

DOI: 10.12161/j.issn.1005-6521.2025.05.007

‘望海茶1号’品种适制性

姜燕华^{1,2}, 韦国春¹, 胡桐², 张宁³, 阮丽^{1*}

(1. 浙江省农业科学院 蚕桑与茶叶研究所, 浙江 杭州 310020; 2. 宁海县农业产业化发展中心, 浙江 宁波 315608; 3. 宁海县农业农村局, 浙江 宁波 315600)

摘要: 为验证‘望海茶1号’春季绿茶的适制性并提高其夏秋茶的利用率, 该试验以‘望海茶1号’为试验原料制成春季绿茶及秋季绿茶、红茶和白茶, 测定其生化成分并结合感官评审进行分析, 通过与‘嘉茗1号’的春季绿茶相比较来评价‘望海茶1号’春季绿茶的适制性, 通过感官评审、方差分析、偏最小二乘法判别分析(partial least squares discriminant analysis, PLS-DA)探究秋茶的适制茶类。结果表明: 对于春季绿茶, ‘望海茶1号’的水浸出物含量(50.2%)、茶多酚含量(23.05%)、酚氨比(5.52)均显著高于‘嘉茗1号’; 感官评审总得分稍高于‘嘉茗1号’; 两品种香气构成类似, 均以醇类、萜烯类和酯类为主, 但‘望海茶1号’花香更浓。对于秋季的3种茶类, 水浸出物、茶多酚、儿茶素在绿茶中的含量最高, 分别达50.5%、16.85%、13.41%, 其次是白茶; 白茶游离氨基酸含量较高, 达3.8%; 红茶各内含物成分含量达到工夫红茶的标准。感官评审结果显示绿茶>红茶>白茶; PLS-DA结果结合感官评审可知, 3种茶类香气各异, 秋季绿茶具清新花草香, 红茶甜香浓郁, 白茶毫香显。因此, ‘望海茶1号’的春季绿茶品质优良, 其秋季原料更适制绿茶和红茶, 其次是白茶。

关键词: ‘望海茶1号’; 适制性; 感官评审; 理化成分; 挥发性香气成分

Suitability of Tea Made from Wanghaicha No. 1

JIANG Yanhua^{1,2}, WEI Guochun¹, HU Tong², ZHANG Ning³, RUAN Li^{1*}

(1. Institute of Sericulture and Tea, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310020, Zhejiang, China; 2. Ninghai County Agricultural Industrialization Development Center, Ningbo 315608, Zhejiang, China; 3. Ninghai County Agricultural and Rural Bureau, Ningbo 315600, Zhejiang, China)

Abstract: In order to verify the suitability of spring green tea from Wanghaicha No.1 and improve the utilization of summer and autumn tea, this experiment used Wanghaicha No.1 as the raw material to produce spring green tea, autumn green tea, black tea, and white tea. The biochemical components were determined, and sensory evaluation was conducted. The suitability of spring green tea from Wanghaicha No.1 was evaluated by comparing it with spring green tea from Jiaming No.1, while the suitability of autumn tea types was explored through sensory evaluation, variance analysis, and partial least squares discriminant analysis (PLS-DA). The results showed that for spring green tea, the water extract (50.2%), tea polyphenols (23.05%), and the phenol-to-ammonia ratio (5.52) of Wanghaicha No.1 were significantly higher than those of Jiaming No.1. The total sensory score was slightly higher than that of Jiaming No.1. The aroma components of the two cultivars were similar, primarily alcohols, terpenes, and esters, but the floral aroma of Wanghaicha No.1 was more pronounced. For the three types of autumn tea, the content levels of water extract, tea polyphenols, and catechins were highest in green tea, reaching 50.5%, 16.85%, and 13.41%, respectively, followed by white tea. The free amino acid content was highest in white tea, at 3.8%. The component content in black tea met the standard for congou black tea. Sensory evaluation results showed the following ranking: green tea > black tea > white tea. PLS-DA results, combined with sensory evaluation, indicated distinct aromas for the three tea types. Specifically, autumn green tea had a fresh floral fragrance, black tea had a strong sweet fragrance, and white tea had a strong overall fragrance. Therefore, the spring green tea quality of Wanghaicha No.1 is excellent, and its autumn raw materials are more suitable for producing green tea and black tea, followed by white tea.

基金项目: 浙江省农业(茶树)新品种选育重大科技专项(2021C02067-1-3)

作者简介: 姜燕华(1984—), 女(汉), 高级农艺师, 硕士研究生, 研究方向: 茶叶生产技术推广。

*通信作者: 阮丽(1987—), 女, 研究员, 博士, 研究方向: 茶树栽培技术推广。

Key words: Wanghaicha No.1; suitability; sensory evaluation; physicochemical ingredients; volatile aroma components

引文格式:

姜燕华, 韦国春, 胡桐, 等. ‘望海茶 1 号’品种适制性[J]. 食品研究与开发, 2025, 46(5): 45-53.

JIANG Yanhua, WEI Guochun, HU Tong, et al. Suitability of Tea Made from Wanghaicha No.1[J]. Food Research and Development, 2025, 46(5): 45-53.

‘望海茶 1 号’是由宁海县农业农村局和中国农业科学院茶叶研究所从当地群体种茶园中, 经单株选育获得的茶树新品种^[1]。该品种属灌木型植株, 中叶类, 早生种, 具有发芽早、生长势强、抗逆性好的特点。其发芽密度高, 且芽叶肥壮、产量高, 适合单芽类名优绿茶的生产。近年来, 该品种所制茶样已有较多研究。姜燕华等^[1]对‘望海茶 1 号’种植成活率、叶片、花朵、芽叶等形态性状, 春梢物候期、生化成分及制茶品质等方面进行研究, 发现该品种适制名优绿茶。‘望海茶 1 号’品种可用于春季绿茶的采摘和制作, 鲜有关于此品种适制其他茶类的相关报道, 因此产品制作工艺和茶类均较单一, 且目前该品种大部分以采摘单芽为主, 产品优势和特色并未得到完全发挥。

茶叶适制性研究是指为明确某一特定茶种适合加工某种茶类的特性和程度而开展的一系列检测和评估^[2]。茶的风味可从两方面评价: 挥发性化合物组成的香气和非挥发性化合物组成的滋味^[3]。因此, 茶叶适制性的评价方法包括感官评价法、理化指标分析法^[4]。感官评价法主要对茶叶的外形、汤色、香气、滋味和叶底进行鉴定, 提供最直观的数据^[5]。理化指标分析法是基于茶叶品质相关的内含物分析的方法, 从多个生化成分含量及比值角度, 考察茶叶适制性。许多茶类品种通过感官评审和理化成分分析均能挖掘其开发利用价值, 如‘毛蟹’、‘矮脚乌龙’、‘丹桂’3 个乌龙茶品种的适制茶类各异; 兴山县 8 个品种中黄金芽最适制白茶, 且独具桔香品质; 白鸡冠品种制成的绿茶和白茶不仅达到其茶类应有的品质特征, 还兼有乌龙茶品种独特的花果香品质特征^[6-8]。而‘望海茶 1 号’的绿茶品质尚不清晰且缺乏其他茶类的品质鉴定。

因‘望海茶 1 号’主要以春季原料制成名优绿茶为主, 本文以‘望海茶 1 号’为原料, 采摘其春季原料制成绿茶, 通过与‘嘉茗 1 号’的春季绿茶的感官评价和理化成分含量对比验证‘望海茶 1 号’的春季绿茶适制性; 为进一步开发该品种的秋季原料在多种茶类中的适制性, 采摘其秋季原料制成绿茶、红茶、白茶, 测定其理化成分, 通过感官评审、方差分析、偏最小二乘法判别分析(partial least squares-discriminant analysis, PLS-

DA)探究‘望海茶 1 号’的适制茶类, 对不同茶类的香气成分进行判别和聚类分析, 得出不同茶类的关键差异性香气成分, 以期为进一步加强地方优良品种的开发及推广, 提高其加工价值, 促进茶产业发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

‘望海茶 1 号’鲜叶、‘嘉茗 1 号’: 市售。20 种氨基酸标准品: 北京康瑞纳生物科技有限公司; 70% 甲醇(色谱纯): 美国 Sinence 公司; 茶氨酸(色谱纯): 德国 HZscience 公司。超高效液相色谱-串联质谱(SCIEX Triple Quad™ 3500): 上海爱博才思分析仪器贸易有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 样品采制

于春季采摘‘望海茶 1 号’和‘嘉茗 1 号’的单芽为原料制作芽形绿茶, 分别记为 S-G 和 CK; 秋季采摘‘望海茶 1 号’的一芽一叶初展和一芽二叶初展的鲜叶为原料分别制作直条形绿茶(A-G)、卷曲形红茶(A-B)和自然形白茶(A-W)。

1.2.2 茶叶生化成分检测

水浸出物含量参考 GB/T 8305—2013《茶水浸出物测定》测定; 茶多酚、儿茶素总量参考 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》测定; 游离氨基酸含量参考 GB/T 8314—2013《茶游离氨基酸总量的测定》测定; 总黄酮含量参考 NY/T 2010—2011《柑桔类水果及制品中总黄酮含量测定》测定; 咖啡碱含量参考 GB/T 8312—2013《茶咖啡碱测定》测定; 茶氨酸含量测定参考 GB/T 23193—2017《茶叶中茶氨酸的测定 高效液相色谱法》。蒽酮比色法测定水溶性碳水化合物含量^[9]。酚氨比即为茶多酚含量与游离氨基酸含量比值。

氨基酸成分检测采用超高效液相色谱-串联质谱法^[10]。样品预处理: 称取 0.2 g 已粉碎过筛的茶样细粉于 15 mL 离心管中, 加入 70% 甲醇水溶液 10 mL, 振荡摇匀后 70 °C 水浴, 浸提 30 min (每隔 10 min 搅拌 1 次), 冷却至室温, 4 000 r/min 离心 10 min, 取 2 mL

上清液至 10 mL 容量瓶中,用 70% 甲醇水溶液定容并摇匀,过 0.45 μm 有机膜,即为待测液。色谱分离条件:柱温 35 $^{\circ}\text{C}$,茶氨酸流速为 0.35 mL/min,其他 20 种氨基酸流速为 0.30 mL/min。运行时间 10 min,进样量 4 μL 。

香气组分检测采用固相微萃取法,具体处理方法如下。预处理:准确称取 1.00 g 茶样,置于 50 mL 萃取瓶,加入 8 mL 沸水,60 $^{\circ}\text{C}$ 水浴平衡 10 min,插入磁力搅拌子吸附萃取,顶空吸附 60 min,取出吸附子立即放入脱附管。仪器条件:将脱附管放在 D100 系统中进行热脱附,一级热脱附 280 $^{\circ}\text{C}$ 解吸 10 min 后进入冷阱;二级热脱附冷阱 300 $^{\circ}\text{C}$ 解吸 5 min 后进样。采用 DB-Wax 毛细管色谱柱,载气为氦气(纯度 99.999%),柱流量 1.5 mL/min,自动无分流进样。升温程序:起始温度 50 $^{\circ}\text{C}$ 保持 5 min,以 1.5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 上升至 170 $^{\circ}\text{C}$,再以 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 上升至 210 $^{\circ}\text{C}$ 保持 20 min。电离方式为电子电离源,离子源温度 230 $^{\circ}\text{C}$,电子能量 70 eV,扫描范围 50~650 amu。将获得的气相色谱-质谱图谱与美国国家标准与技术研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)谱库提供的标准质谱图进行对照鉴定香气物质,按峰面积归一化法计算各种香

气成分的相对百分含量,结果保留至小数点后两位。

1.2.3 感官审评方法

茶样感官审评参照 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》,对茶样的外观、汤色、香气、滋味和叶底分别进行特征描述及评分,综合得分按照外形 25%、汤色 10%、香气 25%、滋味 30%、叶底 10% 加权平均。感官审评主要委托农业农村部茶叶质量监督检验测试中心开展。

1.3 数据处理

茶叶理化成分指标的测定均重复 3 次,取平均值作为该样品的化学成分含量进行数据处理。采用 IBM SPSS Statistics 25.0 软件进行差异显著性分析,Origin 2021b 做香气成分含量柱状图、差异香气成分聚类热图。采用 SIMCA 作偏最小二乘法判别分析(PLS-DA)。

2 结果与分析

2.1 春季绿茶的适制性评价

2.1.1 春季绿茶感官审评结果

通过感官审评对‘望海茶 1 号’和‘嘉茗 1 号’进行品质比较,结果如表 1 所示。

表 1 不同品种的春季绿茶感官评分

Table 1 Sensory evaluation of different varieties of spring green tea

组别	外形		汤色		香气		滋味		叶底		综合得分
	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	
S-G	全芽、挺直、嫩绿	92.0	浅嫩绿、较明亮	92.0	清高、鲜爽、花香显	93.5	清新、甘和	93.0	全芽、匀齐、嫩绿	93.0	92.8
CK	全芽、细秀、匀齐、黄绿	93.0	嫩黄、明亮	91.5	清新、有花香、略有栗香	93.0	甘和、较鲜爽、微涩	92.0	全芽、匀齐、嫩绿明亮	93.0	92.6

由表 1 可知,‘望海茶 1 号’的综合得分为 92.8,稍高于‘嘉茗 1 号’。从外形得分来看,‘嘉茗 1 号’稍优于‘望海茶 1 号’,较匀齐;在汤色和香气上,‘望海茶 1 号’得分优于‘嘉茗 1 号’,‘望海茶 1 号’呈现较明亮的汤色、更鲜爽的香气。在滋味方面,‘望海茶 1 号’得分稍高于‘嘉茗 1 号’,‘望海茶 1 号’的苦涩感弱于‘嘉茗 1 号’,更偏清爽感。从叶底得分看,两个品种间无明显差异。因此,‘望海茶 1 号’所制的春季绿茶品质优于‘嘉茗 1 号’,且具有汤色明亮、花香浓郁、涩感弱的优良特质。

2.1.2 春季绿茶的理化成分分析

本试验于 2022 年春季分别采摘‘望海茶 1 号’和‘嘉茗 1 号’鲜叶,以‘嘉茗 1 号’为对照,测定主要的理化成分含量,结果如表 2 所示。

由表 2 可知,‘望海茶 1 号’的水浸出物含量显著高于‘嘉茗 1 号’,说明‘望海茶 1 号’制成的春季绿茶口感醇厚程度更高,滋味更丰富。‘望海茶 1 号’的茶多酚含量和酚氨比均显著高于‘嘉茗 1 号’($P<0.01$, $P<0.05$),

表 2 不同品种绿茶的内含物成分含量

Table 2 Content of components in different varieties of green tea

组别	水浸出物含量/%	茶多酚含量/%	游离氨基酸含量/%	酚氨比	咖啡碱含量/%
S-G	50.20 \pm 0.58*	23.05 \pm 0.89**	4.25 \pm 0.32	5.52 \pm 0.63*	2.50 \pm 0.17
CK	47.40 \pm 0.46	14.55 \pm 0.84	4.70 \pm 0.00	3.10 \pm 0.18	2.65 \pm 0.14

注:*表示同列数据差异显著($P<0.05$);**表示同列数据差异极显著($P<0.01$)。

分别是‘嘉茗 1 号’的 1.58、1.78 倍,说明‘望海茶 1 号’的春季绿茶苦涩感强于‘嘉茗 1 号’且爽感不及‘嘉茗 1 号’,但感官评审结果中‘望海茶 1 号’的春季绿茶苦涩感不明显,可能是因为鲜、甜味氨基酸含量高,或糖类物质含量高,还需进一步研究。两个品种的游离氨基酸含量和咖啡碱含量无显著性差异。

2.1.3 不同品种春季绿茶香气成分分析

采用固相微萃取法检测两个品种茶的挥发性成分组成,并统计各类香气成分的含量以及含量排名前十

的香气成分,结果如图1所示。

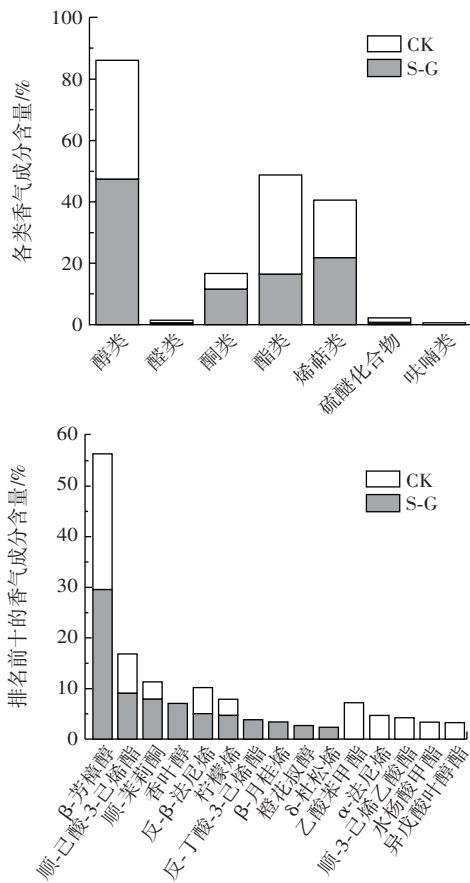


图1 不同品种春季绿茶的香气成分含量

Fig.1 Content of aroma components in different varieties of spring green tea

由图1可知,两个品种的香气均以醇类、酮类、酯类、萜烯类为主。两个品种的前十种香气成分中β-芳樟醇(甜的花香和柠檬香)、顺-己酸-3-己烯酯、顺-茉莉酮(茉莉花香)、反-β-法尼烯、柠檬烯(柠檬香)是共有的,但含量在‘望海茶1号’中更占优势,说明‘望海茶1号’制成的春季绿茶花香味更浓。相比‘嘉茗1号’,‘望海茶1号’特有的主要香气为香叶醇、反-丁酸-3-己烯酯、β-月桂烯、橙花叔醇、δ-杜松烯,这些香气均具有甜、温和、柔美的花果香。相比‘望海茶1号’,‘嘉茗1号’特有的主要香气成分有乙酸苯甲酯、α-法尼烯、顺-3-己烯乙酸酯、水杨酸甲酯、异戊酸叶醇酯,这些香气以青草香、微甜带辣的药草香为主^[1]。

2.2 秋季原料的茶类适制性评价

2.2.1 不同茶类感官审评结果

将‘望海茶1号’制成3种茶类,并进行感官审评,结果如表3所示。

由表3可知,从外形上看,3种茶类评分相差不大,但各有特点,红茶卷曲、乌褐,绿茶挺直、翠绿,白茶花朵形、绿褐泛红。从汤色上看,绿茶得分最高,较嫩绿且明亮,红茶与白茶汤色均偏黄色。红茶与绿茶的香气得分差异不明显,红茶甜味明显,而绿茶清鲜味足,白茶香气得分虽最低,微粗,但毫香显。从滋味上看,绿茶得分最高,具清鲜、甘和的品质,红茶与白茶差异不明显,红茶微酸涩、白茶微青。从叶底上看,绿茶与红茶得分一致,均较软且匀整,白茶尚匀。因此,3种茶类的排序为绿茶>红茶>白茶。

表3 秋季不同茶类的感官评分

Table 3 Sensory evaluation of different tea types in autumn

编号	外形		汤色		香气		滋味		叶底		综合得分
	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	
A-B	粗实、略卷曲、微有毫、乌褐	85	深橙黄、明亮	88	较鲜甜、微青	90	较甘和、微酸涩	89	软较匀、带茎、红褐	84	87.7
A-G	兰花形、挺直、稍长大、较绿翠	85	较嫩绿、明亮	92	较高鲜、略有栗香	91.5	清鲜、较甘和、微涩	91.5	软匀、带茎、绿明	84	89.2
A-W	花朵形、芽叶尚连枝、微有毫、绿褐泛红	83	黄、明	87	甜果香、微粗、毫香显	86	尚甘醇、微青	88	较软尚匀、带茎、绿泛红	81	85.5

2.2.2 不同茶类的理化成分分析

‘望海茶1号’制成的红茶、绿茶、白茶的10种内

含物成分含量见表4。

由表4可知,绿茶水浸出物含量最高,达50.50%,

表4 不同茶类的内含物成分含量

Table 4 Content of the components in different types of tea

组别	水浸出物含量/%	茶多酚含量/%	游离氨基酸含量/%	总黄酮含量/%	咖啡碱含量/%	酚氨比	酯型儿茶素含量/%	非酯型儿茶素含量/%	儿茶素总量/%	水溶性碳水化合物含量/%
A-B	39.90±1.56 ^c	9.15±0.35 ^c	3.35±0.21 ^b	0.65±0.21 ^a	3.00±0.14 ^a	2.74±0.06 ^c	1.00±0.24 ^c	1.02±0.04 ^b	2.01±0.21 ^c	4.30±0.57 ^a
A-G	50.50±1.27 ^a	16.85±.64 ^a	3.25±0.07 ^b	0.95±0.21 ^a	3.05±0.49 ^a	5.18±0.08 ^a	7.92±1.34 ^a	5.51±0.60 ^a	13.41±.74 ^a	4.00±1.27 ^a
A-W	47.10±0.14 ^b	12.95±.20 ^b	3.80±0.14 ^a	1.15±0.21 ^a	3.35±0.64 ^a	3.41±0.19 ^b	4.79±0.61 ^b	1.50±0.35 ^b	6.27±0.25 ^b	3.50±0.42 ^a

注:同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

其次是白茶,不同茶类间差异显著($P<0.05$)。3种茶类的水浸出物含量均接近40%或远高于40%,保证了茶汤的浓度和丰富的口感。茶多酚含量最高为绿茶,其次是白茶,红茶最低,不同茶类间达显著性差异($P<0.05$)。3种茶类茶多酚含量均达到GB/T 13738.2—2017《红茶 第2部分:工夫红茶》中小叶种工夫红茶的理化指标要求($\geq 7.0\%$)。绿茶的茶多酚含量低于20%,保证了茶汤浓度、醇度、鲜爽度的和谐统一。绿茶酚氨比最高,其次是白茶,红茶最低,且不同茶类间达显著性差异($P<0.05$)。酯型儿茶素含量、非酯型儿茶素含量和儿茶素总量最高均为绿茶,其次是白茶,且达到显著性差异($P<0.05$)。游离氨基酸含量最高为白茶,其次是红茶和绿茶,红茶与绿茶间无显著性差异。由此可知,绿茶的苦涩感在3种茶类中最强,白茶的鲜爽度最高,红茶苦涩味最弱。总黄酮含量、咖啡碱含量和水溶性碳水化合物含量在3种茶类间无显著性差异。

2.2.3 不同茶类的香气成分分析

为比较‘望海茶1号’制成的红茶、绿茶和白茶的特征香气,本试验用固相萃取法检测各自的挥发性成分,3种茶类的各类香气成分含量以及含量排名前十的香气成分如图2所示。

由图2可知,绿茶的香气成分中以醇类、酯类、萜烯类和硫醚类化合物为主,红茶和白茶的香气成分中均以醇类、醛类、酯类为主。3种茶类的前十种香气成分中 β -芳樟醇、氧化芳樟醇I、氧化芳樟醇II是共有

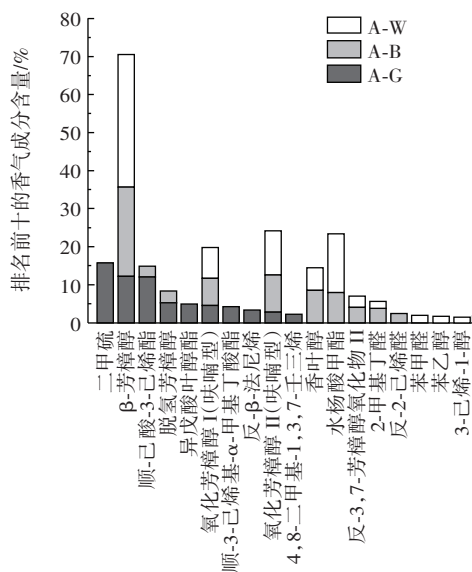
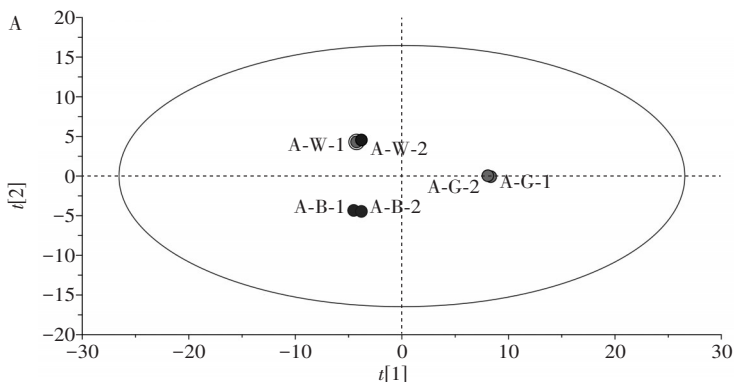
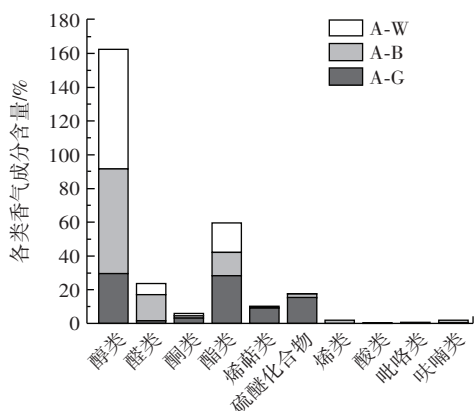


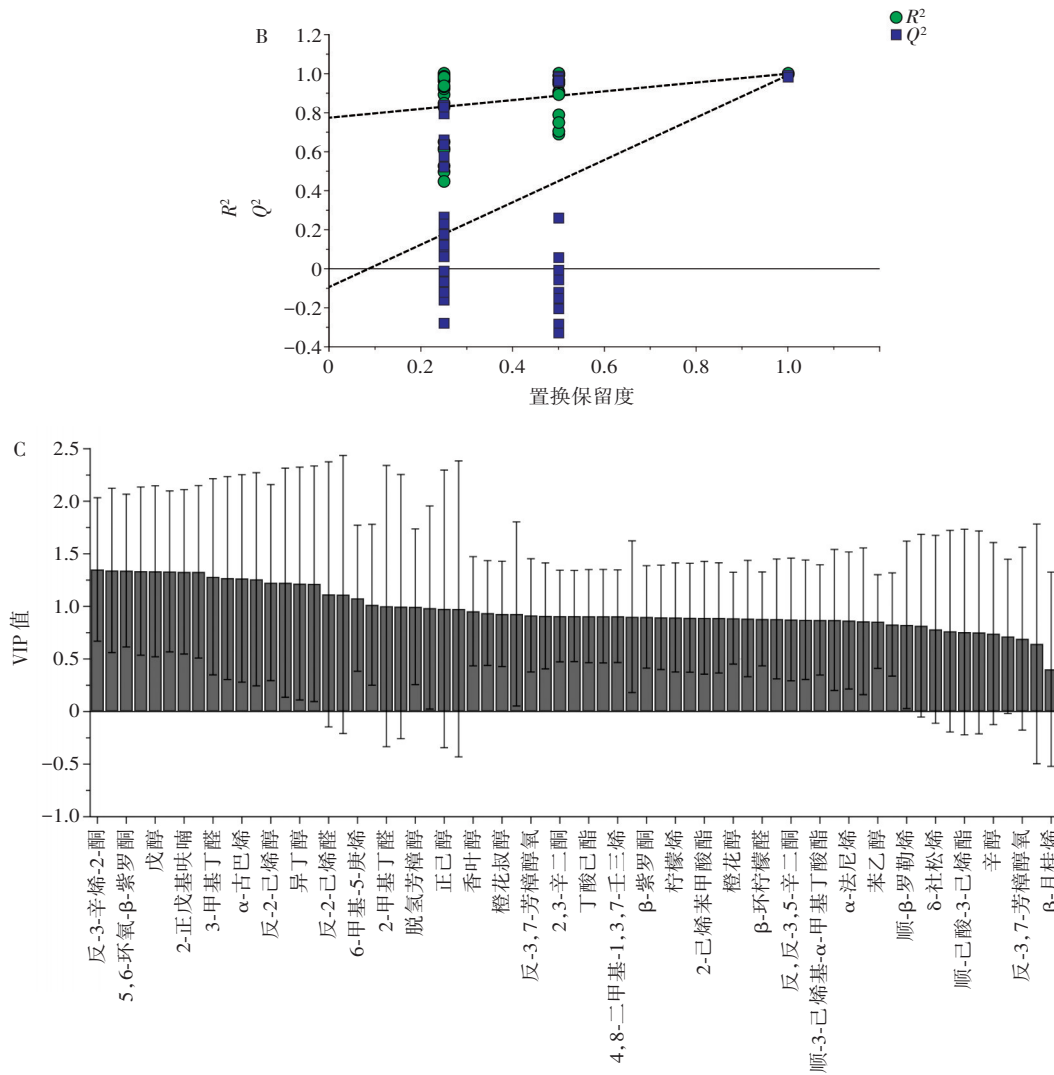
图2 不同茶类香气成分含量

Fig.2 Content of aroma components in different types of tea

的,它们均具有花香,氧化芳樟醇还带有柑橘木香和白柠檬样香^[12]。但白茶和红茶中的这3种物质明显高于绿茶,因此白茶和红茶的花香味浓于绿茶。绿茶排名前十的挥发性物质中在含量上明显区别于红茶和白茶的有二甲硫(海洋般特殊气味)、顺-己酸-3-己烯酯(果香)、脱氢芳樟醇(花草香、辛香)、异戊酸叶醇酯(青苹果香)、顺-3-己烯基- α -甲基丁酸酯,因此绿茶的香型偏向于清新的果香和花草香,且因二甲硫含量较高而带有特殊的新茶的青味和鲜味。红茶和白茶的前十种香气物质构成类似, β -芳樟醇、氧化芳樟醇I、氧化芳樟醇II、香叶醇、水杨酸甲酯、反-3,7-芳樟醇氧化物II、2-甲基丁醛是共有的,因此红茶和白茶均具甜味。红茶的香叶醇、反-3,7-芳樟醇氧化物II、2-甲基丁醛和反-2-己烯醛含量要高于白茶,因此红茶的香型偏向于甜的花果香;而白茶的 β -芳樟醇、水杨酸甲酯、苯甲醛、苯乙醇、3-己烯-1-醇含量高于红茶,这些是构成白茶鲜嫩、清醇、毫香的物质基础^[13],因此白茶毫香显。

通过PLS-DA分析对比不同茶类的香气成分,结果如图3所示。





A. 不同茶类的偏最小二乘判别分析; B. 模型交叉验证结果; C. 变量投影重要性(variable importance in the projection, VIP)。

图3 不同茶类香气成分的 PLS-DA 分析结果

Fig.3 PLS-DA analysis results of different tea aroma components

由图3可知,3种茶类均在得分散点图的横轴上实现了区分,自变量拟合指数(R^2_x)为0.9,因变量拟合指数(R^2_y)为1,模型预测指数(Q^2)为0.988,因此对于3种茶类的预测率为98.8%。 R^2 和 Q^2 超过0.5表示模型拟合结果可接受,其中绿茶分布在横轴的正半轴,红茶和白茶分布在负半轴,而红茶与白茶分别分布在纵轴的正负半轴,3种茶类均在横轴、纵轴上实现区分,且同种茶类的重复性良好,说明不同茶类的香气存在一定区别。经过200次置换检验, Q^2 回归线与纵轴的相交点小于零,说明模型不存在过拟合,模型验证有效,认为该结果可用于茶叶香气的种类鉴别分析。

为了进一步分析不同香气成分对区分3种茶类的贡献率,根据VIP值>1的标准,筛选出21种3种茶类的差异香气物质,结果见表5。

由表5可知,醇类5种、酯类1种、醛类8种、萜烯类1种、酮类3种、呋喃类1种、酸类1种、吡咯类1

表5 不同茶类差异香气成分VIP值

Table 5 VIP value of different aroma components in different types of tea

化合物名称	VIP 值	Y 误差
反-3-辛烯-2-酮	1.351 44	0.682 164
1-戊烯-3-醇	1.341 96	0.781 305
5,6-环氧-β-紫罗酮	1.340 42	0.726 277
α-萜品醇	1.335 41	0.799 669
戊醛	1.333 79	0.813 092
甲酸香叶酯	1.332 51	0.765 355
2-正戊基呋喃	1.328 84	0.781 738
反-2-癸烯醛	1.328 75	0.820 067
3-甲基丁醛	1.281 52	0.932 856
辛醛	1.269 20	0.964 894
α-古巴烯	1.266 00	0.986 672
1-乙基-2-甲酰吡咯	1.257 92	1.013 420

续表 5 不同茶类差异香气成分 VIP 值
Continue table 5 VIP value of different aroma components in different types of tea

化合物名称	VIP 值	Y 误差
反-2-己烯醇	1.225 89	0.932 134
顺-2-戊烯醇	1.225 06	1.089 290
异丁醛	1.216 85	1.107 140
柠檬醛	1.215 08	1.120 170
反-2-己烯醛	1.114 47	1.260 160
己酸	1.112 99	1.322 060
6-甲基-5-庚烯-2-酮	1.077 35	0.694 548
苯甲醇	1.015 44	0.764 949
2-甲基丁醛	1.003 03	1.337 010

种。为更直观看出 3 种茶类各自的特征香气物质,将筛选出的 21 种差异香气物质做成聚类热图,结果见图 4。

由图 4 可看出,红茶的特征香气物质为 1-戊烯-3-醇(果香、蔬菜香)、戊醛(坚果和浆果气味)、 α -萜品醇(丁香味)、反-2-癸烯醛(甜橙香气和带脂蜡样气息)、3-甲基丁醛(果香)、1-乙基-2-甲酰吡咯(桂皮香)、顺-2-戊烯醇、异丁醛(湿谷物或稻草气息)、2-甲基丁醛(可和咖啡的香气)、反-2-己烯醛(浓郁新鲜水果和绿叶清香气)。白茶的特征香气物质为反-3-辛烯-2-酮(果香)、5,6-环氧- β -紫罗酮(紫罗兰香)、辛醛(柑橘香)、己酸(椰子油气味)、苯甲醇(花香)、甲酸香叶酯(新鲜蔷薇嫩叶香)、 α -古巴烯、柠檬醛(柠檬香)。绿茶的特

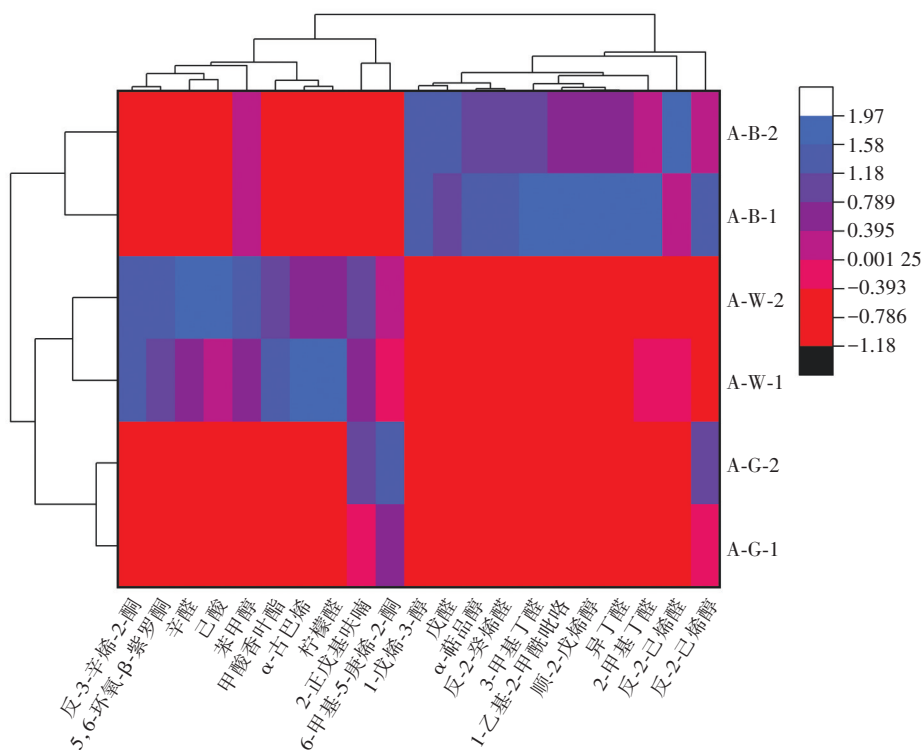


图 4 不同茶类差异香气成分聚类热图

Fig.4 Cluster heat map of different aroma components in different types of tea

征香气物质为 6-甲基-5-庚烯-2-酮(水果香气和新鲜清香)。

3 讨论与结论

3.1 ‘望海茶 1 号’春季绿茶的适制性鉴定

‘望海茶 1 号’中与茶叶品质相关的内含物含量均与‘嘉茗 1 号’相差较大。水浸出物是指茶叶中能溶于热水的可溶性物质,其含量的高低标志着茶汤的厚薄,与茶叶品质呈正相关关系^[14],茶多酚是茶叶中多酚类物质及其衍生物的总称,其滋味苦涩。当茶多酚在茶汤中含量较高时,会使茶汤的浓厚度提高^[15]。氨基酸

是茶叶品质成分中含氮化合物的突出代表,是形成茶汤鲜爽度和香味的主要物质,茶多酚和氨基酸在茶叶滋味中讲究协调,酚氨比低,鲜爽度高;酚氨比高,鲜爽度低^[16]。在本试验中‘望海茶 1 号’的水浸出物含量、茶多酚含量和酚氨比均显著高于‘嘉茗 1 号’,结合感官评审结果,可得出‘望海茶 1 号’的口感要更醇厚,但爽感不及‘嘉茗 1 号’。

茶叶的挥发性成分结果显示两者的各类香气成分含量相似,均以醇类、酯类、萜烯类和酮类为主,这与其他名优绿茶的香气结果一致^[17-19]。绿茶香气中的清香品质多与醇类、醛类、酯类、酮类有关,花香品质多与萜

烯醇类、萜烯酯类有关^[20-23]。‘望海茶1号’的萜烯类物质含量高于‘嘉茗1号’,说明‘望海茶1号’的花香味更浓。

因此‘望海茶1号’的春季绿茶内容物丰富、品质上乘、滋味醇厚鲜爽、香味清新且花香显。

3.2 秋季原料三大茶类的适制性评价

在‘望海茶1号’秋季原料制作的红茶、绿茶、白茶3种茶样中,茶多酚含量9.15%~16.85%,游离氨基酸含量3.25%~3.80%,咖啡碱含量在3%左右,水浸出物含量39.9%~50.50%。绿茶的水浸出物、茶多酚、酚氨比、酯型儿茶素、非酯型儿茶素、儿茶素总量最高,白茶的游离氨基酸含量最高,红茶的水浸出物、茶多酚和儿茶素总量最低。这一结果与Yin等^[22]的研究结果相一致。红茶儿茶素含量最低是因为红茶在加工过程中儿茶素及多酚类化合物氧化聚合,生成茶黄素与茶红素等有色物质^[24]。白茶游离氨基酸含量最高是因为鲜叶加工成白茶时需进行长时间的萎凋,在这一过程中内源性蛋白酶被激活,蛋白质能够被蛋白酶水解成游离氨基酸,从而增加游离氨基酸的含量^[25]。

根据易晓芹等^[26]测得国内不同产地红茶的水浸出物在32.83%~50.72%、氨基酸含量在3.01%~4.54%、咖啡碱含量在2.79%~4.78%、茶多酚含量在15.37%~17.37%结果可知,‘望海茶1号’制成的红茶达到了工夫红茶的标准。陈志达等^[27]测定了福鼎白茶的白毫银针、白牡丹、寿眉这3种不同等级的生化成分,结果表明其水浸出物含量在40.6%~41.93%、氨基酸含量在4.41%~5.85%、茶多酚含量在14.52%~20.14%、咖啡碱含量在2.80%~4.50%,而在本试验中,‘望海茶1号’制成的白茶的氨基酸和茶多酚含量稍低于这3个等级的白茶,水浸出物含量则远高于这3个等级的白茶,咖啡碱含量则高于寿眉,低于白毫银针和白牡丹,说明‘望海茶1号’制成的白茶虽然鲜爽度以及抗氧化活性都稍差于福鼎白茶,但茶汤的醇厚程度优于福鼎白茶且苦感更弱。陈玲等^[28]以福鼎大白茶为对照,进行夏秋优质绿茶适制品种筛选,秋季绿茶的内含物成分结果表明福鼎大白茶的水浸出物含量为46.8%、茶多酚含量为21.9%、游离氨基酸含量为5.6%、酚氨比为3.9、儿茶素为16.4%、咖啡碱为4.6%,若以此为品质判断依据,本试验中‘望海茶1号’的秋季绿茶的茶多酚、游离氨基酸、儿茶素和咖啡碱含量均较低,而酚氨比较高,说明该秋季绿茶苦涩度较弱,但爽感欠佳。

不同茶类的香气组分及其所占比例的差异导致每种茶类具有独特香型。在本试验中,绿茶的香气以醇类、酯类、硫醚类化合物为主,红茶的香气以醇类、醛类、酯类为主,白茶的香气以醇类、酯类为主,其中白茶的醇类物质含量最高,这与已有的研究结果相似^[29-33]。PLS-DA分析筛选出了可判别这3种茶类的21种差异

香气物质,并通过聚类热图得出3种茶类各自的特征香气物质,再结合感官评审,可得出红茶具香甜花香味并微带青气,绿茶具清新花香,白茶具甜果香。

因此,‘望海茶1号’的秋季原料具有巨大开发潜力,3种茶类中,红茶、绿茶品质较好,可兼制,红茶滋味甘和,与茶叶相关的品质成分达到工夫红茶的标准,气味甜香浓郁;绿茶口感稍苦涩,香气呈清新花香,新茶青味明显;白茶滋味甘醇、口感醇厚,香气有待提升。

‘望海茶1号’资源丰富,有一定品质基础,本试验为‘望海茶1号’茶树的适制性提供一定的理论依据。

参考文献:

- [1] 姜燕华,王丽鸳,成浩,等.茶树望海茶1号生态适应性及其制茶品质[J].浙江农业科学,2019,60(10):1791-1792,1797.
JIANG Yanhua, WANG Liyuan, CHENG Hao, et al. Ecological adaptability of tea tree Wanghaicha No.1 and its tea-making quality[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2019, 60(10): 1791-1792, 1797.
- [2] 崔宏春,黄海涛,郑旭霞,等.福云杂交后代茶树新品种(系)白茶适制性研究[J].食品工业科技,2023,44(2):332-341.
CUI Hongchun, HUANG Haitao, ZHENG Xuxia, et al. Suitability of white tea made from new tea varieties (lines) of Fuyun hybrid offspring[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(2): 332-341.
- [3] HO C T, ZHENG X, LI S M. Tea aroma formation[J]. Food Science and Human Wellness, 2015, 4(1): 9-27.
- [4] CHEN Q S, ZHAO J W, ZHANG H D, et al. Feasibility study on qualitative and quantitative analysis in tea by near infrared spectroscopy with multivariate calibration[J]. Analytica Chimica Acta, 2006, 572(1): 77-84.
- [5] 叶颖君,安琪,戴前颖.感官评价分析方法在茶叶中的应用[J].茶业通报,2021,43(3):115-119.
YE Yingjun, AN Qi, DAI Qianying. Application of sensory evaluation and analysis method in tea[J]. Journal of Tea Business, 2021, 43(3): 115-119.
- [6] 卢莉,程曦,叶国盛,等.4种乌龙茶树鲜叶适制绿茶、黄茶、白茶、红茶可行性研究[J].食品工业科技,2020,41(2):33-38.
LU Li, CHENG Xi, YE Guosheng, et al. Feasibility of green tea, yellow tea, white tea and black tea made from the fresh leaves of four oolong tea varieties[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(2): 33-38.
- [7] 许文璨,王芹,赵云青,等.不同茶树品种在宜昌兴山的白茶适制性比较[J].茶叶通讯,2021,48(3):478-483.
XU Wencan, WANG Qin, ZHAO Yunqing, et al. Comparison on adaptability of white tea of different tea varieties in Xingshan County[J]. Journal of Tea Communication, 2021, 48(3): 478-483.
- [8] 徐鹄鸣,曹士先,段联勃,等.武夷名丛‘白鸡冠’适制性研究[J].茶叶学报,2021,62(2):85-88.
XU Kunlu, CAO Shixian, DUAN Lianbo, et al. Suitability of Wuyi Mingcong Baijiguan for tea processing[J]. Acta Tea Sinica, 2021, 62(2): 85-88.
- [9] 宛晓春.茶叶生物化学[M].3版.北京:中国农业出版社,2003.
WAN Xiaochun. Tea biochemistry[M]. 3rd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2003.
- [10] 马玉青,邓秀娟,赵碧,等.云南野生甜茶与云抗10号特征化学成分测定及对比分析[J].湖北农业科学,2022,61(3):127-133.

- MA Yuqing, DENG Xiujuan, ZHAO Bi, et al. Determination and comparative analysis of characteristic chemical components of Yunnan wild sweet tea and Yunkang No.10[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2022,61(3):127-133.
- [11] QIN D D, WANG Q S, JIANG X H, et al. Identification of key volatile and odor-active compounds in 10 main fragrance types of Fenghuang Dancong tea using HS-SPME/GC-MS combined with multivariate analysis[J]. Food Research International, 2023, 173(Pt1): 113356.
- [12] FENG Z H, LI Y F, LI M, et al. Tea aroma formation from six model manufacturing processes[J]. Food Chemistry, 2019, 285: 347-354.
- [13] 郭雯飞, 孟小环, 罗永此, 等. 白牡丹与白毫银针香气成分的研究[J]. 茶叶, 2007, 33(2): 78-81.
GUO Wenfei, MENG Xiaohuan, LUO Yongci, et al. Analysis of the volatile constituents in the Baimudan tea and Baihaoyinzen tea[J]. Journal of Tea, 2007, 33(2): 78-81.
- [14] 覃姜薇, 曹启民, 张广宇, 等. 海南不同主栽茶树品种生化指标的比较[J]. 热带农业科学, 2018, 38(6): 61-63.
QIN Jiangwei, CAO Qimin, ZHANG Guangyu, et al. Comparison of biochemical indexes among different main tea cultivars in Hainan Province[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2018, 38(6): 61-63.
- [15] 吴碎典, 郑挺盛, 徐忠明, 等. 泰顺东南茶区三杯香主要生化成分分析[J]. 茶业通报, 2021, 43(2): 67-71.
WU Suidian, ZHENG Tingsheng, XU Zhongming, et al. Analysis of main biochemical components of Sanbeixiang in southeast tea-growing area of Taishun[J]. Journal of Tea Business, 2021, 43(2): 67-71.
- [16] ZHANG M M, YANG Y Q, YUAN H B, et al. Contribution of addition theanine/sucrose on the formation of chestnut-like aroma of green tea[J]. LWT - Food Science and Technology, 2020, 129: 109512.
- [17] 龙立梅, 宋沙沙, 李奈, 等. 3种名优绿茶特征香气成分的比较及种类判别分析[J]. 食品科学, 2015, 36(2): 114-119.
LONG Limei, SONG Shasha, LI Nai, et al. Comparisons of characteristic aroma components and cultivar discriminant analysis of three varieties of famous green tea[J]. Food Science, 2015, 36(2): 114-119.
- [18] ZHOU H C, LIU Y Q, YANG J H, et al. Comprehensive profiling of volatile components in Taiping Houkui green tea[J]. LWT-Food Science and Technology, 2022, 163: 113523.
- [19] 房泽海, 孟启路. 山东东南沿海绿茶成分的UHPLC-MS/MS分析[J]. 山东农业科学, 2017, 49(1): 136-140.
FANG Zehai, MENG Qilu. UHPLC-MS/MS analysis of main components of green tea in southeast coast of Shandong[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2017, 49(1): 136-140.
- [20] 尤秋爽, 李勤, 朱荫, 等. 不同香型绿茶的香气成分组成及香型形成的影响因素分析[J]. 中国茶叶, 2022, 44(1): 7-18.
YOU Qiushuang, LI Qin, ZHU Yin, et al. Research progress of aroma components in green tea with different aroma types and their influencing factors[J]. China Tea, 2022,44(1):7-18.
- [21] LIU N F, SHEN S S, HUANG L F, et al. Revelation of volatile contributions in green teas with different aroma types by GC-MS and GC-IMS[J]. Food Research International, 2023, 169: 112845.
- [22] YIN P, KONG Y S, LIU P P, et al. A critical review of key odorants in green tea: Identification and biochemical formation pathway[J]. Trends in Food Science & Technology, 2022, 129: 221-232.
- [23] WANG B Y, QU F F, WANG P Q, et al. Characterization analysis of flavor compounds in green teas at different drying temperature[J]. LWT-Food Science and Technology, 2022, 161: 113394.
- [24] STODT U W, BLAUTH N, NIEMANN S, et al. Investigation of processes in black tea manufacture through model fermentation (oxidation) experiments[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(31): 7854-7861.
- [25] YAO L H, LIU X, JIANG Y M, et al. Compositional analysis of teas from Australian supermarkets[J]. Food Chemistry, 2006, 94(1): 115-122.
- [26] 易晓芹, 周原也, 贺麟, 等. 不同产地红茶主要品质成分分析[J]. 茶叶通讯, 2017, 44(2): 30-33.
YI Xiaoqin, ZHOU Yuanye, HE Lin, et al. The biochemical composition analysis of the different origin black tea[J]. Journal of Tea Communication, 2017, 44(2): 30-33.
- [27] 陈志达, 周辉, 陈兴华, 等. 福鼎白茶滋味品质的量化评价[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2020, 46(3): 334-343.
CHEN Zhida, ZHOU Hui, CHEN Xinghua, et al. Taste quantitative evaluation of Fuding white tea[J]. Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences), 2020, 46(3): 334-343.
- [28] 陈玲, 田景涛, 徐代华, 等. 铜仁市夏秋绿茶适制品种筛选研究[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(11): 171-174, 177.
CHEN Ling, TIAN Jingtao, XU Daihua, et al. Study on the selection of suitable varieties of summer and autumn green tea in Tongren city[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2020, 48(11): 171-174, 177.
- [29] CHEN Q C, ZHU Y, DAI W D, et al. Aroma formation and dynamic changes during white tea processing[J]. Food Chemistry, 2019, 274: 915-924.
- [30] CHEN J Y, YANG Y Q, DENG Y L, et al. Aroma quality evaluation of Dianhong black tea infusions by the combination of rapid gas phase electronic nose and multivariate statistical analysis[J]. LWT-Food Science and Technology, 2022, 153: 112496.
- [31] YANG Y Q, ZHU H K, CHEN J Y, et al. Characterization of the key aroma compounds in black teas with different aroma types by using gas chromatography electronic nose, gas chromatography-ion mobility spectrometry, and odor activity value analysis[J]. LWT-Food Science and Technology, 2022, 163: 113492.
- [32] ZHAI X T, ZHANG L, GRANVOGL M, et al. Flavor of tea (*Camellia sinensis*): A review on odorants and analytical techniques[J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2022, 21(5): 3867-3909.
- [33] LASEKAN O, LASEKAN A. Flavour chemistry of mate and some common herbal teas[J]. Trends in Food Science & Technology, 2012, 27(1): 37-46.

责任编辑:冯娜

收稿日期:2023-12-01