

# 红芪品质评价及影响因素研究进展

谭雪艳,李成义,梁婷婷,强正泽,王明伟,林鑫,谢耀慧

(甘肃中医药大学药学院,甘肃 兰州 730000)

**摘要:**红芪药用价值突出,其品质直接影响到临床用药的安全性和有效性。对传统及现代红芪的品质评价和影响因素进行了系统综述。结果显示,红芪的质量控制标准有待进一步完善,如在红芪重金属和有害元素、农药残留、二氧化硫及霉菌毒素等有害物质,以及红芪指标性化学成分的含量测定方面未作出明确规定,应进一步进行研究和规范。另外,种质、产地、栽培、采收、加工、贮藏等方面均对红芪品质有一定影响。未来应当明确和规范红芪的种植、采收以及加工技术,保证饮片质量的稳定性。对上述方面进行探究,以期进一步完善红芪质量标准 and 红芪品质评价体系,为红芪产业的科学发展提供支撑。

**关键词:**红芪;品质影响因素;有效性;安全性

**中图分类号:**R284.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1673-7717(2024)10-0157-06

## Research Progress on Quality Evaluation and Influencing Factors of Hongqi (Hedysari Radix)

TAN Xueyan, LI Chengyi, LIANG Tingting, QIANG Zhengze, WANG Mingwei, LIN Xin, XIE Yaohui

(College of Pharmacy, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, Gansu, China)

**Abstract:** Hongqi (Hedysari Radix) has outstanding medicinal value, and its quality directly affects the safety and effectiveness of clinical medication. In this article, the quality evaluation and influencing factors of ancient and modern Hongqi (Hedysari Radix) were systematically reviewed. The results show that the quality control standard of Hongqi (Hedysari Radix) needs to be further improved, such as the determination of heavy metals and harmful elements, pesticide residues, sulfur dioxide and mycotoxins, as well as the index chemical components of Hongqi (Hedysari Radix), which should be further studied and standardized. Additionally, germplasm, producing area, cultivation, harvesting, processing and storage all have certain effects on the quality of Hongqi (Hedysari Radix). It is necessary to clarify and standardize the planting, harvesting and processing technology of Hongqi (Hedysari Radix) in the future to ensure the stability of the quality of the decoction pieces. The above aspects were explored in this article, so as to further improve the quality standard and quality evaluation system of Hongqi (Hedysari Radix) and provide support for the scientific development of Hongqi (Hedysari Radix) industry.

**Keywords:** Hongqi (Hedysari Radix); influencing factors of quality; validity; security

红芪为豆科植物多序岩黄芪 *Hedysarum polybotrys* Hand. - Mazz. 的干燥根,是甘肃道地药材之一,具有补气升阳,固表止汗,利水消肿等功效,用于气虚乏力,食少便溏,中气下陷<sup>[1]</sup>。现代药理研究表明,红芪具有抗肿瘤、抗炎、免疫调节、抗氧化、机体保护及防治糖尿病并发症等多种作用<sup>[2]</sup>,是红芪口服液、扶正解毒颗粒、复方红芪颗粒等<sup>[3]</sup>产品的重要原料,由于种质、产地、栽培、采收、加工、贮藏等因素造成红芪质量参差不齐,严重影响了临床疗效及红芪产业发展。

近年来,有关红芪的研究不断深入,已有学者对红芪的化学成分、药理作用、质量控制等进行了研究<sup>[4-5]</sup>,鉴于此,本文

**基金项目:**国家自然科学基金地区科学基金项目(82160730);国家自然科学基金青年科学基金项目(82104345);甘肃省教育厅双一流重大科研项目(GSSYLM-05);甘肃省科技厅重点研发计划项目(21YF5FA133)

**作者简介:**谭雪艳(1997-),女,辽宁朝阳人,硕士在读,研究方向:中药鉴定与品质评价。

**通讯作者:**李成义(1964-),男,甘肃天水人,教授,博士研究生导师,学士,研究方向:中药鉴定与品质评价。E-mail: gslchengyi@163.com。

首次对传统和现代红芪品质评价及影响因素进行系统总结,以期进一步完善红芪质量标准和红芪品质评价体系,为红芪产业的科学发展提供支撑。

### 1 传统红芪品质评价

红芪始载于《本草经集注》<sup>[6]</sup>,南北朝时期红芪作为黄芪品种之一,临床上与黄芪通用<sup>[7]</sup>。南北朝时期通过性状观察及口感来评价品质优劣,指出甘肃陇西一带所产品质最佳<sup>[8]</sup>;唐代从叶、花等角度描述形态特征,认为红芪叶多似羊齿、蒺藜、花黄,并指出原州所产品质最佳;五代将品质、产地进行划分,赤水着品质稍次于黄耆;此后宋代开展了全国性的中药资源普查行动,因此对原植物形态有了更详细的描述,认为质地柔韧如绵者为上品;元代认为优质黄芪的形状特征应为“折之如绵,皮黄褐色,肉中白色”,此观点至今仍具有较高参考价值。而明代则认为具“紧实如箭杆”“味甘”“肉白心黄”等性状的黄芪质佳;清代主流医家沿袭了明代的观点。详见表1。

### 2 现代红芪品质评价

#### 2.1 红芪的化学成分评价

红芪含有多种化学成分,红芪多糖类、黄酮类为其主要化

表1 红芪历代品质评价

年代	品质评价	出处
南北	第一出陇西、洮阳,色黄白甜美,今亦难得。次用黑水宕昌者,色白肌理粗,新者亦甘而温补,又有蚕陵白水者,色理胜蜀中者而冷补,又有赤色者,可作膏贴用,消痈肿,世方多用,道家不须	《本草经集注》
唐	此物叶似羊齿,或如蒺藜,独茎或作丛生	《新修本草》
唐	虚而客熟,用白水黄耆;虚而客冷,用陇西黄耆	《本草拾遗》
唐	出原州、华原谷子山,花黄	《四声本草》
五代	叶似羊齿草,独茎,枝扶疏,紫花,根如甘草,皮黄肉白,长二三尺许。今原州者好,宜州、宁州亦佳	《蜀本草》
五代	白水耆凉无毒,排脓治血,及烦闷热毒骨蒸劳,赤水耆凉无毒,治血退热毒,余功并同,木耆凉无毒,治烦排脓之力,微于黄耆	《日华子本草》
宋	今河东(今山西境内黄河以东者)陕西州郡多有之、根长二三尺已来,独茎,作丛生,枝杆去地三四寸。其叶扶疏作羊齿状,又如蒺藜苗。七八月开黄紫花,其实作荚子长寸许,八月采根,其皮折之如绵,谓之绵芪	《本草图经》
宋	黄耆本出绵上为良,故名绵黄耆	《本草别说》
元	折之如绵,皮黄褐色,肉中白色	《汤液本草》
明	以长二三尺,紧实如箭干者为良,多歧者劣	《本草原始》
明	黄耆处处有之,以紧实如箭杆者为良	《救荒本草》
明	软如绵,直而细,中有菊心,味甘者良	《炮炙大法》
明	单股不歧,直如箭干,皮色褐润,肉白心黄,折柔软类绵,嚼甘甜近蜜	《本草蒙筌》
明	黄耆叶似槐叶而微小,又似蒺藜叶而微阔大,青白色。开黄紫花,大如槐花。结小尖角,长寸许。根长二三尺,以紧实如箭竿者为良。嫩苗亦可食,其子收之十月下种,如种菜法亦可	《本草纲目》
清	紧实若箭杆,皮色黄褐,折之柔韧如绵,肉理中黄外白,嚼之甘美可口	《本草述校注》
清	皮黄肉白,坚实者良	《本草备要·草部》
清	肥润而软者良,坚细而枯者,食之令人胸满	《本经逢原》

学成分。化学成分的定性、定量分析可评价中药质量。有学者从红芪功效、药性、临床疗效等方面推测红芪多糖、毛蕊异黄酮、毛蕊异黄酮苷、芒柄花素、芒柄花苷、美迪紫檀素、 $\gamma$ -氨基丁酸等成分可作为其 Q-Marker,以上成分是红芪发挥药效的物质基础,可为评价红芪有效性提供一定的参考依据。

高效液相色谱法(High performance liquid chromatography, HPLC)是检测红芪中黄酮类成分最普遍和最常用的方法(表2)。这种方法可靠、简单、准确。“一测多评法”可用于红芪更全面的质量控制。杨秀娟等<sup>[9]</sup>采用了 HPLC 建立了红芪中芒柄花苷、金雀异黄酮、毛蕊异黄酮、芒柄花素 4 种黄酮类成分的一测多评法,可为深入开发利用红芪资源提供科学依据。此外,指纹图谱技术也被用于红芪的质量评价,有学者通过 HPLC 测定红芪及其炮制品中的芒柄花素和毛蕊异黄酮含量,可对红芪与其炮制品做鉴别和质量控制。多位学者建立了红芪的 HPLC 指纹图谱,用于红芪药材及其炮制品的质量控制<sup>[10-13]</sup>,研究显示红芪与炙红芪指纹图谱存在共有色谱峰峰面积及数量上的差异,可以采用此方法对两者进行质量控制和鉴别<sup>[14]</sup>。用 HPLC 法也可以测定红芪药材中红芪多糖的含量<sup>[15]</sup>。但是 HPLC 是否可以代替紫外分光光度法(Ultraviolet and visible spectrophotometry, UV)广泛应用于多糖含量的测定,还有待进一步研究<sup>[16]</sup>。

紫外分光光度法是红芪中检测总黄酮常见的含量测定方法,具有测定成本低、易操作等特点。如叶菊等<sup>[17]</sup>采用紫外分光光度法测定了红芪不同连作年限和不同作物茬口的黄酮含量,表明红芪具有较强的忌连作性。多位学者亦采用该法对红芪或与其相关产品中的总黄酮含量进行了测定<sup>[18-19]</sup>。研究显示武都地区红芪总黄酮含量最高<sup>[20]</sup>。

此外,该法也是测量红芪多糖含量的常用方法,有关研究显示相对于测量溶液萘酚-硫酸,苯酚-硫酸测得红芪多糖的结果更加准确<sup>[21]</sup>。燕玉奎等<sup>[22]</sup>以该法测定红芪不同提取部位中多糖、总皂苷及总黄酮的含量,表明不同提取部位红芪多

糖含量不同,简单易行、结果可靠。因此,紫外分光光度法可作为红芪多糖含量测定首选方法。

比色法亦被用于红芪质量评价,是通过比较或测量有色溶液颜色深度来确定待测组分含量的方法。该法是测量红芪多糖含量常用方法,主要包括苯酚-硫酸法和硫酸-萘酚法。研究发现<sup>[23]</sup>硫酸-萘酚法可测定溶液中所有的碳水化合物,会导致测量的多糖含量高于实际值,而用苯酚-硫酸法测定多糖误差较小,结果准确<sup>[24]</sup>。有学者<sup>[25]</sup>用苯酚-硫酸比色法分析红芪及黄芪药材中多糖含量,该法测得的红芪多糖含量高于黄芪。因此,二者不适合替代使用。

此外,此方法可以用来测定总黄酮含量<sup>[26]</sup>,叶迎等<sup>[27]</sup>采用了紫外分光光度法和比色法[6种显色剂:NaNO<sub>2</sub>-Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-NaOH、Mg(Ac)<sub>2</sub>-NaOH、AlCl<sub>3</sub>、磷钼酸、盐酸-镁粉]测定甘肃黄芪和红芪药材中总黄酮含量,表明红芪黄酮类化学成分可用比色法测出,但与比色法相比,紫外分光光度法更适用于两者总黄酮含量的测定。

魏舒畅等<sup>[28]</sup>采用改良差示酚磺法,建立了红芪多糖的定量测定方法,提高含量测定准确性,可为多糖含量测定提供了参考。

## 2.2 红芪的药理作用评价

红芪常见的药理作用为抗氧化、免疫调节、抗炎、抗肿瘤、防治糖尿病等<sup>[29-30]</sup>,红芪水提液能显著提高衰老小鼠脑组织 SOD 活性,显著降低 MDA 含量,且抗衰老作用略强于黄芪<sup>[31]</sup>,其抗衰老机制可能与抵抗氧化应激,抑制细胞凋亡相关<sup>[32]</sup>。红芪水提物某些免疫调节作用要优于黄芪<sup>[33]</sup>,淋巴细胞增殖力、NK 细胞活性和促进细胞因子 IL-2 和 IL-4 的分泌能力均高于黄芪。基于脾气虚大鼠模型进行炙红芪与炙黄芪对比研究,发现炙红芪免疫调节能力、消化吸收能力均明显优于炙黄芪<sup>[34]</sup>,此外,红芪清除自由基活性,治疗化学性肝损伤等作用均强于黄芪<sup>[35]</sup>,显示红芪作为黄芪的替代品具有一定的优越性<sup>[36]</sup>。

表2 红芪评价方法

测定指标性成分	常见评价方法	特点	药理作用	备注
黄酮类成分	高效液相色谱法	检测红芪中黄酮类成分最普遍和最常用的方法,这种方法可靠、简单、准确	具抗肿瘤、抗氧化、改善肺纤维化、抗骨质疏松、降低骨骼肌损伤等作用	[9]
	紫外分光光度法	红芪中检测总黄酮常见的含量测定方法,具有测定成本低、易操作等特点		[17]
	比色法	可以用来测定总黄酮含量,稳定性和选择性都较差,所需仪器的灵敏度高		[23]
红芪多糖	高效液相色谱法	检测红芪多糖重现性好,稳定,分析速度快	具免疫调节、抗氧化、	[15]
	紫外分光光度法	紫外分光光度法可作为红芪多糖含量测定首选方法	抗炎、抗肿瘤、机体保护、防治糖尿病等作用	[22]
	比色法	测量红芪多糖含量常用方法,简单易行、快速、经济,主要包括苯酚-硫酸法和硫酸-萘酚法		[25]
	改良差示酚磺法	提高含量测定准确性,可为红芪多糖含量测定提供参考		[28]

### 2.3 红芪的安全性评价

有学者通过体外试验、体内体细胞及生殖细胞染色体试验、致畸试验、亚慢性毒理学评价等对红芪提取物进行综合评估,结果未见致突变等遗传毒性作用,无致畸作用,且90 d喂养实验,未观察到大鼠具有危害作用<sup>[37]</sup>,因此,红芪药材中的不安全因素大多是由外源性有害物质带来的,主要有重金属、农残与二氧化硫等。外源性物质是影响红芪安全性的重要因素,但目前《中华人民共和国药典》尚未规定有关指标的检测限量,应进一步加强红芪饮片质量标准研究,并完善优质种植基地和中药材溯源体系建设。

**2.3.1 重金属及有害元素** 红芪药材现以栽培为主,污水灌溉和农药化肥等外界因素会导致红芪药材具有一定的重金属与有害元素,如铅(Pb)、镉(Cd)、砷(As)、汞(Hg)、铜(Cu)等。甘肃省陇南市为红芪主产地,研究表明陇南市部分地区土壤已受到个别重金属元素的影响<sup>[38-39]</sup>,但中药材种植基地土样的重金属含量在质量标准范围之内,适宜中药材种植<sup>[40]</sup>。《中华人民共和国药典》未对红芪进行限量规定。

此外,王庆等<sup>[41]</sup>采用微波消解-电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)法对红芪中5种重金属(Cu、Cd、Pb、As、Hg)含量进行测定,结果显示5种重金属含量分别为11.73 μg·g<sup>-1</sup>、1.38 μg·g<sup>-1</sup>、0.62 μg·g<sup>-1</sup>、0.17 μg·g<sup>-1</sup>、0.05 μg·g<sup>-1</sup>,含量均低于现行《中华人民共和国药典》规定的安全限度,此方法简便、快速、准确、灵敏度高。欧阳晓玫等<sup>[42]</sup>采用石墨炉原子吸收法测定了红芪中As、Cd、Pb、Cu的含量,冷原子吸收法测定Hg含量进行测定。研究表明Pb、Cu、As的残留量均符合规定,部分红芪样品Cd、Hg的残留量,超出规定限度。因此,需明确红芪重金属残留进行限量标准,严防中药红芪重金属超标。以上这些研究方法为红芪安全性评价奠定基础。

**2.3.2 农药残留** 化学农药是中药材种植过程中防治病虫害的主要措施。《中华人民共和国药典》2020年版,明确规定了对植物类药材进行33种禁用农药残留量检测<sup>[43]</sup>。但相比于欧盟、日本等国家,我国农残涉及品种少<sup>[44]</sup>,红芪不在限量品种之内<sup>[45]</sup>。此外,武都红芪样品经检测,《中华人民共和国药典》(2020版)规定必检的33种农残均在规定的限量以下,有害元素也显著低于《中华人民共和国药典》规定限量,野生红芪中所有农残均未检出<sup>[46]</sup>。

**2.3.3 二氧化硫及霉菌毒素** 硫磺熏蒸是传统的中药材养护方法,可起到快速干燥、治虫防霉、控制水分、改变色泽的作用<sup>[47]</sup>。过度使用硫磺方法,会导致二氧化硫的残留量超标和有效成分的破坏<sup>[49-50]</sup>。体内蓄积二氧化硫会产生亚硫酸钠,

能损害呼吸、神经、心血管和生殖系统<sup>[51-52]</sup>,会增加患哮喘、慢性肺病的风险<sup>[53]</sup>。中药材在未及时干燥的情况下,极易霉变,产生毒性较强的黄曲霉素等真菌毒素,可致癌、致畸、致突变。《中华人民共和国药典》均未对红芪进行限量规定。

### 3 影响红芪品质的因素

#### 3.1 种质因素

优良的种质资源对药材的质量有决定性的影响。有关学者研究表明,种苗等级对于药材的产量或质量具有一定影响,如党参<sup>[54]</sup>、知母<sup>[55]</sup>、甘草<sup>[56]</sup>、广藜香<sup>[57]</sup>等。中药材不同等级种苗的产量和质量存在差异,种苗等级的划分对于合理利用资源、促进规范化生产会起到一定程度的促进作用。红芪种苗应选择Ⅱ级(一等苗)和Ⅲ级(二等苗)种苗,同时红芪药材也应该考虑Ⅰ级(大货)种苗<sup>[58]</sup>。因此,红芪在栽培时选择高质量的种苗可提升红芪药材的品质。

#### 3.2 产地因素

红芪主要分布在甘肃陇南、定西地区,不同产地土壤及气候的差异是造成红芪活性成分含量差别的重要因素。研究表明,不同产区红芪的总黄酮、总多糖、总皂苷及9种元素含量存在一定差异,武都地区产红芪质量优于渭源、漳县、宕昌<sup>[59]</sup>,武山、甘谷、岷县总黄酮含量高于礼县,而礼县、渭源栽培红芪中总多糖含量高于岷县<sup>[18]</sup>,此外,不同产地的红芪中红芪多糖结构以及氨基酸含量也存在差异<sup>[60-61]</sup>。红芪的道地产区为陇南武都,以“米仓红芪”享誉全国。分析其道地性成因,发现适宜的自然环境、优良的种质、独特的产地采收与加工、历史文化等都是形成道地药材的重要因素。研究发现,武都产红芪中阿魏酸、异阿魏酸、香草酸、芒柄花苷、毛蕊异黄酮<sup>[62]</sup>、毛蕊异黄酮的含量要优于其他产地<sup>[63]</sup>。基于12种微量元素分析<sup>[64]</sup>,部分定西产区样品质量较优,推测红芪可能存在由武都、宕昌向迁移产区定西迁移规律。因此,产地是影响红芪品质的重要因素。

#### 3.3 栽培因素

**3.3.1 栽培方法** 道地产区陇南武都栽培方法为直播和育苗移栽,武都米仓地区多采用育苗移栽方式<sup>[65]</sup>。研究显示,黑膜覆盖侧沟栽是红芪高产栽培的最佳方式,在此栽培方式下红芪产量较露地平栽增产56.46%<sup>[66]</sup>。红芪剪茎可促使侧枝萌发,提高光合效率,促进植物根系的迅速膨大,从而能显著地提高红芪产量和质量<sup>[67-68]</sup>。红芪留茎高度在50 cm左右时<sup>[69]</sup>,可达到提高红芪多糖、总黄酮等有效成分含量以及产量的效果。武都红芪栽培最佳打顶时间为5月上旬及以前,主茎株高预留30~40 cm,可有效提高药材根的产量和质量<sup>[70]</sup>。不同栽培方

法可导致红芪化学成分和产量的不同,因此,需考虑相关因素进行实际栽培。

**3.3.2 外施肥料** 红芪生长过程中,施肥能够提高地上部分多糖和地下部分总黄酮的含量,增加地下部分在生长中后期的多糖积累,提高收获期红芪药材的质量和产量<sup>[71]</sup>。坡缕石配施可对红芪吸氮的产生促进效果,提高红芪质量<sup>[72]</sup>。土壤及药材中无机元素与质量具有相关性,外施一定浓度的钾、钙、镁、锌元素可提高红芪药材的品质。外施适量钾盐有利于红芪药材生长和异黄酮类成分的积累<sup>[73]</sup>。外施一定水平的钙可提高无机元素及异黄酮成分含量<sup>[74]</sup>。外施无机锌盐溶液能够促进生长期红芪不同部位的无机元素累积<sup>[75]</sup>。全钾、全氮、速效磷含量高的土壤有利于红芪中毛蕊异黄酮与芒柄花素成分的累积<sup>[76]</sup>。此外,有机栽培模式(以有机肥料为主,按牛粪、羊粪、猪粪、驴粪各占25%的比例混合腐熟)也可提高红芪多糖含量,高于不施肥处理11.77%<sup>[77]</sup>。有机肥料的使用,会使土壤变得柔软、疏松,对于植物的根部生态环境也将起到积极的调节作用。陈士林等提出中药材施肥应以有机肥为基础,根据作物种类及生长阶段等信息,结合土壤供肥能力和肥料效率,将大量元素与微量元素进行配比,建立相应的无公害施肥技术<sup>[78]</sup>。综上,不同微量元素及土壤条件,可导致红芪化学成分和产量等的不同,实际生产中,需综合考虑相关因素。

#### 3.4 加工方式

产地加工是影响红芪品质的重要因素之一,不同的加工方法会导致红芪品质产生差异。目前有关红芪产地加工对品质的影响,主要集中在干燥和搓条两个方式。

**3.4.1 干燥** 干燥是保证红芪药材质量的重要环节,干燥的方法、温度、时间等会对中药材的质量、色泽和有效成分的含量产生影响<sup>[79]</sup>。产地采挖红芪后割去地上部分残留茎基,抖净泥土,拣去病根,晾晒至半干后扎捆。自然干燥操作简单,凭借自然条件就能达到干燥药材的目的,是产地初加工时最重要的干燥方法。但此方法耗时较长,长期暴露在阳光下会影响红芪颜色及质量。因此,探究红芪产地新型干燥方法,对红芪生产加工标准化、把控红芪品质具有深远意义。

**3.4.2 搓条** 搓条处理,可避免干燥过程中发生皮肉分离或

空枯的现象,起到使根油润、饱满、坚实或柔软的作用。常见于党参<sup>[80]</sup>、黄芪<sup>[81]</sup>等根类药材。中国红芪之乡武都等道地产区具有特色的产地加工方法,将捆成小把的红芪在鲜皮柔软时进行搓条2~3次,使其皮肉紧贴,条直,边晒边搓,晚上堆积发汗,直至全干。比较红芪搓条与未搓条样品结果显示,在性状特征、一级纹理及皮孔、淀粉粒、木栓细胞、指纹图谱相似度、芒柄花素含量等方面存在一定的差异性,且红芪搓条后增加了芒柄花素的含量<sup>[82]</sup>。因此,揉搓处理可对红芪品质产生影响。

#### 3.5 采收时间

红芪的化学成分含量随着生长期改变而发生变化。对不同生长期(7~9月)红芪无机元素动态特征研究显示,无机元素含量与生长期密切相关,可作为红芪采收期确定的指标之一<sup>[83]</sup>。基于对不同时段红芪各成分的含量和产量的综合分析,得出了与红芪传统采收期相一致的结论,即红芪最佳采收期为10月中下旬。以不同生长年限红芪为研究对象发现,1年生、2年生红芪异黄酮类成分含量相当<sup>[84]</sup>。4年生、3年生红芪比8年生、6年生无机元素含量高<sup>[85]</sup>,生长1年或2年的红芪活性成分中浸出物质量较佳。比较分析生长年限(1~4年)和主要功效成分含量,发现红芪生长年限应以3年为宜<sup>[86]</sup>。因此,红芪采收期的选择,影响红芪中多成分的含量。

#### 3.6 贮藏

中药贮藏的空气、温度、湿度、光线等均能引起中药品质变化<sup>[87]</sup>。目前,未见贮藏方式影响红芪质量的相关报道。红芪药材贮藏环境应通风良好、避光干燥,避免虫蛀、发霉等情况发生。

#### 3.7 商品规格

《中华人民共和国药典》中记载的红芪饮片规格为红芪与炙红芪。经除杂、分拣、洗净、润透、切厚片后干燥得红芪饮片;将红芪饮片加入炼蜜拌匀、闷润、文火炒至不粘手取出放凉得炙红芪饮片<sup>[1]</sup>。研究显示两种规格化学成分差异显著,炙红芪中毛蕊异黄酮和芒柄花素含量高于红芪,蜜炙后红芪可能产生新成分<sup>[88]</sup>。改善大鼠脾虚证、提高脾虚大鼠免疫功能的作用强于红芪<sup>[89-90]</sup>。

道地产区: 陇南武都, 以“米仓红芪”享誉全国



图1 优质红芪产生进程要素

## 4 结论与展望

红芪药用价值突出,其品质直接影响到临床用药的安全性和有效性。虽然已有学者对红芪化学成分进行了多种方式的测定和研究,为红芪的质量控制和鉴别提供了重要的依据,但是《中华人民共和国药典》尚未规定红芪外源性物质的检测限量,例如重金属与有害元素、农药残留、二氧化硫及霉菌毒素等均对红芪品质有一定影响,应对这些物质进行检测限量的具体规范,促进红芪产业高质量发展。此外,种质、产地、栽培、采收、加工、贮藏等方面均对红芪品质有一定影响(见图1)。基于以上分析研究,未来应当进一步加强对红芪质量标准的研究,完善质量控制体系。其次,应当明确红芪外源性物质有关指标的检测限量,为红芪的临床实际应用提供安全保障。在红芪种质资源挑选时应选择高等级的种苗以提升红芪的品质。同时,明确和规范红芪的种植、采收以及加工技术,保证饮片质量的稳定性,不断探索和健全红芪质量标准 and 红芪品质评价体系,为红芪产业的科学发展提供支撑。

## 参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2020:47-48.

[2] 贾妙婷,李成义,强正泽,等. 红芪有效成分抗肿瘤作用及机制研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志,2023,29(21):213-219.

[3] 何军刚,李成义. 中药材红芪开发潜在优势分析及策略[J]. 中兽医医药杂志,2020,39(2):29-32.

[4] 冯慧敏,李成义,李玥,等. 红芪临床应用研究新进展[J]. 中华中医药学刊,2022,40(6):61-65.

[5] 冯慧敏,李成义,何军刚,等. 红芪化学成分和药理作用研究进展及质量标志物(Q-Marker)的预测分析[J]. 中草药,2021,52(9):2831-2842.

[6] 宋沁洁,杨新荣,李国峰,等. 红芪炮制研究新进展[J]. 中华中医药学刊,2022,40(8):28-31.

[7] 李俊岳,强正泽,李成义. 红芪的本草考证[J]. 中国药房,2015,26(34):4860-4862.

[8] 赵佳琛,王艺涵,金艳,等. 经典名方中黄芪的本草考证[J]. 中国实验方剂学杂志,2022,28(10):337-346.

[9] 杨秀娟,邵晶,杨志军,等. 基于一测多评法测定甘肃红芪中4种黄酮类成分[J]. 中国中医药信息杂志,2017,24(8):66-69.

[10] 李硕,俱蓉,杨秀娟,等. 红芪精准煮散饮片 HPLC 指纹图谱建立及3种指标成分测定[J]. 中草药,2022,53(16):5020-5025.

[11] 杨秀娟,李硕,杨志军,等. 甘肃不同产地红芪的 HPLC 指纹图谱及化学模式识别[J]. 中华中医药杂志,2018,33(7):3070-3073.

[12] 叶迎,王瑞海,包强,等. 甘肃一、二年生红芪与黄芪黄酮类成分指纹图谱分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(3):83-89.

[13] 李越峰,牛江涛,曹瑞,等. 不同干燥工艺对红芪中红芪多糖含量的影响研究[J]. 时珍国医国药,2019,30(1):92-94.

[14] 李越峰,牛江涛,曹瑞,等. 甘肃道地药材红芪与炙红芪指纹图谱对比研究[J]. 中国医院药学杂志,2019,39(16):1634-1638.

[15] 李冰,封士兰,刘小花,等. HPLC 测定红芪药材中红芪多糖的含量[J]. 中成药,2008,30(5):716-718.

[16] 刘善茹,李成义,刘书斌,等. 红芪多糖提取、分离纯化及药理作用研究进展[J]. 食品安全质量检测学报,2023,14(1):261-269.

[17] 叶菊,孙立卿,林鹏程,等. 不同茬口对红芪产量和品质的影响[J]. 中华中医药杂志,2017,32(6):2655-2658.

[18] 杨秀娟,杨志军,牛鹏贤,等. 甘肃不同产地红芪中总黄酮及总多糖含量测定研究[J]. 中国中医药信息杂志,2018,25(2):79-82.

[19] 程晨. 复方红芪促睡眠颗粒的制剂工艺研究[D]. 兰州:甘肃中医药大学,2018.

[20] 包强,刘丽梅,王瑞海,等. 甘肃不同产地黄芪和红芪药材中总黄酮含量对比研究[J]. 中药材,2016,39(10):2281-2284.

[21] 欧阳亦华,颜剑. 红芪多糖含量测定方法研究[J]. 中国中医药现代远程教育,2013,11(20):149-151.

[22] 燕玉奎,郭政,邵晶,等. 红芪及其不同提取部位中主要活性成分的含量测定[J]. 中兽医医药杂志,2020,39(1):20-23.

[23] 万晓莹,刘振丽,宋志前,等. 中药多糖含量测定方法研究[J]. 中国中医基础医学杂志,2021,27(7):1175-1178.

[24] 李欢欢,李莎莎,海力茜·陶尔大洪. 响应面法优选新疆红芪多糖提取工艺[J]. 食品与发酵科技,2020,56(2):45-49,63.

[25] 王瑞海,叶迎,许京,等. 甘肃红芪和黄芪总多糖含量测定对比[J]. 中国实验方剂学杂志,2017,23(22):77-83.

[26] 程卫东,王永炎,蒿海明,等. 施肥对栽培红芪中多糖和总黄酮含量影响研究[J]. 中药材,2010,33(6):847-850.

[27] 叶迎,包强,王瑞海,等. 甘肃黄芪和红芪总黄酮含量对比测定方法探索研究[J]. 中国中医药信息杂志,2016,23(9):99-105.

[28] 魏舒畅,王继龙,李昶,等. 改良差示酚磺法测定红芪粗多糖的方法研究[J]. 中成药,2013,35(3):634-636.

[29] JING Z, LONG Z, BIN Z, et al. Salvia miltiorrhiza bunge exerts anti-oxidative effects through inhibiting KLF10 expression in vascular smooth muscle cells exposed to high glucose[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2020, 262:113208.

[30] 赵昱波,陈俊,许浚,等. 红芪的化学成分及抗肿瘤作用研究进展[J]. 中草药,2015,46(22):3434-3440.

[31] 耿广琴,刘坤,夏光萍,等. 黄芪与红芪提取物对衰老模型小鼠脑组织抗氧化能力和海马结构功能的影响[J]. 中国现代应用药学,2017,34(4):500-504.

[32] 史生辉,董得喜,李生有,等. 红芪多糖与黄芪多糖对大鼠抗衰老作用的比较研究[J]. 中国现代应用药学,2019,36(16):2024-2028.

[33] 胡燕,程卫东,刘欣,等. 红芪和黄芪水提物对小鼠免疫功能影响的差异[J]. 北京中医药大学学报,2011,34(9):623-626.

[34] 张育贵,张淑娟,牛江涛,等. 炙黄芪和炙红芪干预脾虚大鼠的药效比较研究[J]. 中国中药杂志,2021,46(21):5641-5649.

[35] 牛江涛,曹瑞,司昕蕾,等. 红芪与黄芪免疫调节和抗氧化作用对比研究进展[J]. 中华中医药学刊,2021,39(4):21-23.

[36] 贾妙婷,强正泽,李波,等. 培育中药材红芪大品种的潜在优势分析[J]. 亚太传统医药,2020,16(5):164-167.

[37] 胡萍,魏琳琳,张东城,等. 甘肃红芪提取物的安全性评价[J]. 毒理学杂志,2017,31(2):159-161.

[38] 符永鹏,张武平,刘明延,等. 陇南某水源地周边土壤重金属监测与对策建议[J]. 资源节约与环保,2022(11):29-32,53.

[39] 张瀛,王小平. 甘肃陇南某地农田土壤污染状况评价研究[J]. 甘肃科技,2022,38(14):33-36.

[40] 史久英,李晓蓉,胡梅,等. 陇南市中药材基地土壤重金属含量及评价[J]. 甘肃农业科技,2014(10):29-32.

[41] 王庆,齐喜红,张罡,等. ICP-MS 测定宁夏贺兰山红芪中五种重金属元素的方法学研究[J]. 宁夏医学杂志,2015,37(10):

- 899-901.
- [42] 欧阳晓玫,何英梅,贺军权,等. 甘肃五大宗药材农残及重金属检测[J]. 中医药学报,2005,33(5):26-28.
- [43] 冯红,李金柱,肖践丽,等. 三七药材禁用农药残留的检测研究[J]. 药物分析杂志,2022,42(11):1980-1988.
- [44] 马雯,薛晓利,秦雪梅,等. 中药材农药残留及脱除方法研究进展[J]. 中草药,2018,49(3):745-753.
- [45] 陈黎明,陈洁,张晓丹. 气相色谱-串联质谱法结合 QuEChERS 法快速检测中药中 50 种农药残留[J]. 中草药,2023,54(8):2596-2606.
- [46] 武都红芪:千年的传承[J]. 甘肃农业,2023(2):120-121.
- [47] 康传志,杨婉珍,莫歌,等. 中药材二氧化硫限量标准及残留现状探讨[J]. 中国中药杂志,2018,43(2):242-247.
- [48] 窦亚洁,刘慧,李晓萌,等. 中药中外源性有害物的残留现状及风险评估的研究进展[J]. 中草药,2023,54(2):396-407.
- [49] JANIS Y Z, PING Y, CATHY W B, et al. The sulfur-fumigation reduces chemical composition and biological properties of *Angelica sinensis radix*[J]. *Phytomedicine*,2014,21(11):1318-1324.
- [50] SHAN W, LI J H, JING J Z, et al. Study on the effects of sulfur fumigation on chemical constituents and antioxidant activity of *Chrysanthemum morifolium* cv. Hang-ju[J]. *Phytomedicine*,2014,21(5):773-779.
- [51] FAN B, WANG Y C, LI Z H, et al. Si@Ag@PEI substrate-based SERS sensor for rapid detection of illegally adulterated sulfur dioxide in traditional Chinese medicine [J]. *Talanta*, 2022, 238 (P1):122988.
- [52] GAO Y Y, H F Y, YANG Y, et al. Chronic SO<sub>2</sub> inhalation above environmental standard impairs neuronal behavior and represses glutamate receptor gene expression and memory-related kinase activation via neuroinflammation in rats[J]. *Environmental Research*, 2015,137:85-93.
- [53] RABIEI K, SARRAFZADEGAN N, GHANBARI A, et al. The burden of cardiovascular and respiratory diseases attributed to ambient sulfur dioxide over 26 years[J]. *Journal of Environmental Health Science Engineering*,2020,18(1):267-278.
- [54] 王惠珍,连中学,陆国弟,等. 党参种苗等级与药材产量及质量的关系[J]. 中国中药杂志,2016,41(21):3950-3955.
- [55] 陶明爽,赵晨光,张青青,等. 不同等级种苗对知母药材产量和质量的影响[J]. 时珍国医国药,2020,31(11):2748-2751.
- [56] 侯嘉,闫立本,赵贵亮,等. 甘草种苗等级与植株生物量积累及药材产量和质量的关系[J]. 中药材,2015,38(2):221-226.
- [57] 李嘉惠,胡贞贞,张宏意,等. 广藿香种苗质量分级标准研究[J]. 种子,2018,37(11):124-128.
- [58] 杨少杰,樊良帅,晋小军,等. 甘肃六种大宗药材种苗质量研究[J]. 时珍国医国药,2020,31(12):3007-3009.
- [59] 寇帅,刘小云,李拥军,等. 甘肃不同产地红芪中主要功效成分及有益元素含量的研究[J]. 食品安全质量检测学报,2020,11(4):1141-1144.
- [60] 魏小成,李成义,贾妙婷,等. 红芪多糖药理作用及机制的研究进展[J]. 中草药,2023,54(9):2953-2961.
- [61] 彭涛,张菁菁,张新中,等. 柱后衍生离子交换色谱法分析红芪中氨基酸成分[J]. 中国食品添加剂,2023,34(1):291-299.
- [62] 李成义,王燕,强正泽,等. 甘肃不同产区红芪中指标性成分含量的比较[J]. 中国现代中药,2014,16(10):796-799.
- [63] 焦洁,郑旭,胡萌萌. 不同产地红芪指纹图谱的构建及 6 种活性成分的测定[J]. 中南药学,2023,21(3):796-799.
- [64] 李成义,强正泽,王燕,等. 基于 12 种微量元素评价甘肃不同产区红芪质量[J]. 中国中医药信息杂志,2016,23(6):92-98.
- [65] 李旭,强正泽,罗旭东,等. 影响红芪道地性的社会环境因素分析[J]. 时珍国医国药,2018,29(2):424-426.
- [66] 何淑玲,蔺海明,程卫东. 不同栽培方式对红芪生长发育及产量的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2010,45(4):107-111.
- [67] 何淑玲,马令法,常毓巍. 留茎高度对红芪经济性状、品质和耗水规律的影响[J]. 中兽医医药杂志,2011,30(6):12-15.
- [68] 何淑玲,马令法,常毓巍,等. 留茎高度对红芪生长和产量的影响[J]. 湖南农业科学,2011(15):39-41.
- [69] 马令法. 留茎高度对红芪产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(14):8170,8262.
- [70] 孙连虎. 红芪规范化栽培技术研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2013.
- [71] 程卫东,王永炎,蔺海明,等. 施肥对栽培红芪中多糖和总黄酮含量影响研究[J]. 中药材,2010,33(6):847-850.
- [72] 蔺海明,刘学周,程卫东,等. 红芪氮素吸收和多糖积累规律及施肥响应[J]. 中国生态农业学报,2011,19(4):750-754.
- [73] 贾妙婷,孙天雄,汪莉,等. 外源钾对红芪药材性状及异黄酮类成分的影响[J]. 甘肃中医药大学学报,2021,38(2):1-5.
- [74] 贾妙婷,李成义,强正泽,等. 钙对红芪药材生物量及品质的影响[J]. 时珍国医国药,2023,34(3):688-691.
- [75] 魏小成,李成义,周瑞娟,等. 叶面施肥对红芪及其根际土壤无机元素累积的影响[J]. 中成药,2023,45(5):1722-1729.
- [76] 强正泽,王燕,王明伟,等. 土壤营养成分与红芪中毛蕊异黄酮、芒柄花素量之间的相关性研究[J]. 中草药,2015,46(22):3409-3413.
- [77] 徐艳,陈垣,郭凤霞,等. 施肥量对不同栽培模式下红芪产量和品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2014,49(1):70-73,78.
- [78] 陈士林,董林林,郭巧生,等. 中药材无公害精细栽培体系研究[J]. 中国中药杂志,2018,43(8):1517-1528.
- [79] 辛二旦,张爱霞,牛江涛,等. 根及根茎类药材的干燥方法探究进展[J]. 时珍国医国药,2018,29(8):1965-1967.
- [80] 戴海蓉,李芸,张立军,等. 揉搓加工对党参多糖的影响[J]. 解放军药学学报,2018,34(3):232-235.
- [81] 吴红伟,王临艳,李东辉,等. 黄芪药材产地加工方法探析[J]. 中华中医药杂志,2021,36(8):4543-4546.
- [82] 王燕,强正泽,贾妙婷,等. 基于性状-显微-指纹图谱的红芪搓条与未搓条样品比较研究[J]. 天然产物研究与开发,2023,35(8):1402-1415.
- [83] 贾妙婷,孙天雄,汪莉,等. 不同生长期红芪无机元素动态特征探究[J]. 中成药,2021,43(5):1249-1252.
- [84] 叶迎,王瑞海,柏冬,等. 甘肃不同产地及不同生长年限红芪和黄芪中 4 种异黄酮类成分的含量对比[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(9):52-58.
- [85] 强正泽,李成义,李硕,等. 不同生长年限红芪微量元素特征研究[J]. 中国中医药信息杂志,2016,23(10):87-91.
- [86] 叶菊,蔺海明,程卫东,等. 生长年限及坡向对红芪产量和品质的影响[J]. 草地学报,2013,21(2):288-294.
- [87] 熊素琴,燕娜娜,徐双美,等. 中药贮藏期品质变化及评价指标探讨[J]. 时珍国医国药,2019,30(4):964-966.
- [88] 牛江涛,曹瑞,司昕蕾,等. 基于多元统计分析的红芪蜜炙前后成分差异研究[J]. 中国中医药信息杂志,2021,28(8):93-97.
- [89] 张育贵,张淑娟,牛江涛,等. 炙黄芪和炙红芪干预脾虚大鼠的药效比较研究[J]. 中国中药杂志,2021,46(21):5641-5649.
- [90] 牛江涛,曹瑞,边甜甜,等. 红芪与炙红芪补中益气作用对比及成分差异分析[J]. 中草药,2019,50(13):3107-3112.