

引用格式:

胡百顺, 刘瑶, 杜兴媛, 张朝阳, 陈永波, 秦邦, 马世龙, 陈娥, 李秋方. 不同采收期和发育阶段的藤茶品质分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2023, 49(3): 304–312.

HU B S, LIU Y, DU X Y, ZHANG C Y, CHEN Y B, QIN B, MA S L, CHEN E, LI Q F. Quality analysis of *Ampelopsis grossedentata* leaves at different harvest periods and development stages[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2023, 49(3): 304–312.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



## 不同采收期和发育阶段的藤茶品质分析

胡百顺, 刘瑶, 杜兴媛, 张朝阳\*, 陈永波, 秦邦, 马世龙, 陈娥, 李秋方

(恩施土家族苗族自治州农业科学院, 湖北 恩施 445000)

**摘要:** 以5个采收月份(5月、6月、7月、8月、9月)、3个发育阶段(芽尖、嫩叶、老叶)的藤茶叶为研究对象, 分别测定其多酚、可溶性糖、总氨基酸及黄酮类物质的含量, 通过主成分分析和聚类分析, 表征不同采收期和发育阶段藤茶叶中活性物质的差异。结果表明: 不同采收期和发育阶段藤茶叶中活性物质的含量差异较大, 二氢杨梅素、花旗松素、多酚含量及二氢杨梅素异构体峰面积均为5月的最高, 芽尖、嫩叶中的含量高于老叶的; 杨梅苷含量5月、7月的较高, 可溶性糖含量8月、9月的较高, 老叶、嫩叶中的含量高于芽尖的; 杨梅素含量8月、9月的较高, 芽尖中的含量高于老叶、嫩叶的; 总氨基酸含量5月的最高, 老叶中的含量高于芽尖、嫩叶的。对特征值大于1的3个主成分进行分析, 方差累计贡献率达93.456%, 芽尖、嫩叶、老叶的综合得分依次降低, 同一发育阶段5月、6月、9月、7月、8月的综合得分依次降低。通过聚类分析将15个藤茶样品分为3个类群, 每个类群具有不同品质特点, 分别对应芽尖、嫩叶、老叶3个发育阶段, 芽尖、嫩叶类群综合得分明显高于老叶的。推荐采摘5月、6月的芽尖、嫩叶为原料, 制作优质藤茶。

**关键词:** 藤茶; 采收期; 发育阶段; 黄酮; 活性物质; 主成分分析; 聚类分析; 品质分析

中图分类号: S571.9

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2023)03-0304-09

## Quality analysis of *Ampelopsis grossedentata* leaves at different harvest periods and development stages

HU Baishun, LIU Yao, DU Xingyuan, ZHANG Chaoyang\*, CHEN Yongbo,

QIN Bang, MA Shilong, CHEN E, LI Qiufang

(Enshi Tujia and Miao Autonomous Prefecture Academy of Agricultural Sciences, Enshi, Hubei 445000, China)

**Abstract:** In order to investigate the difference of active substances of *Ampelopsis grossedentata* leaves at different harvest periods and development stages, the three different development stages including bud tip, tender leaf and old leaf from May to September were employed to determine the polyphenol, soluble sugar, total amino acids and five flavonoids. The principal component analysis and cluster analysis were carried out to characterize the differences of active substances. The results showed that the contents of active substances were significantly different among different harvest periods and development stages. Concretely, the contents of dihydromyricetin(DMY), taxifolin, polyphenol and DMY isomer were higher in May, and the contents of bud tip and tender leaf were higher than those of the old leaf. The contents of myricitrin and soluble sugar were higher in May, July and the contents of old leaf and tender leaf were higher in August, September than those of the bud tip. The content of myricetin was higher in August and September, and the

收稿日期: 2022-10-08

修回日期: 2023-05-11

基金项目: 中央组织部西部之光访问学者计划(202109); 恩施州科技计划指导性项目(JCY2021000028)

作者简介: 胡百顺(1984—), 男, 湖北鹤峰人, 硕士, 副研究员, 主要从事藤茶生产、加工研究, 279814350@qq.com; \*通信作者, 张朝阳, 硕士, 助理研究员, 主要从事藤茶品质评价与开发, 316631555@qq.com

content of bud tip was higher than those of the old leaf and tender leaf. The content of total amino acids was higher in May, and the content of old leaf was higher than those of the bud tip and tender leaf. Moreover, three principal components were extracted by principal component analysis with the total cumulative variance of 93.456%. The comprehensive scores of bud tip, tender leaf and old leaf decreased in order, and the scores of different harvest periods at the same development stage were May, June, September, July, and August in descending order. The 15 samples of *Ampelopsis grossedentata* were divided into three groups by cluster analysis, and each group had specific quality characteristics, which were corresponding to bud tip, tender leaf, and old leaf respectively. The comprehensive scores of bud tip and tender leaf groups were significantly higher than those of old leaf. In summary, this study recommended bud tip and tender leaf of *Ampelopsis grossedentata* from May and June as excellent raw materials.

**Keywords:** *Ampelopsis grossedentata*; harvest period; development stage; flavone; active substance; principal component analysis; cluster analysis; quality analysis

藤茶俗称莓茶、神仙草、端午茶、龙须茶等，植物基原为葡萄科蛇葡萄属显齿蛇葡萄(*Ampelopsis grossedentata* (Hand.-Mazz.)W. T. Wang)<sup>[1]</sup>，是中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会批准的新食品原料，亦是国家地理标志保护产品，在中国已有 3000 多年的历史记载。藤茶口感独特，入口微苦，回甘快而持久，富含黄酮、多酚、多糖、氨基酸等物质<sup>[2]</sup>，具有抗菌消炎<sup>[3-5]</sup>、降血糖、降血脂<sup>[6-8]</sup>、抗氧化<sup>[9]</sup>、调节睡眠<sup>[10]</sup>等功效，是一种典型的药食同源植物资源。藤茶叶分芽尖、嫩叶、老叶 3 个发育阶段，受气候、海拔高度等因素影响，采收期集中在 5—9 月，藤茶口感风味和活性成分因采收期和发育阶段不同而发生变化<sup>[11]</sup>；因此，对不同采收期和发育阶段藤茶叶中的活性成分进行分析和评价，有利于其综合开发利用。

藤茶品质多以总黄酮为基准，且多以二氢杨梅素含量为标准。陈忠正等<sup>[12]</sup>和潘欣妍<sup>[13]</sup>对多酚、多糖、氨基酸等活性成分进行了研究，但关于品质评价的研究较少。谷美仪等<sup>[14]</sup>利用高效液相色谱法分析不同成熟期藤茶叶片的二氢杨梅素含量，发现二氢杨梅素在不同成熟期叶片中的含量相差近 4 倍，且随着发育进程递减。孙睿等<sup>[15]</sup>测定了不同产地、部位及处理方式的藤茶的二氢杨梅素含量，发现芽尖、嫩叶、粗老叶、茶梗中的二氢杨梅素含量依次降低。黄建华等<sup>[16]</sup>利用高效液相色谱-二极管阵列检测器法测定 4—6 月的藤茶的二氢杨梅素含量，发现 4 月份的藤茶的二氢杨梅素含量最高，适用于二氢杨梅素的提取。

本研究以 5—9 月不同发育阶段的藤茶叶为研究对象，测定多酚、可溶性糖、总氨基酸及 5 项黄酮类物质的含量，并进行主成分分析和聚类分析，

建立品质评价模型，旨在明确不同采收期及发育阶段藤茶叶中的活性物质含量的特点，为藤茶品质评价及新产品开发提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

藤茶样品(表 1)采收于湖北省恩施州来凤县大河镇两河口村藤茶科研基地，分芽尖、嫩叶、老叶 3 个发育阶段采集。芽尖位于侧枝顶端，采摘长度 5~10 cm，可带 1 卷须；嫩叶为浅绿色，多为与卷须对生的一回或二回羽状复叶小叶；老叶为深绿色，多为腋芽附近的二回羽状复叶小叶。样品采收后剔除叶梗和杂叶，12 h 内蒸汽杀青 2 min，摊晾后 50 °C 烘干，粉碎过筛(孔径为 0.425 mm)后密封避光保存。

表 1 藤茶样品信息

Table 1 Sample information of <i>Ampelopsis grossedentata</i>					
样品编号	发育阶段	采收日期	采收时间	气温/°C	天气
T51	芽尖	2021-05-20	10:00—12:00	20	阴
T52	嫩叶				
T53	老叶				
T61	芽尖	2021-06-25	10:00—12:00	26	阴
T62	嫩叶				
T63	老叶				
T71	芽尖	2021-07-23	10:00—12:00	30	多云
T72	嫩叶				
T73	老叶				
T81	芽尖	2021-08-25	10:00—12:00	24	小雨
T82	嫩叶				
T83	老叶				
T91	芽尖	2021-09-24	10:00—12:00	26	晴
T92	嫩叶				
T93	老叶				

二氢杨梅素标准品(纯度 $\geq 98\%$ ,上海源叶生物科技有限公司);杨梅素标准品(纯度 $\geq 98\%$ ,上海源叶生物科技有限公司);杨梅苷标准品(纯度 $\geq 98\%$ ,上海源叶生物科技有限公司);花旗松素标准品(纯度 $\geq 98\%$ ,上海阿拉丁生化科技股份有限公司);甲醇(色谱纯,国药集团化学试剂有限公司);福林酚(1 mol/L,上海源叶生物科技有限公司);总氨基酸测定试剂盒(南京建成生物工程研究所)。

## 1.2 主要仪器与设备

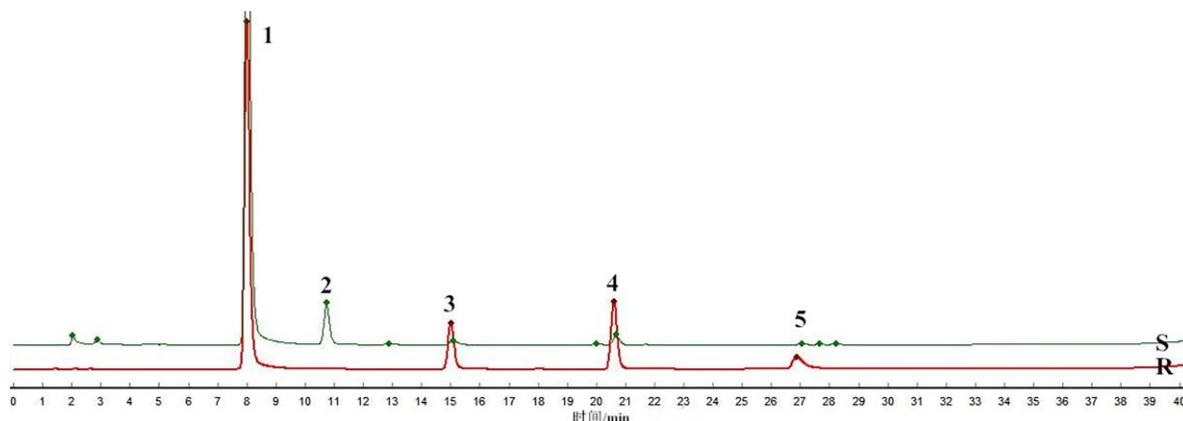
UltiMate 3000 高效液相色谱仪(美国赛默飞世尔科技公司);TU-1810PC 紫外可见分光光度计(上

海普析通用仪器有限责任公司);SB-5200 超声波清洗仪(宁波新芝生物科技股份有限公司);Kromasil C<sub>18</sub> 色谱柱(瑞典 AKZO NOBEL 公司,4.6 mm $\times$ 250 mm,5  $\mu$ m)。

## 1.3 方法

### 1.3.1 黄酮类物质的测定

参照汪秋兰等<sup>[17]</sup>的方法,以二氢杨梅素、杨梅素、杨梅苷、花旗松素标准品为对照品,测定藤茶中二氢杨梅素、杨梅素、杨梅苷、花旗松素含量及二氢杨梅素异构体峰面积,高效液相图谱见图 1。



R 对照品; S 供试品; 1 二氢杨梅素; 2 二氢杨梅素异构体; 3 花旗松素; 4 杨梅苷; 5 杨梅素。

图 1 藤茶叶中黄酮类物质的 HPLC 图谱

Fig.1 HPLC chromatogram of flavonoids in *Ampelopsis grossedentata* leaves

### 1.3.2 多酚含量的测定

按照 GB/T 8313—2018<sup>[18]</sup>规定的方法测定多酚含量,以没食子酸为标准品绘制的标准曲线方程为  $y=0.0113x+0.0074$ ,  $R^2=0.9997$ 。

### 1.3.3 可溶性糖含量的测定

称定 1 g 样品,置于 50 mL 离心管中,加入去离子水 30 mL,用玻璃棒充分搅拌均匀,移入 95  $^{\circ}$ C 以上水浴中浸提 1.5 h(每隔 0.5 h 搅拌 1 次),浸提后冷却至室温,转入离心机,在 3500 r/min 转速下离心 5 min;量取上清液 10 mL 于 50 mL 离心管中,加入 40 mL 无水乙醇,混匀,室温下避光放置 12 h 以上,转入离心机,3500 r/min 离心 5 min,弃去上清液,沉淀用蒸馏水定容至 25 mL,即得供试品溶液。参照方杰等<sup>[19]</sup>的方法测定可溶性糖含量。

### 1.3.4 总氨基酸含量的测定

称定 1 g 样品,置于锥形瓶中,加入去离子水 30

mL,25  $^{\circ}$ C、300 W、40 kHz 条件下超声提取 30 min,冷却至室温,转入离心机,3500 r/min 离心 5 min,取上清液过 0.45  $\mu$ m 滤膜,即得供试品溶液。按照总氨基酸试剂盒操作说明测定总氨基酸的含量。

## 1.4 数据处理

试验均重复 3 次,结果取平均值。数据经 Excel 2010 初步处理后,利用 SPSS 22.0 进行数据标准化处理、显著性分析、主成分分析、聚类分析,运用 Origin 2021 绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同采收期和发育阶段藤茶的品质指标

由表 2 可知,8 项品质指标变异系数为 15.15%~70.26%,其中,花旗松素含量的变异系数最大(70.26%),二氢杨梅素异构体的最小(15.15%),8 项品质指标变异系数均大于 10%,其中 5 项品质指标变异系数大于 20%,说明不同采收期和发育阶段的

藤茶中的活性物质含量差异较大。

表 2 藤茶的品质指标

样品编号	二氢杨梅素/%	花旗松素/%	杨梅苷/%	杨梅素/%	二氢杨梅素异构体峰面积	多酚/%	可溶性糖/%	总氨基酸/ ( $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ )
T51	41.69	0.684	0.475	0.142	38.01	33.15	0.593	949.37
T52	42.56	0.846	0.851	0.109	31.38	32.06	1.664	930.38
T53	29.30	0.210	0.819	0.126	28.20	23.59	2.079	1082.28
T61	36.92	0.526	0.450	0.156	35.75	32.99	0.589	816.46
T62	38.50	0.595	0.753	0.121	28.26	31.88	1.637	759.49
T63	25.88	0.044	0.679	0.138	27.39	23.08	1.670	911.39
T71	34.38	0.448	0.492	0.239	33.15	32.34	0.562	683.54
T72	36.75	0.529	1.015	0.126	25.50	28.56	1.277	664.56
T73	24.92	0.030	0.746	0.146	23.35	20.11	1.611	702.53
T81	34.09	0.346	0.469	0.249	31.26	29.50	0.656	778.48
T82	36.00	0.436	0.748	0.127	24.46	28.46	1.880	702.53
T83	21.18	0.022	0.612	0.161	23.65	19.77	2.277	892.41
T91	36.86	0.344	0.453	0.183	34.50	30.21	0.791	740.51
T92	38.10	0.454	0.805	0.144	29.89	29.21	1.734	683.54
T93	20.62	0.015	0.674	0.161	27.99	20.34	2.031	854.43
平均值	33.18	0.368	0.669	0.155	29.52	27.68	1.403	810.13
标准差	7.08	0.259	0.173	0.041	4.47	4.94	0.607	122.98
变异系数/%	21.34	70.26	25.87	26.30	15.15	17.85	43.27	15.18

## 2.2 不同采收期和发育阶段藤茶的活性物质

### 2.2.1 不同采收期和发育阶段藤茶叶的二氢杨梅素含量

由表 2、图 2-A 可知,不同采收期和发育阶段藤茶的二氢杨梅素含量为 20.62%~42.56%,其中 5 月嫩叶的最高,9 月老叶的最低,且部分采收期的二氢杨梅素含量差异显著( $P<0.05$ )。芽尖、嫩叶 5—9 月的二氢杨梅素含量均呈先降后升趋势,老叶的二氢杨梅素含量呈下降趋势,芽尖、嫩叶、老叶的二氢杨梅素含量分别为 34.09%~41.69%、36.00%~42.56%、20.62%~29.30%,含量最高值时期均为 5 月,最低值时期分别为 8 月、8 月、9 月,且同一采收期嫩叶、芽尖、老叶的二氢杨梅素含量依次降低。

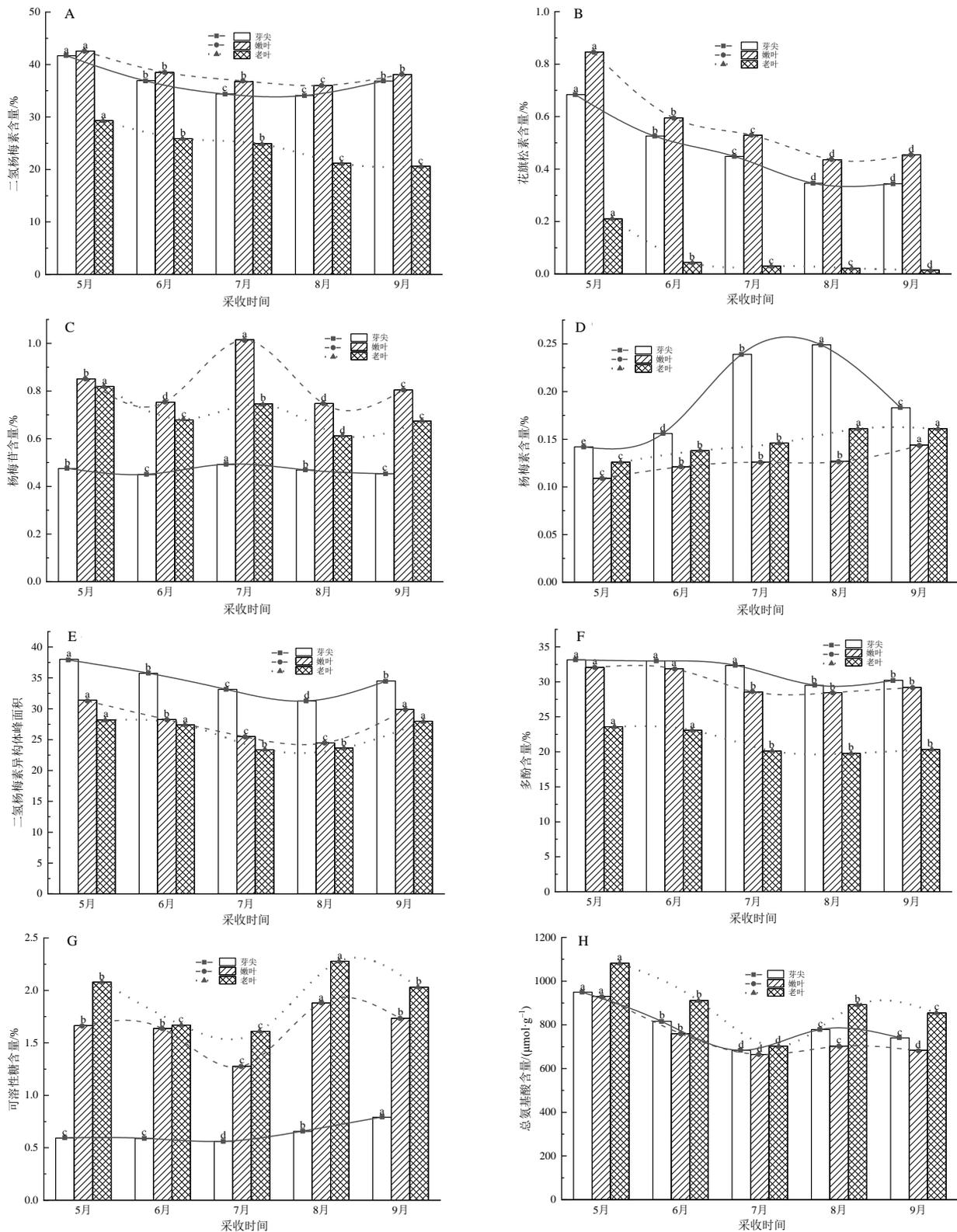
### 2.2.2 不同采收期和发育阶段藤茶的花旗松素含量

由表 2、图 2-B 可知,不同采收期和发育阶段藤茶的花旗松素含量为 0.015%~0.846%,其中 5 月嫩叶的含量最高,9 月老叶的含量最低,且部分采

收期花旗松素含量差异显著( $P<0.05$ )。芽尖、嫩叶、老叶 5—9 月的花旗松素含量均呈下降趋势(除 9 月芽尖、嫩叶的略有上升外),含量分别为 0.344%~0.684%、0.436%~0.846%、0.015%~0.210%,芽尖、嫩叶、老叶的花旗松素含量最高值时期均为 5 月,最低值时期分别为 8 月、8 月、9 月,且同一采收期嫩叶、芽尖、老叶的花旗松素含量依次降低。

### 2.2.3 不同采收期和发育阶段藤茶的杨梅苷含量

由表 2、图 2-C 可知,不同采收期和发育阶段藤茶叶的杨梅苷含量为 0.450%~1.015%,其中 7 月嫩叶的含量最高,6 月芽尖的含量最低,且部分采收期杨梅苷含量差异显著( $P<0.05$ )。芽尖、嫩叶、老叶 5—9 月杨梅苷含量均呈先降后升再降趋势,含量分别为 0.450%~0.492%、0.748%~1.015%、0.612%~0.819%,芽尖、嫩叶、老叶的杨梅苷含量最高值时期分别为 7 月、7 月、5 月,最低值时期分别为 6 月、8 月、8 月,且同一采收期嫩叶、老叶、芽尖的杨梅苷含量依次降低。



不同小写字母表示同一发育阶段不同采收期活性物质含量的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

图2 不同采收期和发育阶段藤茶中活性物质的含量

Fig.2 The contents of the active substances in *Ampelopsis grossedentata* leaves at different harvest periods and development stages

2.2.4 不同采收期和发育阶段藤茶的杨梅素含量

由表2、图2-D可知,不同采收期和发育阶段藤茶的杨梅素含量为0.109%~0.249%,其中8月芽

尖的含量最高,5月嫩叶的含量最低,且部分采收期杨梅素含量差异显著( $P < 0.05$ )。芽尖杨梅素含量呈先升后降趋势,嫩叶、老叶均呈上升趋势,含量

分别为 0.142%~0.249%、0.109%~0.144%、0.126%~0.161%，芽尖、嫩叶、老叶杨梅素含量最高值时期分别为 8 月、9 月、8 月(9 月)，最低值时期均为 5 月，且同一采收期芽尖、老叶、嫩叶杨梅素含量依次降低。

### 2.2.5 不同采收期和发育阶段藤茶的二氢杨梅素异构体峰面积

由表 2、图 2-E 可知，不同采收期和发育阶段藤茶的二氢杨梅素异构体峰面积为 23.35~38.01，其中 5 月芽尖的最高，7 月老叶的最低，且部分采收期二氢杨梅素异构体峰面积差异显著( $P<0.05$ )。芽尖、嫩叶、老叶的二氢杨梅素异构体峰面积均呈先降后升趋势，峰面积分别为 31.26~38.01、24.46~31.38、23.35~28.20，芽尖、嫩叶、老叶的二氢杨梅素异构体峰面积最大值的时期均为 5 月，最小值的时期分别为 8 月、8 月、7 月，且同一采收期芽尖、嫩叶、老叶的二氢杨梅素异构体峰面积依次降低。

### 2.2.6 不同采收期和发育阶段藤茶的多酚含量

由表 2、图 2-F 可知，不同采收期和发育阶段藤茶叶的多酚含量为 19.77%~33.15%，其中 5 月芽尖的含量最高，8 月老叶的含量最低，且部分采收期多酚含量差异显著( $P<0.05$ )。芽尖、嫩叶、老叶的多酚含量均呈先降后升趋势，含量分别为 29.50%~33.15%、28.46%~32.06%、19.77%~23.59%，5 月时芽尖、嫩叶、老叶的多酚含量最高，8 月时的最低，且同一采收期芽尖、嫩叶、老叶的多酚含量依次降低。

### 2.2.7 不同采收期和发育阶段藤茶的可溶性糖含量

由表 2、图 2-G 可知，不同采收期和发育阶段藤茶叶的可溶性糖含量为 0.562%~2.277%，其中 8 月老叶的含量最高，7 月芽尖的含量最低，且部分采收期可溶性糖含量差异显著( $P<0.05$ )。芽尖的可溶性糖含量呈先降后升趋势，嫩叶、老叶的可溶性糖含量均呈先降后升再降趋势，含量分别为 0.562%~0.791%、1.277%~1.880%、1.611%~2.277%，芽尖、嫩叶、老叶的可溶性糖含量最高的时期分别为 9 月、8 月、8 月，最低的时期均为 7 月，且同一采

收期老叶、嫩叶、芽尖的可溶性糖含量依次降低。

### 2.2.8 不同采收期和发育阶段藤茶的总氨基酸含量

由表 2、图 2-H 可知，不同采收期和发育阶段藤茶叶的总氨基酸含量为 664.56~1082.28  $\mu\text{mol/g}$ ，其中 5 月老叶的含量最高，7 月嫩叶的含量最低，且部分采收期总氨基酸含量差异显著( $P<0.05$ )。芽尖、嫩叶、老叶的总氨基酸含量均呈先降后升再降趋势，含量分别为 683.54~949.37、664.56~930.38、702.53~1082.28  $\mu\text{mol/g}$ ，芽尖、嫩叶、老叶的总氨基酸含量最高的时期均为 5 月，最低的时期均为 7 月，且同一采收期老叶、芽尖、嫩叶的总氨基酸含量依次降低。

## 2.3 不同采收期和发育阶段藤茶的主成分分析和评价

对供试藤茶叶样品的 8 项品质指标进行主成分分析，共提取特征值大于 1 的主成分 3 个，特征值分别为 4.119、2.152、1.206，方差贡献率分别为 51.490%、26.895%、15.071%，方差累计贡献率为 93.46%，大于 85%，可代表藤茶品质的大部分信息。

由表 3 可知，对主成分 1 影响较大的指标有二氢杨梅素、多酚、可溶性糖含量及二氢杨梅素异构体峰面积，其中二氢杨梅素含量、二氢杨梅素异构体峰面积、多酚含量具有较大正载荷量，可溶性糖含量具有较大负载荷量；对主成分 2 影响较大的指

表 3 藤茶叶品质指标的主成分载荷、特征值和方差贡献率

Table 3 Load matrix, eigenvalue and variance contribution rate of principal component for quality indexes of *Ampelopsis grossedentata* leaves

品质指标	载荷		
	主成分 1	主成分 2	主成分 3
二氢杨梅素含量	0.841	0.513	-0.063
花旗松素含量	0.788	0.583	0.007
杨梅苷含量	-0.488	0.779	-0.236
杨梅素含量	0.327	-0.838	-0.246
二氢杨梅素异构体峰面积	0.867	-0.185	0.390
多酚含量	0.949	0.264	-0.058
可溶性糖含量	-0.870	0.363	0.096
总氨基酸含量	-0.195	0.060	0.959
特征值	4.119	2.152	1.206
方差贡献率/%	51.490	26.895	15.071
方差累计贡献率/%	51.490	78.385	93.456

标是杨梅素含量,具有较大负载荷量;对主成分3影响较大的指标是总氨基酸含量,具有较大的正载荷量。

对品质指标数据进行标准化处理,结合主成分特征向量可得3个主成分得分的回归方程:

$$F_1=0.204X_1+0.191X_2-0.118X_3+0.079X_4+0.210X_5+0.230X_6-0.211X_7-0.047X_8;$$

$$F_2=0.238X_1+0.271X_2+0.362X_3-0.390X_4-0.086X_5+0.123X_6+0.169X_7+0.028X_8;$$

$$F_3=-0.052X_1+0.006X_2-0.196X_3-0.204X_4+0.324X_5-0.048X_6+0.080X_7+0.796X_8。$$

以各主成分特征值对应的方差贡献率为权重,得到藤茶品质综合评价模型:

$$F=0.51490F_1+0.26895F_2+0.15071F_3。$$

由综合评价模型计算不同采收期和发育阶段藤茶的各主成分得分、综合得分及排名情况,由表4可知:15个藤茶样品的综合得分由高到低依次为T51、T52、T61、T62、T91、T92、T71、T72、T81、T82、T53、T63、T93、T73、T83;同一采收期不同发育阶段藤茶样品的综合得分由高到低依次为芽尖、嫩叶、老叶;同一发育阶段5月、6月、9月、7月、8月的样品的综合得分依次降低。

表4 不同采收期和发育阶段藤茶的主成分得分及综合评价

Table 4 Principal component scores and comprehensive evaluation of *Ampelopsis grossedentata* leaves at different harvest periods and development stages

样品编号	得分			综合得分	排名
	主成分1	主成分2	主成分3		
T51	1.466	0.115	1.588	1.025	1
T52	0.564	1.811	0.874	0.909	2
T53	-0.979	0.470	1.797	-0.107	11
T61	1.195	-0.389	0.554	0.594	3
T62	0.271	1.101	-0.386	0.378	4
T63	-0.935	-0.377	0.703	-0.477	12
T71	1.105	-1.268	-0.939	0.086	7
T72	-0.119	1.321	-1.525	0.064	8
T73	-1.231	-0.421	-1.030	-0.902	14
T81	0.766	-1.515	-0.446	-0.080	9
T82	-0.303	0.825	-0.974	-0.081	10
T83	-1.530	-0.764	0.416	-0.931	15
T91	0.880	-0.840	-0.117	0.210	5
T92	0.113	0.739	-0.895	0.122	6
T93	-1.263	-0.807	0.380	-0.810	13

## 2.4 不同采收期和发育阶段藤茶的聚类分析

采用沃尔德法进行聚类分析,距离类型为欧式距离。由图3可知,当欧式距离为5.0时,可将15个藤茶样品聚为3个类群,其中类群I有5个藤茶样品,分别为T51、T61、T91、T71、T81,均为芽尖阶段样品;类群II有5个藤茶样品,分别为T52、T62、T92、T82、T72,均为嫩叶阶段样品;类群III有5个藤茶样品,分别为T53、T63、T83、T93、T73,均为老叶阶段样品。结合表4可知,类群I藤茶样品综合得分平均值为0.367,类群II藤茶样品综合得分平均值为0.278,类群III藤茶样品综合得分平均值为-0.645,表明芽尖、嫩叶综合得分明显高于老叶。

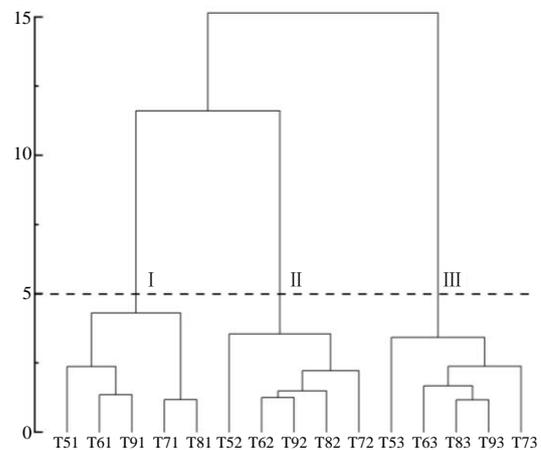


图3 不同采收期和发育阶段藤茶聚类分析结果

Fig.3 Cluster analysis of *Ampelopsis grossedentata* leaves at different harvest periods and development stages

由表5可知,类群I中藤茶样品的杨梅素含量、多酚含量、二氢杨梅素异构体峰面积平均值高于其他类群,杨梅苷含量、可溶性糖含量平均值低于其他类群;类群II中藤茶样品的二氢杨梅素含量、花旗松素含量、杨梅苷含量平均值高于其他类群,杨梅素含量、总氨基酸含量平均值低于其他类群;类群III中藤茶样品的可溶性糖含量、总氨基酸含量平均值高于其他类群,二氢杨梅素含量、花旗松素含量、多酚含量、二氢杨梅素异构体峰面积平均值低于其他类群。各类群的品质指标变异系数除类群I的花旗松素含量、杨梅素含量以及类群II、类群III的花旗松素含量外,其余均小于20%,说明类群划分基本合理。

表 5 不同类群藤茶的品质特征

Table 5 Quality characteristics of *Ampelopsis grossedentata* in different groups

品质指标	平均值			变异系数/%		
	类群 I	类群 II	类群 III	类群 I	类群 II	类群 III
二氢杨梅素含量	36.790	38.380	24.380	8.280	6.630	14.670
花旗松素含量	0.470	0.572	0.064	30.270	28.980	127.890
杨梅苷含量	0.468	0.834	0.706	3.680	13.120	11.180
杨梅素含量	0.194	0.125	0.146	24.980	9.940	10.210
二氢杨梅素异构体峰面积	34.540	27.900	26.120	7.410	10.420	9.230
多酚含量	31.640	30.030	21.380	5.300	5.960	8.450
可溶性糖含量	0.638	1.638	1.933	14.460	13.590	14.670
总氨基酸含量	793.670	748.100	888.610	12.590	14.420	15.290

### 3 结论与讨论

藤茶的黄酮类物质含量远远高于传统茶叶,尤其是二氢杨梅素含量<sup>[20-21]</sup>。张学英<sup>[22]</sup>研究发现藤茶中二氢杨梅素含量约占总黄酮的 70%~80%,且二氢杨梅素含量随藤茶叶片的发育进程递减。普遍认为 4—5 月藤茶叶中的二氢杨梅素含量最高<sup>[23-24]</sup>。本研究中,通过高效液相色谱法共测定 5 种黄酮类物质,发现同一发育阶段藤茶中的二氢杨梅素含量、花旗松素含量、二氢杨梅素异构体峰面积均为 5 月的最高,7 月、8 月或 9 月的最低;同一采收期芽尖、嫩叶中的含量高于老叶。杨梅苷是一种类黄酮化合物,具有降脂、抗炎等功效<sup>[25]</sup>。本研究发现同一发育阶段藤茶中杨梅苷含量先降后升再降,5 月或 7 月的最高,6 月或 8 月的最低;同一采收期嫩叶、老叶的含量高于芽尖,与吴佳等<sup>[26]</sup>的研究结果基本相符。

多糖是药源植物的重要活性物质。向东山等<sup>[27]</sup>研究发现 9 月藤茶中的多糖含量最高,7 月的最低。本研究发现,同一发育阶段藤茶中的可溶性糖含量呈先降后升再降趋势,8 月或 9 月的最高,7 月的最低,同一采收期老叶、嫩叶中的可溶性糖含量高于芽尖的。

氨基酸是构成蛋白质分子的基本单位,是生物体不可缺少的营养物质。本研究发现,同一发育阶段藤茶中的氨基酸含量呈先降后升再降趋势,5 月的最高,7 月的最低;同一采收期老叶中的氨基酸含量高于芽尖和嫩叶的,这与郑小江等<sup>[28]</sup>的研究结果相符。

多酚类物质在自然界广泛存在,传统茶叶中多酚类化合物以儿茶素类为主。相关研究<sup>[29-31]</sup>表明,

6 类茶叶中茶多酚的含量随生长季节变化,且不同部位茶叶的茶多酚含量不同,1~2 叶片、3~4 叶片、成熟叶片中茶多酚的含量依次降低。本研究发现同一发育阶段藤茶叶中的多酚含量呈先降后升趋势,5 月的最高,8 月的最低;同一采收期芽尖、嫩叶中的多酚含量高于老叶的,这与传统茶叶多酚含量变化规律略有不同,可能与植物基原科属差异较大有关。

主成分分析共提取特征值大于 1 的 3 个主成分,方差累计贡献率为 93.456%。由评价模型得出:同一采收期芽尖、嫩叶、老叶的综合得分依次降低,同一发育阶段 5 月、6 月、9 月、7 月、8 月的综合得分依次降低。聚类分析将不同采收期和发育阶段藤茶样品聚为 3 个类群,每个类群具有不同品质特点,分别对应芽尖、嫩叶、老叶 3 个发育阶段,且芽尖、嫩叶类群综合得分明显高于老叶。推荐采摘 5 月、6 月的芽尖、嫩叶为原料制作藤茶。

#### 参考文献:

- [1] 石依姗. 特色民族药材藤茶质量评价及其袋泡茶工艺研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2020.
- [2] CARNEIRO R C V, YE L Y, BAEK N, et al. Vine tea (*Ampelopsis grossedentata*): a review of chemical composition, functional properties, and potential food applications[J]. *Journal of Functional Foods*, 2021, 76: 104317.
- [3] XIAO X N, WANG F, YUAN Y T, et al. Antibacterial activity and mode of action of dihydromyricetin from *Ampelopsis grossedentata* leaves against food-borne bacteria[J]. *Molecules*, 2019, 24(15): 2831.
- [4] LIANG H Y, HE K K, LI T, et al. Mechanism and antibacterial activity of vine tea extract and dihydromyricetin against *Staphylococcus aureus*[J].

- Scientific Reports, 2020, 10: 21416.
- [5] LIN Y M, FAN J, RUAN L J, et al. Semi-preparative separation of dihydromyricetin enantiomers by supercritical fluid chromatography and determination of anti-inflammatory activities[J]. Journal of Chromatography A, 2019, 1606: 460386.
- [6] RAN L, WANG X L, LANG H D, et al. *Ampelopsis grossedentata* supplementation effectively ameliorates the glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. European Journal of Clinical Nutrition, 2019, 73(5): 776–782.
- [7] YAO M J, TENG H, LV Q Y, et al. Anti-hyperglycemic effects of dihydromyricetin in streptozotocin-induced diabetic rats[J]. Food Science and Human Wellness, 2021, 10(2): 155–162.
- [8] SUN B M, TAN D G, PAN D J, et al. Dihydromyricetin imbues antiadipogenic effects on 3T3-L1 cells via direct interactions with 78-kDa glucose-regulated protein[J]. The Journal of Nutrition, 2021, 151(7): 1717–1725.
- [9] JIA C H, ZHANG M X, MA W B, et al. Evaluation of antioxidant properties of the different tissues of vine tea (*Ampelopsis grossedentata*) in stripped canola oil and sunflower oil[J]. Journal of Food Science, 2020, 85(4): 1082–1089.
- [10] LI H X, YU F, SUN X Y, et al. Dihydromyricetin ameliorates memory impairment induced by acute sleep deprivation[J]. European Journal of Pharmacology, 2019, 853: 220–228.
- [11] 向东山, 刘晓鹏, 翟琨, 等. 不同采收时期及不同部位绿风藤茶中总黄酮含量比较与分析[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(7): 1745–1746.
- [12] 陈忠正, 陈银焯, 魏超田, 等. 藤茶总多酚提取工艺优化及生物活性初步研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(3): 24–27.
- [13] 潘欣妍. 显齿蛇葡萄多糖分离、鉴定及其片剂制备研究[D]. 大连: 大连海洋大学, 2019.
- [14] 谷美仪, 梁冠男, 金琦芳, 等. 不同成熟期藤茶叶片中二氢杨梅素生物合成的转录组分析[J/OL]. 分子植物育种: 1–15[2022-06-25]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20220624.1114.002.html>.
- [15] 孙睿, 付丽, 雷雨. 不同产地藤茶中二氢杨梅素含量及其与牛蒡子配伍的药效学研究[J]. 药学实践杂志, 2021, 39(3): 255–258.
- [16] 黄建华, 谢思敏, 彭清华, 等. 基于感官审评与HPLC–DAD法不同月份藤茶质量研究[J]. 中国野生植物资源, 2020, 39(4): 7–10.
- [17] 汪秋兰, 王文清, 万青, 等. 基于HPLC–PDA指纹图谱、化学模式识别及多成分定量分析评价藤茶药材的质量[J]. 中国药师, 2021, 24(8): 558–565.
- [18] GB/T 8313—2018 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法[S].
- [19] 方杰, 王成祥, 王莉婷, 等. 红曲茯苓片中多糖含量测定方法的比较研究[J]. 时珍国医国药, 2021, 32(11): 2672–2676.
- [20] 刘灿明, 王日为, 刘富知, 等. 湖南甜茶成分分析与安全性评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2004, 30(3): 261–263.
- [21] 萧力争, 苏晓倩, 李勤, 等. 紫芽品种茶树芽叶多酚类物质组成特征[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2008, 34(1): 77–79.
- [22] 张学英. 显齿蛇葡萄叶代用茶总黄酮以二氢杨梅素计的试验验证[J]. 湖南农业科学, 2021(5): 84–90.
- [23] 雷华平, 冯纪南, 任名新, 等. 不同季节的显齿蛇葡萄中二氢杨梅素和总黄酮的含量测定[J]. 中国野生植物资源, 2017, 36(1): 37–39.
- [24] 何桂霞, 裴刚, 杨伟丽, 等. HPLC测定藤茶不同采收时期及不同部位的二氢杨梅素含量[J]. 中成药, 2004, 26(3): 210–212.
- [25] 黄梦珍. 杨梅苷降脂与抗炎功能的评估及其分子机理研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2021.
- [26] 吴佳, 叶文卉, 卢宗元, 等. 藤茶不同部位指纹图谱及其差异研究[J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32(9): 1507–1514.
- [27] 向东山, 郑小江, 翟琨. 不同采收时期及不同部位绿风藤茶中多糖含量比较与分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(29): 12751–12752.
- [28] 郑小江, 向东山, 翟琨, 等. 不同采收时期藤茶氨基酸含量与组成分析及营养价值评价[J]. 江苏农业科学, 2009, 37(2): 246–247.
- [29] 陈磊. 不同种类茶叶中茶多酚含量的测定和分析[J]. 食品安全导刊, 2021(25): 71.
- [30] 莫燕霞. 不同生长期内茶叶中茶多酚含量的变化研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2008.
- [31] 张琳, 何晓叶, 李建科. 紫阳富硒地区茶叶中茶多酚及硒含量不同季节与叶片分布规律[J]. 农产品加工(学刊), 2014(19): 13–15.

责任编辑: 毛友纯  
英文编辑: 柳正