

# 云南引种油橄榄嫩叶中抗氧化成分含量分析

李勇杰, 耿树香, 徐 田

(云南省林业和草原科学院, 昆明 650201)

**摘要:**为更好地开发利用油橄榄叶,提高云南引种油橄榄的经济附加值,采用生化法及高效液相色谱法测定云南引种的16个品种油橄榄嫩叶中总黄酮、总酚含量及黄酮类和多酚类成分的含量,并对多酚类成分进行聚类分析,筛选不同用途优良茶叶品种。结果表明:16个品种油橄榄嫩叶中总黄酮含量为66.66~117.39 mg/g,总酚含量为35.63~55.81 mg/g,总黄酮和总酚含量均较高的5个品种为柯基、鄂植8号、豆果、城固32和尖叶木樨榄;16个品种油橄榄嫩叶的黄酮类成分为槲皮素、木犀草素、芹菜素、木犀草苷,含量分别为242.17~5 447.71  $\mu\text{g/g}$ 、818.48~2 707.34  $\mu\text{g/g}$ 、40.29~1 241.30  $\mu\text{g/g}$ 和1.35~5.17 mg/g,主要多酚类物质为橄榄苦苷(4.22~26.00 mg/g)、山楂酸(4.19~11.44 mg/g),其次为羟基酪醇(998.08~6 164.13  $\mu\text{g/g}$ )、红景天苷(189.16~7 940.99  $\mu\text{g/g}$ ),其他多酚类成分含量较低。经聚类分析,16个品种油橄榄嫩叶分为5个亚类。柯基、鄂植8号、豆果3个品种油橄榄嫩叶中总黄酮、总酚及多酚类成分含量均较高,可作为抗氧化功能茶原料进行开发。

**关键词:**油橄榄;油橄榄嫩叶;抗氧化成分;黄酮;多酚;红景天苷

**中图分类号:**TS222+.1;S565.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-7969(2024)01-0134-06

## Analysis of antioxidant components content in tender leaves of olive introduced to Yunnan

LI Yongjie, GENG Shuxiang, XU Tian

(Yunnan Academy of Forestry and Grassland, Kunming 650201, China)

**Abstract:** In order to better exploit and utilize olive leaves and improve the economic added value of olive introduced to Yunnan, the contents of total flavonoids and total phenols, and contents of flavonoids and polyphenols components in the tender leaves of 16 varieties of olive introduced to Yunnan were determined by biochemical method and high performance liquid chromatography (HPLC), and the polyphenols components were also clustered and analyzed to screen the good varieties for tea. The results showed that the total flavonoids content in tender leaves of olive ranged from 66.66 mg/g to 117.39 mg/g, and the total phenols content ranged from 35.63 mg/g to 55.81 mg/g. The 5 varieties with high total flavonoids and total phenols contents were Keji, Ezhi 8, Douguo, Chenggu 32 and *Olea cuspidate* Wall. The flavonoids in 16 varieties of olive tender leaves were quercetin, luteolin, apigenin and luteoloside with contents of 242.17–5 447.71  $\mu\text{g/g}$ , 818.48–2 707.34  $\mu\text{g/g}$ , 40.29–1 241.30  $\mu\text{g/g}$  and 1.35–5.17 mg/g, respectively, and the main polyphenols were oleuropein (4.22–26.00 mg/g) and maslinic acid (4.19–11.44 mg/g), followed by hydroxytyrosol (998.08–6 164.13  $\mu\text{g/g}$ ), rhodiolside (189.16–7 940.99  $\mu\text{g/g}$ ), and other polyphenols components with lower content. After cluster analysis, 16

varieties of olive tender leaves were divided into 5 subcategories. The tender leaves of 3 olive varieties Keji, Ezhi 8 and Douguo have higher total flavonoids, total phenols, and polyphenols components, which can be developed as raw materials for tea with antioxidant function.

**Key words:** olive; olive tender leaf; antioxidant component; flavonoids; polyphenols; rhodiolside

收稿日期:2022-11-10;修回日期:2023-09-28

基金项目:云南省创新引导与科技型企业培育计划(202204BI090008);云南省重大科技专项计划项目(202102AE090012)

作者简介:李勇杰(1980),男,副研究员,硕士,主要从事经济林良种选育与养分高效管理研究(E-mail)liyongjie107@126.com。

通信作者:耿树香,研究员,博士(E-mail)1016430670@qq.com。

油橄榄全身都是宝,油橄榄叶中含有丰富的黄酮类及多酚类成分<sup>[1-2]</sup>,具有抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抗菌、抗病毒、抗衰老、抗高血压和降血糖<sup>[3-10]</sup>等多种药理活性,例如:油橄榄叶中红景天苷可保护心脑血管系统、调节免疫系统、防辐射、抗疲劳、抗肿瘤等<sup>[11]</sup>;羟基酪醇在调节糖脂代谢、防治肿瘤、抗血栓、缓解动脉粥样硬化、抑制病原微生物、防治视网膜黄斑变性、保护软骨和防治骨质疏松等方面都具有良好的生物活性<sup>[12-13]</sup>;酪醇作为红景天苷代谢产物之一<sup>[14]</sup>,在延长寿命,治疗和预防氧化应激、神经系统疾病、炎症和糖尿病,抑制耐药金黄色葡萄球菌和真菌等方面显示出良好的药理作用<sup>[15-16]</sup>。因此,油橄榄叶可应用于药品、化妆品、保健食品和功能性食品中。

油橄榄叶在地中海地区用作民间医药的历史悠久,其可直接用于治疗发烧或疟疾,可预防高血压、高血脂、心血管病和糖尿病等疾病<sup>[5]</sup>,且有证据表明,油橄榄叶潜在的药理作用被归因于其含有的多酚类成分<sup>[17-19]</sup>。因油橄榄叶中含有多酚等多种生物活性成分,在国内已被研发成保健茶<sup>[6]</sup>。油橄榄叶中的生物活性成分受品种、气候条件、采收时间、遗传和地理来源等的影响显著<sup>[20-23]</sup>。高彩霞<sup>[24]</sup>通过探究油橄榄叶中总多酚、总黄酮和橄榄苦苷含量随季节变化的规律,确定油橄榄叶的最佳采收季节为春季。但关于不同品种油橄榄叶中总黄酮、总酚及其组成、含量差异的相关研究却鲜见报道。因此,本研究采用生化法和高效液相色谱法测定云南引种的16个品种油橄榄嫩叶中总黄酮、总酚及黄酮类和多酚类成分的含量,并对多酚类成分进行聚类分析,以期获得云南引种油橄榄叶制茶的最优品种,为油橄榄叶在药品、保健品和功能性食品等方面的高值化应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

16个油橄榄品种(皮瓜尔、卡林、莱星、软阿斯、柯基、佛奥、鄂植8号、米扎、豆果、配多灵、巴尼亚、科拉蒂、城固32、尖叶木樨榄、云杂2号、云杂F1)3—5月嫩叶,从同一品种4棵不同树木的各个侧面手工采集约50g样品,60℃烘干,研磨混匀,待测。甲醇、乙腈,上海安谱实验科技股份有限公司;乙酸、磷酸、甲酸,均为色谱级,上海阿拉丁生化科技股份有限公司;木犀草苷、橄榄苦苷、香草酸、咖啡酸、*p*-香豆酸、阿魏酸、羟基酪醇、红景天苷、酪醇、山楂酸、槲皮素、芹菜素、木犀草素标准品,上海源叶生物科技有限公司;总黄酮含量试剂盒、总酚含量试剂盒,

苏州格锐思生物科技有限公司。

金属浴,TLG-16低温离心机,MD190酶标仪,Eppendorf单道移液枪,干式氮吹仪,岛津LC-20AT高效液相色谱仪,LC-100高效液相色谱仪。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 总黄酮含量的测定

称取过0.63~0.25mm(40~60目)筛的烘干样品约0.03g,加入1.5mL60%的乙醇,60℃振荡提取2h(若提取液蒸发用60%乙醇定容至1.5mL),离心(25℃,12000r/min,10min)后取上清液,参照总黄酮含量试剂盒方法测定样品中总黄酮含量。

#### 1.2.2 总酚含量的测定

样品处理方法同1.2.1,参照总酚含量试剂盒方法测定样品中总酚含量。

#### 1.2.3 多酚类和黄酮类成分含量的测定

##### 1.2.3.1 样品前处理

称取0.1g烘干样品加入2mL体积分数为60%的甲醇(槲皮素、木犀草素和芹菜素采用体积分数1%的甲酸甲醇),在60℃条件下超声萃取30min后,80℃加热浓缩,再用60%甲醇定容至2mL,离心(4℃,12000r/min,10min),取上清液,经0.22μm滤膜过滤后进高效液相色谱仪,设定不同条件对多酚类和黄酮类物质进行测定。

##### 1.2.3.2 色谱条件

木犀草苷、橄榄苦苷含量测定的色谱条件:配备紫外检测器的高效液相色谱仪,C18反相色谱柱(250mm×4.6mm,5μm),流动相为甲醇-0.1%乙酸溶液(体积比35:65),进样量10μL,流速1mL/min,柱温25℃,运行时间30min,紫外检测波长240nm。

羟基酪醇、红景天苷、酪醇含量测定的色谱条件:配备荧光检测器的高效液相色谱仪,C18反相色谱柱(250mm×4.6mm,5μm),流动相为乙腈-0.01%磷酸溶液(体积比30:70),进样量10μL,流速1mL/min,柱温25℃,运行时间30min,荧光检测器激发波长280nm,发射波长310nm。

香草酸含量测定的色谱条件:流动相为甲醇-0.1%磷酸溶液(体积比20:80),运行时间50min,紫外检测波长260nm,其他条件同木犀草苷、橄榄苦苷含量测定的色谱条件。

咖啡酸、*p*-香豆酸、阿魏酸含量测定的色谱条件:紫外检测波长320nm,其他条件同香草酸含量测定的色谱条件。

山楂酸含量测定的色谱条件:流动相为甲醇-0.05%磷酸溶液(体积比75:25),运行时间50min,紫外检测波长210nm,其他条件同木犀草苷、橄榄

苦苷含量测定的色谱条件。

槲皮素、木犀草素、芹菜素含量测定的色谱条件:流动相为甲醇-0.1%甲酸溶液(体积比60:40),运行时间40 min,紫外检测波长360 nm,其他条件同木犀草苷、橄榄苦苷含量测定的色谱条件。

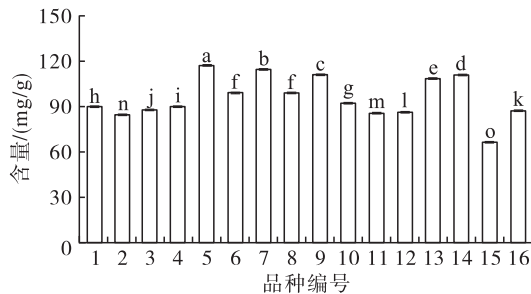
#### 1.2.4 统计分析

采用 Microsoft Excel 2007 进行数据整理,采用 OriginPro 2021 制作图表。聚类分析以欧氏距离作为关联矩阵,采用最长距离法进行 R 型系统聚类。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同品种油橄榄嫩叶中总黄酮含量

黄酮类化合物是一类次生代谢产物,具有较强的抗氧化活性。16 个品种油橄榄嫩叶中总黄酮含量如图 1 所示。



注:1. 皮瓜尔; 2. 卡林; 3. 莱星; 4. 软阿斯; 5. 柯基; 6. 佛奥; 7. 鄂植 8 号; 8. 米扎; 9. 豆果; 10. 配多灵; 11. 巴尼亚; 12. 科拉蒂; 13. 城固 32; 14. 尖叶木樨榄; 15. 云杂 2 号; 16. 云杂 F1。不同小写字母表示具有显著性差异( $p < 0.05$ )。下同

图 1 16 个品种油橄榄嫩叶中总黄酮含量

表 1 16 个品种油橄榄嫩叶中 4 个黄酮类成分含量

品种	槲皮素/( $\mu\text{g/g}$ )	木犀草素/( $\mu\text{g/g}$ )	芹菜素/( $\mu\text{g/g}$ )	木犀草苷/(mg/g)
皮瓜尔	663.12 $\pm$ 0.21j	1 522.28 $\pm$ 0.20j	40.29 $\pm$ 0.12p	1.75 $\pm$ 0.01m
卡林	1 113.20 $\pm$ 0.10g	1 283.85 $\pm$ 0.51m	204.31 $\pm$ 0.11m	1.91 $\pm$ 0.01l
莱星	1 520.28 $\pm$ 0.20d	1 743.33 $\pm$ 0.31g	549.24 $\pm$ 0.42d	3.64 $\pm$ 0.02e
软阿斯	877.85 $\pm$ 0.51i	2 104.08 $\pm$ 0.24d	271.44 $\pm$ 0.41i	3.91 $\pm$ 0.01c
柯基	246.43 $\pm$ 0.32o	1 445.17 $\pm$ 0.31l	208.96 $\pm$ 0.42l	3.06 $\pm$ 0.03j
佛奥	1 031.10 $\pm$ 0.51h	1 651.17 $\pm$ 0.32h	214.75 $\pm$ 0.55k	3.12 $\pm$ 0.01i
鄂植 8 号	1 216.54 $\pm$ 0.41f	1 786.34 $\pm$ 0.42f	302.64 $\pm$ 0.42g	3.46 $\pm$ 0.01h
米扎	558.09 $\pm$ 0.11k	2 528.25 $\pm$ 0.52c	375.52 $\pm$ 0.21f	4.18 $\pm$ 0.02b
豆果	519.90 $\pm$ 0.72l	2 607.92 $\pm$ 0.22b	182.18 $\pm$ 0.23o	3.58 $\pm$ 0.03f
配多灵	242.17 $\pm$ 0.31p	961.79 $\pm$ 0.11n	281.70 $\pm$ 0.54h	2.27 $\pm$ 0.01k
巴尼亚	382.89 $\pm$ 0.12m	1 507.30 $\pm$ 0.32k	185.73 $\pm$ 0.32n	3.04 $\pm$ 0.02j
科拉蒂	339.27 $\pm$ 0.31n	1 929.92 $\pm$ 0.20e	216.91 $\pm$ 0.21j	5.17 $\pm$ 0.01a
城固 32	1 486.27 $\pm$ 0.32e	1 622.90 $\pm$ 0.10i	414.48 $\pm$ 0.12e	3.49 $\pm$ 0.02g
尖叶木樨榄	5 091.75 $\pm$ 0.52b	2 707.34 $\pm$ 0.04a	926.01 $\pm$ 0.11c	3.81 $\pm$ 0.01d
云杂 2 号	5 447.71 $\pm$ 0.12a	818.48 $\pm$ 0.22p	1 241.30 $\pm$ 0.51a	1.35 $\pm$ 0.03o
云杂 F1	1 786.38 $\pm$ 0.22c	821.95 $\pm$ 0.51o	1 112.55 $\pm$ 0.50b	1.72 $\pm$ 0.01n

由表 1 可知:16 个品种油橄榄嫩叶中槲皮素含量为 242.17 ~ 5 447.71  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为云

由图 1 可知,云南引种的 16 个品种油橄榄嫩叶中总黄酮含量范围为 66.66 ~ 117.39 mg/g,其中总黄酮含量较高的品种为柯基、鄂植 8 号、豆果、尖叶木樨榄、城固 32。

### 2.2 不同品种油橄榄嫩叶中总酚含量

酚类化合物是一类具有抗氧化功能的活性物质。16 个品种油橄榄嫩叶中总酚含量如图 2 所示。

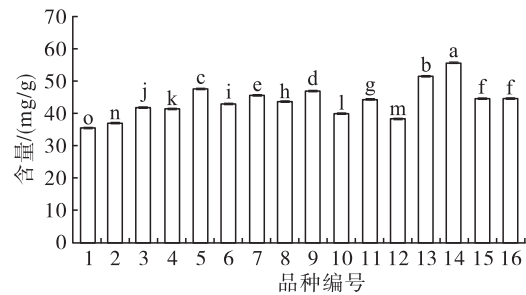


图 2 16 个品种油橄榄嫩叶中总酚含量

由图 2 可知,云南引种的 16 个品种油橄榄嫩叶中总酚含量范围为 35.63 ~ 55.81 mg/g,其中总酚含量较高的品种为尖叶木樨榄、城固 32、柯基、豆果和鄂植 8 号,相应的这 5 个品种油橄榄嫩叶中总黄酮含量也较高(见图 1)。

### 2.3 不同品种油橄榄嫩叶中黄酮类和多酚类成分组成及含量分析

#### 2.3.1 黄酮类

16 个品种油橄榄嫩叶中黄酮类成分主要为槲皮素、木犀草素、芹菜素和木犀草苷,其含量见表 1。

杂 2 号,其次为尖叶木樨榄,二者槲皮素含量均在 5 000  $\mu\text{g/g}$  以上;木犀草素含量为 818.48 ~

2 707.34  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为尖叶木樨榄;芹菜素含量为40.29~1 241.30  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为云杂2号,其次为云杂F1,二者含量均在1 000  $\mu\text{g/g}$ 以上;木犀草苷含量为1.35~5.17  $\text{mg/g}$ ,含量最高的品种为科拉蒂。综上,云杂2号及尖叶木樨榄油橄榄叶可作为高槲皮素茶原料。

## 2.3.2 多酚类

### 2.3.2.1 酚酸类

经测定16个油橄榄嫩叶中主要酚酸类成分为咖啡酸、*p*-香豆酸、阿魏酸、香草酸和山楂酸,其含量见表2。

表2 16个品种油橄榄嫩叶中5个酚酸类成分含量

品种	咖啡酸/( $\mu\text{g/g}$ )	<i>p</i> -香豆酸/( $\mu\text{g/g}$ )	阿魏酸/( $\mu\text{g/g}$ )	香草酸/( $\mu\text{g/g}$ )	山楂酸/( $\text{mg/g}$ )
皮瓜尔	29.87 $\pm$ 0.03i	13.45 $\pm$ 0.05g	29.74 $\pm$ 0.04c	556.57 $\pm$ 0.35g	11.44 $\pm$ 0.04a
卡林	39.97 $\pm$ 0.03e	7.91 $\pm$ 0.01m	20.79 $\pm$ 0.01j	629.44 $\pm$ 0.42d	7.07 $\pm$ 0.03k
莱星	39.81 $\pm$ 0.01f	18.40 $\pm$ 0.02c	44.77 $\pm$ 0.03a	463.38 $\pm$ 0.21m	7.18 $\pm$ 0.02i
软阿斯	46.47 $\pm$ 0.02c	16.11 $\pm$ 0.02e	26.33 $\pm$ 0.01e	551.47 $\pm$ 0.33h	7.13 $\pm$ 0.03j
柯基	28.77 $\pm$ 0.03k	10.22 $\pm$ 0.04l	16.19 $\pm$ 0.02n	413.43 $\pm$ 0.12p	4.99 $\pm$ 0.01m
佛奥	29.19 $\pm$ 0.01j	12.86 $\pm$ 0.02j	20.12 $\pm$ 0.01k	586.79 $\pm$ 0.22f	7.97 $\pm$ 0.03f
鄂植8号	50.14 $\pm$ 0.04a	13.38 $\pm$ 0.03h	25.79 $\pm$ 0.02g	460.32 $\pm$ 0.11n	10.33 $\pm$ 0.03c
米扎	30.15 $\pm$ 0.05h	10.43 $\pm$ 0.04k	21.32 $\pm$ 0.01i	490.59 $\pm$ 0.10k	9.65 $\pm$ 0.01d
豆果	30.45 $\pm$ 0.05g	17.76 $\pm$ 0.02d	25.99 $\pm$ 0.02f	488.61 $\pm$ 0.42l	7.22 $\pm$ 0.02i
配多灵	30.19 $\pm$ 0.01h	13.30 $\pm$ 0.02i	26.52 $\pm$ 0.03d	490.96 $\pm$ 0.23j	10.62 $\pm$ 0.01b
巴尼亚	43.01 $\pm$ 0.04d	7.52 $\pm$ 0.03n	24.37 $\pm$ 0.01h	748.66 $\pm$ 0.25b	8.93 $\pm$ 0.05e
科拉蒂	47.76 $\pm$ 0.04b	14.23 $\pm$ 0.01f	20.11 $\pm$ 0.03k	587.42 $\pm$ 0.30e	7.29 $\pm$ 0.03h
城固32	50.09 $\pm$ 0.01a	27.69 $\pm$ 0.02a	34.07 $\pm$ 0.02b	452.81 $\pm$ 0.41o	7.84 $\pm$ 0.01g
尖叶木樨榄	27.46 $\pm$ 0.04l	23.82 $\pm$ 0.02b	19.29 $\pm$ 0.01m	790.73 $\pm$ 0.23a	4.19 $\pm$ 0.04o
云杂2号	21.84 $\pm$ 0.04n	4.52 $\pm$ 0.01p	13.67 $\pm$ 0.04o	499.64 $\pm$ 0.15i	4.46 $\pm$ 0.01n
云杂F1	24.01 $\pm$ 0.01m	6.30 $\pm$ 0.01o	19.74 $\pm$ 0.03l	639.89 $\pm$ 0.24c	6.12 $\pm$ 0.02l

由表2可知:16个品种油橄榄嫩叶中咖啡酸含量为21.84~50.14  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为鄂植8号和城固32;*p*-香豆酸含量为4.52~27.69  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为城固32,其次为尖叶木樨榄;阿魏酸含量为13.67~44.77  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为莱星,其次为城固32;香草酸含量为413.43~790.73  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为尖叶木樨榄;山楂

酸含量为4.19~11.44  $\text{mg/g}$ ,含量最高的品种为皮瓜尔。城固32油橄榄嫩叶中咖啡酸、*p*-香豆酸、阿魏酸含量均较高。

### 2.3.2.2 苯乙醇类

16个油橄榄嫩叶中苯乙醇类成分包括羟基醇、酪醇和红景天苷,其含量见表3。

表3 16个品种油橄榄嫩叶中3个苯乙醇类成分含量

品种	羟基醇	酪醇	红景天苷
皮瓜尔	1 920.36 $\pm$ 0.36k	92.63 $\pm$ 0.03k	5 203.60 $\pm$ 0.15g
卡林	2 076.40 $\pm$ 0.40i	99.67 $\pm$ 0.03h	4 053.52 $\pm$ 0.23i
莱星	1 865.24 $\pm$ 0.24l	73.32 $\pm$ 0.02l	2 760.66 $\pm$ 0.17k
软阿斯	1 941.26 $\pm$ 0.26j	99.20 $\pm$ 0.03i	3 550.18 $\pm$ 0.21j
柯基	3 419.41 $\pm$ 0.41c	164.88 $\pm$ 0.01c	7 940.99 $\pm$ 0.38a
佛奥	2 546.76 $\pm$ 0.24g	102.52 $\pm$ 0.01g	5 363.38 $\pm$ 0.27f
鄂植8号	6 164.13 $\pm$ 0.13a	173.49 $\pm$ 0.02b	7 795.09 $\pm$ 0.16b
米扎	5 131.41 $\pm$ 0.41b	194.81 $\pm$ 0.02a	5 562.96 $\pm$ 0.24e
豆果	2 609.73 $\pm$ 0.27e	146.21 $\pm$ 0.05f	7 609.64 $\pm$ 0.21c
配多灵	2 801.47 $\pm$ 0.47d	158.89 $\pm$ 0.04d	614.63 $\pm$ 0.57m
巴尼亚	1 268.83 $\pm$ 0.17o	52.80 $\pm$ 0.08o	543.62 $\pm$ 0.24n
科拉蒂	2 573.61 $\pm$ 0.39f	99.13 $\pm$ 0.03j	7 068.55 $\pm$ 0.13d
城固32	1 836.93 $\pm$ 0.17m	150.39 $\pm$ 0.04e	4 679.69 $\pm$ 0.22h
尖叶木樨榄	2 210.47 $\pm$ 0.47h	63.24 $\pm$ 0.03m	296.32 $\pm$ 0.14o
云杂2号	998.08 $\pm$ 0.81p	27.52 $\pm$ 0.05p	189.16 $\pm$ 0.15p
云杂F1	1 806.19 $\pm$ 0.19n	58.55 $\pm$ 0.02n	643.34 $\pm$ 0.34l

由表 3 可知:16 个品种油橄榄嫩叶中羟基酪醇含量差异较大,含量为 998.08 ~ 6 164.13  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为鄂植 8 号,最低的为云杂 2 号;酪醇含量为 27.52 ~ 194.81  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为米扎,其次为鄂植 8 号;红景天苷含量为 189.16 ~ 7 940.99  $\mu\text{g/g}$ ,含量最高的品种为柯基。综上,鄂植 8 号油橄榄叶可作高羟基酪醇茶原料,柯基油橄榄叶可作高红景天苷茶原料。

### 2.3.2.3 其他

橄榄苦苷是一种重要的苯酚类裂环烯醚萜苷,是油橄榄嫩叶中主要多酚类成分。16 个品种油橄榄嫩叶中橄榄苦苷含量见表 4。

表 4 16 个品种油橄榄嫩叶中橄榄苦苷含量  $\text{mg/g}$

品种	橄榄苦苷	品种	橄榄苦苷
皮瓜尔	16.51 $\pm$ 0.01c	云杂 2 号	24.73 $\pm$ 0.02b
柯基	5.09 $\pm$ 0.01o	软阿斯	13.35 $\pm$ 0.01j
城固 32	11.75 $\pm$ 0.02k	佛奥	7.19 $\pm$ 0.02m
鄂植 8 号	13.82 $\pm$ 0.01i	科拉蒂	26.00 $\pm$ 0.05a
莱星	16.15 $\pm$ 0.03e	卡林	15.77 $\pm$ 0.03f
豆果	14.75 $\pm$ 0.02h	云杂 F1	5.99 $\pm$ 0.01n
米扎	15.17 $\pm$ 0.01g	巴尼亚	4.22 $\pm$ 0.02p
配多灵	16.37 $\pm$ 0.03d	尖叶木犀榄	10.16 $\pm$ 0.00l

由表 4 可知,16 个品种油橄榄嫩叶中橄榄苦苷含量为 4.22 ~ 26.00  $\text{mg/g}$ ,含量最高的品种为科拉蒂,最低的为巴尼亚。科拉蒂叶可作高橄榄苦苷茶原料。

### 2.4 16 个品种油橄榄嫩叶中多酚类成分聚类分析

16 个品种油橄榄嫩叶中多酚类成分聚类分析如图 3 所示。

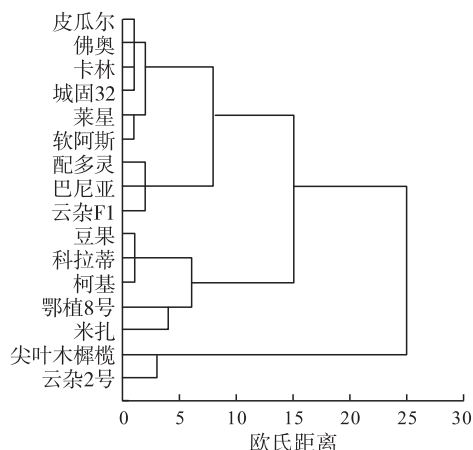


图 3 16 个品种油橄榄嫩叶中多酚类成分聚类分析

由图 3 可知,在欧氏距离为 10 时,可分为 3 个大类,欧氏距离为 5 时,可分为 5 个亚类,其中:皮瓜尔、佛奥、卡林、城固 32、莱星和软阿斯聚于一个亚类;尖叶木犀榄和云杂 2 号聚于一个亚类;柯基、豆

果、科拉蒂油橄榄嫩叶中具有高含量红景天苷聚于一个亚类,红景天苷含量均超过 7 000  $\mu\text{g/g}$ ;配多灵、巴尼亚、云杂 F1 具有相近较低含量红景天苷聚于一个亚类;鄂植 8 号和米扎具有高含量的羟基酪醇聚于一个亚类。

### 3 结论

本研究采用高效液相色谱法结合生化法分析了云南引种的 16 个品种油橄榄嫩叶中的抗氧化成分组成及含量。结果发现,除常见的黄酮类和多酚类成分外,云南油橄榄叶中还发现一种特殊抗氧化成分红景天苷,这在以往报道中未见且含量较高,特别是在柯基、鄂植 8 号、豆果和科拉蒂 4 个品种油橄榄嫩叶中,红景天苷含量超过 7 000  $\mu\text{g/g}$ ,是开发高红景天苷茶首选原料;云杂 2 号和尖叶木犀榄油橄榄嫩叶槲皮素含量较高,可作高槲皮素茶原料;鄂植 8 号和米扎油橄榄嫩叶中羟基酪醇含量较高,可作高羟基酪醇茶原料。

### 参考文献:

- [1] GORZYNIK - DEBICKA M, PRZYCHODZEN P, CAPPELLO F, et al. Potential health benefits of olive oil and plant polyphenols [J/OL]. Int J Mol Sci, 2018, 19 (3): 686 [2022 - 11 - 10]. <https://doi.org/10.3390/ijms19030686>.
- [2] DINI I, GRAZIANI G, FEDELE F L, et al. Effects of *Trichoderma biostimulation* on the phenolic profile of extra-virgin olive oil and olive oil by-products [J/OL]. Antioxidants, 2020, 9 (4): 284 [2022 - 11 - 10]. <https://doi.org/10.3390/antiox9040284>.
- [3] AHAMAD J, TOUFEEQ I, KHAN M A, et al. Oleuropein: A natural antioxidant molecule in the treatment of metabolic syndrome [J]. Phytother Res, 2019, 33 (12): 3112 - 3128.
- [4] SHAMSHOUM H, VLAVCHESKI F, TSIANI E. Anticancer effects of oleuropein [J]. Biofactors, 2017, 43 (4): 517 - 528.
- [5] SANTINI S J, PORCU C, TARANTINO G, et al. Antioxidant and anti-inflammatory effect of oleuropein in hepatic steatosis [J/OL]. Dig Liver Dis, 2020, 52: e32 [2022 - 11 - 10]. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2019.12.118>.
- [6] SWEEDAN E G, AL - Haidari A M D, MAGEMAND A M, et al. Antimicrobial and antibiofilm activities of alcoholic extract of olive leaves (*Olea europaea*) against pathogenic bacteria [J]. Biosci Res, 2019, 16(1): 367 - 374.
- [7] ALCAMI J, BEDOYA L M, OBREGÓN P, et al. Antiviral activity of 5 - hydroxytyrosol, a microbicidal candidate against HIV - 1 transmission [J/OL]. AIDS Res Hum

- Retrov, 2014, 30(S1): A240[2022-11-10]. <https://doi.org/10.1089/aid.2014.5531>.
- [8] ZHANG S, YU Z, XIA J, et al. Anti - Parkinson's disease activity of phenolic acids from *Eucommia ulmoides* olive leaf extracts and their autophagy activation mechanism[J]. Food Funct, 2020, 11(2): 1425 - 1440.
- [9] ALCAIDE - HIDALGO J M, MARGALEF M, BRAVO F I, et al. Virgin olive oil (unfiltered) extract contains peptides and possesses ACE inhibitory and antihypertensive activity[J]. Clin Nutr, 2020, 39(4): 1242 - 1249.
- [10] AMIRNAHAVANDIRAHBAR S, NASIRZADEH M R. Biochemical effects of oleuropein in streptozotocin induced diabetic male rat [J]. Maced Vet Rev, 2018, 41(2): 187 - 194.
- [11] 韩雪娇, 郭娜, 朱美宣, 等. 红景天苷药理作用及其作用机理研究进展[J]. 中国生化药物杂志, 2015, 35(1): 171 - 175.
- [12] 杨子琪, 龙建纲, 刘健康. 羟基酪醇的生物学活性及其代谢特征[J]. 中国药理学通报, 2016, 32(9): 1189 - 1193.
- [13] GAO J, ZOU X, YANG L, et al. Hydroxytyrosol protects against acrolein induced preosteoblast cell toxicity: Involvement of Nrf2/Keap1 pathway[J]. J Funct Foods, 2015, 19: 28 - 38.
- [14] HU Z, WANG Z, LIU Y, et al. Metabolite profile of salidroside in rats by ultraperformance liquid chromatography coupled with quadrupole time - of - flight mass spectrometry and high - performance liquid chromatography coupled with quadrupole - linear ion trap mass spectrometry[J]. J Agric Food Chem, 2015, 63(41): 8999 - 9005.
- [15] 臧皓, 徐倩, 张露云, 等. 酪醇药理作用研究的新进展[J]. 通化师范学院学报, 2017, 38(12): 48 - 53.
- [16] DEWAPRIYA P, HIMAYA S W, LI Y X, et al. Tyrosol exerts a protective effect against dopaminergic neuronal cell death in *in vitro* model of Parkinson's disease [J]. Food Chem, 2013, 141(2): 1147 - 1157.
- [17] ÖZCAN M M, MATTHÄUS B. A review: Benefit and bioactive properties of olive (*Olea europaea* L.) leaves [J]. Eur Food Res Technol, 2017, 243(1): 89 - 99.
- [18] 刘红梅, 方成鑫, 郭力, 等. 不同采收季节对油橄榄茶品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2019, 19(1): 127 - 132.
- [19] ACAR - TEK N, AĞAGÜNDÜZ D. Olive leaf (*Olea europaea* L. *folium*): Potential effects on glycemia and lipidemia[J]. Ann Nutr Metab, 2020, 76(1): 10 - 15.
- [20] DEMIR S, CETINKAYA H. Effects of saline conditions on polyphenol and protein content and photosynthetic response of different olive (*Olea europaea* L.) cultivars [J]. Appl Ecol Env Res, 2020, 18(2): 2599 - 2610.
- [21] PASKOVIĆ I, LUKIĆ I, ŽURGA P, et al. Temporal variation of phenolic and mineral composition in olive leaves is cultivar dependent [J/OL]. Plants, 2020, 9(9): 1099[2022-11-10]. <https://doi.org/10.3390/plants9091099>.
- [22] DIAB M A, IBRAHIM A K, HADAD G M, et al. Seasonal variations in antioxidant components of *Olea europaea* in leaves of different cultivars, seasons, and oil products in Sinai [J]. Food Anal Meth, 2021, 14(4): 773 - 783.
- [23] WANG B, QU J, FENG S, et al. Seasonal variations in the chemical composition of Liangshan olive leaves and their antioxidant and anticancer activities[J/OL]. Foods, 2019, 8(12): 657[2022-11-10]. <https://doi.org/10.3390/foods8120657>.
- [24] 高彩霞. 油橄榄叶抗氧化物有效成分及其含量变化规律研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2007.
- .....
- (上接第133页)
- [10] 刘仙俊, 范向前, 史起鹏, 等. 燕麦总多酚的微波辅助提取工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(17): 55 - 59.
- [11] 余旭亚, 陈朝银, 王洪钟, 等. 核桃仁与核桃油总黄酮含量比较研究[J]. 食品研究与开发, 2002, 23(6): 25 - 26.
- [12] 陈月晓, 何涛, 唐凌轩, 等. 气相色谱法同时测定食品中的胆固醇和植物甾醇[J]. 食品科学, 2016, 37(14): 180 - 183.
- [13] 张宏福. 动物营养参数与饲养标准[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [14] 王建友, 王琴, 刘凤兰, 等. 黑果枸杞籽饼粕的营养成分分析及应用[J]. 粮食与饲料工业, 2016(11): 41 - 42, 61.
- [15] 戴玉, 许腾, 初汉平, 等. 牡丹籽饼营养成分分析[J]. 饲料研究, 2019, 42(7): 54 - 57.
- [16] BERGUIG G Y, MARTIN N T, CREER A Y, et al. Of mice and men: Plasma phenylalanine reduction in PKU corrects neurotransmitter pathways in the brain [J]. Mol Genet Metab, 2019, 128(4): 422 - 430.
- [17] 刘霞, 李华, 杨继红, 等. 冷榨葡萄籽饼粕超微粉中主要营养物质的分析[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(1): 117 - 121, 128.
- [18] 李桂珍, 谷瑶, 杨漓, 等. 不同油茶品种果壳及饼粕中活性成分的测定[J]. 广西林业科学, 2019, 48(3): 348 - 352.