

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240628001

# 不同等级福州茉莉花茶活性成分及体外 抗氧化活性比较

黄彪<sup>1,2\*</sup>, 鲁菲菲<sup>1,2</sup>, 李巍<sup>1,2</sup>, 任子文<sup>1</sup>, 林永辉<sup>1,2</sup>, 陈楠<sup>3</sup>

(1. 福建省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 福州 350003; 2. 福建省农产品质量安全重点实验室, 福州 350003; 3. 福建春伦集团有限公司科研与技术创新中心, 福州 350018)

**摘要:** **目的** 对比分析较不同等级福州茉莉花茶感官品质、活性成分及体外抗氧化活性。**方法** 以4个等级茉莉花茶为研究对象, 采用感官审评法和仪器分析方法测定其活性成分, 对比分析茶多酚、氨基酸、咖啡碱、儿茶素类组分等含量, 并测试其体外抗氧化活性。**结果** 感官评价得分随着等级的降低而降低。等级最高的“银毫”福州茉莉花茶, 其茶多酚、咖啡碱含量均为最高, 显著高于其他3个等级茉莉花茶( $P<0.05$ ), 其体外抗氧化活性高于其他3个不同等级茉莉花茶; 4个等级茉莉花茶儿茶素总量不存在显著性差异( $P>0.05$ )。**结论** 4个等级茉莉花茶茶多酚含量和酚氨比差异性显著( $P<0.05$ ), 体外抗氧化活性随着等级的降低而降低。研究可为茉莉花茶的品质评价和市场消费提供参考依据。

**关键词:** 福州茉莉花茶; 活性成分; 抗氧化活性

## Study on the active constituents and antioxidant activities of different grades of Fuzhou Jasmine tea

HUANG Biao<sup>1,2\*</sup>, LU Fei-Fei<sup>1,2</sup>, LI Wei<sup>1,2</sup>, REN Zi-Wen<sup>1</sup>, LIN Yong-Hui<sup>1,2</sup>, CHEN Nan<sup>3</sup>

(1. Research Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China; 2. Fujian Key Laboratory of Agro-products Quality & Safety, Fuzhou 350003, China; 3. Research and Technology Innovation Center, Fujian Chunlun Group Co., Ltd., Fuzhou 350018, China)

**ABSTRACT: Objective** To compare and analyze the sensory quality, activity and antioxidant activity *in vitro* of different grades of Fuzhou Jasmine tea. **Methods** The active components of 4 different grades of Jasmine tea were determined by sensory evaluation and instrumental analysis. The content of polyphenols, amino acids, caffeine and catechins of tea were compared and analyzed, and their antioxidant activities were tested *in vitro*. **Results** The score of sensory evaluation decreased with the decrease of grade. The highest grade of “Yinhao” Fuzhou Jasmine tea had the highest content of tea polyphenols and caffeine, which were higher than those of the other 3 grades, and the

**基金项目:** 福建省属公益类科研院所专项(2023R1020001)、福州市科技创新平台项目(2022-P-017)、农产品质量安全与营养健康科技创新团队项目(CXTD2021011-1)、“5511”协同创新工程—农产品质量安全与营养健康协同创新平台项目(XTCXGC2021020)

**Fund:** Supported by the Public Welfare Project of Fujian Province (2023R1020001), the Project of Fuzhou Science and Technology Innovation Platform (2022-P-017), the Innovation Team Project of Agricultural Products Quality Safety and Nutritional Health (CXTD2021011-1), and the “5511” Collaborative Innovation Project-Agricultural Products Quality Safety and Nutritional Health Collaborative Innovation Platform Project (XTCXGC2021020)

\*通信作者: 黄彪, 博士, 副研究员, 主要研究方向为农产品营养功能。E-mail: banbanhb1981@163.com

\*Corresponding author: HUANG Biao, Ph.D, Associate Professor, Research Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China. E-mail: banbanhb1981@163.com

antioxidant activity *in vitro* was significantly higher than that of the other 3 grades ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in the content of catechins of 4 grades of jasmine tea ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** There are significant differences in the contents of tea polyphenols and the ratio of phenol to ammonia among the 4 grades of Jasmine tea ( $P < 0.05$ ), and the antioxidant activity of the 4 grades of Jasmine tea decreases with the decrease of the grade. The research can provide a theoretical reference for the quality evaluation and market consumption of Jasmine tea.

**KEY WORDS:** Fuzhou Jasmine tea; active ingredient; antioxidant activity

## 0 引言

茉莉花茶属于再加工茶类,由茶坯和茉莉鲜花拼合而成,主产区为广西、福建、云南、四川等地区<sup>[1]</sup>。据《中药大辞典》中记载:茉莉花有“理气开郁、辟秽和中”的功效,相关研究报告也表明茉莉花茶具有行气止痛、安神解郁、降血压等多种功效<sup>[2-3]</sup>。福州作为世界茉莉花茶的发源地,窈制茉莉花茶历史悠久。以茉莉花为原料的福州茉莉花茶既有芬芳浓郁的茉莉花香,又有鲜爽醇和的茶味,茉莉花与茶叶的功效二合为一,相辅相成。福州茉莉花茶以其独特的品质、鲜灵持久的香气,受到消费者的青睐。茉莉花茶的原料<sup>[4]</sup>、产地<sup>[5]</sup>、加工工艺<sup>[6-8]</sup>及等级<sup>[9]</sup>等会影响茉莉花茶香气组分及活性成分含量的差异,分析不同茉莉花茶的活性成分及相关特性,对茉莉花茶质量控制、标准化生产及品质提升具有重要意义,也可为创新茉莉花茶加工工艺提供参考依据。

现有研究对茉莉花茶的报道多集中在加工工艺对品质的影响<sup>[10-12]</sup>、生产加工过程中活性成分<sup>[13-14]</sup>和香气组分<sup>[15-16]</sup>的变化规律等方面,对包括特种茉莉花茶在内的不同等级茉莉花茶的香气品质及活性成分的研究则相对较少<sup>[9,17]</sup>。而随着人民生活水平的提高,对高品质茉莉花茶的需求日益增加,开展不同等级茉莉花茶活性成分及相关活性比较,可为品质评价提供相关理论依据,一定程度上为大众合理消费提供参考。

依据 DB35/T 991—2010《地理标志产品 福州茉莉花茶》,高品质福州茉莉花茶分为特级、香毫级、春毫级、银毫级、银毫级以上特种茶。不同等级茉莉花茶所用原料标准和窈制要求存在一定的差异,目前鲜少有不同等级福州茉莉花茶活性成分及体外抗氧化活性比较相关报道。

基于此,本研究采集按照 DB35/T 991—2010 制作的 4 个等级的茉莉花茶标准样,对其活性成分及体外抗氧化活性进行比较研究,旨在丰富茉莉花茶品质评价的理论基础,为市场消费提供理论参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料、仪器及试剂

#### 1.1.1 供试材料的制作及采样

DB35/T 991—2010 要求,福州茉莉花茶是地理标志

产品保护范围内的自然生态环境条件下,选用单瓣、双瓣茉莉花品种进行扦插、栽培、采摘,选用榕春早、鼓山菜茶、罗源七境菜茶、福云 6 号、福云 7 号等适制烘青绿茶的品种(品系)进行扦插、栽培、采摘,以茉莉花及烘青绿茶为原料,按照福州传统工艺经四窈一提以上加工制作而成具有福州茉莉花茶品质特征的茉莉花茶。研究用福州茉莉花茶采用双瓣茉莉花为原料,福云 7 号等适制烘青绿茶为茶坯。

2023 年 12 月在福建春伦集团有限公司采集厂家对照 DB35/T 991—2010 要求制作的银毫级、春毫级、香毫级、特级 4 个等级的茉莉花茶标准样,每个等级样品平行取样 3 次,每次取样 500 g。

#### 1.1.2 实验仪器

Wates e-2695 二极管阵列检测超高效液相色谱仪(美国 Waters 公司); L-8800 型氨基酸自动分析仪(日本 HITACHI 公司); UV-2100 紫外-可见分光光度计(上海尤尼柯仪器有限公司); SYG-2 水浴恒温振荡器(常州朗越仪器有限公司); HD-2500 多管旋涡混合器(杭州佑宁仪器有限公司); Millipore Direct-Q5 超纯水仪(苏州赛恩斯仪器发展有限公司)。

#### 1.1.3 实验试剂

没食子酸、咖啡碱(纯度>98%,上海源叶生物科技有限公司);福林酚、茛三酮、过硫酸钾、盐酸、无水乙醇(分析纯,上海国药集团化学试剂有限公司); 1,1-二苯基苦基苯肼(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazine, DPPH)、2'-联氨-双-3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸(2'-hydrazine-bis-3-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid, ABTS)(分析纯,上海阿拉丁生化科技股份有限公司); 天门冬氨酸等 16 种氨基酸标准品(纯度>98%,国家标准物质中心); 儿茶素(catechin, C)、表儿茶素(epicatechin, EC)、表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin gallate, EGCG)、表没食子儿茶素(epigallocatechin, EGC)、表儿茶素没食子酸酯(epicatechin gallate, ECG)(纯度>97%,南京道斯夫生物技术股份有限公司); 甲醇、乙腈(色谱纯,美国 Fisher 公司)。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 感官评价

对照 DB35/T 991—2010 感官品质要求,采 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》,由专业人员分别对茶

样的外形、汤色、香气、滋味和叶底进行审评,总分=外形(25%)+香气(35%)+滋味(30%)+汤色(5%)+叶底(10%)。

### 1.2.2 活性成分测定

碎茶检测参照 GB/T 8311—2013《茶粉末和碎茶含量测定》,水浸出物测定参照 GB/T 8305—2013《茶水浸出物测定》,咖啡碱检测参照 GB/T 8312—2013《茶咖啡碱测定》,茶多酚和儿茶素类检测参照 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》,游离氨基酸总量参照 GB/T 8314—2013《茶游离氨基酸总量的测定》,氨基酸组分参照 GB 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》。

### 1.2.3 茉莉花茶体外抗氧化活性测试

#### (1) DPPH 自由基清除能力测定

样品液的制备。称取 0.500 g 均匀磨碎过筛(100 目筛)的茉莉花茶试样于 50 mL 棕色离心管中,加入 25 mL 70% 甲醇溶液,70 °C 水浴振荡提取 30 min。冷却至室温后,提取液于 3500 r/min 离心 5 min,上清液转移至 50 mL 容量瓶。重复提取 1 次,定容所得提取液稀释 10 倍作为测试液。

取茉莉花茶样品提取液 1.0 mL 和 2.0 mL 0.10 mmol/L 的 DPPH 乙醇溶液,涡旋混合。避光反应 30 min,用分光光度计于 517 nm 处测定该溶液吸光值( $A_1$ )。1.0 mL 的无水乙醇与 2.0 mL DPPH 溶液混合,按照相同步骤测定吸光值( $A_0$ )。2.0 mL 无水乙醇与 1.0 mL 样品测试液混合,按照相同步骤测定吸光值( $A_2$ )。每组数据重复 3 次,用公式(1)算出 DPPH 自由基清除率<sup>[18-19]</sup>。

$$\text{DPPH 自由基清除率}/\%=[1-(A_1-A_2)/A_0]\times 100\% \quad (1)$$

#### (2) ABTS 阳离子自由基清除能力测定

样品液的制备。称取 0.500 g 均匀磨碎过筛(100 目筛)的茉莉花茶试样于 50 mL 棕色离心管中,加入 25 mL 70% 甲醇溶液,70 °C 水浴振荡提取 30 min。冷却至室温后,提取液于 3500 r/min 离心 5 min,上清液转移至 50 mL 容量瓶。重复提取 1 次,定容所得提取液稀释 100 倍作为测试液。

将 50 mL 14.0 mmol/L 的 ABTS 溶液和 50 mL 5.0 mmol/L 的过硫酸钾溶液混匀,作为储备工作液,避光静置 24 h。用磷酸盐缓冲液(pH 为 7.4)将储备工作液稀释,直至用分光光度计

与波长 734 nm 测定所得吸光值约为 0.70。

取茉莉花茶样品提取液 1.0 mL 和 ABTS 工作液 2.0 mL,涡旋混匀。室温避光反应 6 min,用分光光度计于 734 nm 处测定该溶液吸光值( $A_1'$ )。1.0 mL 的无水乙醇与 2.0 mL 的 ABTS 工作液混合,按照相同步骤测定吸光值( $A_0'$ )。以 2.0 mL 磷酸缓冲液与 1.0 mL 样品液混合,按照相同步骤测定吸光值( $A_2'$ )。每组数据重复 3 次,用公式(2)算出 ABTS 阳离子自由基清除率<sup>[18-19]</sup>。

$$\text{ABTS 阳离子自由基清除率}/\%=[1-(A_1'-A_2')/A_0']\times 100\% \quad (2)$$

### 1.3 统计分析

每个样品重复测定 3 次,应用软件 IBM SPSS Statistics 26 单因素方差分析对数据进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同等级茉莉花茶感官评价比较

4 个等级茉莉花茶感官审评得分结果如表 1 所示,其中得分最高的是“银毫”茉莉花茶,其外形、香气持久程度、滋味醇厚感、汤色、滋味以及叶底均优于其余 3 个等级的茶,因此得分最高。“特级”茉莉花茶在外形、香气、滋味、汤色和叶底上较另外 3 个等级的茉莉花茶稍差,主要受所选茶青原料鲜嫩度和窈制次数的影响(“银毫”及“香毫”茉莉花茶原料多为一芽一叶及一芽二叶,“春毫”茉莉花茶及“特级”茉莉花茶原料多为一芽三叶;在窈制次数上“银毫”茉莉花茶为六窈一提,“香毫”及“春毫”茉莉花茶均为五窈一提,“特级”茉莉花茶为四窈一提)。4 个等级茉莉花茶感官审评得分存在显著性差异( $P<0.05$ ),感官评价得分随着等级的降低而降低。

### 2.2 不同等级茉莉花茶活性成分比较

从表 2 可以看出 4 个等级茉莉花茶的碎茶含量都在 5.0% 以下,符合 DB35/T 991—2010 的要求。所分析 4 个等级的茉莉花茶水浸出物含量 45.12%~46.24%,满足 GB/T 22292—2017《地理标志产品 福州茉莉花茶》中水浸出物含量 $\geq 34\%$ 的要求。水浸出物主要包括茶多酚、茶多糖、可

表 1 4 个等级茉莉花茶感官审评结果(以干重计,%, $n=3$ )

Table 1 Sensory evaluation results of 4 grades Jasmine tea (in dry weight, %,  $n=3$ )

样品名称	外形	香气	滋味	汤色	叶底	分数
银毫	紧结、芽壮、毫显、匀整	鲜灵、浓郁持久	鲜浓醇厚	黄绿、清澈、明亮	肥嫩、匀亮、毫芽显	97.88±0.52 <sup>a</sup>
春毫	紧结、细嫩、显毫、匀整	鲜灵、浓郁	鲜浓醇厚	黄绿、清澈、明亮	细嫩、匀亮、显毫	93.13±0.42 <sup>b</sup>
香毫	紧结、锋苗、毫显、匀齐	鲜灵尚浓郁	鲜浓醇厚	黄绿、明亮	嫩绿、明亮、显毫	87.91±0.40 <sup>c</sup>
特级	紧结、多毫	鲜浓	鲜浓	黄绿、明亮	嫩绿、匀亮、	83.13±0.15 <sup>d</sup>

注:不同字母标注组间具有显著性差异, $P<0.05$ 。下同。

溶性氨基酸等成分,是反映茶汤浓度与醇厚的重要指标,是形成福州茉莉花茶滋味浓厚醇和和特质的物质基础,结果表明 4 个不同等级的福州茉莉花茶内含物丰富,4 个等级福州茉莉花茶“特级”与“香毫”的水浸出物含量和游离氨基酸总量不存在显著性差异( $P>0.05$ ),但是“银毫”与“特级”存在显著性差异( $P<0.05$ )。

茶多酚对茶叶品质滋味具有重要影响,是茶叶中最具代表性的抗氧化活性成分<sup>[20-21]</sup>。茶多酚含量与游离氨基酸总量的比值(酚氨比)可以更好地反映茶汤的鲜醇度<sup>[22-23]</sup>。从表 2 可以看出,4 个等级福州茉莉花茶的茶多酚含量范围为 15.12%~16.09%,且 4 个等级福州茉莉花茶的茶多酚含量及酚氨比均存在显著差异( $P<0.05$ )。其中,等级最高的“银毫”福州茉莉花茶茶多酚含量最高,等级相对较低的“特级”福州茉莉花茶茶多酚含量最低,其主要原因是根据 DB35/T 991—2010 制作福州茉莉花茶茶青要求单芽、一芽一叶、一芽二叶、一芽三叶,制作“银毫”茉莉花茶采用的原料更为鲜嫩,而原料嫩度对茶叶茶多酚含量影响较大,进而影响了成茶的酚氨比。根据 DB35/T 991—2010 制作要求,在窈制工艺上,“银毫”茉莉花茶窈次为“六窈一提”,“春毫”和“香毫”茉莉花茶窈次为“五窈一提”,特级茉莉花茶为“四窈一提”。窈次对茉莉花茶的茶多酚含量存在一定影响,但是从叶秋萍等<sup>[14]</sup>的研究可看出:茉莉花茶窈制过程茶多酚含量窈前较之提花后总体存在较为显著的下降,但是茶多酚含量的变化主要发生在前面四次窈花过程,随后变化并不明显,因此推断“银毫”福州茉莉花茶其茶多酚含量最高最主要还是应归因于其原料鲜嫩度。“银毫”茉莉花茶具有更高的酚氨比值,其茶汤滋味相对也更浓厚、收敛性更强。

咖啡碱是茶叶中呈苦味的生物碱类物质,具有提神、强心等功效<sup>[24]</sup>;虽然其本身味苦,但其可与茶多酚等物质结合,一定程度上减轻茶汤的苦涩味<sup>[25]</sup>。4 个等级福州茉莉花茶咖啡碱平均含量相近,其含量范围为 3.17%~3.49%。4 个等级福州茉莉花茶咖啡碱含量的差异较小,说明茶青原料和窈制工艺对不同等级茉莉花茶中咖啡碱的含量影响较小,检测结果与赖凌凌<sup>[26]</sup>的研究结果较为一致。这可能与咖啡碱的化学性质不很活泼有关,咖啡碱的含量相对于其他成分较稳定,从而不同等级茉莉花茶窈制次数对咖啡碱的影响不大<sup>[27]</sup>。

### 2.3 不同等级茉莉花茶儿茶素组分含量比较

运用高效液相色谱法对茉莉花茶中的 5 种主要儿茶素类成分进行检测,结果如表 3 所示。由表 3 可知,所收集的 4 个等级的福州花茶样品儿茶素总量的含量范围为 13.13%~13.68%,且各等级茉莉花茶的儿茶素总量较为接近;不同儿茶素类成分其含量高低依次为:EGCG>EGC>ECG>EC>C;其中,EGCG 在茉莉花茶中的含量最高,约占茉莉花茶儿茶素总量的 50%,4 个等级福州茉莉花茶中,儿茶素类主要成分 EGCG 含量“银毫”显著低于“特级”的含量( $P<0.05$ ),“春毫”与“香毫”的 EGCG 含量则不存在显著性差异( $P>0.05$ )。

### 2.4 不同等级茉莉花茶氨基酸含量比较

氨基酸是一类以鲜醇味为主的物质,能增加茶汤的鲜爽度<sup>[28-29]</sup>,其含量对花茶的品质起着重要作用。由表 4 可知,茉莉花茶氨基酸的总量为 23.13%~24.12%,不同等级

表 2 4 个等级茉莉花茶活性成分(以干重计,%, $n=3$ )  
Table 2 Content of active constituent of 4 grades Jasmine tea (in dry weight, %,  $n=3$ )

名称	银毫	春毫	香毫	特级
碎茶/%	4.02±0.16 <sup>ab</sup>	3.88±0.12 <sup>ab</sup>	3.78±0.15 <sup>b</sup>	4.12±0.13 <sup>a</sup>
水浸出物含量/%	45.12±0.33 <sup>b</sup>	45.33±0.07 <sup>b</sup>	45.95±0.18 <sup>a</sup>	46.24±0.19 <sup>a</sup>
游离氨基酸总量/%	3.85±0.06 <sup>b</sup>	3.86±0.02 <sup>b</sup>	3.95±0.06 <sup>a</sup>	4.03±0.04 <sup>a</sup>
茶多酚类含量/%	16.09±0.06 <sup>a</sup>	15.71±0.03 <sup>b</sup>	15.40±0.03 <sup>c</sup>	15.12±0.11 <sup>d</sup>
酚氨比	4.18±0.05 <sup>a</sup>	4.07±0.03 <sup>b</sup>	3.89±0.06 <sup>c</sup>	3.75±0.02 <sup>d</sup>
咖啡碱含量/%	3.49±0.04 <sup>a</sup>	3.20±0.04 <sup>c</sup>	3.17±0.05 <sup>c</sup>	3.35±0.03 <sup>b</sup>

表 3 4 个等级茉莉花茶主要儿茶素成分的含量(以干重计,%, $n=3$ )  
Table 3 Content of main catechin components of 4 grades Jasmine tea (in dry weight, %,  $n=3$ )

名称	银毫	春毫	香毫	特级
EGCG/%	6.62±0.15 <sup>b</sup>	6.91±0.20 <sup>ab</sup>	6.71±0.23 <sup>ab</sup>	7.06±0.18 <sup>a</sup>
EGC/%	2.54±0.04 <sup>b</sup>	2.62±0.028 <sup>a</sup>	2.53±0.05 <sup>b</sup>	2.64±0.04 <sup>a</sup>
ECG/%	2.53±0.04 <sup>a</sup>	2.47±0.07 <sup>ab</sup>	2.38±0.06 <sup>b</sup>	2.44±0.06 <sup>ab</sup>
EC/%	1.14±0.02 <sup>b</sup>	1.25±0.04 <sup>a</sup>	1.26±0.06 <sup>a</sup>	1.27±0.01 <sup>a</sup>
C/%	0.30±0.01 <sup>a</sup>	0.30±0.00 <sup>a</sup>	0.27±0.01 <sup>b</sup>	0.27±0.01 <sup>b</sup>
总量/%	13.13±0.33 <sup>a</sup>	13.55±0.25 <sup>a</sup>	13.15±0.10 <sup>a</sup>	13.68±0.55 <sup>a</sup>

表 4 4 个等级茉莉花茶氨基酸组分含量(干重, %,  $n=3$ , )  
Table 4 Content of amino acids of 4 grades Jasmine tea (in dry weight, %,  $n=3$ )

名称	银毫	春毫	香毫	特级
谷氨酸	4.87±0.17 <sup>b</sup>	4.99±0.08 <sup>b</sup>	4.90±0.07 <sup>b</sup>	5.21±0.06 <sup>a</sup>
天门冬氨酸	2.34±0.04 <sup>b</sup>	2.35±0.01 <sup>b</sup>	2.40±0.02 <sup>a</sup>	2.26±0.02 <sup>c</sup>
赖氨酸	1.95±0.04 <sup>a</sup>	1.96±0.01 <sup>a</sup>	1.99±0.02 <sup>a</sup>	1.86±0.02 <sup>b</sup>
亮氨酸	1.90±0.03 <sup>b</sup>	1.94±0.01 <sup>b</sup>	1.99±0.02 <sup>a</sup>	1.84±0.03 <sup>c</sup>
精氨酸	1.53±0.02 <sup>b</sup>	1.57±0.02 <sup>a</sup>	1.57±0.01 <sup>a</sup>	1.45±0.00 <sup>c</sup>
缬氨酸	1.37±0.02 <sup>ab</sup>	1.4±0.01 <sup>a</sup>	1.39±0.06 <sup>a</sup>	1.32±0.02 <sup>b</sup>
丙氨酸	1.28±0.02 <sup>b</sup>	1.3±0.01 <sup>ab</sup>	1.33±0.01 <sup>a</sup>	1.24±0.02 <sup>c</sup>
苯丙氨酸	1.12±0.02 <sup>bc</sup>	1.14±0.00 <sup>b</sup>	1.18±0.01 <sup>a</sup>	1.09±0.01 <sup>c</sup>
异亮氨酸	1.12±0.02 <sup>b</sup>	1.13±0.00 <sup>b</sup>	1.16±0.01 <sup>a</sup>	1.07±0.01 <sup>c</sup>
丝氨酸	1.08±0.02 <sup>b</sup>	1.09±0.01 <sup>ab</sup>	1.11±0.01 <sup>a</sup>	1.05±0.01 <sup>c</sup>
苏氨酸	1.02±0.02 <sup>b</sup>	1.04±0.01 <sup>ab</sup>	1.05±0.01 <sup>a</sup>	0.99±0.02 <sup>c</sup>
脯氨酸	0.95±0.02 <sup>b</sup>	0.96±0.01 <sup>b</sup>	0.99±0.01 <sup>a</sup>	0.91±0.01 <sup>c</sup>
酪氨酸	0.78±0.02 <sup>b</sup>	0.79±0.00 <sup>b</sup>	0.81±0.01 <sup>a</sup>	0.76±0.01 <sup>c</sup>
组氨酸	0.60±0.01 <sup>ab</sup>	0.60±0.00 <sup>a</sup>	0.61±0.01 <sup>a</sup>	0.59±0.01 <sup>b</sup>
蛋氨酸	0.17±0.01 <sup>b</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.18±0.00 <sup>ab</sup>	0.15±0.00 <sup>c</sup>
胱氨酸	0.11±0.00 <sup>b</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>
氨基酸总量	23.46±0.47 <sup>bc</sup>	23.85±0.03 <sup>ab</sup>	24.12±0.22 <sup>a</sup>	23.13±0.28 <sup>c</sup>

茉莉花茶, 氨基酸总量在“香毫”和“特级”中存在显著性差异( $P<0.05$ )。茉莉花茶中以谷氨酸含量较高, 约为 5.0%; 其次为天门冬氨酸, 含量约为 2.4%。谷氨酸和天门冬氨酸都属于鲜味氨基酸, 其在茉莉花中有较高的含量对茉莉花茶茶汤鲜爽滋味起到一定的作用。“特级”茉莉花茶中谷氨酸含量显著高于其他 3 个等级茉莉花茶( $P<0.05$ )。另外, 人体所必需的氨基酸亮氨酸和赖氨酸在茉莉花茶中的含量也都比较高, 且其含量较为接近, 都约为 2.0%。不同等级茉莉花茶, “特级”茉莉花茶中的赖氨酸和亮氨酸含量较低, 与其他 3 个等级茉莉花茶存在显著性差异( $P<0.05$ )。

## 2.5 不同等级茉莉花茶体外抗氧化活性比较

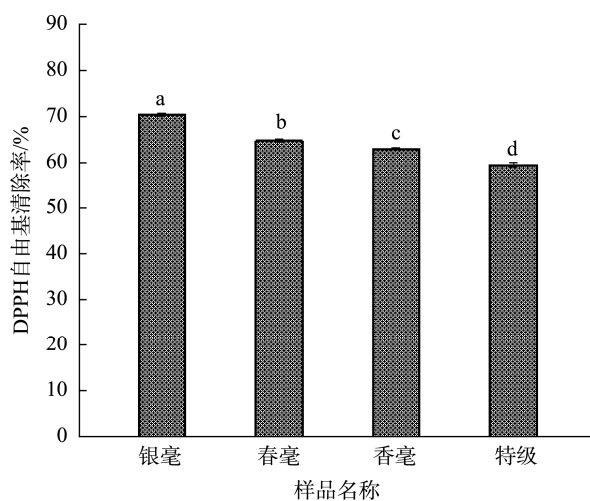
### 2.5.1 茉莉花茶提取液清除 DPPH 自由基活性比较

从图 1 可以看出, 在 DPPH 自由基清除活性方面, “银毫”茉莉花茶的活性最强, “春毫”“香毫”茉莉花茶次之, “特级”茉莉花茶的活性相对较低, 4 个等级茉莉花茶清除 DPPH 自由基清除活性存在显著性差异( $P<0.05$ ), 其对 DPPH 自由基清除活性随着等级的降低而降低; 相应级别的 4 个茉莉花茶茶样品对 DPPH 自由基清除率分别为(70.42±0.43)%、(64.79±0.32)%、(63.05±0.21)%、(59.57±0.53)%。

### 2.5.2 茉莉花茶提取液清除 ABTS 阳离子自由基活性比较

由图 2 可知, “银毫”茉莉花茶 ABTS 阳离子自由基清除活性最强, “春毫”“香毫”茉莉花茶次之, “特级”茉莉花茶的活性相对较低。“银毫”茉莉花茶 ABTS 阳离子自由基清

除率显著高于“特级”茉莉花茶( $P<0.05$ )。张洁等<sup>[30]</sup>的研究通过相关性分析表明, 茶叶提取液的体外抗氧化活性与总酚、总黄酮类物质含量表现出极显著正相关性。本研究结果与该报道一致, 提取液中总多酚含量相对较高的茉莉花茶样品相应的表现出较好的体外抗氧化活性, 说明茉莉花茶的抗氧化活性与酚类物质含量有较大关联。



注: 不同字母表示组间具有显著性差异,  $P<0.05$ 。下同。

图1 不同等级茉莉花茶提取液DPPH自由基清除活性的比较  
Fig.1 Comparison of the DPPH radical scavenging capacity of Jasmine tea of different grades

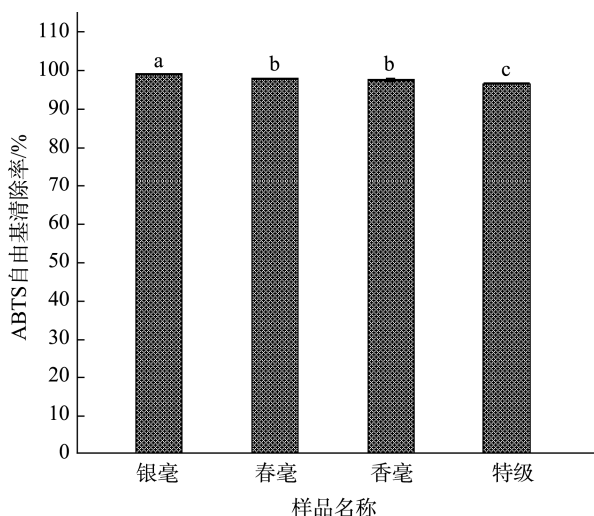


图2 不同等级茉莉花茶提取液ABTS阳离子自由基清除活性的比较  
Fig.2 Comparison of the ABTS cationic radical scavenging capacity of Jasmine tea of different grades

### 3 结论

研究将 4 个不同等级福州茉莉花茶活性成分及体外抗氧化活性进行比较。4 种不同等级茉莉花茶多酚含量和酚氨比差异性显著( $P < 0.05$ )，儿茶素总量不存在显著性差异( $P > 0.05$ )。等级最高的“银毫”其体外抗氧化活性显著性高于其他 3 个不同等级等茉莉花茶( $P < 0.05$ )，体外抗氧化活性随着等级的降低而降低。茉莉花茶的品质受到外形、香气及活性成分等多种因素的影响。本研究主要分析比较了不同等级茉莉花茶主要活性成分茶水浸出物、咖啡碱、茶多酚、儿茶素及氨基酸等含量，茉莉花茶中其他的品质成分如茶色素、茶多糖、酚酸、蛋白质、黄酮苷对其品质和体外抗氧化活性都有一定程度的影响，这些都是值得深入研究的。不同原料来源及产地对茉莉花茶的品质也有较大影响，下一步将开展不同茉莉花茶品质特征与来源及地域之间的相关性等研究，为全面了解茉莉花茶品质及其保健功效提供依据，促进茉莉花茶的开发应用和推广宣传。

### 参考文献

- 崔宏春, 赵芸, 黄海涛, 等. 茉莉花茶加工技术及风味品质研究进展[J]. 安徽农业科学, 2024, 52(1): 17–20.  
CUI HC, ZHAO Y, HUANG HT, *et al.* Research progress on processing technology and flavor quality of Jasmine tea [J]. J Anhui Agric Sci, 2024, 52(1): 17–20.
- KURODA K, INOUE N, ITO Y, *et al.* sedative effects of the Jasmine tea odor and (R)-(-)-linalool, one of its major odor components, on autonomic nerve activity and mood states [J]. Eur J Appl Physiol, 2005, 95(2): 107–114.
- INOUE N, KURODA K, SUGIMOTO A, *et al.* Autonomic nervous responses according to preference for the odor of Jasmine tea [J]. Biosci, Biotechnol, Biochem, 2003, 67(6): 1206–1214.
- 江昕田, 郭雅玲, 赖凌凌, 等. 电子鼻技术在不同厂家特种茉莉花茶香气判别中的应用研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(12): 4760–4765.  
JIANG XT, GUO YL, LAI LL, *et al.* Application of electronic nose technology in aroma discrimination of special-typed Jasmine tea [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(12): 4760–4765.
- 李璐, 尹礼国, 陆安霞, 等. GC-MS 结合电子鼻技术对不同茶区茉莉花茶香气的差异比较[J]. 现代食品科技, 2024, 40(2): 302–311.  
LI L, YIN LG, LU ANX, *et al.* Comparison of jasmine tea aroma in different tea regions by GC-MS and electronic nose [J]. Mod Food Sci Technol, 2024, 40(2): 302–311.
- 叶秋萍, 余雯, 郑世仲, 等. 茉莉花茶窈制过程水分变化与香气品质变化的相关性分析[J]. 食品科学, 2022, 43(24): 266–272.  
YE QP, YU W, ZHENG SZ, *et al.* Correlation analysis of moisture content and aroma quality in the scenting process of Jasmine tea [J]. Food Sci, 2022, 43(24): 266–272.
- 叶秋萍, 金心怡, 黄丹榭, 等. 茉莉花“吐香—赋香”新工艺及其对花茶品质的影响[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2017, 46(5): 508–514.  
YE QP, JIN XY, HUANG DX, *et al.* A new process of “setting free aroma and flavouring” and its effect on Jasmine tea quality [J]. J Fujian Agric Forest Univ (Nat Sci Ed), 2017, 46(5): 508–514.
- 陈军海, 刘盼盼, 邓亮, 等. 不同等级茉莉花茶香气成分比较分析[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(23): 168–172.  
CHEN JH, LIU PP, DENG L, *et al.* Comparative analysis of aroma components of Jasmine tea in different grades [J]. J Anhui Agric Sci, 2023, 51(23): 168–172.
- 袁弟顺, 杨江帆, 孙云, 等. 不同烘干温度对茉莉花茶品质的影响[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(5): 763–766.  
YUAN DS, YANG JF, SUN Y, *et al.* The effects of different drying temperature on the quality of jasmine tea [J]. Acta Agric Univ Jiangxiensis, 2004, 26(5): 763–766.
- 郭春雨. 不同干燥方式茶坯窈制茉莉花茶的研究[J]. 现代农业科技, 2013, (24): 279–280.  
GUO CY. Research on jasmine tea scented by green tea with different drying methods [J]. Mod Agric Sci Technol, 2013, (24): 279–280.
- 梁兵兵. 真空干燥对螺型茉莉花茶品质的影响[J]. 北京农业, 2015, (36): 199–201.  
LIANG BB. Effect of vacuum drying on spiral-like jasmine tea quality [J]. Beijing Agric, 2015, (36): 199–201.
- 陈由权. 茉莉花茶不同窈制工艺与品质相关性探讨[J]. 中国茶叶, 2015, (9): 28.  
CHEN YQ. Discusses on relationship between scented techniques and quality of Jasmine tea [J]. Chin Tea, 2015, (9): 28.
- 唐雅乔, 刘俊, 王云. 茉莉花茶加工过程中的品质变化分析[J]. 西南农业学报, 2018, 31(4): 711–716.  
TANG YQ, LIU J, WANG Y. Quality changes analysis of jasmine tea processing [J]. Southwest China J Agric Sci, 2018, 31(4): 711–716.
- 叶秋萍, 金心怡, 李鑫磊, 等. 茉莉花茶窈制过程理化指标及花茶品质变化的研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(12): 99–103, 108.  
YE QP, JIN XY, LI XL, *et al.* Study on variation of physicochemical indexes and tea quality during scented processes of Jasmine tea [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 36(12): 99–103, 108.
- 张俊杰, 傅天龙, 傅天甫, 等. 福州茉莉花茶窈制次数与香气成分的关系

- 联分析[J]. 茶叶科学, 2021, 41(1): 113–121.  
ZHANG JJ, FU TL, FU TF, *et al.* Correlation analysis of scenting times and aroma components of Fuzhou Jasmine tea [J]. J Tea Sci, 2020, 40(5): 113–121.
- [16] 陈梅春, 张海峰, 朱育菁, 等. 茉莉花茶窈制过程香气形成机制的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(4): 1546–1553.  
CHEN MC, ZHANG HF, ZHU YJ, *et al.* Formation of aroma compounds in jasmine tea during scenting process [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(4): 1546–1553.
- [17] 傅天龙, 郭晨, 傅天甫, 等. 福州 8 种主要茉莉花茶特征香气成分比较与分析[J]. 茶叶科学, 2020, 40(5): 656–664.  
FU TL, GUO C, FU TF, *et al.* Comparison and analysis of characteristic aroma components of eight main JASMINE TEAS IN Fuzhou [J]. J Tea Sci, 2020, 40(5): 656–664.
- [18] 周翠, 韩成云, 赵志刚. 紫薯、黑米、葡萄皮的花青素抗氧化性和稳定性的比较[J]. 食品工业, 2018, 39(6): 164–168.  
ZOU C, HAN CY, ZHAO ZG. The antioxidant activity and stability of anthocyanin extracted from purple sweet potato, black rice and grape peel [J]. Sci Technol Food Ind, 2018, 39(6): 164–168.
- [19] 黄彪, 刘文静, 李巍, 等. 不同人工栽培模式下铁皮石斛活性成分及抗氧化活性比较[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(8): 2665–2671.  
HUANG B, LIU WJ, LI W, *et al.* Comparative analysis of active constituents and antioxidant activities of *Dendrobium officinale* in different artificial cultivation models [J]. J Food Saf Qual, 2022, 13(8): 2665–2671.
- [20] 陈美丽, 唐德松, 龚淑英, 等. 绿茶滋味品质的定量分析及其相关性评价[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2014, (6): 670–678.  
CHEN ML, TANG DS, GONG SY, *et al.* Quantitative analysis and correlation evaluation on taste quality of green tea [J]. J Zhejiang Univ (Agric Life Sci), 2014, (6): 670–678.
- [21] 王伟伟, 陈琳, 张建勇, 等. 茶多酚的特性及其在食品中的应用[J]. 中国茶叶, 2020, 42(11): 1–7.  
WANG WW, CHEN L, ZHANG JY, *et al.* Characteristics of tea polyphenols and its application in food [J]. China Tea, 2020, 42(11): 1–7.
- [22] 张雪寒, 潘波旭, 宋勤飞, 等. 7 种贵州名优绿茶品质化学成分分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(16): 5105–5111.  
ZHANG YH, PAN BX, SONG QF, *et al.* Analysis of quality chemical components of 7 kinds of famous green tea in Guizhou [J]. J Food Saf Qual, 2022, 13(16): 5105–5111.
- [23] 冉乾松, 刘忠英, 尹杰, 等. 贵州绿茶滋味分属性二次多项回归模型构建[J]. 南方农业学报, 2022, 53(4): 1131–1142.  
RAN QS, LIU ZY, YIN J, *et al.* Construction of quadratic multinomial regression model for Guizhou green tea taste attributes [J]. J Southern Agric, 2022, 13(16): 5105–5111.
- [24] 沈强, 孔维婷, 于洋, 等. 国内外茶叶咖啡碱研究进展[J]. 中国茶叶, 2010, 32(1): 15–18.  
CHEN Q, KONG WT, YU Y, *et al.* Research progress of tea caffeine at home and abroad [J]. China Tea, 2010, 32(1): 15–18.
- [25] 蒲晓亚, 袁毅君, 王廷璞, 等. 茶叶的主要呈味物质综述[J]. 天水师范学院学报, 2011, 31(2): 40–44.  
PU XY, YUAN YJ, WANG TP, *et al.* The review on the main sapidity materials of tea [J]. J Tianshui Normal Univ, 2011, 31(2): 40–44.
- [26] 赖凌凌. 特种茉莉花茶窈制过程中化学成分变化的分析研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(2): 306–312.  
LAI LL. Study on changes of chemical components during scenting processes of special-typed Jasmine tea [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(2): 306–312.
- [27] 杨伟丽, 肖文军, 邓克尼. 加工工艺对不同茶类主要生化成分的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2001, (5): 384–386.  
YANG WL, XIAO WJ, DENG KN. Effects of processing technology of different teas on the main biochemistry component [J]. J Hunan Agric Univ (Nat Sci), 2001, (5): 384–386.
- [28] TOLGAHAN K, KUBRA SO, VURAL G. Effects of infusion conditions and decaffeination on free amino acid profiles of green and black tea [J]. Food Res Int, 2013, 53(2): 720–725.
- [29] 张丹丹, 叶小辉, 赵峰, 等. 基于游离氨基酸组分的白茶滋味品质研究[J]. 福建农业学报, 2016, 31(5): 515–520.  
ZHANG DD, YE XH, ZHAO F, *et al.* Flavor and amino acids of brewed white teas [J]. Fujian J Agric Sci, 2016, 31(5): 515–520.
- [30] 张洁, 王杉, 任小盈, 等. 3 个不同产地白茶品质成分与体外抗氧化能力比较[J]. 食品研究与开发, 2023, 44(8): 170–176.  
ZHANG J, WANG B, REN XY, *et al.* Comparison of quality components and *in vitro* antioxidant ability of white tea samples from three production areas [J]. Food Res Dev, 2023, 44(8): 170–176.

(责任编辑: 韩晓红 于梦娇)

## 作者简介



黄 彪, 博士, 副研究员, 主要研究方向为农产品营养功能。

E-mail: banbanhb1981@163.com