

# 采收期对膜荚黄芪叶茶生物活性成分的影响

黄保婷<sup>1</sup>, 陈垣<sup>1</sup>, 郭凤霞<sup>1,2</sup>, 杨豆豆<sup>1</sup>

(1. 甘肃农业大学农学院/甘肃省干旱生境作物学重点实验室/甘肃省作物遗传改良与种质创新重点实验室/甘肃省中药材规范化生产技术创新重点实验室/甘肃省药用植物栽培育种工程研究中心, 甘肃兰州 730070; 2. 甘肃农业大学生命科学技术学院, 甘肃兰州 730070)

**摘要:**膜荚黄芪(*Astragalus membranaceus*)是药食同源黄芪的基原植物之一, 成药期枝叶繁茂, 为开发中药资源功能叶产品, 在其成药栽培期每15 d采摘1次叶片, 按绿茶加工工艺制成叶茶, 系统测定不同采收期叶茶内生物活性成分, 旨在探寻膜荚黄芪叶茶的最佳采收期和资源利用潜力。结果表明: 叶茶生物活性成分随采收时间的不同而异, 黄酮类和多酚类含量均随采收期的延后先升高后下降, 总黄酮含量分别为: 6月30日(17.06%) > 6月15日(16.62%) > 5月30日(16.53%) > 7月15日(15.73%); 4个采收期多酚含量依次为: 4.49%、5.63%、5.50%、5.31%; 多糖和水浸出物、醇浸出物含量均随采收期延后显著提高, 含量依次为: 5月30日(4.98%、47.16%、47.01%) < 6月15日(6.00%、48.79%、47.40%) < 6月30日(6.90%、49.08%、47.70%) < 7月15日(7.80%、50.29%、48.36%)。随采收时间延后黄芪叶茶总抗氧化生物活性成分先升高后下降, 营养成分含量持续升高, 即抗氧化生物活性成分: 6月30日(29.46%) > 7月15日(28.83%) > 6月15日(28.25%) > 5月30日(26.00%), 营养成分7月15日(98.65%) > 6月30日(96.78%) > 6月15日(96.19%) > 5月30日(94.17%)。浸出物与多糖和多酚含量均呈正相关, 与黄酮含量呈负相关。说明中药资源膜荚黄芪叶茶是良好的药食同源功能产品, 具有很大的开发利用潜力, 以6月30日至7月15日为最佳采收期。

**关键词:**膜荚黄芪; 叶茶; 采收期; 多糖; 黄酮; 多酚; 浸出物

**中图分类号:** S567.5; R285 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-5500(2021)02-0122-07

**DOI:** 10.13817/j.cnki.cyycp.2021.02.017

黄芪为蒙古黄芪(*Astragalus membranaceus* var. *mongholicus*)或膜荚黄芪(*Astragalus membranaceus*)的干燥根, 具有补气升阳、利水消肿, 益卫固表、生津养血、行滞通痹之功效<sup>[1]</sup>, 是我国传统中药之一。根据中

国中药化学成分数据库, 黄芪主要含有多糖、黄酮、多酚、蛋白质、氨基酸及微量元素等有效成分<sup>[2-4]</sup>, 其中黄芪多糖具有抗肿瘤、抗氧化、增强机体免疫功能、调节血糖、保护心血管等作用<sup>[5-6]</sup>。黄芪总黄酮和多酚也具有一定的抗氧化作用<sup>[7-8]</sup>。黄芪的基原植物为豆科多年生草本药用植物, 兼具生态、药用和饲用功能, 目前主要开发其药用功能。

中药材根据药用部位不同, 其最佳采收期也有差异<sup>[9]</sup>, 黄芪药材根适宜采收期为秋末初冬<sup>[10]</sup>。最佳采收期采收时, 其有效成分含量最高、外观形状和色泽最佳, 品质最优。果盛期黄芪地上部分产量最高, 黄芪甲苷含量最高<sup>[9]</sup>。黄芪因具有医疗和保健双重作用, 已被增补列入我国药食同源中药材, 即在限定剂量范围内既是药品又是食品的中药材物质, 其需求量随着人们保健意识的增强愈来愈大。膜荚黄芪野生资源已趋

**收稿日期:** 2020-04-02; **修回日期:** 2020-04-17

**基金项目:** 甘肃省现代农业中药材产业体系首席专家(GARS-ZYC-1); 国家中药标准化项目(ZY-BZH-Y-GS-11); 甘肃省科技支撑计划(1204FKCA123)项目

**作者简介:** 黄保婷(1989-), 女, 甘肃白银人, 在读硕士。

E-mail: 1757672673@qq.com

陈垣为通讯作者。E-mail: cygex1963@163.com

郭凤霞为并列通讯作者。

E-mail: guofx@gsau.edu.cn

濒危,药源主要由人工栽培,其传统药用部位为根部<sup>[1]</sup>。然而,膜荚黄芪植株高大,枝叶繁茂,栽培过程中大量的茎叶被遗弃,造成生物资源的浪费和对环境的污染。黄芪茎叶有一定药理作用<sup>[11]</sup>,叶茶是合理利用药用植物叶资源的有效途径,但至今有关膜荚黄芪叶资源开发利用相关的研究报道较少。因此,探寻膜荚黄芪叶资源开发利用途径具有重要意义,本研究将成药期不同生长时期采收的黄芪叶制作成叶茶,通过测定和比较各时期叶茶生物活性成分,为黄芪的综合开发利用提供科学依据,以提高膜荚黄芪叶资源的利用价值。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料来源

供试原料采自甘肃会宁县膜荚黄芪成药栽培田,该区属于东南季风气候西北部边缘区(N 35° 40', E 105° 21'),平均海拔 1 970 m。经甘肃农业大学陈垣教授鉴定为豆科植物膜荚黄芪。

仪器:电子分析天平,型号:FA1004,四川中浪科技有限公司。超声波清洗器,型号:SB25-12DTD,宁波新芝生物科技股份有限公司。湘仪冷冻离心机,型号:H-2050R,浙江赛德仪器设备有限公司。电热恒温水浴锅,型号:DK-98-II-s6,天津泰斯特仪器有限公司。岛津 UV-2450 分光光度计,岛津企业管理(中国)有限公司。电热鼓风干燥箱,型号:101-1AB,天津市泰斯特仪器有限公司。优普系列超纯水器,型号:UPD-1-201,四川优普超纯科技有限公司。JFSD-100 粉碎机,上海嘉定粮油仪器有限公司。

药剂:浓硫酸、苯酚、无水乙醇、葡萄糖、无水碳酸钠、氢氧化钠、亚硝酸钠、硝酸铝、D(+)-无水葡萄糖:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。甲醇:分析纯,天津市富宇精细化工有限公司。福林酚:分析纯,北京索莱宝科技有限公司。没食子酸:批号:110831-201605。芦丁标准品:批号:100080-201811。

### 1.2 叶收获及叶茶制备

膜荚黄芪成药栽培于 2018 年 3 月 18 日移栽,4 月开始陆续返青,6 月上旬出现花序并开始现蕾,7 月上旬花蕾逐渐开放,7 月中旬进入结果期。本研究从 5 月 30 日开始采摘新鲜黄芪叶,每隔 15 d 采收 1 次,至 7 月 15 日共采收 4 次。每次采收后,精选无病虫害健康的叶片按照绿茶加工工艺制成黄芪叶茶<sup>[12]</sup>,备用于

生物活性成分测定。

### 1.3 膜荚黄芪叶茶多糖含量测定

叶茶多糖含量的测定按照葡萄糖标准曲线的绘制进行<sup>[12]</sup>,即首先配制 100 mg/L 的标准葡萄糖工作溶液,分别吸取 0、0.2、0.4、0.6、0.8 和 1.0 mL 置于 20 mL 具塞试管中,用蒸馏水补足至 1.0 mL。然后向试管中分别加入 1.0 mL 5% 的苯酚溶液,混合均匀后,快速加入 5.0 mL 硫酸溶液,静置 10 min,待反应液充分混合后,将试管置于 30℃ 水浴中反应 20 min,然后在 490 nm 处测定系列标准溶液的吸光度。以葡萄糖质量浓度为横坐标,吸光度值为纵坐标绘制标准曲线(图 1),得回归方程: $y = 0.249x - 0.034$ ,相关系数  $R^2 = 0.999$ 。

测试叶茶样品制备:将 0.2 g 叶茶样品置于 50 mL 具塞离心试管中,用 5 mL 水浸润样品,缓慢加入 20 mL 无水乙醇,震荡使混合均匀,置于超声波提取器提取 30 min。提取结束后,于 4 000 r/min 离心 10 min,弃去上清液。不溶物用 10 mL 80% 乙醇溶液洗涤、离心。用水将不溶物转入圆底烧瓶,加入 50 mL 水,超声提取 30 min,重复 2 次。冷却至室温后过滤,将上清液转移至 200 mL 容量瓶中,残渣洗涤 2~3 次,洗涤液转移至容量瓶中,加水定容至 200 mL。测定时吸取 1.00 mL 样品测定液于 20 mL 试管中,用于测定吸光度。以不加试样的测定液为空白对照。将测得试样溶液的吸光度代入标准曲线的回归方程,计算出多糖含量。

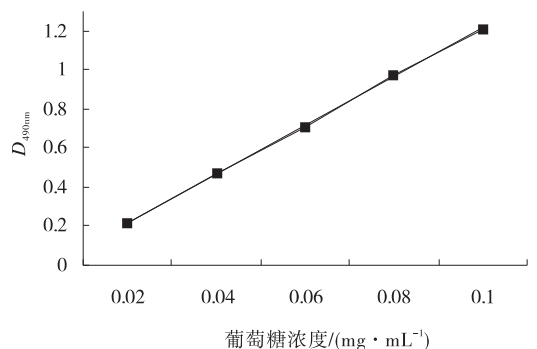


图 1 葡萄糖溶液标准曲线

Fig. 1 Standard curve of glucose solution

### 1.4 膜荚黄芪叶茶总黄酮含量测定

黄芪叶茶总黄酮含量按照标准曲线制备法进行<sup>[13]</sup>:吸取 1.0、1.2、1.4、1.6、1.8 和 2.0 mg/mL 芦丁标准溶液,分别置于 25 mL 具塞比色管中,用 60%

乙醇溶液补充至 5.0 mL,加 50 g/L 的亚硝酸钠溶液 1 mL,摇匀,放置 6 min,加入 100 g/L 的硝酸铝溶液 1.5 mL,摇匀,放置 6 min,最后加入 200 g/L 的氢氧化钠溶液 4 mL,用 60%乙醇溶液定容,摇匀,放置 15 min。以试剂空白调节零点,在波长 510 nm 处测定吸光度。以吸光度值对应含量绘制标准曲线(图 2),得回归方程: $y=0.294x+0.005$ ,相关系数  $R^2=0.999$ 。

叶茶样品制备<sup>[14]</sup>:将 0.1 g 样品与 3 mL 95%乙醇在 50℃下混合,超声提取 3 次,每次 30 min,然后以 4 000 r/min 离心 10 min,将上清液转移到 10 mL 容量瓶中。在 510 nm 下测量反应的混合物。将吸光度值用芦丁标准曲线转换为含量。

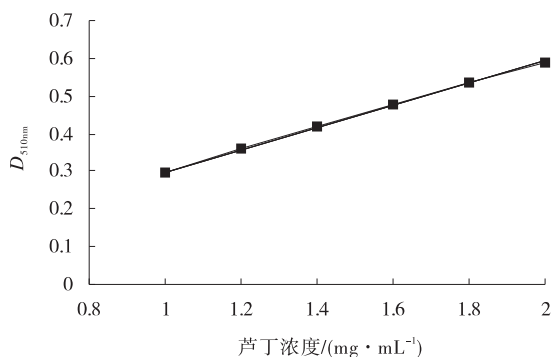


图 2 芦丁溶液标准曲线

Fig. 2 Standard curve of rutin solution

### 1.5 膜荚黄芪叶茶多酚含量测定

叶茶多酚含量测定按照标准曲线制备进行<sup>[15]</sup>:吸取 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 和 1.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的没食子酸标准液各 1 mL,置于带刻度的试管内,分别依次加入 10% 的福林酚试剂 5.0 mL,摇匀,待反应 8 min 后,加入 7.5% 的碳酸钠溶液 4.0 mL,摇匀。室温下静置 1 h,在 765 nm 波长下用分光光度计测定吸光值并制作标准曲线(图 3)。得回归方程: $y=0.478x+0.047$ ,相关系数  $R^2=0.999$ 。

测试样品制备<sup>[14]</sup>:将 0.1 g 粉末样品在 70℃下用 3 mL 70%甲醇悬浮,通过超声波提取 3 次,每次 10 min,然后以 3 500 r/min 离心 10 min,将上清液转移到 10 mL 容量瓶中。使用岛津 UV-2450 分光光度计在 760 nm 下测量反应混合物。将吸光度值用没食子酸表示的标准曲线转换成含量。

### 1.6 膜荚黄芪叶茶浸出物含量测定

浸出物含量按照 GB/T 8305-87<sup>[16]</sup> 的基本标准进行,称取 (3±0.001) g 黄芪叶茶粉碎样品,置于 500

mL 干燥锥形瓶中,加入沸腾蒸馏水 450 mL,立即置于沸水浴中,浸提 45 min,每隔 10 min 震荡 1 次。浸提后乘热减压过滤,滤液移入 500 mL 容量瓶中,残渣用少量沸腾蒸馏水洗涤 2~3 次,合并滤液,冷却后用蒸馏水稀释至刻度线。测定时准确吸取滤液 50 mL,注入蒸发皿后置于沸水浴上蒸干水分,然后置于 105℃恒温烘箱烘干、称重,再置于烘箱干燥至恒重,冷却后称量。每个试样做 2 个平行样。

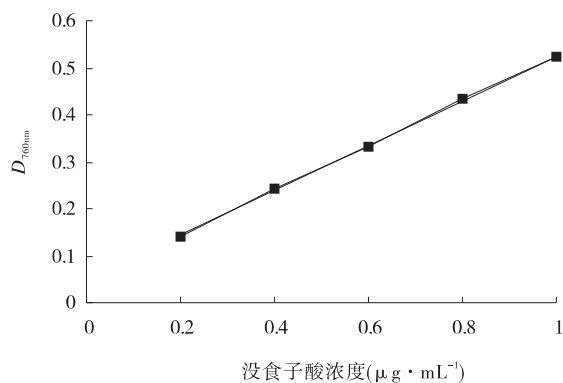


图 3 没食子酸标准曲线

Fig. 3 Standard curve of gallic acid

### 1.7 数据统计分析

采用 SPSS 20.0 统计软件进行方差分析和相关分析,多重比较选用 LSR 法。

## 2 结果与分析

### 2.1 采收期对膜荚黄芪叶茶多糖含量的影响

采收期对膜荚黄芪叶茶多糖含量有影响,随采收时间延后叶茶多糖含量呈上升趋势。在 4 个不同时期采收的叶茶多糖含量为 4.98%~7.80%。其中,7 月 15 日采收的叶茶多糖含量最高,5 月 30 日采收的多糖含量最低,两者差异显著( $P<0.05$ ),6 月 15 日和 6 月 30 日采收的叶茶多糖含量差异性不显著,但两者均与 5 月 30 日和 7 月 15 日采收的叶茶多糖含量差异性达显著水平( $P<0.05$ ) (表 1)。

### 2.2 采收期对膜荚黄芪叶茶总黄酮含量的影响

在 5 月 30 日至 6 月 30 日随生长期的延后,膜荚黄芪叶茶总黄酮含量逐渐增高,7 月后显著下降,总黄酮含量在 15.73%~17.06%,6 月 30 日采收的黄芪叶茶总黄酮含量最高,7 月 15 日采收的叶茶总黄酮含量最低,两者差异显著( $P<0.05$ ),相差 1.32%。

### 2.3 采收期对膜荚黄芪叶茶多酚含量的影响

不同采收期的膜荚黄芪叶茶总多酚含量略有不同

( $P>0.05$ ),其中 6 月 15 日采收的黄芪叶茶多酚含量最高,5 月 30 日采收的黄芪叶茶多酚含量最低,两者差异不显著( $P>0.05$ ),相差 1.139%。分期 4 次采收叶茶多酚含量变幅为 3.88%~5.79%,变异系数 11.28%(表 1)。

## 2.4 采收期对膜荚黄芪叶茶浸出物含量的影响

膜荚黄芪叶茶中水和醇溶性浸出物含量均随采收

期延后呈逐渐上升趋势,其中,水溶性浸出物含量的升高程度达显著水平( $P<0.05$ ),但醇溶性浸出物含量的升高程度未达到显著水平( $P>0.05$ )。4 次采收水浸出物含量变幅为 46.50%~50.67%,变异系数 2.63%;醇浸出物含量 46.84%~48.84%,变异系数 1.40%。5 月 30 日采收的叶茶浸出物含量最低,7 月 15 日采收的叶茶浸出物含量最高(表 1)。

表 1 不同采收期的黄芪叶茶有效成分

Table 1 Comparison of bioactive components of leaf tea in *Astragalus membranaceus* harvested at different stages

有效成分	叶茶有效成分			
	05-30	06-15	06-30	07-15
多糖/%	4.98±0.80 <sup>cA</sup>	6.00±0.24 <sup>bA</sup>	6.90±0.27 <sup>bA</sup>	7.80±0.39 <sup>aA</sup>
总黄酮/%	16.53±0.10 <sup>bB</sup>	16.62±0.07 <sup>bB</sup>	17.06±0.27 <sup>aA</sup>	15.73±0.17 <sup>bB</sup>
多酚/%	4.49±0.86 <sup>aA</sup>	5.63±0.23 <sup>aA</sup>	5.50±0.14 <sup>aA</sup>	5.31±0.24 <sup>aA</sup>
水浸出物/%	47.16±0.93 <sup>bA</sup>	48.79±0.59 <sup>bA</sup>	49.08±0.28 <sup>aA</sup>	50.29±0.54 <sup>aA</sup>
醇浸出物含量/%	47.01±0.18 <sup>aA</sup>	47.402±0.80 <sup>aA</sup>	47.699±0.71 <sup>aA</sup>	48.356±0.19 <sup>aA</sup>
总计	120.17	124.44	126.24	127.48

注:小写字母表示在  $P<0.05$  差异显著,大写字母表示在  $P<0.01$  差异极显著性

## 2.5 采收期对膜荚黄芪叶茶总抗氧化活性物质及总浸出物含量的影响

黄酮类、多酚类和多糖类均是在生物体内具有较强抗氧化性的生物活性物质,水溶性和醇溶性浸出物反映出一定的营养成分,膜荚黄芪叶茶所检测的总抗氧化成分随采收期延后呈现先增高后下降的趋势,6 月 30 日采收的叶茶抗氧化活性成分含量最高(29.46%),较返青期 5 月 30 日采摘的叶茶提高 13.32%,较 6 月 15 日采摘的叶茶提高 4.31%,其差异均达到极显著水平( $P<0.01$ );较 7 月 15 日采摘的叶

茶提高 2.18%,两者差异不显著( $P>0.05$ )(图 4)。

在 5 月下旬至 7 月中旬采收,膜荚黄芪叶茶总浸出物含量随采收时间延后呈持续波动增高的变化趋势(图 4)。叶片营养成分随植株个体由营养生长向生殖生长过渡处于持续积累中。7 月 15 日采收的叶茶总浸出物含量最高,较 6 月 30 日采摘的叶茶提高 1.93%,较 6 月 15 日采摘的叶茶提高 2.55%,但差异性均未达到显著水平( $P>0.05$ );较 5 月 30 日采摘的叶茶提高 4.75%,且两者差异性达到显著水平( $P<0.05$ )。

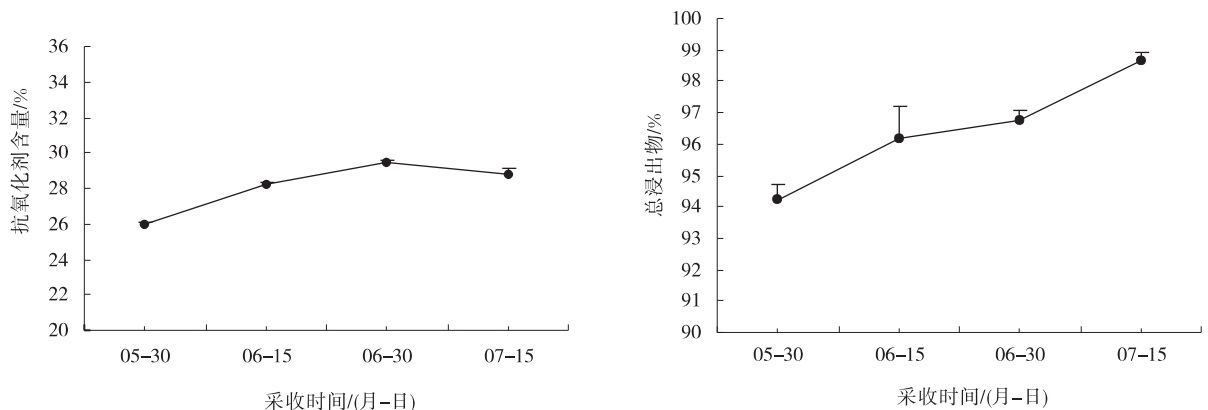


图 4 不同采收期膜荚黄芪叶茶总抗氧化活性成分和总浸出物含量变化动态

Fig. 4 Dynamic changes of the total antioxidant components and the total extract contents in leaf tea from *Astragalus membranaceus* harvested at different stages

4次采收的叶茶平均黄酮含量为16.49%，平均多糖含量为51.34%，平均多酚含量为5.23%，平均水浸出物含量为48.83%，95%的置信区间为47.76%~50.67%，平均醇浸出物含量为47.62%，95%的置信区间为47.06%~48.18%，醇溶性浸出物含量更为稳定。

## 2.6 膜荚黄芪叶茶生物活性成分间的相关与回归分析

相关分析显示(表2),在测定的5种生物活性成分中,水浸出物和醇浸出物与总黄酮含量相关性均未达显著水平( $P>0.05$ ),与多酚含量的相关性很弱。多糖含量与水浸出物含量呈极显著正相关( $P<0.01$ ),与醇浸出物和多酚含量呈正相关,与黄酮含量呈负相关,但相关性均未达显著水平( $P>0.05$ )。水浸出物与醇浸出物含量与多酚含量分别呈现正相关,但相关性均未达显著水平( $P>0.05$ )。水浸出物与醇浸出物含量间也呈正相关( $P>0.05$ )(表2)。

表2 膜荚黄芪叶茶生物活性的相关分析

Table 2 Correlation analysis among bioactive components of leaf tea in *Astragalus membranaceus*

生物活性成分	多糖	黄酮	多酚	水浸出物	醇浸出物
多糖	1				
黄酮	-0.422	1			
多酚	0.323	0.077	1		
水浸出物	0.905**	-0.403	0.368	1	
醇浸出物	0.651	-0.377	0.494	0.704	1

注:以各采收期2次重复测定值的平均值进行相关分析( $n=8$ )。\*\*相关极显著( $P<0.01$ );\*相关显著( $P<0.05$ ), $R_{0.05,df=13}=0.707, R_{0.01,df=10}=0.834$

对膜荚黄芪叶茶水浸出物含量与多糖含量的线性回归分析显示(图5),两指标呈极显著直线回归关系,直线回归方程为 $y=42.487+0.989x$ ( $R^2=0.818^{**}$ , $P<0.05$ ),即在一定范围内,可由水浸出物含量估测多糖含量,估测结果可靠。

## 3 讨论

### 3.1 采收期对膜荚黄芪叶茶具有显著影响,影响程度随生物活性成分而异

生物活性物质是指生物体内产生且对生命活动具有影响的微量或少量化学成分。浸出物和黄酮是茶叶

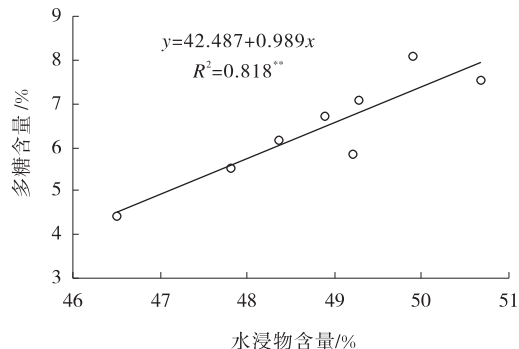


图5 膜荚黄芪叶茶水浸出物含量与多糖含量间的直线回归分析( $n=8$ )

Fig. 5 Linear regression between polysaccharide content and water extracts in leaf tea from *Astragalus membranaceus* harvested at different stages ( $n=8$ )

内含有的重要营养物质,黄酮类和多酚在抗氧化和抗衰老方面具有重要作用,其含量的高低影响着茶叶品质<sup>[14,17]</sup>。由于植物生长发育阶段和生理状态的不同,造成生物活性成分多糖、黄酮等的转化和积累量在各器官的分布不同<sup>[18]</sup>。本研究中,成药期6月后膜荚黄芪进入旺盛营养生长期,繁茂的枝叶为其叶产品的开发奠定了良好的叶资源基础,植株生长发育过程中,叶片的大小和健康状况受外界气候条件和自身的生理状态影响较大,7月中旬前膜荚黄芪病虫害为害少,7月下旬至8月中旬盛夏季受外界高温及干旱胁迫导致植物叶片失水,严重影响叶片外观质量,故本研究在5月下旬至7月中旬分4次采收叶片制成叶茶,通过测定叶茶主要生物活性成分,发现采收期对膜荚黄芪叶茶内在和外在品质均具有很大影响,不同生长期叶茶生物活性成分含量随采收时间和活性成分的不同而异,多糖和浸出物含量随采收期延后逐渐增加,黄酮、多糖和多酚含量总计依次为6月30日(29.46%)>7月15日(28.83%)>6月15日(28.25%)>5月30日(26.00%);水和醇溶性浸出物含量总计依次为7月15日(98.65%)>6月30日(96.78%)>6月15日(96.19%)>5月30日(94.17%)。还可能是随着日照时数延长,光强增大,气温升高,膜荚黄芪进入营养旺盛期,营养物质积累量增大,但7月后温度的持续升高导致干热胁迫,使叶功能活性下降,这与田间观察的结果一致。因此,膜荚黄芪叶茶最佳采收期为6月30日至7月15日。此期采摘茶品质较好、主要生物活性成分含量基本达到最高值。这一现象在甜柿叶茶和苦丁茶等茶产品中均有体现<sup>[19-21]</sup>。



### 3.2 膜荚黄芪叶茶具有较多的生物活性成分,活性成分间具有内在关联

本研究中,分4次采收的膜荚黄芪叶茶中,总黄酮、多糖和多酚含量合计为28.14%,水溶性浸出物平均含量为48.83%,醇溶性浸出物含量稳定性更强,平均含量为47.62%,水和醇溶性浸出物含量均远高于《药典》标准(水浸出物不得少于17.0%)。两种浸出物合计为96.45%,说明膜荚黄芪叶茶含有较多的生物活性成分。在5月30至7月15日分4次采收叶茶的平均黄酮含量为16.49%,较唐文文等<sup>[10]</sup>对黄芪根的测试结果高出8.70%。另外,平均多糖含量为51.34%,平均多酚含量为5.23%。膜荚黄芪这些活性成分间还具有一定的关联,浸出物含量高有利于多糖和多酚含量的积累,但不利于黄酮类物质的积累。

## 4 结论

膜荚黄芪叶茶生物总活性成分随采收试验延后逐渐增多,在5月下旬至7月中旬采收总生物活性含量差异不显著,说明生物活性总含量稳定性较强,但各活性成分含量随采收期的延后表现出很大的差异性,黄酮含量随采收期延后呈先极显著增高后又下降趋势,6月30日叶茶总黄酮含量最高(17.06%)。多糖和浸出物含量均随采收期延后呈显著递增趋势,7月15日采收的叶茶多糖含量最高(7.80%)。6月采收的多酚含量保持在稳定高的水平(5.50%~5.65%)。这些生物活性成分间具有一定的内在关联,浸出物含量与多糖含量呈直线回归关系( $y = 42.487 + 0.989x$  ( $R^2 = 0.818^{**}$ ,  $P < 0.05$ ),两者呈极显著正相关( $R^2 = 0.905^{**}$ ,  $P < 0.05$ )。以上结果表明膜荚黄芪绿叶期长,更适宜叶茶的开发。综合考虑各生物活性,以6月30日至7月15日为最佳采收期。

#### 参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:302-303.

[2] 高云峰,高娜. 黄芪主要活性成分的免疫功效研究进展[J]. 新农业,2017(3):13-14.

[3] 洪海都,温俊茂,陈宗俊. 黄芪主要活性成分的药理作用研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘,2016,16(14):49-50+69.

[4] 全欣. 黄芪主要活性成分的药理作用[J]. 时珍国医国药,2011,22(5):1246-1249.

[5] 盛耀光,刘少静,马秀,等. 黄芪多糖的药理作用及剂型研究进展[J]. 广州化工,2019,47(15):28-30.

[6] 王晨秀,游靓,霍亚南. 黄芪多糖在糖尿病领域的最新进展[J]. 江西医药,2019,54(5):580-582.

[7] 李娟,张龙,雷春龙,等. 黄芪黄酮的研究进展[J]. 畜牧与饲料科学,2019,40(3):65-67.

[8] 王妮,王爱玲,高子怡,等. 黄芪多酚超声-纤维素酶协同提取工艺及其抗氧化性[J]. 分子植物育种,2019,17(16):5476-5481.

[9] 杨桂明,刘宝密,高慧英,等. 黄芪地上部分黄芪总苷动态规律的研究[J]. 中医药学报,2006(3):36-38.

[10] 唐文文,李国琴,晋小军. 黄芪不同采收期有效成分含量比较[J]. 北方园艺,2015(7):138-141.

[11] 陈虎虎,龚苏晓,张铁军,等. 黄芪茎、叶的化学成分和药理作用研究进展[J]. 药物评价研究,2011,34(2):134-137.

[12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. SN/T 4260-5012,出口植物源食品中粗多糖的测定-苯酚-硫酸法[S]. 北京:中国标准出版社,2015.

[13] 深圳市市场和质量监督管理委员会. SZDB/Z 3459-2019,食品中总黄酮的测定-分光光度法[S]. 2019.

[14] Yang D D, Chen Y, Guo F X, *et al.* Comparative analysis of chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of leaves, leaf tea and root from *Codonopsis pilosula* [J]. *Industrial Crops and Products*, 2019, 142: 111844.

[15] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 31740.2-2015,茶制品 第2部分:茶多酚[S]. 北京:中国标准出版社,2015.

[16] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 8305-2013 茶水浸出物测定[S]. 北京:中国标准出版社,2013.

[17] 程福建,吴芹瑶,高水练,等. 茶叶苦涩味影响因素研究进展[J]. 中国茶叶,2020,42(2):24-31.

[18] 张桂娟,江蔚新,陈明小. 黄芪叶中有效成分含量的研究[J]. 黑龙江医药,2004(3):163-165.

[19] 梅为云,曹冠华,贺森,等. 采收期对甜柿柿叶茶品质的影响[J]. 食品科技,2015,40(3):57-60.

[20] 黄敏桃,吴允娇,蔡鹃,等. 苦丁茶不同采收期多糖含量的动态累积分析[J]. 食品研究与开发,2014,35(22):1-4.

[21] 吴玉林,林娇芬,林河通,等. 采收期对安溪油柿柿叶化学成分含量的影响[J]. 包装与食品机械,2007(6):19-22.

# Effect of different harvest time on bioactive components of leaf tea in *Astragalus membranaceus*

HUANG Bao-ting<sup>1</sup>, CHEN Yuan<sup>1</sup>, GUO Feng-xia<sup>1,2</sup>, YANG Dou-dou<sup>1</sup>

(1. College of Agronomy, Gansu Provincial Key Lab of Aridland Crop Science, Gansu Provincial Key Lab of Good Agricultural Production for Traditional Chinese Medicines, Gansu Provincial Engineering Research Centre for Medical Plant Cultivation and Breeding, Gansu Key Lab of Crop Genetic & Germplasm Enhancement, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. College of Life Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. is one of the original plant species of *Astragalus*, which is luxuriant in the medicine formation year. In order to explore the potential utilization of traditional Chinese medicine resources and the optimal harvest time, the plant leaves were harvested on four occasions at an interval of 15 days between two consecutive harvests. Leaves were then made into leaf tea according to the green tea processing technology. The bioactive components in leaf tea harvested at four different time were measured. The results showed that the bioactive components of leaf tea varied along the harvest time, with the total flavonoid content and total phenolic content being initially increased followed by a decrease along the harvest time. The total flavonoid content of leaf tea harvested at different time was ranked in the order of the following: June 30 (17.06%) > June 15 (16.62%) > May 30 (16.53%) > July 15 (15.73%); while their corresponding total phenolic content was 4.49%, 5.63%, 5.50% and 5.31%. The polysaccharides content, water extract and alcohol extract increased significantly with the delay of harvest time. The polysaccharides content, water extract and alcohol extract were ranked in the order of the following: on May 30 (4.98%, 47.16%, 47.01%) < on June 15 (6.00%, 48.79%, 47.40%) < on June 30 (6.90%, 49.08%, 47.70%) < on July 15 (7.80%, 50.29%, 48.36%). With the delay of harvest time, the total antioxidant bioactive components in leaf tea of *A. membranaceus* initially increased followed by a decrease, while the content of nutritional components continued to increase. The antioxidant bioactive components were ranked in the order of June 30 (29.46%) > July 15 (28.83%) > June 15 (28.25%) > May 30 (26.00%), and the nutritional components were in the order of July 15 (98.65%) > June 30 (96.78%) > June 15 (96.19%) > May 30 (94.17%). The content of polysaccharides and total phenolic in the extracts of leaf tea were positively correlated with the content of total flavonoid. Our results show that *A. membranaceus* leaf tea is a good functional product of traditional Chinese medicine resources, which has great potential for further development and utilization. The best harvest time would be from June 30 to July 15.

**Key words:** *Astragalus membranaceus*; leaf tea; harvest time; polysaccharides content; the flavonoids content; total phenolic content; extracts