

江西省丘陵红壤地区主栽茶树品种的 工夫红茶适制性研究

江新风^{1*}, 李琛¹, 曹挥华¹, 张贱根¹, 王礼献¹, 余志², 倪德江²

(1. 江西省经济作物研究所, 南昌 330202; 2. 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070)

摘要: **目的** 探究江西丘陵红壤地区主要栽培茶树品种的红茶适制性, 为江西红茶产业发展、工夫红茶品种选择提供参考。**方法** 通过对比分析江西省主要栽培的“金观音”“黄观音”“群体种”“浙农 113”“赣茶 14 号”“福鼎大白”“迎霜”“楮叶齐”8 个茶树品种的鲜叶原料品质成分和发酵效果、成品红茶品质成分及感官品质等指标, 考察各品种的红茶适制性。**结果** 8 个品种鲜叶茶多酚含量均大于 20%, 发酵性能良好; 制成红茶后, “赣茶 14 号”“金观音”“黄观音”3 个品种(茶黄素+茶红素)/茶褐素比值高于常用对照品种“福鼎大白”, 共检测出香气成分为 40 种, 以 β -芳樟醇、氧化芳樟醇II(呋喃型)、香叶醇、氧化芳樟醇I(呋喃型)、水杨酸甲酯、罗勒烯等为主, 呈现玫瑰花香、甜香、花果香, 是典型的江西工夫红茶香气物质。感官审评结果表明, “黄观音”“赣茶 14 号”“金观音”“福鼎大白”“楮叶齐”综合得分超过 90 分, 制红茶感官品质较好。**结论** 8 个品种均能按红茶加工工序制成品质优良的红茶, “黄观音”“金观音”更适制作花香型工夫红茶, “福鼎大白”“楮叶齐”“赣茶 14 号”及“群体种”制作工夫红茶滋味醇厚, 红、亮汤色特征明显, 综合品质评价俱佳。

关键词: 丘陵红壤地区; 茶树品种; 工夫红茶; 品质成分; 适制性

Tea cultivars from hilly red soil area of Jiangxi Province: Suitability for Congou black tea processing

JIANG Xin-Feng^{1*}, LI Chen¹, CAO Hui-Hua¹, ZHANG Jian-Gen¹,
WANG Li-Xian¹, YU Zhi², NI De-Jiang²

(1. Jiangxi Institute of Cash Crops, Nanchang 330202, China; 2. College of Horticulture & Forestry Science, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

ABSTRACT: Objective To study the processing suitability for Congou black tea of main tea varieties cultivated in Jiangxi Province where planting conditions was hilly red soil area, so as to provide references for Jiangxi black tea industry development and the selection tea varieties for Congou black tea processing. **Methods** A total of 8 tea cultivars including “Jinguanyin”, “Huangguanyin”, “Quntizhong”, “Zhenhong 113”, “Gancha 14”, “Fudingbaba”, “Yingshuang”, and “Zhuyeqi” from the hilly red soil areas were selected. The contrastive analysis for quality components of tea plant fresh leaf and the fermentation effect. Quality components and sensory quality of Congou black teas were conducted to investigate the processing suitability for Jiangxi Congou black tea of each variety.

基金项目: 江西省现代农业产业技术体系项目(JXARS-02)、江西省科技合作专项重点项目(20212BDH80011、20212BDH8025)

Fund: Supported by the Modern Agricultural Industrial Technology System of Jiangxi Province (JXARS-02), and the Key Projects of Science and Technology Cooperation in Jiangxi Province (20212BDH80011, 20212BDH8025)

***通信作者:** 江新风, 博士, 副研究员, 主要研究方向为茶树资源利用。E-mail: jiangxinyue003@163.com

***Corresponding author:** JIANG Xin-Feng, Ph.D, Associate Professor, Jiangxi Sericulture and Tea Research Institute, Nanchang 330202, China. E-mail: jiangxinyue003@163.com

Results The polyphenol content of 8 varieties of fresh leaf tea were more than 20%, and the fermentation performance were superior. The ratios of (theaflavins+thearubigins)/theabrownins of black tea made from “Gancha 14”, “Jingguanyin”, and “Huangguanyin” were higher than that of the commonly used “Fudingbabai”. A total of 40 aroma components were detected. The aroma substances such as β -linalool, oxidized linalool II (furan-type), geranyl alcohol, oxidized linalool I (furan-type), methyl salicylate, basil, etc., those showing rose fragrance, sweet aroma, flower fruit aroma, which were typical aroma substances of Jiangxi Congou black tea. The results of sensory evaluation showed that the sensory quality of Congou black tea made from “Huangguanyin”, “Gancha 14”, “Jingguanyin”, “Fudingbabai” and “Zhuyeqi” was excellent with the comprehensive scores of more than 90 points.

Conclusion All the 8 varieties can produce Congou black tea with good quality according to the black tea processing procedures, “Huangguanyin”, “Jingguanyin” are more suitable for the production of floral-type Congou black tea, and the Congou black tea made from “Fudingdabai”, “Zhuyeqi”, “Gancha 14” and “Quntizhong” taste mellow, red, bright soup color characteristics are obvious, the overall quality evaluation is excellent.

KEY WORDS: hilly red soil areas; tea cultivars; Congou black tea; quality components; processing suitability

0 引言

江西是中国传统名优绿茶产区, 2022 年全省茶叶种植面积 180 万亩, 产量 7.7 万 t, 产值 80 亿元, 其中绿茶 6.01 万 t, 红茶 1.27 万 t, 红茶产量占茶叶产量的 16.49%, 茶产业是“乡村振兴”过程中重要的农业经济支柱^[1-6]。目前, 江西引种的茶树品种主要为“金观音”“黄观音”“群体种”“浙农 113”“赣茶 14 号”“福鼎大白”“迎霜”“楮叶齐”等, 这些茶树品种广泛种植在铅山县、修水县、浮梁县、婺源县等江西“四绿一红”产区^[7-9]。长期以来, 这些茶树品种通常用来制作高档名优绿茶, 尤其是春季名优绿茶, 除修水县作为“宁红”主产区, 夏秋季节生产红茶外, 其他县种植的以上 8 个品种极少用来制作红茶, 甚至夏秋不再采摘, 造成了茶叶资源的极大浪费^[10-12]。随着红茶的保健功能的进一步揭示, 我国红茶产量迅速增加^[13-14]。江西省的红茶生产也在逐年增加, 近 3 年, 部分茶叶主产区比如修水县、铅山县、浮梁县等地也积极利用大宗茶树鲜叶原料制作工夫红茶产品, 江西红茶产量占江西省茶叶总产量的 10%~14% 左右, 且每年有 5% 左右的增长幅度, 红茶的生产已成为江西省茶叶生产赋能的新增长点^[15-16]。

鉴定茶叶品质尤其是红茶, 历来都是直接把茶树鲜叶制成的成品茶进行品质评审, 这是早期一套简单有效, 且全面的品种鉴定方法^[17]。茶树品种决定了茶叶的适制性, 引进的“金观音”“黄观音”在福建是适合制作乌龙茶品种。“群体种”“赣茶 14 号”在江西主要作为绿茶品种推广应用, “福鼎大白”是红绿兼制的品种, 在全国各地都得到了验证, “浙农 113”“迎霜”“楮叶齐”是浙江、湖南选育的适制绿茶品种^[12, 18]。这些品种在江西引种后, 叶片的形态、生物学特征和生理生化特征发生了明显的变化, 部分研究表明, 这些品种引种后制作绿茶品质较好^[19-20]。但制作红茶的适制性还待进一步研究。引种的茶树品种能制作红茶可以很好缓解茶树春季采摘劳动力不足、采摘时期季节分配不均、

茶树农艺管理技术与茶叶机械相配套采摘的技术难题, 因此, 结合江西省茶园立地条件及茶树品种种植情况, 对已成园茶树品种的多茶类适制性尤其是红茶适制性开展研究很有必要。因此, 本研究以江西引种的主要茶树品种“金观音”“黄观音”“群体种”“浙农 113”“赣茶 14 号”“福鼎大白”“迎霜”“楮叶齐”等为春季鲜叶为材料, 观察各品种表型, 检测鲜叶的内含物成分含量, 按江西省地方标准 DB36/T 1794—2023《工夫红茶加工技术规程》的要求制成工夫红茶, 通过对比各品种发酵效果和成品红茶内含物成分含量、香气成分及感官品质, 探究各品种的工夫红茶适制性, 为江西省工夫红茶产业的发展提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

“金观音”“黄观音”“群体种”“浙农 113”“赣茶 14 号”“福鼎大白”“迎霜”“楮叶齐”8 个品种茶树鲜叶原料均来自于江西省经济作物研究所蚕茶办公区试验茶园, 其中, “群体种”原产江西省铅山县武夷山镇, 与试验品种一起种植于江西省经济作物研究所试验茶园, 采摘标准为一芽一叶, 采摘时间为 2022 年春季 4 月中下旬, 采摘茶园施肥水平和栽培管理水平基本一致。

甲醇、碱式乙酸铅、十二水磷酸氢二钠(分析纯, 天津市科密欧化学试剂有限公司); 盐酸(分析纯, 泰迪亚有限公司); 氢氧化钠、浓硫酸(分析纯, 重庆川东化工有限公司); 碳酸钠、葡萄糖(分析纯, 天津市永大化学试剂有限公司); 福林酚(分析纯, 北京索莱宝科技有限公司); 没食子酸标准品(纯度 $\geq 98\%$)、谷氨酸标准品(纯度 99%)、萘酚(分析纯)(国药集团化学试剂有限公司); 水合茚三酮(分析纯, 上海阿拉丁生化科技有限公司); 磷酸二氢钾(分析纯, 成都金山化学试剂有限公司); 咖啡碱标品(纯度 $\geq 98\%$, 成都曼思特生物科技有限公司); 氯化亚锡(分析纯, 广东光华科技股份有限公司)。

1.2 仪器与设备

P70J17L-V1 家用微波炉(广东格兰仕微波生活电器制造有限公司); LS120A 电子天平(精度 0.01 g, 上海天美天平仪器有限公司); FW177 中草药粉碎机、DK-98-II 电热恒温水浴锅(天津市泰斯特仪器有限公司); DHG-9203 电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒化学仪器有限公司); SHZ-III 循环水真空抽滤/抽气装置(上海亚荣生化仪器厂); UH5300 分光光度计(日本株式会社); Hypersil BDS C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm)(美国赛默飞世尔公司); 1100VL 高效液相色谱仪(美国安捷伦有限公司); 6CR-35 茶叶揉捻机(浙江上洋机械有限公司); 5B 红茶发酵机(安溪县永丰机械有限公司)。

1.3 方法

1.3.1 鲜叶样品

采摘茶树新梢一芽一鲜叶, 均匀(不超过 1 cm)放置于微波炉托盘, 高火微波杀青 3 min, 取出, 摊凉 3 min, 待冷却后高火 2 min, 取出, 摊凉后统一置电热恒温鼓风干燥箱(100℃)烘干至水分不大于 5%, 样品均为 3 次生物学重复, 茶样放置-20℃冰箱保存待测^[4-5]。

1.3.2 红茶制作

按 DB36/T 1794—2023 中工夫红茶工艺制作茶样, 具体流程包括萎凋(采摘鲜叶置于萎凋槽中至含水率 55%~65%)→揉捻(90 min)→发酵(发酵机室温 28℃、湿度 90%, 时间 3~5 h, 以叶色转红, 发酵叶青草气消失, 甜香、果香馥郁, 叶色黄红或红黄, 茶叶发酵时每半小时观察叶色变化速度, 以判定红茶发酵是否适度)→毛火(120℃、15 min)→摊凉回潮(40 min)→足火(80℃, 烘至含水率 5%左右), 成品红茶, -20℃冰箱保存待测。

1.3.3 成分检测

游离氨基酸总量测定参照 GB/T 8314—2013《茶 游离氨基酸总量的测定》, 以 L-谷氨酸为标准物; 茶多酚、咖啡碱、参照 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》, 水浸出物含量测定参照 GB/T 8305—2013《茶 水浸出物测定》; 采用分光光度计比色法测定茶样中茶黄素(theaflavins, TFs)、茶红素(thearubigins, TRs)、茶褐素(theabrownins, TBs)含量^[3]。

1.3.4 香气成分检测

茶样香气成分检测委托农业农村部茶叶质量监督检测测试中心检测, 采用顶空固相微萃取富集香气成分, 根

据 NIST 数据库提供的化合物鉴定信息和相关文献报道, 先对茶样中的挥发性成分进行定性, 再采用面积归一法对各香气组分进行定量^[14-15]。

1.3.5 茶样感官审评

红茶成品参照 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》, 由 3 位审评专家密码审评, 当场给出分数及评价。

1.4 数据处理

数据采用 Microsoft Excel 2016 和 SPSS Statistics 26.0 软件进行记录和统计分析, 采用 Origin 2021 作图。

2 结果与分析

2.1 不同品种芽叶性状

鲜叶色泽和茸毛是反映茶叶适制性的重要物理性状^[21], 本研究中所选 8 个参试品种的具体性状如图 1 和表 1 所示, 各参试品种中“金观音”叶色最深, 绿中泛紫色, “群体种”“赣茶 14 号”及“迎霜”也是较深的绿色, “浙农 113”“楮叶齐”为绿色, “福鼎大白”“黄观音”为浅黄绿色。从颜色上判断, “群体种”“赣茶 14 号”及“迎霜”茶树品种在这 8 个品种中最适合制作绿茶, “浙农 113”“楮叶齐”“金观音”次之, “福鼎大白”“黄观音”为红茶、绿茶兼职品种。

茸毛与红茶品质密切相关^[22]。茸毛可以反映出茶树新梢嫩度和持嫩性, 同时也具有丰富的内含物成分^[23-24], 一般情况下, 芽叶新梢显毫时, 其制作的红茶干茶易形成“金毫”, 会提高红茶品质^[25]。参试品种中“浙农 113”“福鼎大白”具有较多茸毛, “群体种”“赣茶 14 号”“楮叶齐”茸毛中等, 其他品种茸毛较少。由此可判断, “浙农 113”“福鼎大白”可能制成红茶后, 红茶干样、外形品质得分会较高。



图 1 不同茶树品种春季表型

Fig.1 Phenotypes of different tea cultivars in spring

表 1 参试品种的品种特性、芽叶性状和品种来源

Table 1 Variety characteristics, bud and leaf characters and variety origins of the tested varieties

品种	品种特性	芽叶性状	品种来源
金观音	无性系, 灌木型, 中叶种	芽叶深绿, 茸毛较少	福建省
黄观音	无性系, 灌木型, 中叶种	芽叶黄绿, 茸毛少	福建省
群体种	无性系, 灌木型, 中叶种	芽叶绿, 茸毛中等	江西省
浙农 113	无性系, 小乔木型, 中叶种	芽叶黄绿, 茸毛多	浙江省
赣茶 14 号	无性系, 灌木型, 中叶种	芽紫叶绿, 茸毛中等	江西省
福鼎大白	无性系, 小乔木型, 中叶种	芽叶黄绿, 茸毛多	福建省
迎霜	无性系, 灌木型, 中叶种	芽叶绿, 茸毛少	浙江省
楮叶齐	无性系, 灌木型, 中叶种	芽叶绿, 茸毛中等	湖南省

2.2 不同品种鲜叶生化成分分析

鲜叶中的水浸出物、茶多酚、氨基酸、咖啡碱等是影响红茶发酵性能以及感官品质的物质基础,鲜叶的主要内含物质含量结果见表 2。茶树鲜叶中的水浸出物含量是形成不同茶类品质滋味的物质基础^[18],鲜叶水浸出物含量均大于 44%,大于 49%的有“金观音”“楮叶齐”“群体种”,8 个茶树品种的水浸出物含量在 44.02%~50.49%之间,水浸出物含量具备制作红茶的物质基础。受试样品鲜叶为春季采摘且采摘嫩度为一芽一叶,管理过程中连续几年都施用大量的菜籽饼肥,是可能导致所测水浸出物相对含量偏高的原因之一。当然,鲜叶样品杀青方法及制样方式也可能会影响水浸出物含量。

茶多酚类物质是红茶发酵的主体物质,其本身及发酵后的氧化分解聚合产物(TFs、TRs 和 TBs)决定了红茶的色泽和滋味浓强度^[17],其中,茶多酚与红茶的品质相关系数高达 0.92,TFs 与红茶的品质的相关系数高达 0.88^[18]。8 个参试品种的茶多酚含量有一定的差异,“金观音”“迎霜”品种茶多酚含量分别为 24.91%、24.07%,其余茶多酚含量均处于 20.03%~22.95%之间,均具有较高的茶多酚含量。氨基酸是茶叶香气物质转化的重要物质基础,也是茶叶滋味的重要贡献者,8 个参试品种中氨基酸含量最高的为“群体种”的 4.13%,其次是“楮叶齐”的 4.01%,最低的为“迎霜”的 2.52%。一般情况下,根据鲜叶中的酚氨比可以确定茶树品种的适制性,酚氨比小于 8 的品种适制绿茶,8~15 之间的品种则为红绿兼制,大于 15 的品种则适制红茶^[12,17]。本研究中的参试品种酚氨比变化幅度为 5.00~9.55,酚氨比大于 8 的分别是“金观音”和“迎霜”,分别为 8.77 和 9.55,单从酚氨比这一项指标上来看,适合红绿茶兼职的品种有“金观音”“迎霜”,其余品种均适合制作成绿茶,但这 8 个品种的春季茶多酚含量均大于 20%,具备制作红茶的多酚类物质基础。

另外,咖啡碱也是红茶重要的滋味物质,其与 TFs 以氢键络合形成的大分子复合物具有鲜爽、醇厚滋味^[17],参试的 8 个茶树品种咖啡碱含量在 3.52%~4.13%之间,变化

幅度不大。

2.3 不同品种鲜叶发酵性能分析

不同品种的茶叶发酵叶色变化速度和发酵适度后的颜色深浅存在较大差异^[12],如表 3 所示。大多数茶树品种揉捻叶在 3~4 h 即可发酵适度(DB36/T 1794—2023),其中“赣茶 14 号”“福鼎大白”“迎霜”“楮叶齐”发酵速度快且均匀,约 3 h 即可发酵适度;“金观音”“黄观音”“浙农 113”约 3.5 h 可发酵适度;“群体种”发酵速度最慢,约 4 h 才达到发酵适度;“群体种”“浙农 113”“楮叶齐”在发酵 3 h 后,整体叶色转红、香气开始衰减时仍有一定数量的青张叶,存在叶张花青、发酵不匀现象。发酵过程中,适宜的条件能促使揉捻叶中的酶与内含物产生充分的反应,从而生成 TRs、TFs,形成红茶红叶红汤的品质特点,通过比较 8 个茶树品种的发酵性能发现,芽叶绿,茸毛中等的“群体种”发酵适度时间最长,且发酵叶叶色不及其他茶树品种,还有一个现象是发酵时间越长,发酵叶叶色均匀度、油润度均不及发酵速度较快的茶树品种。

2.4 不同品种成品红茶生化成分分析

由表 4 可知,8 个茶树品种的新梢鲜叶加工成红茶后,关系到红茶品质的水浸出物、茶多酚等成分含量均有不同程度下降。其中,水浸出物含量相比较于对应品种的茶树鲜叶降低了 9.13%~15.00%,以“群体种”降低程度最大,“福鼎大白”降低程度最小,茶多酚含量平均降低了 9.80%,降低最多的为“金观音”(14.75%),降低最少的也是“福鼎大白”(6.30%)。红茶制造过程中,茶多酚含量的减少与制茶工艺密切相关。通常情况下,工夫红茶的滋味要求甜醇,发酵要充分,因此工夫红茶成品中的茶多酚含量较鲜叶中茶多酚含量有明显下降,品种及加工工艺中萎凋、发酵、干燥温度等因素均对茶多酚的氧化有较大影响。本研究中,各茶树品种的萎凋、发酵、干燥等关键工序均参照 DB36/T 1794—2023,按照适度原则,制作出来的红茶产品品质较均匀,茶多酚含量基本在 6.98%~15.43%,茶多酚及其氧

表 2 不同茶树品种鲜叶原料生化成分含量(%)

Table 2 Content of biochemical components in raw materials of fresh leaves of different tea cultivars (%)

品种	水浸出物	茶多酚	氨基酸	咖啡碱	酚氨比
金观音	49.11±0.17 ^{ab}	24.91±1.36 ^a	2.84±0.16 ^e	3.89±0.19 ^{ab}	8.77
黄观音	47.23±1.48 ^{bc}	22.95±1.78 ^{bc}	3.39±0.15 ^d	3.63±0.11 ^{ab}	6.77
群体种	50.49±0.64 ^a	20.25±0.08 ^d	4.13±0.05 ^a	3.52±0.33 ^b	4.90
浙农 113	44.02±0.52 ^d	21.57±0.16 ^{cd}	3.83±0.20 ^{abc}	3.56±0.12 ^b	5.63
赣茶 14 号	45.75±1.08 ^{cd}	22.41±1.45 ^{bc}	3.64±0.15 ^{cd}	3.59±0.15 ^{ab}	6.16
福鼎大白	45.32±1.69 ^{cd}	21.34±0.94 ^{cd}	3.76±0.42 ^{bc}	3.63±0.65 ^{ab}	5.68
迎霜	48.06±1.69 ^b	24.07±0.71 ^{ab}	2.52±0.17 ^e	3.60±0.15 ^{ab}	9.55
楮叶齐	49.08±0.73 ^{ab}	20.03±0.36 ^d	4.01±0.03 ^{ab}	4.13±0.16 ^a	5.00

注:不同小写字母表示组间差异显著, $P < 0.05$,表 4 同。

表 3 不同茶树品种发酵效果比较
Table 3 Comparison of fermentation quality of different tea varieties

品种	发酵速度	发酵叶叶色
金观音	△△△	棕红、亮、匀
黄观音	△△△	黄红、亮、匀
群体种	△△△△	棕红、稍暗、稍青条
浙农 113	△△△	棕红、尚亮、尚匀
赣茶 14 号	△△△	红、亮、匀
福鼎大白	△△△	红、亮、匀
迎霜	△△△	红、亮、匀
楮叶齐	△△△	棕红、尚亮、匀

注: △代表发酵的时间, 1个△为 1 h, △越多表明发酵的速度越慢。

化产物是红茶滋味浓、强不可或缺的成分, 同时也是红茶滋味爽口、刺激性强的呈味物质, 其中群体种红茶茶多酚含量只有 6.98%, 是可能造成滋味刺激性不强的主要原因。

8 个参试品种制作的红茶中的 TFs、TRs、TBs 的绝对含量均较低, 8 个参试品种间 TFs、TRs、TBs 含量组间有显著差异。TFs 含量最高的为“赣茶 14 号”的 0.52%, 最低的为“迎霜”0.18%, 两者差距为 0.34%; TRs 含量为 4.87%~7.23%, “赣茶 14 号”最高为 7.23%, “群体种”最低为 4.87%。TBs 是茶汤暗的表现之一, 各参试品种 TBs 含量最高的“赣茶 14 号”6.65%, 最低的为“黄观音”4.95%, 由此也可以判断, “赣茶 14 号”茶汤稍暗, “黄观音”茶汤色泽稍亮。

红茶的茶汤要求红艳明亮, 汤色取决于 TFs、TRs、TBs 三类色素的含量及组成比例。品质优良的红茶中, TFs 和 TRs 的含量比例较大, TBs 含量较低。茶汤中 TFs 含量少, 汤色亮度差; TRs 含量少, 汤色红浅, 说明发酵不足; 红暗不亮, TBs 含量多, 说明发酵过度^[18]。一般情况下, 江西工夫红茶对茶汤的汤色红浓醇要求相对较低, 而以亮度高为宜。TRs、TFs 和 TBs 的比值能够真实反映茶汤亮度及滋味甜醇度, 比值适度时工夫红茶的品质较

好^[4,12,17]。8 个参试品种(TFs+TRs)/TBs 的比值为 1.18~1.61 间, 其中“金观音”为 1.54、“黄观音”为 1.50、“群体种”为 1.29、“浙农 113”为 1.26、“赣茶 14 号”为 1.61、“福鼎大白”为 1.40、“迎霜”为 1.18、“楮叶齐”为 1.28, 8 个品种整体的 (TFs+TRs)/TBs 比值要明显高于国内主产区工夫红茶的比值(一般认为 1.02~1.12^[12]), 其中“赣茶 14 号”“金观音”“黄观音”3 个品种(TFs+TRs)/TBs 比值高于常用对照品种“福鼎大白”, 说明这 3 个品种制作红茶, 红茶品质较佳, 8 个参试品种均适合制成工夫红茶, 从(TFs+TRs)/TBs 比值来看, 红茶适制性最佳的为“赣茶 14 号”, 其次为“金观音”“黄观音”。

2.5 不同品种红茶香气成分差异

为了分析 8 个受试品种的工夫红茶香气成分和关键香气成分, 由图 2 中可知, 从 8 个品种茶树所制红茶中共检测出香气成分为 40 种, 其中“金观音”红茶中具有玫瑰香气的香叶醇含量显著高于其他品种, 为 26.84%, 其次是“黄观音”的 17.71%, “群体种”的 9.92%, 其余品种的香叶醇含量均低于 5%; “金观音”红茶中香气成分相对含量超过 2% 的有香叶醇、氧化芳樟醇II(呋喃型)、 β -芳樟醇、氧化芳樟醇I(呋喃型)、水杨酸甲酯、苯乙醇、罗勒烯、柠檬烯等, “黄观音”红茶中含量最高的香气物质也是香叶醇, 但具有冬青油香气的水杨酸甲酯相对含量也较高, 为 14.06%, 是“金观音”红茶中水杨酸甲酯的含量的 2 倍, 其主要的香气物质为香叶醇、 β -芳樟醇、水杨酸甲酯、氧化芳樟醇II(呋喃型)、氧化芳樟醇I(呋喃型)、苯乙醇、苯甲醛、 β -紫罗酮、2-正戊基呋喃、罗勒烯等。“群体种”红茶中 β -芳樟醇、氧化芳樟醇II(呋喃型)、香叶醇、水杨酸甲酯、罗勒烯、 β -月桂烯均超过 7%, 是这一类物质形成了群体种特有的品种香。“赣茶 14 号”中 β -芳樟醇最高为 24.03%。8 个茶树所制红茶样品中, 香气物质以 β -芳樟醇、氧化芳樟醇II(呋喃型)、香叶醇、氧化芳樟醇I(呋喃型)、水杨酸甲酯、罗勒烯等玫瑰花香、甜香、花果香为主^[26-29]。因此, 由香气类型可以推测出, “金观音”制红茶时, 具有品种自身的花香,

表 4 不同茶树品种制作的红茶生化成分含量(%)
Table 4 Content of biochemical components in black tea prepared by different tea tree varieties (%)

品种	水浸出物	茶多酚	氨基酸	咖啡碱	TFs	TRs	TBs
金观音	37.62±0.18 ^a	10.16±0.42 ^c	2.95±0.09 ^b	3.74±0.25 ^{ab}	0.44±0.02 ^c	6.86±0.04 ^b	6.24±0.04 ^c
黄观音	37.41±0.03 ^a	12.16±0.99 ^b	2.64±0.05 ^c	3.07±0.05 ^d	0.47±0.02 ^b	5.07±0.03 ^e	4.95±0.03 ^f
群体种	35.49±0.17 ^d	6.98±0.15 ^d	3.00±0.09 ^b	2.88±0.09 ^d	0.37±0.01 ^c	4.87±0.02 ^h	6.05±0.04 ^c
浙农 113	33.15±0.04 ^c	13.38±1.07 ^b	3.57±0.13 ^a	3.81±0.06 ^a	0.34±0.01 ^f	6.05±0.03 ^c	6.60±0.02 ^b
赣茶 14 号	36.33±0.20 ^c	15.43±0.22 ^a	2.54±0.31 ^c	3.41±0.16 ^c	0.52±0.01 ^a	7.23±0.03 ^a	6.65±0.03 ^a
福鼎大白	36.19±0.88 ^c	15.04±0.18 ^a	2.65±0.13 ^c	3.54±0.08 ^{bc}	0.41±0.01 ^d	6.23±0.04 ^c	6.25±0.04 ^c
迎霜	36.59±0.54 ^{bc}	12.61±0.45 ^b	3.08±0.06 ^b	3.43±0.21 ^c	0.18±0.01 ^e	6.14±0.04 ^d	6.16±0.03 ^d
楮叶齐	37.18±0.07 ^{ab}	13.41±1.01 ^b	3.07±0.05 ^b	3.35±0.09 ^c	0.35±0.01 ^f	5.64±0.02 ^f	6.03±0.01 ^c

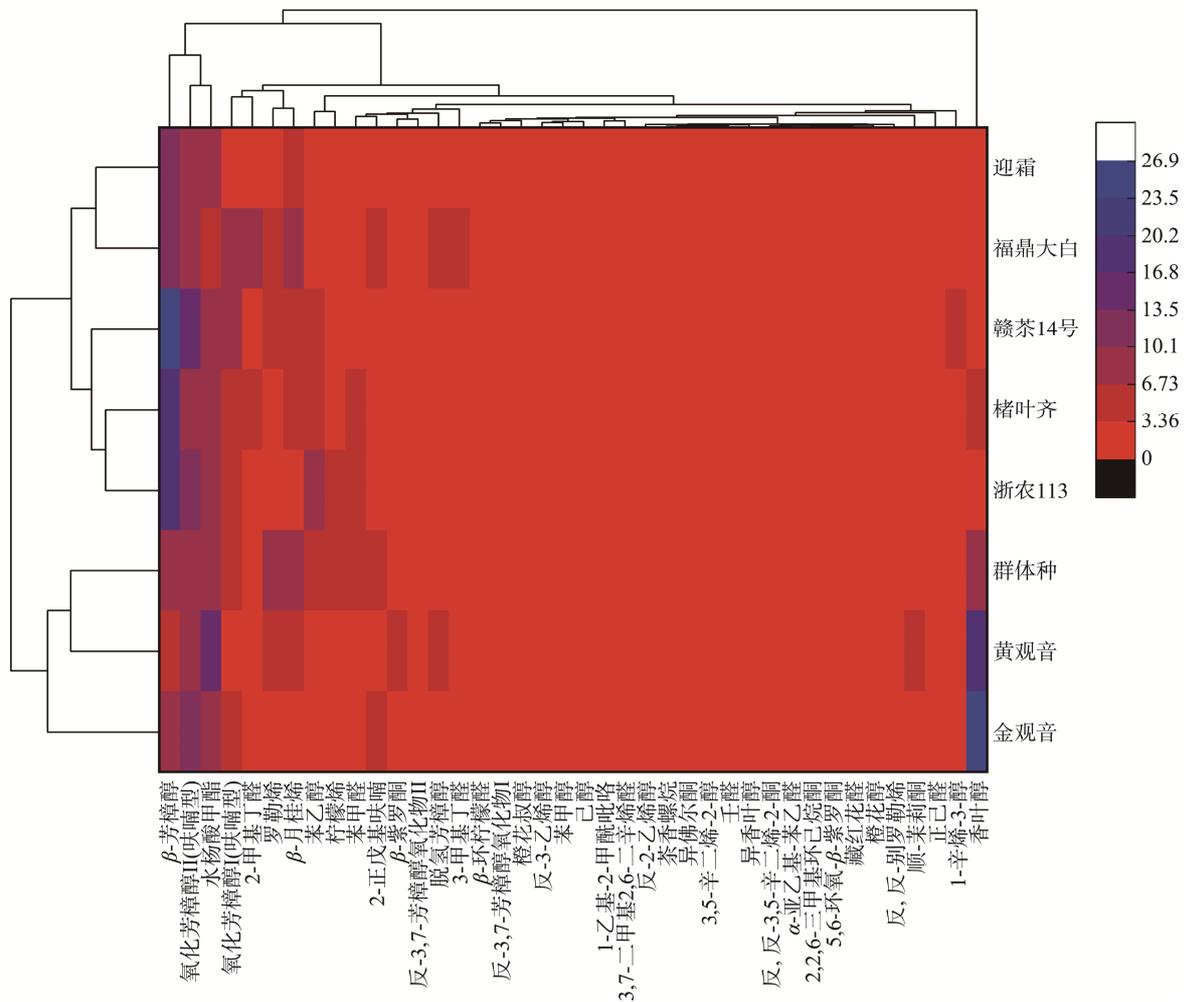


图2 不同品种红茶香气成分聚类热图

Fig 2 Clustering heat map of aroma components of different black tea

而其他茶树品种的香型也是由其品种和环境因素决定的, 主栽的 8 个茶树品种所具有的花香类香气成分均以高香叶醇、氧化芳樟醇II(呋喃型)、 β -芳樟醇等为主, 是典型的醇类物质起主导作用的花香、甜香。红茶有 3 中典型的香气类型: (1)高含量的沉香醇(芳樟醇)及其氧化物; (2)中间类型, 即含有沉香醇和牻牛儿醇(橙花醇); (3)高含量的牻牛儿醇^[30]。江西省工夫红茶例如河红、浮红等香气类型属于(1)类型^[31-32], 选择的 8 个品种制成的工夫红茶香气物质中芳樟醇及其氧化物含量较高, 结合感官评价结果可知, 各成品红茶表现出花香、甜香等特点, 表明此 8 个茶树品种均适合制作江西工夫红茶。

2.6 不同品种红茶感官品质分析

8 个品种红茶感官品质分析结果见表 5, 外形方面, “赣茶 14”号紧细乌润, 以 93 分排第一, 其次是“金观音”“群体种”“黄观音”等, 最低的为“迎霜”尚紧细、乌尚润,

得分为 81 分。香气方面, 乌龙茶品种“金观音”“黄观音”具明显的花香, 且“福鼎大白”“楮叶齐”也具一定的花香, “群体种”“迎霜”具甜香。滋味方面, 8 个参试品种所制红茶滋味均较醇厚, 部分茶树品种红茶如“黄观音”具鲜醇, “福鼎大白茶”鲜醇甜香得分最高。叶底方面, 参试品种采摘标准比较整齐, 且加工工序控制均较一致, 故得分均比较高, 叶底红匀较亮, 得分最高的是“黄观音”和“赣茶 14 号”, 鲜红明亮。

综合得分排序为: “黄观音”>“赣茶 14 号”>“金观音”>“福鼎大白”>“楮叶齐”>“群体种”>“浙农 113”>“迎霜”。综合得分超过 90 分的茶树品种有“黄观音”“赣茶 14 号”“金观音”“福鼎大白”“楮叶齐”, “黄观音”红茶中具有较高的 TFs 含量, 香气物质香叶醇含量也较高, 故感官品质评价得分就较高, “赣茶 14 号”“金观音”“福鼎大白”“楮叶齐”这 4 个品种感官品质综合得分也超过 90 分, 故制红茶品质质量较佳。

表 5 不同红茶感官审评结果
Table 5 Sensory evaluation results of different black teas

品种	外形(25%)		香气(10%)		汤色(25%)		滋味(30%)		叶底(10%)		综合得分
	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	
金观音	乌黑、油润	92.0	花香	92.0	橙黄尚亮	93.0	醇	91.0	红明亮	93.0	92.05
黄观音	乌黑、尚油润	91.0	纯正、花香	94.0	橙红明亮	94.0	鲜醇	94.0	鲜红明亮	94.0	93.25
群体种	乌黑、尚油润	91.0	甜香略带火香	88.5	橙黄	89.0	醇厚	90.0	红亮	90.0	89.85
浙农 113	乌、润	89.0	纯正	89.0	红、明亮、有金圈	91.0	醇厚	90.0	花青、红亮	89.0	89.80
赣茶 14 号	紧细乌润	93.0	甜香纯正	93.5	红艳	93.5	欠醇	90.0	鲜红明亮	94.0	92.38
福鼎大白	条索乌黑欠紧实	88.0	滋味鲜醇花香浓郁	95.0	黄	92.5	鲜醇甜香	95.0	红匀较明亮	89.0	92.03
迎霜	尚细紧, 乌尚润	81.0	纯正、有甜香	90.0	橙黄稍明亮	91.0	醇厚	91.0	欠红亮	89.0	88.20
楮叶齐	尚细紧, 乌尚润	89.0	纯正、有花香	94.0	橙黄明亮	92.0	鲜醇稍甜香	92.0	红匀较明亮	91.0	91.35

3 讨论与结论

参试的 8 个茶树品种中,“福鼎大白”“楮叶齐”本身就是红、绿茶兼制品种^[33]，“福鼎大白”也一直是绿茶生产适应性、适制性研究的对照品种，“福鼎大白”“楮叶齐”的加工性能和品质一直相对较优且稳定；“迎霜”“浙农 113”虽然是绿茶适制性品种，发酵性能较好，发酵时间短，制作红茶品质醇厚、香气纯正、有甜香；“金观音”“黄观音”是具有典型花香的乌龙茶适制性品种，制作的红茶中香叶醇、 β -芳樟醇、水杨酸甲酯等香气物质含量高，滋味鲜醇、汤色橙红明亮，具花香，是红茶适制性茶树品种；“群体种”“赣茶 14 号”是江西省自育的当家茶树品种，制作红茶时，发酵时间稍长，但其香气纯正、汤色橙黄，滋味醇，加工过程中控制好发酵的程度，也能制造出品质优良的红茶。

茶多酚的主体物质是儿茶素类物质，儿茶素存在于茶树鲜叶细胞的液泡内，而多酚氧化酶主要存在与原生质中的叶绿体和线粒体内，因此完整的活体细胞内，儿茶素类物质和多酚氧化酶基本无法接触，通过茶树鲜叶的萎凋、揉捻后，儿茶素类物质和多酚氧化酶在氧气的作用下迅速氧化聚合，形成儿茶素邻醌物质后又发生氧化聚合，逐步产生 TFs，TFs 进一步氧化形成 TRs，而 TRs 进一步氧化与氨基酸等物质聚合，最后形成 TBs^[18]。TFs、TRs 是形成红茶汤色、滋味的重要物质，其含量与红茶品质呈正相关，而 TBs 含量多时，红茶汤色发暗，滋味淡薄^[20]。因此红茶加工过程中揉捻、发酵必须掌握在 TFs 出现的高峰期及时烘干，制止酶的活性，将获得 TFs、TRs 的含量和品质。8 个不同茶树品种鲜叶中的物质基础不同，同时期多酚氧化酶的活性也不同，从而导致制作红茶时产生的红茶标志性成分 TFs、TRs 含量存在差异。一般认为，鲜叶中的多酚类含量及酚氨比相对较低，制作红茶品质不高。参试的 8 个茶树品种采摘的鲜叶均是春季，茶多酚含量相对较低，氨基酸含量相对较高，所以各自的酚氨比不高，但制作红茶后，得到红茶产品的 TFs、TRs 含量相对较高，这可能与采摘标准、采摘时机和标准化

的加工工艺水平有关。

综上，8 个主栽茶树品种均可以制作红茶，从品质评价来看，“黄观音”“金观音”较适制花香型工夫红茶；红绿兼制茶树品种“福鼎大白”“楮叶齐”；“赣茶 14 号”及“群体种”制作成的江西工夫红茶，滋味醇厚，红、亮等汤色特征明显，综合评价品质俱佳，绿茶品种“浙农 113”“迎霜”也可以制作工夫红茶。这也说明影响红茶品质的因素除了品种本身遗传因素的差异之外，还与区域环境因素、树龄、采摘嫩度、栽培管理及加工方法有关^[12,31-32]，因此，不同产区不同茶类的适制品种，需要在生产实践中进一步探索和验证。

参考文献

- 刘芬, 王影. 江西茶叶产业的发展现状及对策[J]. 园艺与种苗, 2017, (4): 76-78.
LIU F, WANG Y. Development status and countermeasures of Jiangxi tea industry [J]. Horticult Seedl, 2017, (4): 76-78.
- 江新风. 江西特异茶树资源评价、鉴定及“黄金菊”新梢黄化的多组学分析[D]. 武汉: 华中农业大学, 2021.
JIANG XF. Identification and evaluation of specific tea germplasm resources in Jiangxi Province and multiomics analysis of shoot etiolation in *Camellia sinensis* var. Huangjinju [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2021.
- JIANG XF, ZHAO H, GUO F, et al. Transcriptomic analysis reveals mechanism of light-sensitive albinism in tea plant *Camellia sinensis* ‘Huangjinju’ [J]. BMC Plant Biol, 2020, 20: 216.
- 江新风, 李琛, 曹挥华, 等. “黄金菊”和“宁州 2 号”茶树生化成分季节变化特征分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(10): 261-269.
JIANG XF, LI C, CAO HH, et al. Seasonal variation characteristics of biochemical components of *Camellia sinensis* var. Huangjinju and *Camellia sinensis* var. Ningzhou 2 [J]. J Food Saf Qual, 2023, 14(10): 261-269.
- 张贱根, 刘均华, 刘知远, 等. 基于相关性和主成分分析的上犹名优绿茶品质评价[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(3): 285-292.
ZHANG JG, LIU JH, LIU ZY, et al. Quality analysis of Shangyou famous green tea based on correlation and principal component analysis [J]. J Food Saf Qual, 2023, 14(3): 285-292.
- 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 XH, 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.

- [7] 黄茜, 刘桂珍, 杨学思, 等. 不同茶树品种秋季鲜叶超微绿茶粉适制性研究[J]. 茶叶, 2022, 48(2): 78–80.
HUANG H, LIU GZ, YANG XS, *et al.* Study on suitability of ultramicro green tea powder from fresh leaves of different tea cultivars in autumn [J]. Tea, 2022, 48(2): 78–80.
- [8] 李慧, 刘义, 陈小玉, 等. 不同乳酸菌发酵枇杷浆的抗氧化活性[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(23): 62–69.
LIU H, LIU Y, CHEN XY, *et al.* Antioxidant activity of loquat pulp fermented by different lactic acid bacteria [J]. Food Res Dev, 2022, 43(23): 62–69.
- [9] 滑金杰, 袁海波, 江用文. 我国红茶产业现状、加工进展及前景展望[J]. 华中农业大学学报, 2022, 41(5): 16–23.
HUA JJ, YUAN HB, JIANG YW. Status of industry, progress of processing and prospect of black tea in China [J]. J Huazhong Agric Univ, 2022, 41(5): 16–23.
- [10] 张贱根, 黄永华, 江新风, 等. 庐山云雾茶机采适期研究[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2022, (3): 23–26.
ZHANG JG, HUANG YH, JIANG XF, *et al.* Study on the optimum time of Lushan Yunwu tea machine [J]. Newsl Sericult Tea, 2022, (3): 23–26.
- [11] 胡晓云, 魏春丽, 陈韬略. 2022 中国茶叶区域公用品牌价值评估报告[J]. 中国茶叶, 2022, 44(5): 22–37.
HU XY, WEI CL, CHEN TL. 2022 China tea regional public brand value evaluation report [J]. China Tea, 2022, 44(5): 22–37.
- [12] 马圣洲, 赵飞, 胡莹, 等. 江苏丘陵地区主栽茶树品种的红茶适制性研究[J]. 中国农学通报, 2022, 38(26): 32–38.
MA SZ, ZHAO F, HU Y, *et al.* Tea cultivars from the hilly areas of Jiangsu province: Suitability for black tea processing [J]. Chin Agric Sci Bull, 2022, 38(26): 32–38.
- [13] WANG Z, ZHENG C, MA C, *et al.* Comparative analysis of chemical constituents and antioxidant activity in tea-leaves microbial fermentation of seven tea-derived fungi from ripened Pu-erh tea [J]. LWT-Food Sci Technol, 2021, (11): 111006.
- [14] 李玉川, 陈玉琼, 秦慕雪, 等. 不同光质对夏秋红茶萎凋挥发性成分的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(14): 4415–4422.
LI YC, CHEN YQ, QIN MX, *et al.* Effects of different light on the volatile components of withering leaves of summer-autumn black tea [J]. J Food Saf Qual, 2022, 13(14): 4415–4422.
- [15] 胡林英, 陈富桥, 姜爱芹, 等. 2020 年全国春茶产销形势分析[J]. 中国茶叶, 2020, 42(9): 15–17, 25.
HU LY, CHEN FQ, JIANG AIQ, *et al.* Analysis on the production and marketing situation of spring tea in China in 2020 [J]. China Tea, 2020, 42(9): 15–17, 25.
- [16] 杜朝东, 蒋智钢, 杜泽锋, 等. 我国茶产业研究现状[J]. 安徽农学通报, 2021, 27(12): 41–44.
DU CD, JIANG ZG, DU ZF, *et al.* Research status of tea industry in China [J]. Anhui Agric Sci Bull, 2021, 27(12): 41–44.
- [17] 施兆鹏, 刘仲华. 夏秋苦涩味化学实质的数学模型探讨[J]. 茶叶科学, 1987, 7(2): 7–12.
SHI ZP, LIU ZH. Discussion on mathematical model of chemical essence of bitter taste in summer and autumn [J]. Tea Sci, 1987, 7(2): 7–12.
- [18] 顾谦, 陆锦时, 叶宝存. 茶叶化学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2009.
GU Q, LU JS, YE BC. Tea chemistry [M]. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2009.
- [19] 王敏, 刘洋, 黄莹捷, 等. 婺源不同茶树品种的绿茶适制性研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(12): 6–10.
WANG M, LIU Y, HUANG YJ, *et al.* Suitability of green tea processed by different varieties in Wuyuan area [J]. Food Res Dev, 2018, 39(12): 6–10.
- [20] 纪鹏彬, 李新生, 燕飞, 等. 茶叶适制性研究进展[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(13): 219–224.
JI PB, LI XS, YAN F, *et al.* Research progress on suitability of tea [J]. Food Res Dev, 2021, 42(13): 219–224.
- [21] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
WAN XC. Tea biochemistry [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2016.
- [22] 肖扬书, 王镇恒. 茶叶茸毛与品质关系的研究[J]. 安徽农学院学报, 1991, (1): 39–44.
XIAO SY, WANG ZH. Study on the relationship between tea fuzz and quality [J]. J Anhui Agric Coll, 1991, (1): 39–44.
- [23] ZHU M, LI N, ZHAO M, *et al.* Metabolomic profiling delineate taste qualities of tea leaf pubescence [J]. Food Res Int, 2017, 94: 36–44.
- [24] 叶乃兴, 刘金英, 郑德勇, 等. 白茶品种茸毛的生化特性[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2010, 39(4): 356–360.
YE NX, LIU JY, ZHENG DY, *et al.* Biochemical characteristics of white tea variegation [J]. J Fujian Agric For Univ, 2010, 39(4): 356–360.
- [25] 尹鹏, 刘威, 王广铭, 等. 茶树芽叶茸毛及茶毫研究进展[J]. 河南农业, 2016, (27): 44–46.
YIN P, LIU W, WANG GM, *et al.* Research progress of tea leaf hair and tea hair [J]. Henan Agric, 2016, (27): 44–46.
- [26] ZHAI XT, ZHANG L, GRANVOGL M, *et al.* Flavor of tea (*Camellia sinensis*): A review on odorants and analytical techniques [J]. Compr Rev Food Sci Food Saf, 2022, 21(5): 3867–3909.
- [27] ZHONG J, CHEN N, HUANG S, *et al.* Chemical profiling and discrimination of green tea and Pu-erh raw tea based on UPLC-Q-orbitrap-MS/MS and chemometrics [J]. Food Chem, 2020, 326: 126760.
- [28] ZHU J, NIU Y, XIAO Z. Characterization of the key aroma compounds in Laoshan green teas by application of odour activity value (OAV), gas chromatography-mass spectrometry olfactometry (GC-MS-O) and comprehensive two-dimensional gas chromatography mass spectrometry (GC×GC qMS) [J]. Food Chem, 2021, 339: 128136.
- [29] ZHANG HZ, ZHANG LJ, YU XW, *et al.* The biosynthesis mechanism involving 2,3-pentanedione and aminoacetone describes the production of 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazine and 2-ethyl-3,6-dimethyl pyrazine by *Bacillus subtilis* [J]. J Agric Food Chem, 2020, 68(11): 3558–3567.
- [30] 李琛, 岳翠男, 杨普香, 等. 工夫红茶特征香气研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(22): 8834–8842.
LI C, YUE CN, YANG PX, *et al.* Research progress on characteristic aroma of Congou black tea [J]. J Food Saf Qual, 2021, 12(22): 8834–8842.
- [31] YUE CN, YANG PX, QIN DD, *et al.* Identification of volatile components and analysis of aroma characteristics of Jiangxi Congou black tea [J]. Int J Food Prop, 2020, 23(1): 2160–2173.
- [32] YUE C, WANG ZH, PENG H, *et al.* UPLC-QTOF/MS-based non-targeted metabolomics coupled with the quality component, QDA, to reveal the taste and metabolite characteristics of six types of Congou black tea [J]. LWT-Food Sci Technol, 2023: 185: 115197.
- [33] 白莹元. 中国茶树品种志[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2001.
BAI KY. A record of tea cultivars in China [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2001.

(责任编辑: 郑丽 张晓寒)

作者简介



江新风, 博士, 副研究员, 主要研究方向为茶树资源利用。

Email: jiangxinyue003@163.com