DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.07.018

不同基原陈皮质量评价研究

王佳俊[1],舒佳宾[2],陈锦鹏[3],舒月文[4],吴群[1],朱卫东[1]
(1.衢州市农业林业科学研究院,浙江 衢州 324000;2.衢州市农业农村局,浙江 衢州 324000;
3.龙游县种植业发展中心,浙江 衢州 324400;4.浙江早椿农业开发有限公司,浙江 衢州 324400)

摘要:目的 评价茶枝柑、槾柑、温州蜜柑以及衢橘所制陈皮外观性状及药食两用价值。方法 利用紫外-可见分光光度法检测4种不同基原陈皮样品中总黄酮含量,采用高效液相色谱法测试样品橙皮苷、川陈皮素、橘皮素的含量,通过挥发油测定仪测定样品挥发油含量,采用热浸法检测不同样品醇溶性浸出物含量,应用氨基酸分析仪分析不同样品中氨基酸的含量,采用1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical,DPPH·)与2,2′-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐[2,2′-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic) acid,ABTS$^+$]自由基清除试验检测不同基原陈皮的抗氧化活性,最后联用聚类分析与优劣解距离法(technique for order preference by similarity to an ideal solution,TOPSIS)分析对4种陈皮进行综合质量评价。结果 对于研究的4种陈皮,衢州优势品种槾柑与衢橘柑皮的总黄酮、川陈皮素、橘皮素、挥发油及醇溶性浸出物含量较高;4种陈皮中,槾柑皮具有较高的ABTS$^+$清除能力而衢橘皮清除DPPH自由基的能力较强。与茶枝柑相比,槾柑柑皮具有较高的橙皮苷、川陈皮素与橘皮素含量;而茶枝柑的氨基酸含量则相对较高。综合评价结果显示槾柑、衢橘的综合质量相对优于茶枝柑与温州蜜柑。结论 不同基原陈皮外观性状及理化性质差异较大。研究结果可为陈皮药材质量标准的制定与食药价值提供参考。

关键词:陈皮;基原;橙皮苷;氨基酸;综合质量评价
中图分类号:R284.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)07-0092-08

Study on Quality Assessment of Chenpi(Citri Reticulatae Pericarpium) from Different cultivars

WANG Jiajun[1],SHU Jiabin[2],CHEN Jinpeng[3],SHU Yuewen[4],WU Qun[1],ZHU Weidong[1]
(1. Quzhou Agricultural and Forestry Science Research Institute,Quzhou 324000,Zhejiang,China;
2. Agricultural and Rural Bureau of Quzhou,Quzhou 324000,Zhejiang,China;
3. Longyou Planting Industry Development Center,Quzhou 324000,Zhejiang,China;
4. Zhejiang Zaochun Agricultural Development Company,Quzhou 324000,Zhejiang,China)

Abstract:*Objective* To compare the differences of appearance and the physical and chemical properties in Chazhigan(Citrus reticulata ´Chachiensis´), Penggan(Citrus reticulata ´Ponkan´), Wenzhou Migan(Citrus reticulata ´Unshiu´) and Quju. *Methods* The ultraviolet-visible spectrophotometry was used to detect flavonoids contents in 4 kinds of Chenpi(Citri Reticulatae Pericarpium,CRP). High performance liquid chromatography(HPLC) method was used to test the contents of hesperidin,nobiletin and tangeretin. The volatile oil meter was used to determine the volatile oil content. The hot dip method was used to detect the contents of the alcohol soluble extracts of the samples. The amino acid analyzer was used to analyze the different amino acid contents in the samples. The antioxidant activity was analyzed by DPPH and ABTS $^+$ test,the final combination clustering analysis with TOPSIS test. *Results* For the 4 kinds of CRP,Quzhou advantage varieties Penggan(Citrus reticulata ´Ponkan´) and Quju have more flavonoids,nobiletin,tangeretin volatile oil and alcohol soluble extracts than the others. Penggan(Citrus reticulata ´Ponkan´) has a higher ABTS+scavenging ability,while Quju has a stronger ability to scavenge DPPH free radicals. Compared with Chazhigan(Citrus reticulata ´Chachiensis´),Penggan(Citrus reticulata ´Ponkan´) has higher contents of hesperidin,naringin and hesperidin. The amino acid content of Chazhigan(Citrus reticulata ´Chachiensis´) is relatively high. The comprehensive evaluation results show that the overall quality of Penggan(Citrus reticulata ´Ponkan´) and Quju is relatively better than that of Penggan(Citrus reticulata ´Ponkan´) and Wenzhou Migan(Citrus reticulata ´Unshiu´). *Conclusion* The appearance physical and chemical properties of CRP from different cultivars are different. The research results can provide the reference for quality standards enactment,food and medicine value.

Keywords:Chenpi(Citri Reticulatae Pericarpium);cultivar;hesperidin;amino acids;comprehensive quality evaluation

基金项目:国家农业农村部现代柑橘产业技术体系项目(CARS-26);浙江省"三农九方"农业科技协作计划项目(2022SJLM17);衢州市科技计划项目(2022K24)
作者简介:王佳俊(1995-),男,江西上饶人,助理农艺师,硕士,研究方向:衢州陈皮产业开发。
通讯作者:吴群(1984-),男,湖北十堰人,高级农艺师,硕士,研究方向:柑橘品种选育及栽培技术。E-mail:462866886@qq.com。
朱卫东(1970-),男,浙江衢州人,正高级农艺师,研究方向:中药品种选育及产地初加工。E-mail:12453563352@qq.com。

陈皮为芸香科植物橘 *Citrus reticulata* Blanco 及其栽培变种的干燥果皮,性温味苦,具有理气健脾,燥湿化痰的功效,入药可用于脘腹胀满,食少吐泻,咳嗽痰多等症状[1-2]。《神农本草经》载:“橘柚,味辛温……一名橘皮”,可见橘皮在我国已有数千年的药用历史。2002 年,卫生部颁布的〔2002〕51 号文件明确规定橘皮为食药两用物质,进一步拓宽了橘皮的使用范围[3]。2020 年版《中华人民共和国药典》明确规定橘及茶枝柑 *Citrus reticulata* ‘Chachi’(广陈皮)、大红袍 *Citrus reticulata* ‘Dahongpao’、温州蜜柑 *Citrus reticulata* ‘Unshiu’、福橘 *Citrus reticulata* ‘Tangerina’等橘的栽培变种可作为陈皮基原植物[4-6]。随着中药材产业的发展及市场对中药材原材料日益扩大的需求,这种多基原现象在一定时期内对扩大药源、满足成药需求、保障临床用药具有重要的意义,然而不同基原的药材之间品质参差不齐,难以用统一的标准控制质量,严重影响中药材的稳定性与可控性[7]。

衢州椪柑为国家地理标志产品,种植面积超 10 万亩,产量数十万吨。浙西衢州地区自古以来就是陈皮的重要产区,《嘉靖衢州府志》《弘治衢州府志》等县志均载“陈皮”;有学者根据陈皮产地而又加以命名,如《衢州市卫生志》记载“衢州大红桔皮”;《康熙衢州府志》曰“衢产陈皮”,说明衢州发展陈皮产业具有天然优势[8]。然而陈皮作为中医组方常用药,其基础研究已经较为全面且深入。在药效物质基础方面,主要集中在对采收时间、储藏年份、提取方法等因素对陈皮挥发油与黄酮类物质含量的影响[9-13]。在药理药效方面,主要是通过动物或细胞试验研究揭示其在理气健脾、燥湿化痰的科学内涵,而对不同基原陈皮理化性质的比较研究尚少[14-17]。因此,本课题组主要选取茶枝柑(广陈皮)、浙江省栽培面积较大的温州蜜柑、椪柑以及衢州本地特有的药用柑橘品种衢橘作为试验材料,通过多种技术检测食药物质含量差异,进一步完善不同品种陈皮的品质评价工作,为陈皮药材质量标准的制定与食药价值提供不同水平及多个角度的科学依据。

1 材料与方法

1.1 仪器

ZWKJ-SP-755 紫外分光光度计(北京中西华大科技有限公司,中国);BX43 生物显微镜(日本奥林巴斯株式会社,日本);梅特勒 ME204 分析天平(瑞士梅特勒托利多公司,瑞士);Agilent1290 高效液相色谱仪(德国安捷伦科技有限公司,德国);U-T1800 型双光束紫外可见分光光度计(上海屹谱仪器制造有限公司,中国);DHG-9070A 电热恒温鼓风干燥箱(上海东麓仪器设备有限公司,中国);EJ-400A 型挥发油测定仪(上海恩计精密仪器有限公司,中国);L-3000 型全自动氨基酸分析仪(江苏华美辰仪器科技有限公司,中国)。

1.2 材料

橙皮苷(批号:4676,纯度:≥98%)、橘皮素(批号:S2363,纯度≥98%)、川陈皮素(批号:S6523,纯度≥98%)购自上海诗丹德标准技术服务有限公司;广陈皮对照提取物(批号:610021-202001)、2-甲氨基苯甲酸甲酯(批号:112051-202102)、芦丁(批号:100080-201811)购自中国食品药品检定研究院;甲醇、乙腈、甲酸(色谱纯,美国 TEDIA 天地试剂公司);氨基酸混合标准液(B 型)购自日本和光纯药株式会社。样品基本信息如表 1 所示。所有样品干燥方式均为自然晾晒,均经衢州市农业林业科学研究院果树所高级农艺师吴群鉴定为芸香科植物茶枝柑、温州蜜柑、衢橘、椪柑的干燥成熟果皮。

表 1 样品信息

药材名	编号	基原	采集地点	采集时间
广陈皮	1	茶枝柑	江门市新会区金榜堂基地	2023 年 11 月
衢陈皮	2	椪柑	衢州市衢江区十里丰基地	2023 年 11 月
衢陈皮	3	衢橘	衢州市柯城区莫家村	2023 年 11 月
浙陈皮	4	温州蜜柑	衢州市龙游县希塘村	2023 年 11 月

1.3 试验方法

总黄酮检测参照《保健食品理化及卫生指标检验与评价技术指导原则(2020 版)》第一法[18];浸出物、挥发油、橙皮苷、川陈皮素、橘皮素检测严格参照 2020 版《中华人民共和国药典》一部及四部条件[19];氨基酸含量检测参照 GB5009.124-2016 标准[20]。具体操作如下。

1.3.1 外观性状对比 选取不同基原陈皮样品,对其进行性状描述,包括形状、颜色、厚度、油点的多少及透光性、外表面、内表面、质地、气味等方面对比。

1.3.2 总黄酮含量测定 (1)对照品溶液的制备。取芦丁对照品适量,精密称定,置容量瓶中,加甲醇制成浓度为 0.4 mg/mL的溶液。

(2)供试品溶液的制备及检测。将陈皮样品按照编号分别打粉,粗粉(过 2 号筛)0.2 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,加入甲醇 25 mL,密塞后称定重量,超声处理 45 min,放冷再称定重量,用甲醇补足减失的重量,摇匀后过滤,取滤液,用甲醇定容至 25 mL,采用紫外-可见分光光度计在 510 nm 波长处测定其吸光度。

1.3.3 橙皮苷、川陈皮素、橘皮素含量检测 (1)混合对照品溶液的制备:精密称取橙皮苷对照品 2.161 mg、川陈皮素 0.246 mg、橘皮素 0.215 mg,加甲醇 10 mL,制成 0.216 1 mg/mL 的橙皮苷、0.024 6 mg/mL 的川陈皮素和 0.021 5 mg/mL 的橘皮素混合对照品溶液。

(2)供试品溶液的制备。见“1.3.2(2)”项下。

(3)外标法计算供试品溶液浓度。取混合对照品溶液及不同陈皮供试品溶液,进样体积为 5 μL,混合对照品溶液共入 5 帧在 285.5 nm 处平行测定峰面积,计算平均峰面积,使用外标一点法计算供试品溶液含量。计算公式如下所示。

$$结果\% = \frac{C_{对} \times V_{对} \times A_{供} \times 稀释体积 \times 1000}{A_{对} \times V_{供} \times M_{供} \times (1 - 水分)} \times 100\%$$

$C_{对}$:对照品溶液的浓度,$V_{对}$:对照品溶液的进样体积,$A_{供}$:供试品溶液的峰面积,$A_{对}$:对照品溶液的平均峰面积,$V_{供}$:供试品溶液的进样体积,$M_{供}$:供试品的质量。

1.3.4 挥发油含量测定 采用通则 2204 甲法测定挥发油,具体操作:取供试品粉末 20.114 g,置烧瓶中,加水 400 mL 与玻璃珠数粒,混匀,连接挥发油测定器与回流冷凝管,置电热套中缓缓加热至沸。并保持微沸 5 h,至测定器中油量不再增加,停止加热,放出测定器中水后读取挥发油量,计算公式如下所示。

$$挥发油结果\% = \frac{V}{M_{样}} \times 100\%$$

V：挥发油测定器读数；$M_{样}$：供试粉末质量。

1.3.5 醇溶性浸出物含量测定 采用通则2201热浸法检测浸出物，具体操作：取供试品2.02 g，置锥形瓶后加乙醇100 mL，密塞后称重，冷凝管回流提取，再次称重，并用溶剂补足减失的重量，过滤器滤过后量取滤液25 mL，水浴蒸干后于105 ℃干燥3 h，冷却后迅速称重，计算公式如下所示。

$$浸出物结果\% = \frac{[(蒸发皿+样)-蒸发皿_{恒重}] \times V_0}{M_{样} \times V_1 \times (1-水分)} \times 100\%$$

V_0：加溶剂的体积，V_1：取滤液的体积，$M_{样}$：称取供试品的质量。

1.3.6 游离氨基酸含量测定 将氨基酸混合标准液（B型）用0.02 mol/L盐酸配制成0.5×10^{-3} mol/L的混合对照品溶液。取适量陈皮供试品溶液，混合氨基酸标准溶液和供试品溶液分别以相同体积注入氨基酸分析仪，以外标一点法通过峰面积计算供试品溶液中氨基酸的浓度，计算公式如下。

$$氨基酸结果\% = \frac{C_{对} \times M \times V_{样} \times A_{样}}{A_{对} \times M_{样}} \times 100\%$$

$C_{对}$：单一氨基酸对照浓度；M：单一氨基酸相对分子质量；$V_{样}$：供试品溶液体积；$A_{样}$：供试品峰面积；$A_{对}$：单一氨基酸对照峰面积；$M_{样}$：陈皮粉末质量。

1.3.7 抗氧化活性检测 （1）待测样品的制备。向不同基原陈皮粉末中加入无水乙醇适量，分别制成质量浓度为2.0、4.0、8.0、16.0、32.0 mg/mL的梯度混悬液，静置24 h后超声15 min，然后以5000 r/min离心5 min，取上清液，即得待测样品。

（2）不同基原陈皮清除DPPH自由基能力：分别取“1.3.7（1）”项下待测样品1.5 mL，加入80 μg/mL DPPH－乙醇溶液2 mL，反应30 min，采用紫外－可见分光光度计于517 nm波长处检测吸光度值，记为A_1；以无水乙醇替代待测样品为空白组，同法检测吸光度值，记为A_0。每组试验重复检测2次，计算公式如下：DPPH自由基清除率（%）$=(1-A_1/A_0) \times 100$。然后再通过GraphPadPrism试用版软件计算半数抑制浓度（IC_{50}）。

（3）不同基原陈皮清除$ABTS^+$自由基能力：将$ABTS^+$配制成6.94 mmol/L水溶液，将$K_2S_2O_8$配制成2.6 mmol/L水溶液，在使用前将二者混合溶液置于阴凉处12～16 h，使两者发生完全充分反应。然后用95%乙醇稀释原溶液，在波长734 nm处检测，直到最终测得的吸光度值在0.70±0.02，即完成$ABTS^+$溶液的配制。取“2.4.1”项下待测样品各1 mL，加入$ABTS^+$工作液2 mL，混匀，置于室温条件下反应10 min，采用紫外－可见分光光度计于734 nm波长处检测其吸光度值，记为$A_{样品}$；以无水乙醇代替待测样品，同法检测吸光度值，记为$A_{空白}$；以无水乙醇代替$ABTS^+$工作液，同法检测吸光度值，记为$A_{对照}$。每组试验平行检测2次，具体计算公式为$ABTS^+$清除率（%）$=[1-(A_{样品}-A_{对照})/A_{空白}] \times 100$，再计算$IC_{50}$。

1.3.8 化学成分聚类分析 选取总黄酮、橙皮苷、川陈皮素与橘皮素、挥发油、浸出物及16种氨基酸总含量等7个指标成分含量为变量，以“complete”为聚类方法，“euclidean”为距离方法对4种陈皮进行聚类分析。

1.3.9 熵权TOPSIS分析 以总黄酮等7个指标数据为原始数据，通过SPSSPRO软件TOPSIS分析模块建立初始决策矩阵，计算出每个指标的权重系数，选出最优解与最劣解，然后以综合得分指数计算样品与最优解及最劣解的欧氏距离，对4种陈皮进行综合质量评价。

1.4 统计学方法

采用Graphpad prism试用版进行统计分析。正态分布样本使用*T*检验（Independent－Samples T Test）以分析两组数据的统计学差异，否则应用曼－惠特尼*U*检验（Mann－Whitney U Test），$P<0.05$被认为具有统计学意义。

2 结果

2.1 不同基原陈皮性状鉴别对比研究

4种陈皮性状描述及鉴别对比如表2所示，对应图像记录如插页Ⅻ图1－图2所示。

2.2 总黄酮检测方法学考察结果

2.2.1 线性关系考察 精密量取芦丁对照品溶液0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6 mL于容量瓶中，用甲醇定容至10 mL，测定其吸光度，以浓度为X轴，吸光度为Y轴，计算标准曲线回归方程，结果如表3所示，回归方程如图3所示。

计算得回归方程$A=53.571C+0.023$，$R^2=0.999$，浓度在0.004～0.128 mg/mL内，与吸光度呈良好线性关系。

2.2.2 精密度试验 取浓度为0.016 mg/mL芦丁对照品溶液适量，重复测定吸光度5次，如表4所示，吸光度RSD为1.22%，表明仪器精密度良好。

表2 不同基原陈皮外观性状比较

陈皮样品	形状	厚度	外表面	对光透视	内表面	质地	气	味
茶枝柑	多剥成三花状，基部相连，果皮外翻	薄，约0.1 cm	浅黄或黄色，有条状疤痕，皱纹多且较深，点状油室大且清晰	清晰，油室大且密集，透光率高	黄白色，较粗糙，筋膜粗呈淡黄色	轻、脆，易折断	清香	微辛、苦
椪柑	三花状、散状均有	厚，0.1～0.3 cm	黄或橙黄色，表面皱纹较少，点状油室小而密集	较清晰，油室较小且间隔大，透光率较低	黄白色，较粗糙，筋膜细呈淡黄色	较柔韧	浓香	辛、苦
衢橘	三花状、散状均有	较厚，0.1～0.2 cm	棕红或橙红，皱纹细且浅，点状油室小而密集	不清晰，油室小而不均匀，透光率低	黄白色，较粗糙，筋膜较粗呈淡黄色	较柔韧	微香	辛、微苦
温州蜜柑	三花状较少、散状多	较厚，0.1～0.2 cm	棕褐或棕黄色，皱纹细且浅，点状油室较大且清晰	清晰，油室较大，排列较整齐，透光率较高	黄白色，较粗糙，筋膜较粗呈淡黄色	较柔韧	香	辛、苦

表 3 线性关系考察

对照品浓度/(mg/mL,C)	0.004	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024
吸光度(A)	0.228	0.472	0.664	0.864	1.097	1.313

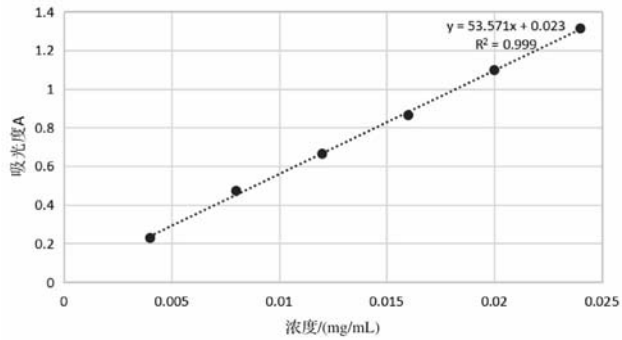


图 3 芦丁标准曲线图

表 4 精密度试验

编号	1	2	3	4	5	6	RSD/(%)
吸光度	0.861	0.854	0.864	0.871	0.843	0.848	1.22

2.2.3 稳定性试验 取浓度为 0.016 mg/mL 芦丁对照品溶液适量,在 0、10、20、30、60、90 min 下分别测定吸光度值,并计算含量,如表 5 所示,得总黄酮含量 RSD 为 1.32%,表明该套仪器在 10 h 内检测稳定。

2.2.4 重复性试验 取新会区金榜堂基地陈皮药材粉末约 0.2 g,精密称定 6 份,按“1.3.1.2”项下连续制备供试品溶液 6 份后分别测定吸光度值,并计算含量,如表 6 所示,得总黄酮含量 RSD 为 0.82%,表明该套方法重复性良好。

表 5 稳定性试验

测定时间/(min)	0	10	20	30	60	90	RSD/(%)
吸光度	0.871	0.879	0.865	0.891	0.883	0.860	1.32

表 6 重复性试验

序号	取样量/(g)	吸光度(A)	总黄酮含量/(mg/g)	平均值/(mg/g)	RSD/(%)
1	0.103	1.021	6.31	6.35	2.48
2	0.106	1.023	6.36		
3	0.112	1.031	6.51		
4	0.105	1.018	6.55		
5	0.125	1.022	6.15		
6	0.118	1.021	6.22		

2.3 总黄酮含量检测结果

取“1.3.2(2)”项下制备的供试品溶液,测定吸光度,参照 0.02 mg/mL 芦丁对照品溶液的随行对照吸光度值,计算每份供试品总黄酮含量,结果如表 7 所示。可知,不同基原陈皮中总黄酮含量范围为 6.16 ~ 8.76 mg/g,平均含量为 7.4 mg/g,其中桔柑与衢橘柑皮的总黄酮量较高,而温州蜜柑与茶枝柑柑皮的总黄酮含量较低。

表 7 不同基原陈皮总黄酮、橙皮苷、川陈皮素、橘皮素、挥发油及浸出物的含量比较($\bar{x} \pm s$) 单位:mg/g

陈皮样品	n	总黄酮	橙皮苷	川陈皮素	橘皮素	挥发油	浸出物
茶枝柑	3	6.16 ± 0.78^{a}	2.0 ± 0.21^{a}	0.293 ± 0.009^{ab}	0.216 ± 0.048^{a}	0.5 ± 0.14^{a}	36.8 ± 2.9
温州蜜柑	3	6.72 ± 1.03^{b}	6.0 ± 0.78^{ab}	0.034 ± 0.005^{ab}	0.018 ± 0.003^{bc}	0.5 ± 0.13^{b}	44.7 ± 5.9
桔柑	3	8.76 ± 0.23^{ab}	4.2 ± 0.34^{ab}	0.601 ± 0.103^{a}	0.386 ± 0.102^{b}	0.6 ± 0.16^{c}	47.7 ± 3.2
衢橘	3	7.96 ± 0.45	2.8 ± 0.41^{b}	0.543 ± 0.103^{b}	0.524 ± 0.110^{ac}	5.9 ± 0.38^{abc}	45.5 ± 5.6
平均值		7.400	3.750	0.368	0.286	1.875	43.675

注:字母相同表示具有显著性差异。

2.4 橙皮苷、川陈皮素、橘皮素含量检测结果

根据结果计算公式计算不同基原陈皮中橙皮苷、川陈皮素、橘皮素含量,结果如表 7 所示,HPLC 色谱图如插页Ⅻ图 4 所示。不同基原陈皮中橙皮苷、川陈皮素、橘皮素含量差异较大,其中橙皮苷含量最高的为温州蜜柑,达 6.0%,川陈皮素与橘皮素之和含量最高的是衢橘,达 1.067%,但衢橘橙皮苷含量未能达到《中华人民共和国药典》(2020 年版)的最低限。

2.5 挥发油含量测定结果

根据挥发油计算公式计算含量,结果如表 7 所示,可知不同基原陈皮中衢橘挥发油含量最大,达 5.9%,其余 3 种基原陈皮挥发油含量差异不大,为 0.5% ~0.6%。

2.6 醇溶性浸出物含量测定结果

根据“1.3.4”项下的方法检测各陈皮样品醇溶性浸出物含量,结果如表 7 所示,不同基原陈皮中浸出物差异较大,其中桔柑的浸出物最高,达 47.7%,其次为衢橘,而茶枝柑的浸出物最低,为 36.8%。

2.7 抗氧化活性检测结果

根据“1.3.7”项下的方法检测各陈皮样品抗氧化活性,结果如表 8 所示,温州蜜柑与衢橘柑皮清除 DPPH 自由基的 IC_{50} 均较低,表明这二者对 DPPH 自由基的清除能力较强。而桔柑与衢橘柑皮清除 $ABTS^{+}$ 自由基的 IC_{50} 较低,提示 2 种柑皮可在较低浓度下达到清除 $ABTS^{+}$ 自由基的目的,具有较强的清除能力。

表 8 不同基原陈皮抗氧化活性比较

陈皮样品	清除 $ABTS^{+}$ 自由基		清除 DPPH 自由基	
	IC_{50}/(mg/mL)	拟合系数	IC_{50}/(mg/mL)	拟合系数
茶枝柑	13.54	0.923 7	24.09	0.910 8
桔柑	7.82	0.897 6	29.05	0.944 2
衢橘	11.02	0.917 2	17.48	0.880 5
温州蜜柑	19.96	0.903 4	19.17	0.840 3

2.8 游离氨基酸含量测定结果

根据“1.3.5”项下的方法检测各陈皮样品游离氨基酸含量,结果如表 9 所示,不同基原陈皮样品中总氨基酸(TAA)含量为 28.8 ~ 49.4 mg/g,平均值为 38.725 mg/g;必需氨基酸(EAA)包括苏氨酸(Thr)、缬氨酸(Val)、甲硫氨酸(Met)、异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)、苯丙氨酸(Phe)及赖氨酸(Lys)含量为 9.4 ~ 14 mg/g,平均值为 11.325 mg/g;非必需氨基酸(NEAA),包括天冬氨酸(Asp)、谷氨酸(Glu)、丝氨酸(Ser)、甘氨酸(Gly)、组氨酸(His)、精氨酸(Arg)、丙氨酸(Ala)、脯氨酸(Pro)、酪氨酸(Tyr)及半胱氨酸(Cys)含量为 19.4 ~ 35.4 mg/

表 9 不同基原陈皮游离氨基酸含量比较 单位:mg/g

陈皮样品	n	天门冬氨酸	苏氨酸	丝氨酸	谷氨酸	脯氨酸	甘氨酸	丙氨酸	缬氨酸	蛋氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	酪氨酸	苯丙氨酸	组氨酸	赖氨酸	精氨酸
茶枝柑	3	10.6	1.9	3.3	4.8	6.1	2.1	3.2	2.4	0.1	1.6	2.8	1.9	1.7	1.6	3.5	1.8
温州蜜柑	3	6.8	1.4	2.0	3.2	7.4	1.8	2.2	1.7	0.1	1.4	2.3	1.2	1.6	1.4	2.3	1.9
椪柑	3	7.2	1.4	2.1	3.6	5.8	1.7	2.4	1.8	0.1	1.4	2.3	1.3	1.6	1.2	2.5	1.6
衢橘	3	3.8	1.2	2.0	3.0	4.2	1.4	1.8	1.5	0.1	1.1	2.0	1.1	1.3	0.8	2.2	1.3
平均值		7.100	1.475	2.350	3.650	5.875	1.750	2.400	1.850	0.100	1.375	2.350	1.375	1.550	1.250	2.625	1.650

表 10 不同基原陈皮中不同类型氨基酸总含量及比值

陈皮样品	n	氨基酸总含量/(mg/g)						氨基酸比值/(%)			
		TAA	EAA	NEAA	CEAA	MAA	BAA	EAA/TAA	EAA/NEAA	BAA/TAA	MAA/TAA
茶枝柑	3	49.4	14.0	35.4	17.4	29.3	8.7	28.3	39.5	17.6	59.3
温州蜜柑	3	38.7	10.8	27.9	14.1	21.2	7.4	27.9	38.7	19.1	54.8
椪柑	3	38.0	11.1	26.9	13.9	21.9	7.2	29.2	41.3	18.9	57.6
衢橘	3	28.8	9.4	19.4	11.5	16.2	6.0	32.6	48.5	20.8	56.3
平均值		38.725	11.325	27.400	14.225	22.150	7.325	29.200	41.300	18.900	57.200

注:TAA. 总氨基酸,EAA. 必需氨基酸,NEAA. 非必需氨基酸,CEAA. 儿童必需氨基酸,MAA. 药用氨基酸,BAA. 苦味氨基酸。

g,平均值为 27.400 mg/g;儿童必需氨基酸(CEAA,包括 His、Arg、Thr、Val、Met、Ile、Leu、Phe 及 Lys)含量为 11.5 ~ 17.4 mg/g,平均值为 14.225 mg/g;药用氨基酸(MAA,包括 Asp、Glu、Gly、Arg、Tyr、Met、Leu、Phe 及 Lys)含量为 16.2 ~ 29.3 mg/g,平均值为 22.150 mg/g;苦味氨基酸(BAA,包括 Arg、Val、Met、Ile 及 Leu)含量为 6.0 ~ 8.7 mg/g,平均值为 7.325 mg/g;可见,不同基原陈皮中 TAA、EAA、NEAA、CEAA、MAA 及 BAA 的含量存在显著差异。总氨基酸中的必需氨基酸占比(EAA/TAA)为 27.9% ~ 32.6%,平均值为 29.200%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)为 39.5% ~ 48.5%,平均值为 41.3%,分别低于世界卫生组织/粮农组织(WHO/FAO)提出的理想蛋白质标准,即 EAA/TAA 为 40%,EAA/NEAA 为 60%,说明不同基原陈皮蛋白质较难被人体利用吸收,其营养价值欠优[21-23]。药用氨基酸的占比(MAA/TAA)为 54.8% ~ 59.3%,平均值为 57.200%,苦味氨基酸的占比(BAA/TAA)为 17.6% ~ 20.8%,可见,不同基原陈皮样品中药用氨基酸、苦味氨基酸的含量差异不明显。见表 10。

2.9 聚类分析结果

将温州蜜柑、椪柑、衢橘与茶枝柑总黄酮等 7 种指标含量进行数据标准化后进行聚类分析,聚类结果如插页Ⅻ图 5 所示,椪柑和衢橘为一类,温州蜜柑和茶枝柑为一类。表明:来源于温州蜜柑、茶枝柑的陈皮药材在化学品质上无较大差异,而来源于衢橘、椪柑的陈皮则与茶枝柑有较大差异。

2.10 熵权 TOPSIS 分析

如表 11 所示,样品衢橘、椪柑的综合得分较高(分别为 0.644、0.498),而茶枝柑与温州蜜柑的综合得分较低(分别为 0.297、0.354),这提示样品衢橘、椪柑的综合质量较好,茶枝柑与温州蜜柑的综合质量相对较差,该结果与聚类分析结果基本一致。

表 11 不同基原陈皮综合质量评分排序结果

样品	正理想解距离(D^+)	负理想解距离(D^-)	综合得分指数	排序
茶枝柑	0.876 210 89	0.370 578 40	0.297 226 17	4
温州蜜柑	0.819 347 23	0.449 834 75	0.354 428 88	3
椪柑	0.646 739 66	0.643 694 63	0.498 820 15	2
衢橘	0.448 007 91	0.812 981 92	0.644 717 27	1

3 讨论

既往研究中,已有学者发现了中药材陈皮多基原现象,并进行了较为系统的比较研究。然而由于传统柑橘栽培具有地域性,故此类研究多带有地域特点,如李旻等[13]主要对川产陈皮理化性质进行的比较研究。张靖年等[7]主要对广东省内的 6 种栽培型陈皮进行品质评价研究。浙江作为中国柑橘大省,2022 年温州蜜柑种植面积达 70 万亩,衢州市是浙江省柑橘主产区,衢州椪柑为国家地理标志产品,衢橘则是衢州地区特有的柑橘品种[24-26]。从基原上看,椪柑与衢橘均属于橘类,温州蜜柑属于橘的栽培变种,三者均属于《中华人民共和国药典》(2020 年版)下陈皮的正统基原,因此,浙江省发展陈皮产业具有天然优势[27]。本研究通过比较浙产陈皮与广陈皮外观性状、总黄酮、橙皮苷、挥发油、醇浸出物和氨基酸含量等含量差异,在进一步完善不同品种陈皮的评价工作的同时,也为浙产陈皮的进一步开发利用提供参考。

外观性状方面,4 种当年陈皮样品在对光透视上具有较大差异,茶枝柑皮在透光后可见大量黄色油室光点,椪柑少量,衢橘油室光点最少,温州蜜柑光点可见大量黄红色油室光点,可见,对当年陈皮,可通过对光透视的方法初步鉴定基原。然而通过后续挥发油的检测,发现陈皮油室光点的多少与挥发油含量呈现反比关系,这与市场上部分药商的说法不一[28-32]。猜测原因为陈皮对光透视后油室光点数量与陈皮内囊厚度有关系,厚度大导致透光后显示的油室光点少而使人误以为挥发油含量少。

药用成分方面,检测结果显示衢州优势品种椪柑与衢橘柑皮的总黄酮、川陈皮素、橘皮素、挥发油及醇溶性浸出物含量具有明显优势。对于椪柑而言,其总黄酮含量最高达 8.76%,川陈皮素、橘皮素含量总和超过 0.98%,由于黄酮类化合物其特殊的结构和多种羟基、多甲氧基和糖苷基团的存在具有抗肿瘤、清除生物体内的自由基、抗氧化等药理活性,提示椪柑可能

具有较强的现代药理活性[33-35]。抗氧化活性检测试验表明，与茶枝柑、温州蜜柑比较，椪柑和衢橘清除 $ABTS^+$ 自由基、DPPH 自由基的 IC_{50} 值较小，具有较强的抗氧化活性。食用价值方面，结果显示不同基原陈皮中氨基酸种类多，含量丰富，4 种陈皮均含有 16 种氨基酸，但其 EAA/TAA、EAA/NEAA 的平均比值分别为 29.3% 和 41.3%，均低于 WHO/FAO 提出的理想蛋白质标准，即 EAA/TAA 为 40% 以上，EAA/NEAA 为 60% 以上，说明陈皮作为食物，其营养价值不高。

综上，本研究综合测定了不同基原陈皮外观性状、分析了其药用价值及氨基酸含量，表明不同基原陈皮在外观性状、药用成分及氨基酸含量等方面存在明显差异，发现在药典标准下，椪柑的药用成分含量优于茶枝柑，是其理想的替代品；温州蜜柑橙皮苷含量最高，可为橙皮苷化合物提取提供原料；衢橘挥发油最高，有作为柑橘类精油提取产品开发的潜力。但本研究只重点测定了浙产柑橘与茶枝柑等 4 种栽培品种果皮中黄酮类、挥发油、醇浸出物、挥发油和氨基酸的含量，样品批次及栽培品种数量相对较少。在后续研究中，可增加样品批次，并全面收集药用柑橘品种，以更加全面地评价橘皮的药食两用价值。

参考文献

[1] 徐健，曾万祥，王晓东，等. 陈皮的化学成分与药理学作用研究进展[J]. 中国野生植物资源，2022，41(10)：72-76，106.
[2] 王其献，程曙光，张腾，等. 陈皮不同炮制品挥发油、浸出物的研究[J]. 安徽中医学院学报，1998(6)：50-51.
[3] 中华人民共和国卫生部. 关于进一步规范保健食品原料管理的通知(卫法监发[2002151 号])[EB/OL]. http://www.nhc.gov.cn/wjw/gfxwj/201304/e334051b15490aa3219cdc4. Shtml
[4] 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，2020：199-200.
[5] 王亚荣，凡强，吴鸿，等. 陈皮基源考证及药材种植史简述[J]. 亚热带植物科学，2023，52(5)：453-464.
[6] 王艺涵，赵佳琛，金艳，等. 经典名方中柑橘属皮用药材的本草考证[J]. 中国现代中药，2020，22(8)：1185-1200.
[7] 张靖年. 广陈皮等 6 种栽培型陈皮的品质评价研究[D]. 广州：广州中医药大学，2017.
[8] 衢州市地方志办公室. 衢州府志集成[M]. 杭州：西泠印社出版社，2009：234-237.
[9] 王洁璠. 不同采收期广陈皮药用成分分析及药材评价[D]. 广州：华南农业大学，2017.
[10] 余祥英，郑佳楠，陈晓纯，等. 不同干燥方式对陈皮中 7 种黄酮含量及抗氧化性的影响[J]. 食品安全质量检测学报，2022，13(7)：2075-2083.
[11] 罗美霞. 不同品种来源陈皮“活性”指纹图谱的构建与分析[D]. 广州：广州医科大学，2018.
[12] 盛永成，唐飞，王晶，等. 不同杂柑皮与多种陈皮挥发油对比分析研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化，2020，22(4)：1199-1206.
[13] 李旻. 不同栽培品种陈皮药材品质等同性研究[D]. 成都：成都中医药大学，2017.
[14] 潘志维，颜庆佳. 不同陈化年限广陈皮中类黄酮含量测定及其抗氧化能力研究[J]. 中国处方药，2022，20(10)：24-26.
[15] 官福兰，王汝俊，王建华. 陈皮及橙皮甙对小鼠胃排空、小肠推进功能的影响[J]. 中药药理与临床，2002(3)：7-9.
[16] 吕晨豪，李俊健，陈昶安，等. 发酵陈皮水提物体外抗氧化活性及对秀丽隐杆线虫抗衰老作用[J]. 食品工业科技，2023，44(17)：428-437.
[17] 王光宁，史梦娜，黄月，等. 广陈皮对功能性消化不良大鼠胃肠动力的影响[J]. 医药导报，2023，42(9)：1312-1317.
[18] 国家市场监督管理总局. 保健食品理化及卫生指标检验与评价技术指导原则[S]. 北京：中国标准出版社，2020.
[19] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：四部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2020：61-65.
[20] 国家卫生和计划生育委员会，国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准食品中氨基酸的测定：GB 5009.124—2016[S]. 北京：中国标准出版社，2016.
[21] 孟千杰，徐玉娟，吴继军，等. 不同品种水晶梨果实品质特性综合分析[J]. 现代食品科技，2025(1)：1-10.
[22] 王晨. 铁强化剂及大豆蛋白对营养补充剂中可溶性铁影响的体外评估[C]//中国食品科学技术学会第二十一届年会论文摘要集. 北京，2024：247-248.
[23] 关徐涛，杨鹤年，张津铖，等. 陈皮的化学成分和药理作用研究进展[J]. 中华中医药学刊，2024，42(6)：41-49，266.
[24] 王燕斌. 浙江省柑橘产业高质量发展之我见[J]. 浙江柑橘，2020，37(2)：2-5.
[25] 柏德玟，姚莹，童琦珏. 浙江省柑橘产业提升对策的探讨[J]. 浙江农业科学，2019，60(8)：1431-1434.
[26] 黄舒伊，汪子康，吴优，等. 基于橙皮苷的衢橘花和椪柑花质量研究[J]. 浙江农业科学，2023，64(7)：1745-1748.
[27] 童雨标，李瑜强，何刚国. 衢州陈皮产业发展现状及转型对策分析[J]. 上海农业科技，2024(6)：14-16，23.
[28] 侯焕瑶，杨子夜，倪力军，等. 不同年份新会陈皮中挥发性成分的分析与高品质陈皮精油的精制[J]. 中国调味品，2023，48(2)：1-8.
[29] 王雪，潘兆平，陈嘉序，等. 湖南省 16 种柑橘陈皮加工适宜性分析[J]. 中国食品学报，2024，24(10)：355-370.
[30] 潘志涛，华婷玉，王啸云，等. 陈皮黑茶提取物协同陈皮挥发油的体外降糖、降脂及抗氧化活性[J]. 食品工业科技，2025，46(8)：341-350.
[31] 郭忠会，罗鑫，冯玉燕，等. 基于 UHPLC-Q-TOF/MS、GC-MS 陈皮化学成分分析及其治疗“痰、咳、喘”网络药理学研究[J]. 药物评价研究，2024，47(8)：1715-1734.
[32] 苏圆圆，王雪艳，李成林，等. 中药中黄酮类化合物的药理药效研究进展[J]. 中兽医医药杂志，2023，42(6)：42-46.
[33] 李明奇，赵晓璐，高晓阳，等. 植物药总黄酮的药理作用机制及应用进展[J]. 中华中医药学刊，2024，42(1)：200-204.
[34] 王海帆，王鹏，王福，等. 不同栽培品种柑橘橘皮黄酮类成分含量及抗氧化活性比较研究[J]. 天然产物研究与开发，2024，36(1)：117-124.
[35] 张蔚清，梁曾恩妮. 柑橘类精油在预防和辅助治疗抑郁症的研究进展[C]//中国食品科学技术学会第二十届年会论文摘要集. 北京，2023：512-513.

不同基原陈皮质量评价研究

（正文见 92－97 页）



图 1　不同基原陈皮样品实物图

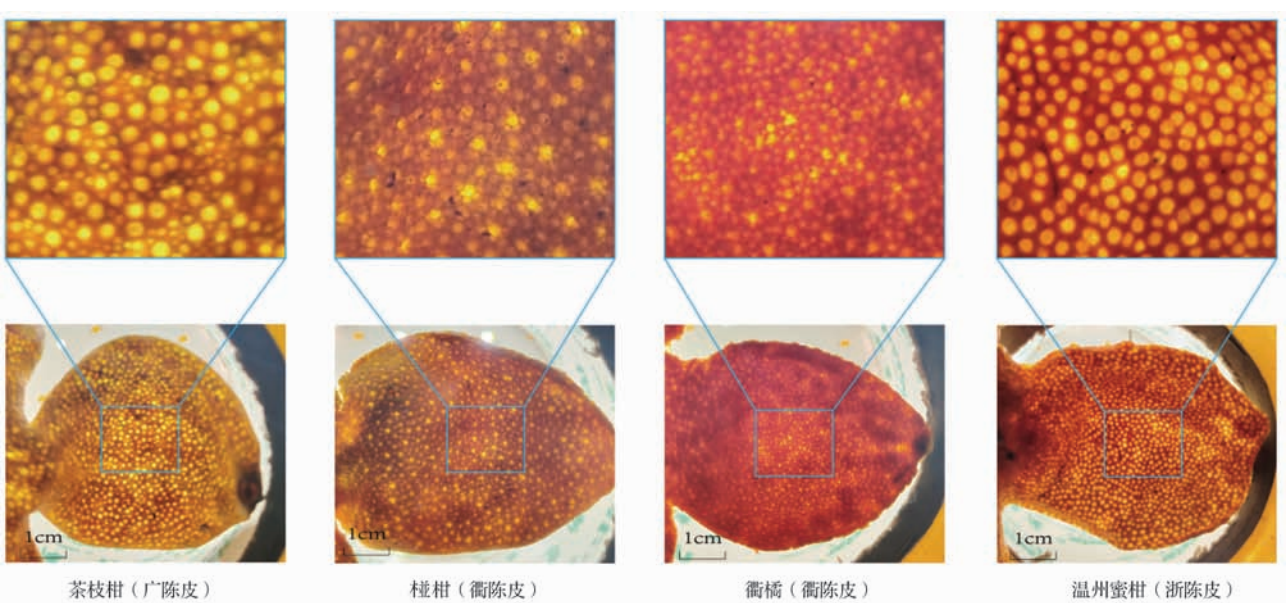


图 2　不同基原陈皮对光透视情况

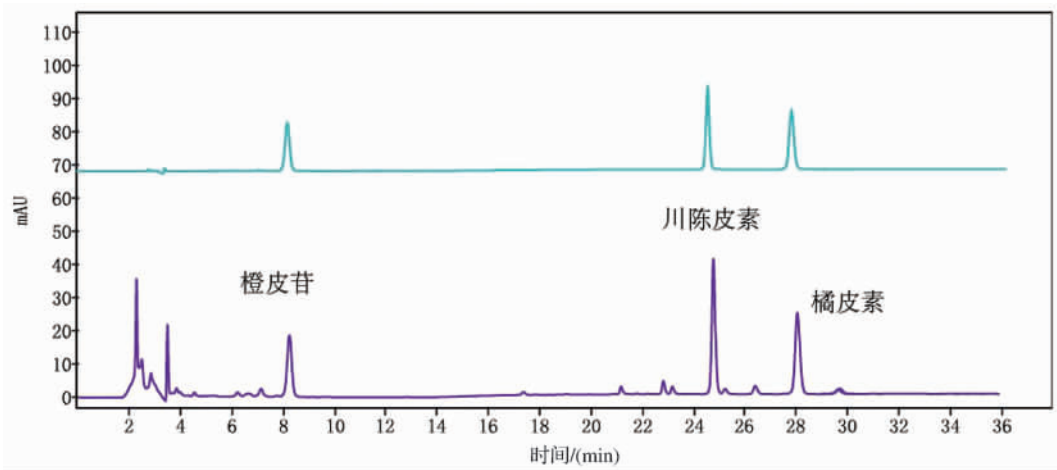


图 4 混合对照品溶液和供试品溶液 HPLC 色谱图

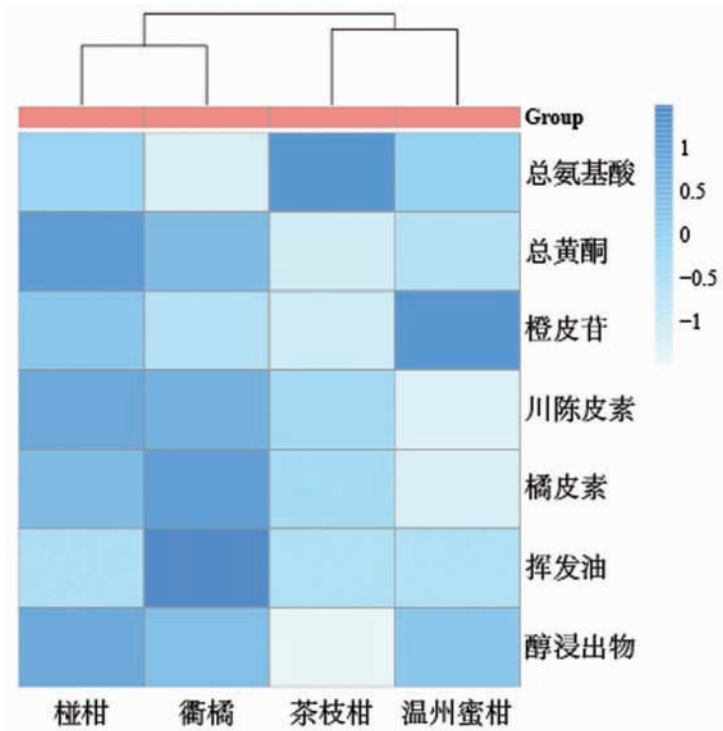


图 5 不同基原陈皮理化性质聚类分析结果