草次酸;在研究甘草愈伤组织培养的条件时,梁玉玲等发现激素的组合和光照对甘草细胞产生甘草酸有较大影响。

毛状根培养是进行植物遗传转化的重要方法,也是合成药用植物有效成分非常有前途的培养方法。陈士云(1991)、杜旻(2001)等用发根农杆菌转化甘草子叶和下胚轴获得了毛状根;张荫麟^[19]用发根农杆菌 15834 菌株感染甘草无菌实生苗的下胚轴或子叶后,诱导出发状根,发现发状根中含甘草黄酮类化合物的量高于正常根培养物。Kazuki 等(1990)利用含有双元载体系统的发根农杆菌 15834 菌株诱导乌拉尔甘草产生发状根,发现含有嵌合基因(*neo* 和 *gus*)的 T-DNA 整合到甘草的基因组中并在甘草根的韧皮部表

达。董金兰等^[20]建立了甘草的Ri质粒毛状根转化系统,并培养再生了植株,但未见进一步的应用研究报道。

4 提高甘草品质的途径和方向

与常规的农作物育种工作相比,甘草和其他药用植物一样,其品质改良和育种工作非常滞后,导致甘草人工栽培生产上有许多问题;用种来源不清,种子市场混乱;种子质量较差,发芽率低,种子带病严重,生产的甘草质量不稳定;栽培技术粗放,病害、虫害严重,缺乏抗病、抗虫方面的育种工作,导致商品甘草农药残留超标等。因此,需要借鉴农作物培育优良品种的经验,从以下几个方面加强甘草的品质育种工作。

4.1 由于甘草野生种质资源遭到一定程度的破坏,需要加快和加强甘草种质资源方面的研究,借助现代的分子标记等技术手段,调查甘草主要产区的适应性种群的种质特性,从中选择含甘草酸量高、适应性好、抗病能力强的优良种质,同时加强对甘草属其他种的研究,通过种间杂交等技术手段导入优良的基因。

4.2 加强对甘草的生长发育特性的研究,如甘草成花机制,不耐重茬和“自然”死亡的机制的研究,地上与地下部分生长发育关系的研究,通过遗传改良,提高甘草的丰产稳产性。

4.3 由于甘草从播种到自然开花年限比较长(3~4年),通过常规杂交育种选育良种比较费时。因此需要采用现代的各种育种方法如单倍体育种、多倍体育种、人工诱变、体细胞杂交等手段,人工创造适应性强、含有效成分高、性状优良的种质。加强对甘草愈伤再生体系的研究,建立高效的组织培养再生体系,扩大繁殖系数。

4.4 加强对甘草酸等有效成分形成的生理基础和代谢调控机制以及甘草产量和有效成分含量的关系的认识和研究,借助生物技术和生物信息手段来研究控制甘草酸生物合成的功能基因和调控基因。

4.5 由于甘草还是干旱半干旱地区的优质的牧草,因此在甘草育种目标的选择上可以考虑饲用型和药用型两种不同的选育方向。饲用型倾向于茎叶生长量大,含粗蛋白量高,适口性好,抗病性、抗逆性强;而药用型则要求根系发达,主根粗壮且生长迅速,含药用有效成分高,遗传稳定,抗逆性强。

4.6 目前对甘草酸等有效成分的分析方法比较繁琐且价格昂贵,这在一定程度上限制了甘草品质改良的研究,因此需要发展快速、简便的测试方法、仪器及试剂盒等技术手段以利于研究。

5 结语

借鉴农作物品质栽培和育种方面成功的经验,研究与甘草内在品质相关的各种遗传基础、生育生理特性、有效成分代谢调控以及生态因子和栽培因素的影响,运用现代遗传育种和生物技术手段,培育优良甘草品种,配以科学的栽培管理措施,有效地提高甘草的有效成分含量,不仅可以提高甘草的药效价值,还可以明显降低提取甘草有效成分进行精细深加工和开发的企业生产成本,提高人工栽培甘草的经济效

益,有利于保护我国的甘草资源和甘草产业的可持续发展。

References:

- [1] Wang Z L, Du J C, Yu L Q. The utilization value, current research and problems of *Glycyrrhiza* [J]. *Grass China* (中国草地), 2002, 24(1): 73-76.
- [2] Xu B H, Huang J M. HPLC analysis of glycyrrhizic acid content in licorice [J]. *Res Pract Chin Med* (现代中药研究与实践), 1998, 12(3): 33.
- [3] Cao A L, Chang S M, Du W J. Quality analysis of different commercial grade wild licorice produced in Neimongol region [J]. *Mod Tradit Chin Med* (现代中医药), 2003, 1: 69.
- [4] Zhang J, Yang Y L. Comparing studies on the components of glycyrrhizin in five kinds of *Glycyrrhiza* under the same condition [J]. *Acta Bot Boreal—Occident Sin* (西北植物学报), 1997, 17(6): 111-114.
- [5] Liu P Y, Hu H F, Yan Z, et al. Colorimetric estimation of glycyrrhizin content in *Glycyrrhiza inflata* produced in four provinces [J]. *J Hebei Univ* (河北大学学报), 1998, 18(4): 369-374.
- [6] Gu H Y, Gong L D, Yu J H. Measurement and comparison of glycyrrhizic acid contents in root of licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) from different cultivation areas [J]. *J Forest Res* (林业研究), 2002, 13(2): 141-143.
- [7] Liu Y H, Fu K Z. Content of main chemical components of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. in different soil environment [J]. *Chin J Veter Drug* (中国兽药杂志), 1996, 30(4): 26-27.
- [8] Sun Z R, Wang W Q, Ma C H, et al. The underground part growth distribution pattern of *Glycyrrhiza uralensis* and its effects on glycyrrhizic acid content [J]. *China J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2004, 29(4): 305-309.
- [9] Zhang Y C. Manual planting technology on licorice [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1995, 26(6): 314-318.
- [10] Tian M Z. Planting technology on licorice in saline-alkaline soil [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1996, 27(3): 175-177.
- [11] Liao J X, Wang G X. Possible function of glycyrrhizic acid to licorice living in desert environment [J]. *Plant Physiol Comm* (植物生理学通讯), 2003, 39(4): 367-370.
- [12] Kong H, Chen Q, Jiao C J, et al. A study on karyotypes of 2 species in *Glycyrrhiza* [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), 2003, 23(6): 1014-1016.
- [13] Zu J, Cai W C, Yu W, et al. Study on isozymes of peroxidase and esterase in *Glycyrrhiza linon* [J]. *J Fudan Univ: Nat Sci* (复旦大学学报: 自然科学版), 1990, 29(2): 225-229.
- [14] Wu X, Liu Q H, Ma Y H, et al. RAPD analysis of genetic relationship among different populations of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC. from six growing area in Sinkiang [J]. *Chin J Biochem Pharm* (中国生化药物杂志), 2003, 24(4): 191-193.
- [15] Gou K J, Ren Q. Studies on radioactive breeding of *Glycyrrhiza uralensis* [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 1993, 15(2): 214-216.
- [16] Jiang Y X, Cai D Z. The first report on the rust-resistance among the kinds of licorice [J]. *J Tarim Agri Recl Univ* (塔里木农业大学学报), 1994, 5(1): 22-25.
- [17] An L J, Li F X, Zhang J M, et al. Study on tissue cultures of legume plants [J]. *Acta Bot Sin* (植物学报), 1992, 34(10): 743-752.
- [18] Guan Y Y, Teng Z C, Liang Y L. The medicinal composition analysis of the cultured tissue of *Glycyrrhiza inflata* Bat. [J]. *J Agric Univ Hebei* (河北农业大学学报), 2003, 26(4): 34-37.
- [19] Zhang Y L, Zhou X H, Yang L, et al. Hairy root culture of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1990, 21(12): 23.
- [20] Dong J L, Li H Q, Li H W. DNA transference by introduction of Ri plasmid and regeneration plant from *Glycyrrhiza* hairy roots [J]. *Biotechnolgy* (生物技术), 1991, 1(1): 21-28.

作者: 鲁守平, 孙群, 王建华, 孙宝启, LU Shou-ping, SUN Qun, WANG Jian-hua, SUN Bao-qi
作者单位: 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京, 100094
刊名: 中草药 ISTIC PKU
英文刊名: CHINESE TRADITIONAL AND HERBAL DRUGS
年, 卷(期): 2005, 36(8)
被引用次数: 8次

参考文献(20条)

1. Wang Z L; Du J C; Yu L Q The utilization value, current research and problems of Glycyrrhiza[期刊论文]-中国草地 2002(01)
2. Xu B H; Huang J M HPLC analysis of glycyrrhizic acid content in licorice 1998(03)
3. Cao A L; Chang S M; Du W J Quality analysis of different commercial grade wild licorice produced in Neimongol region[期刊论文]-现代中医药 2003(01)
4. Zhang J; Yang Y L Comparing studies on the components of glycyrrhizin in five kinds of Glycyrrhiza under the same condition[期刊论文]-西北植物学报 1997(06)
5. Liu P Y; Hu H F; Yan Z Colorimetric estimation of glycyrrhizin content in Glycyrrhiza inflata produced in four provinces 1998(04)
6. Gu H Y; Gong L D; Yu J H Measurement and comparison of glycyrrhizic acid contents in root of licorice (Glycyrrhiza uralensis Fisch.) from different cultivation areas[外文期刊] 2002(02)
7. Liu Y H; Fu K Z Content of main chemical components of Glycyrrhiza uralensis Fisch. in different soil environment 1996(04)
8. Sun Z R; Wang W Q; Ma C H The underground part growth distribution pattern of Glycyrrhiza uralensis and its effects on glycyrrhizic acid content[期刊论文]-中国中药杂志 2004(04)
9. Zhang Y C Manual planting technology on licorice 1995(06)
10. Tian M Z Planting technology on licorice in saline-alkaline soil 1996(03)
11. Liao J X; Wang G X Possible function of glycyrrhizic acid to licorice living in desert environment [期刊论文]-植物生理学通讯 2003(04)
12. Kong H; Chen Q; Jiao C J A study on karyotypes of 2 species in Glycyrrhiza[期刊论文]-西北植物学报 2003(06)
13. Zu J; Cai W C; Yu W Study on isozymes of peroxidase and esterase in Glycyrrhiza linon 1990(02)
14. Wu X; Liu Q H; Ma Y H RAPD analysis of genetic relationship among different populations of Glycyrrhiza uralensis Fisch. ex DC. from six growing area in Sinkiang [J][期刊论文]-中国生化药物杂志 2003(04)
15. Gou K J; Ren Q Studies on radioactive breeding of Glycyrrhiza uralensis[期刊论文]-云南植物研究 1993(02)
16. Jiang Y X; Cai D Z The first report on the rust-resistance among the kinds of licorice 1994(01)
17. An L J; Li F X; Zhang J M Study on tissue cultures of legume plants 1992(10)
18. Guan Y Y; Teng Z C; Liang Y L The medicinal composition analysis of the cultured tissue of

[Glycyrrhiza inflate Bat](#) [期刊论文]-[河北农业大学学报](#) 2003 (04)

19. [Zhang Y L](#); [Zhou X H](#); [Yang L](#) [Hairy root culture of Glycyrrhiza uralensis Fisch](#) 1990 (12)

20. [Dong J L](#); [Li H Q](#); [Li H W](#) [DNA transference by introduction of Ri plasmid and regeneration plant from Glycyrrhiza hairy roots](#) [期刊论文]-[生物技术](#) 1991 (01)

本文读者也读过(10条)

1. [甘草次酸对自身免疫性疾病的治疗作用](#) [期刊论文]-[国外医学\(中医中药分册\)](#) 2002, 24 (2)

2. [李硕](#), [李成义](#) [甘肃省地产甘草的品种分布研究](#) [期刊论文]-[中国现代中药](#) 2006, 8 (11)

3. [058甘草中抗溃疡作用的主要成分](#) [期刊论文]-[国外医学\(中医中药分册\)](#) 2005, 27 (1)

4. [赵世元](#), [农智新](#), [钟振国](#), [ZHAO Shi-yuan](#), [NONG Zhi-xin](#), [ZHONG Zhen-guo](#) [甘草总黄酮体内抗肿瘤作用的实验研究](#) [期刊论文]-[广西医学](#) 2006, 28 (9)

5. [张莉](#), [李海生](#) 3.5二硝基水杨酸比色法测定甘草多糖肠溶片中多糖的含量 [会议论文]-2004

6. [李成义](#), [李硕](#), [杨春梅](#), [LI Cheng-yi](#), [LI Shuo](#), [YANG Chun-nei](#) [甘肃省金塔县野生甘草与栽培甘草的比较研究](#) [期刊论文]-[中华中医药学刊](#) 2007, 25 (9)

7. [李亚](#), [吴春荣](#) [祁连山东段浅山区荒漠化扰动因素分析](#) [期刊论文]-[防护林科技](#) 2010 (6)

8. [郑秀云](#), [楚孔利](#), [郑秀财](#) [试论林农复合经营模式与技术](#) [期刊论文]-[林业勘查设计](#) 2002 (2)

9. [李成义](#), [李硕](#), [姚望禄](#), [LI Cheng-yi](#), [LI Shuo](#), [YAO Wang-lu](#) [甘肃酒泉地区三种甘草的品质研究](#) [期刊论文]-[中华中医药学刊](#) 2007, 25 (10)

10. [魏昭智](#), [李剑中](#), [WEI Zhao-zhi](#), [LI Jian-zhong](#) [采挖期和采挖深度对人工甘草品质和产量效益的影响](#) [期刊论文]-[草业科学](#) 2006, 23 (8)

引证文献(8条)

1. [李贝宁](#), [南博](#), [刘春生](#), [周应群](#), [刘娟](#) [道地产区甘草遗传多样性的ISSR分析](#) [期刊论文]-[中国实验方剂学杂志](#) 2010 (12)

2. [周应群](#), [余华](#), [李滢](#), [孙素琴](#), [赵润怀](#), [陈士林](#) [基于无机元素特征的甘草药材分型研究](#) [期刊论文]-[光谱学与光谱分析](#) 2010 (4)

3. [贺润平](#), [翟明普](#), [王文全](#), [孙志蓉](#) [水分胁迫对甘草光合作用及生物量的影响](#) [期刊论文]-[中药材](#) 2007 (3)

4. [张志峰](#), [夏婷婷](#), [廖秋萍](#) [新疆野生胀果甘草止咳、祛痰和抗炎作用研究](#) [期刊论文]-[中兽医医药杂志](#) 2012 (4)

5. [王连喜](#), [李剑萍](#), [李琪](#), [张晓煜](#) [乌拉尔甘草研究现状与可持续利用对策](#) [期刊论文]-[中草药](#) 2009 (3)

6. [李守谦](#) [甘肃省甘草产业发展存在的问题与建议](#) [期刊论文]-[甘肃农业科技](#)

2013 (11)

7. [曹海禄](#), [周应群](#) [甘草药材中甘草酸含量影响因素的研究概述](#) [期刊论文]-[中国现代中药](#) 2009 (2)

8. [赵莉](#) [产地及栽培条件对甘草多糖和甘草酸含量的影响](#) [学位论文] 硕士 2006

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zcy200508058.aspx