

## 甘肃不同产地黄芪药材的活性成分对比研究

杨祎辰<sup>1,2</sup>, 王二欢<sup>2</sup>, 王继强<sup>2</sup>, 马存德<sup>2\*</sup>, 常晖<sup>2</sup>, 靳鹏博<sup>2</sup>

(1. 陕西国际商贸学院, 陕西咸阳 712046; 2. 陕西步长制药有限公司, 陕西西安 710075)

**摘要** [目的]通过测定不同产地黄芪的主要活性成分含量,研究不同成分间的相互关联性。[方法]收集甘肃陇西及周边共7个产地36批次黄芪样品,分别测定总糖、还原糖、总黄酮、毛蕊异黄酮葡萄糖苷、总皂苷和黄芪甲苷6种主要活性成分,对测定数据进行 Pearson 相关性分析并建立回归方程。[结果]36批次黄芪样品的黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量基本符合药典标准。黄芪的主要活性成分间呈现出一定的相关性。其中,还原糖与总糖呈极显著正相关,毛蕊异黄酮葡萄糖苷与总黄酮呈显著正相关,黄芪甲苷与还原糖呈显著负相关。[结论]该研究为进一步探讨甘肃道地药材黄芪与自然生态环境的相关性提供数据支撑和理论依据。

**关键词** 黄芪;道地药材;活性成分;相关分析;不同产地;甘肃

中图分类号 R 282 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)17-0161-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.17.043



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comparative Study of Active Ingredients of *Astragalus membranaceus* from Different Origins in Gansu

YANG Yi-chen<sup>1,2</sup>, WANG Er-huan<sup>2</sup>, WANG Ji-qiang<sup>2</sup> et al (1. Shaanxi Institute of International Trade & Commerce, Xianyang, Shaanxi 712046; 2. Shaanxi Buchang Pharmaceutical Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi 710075)

**Abstract** [Objective] By measuring the content of the main active ingredients of *Astragalus membranaceus* from different origins, the correlation between them was studied. [Method] A total of 36 batches of *Astragalus membranaceus* samples from 7 producing areas in Longxi of Gansu and its surrounding areas were collected, the 6 main active components of total sugar, reducing sugar, total flavonoids, calycosin-7-glucoside, total saponins and astragaloside IV were determined, Pearson correlation analysis of the measured data was performed and the regression equation was established. [Result] The contents of astragaloside IV and calycosin-7-glucoside in 36 batches of *Astragalus membranaceus* samples met the pharmacopoeia standards. The main active components of *Astragalus membranaceus* showed a certain correlation. Among them, reducing sugars had a very significant positive correlation with total sugars, calycosin-7-glucoside had a significant positive correlation with total flavonoids, and astragaloside IV had a significant negative correlation with reducing sugars. [Conclusion] This research provides data support and theoretical basis for further exploring the correlation between the authentic medicinal material *Astragalus membranaceus* in Gansu and the natural ecological environment.

**Key words** *Astragalus membranaceus*; Famous-region drug; Active ingredients; Correlation analysis; Different origins; Gansu

黄芪,亦作“黄耆”,始载于《神农本草经》。李时珍释其名曰:“耆,长也,黄耆色黄,为补药之长,故名”。黄芪资源分布广,种植历史悠久,当前,甘肃为我国黄芪主产区之一。陶弘景言“虚而冷,用陇西黄芪”,可见陇西产黄芪自古得名<sup>[1]</sup>。陇西县位于甘肃省东南部,渭河上游,海拔1 612~2 778 m,为典型的黄土梁峁与河谷地形,四季分明,日照充足,气候温和,其气候特点与黄芪生长发育规律相吻合。因而素有“千年药乡”之称,享有“西北药都”“中国黄芪之乡”等盛誉,陇西黄芪为国家地理标志产品,陇西亦为黄芪的道地产区之一。道地药材,指经过中医临床长期应用优选出来的,产在特定地域,与其他地区所产同种中药材相比,品质和疗效更好,且质量稳定,具有较高知名度的中药材<sup>[2]</sup>。我国土地辽阔,地形错综复杂,气候条件多种多样。不同地区的地形、土壤、气候等条件,形成了不同的道地药材。独特的环境下,物种形成了自己的品质与生长、繁衍习性。作为根茎类入药的耐旱植物,黄芪生长进程中初生及次生代谢强度与其生态环境有密切关系<sup>[3]</sup>。从动态发展的角度看,植物与环境的关系就是植物对环境的适应与进化的过程,植物的次生代谢比初

生代谢“记录”了更多的环境信息。植物次生代谢生态学关于次生代谢过程与环境关系的探索和阐明,有助于传统中药药源植物的标准化种植<sup>[4]</sup>。因此,该研究以陇西及周边所产黄芪药材作为研究对象,通过测定初生及次生代谢产物含量,并对主要活性成分进行统计学分析<sup>[3]</sup>,为进一步探讨甘肃道地药材黄芪与自然生态环境的相关性提供数据支撑和理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 供试材料** 于2020年10—11月产新期,前往甘肃省陇西县、岷县、渭源县、漳县、宕昌县、临潭县和民乐县7个产地,共采集黄芪药材样品36个批次(表1)。经陕西步长制药有限公司副主任药师马存德鉴定均为豆科植物蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongolicus* (Bge.) Hsiao。

**1.2 主要仪器和试剂** 岛津液相色谱仪 LC-2030 Plus(日本 SHIMADZU 公司);紫外分光光度计 TU-1810(北京普析通用仪器有限公司);数显恒温水浴锅 HH-21-6(上海助蓝仪器科技有限公司);TE124S 分析天平(德国 Sartorius 公司);HC-3018R 高速冷冻离心机(安徽中科中佳科学仪器有限公司);电热恒温鼓风干燥箱(上海琅环实验设备有限公司);芦丁对照品 PCS0724-1、毛蕊异黄酮葡萄糖苷 PCS0460、黄芪总皂苷对照品 PCS1431(成都植化纯生物技术有限公司);乙腈、甲醇(色谱纯,德国 MERCK 公司);葡萄

**基金项目** 国家重点研发计划——中医药现代化研究重点专项(2017-YFC1700702);2019年医疗服务与保障能力提升补助资金(财社[2019]39号)。

**作者简介** 杨祎辰(1990—),男,陕西华阴人,主管中药师,硕士,从事药用植物资源与利用研究。\*通信作者,副主任药师,从事中药标准化栽培与管理、中药资源及鉴定研究。

**收稿日期** 2021-02-20

糖、无水乙醇、冰乙酸、蒽酮、亚硝酸钠、硝酸铝(分析纯 AR, 国药集团化学试剂有限公司);浓硫酸(分析纯 AR, 永飞化学试剂有限公司);香草醛(分析纯 AR, 上海展云化工有限公司)。

表1 36批次黄芪药材样品

Table 1 36 batches of *Astragalus membranaceus* medicinal materials samples

批次 Batch	产地 Origin	批次 Batch	产地 Origin
1	陇西县碧岩镇	19	岷县中寨镇
2	陇西县菜子镇	20	渭源县北寨镇
3	陇西县首阳镇	21	渭源县会川镇
4	陇西县双泉乡	22	渭源县莲峰镇
5	陇西县文峰镇	23	渭源县路园镇
6	岷县茶埠镇	24	渭源县锹峪乡
7	岷县闫井镇	25	渭源县清源镇
8	岷县麻子川乡	26	漳县大草滩乡
9	岷县梅川镇	27	漳县金钟镇
10	岷县秦许乡	28	漳县三岔乡
11	岷县清水镇	29	漳县武阳镇
12	岷县申都乡	30	漳县殪虎桥镇
13	岷县十里镇	31	宕昌县八力乡
14	岷县寺沟乡	32	宕昌县理川镇
15	岷县锁龙乡	33	宕昌县木耳乡
16	岷县滩新乡	34	宕昌县庞家乡
17	岷县西江镇	35	临潭县王旗乡
18	岷县西寨镇	36	临洮县洮阳镇

### 1.3 方法

#### 1.3.1 总糖和还原糖含量的测定。

**1.3.1.1 提取。**称取黄芪干燥粉末(过50目筛)0.5 g于10 mL离心管中,加入5 mL 80%乙醇,80℃水浴30 min。冷却至室温后6 000 r/min下离心10 min,上清液转入25 mL容量瓶;再向沉淀中加入5 mL 80%乙醇,如上法重复浸提2次,将上清液合并于25 mL容量瓶并定容。该提取液用于测定还原糖和可溶性糖。

**1.3.1.2 测定。**以葡萄糖为对照品,参照高俊凤《植物生理学实验指导》<sup>[5]</sup>的方法进行,还原糖采用DNS法,总糖采用蒽酮硫酸比色法。

#### 1.3.2 总黄酮和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量的测定。

**1.3.2.1 提取。**称取黄芪干燥粉末(过50目筛)0.2 g于5 mL离心管中,加入3 mL 60%乙醇,超声提取30 min(重复2次),定容,取2 mL提取液待测。

**1.3.2.2 测定。**以芦丁为对照品,参考梁欣格等<sup>[6]</sup>的方法进行测定。毛蕊异黄酮葡萄糖苷按《中华人民共和国药典》<sup>[7]</sup>(以下简称《药典》)黄芪项下“含量测定”进行提取制备并参照高效液相色谱法(通则0512)测定。

**1.3.3 总皂苷和黄芪甲苷含量的测定。**参照《药典》黄芪项下黄芪甲苷的供试品溶液的制备进行提取。分别以黄芪总皂苷、黄芪甲苷为对照品,采用香草醛-冰醋酸法进行测定。

**1.4 数据统计分析** 采用Microsoft Excel 2016整理数据和作图,运用SPSS 19.0进行Pearson相关分析。

## 2 结果与分析

**2.1 总糖和还原糖含量** 总糖包括还原糖和非还原糖,为黄芪的初生代谢产物,黄芪多糖亦是黄芪重要的药效成分。孔瑞岗等<sup>[8]</sup>利用紫外分光光度法测定甘肃、陕西、内蒙古和河北4个产地不同生长年限的黄芪中黄芪总糖含量,结果表明,同产地2年生黄芪的总糖含量高于多年生老芪,其中甘肃产2年生黄芪总糖含量最高,为19.3%。田源红等<sup>[9]</sup>对黄芪不同炮制品中的糖含量进行对比,研究结果显示还原糖含量由高到低依次为生黄芪、米制黄芪、酒制黄芪、盐制黄芪、炒制黄芪、盐麸制黄芪。可见,总糖、还原糖含量与黄芪的产地、年限以及炮制方法等因素有较大的关联。从图1可以看出,该研究收集到的36批次黄芪样品中,总糖含量为4.84%~35.38%,还原糖含量为0.16%~1.10%,跨度均较大。这是由于甘肃境内各地区海拔、气温等环境因素差异显著。受环境因素的影响,导致采收期间不同产地的黄芪总糖和还原糖代谢水平差异较大。其中渭源县莲峰镇产黄芪总糖和还原糖含量相对较高,其中总糖含量为35.38%,还原糖含量为0.95%。

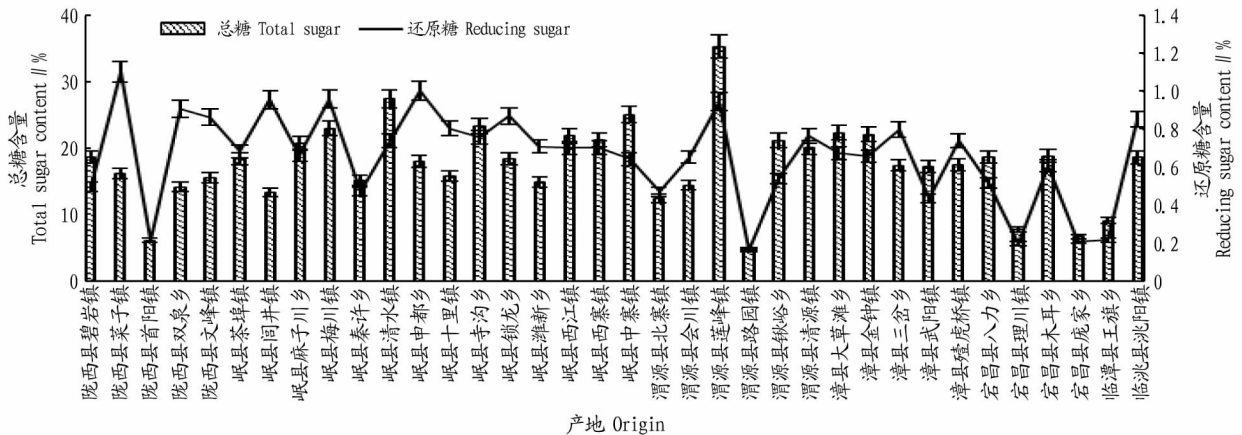


图1 不同产地黄芪总糖和还原糖含量对比

Fig. 1 Comparison of total sugar and reducing sugar content of *Astragalus membranaceus* from different producing areas

**2.2 总黄酮和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量** 黄芪中的黄酮类成分具有抗氧化、抗病毒等药理作用,是黄芪药效成分的主要组成部分。毛蕊异黄酮葡萄糖苷亦被《药典》收载为黄芪的指标性成分。岳慧英等<sup>[10]</sup>采用  $\text{NaNO}_2 - \text{Al}(\text{NO}_3)_3$  比色法,以芦丁为对照品,对蒙古黄芪不同部位总黄酮进行含量测定,结果表明总黄酮含量从高到低依次为叶、茎、根。刘亚令等<sup>[11]</sup>采用 HPLC 法测定了 16 个不同产地黄芪样品中总黄酮和 4 种异黄酮(毛蕊异黄酮葡萄糖苷、芒柄花苷、毛蕊异黄酮、芒柄花素)的含量,结果表明,蒙古黄芪和膜荚黄芪中总黄酮和 4 种异黄酮含量差异不显著,且不同产地黄芪中总黄

酮和异黄酮含量差异明显。张倩倩等<sup>[12]</sup>以 1 年生蒙古黄芪和膜荚黄芪幼苗为材料进行盆栽控水试验,结果发现,干旱胁迫下,膜荚黄芪不同器官中的毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量表现为叶>茎>根,而蒙古黄芪根、茎和叶之间毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量差异不明显。从图 2 可以看出,该研究收集到的 36 批次黄芪样品中,总黄酮含量为 0.28%~0.85%,毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量为 0.029%~0.086%,均符合《药典》不少于 0.020% 的标准。不同产地黄芪药材的黄酮类成分含量有一定的差异。其中渭源县路园镇产黄芪总黄酮及毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量相对较高,总黄酮含量为 0.85%,还原糖含量为 0.058%。

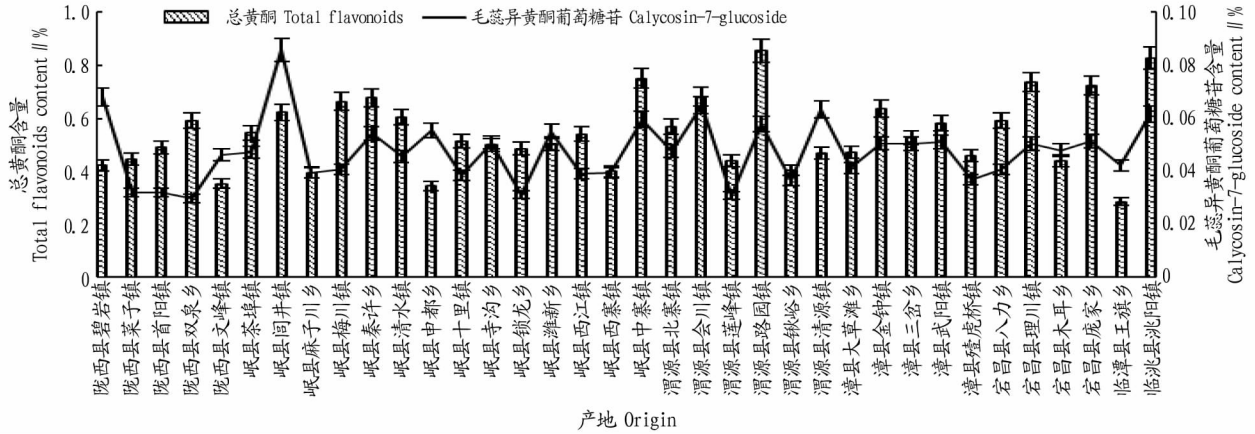


图 2 不同产地黄芪总黄酮和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量对比

Fig. 2 Comparison of total flavonoids and calycosin-7-glucoside content of *Astragalus membranaceus* from different producing areas

**2.3 总皂苷和黄芪甲苷含量** 皂苷类成分是黄芪中重要的活性成分之一,亦是药用植物重要的次生代谢产物。黄芪甲苷是《药典》收载的指标性成分,具有抗炎、抑制肿瘤以及保肝等药理作用。邵杰敏等<sup>[13]</sup>对 8 个不同产地的蒙古黄芪与膜荚黄芪的总皂苷含量进行对比分析,结果发现,内蒙古产黄芪最高,为 22.95 mg/g,吉林产黄芪最低,为 18.12 mg/g;蒙古黄芪高于膜荚黄芪,野生黄芪高于人工种植黄芪。高克立等<sup>[14]</sup>用水煎煮法提取不同产地黄芪中的活性成分,并测

定水煎膏中的总皂苷含量,结果表明永登产黄芪高于陇西产黄芪。从图 3 可以看出,该研究收集到的 36 批次黄芪样品中,总皂苷含量为 1.31%~2.83%;黄芪甲苷含量为 0.022%~0.092%,除陇西县菜子镇和岷县茶埠镇所产黄芪外,其余均符合《药典》不得少于 0.040% 的标准。不同产地黄芪药材的皂苷类成分含量有一定的差异。其中渭源县清源镇产黄芪总皂苷和黄芪甲苷含量相对较高,总皂苷含量为 2.39%,黄芪甲苷含量为 0.092%。

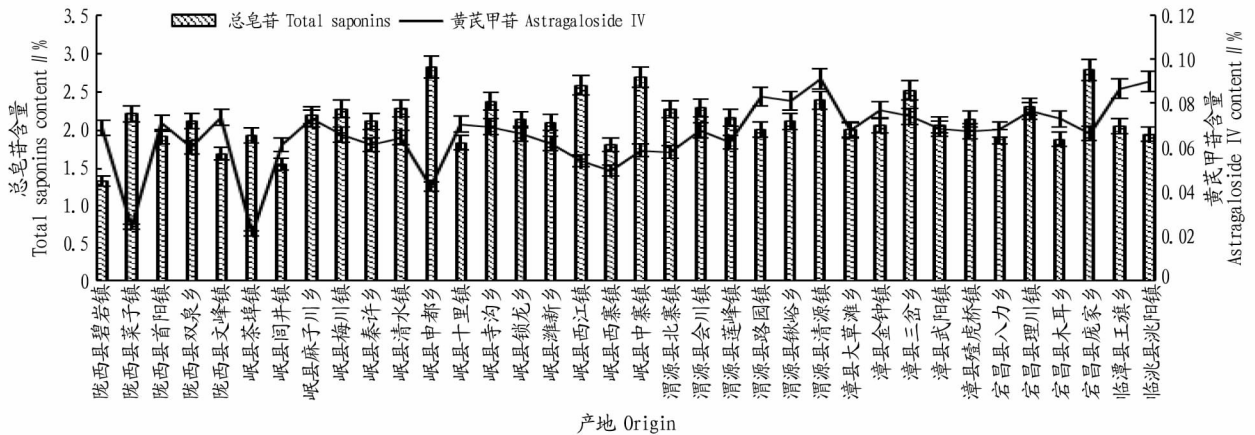


图 3 不同产地黄芪总皂苷和黄芪甲苷含量对比

Fig. 3 Comparison of total saponins and astragaloside IV content of *Astragalus membranaceus* from different producing areas

**2.4 统计学分析** 在统计学中, Pearson 相关系数常用于衡量 2 个变量之间的相关性,其值为 -1~1,变量间相关性的强弱没有规定数值。通常,相关系数越接近 0,则相关关系

越弱;越接近 -1 或 1,相关关系越强。当  $|r| > 0.5$  时,为强相关;当  $0.3 < |r| \leq 0.5$  时,为中度相关。该研究对不同产地黄芪主要活性成分含量进行相关性分析,结果发现(表

2),还原糖与总糖的相关系数是0.594,呈极显著正相关;毛蕊异黄酮葡萄糖苷与总黄酮的相关系数是0.383,呈显著

正相关;黄芪甲苷与还原糖的相关系数是-0.371,呈显著负相关。

表2 不同产地黄芪主要活性成分的相关性分析

Table 2 Correlation analysis of main active components of *Astragalus membranaceus* from different origins

变量 Variable	总糖 Total sugar	还原糖 Reducing sugar	总黄酮 Total flavonoids	毛蕊异黄酮 葡萄糖苷 Calycosin-7- glucoside	总皂苷 Total saponins	黄芪甲苷 Astragaloside IV
总糖 Total sugar	1.000	0.594**	-0.228	-0.181	0.091	-0.149
还原糖 Reducing sugar		1.000	-0.255	-0.072	0.023	-0.371*
总黄酮 Total flavonoids			1.000	0.383*	0.178	0.154
毛蕊异黄酮葡萄糖苷 Calycosin-7-glucoside				1.000	-0.115	0.183
总皂苷 Total saponins					1.000	-0.118
黄芪甲苷 Astragaloside IV						1.000

注: \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

回归分析结果(表3)显示,还原糖与总糖之间有极显著的线性回归关系,毛蕊异黄酮葡萄糖苷与总黄酮之间、黄芪

甲苷与还原糖之间有显著的线性回归关系。

表3 回归分析结果

Table 3 Regression analysis results

因变量 Dependent variable(y)	自变量 Independent variable(x)	P值 P value	相关系数 Correlation coefficient(r)	回归方程 Regression equation
还原糖 Reducing sugar	总糖	<0.01	0.594	$y = 0.243 + 0.024x$
毛蕊异黄酮葡萄糖苷 Calycosin-7-glucoside	总黄酮	<0.05	0.383	$y = 0.029 + 0.034x$
黄芪甲苷 Astragaloside IV	还原糖	<0.05	0.371	$y = 0.081 - 0.022x$

### 3 结论与讨论

黄芪是我国传统大宗中药材,素有“十药八芪”之说,具有补气固表、利尿托毒、敛疮生肌之功效。多年以来,国内学者对其本草考证、药理作用、野生抚育、指纹图谱以及DNA测序等方面进行了研究,而关于道地性及生理生态相关性方面的研究还鲜见报道。2018年,国家市场监督管理总局起草的《中药材生产质量管理规范(修订草案征求意见稿)》中对“产地”进行了规定:“中药材生产基地一般应当选址于传统道地产区,在非传统道地产区选址,应当提供充分文献或科学数据证明其适宜性。”故此取样围绕作为黄芪传统道地产区的陇西及其周边地区,对黄芪药材中主要活性成分进行测定,并比对分析。结果显示,此次36批次黄芪样品的黄芪甲苷平均含量为0.066%,毛蕊异黄酮葡萄糖苷平均含量为0.048%,分别为《药典》标准的1.65倍和2.40倍。可见,陇西黄芪的质量较好。

中药材成分复杂,化合物众多,而不同化合物之间往往具有一定的相关性。王智民等<sup>[15]</sup>首次提出并定义一测多评法(QAMS),即利用中药有效成分内在的函数及比例关系,采用只测定其中的一个成分(对照品易得或廉价),同时获得多个成分(对照品难以得到)同步测定的计算结果,运用相对适宜的方法或标准,来达到质量评价的目的,并提升质量控制水平。菅晓勇等<sup>[16]</sup>对不同产地及年限的若干批次黄芪的8种有效成分进行了含量测定,并进行了相关性分析,结果表明,山西浑源产黄芪质量较优且与其他产地黄芪可明显区分;同时黄芪甲苷与总多糖、毛蕊异黄酮与总黄酮、芒柄花素

与粗脂肪之间存在显著正相关。该研究对不同产地黄芪主要活性成分进行了相关性分析,结果发现,黄芪的主要活性成分间呈现出一定的相关性,其中,还原糖与总糖呈极显著正相关,毛蕊异黄酮葡萄糖苷与总黄酮呈显著正相关,黄芪甲苷与还原糖呈显著负相关。

药用植物的药效成分绝大多数来源于植物的次生代谢产物。植物的次生代谢产物是植物在长期进化过程中对生态环境适应的结果,其产生和变化往往较初生代谢产物与生态环境之间有着更强的相关性。许多植物在受到逆境胁迫后,为了协调与环境之间的关系,提高自身保护和生存竞争的能力,体内次生代谢途径增强,以致次生代谢产物含量增高<sup>[17]</sup>。故在该研究基础上,未来将继续开展相关调查及研究黄芪的初生及次生代谢与自然生态环境的相关性,以探索陇西黄芪的“道地性”机理。

### 参考文献

- [1] 黄璐琦,张瑞贤.道地药材理论与文献研究[M].上海:上海科学技术出版社,2016:115-118.
- [2] 袁媛,黄璐琦.道地药材分子生药学研究进展和发展趋势[J].科学通报,2020,65(12):1093-1102.
- [3] 杨祎辰,党艳妮,安莉,等.营养元素对黄芪初生及次生代谢的影响[J].安徽农业科学,2019,47(11):178-180.
- [4] 阎秀峰.植物次生代谢生态学[J].植物生态学报,2001,25(5):639-640.
- [5] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006:144-148.
- [6] 梁欣格,吕卓红,王盼盼,等.紫外分光光度法测定黄芪总黄酮含量[J].亚太传统医药,2016,12(5):35-36.
- [7] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2020年版一部[S].北京:中国医药科技出版社,2020:324-325.

进行降解,所以散发果香,滋味醇厚。

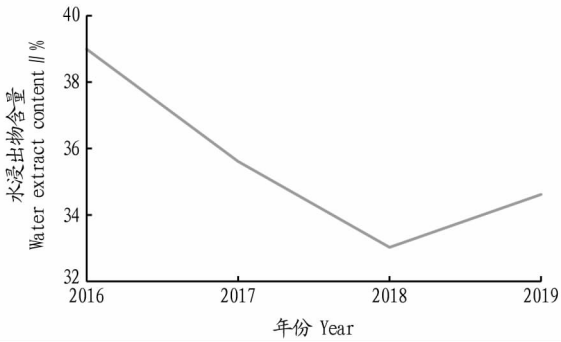


图2 不同储藏年份金佛茶样水浸出物含量

Fig. 2 Water extract content of Golden Buddha tea samples in different storage years

**2.2.3 总黄酮含量。**黄酮类亦称花黄素,其基本结构是2-苯基色原酮,主要包括黄酮和黄酮醇。黄酮一般无苦味,呈涩味,滋味比较淡,难溶于水。因此,检测茶叶中的总黄酮含量对评价茶叶品质具有非常重要的作用。

从图3可以看出,茶样总黄酮含量在1 092~2 085 mg/kg,金佛茶样在存放1~4年中,总黄酮含量总的趋势是随着储藏时间的加长含量增加。

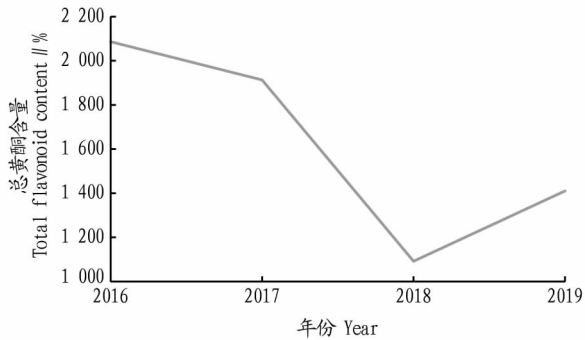


图3 不同储藏年份金佛茶样总黄酮含量

Fig. 3 Total flavonoid content of Golden Buddha tea samples in different storage years

### 3 结论与讨论

对2016、2017、2018、2019年金佛茶叶进行感官审评与生化成分检测分析,结果表明,戏球金佛茶各年的品质等级有一定差异,2018、2019年金佛茶叶品质评分明显高于2016、2017年品质评分,但品质风格趋于一致,中足火,香气呈果香,滋味醇厚,金佛茶叶品种特征显;存放时间对金佛茶叶品质的有一定影响,主要表现在生化成分差异明显,对比2016、2017、2018和2019年金佛茶叶,浸出物、茶叶含水量、总黄酮含量随着存放时间的增长都有增加的趋势;2016、2017、2018和2019年金佛茶叶品质等级没有明显的线性关系<sup>[9-11]</sup>。

该研究结果给茶友对2016、2017、2018、2019年戏球金佛茶叶品质有参考性的了解,并初步探讨存放时间对金佛茶品质的影响。但并未回答品质产生差异的具体原因,试验茶样也有局限性,各茶样从鲜叶到成品再到存放的条件与环境未达到绝对一致。下一阶段研究可进一步完善试验方法以及较深入研究品质差异的具体原因和存放时间对品质的具体影响。

### 参考文献

- [1] 储俊,董荣荣,王晓,等. 近红外光谱结合化学计量法分析茶叶与茶汤的化学品质差异[J]. 辽宁中医药大学学报,2021,23(1):39-45.
- [2] 宋楚君,方方媛,龚淑英,等. 不同产地红茶的滋味特征及主要贡献物质[J]. 中国农业科学,2020,53(2):383-394.
- [3] 曾震中. 寻真源起死回生——茶人与“金佛茶”文化探索[J]. 农业考古,1999(2):296-300.
- [4] 单虹丽,唐茜. 茶叶贮藏过程中含水量变化及其影响因素研究[J]. 现代食品科技,2005,21(1):58-60,63.
- [5] 徐茂兴. 武夷岩茶精制加工之炭焙工艺[N]. 闽北日报,2020-09-04(007).
- [6] 陈金磊,宋莹,张德,等. 表面增强拉曼光谱在茶叶质量安全检测和品质分析中的应用[J]. 食品安全质量检测学报,2020,11(13):4304-4309.
- [7] 赵苗苗,王军,易超,等. 普洱茶贮藏技术的研究进展[J]. 安徽农业科学,2017,45(10):78-81.
- [8] 余浩,唐敏,黄升谋. 冲泡条件对绿茶水浸出物含量及感官品质的影响研究[J]. 绿色科技,2016(24):137-140.
- [9] 李俊,郭晓关,庞宏宇,等. 贵州绿茶中咖啡碱和儿茶素含量分析[J]. 茶叶科学,2012,32(6):480-484.
- [10] 黄炎,陈国光,李雪平. 武夷山茶茶叶品质与土壤地球化学背景特征关系探讨[J]. 华东地质,2020,41(2):166-176.
- [11] 唐雪平,刘淑岚,郭小华,等. 近红外光谱技术在茶叶品质分析中的研究进展[J]. 轻工科技,2020,36(5):12-15.
- [12] 孔瑞岗,刘冬,庞煜敏. 不同产地黄芪中黄芪总糖含量测定[J]. 中兽医医药杂志,2011,30(3):38-39.
- [13] 田源红,靳风云,雷红. 炮制对黄芪中糖含量的影响[J]. 中国中药杂志,2003,28(2):128-129,173.
- [14] 岳慧英,秦亚莉,李鹏,等. 黄芪不同部位黄酮含量及抗氧化活性比较[J]. 中药材,2020,43(12):2901-2904.
- [15] 刘亚令,耿雅萍,黄小苏,等. 基于HPLC法测定不同产地黄芪总黄酮和异黄酮的含量[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2019,39(5):54-61.
- [16] 张倩倩,李光跃,苏优拉,等. 干旱胁迫对蒙古黄芪和膜荚黄芪不同器官黄酮类成分积累的影响[J]. 西北植物学报,2020,40(7):1201-1208.
- [17] 邵杰敏,连玉菲,阎乐浩,等. 不同产地黄芪中的黄芪总皂苷含量对比分析[J]. 陕西中医,2018,39(2):268-270.
- [18] 高克立,王永昌,夏小军,等. 甘肃永登产黄芪与陇西产黄芪主要成分对比分析[J]. 甘肃医药,2020,39(1):68-71.
- [19] 王智民,高慧敏,付雪涛,等. “一测多评”法中药质量评价模式方法学研究[J]. 中国中药杂志,2006,31(23):1925-1928.
- [20] 管晓勇,邓双炳. 黄芪药材有效成分含量的相关性研究[J]. 江西中医药大学学报,2014,26(5):66-70.
- [21] 黄璐琦,郭兰萍. 环境胁迫下次生代谢产物的积累及道地药材的形成[J]. 中国中药杂志,2007,32(4):277-280.

(上接第164页)