

## · 论 著 ·

## 不同来源的甘草质量分析研究

张男,包保全,韩东宁,康敏,张屏\*

(内蒙古医科大学 药学院, 内蒙古 呼和浩特 010059)

**摘要:**目的:通过HPLC法,对乌兹别克斯坦、内蒙古共14批甘草中的甘草苷、甘草酸有效成分含量进行测定,并作出质量一致性评价。方法:按照2015版《中国药典》中甘草的有效成分含量检测方法,将甘草中甘草酸和甘草苷的含量作为检测指标,评价14批不同来源中甘草的质量。结果:包头3号、包头5号、内蒙古家种甲级、内蒙古家种丙级、内蒙古家种丁级、乌兹别克斯坦野生1号及乌兹别克斯坦野生2号药材甘草苷含量未达到药典标准(甘草苷含量>0.5%),包头家种2号、内蒙古浮草、内蒙古家种甲级、内蒙古家种丙级、内蒙古家种丁级甘草酸含量均达到药典标准(甘草酸含量>2.0%),其余样品均符合2015版药典标准。结论:国外及内蒙古各批次甘草中甘草苷、甘草酸铵的含量存在较大差异,以内蒙古包头家种1号样品最佳。

**关键词:** HPLC法;甘草;甘草苷;甘草酸铵;质量分析

中图分类号:R589.5

文献标识码:A

文章编号:1673-9388(2021)01-01-06

DOI: 10.19891/j.issn1673-9388.(2021)01-01-06

## QUALITY ANALYSIS OF LICORICE FROM DIFFERENT SOURCES

ZHANG Nan, BAO Bao-quan, Han Dong-ning, et al.

(College of Pharmacy, Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010059 China)

**Abstract:** **Objective:** To determine the content of glycyrrhizin and glycyrrhizic acid in 14 batches of licorice in Uzbekistan and Inner Mongolia by HPLC, and evaluate the quality consistency. **Methods:** According to the detection method of licorice in the 2015 edition of "Chinese Pharmacopoeia", the content of glycyrrhizic acid and glycyrrhizin in licorice were used as the detection indicators to evaluate the quality of licorice in 14 batches of different sources. **Results:** Baotou No. 3, Baotou No. 5, Inner Mongolia family species A, Inner Mongolia family species C, Inner Mongolia family species D, Uzbekistan Wild No. 1 and Uzbekistan Wild No. 2 medicinal materials glycyrrhizin content did not meet the pharmacopoeial standard (glycyrrhizin content >0.5%), the glycyrrhizic acid content of Baotou Jiachong No. 2, Inner Mongolia Floating Grass, Inner Mongolia Jiachong A, Inner Mongolia Jia Chong, and Inner Mongolia Jia Chong D grade all reached the pharmacopoeia standard (glycyrrhizic acid content > 2.0%) All comply with the 2015 pharmacopoeia standards. **Conclusion :** The contents of glycyrrhizin and ammonium glycyrrhizinate in different batches of licorice in foreign countries and Inner Mongolia are quite different, and the sample from Baotou Jiachong No. 1 in Inner Mongolia is the best.

**Key words:** HPLC method; licorice; glycyrrhizin; ammonium glycyrrhizinate; quality analysis

甘草是一种古老的药材,最早记录于东汉时期毒、祛痰止血等多种功效,且可解百毒,是“解七十二毒”的调和药<sup>[1]</sup>。根据2015版《中国药典》记载,甘

收稿日期:2020-09-02;修回日期:2020-12-20

作者简介:张男(1996-),女,内蒙古医科大学2018级在读硕士研究生。

通讯作者:张屏,教授,E-mail:pingzhang@vip.126.com 内蒙古医科大学药学院,010059

草可为豆科植物甘草(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.)、胀果甘草(*Glycyrrhiza inflata* Bat.)或光果甘草(*Glycyrrhiza glabra* L.)三种原植物的干燥根和根茎<sup>[2]</sup>。

随着对甘草的研究越来越深入,现代研究表明其含有的甘草酸、甘草苷、甘草总黄酮等化学成分具有抗氧化、抗炎调节免疫功能、抗溃疡、解毒、抗肝纤维化等药理活性<sup>[3-7]</sup>。甘草不仅可以作为药用,其还可以应用于食品、化妆品、烟草等多个领域<sup>[8]</sup>。因此,对于甘草的需求量日益增加,野生甘草供不应求,因此采取了野生地区计划性人工种植、进口甘草免关税等措施。此措施的出台在缓解了市场对甘草紧张需求的同时,也带来了新的问题。由于甘草生长环境的差异可直接导致药材质量的不同,有研究<sup>[8-11]</sup>分别从不同来源、不同产地、不同生长年限等方面对国产野生与栽培甘草的性状和活性成分含量的差异进行了研究,研究表明药材的来源、生态环境、生长年限等差异确实会造成甘草质量上的差别。目前经调研总结发现国产的甘草主产区主要为西北地区(内蒙古、新疆、宁夏)<sup>[12,13]</sup>。本文选取了内蒙古12批药材及2批乌兹别克斯坦甘草药材进行有效成分的含量测定,期望能进一步讨论内蒙古地区甘草的质量一致性评价。

## 1 仪器与试剂

Agilent 1260 Infinity II型高效液相色谱仪,1260双波长紫外可见光检测器,Agilent Openlab Control Panel 1260工作站,Agilent TC-C18色谱柱(250 × 4.6mm,安捷伦科技(中国)有限公司),十万分之一电子天平(AB135-S,德国Sartorius公司),艾泽拉多功能粉碎机(800A,永康市红太阳机电有限公司),刀式研磨机(PULVERISSETTE 11,德国FRITSCH),KQ-400E超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。

甘草苷(RFS-G00911812016)、甘草酸单铵盐(RFS-G00301911029),均购置于成都瑞芬生物科技有限责任公司。无水乙醇(分析纯),磷酸(分析纯)均购置于天津市津东天正精细化学试剂厂,超纯水,乙腈(色谱纯)购置于Fisher Scientific。甘草药材均于2020年9月购置于安国药材市场。

## 2 实验方法与方法学考察

### 2.1 色谱条件与色谱柱

选择Agilent TC-C18(250 × 4.6mm)为实验用色谱柱;配置乙腈(A)-0.05%磷酸水溶液(B)两种流动相,进行梯度洗脱<sup>[2]</sup>(见表1);流速1.0 mL·min<sup>-1</sup><sup>[2]</sup>;检测波长237nm<sup>[2]</sup>;柱温30℃<sup>[2]</sup>;进样量10 μL,梯度洗脱<sup>[2]</sup>。在色谱条件下,甘草苷峰理论塔板

表1 色谱条件  
Tab.1 Chromatographic conditions

时间(min)	流动相A(%)	流动相B(%)
0~8	19	81
8~35	19→50	81→50
35~36	50→100	50→0
36~40	100→19	0→81

数不低于5000<sup>[2]</sup>。

### 2.2 溶液的配制

**2.2.1 对照品溶液配制** 使用规格为d=0.01mg的十万分之一天平精密称定2.22mg的甘草苷对照品,用体积比为70%的乙醇溶液定容到体积为10mL的

容量瓶中,充分摇匀。精密称取甘草酸铵对照品2.42mg后放置于容积为10mL的容量瓶中,用1mL移液管精密吸取上述配置好的甘草苷对照溶液1mL加入其中,倒入体积比为70%的乙醇溶液至刻度线出,塞紧塞子,混合均匀,最终得到C甘草苷、C

甘草酸为  $22.2 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $0.237 \text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  的标准品溶液(甘草酸铵与甘草酸换算方法如下:  $m \text{ 甘草酸} = m \text{ 甘草酸铵} / 1.0207$ , 其中 C 甘草酸铵为  $0.242 \text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ )。

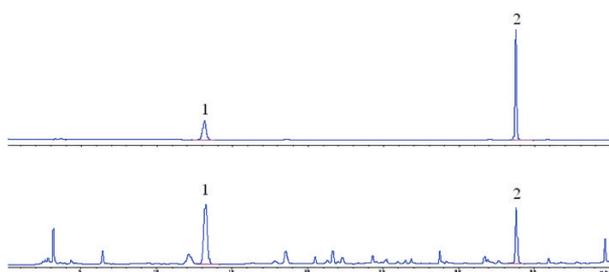
**2.2.2 供试溶液配制** 取甘草样品,先用粉碎成粗粉,再用刀式研磨机粉碎成细粉,混匀备用(因纤维较难粉碎,所有样品均不能完全通过3号筛,实验中用1号筛控制粉碎粒度)。将过筛后各批次甘草粉末分别混合均匀,取约0.2g加入至具塞锥形瓶中,精密加入100mL体积比为70%的乙醇溶液,盖紧玻璃塞子后,置于天平上称定总重量并记录,经过功率250W、频率40kHz的超声波清洗器处理30 min 放凉后,再次称定重量,为补足超声时损失/挥发的溶液需用滴管缓慢加入70%的乙醇溶液至重量与原重量纪录一致,手持具塞锥形瓶摇晃均匀后滤过,取续滤液,即得。

**2.3 测定法**

设定高效液相色谱仪的仪器方法,使仪器自行精密取甘草供试品溶液与对应的对照品溶液各  $10 \mu\text{L}$ ,并按“2.1”项下的色谱条件执行程序,记录数据,最终按外标法一点法计算各成分的含量。

**2.4 方法学考察**

**2.4.1 专属性按供试品制备方法 分别制备包头1**



**图1 专属性考察**

A. 混合对照品; B. 包头1号样品; 1. 甘草苷( $t_R=13.2\text{min}$ ); 2. 甘草酸( $t_R=33.3\text{min}$ )

Fig.1 Exclusivity investigation

A. Mixed reference substance; B. Baotou No. 1 sample; 1. Glycyrrhizin ( $t_R=13.2\text{min}$ ); 2. Glycyrrhizic acid ( $t_R=33.3\text{min}$ )

号供试品溶液、混合对照品溶液,按规定项“2.1”中的色谱条件进行测定,结果显示,  $t_R$  甘草苷、 $t_R$  甘草酸分别为 13.2min、33.3min, 经与包头1号甘草药材色谱图中对比发现,对照品峰与其它峰之间分离度

表2 甘草苷及甘草酸重复性测定  
Tab.2 Repeatability determination of glycyrrhizin and glycyrrhizic acid

化合物	样品编号	含量(%)	重复性RSD(%)
甘草苷	1	0.13	2.00
	2	0.13	
	3	0.14	
	4	0.14	
	5	0.14	
	6	0.14	
甘草酸	1	2.74	1.75
	2	2.74	
	3	2.76	
	4	2.72	
	5	2.70	
	6	2.63	

表3 甘草苷及甘草酸精密度测定  
Tab.3 Precision determination of glycyrrhizin and glycyrrhizic acid

化合物	样品编号	含量(%)	精密度RSD(%)
甘草苷	1	0.13	1.28
	2	0.13	
	3	0.13	
	4	0.14	
	5	0.14	
	6	0.14	
甘草酸	1	2.70	1.46
	2	2.69	
	3	2.76	
	4	2.79	
	5	2.65	
	6	2.66	

均大于1.5,专属性良好(见图1)。

**2.4.2 精密度与重复性** 取约0.2g的同一批次乌兹别克野生1号甘草样品粉末,按规定项“2.2.2”中的方法,同时制备6份样品后进行测定,计算6份样品的含量及方法重复性。随机选取其中一份乌兹别克野生1号供试品溶液,经高效液相色谱仪自动重复测定6次并记录数据,计算仪器精密度。经数据整理与计算后得到的结果表明,仪器精密度良好,方法重复性良好(见表2、3)。

**2.4.3 线性与范围** 取规定“2.2.1”项中配制的对照品溶液(C甘草苷  $22.2 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、C甘草酸  $0.237$

$\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ )2、5、10、15、20 $\mu\text{L}$ ,按照规定项“2.1”中的方法进行含量测定,记录AS甘草苷、AS甘草酸铵的数值。以峰面积AS为Y轴,进样质量为X轴进行线性回归方程的计算。经实验数据整理与计算得出甘草苷在0.0444~0.222 $\mu\text{g}$ 、甘草酸在0.474~4.740 $\mu\text{g}$ 量程内呈良好的线性关系(见表4、5)。

**2.4.4 加样回收实验** 经过仪器测定,将已知含量的包头家种2号作为加样回收率实验用样品,称取9份该样品,每份约0.1g置于具塞锥形瓶中,加入对照品溶液,其所含质量约为所取药材中相应化合物含量的0.8、1.0、1.2倍,继续按照规定项下方法制

表4 对照品溶液甘草苷、甘草酸保留时间及峰面积  
Tab.4 Retention time and peak area of glycyrrhizin and glycyrrhizic acid in reference solution

进样体积 ( $\mu\text{L}$ )	进样量 ( $\mu\text{g}$ )	甘草苷 保留时间(tR)	峰面积	进样量 ( $\mu\text{g}$ )	甘草酸 保留时间(tR)	峰面积
2	0.0444	12.928	78.5	0.474	33.370	253.2
5	0.111	12.759	200.4	1.185	33.347	632.5
10	0.222	12.774	386.1	2.370	33.372	1261.2
15	0.333	12.710	507.9	3.555	33.349	1884.6
20	0.444	12.689	616.8	4.740	33.385	2511.6

表5 甘草苷、甘草酸线性范围、回归方程和相关系数  
Tab.5 Linear range, regression equation and correlation coefficient of glycyrrhizin and glycyrrhizic acid

对照品	线性回归方程	相关系数r	线性范围( $\mu\text{g}$ )
甘草苷	$y=172596065x+4.54$	0.9999	0.0444 ~ 0.222
甘草酸	$y=528876x+4.539$	0.9999	0.474 ~ 4.740

备样品,并进行测定,按外标法计算含量及加样回收率。结果表明该方法的准确度良好(见表6)。

### 3 样品的含量测定

称取各批次过筛后混合均匀的甘草供试品约0.2g,按规定项“2.2.2”中的方法配制供试品溶液,并进行测定,按外标一点法计算含量(C甘草苷、C甘草酸浓度分别为  $22.2 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $0.237 \text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ )。结果,部分样品(包头3号、5号、内蒙古家种甲级、内蒙古家种丙级、内蒙古家种丁级、乌兹别克斯坦野生1号及乌兹别克斯坦野生2号药材)甘草苷含量

未达到药典标准(甘草苷含量 $>0.5\%$ ),包头家种2号、内蒙古浮草、内蒙古家种甲级、内蒙古家种丙级、内蒙古家种丁级甘草酸含量均达到药典标准(甘草酸含量 $>2.0\%$ ),其余样品均符合2015版药典标准(见表7)。

## 4 讨论

### 4.1 甘草药材的前处理

实验过程中发现,由于甘草样品纤维化程度高,不易粉碎,所有样品经粗粉后刀式研磨机细粉,

表6 加样回收率实验结果  
Tab.6 Experimental results of sample recovery

	称样量 (g)	样品含量 (mg)	加入量 (mg)	峰面积	测得量 (mg)	回收率 (%)	均值 (%)	RSD%
	0.1017	0.9153	0.7172	292.7	1.6192	98.15		
	0.1033	0.9297	0.7172	300.7	1.6635	102.31	100.86	2.33
	0.1018	0.9162	0.7172	298.0	1.6485	102.11		
	0.1035	0.9315	0.9128	334.2	1.8488	100.49		
甘草苷	0.1031	0.9279	0.9128	329.6	1.8234	98.10	100.23	2.01
	0.1042	0.9378	0.9128	338.0	1.8698	102.11		
	0.1004	0.9036	1.0432	348.0	1.9251	97.92		
	0.1001	0.9009	1.0432	340.0	1.8809	93.94	96.66	2.43
	0.1005	0.9045	1.0432	348.5	1.9279	98.10		
	0.1017	2.0523	1.0240	145.7	2.9954	92.10		
	0.1033	2.0846	1.0240	149.3	3.0694	96.17	96.54	4.80
	0.1018	2.0543	1.0240	150.4	3.0920	101.34		
	0.1035	2.0886	1.8432	188.4	3.8732	96.82		
甘草酸	0.1031	2.0806	1.8432	189.5	3.8959	98.48	99.28	2.95
	0.1042	2.1028	1.8432	194.2	3.9925	102.52		
	0.1004	2.0261	2.0480	199.2	4.0953	101.03		
	0.1001	2.0200	2.0480	192.5	3.9575	94.61	97.05	3.58
	0.1005	2.0281	2.0480	193.8	3.9843	95.52		

但仍然无法完全通过3号筛,只能混匀进样。另外,种植的甘草药材中纤维成絮状、质轻、浮于上层,造成粉末混合不均(乌兹别克斯坦野生甘草纤维较重,可以混匀)。由于取样不均造成3次测定含量RSD值超出《中国药典》所要求的2%的限度,我们采取增加平行测定次数的方法,例如包头5号样品,平行测定了4次,以保证含量测定结果的RSD在2%以内。

#### 4.2 线性关系的考察

对照品溶液在进样15、20  $\mu\text{L}$ 时,甘草苷色谱峰出现前沿峰,影响色谱峰积分的准确性,显示出线性关系不好,而在进样体积2~10  $\mu\text{L}$ 时,显示出良好

的线性关系。其原因可能是黄酮类化合物在浓度过低时发生了溶剂超载现象,提示进样量体积应控制在10  $\mu\text{L}$ 以内。

#### 4.3 结果分析

经过含量测定可以发现药材有效成分含量均符合2015版《中国药典》的有包头1、包头2、包头4、包头6、包头家种1号样品。其中包头家种1号样品中甘草苷及甘草酸含量最高,分别为1.23%、2.03%,其次为包头1号样品。其余内蒙古家种、浮草及包头样品均不符合药典规定。通过对乌兹别克斯坦2批野生甘草样品进行含量测定可知其甘草酸含量较高,甘草酸含量较低,这与陈维珍等人<sup>[15,16]</sup>测定的

表7 不同来源甘草甘草苷及甘草酸含量测定  
Tab.4 Determination of glycyrrhizin and glycyrrhizic acid from different sources

编号	产地	甘草苷含量(%)	甘草酸含量(%)
1	包头1	1.13	2.03
2	包头2	0.78	2.03
3	包头3	0.39	2.05
4	包头4	0.53	2.64
5	包头5	0.38	2.03
6	包头6	0.50	3.62
7	包头家种1	1.23	3.41
8	包头家种2	0.90	1.98
9	内蒙古浮草	0.54	1.63
10	内蒙古家种甲级	0.29	0.89
11	内蒙古家种丙级	0.26	1.44
12	内蒙古家种丁级	0.26	1.50
13	乌兹别克斯坦野生1	0.13	2.65
14	乌兹别克斯坦野生2	0.04	4.48

结果保持一致。综合比对后发现包头的甘草样品质量整体较好,被测样品中包头家种1号样品质量较高。有研究表明甘草的质量与种植栽培甘草的质量和产量受种植环境、种植栽培技术、田间管理、土壤和生态因子均有关系<sup>[17-19]</sup>。包头作为甘草在内蒙古种植基地,其产出高质量的甘草药材证明了其具有适合甘草生长环境和关键的种植技术。

综上所述,通过HPLC法对不同来源的甘草中甘草苷及甘草酸含量进行的测定,结果分析表明不同生产地点、不同生长环境的甘草,其所含有的甘草苷、甘草酸含量有很大的差异,它们的含量多少可断定出甘草质量的好坏。本研究的质量分析对掌握不同地区及来源甘草资源的质量和在生产甘草制品都有较大的指导作用,为药材市场有效控制甘草药材质量奠定基础。

- [1]李倩,高海荣,郭九峰.甘草主要化学成分及药效活性与环境关系研究进展[J].黑龙江农业科学,2019(09):150-154
- [2]国家药典委员会.中国药典(2015年版一部)[S].北京:中国医药科技出版社,2015:80-81
- [3]智信,陈晓,苏佳灿.甘草次酸药理作用研究进展[J].现代中西医结合杂志,2019;28(25):2847-2850
- [4]李冀,李想,曹明明,等.甘草药理作用及药对配伍比例研究进展[J].上海中医药杂志,2019;53(07):83-87
- [5]胡着,放明章,崔水明,等.甘草多糖的抗肿瘤活性及对免疫功能的影响[J].天然产物研究与开发,2008;20(05):911-913
- [6]聂小华,尹光耀,史宝军,等.甘草有效成分体外抗肿瘤活性和免疫活性的研究[J].中药材,2003;26(07):507-509
- [7]吴宗耀,牛李义,梁喜爱.甘草化学成分及药理作用分析[J].河南中医,2010(12):1235-1236
- [8]王丽达,蒋成勇,杨振民,等.高效液相色谱法同时测定烟

所;协助小儿养成规律生活作息、良好饮食卫生和合理运动习惯,增强免疫功能水平,提高自体免疫能力;维持良好学习和生活环境,保持居家、教室等场所卫生,经常通风换气。

综上所述,婴幼儿家属对接种EV71灭活疫苗意愿度不高,听说EV71灭活疫苗、家庭年收入>10万、手足口病史是促进疫苗接种重要影响因素,临床工作中应提高对EV71灭活疫苗及手足口相关健康知识宣教,增强家属认知度,提高疫苗接种率。

#### 参考文献

- [1] 张量智,陈恒,李蕾,等.成都市肠道病毒71型灭活疫苗上市后安全性监测分析[J].现代预防医学,2018;45(16):145-148
- [2] 白云骅,李淑萍,李丽,等.北京市朝阳区婴幼儿接种EV71疫苗的安全性调查[J].中国热带医学,2017;17(12):1234-1236
- [3] 叶新,何剑峰,孙立梅,等.广州市3岁及以下儿童监护人肠道病毒71型认知及其灭活疫苗自费接种意愿调查[J].疾病监测,2017;32(3):252-257
- [4] 丁春喜,田敏,曹纳新.浙江省嘉善县儿童监护人肠道病毒71型疫苗接种意愿及影响因素的调查分析[J].国际流行病学传染病学杂志,2017;44(03):183-186
- [5] 陈磊,赵娜,郑广勇.象山县居民EV71疫苗接种意愿及影响因素调查[J].预防医学,2017;29(09):926-929
- [6] 李红霞,张文增,陈东妮,等.北京市顺义区5岁以下婴幼儿

家长手足口病认知情况与EV71疫苗接种意愿调查[J].公共卫生与预防医学,2016;27(05):25-28

- [7] 吉小军.小儿柴桂退热颗粒联合磷酸肌酸钠治疗小儿手足口病的疗效观察[J].现代药物与临床,2017;32(12):2397-2400
- [8] 赵昕,何彦瑶.地塞米松联合干扰素治疗重症小儿手足口病合并病毒性脑膜炎的疗效及安全性研究[J].医学临床研究,2018;35(12):2476-2477
- [9] 彭锐豪,曾路情,韦薇,等.我国儿童家长对EV71疫苗知晓率与接受率的Meta分析[J].华南预防医学,2018;44(05):469-472
- [10] 杭惠,刘成,覃江纯.苏州市5岁以下儿童家长手足口病认知与EV71疫苗接种意愿调查[J].现代预防医学,2017;44(24):4442-4446
- [11] 白云骅,张馨月,时念民,等.肠道病毒71型灭活疫苗上市后安全性主动监测[J].中国公共卫生,2017;33(07):1045-1047
- [12] 吴一峰,牛亚丹,李萍萍,等.家庭环境及健康信念对儿童肠道病毒71型灭活疫苗接种的影响[J].中国疫苗和免疫,2017;23(05):571-575
- [13] 杨芬,梁文佳,孙立梅,等.广东省EV71疫苗接种水平与手足口病流行分析[J].中国公共卫生,2017;36(3):45-46
- [14] 樊晔,田新贵,张日新.我国手足口病分子流行病学及防控管理措施探讨[J].中华微生物学和免疫学杂志,2018;38(2):139-148
- [15] 唐智敏,余文周,刘燕敏,等.儿童父母肠道病毒71型灭活疫苗犹豫及其影响因素分析[J].中国疫苗和免疫,2018;24(03):334-338

(上接第6页)

- 用甘草提取物中14种活性成分[J].理化检验(化学分册),2020;56(02):165-171
- [9] 刘彩云.HPLC法测定内蒙古不同产地甘草中甘草酸的含量[J].内蒙古医学杂志,2014;46(03):337-338
- [10] 闫永红.不同来源甘草的质量特征及评价研究[D].北京:北京中医药大学,2006
- [11] 林寿全,林琳.生态因子对中药甘草质量影响的初步研究[J].生态学杂志,1992(6):19-22
- [12] 刘育辰.甘草质量评价多指标检测方法的建立及其在不同来源甘草药材鉴别上的应用[D].北京:北京中医药大学,2011
- [13] 高晓娟,赵丹,赵建军,等.甘草的本草考证[J].中国实验方剂学杂志,2017(2):193-198
- [14] 汪燕平.从地道到科学:近代甘草产地和形象的变迁[J].

中国历史地理论丛,2019;34(02):5-17

- [15] 张黎娟,汪盈盈,李飞.不同产地甘草中甘草苷等五种成分的含量比较研究[J].文山学院学报,2019;32(06):24-27
- [16] 陈维珍,王蓉,余亮,等.国内外不同产地甘草质量分析[J].湖北中医药大学学报,2020;22(03):51-53
- [17] 林洁,谷铭.甘草种植栽培技术[J].新疆畜牧业,2015;(4):55-56
- [18] Kameoka R, Yasufuku N, Omine K, et al. Developing licorice planting techniques with cultural experiments focused on the water conditions of greening soil materials[J]. J Agid Land Studies, 2015;25(3):97-100
- [19] 杨辉,贾光林,刘志英,等.不同产地甘草主要有效成分与生态因子的相关性研究[J].青岛农业大学学报:自然科学版,2013;30(4):289-294