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. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022030324

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. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022030324

· 分析检测 ·

福云杂交后代茶树新品种（系）白茶适制性研究

崔宏春[1], 黄海涛[1], 郑旭霞[1], 赵　芸[1,*], 张建勇[2,*], 敖　存[1], 师大亮[1], 窦立耿[3]

（1.杭州市农业科学研究院茶叶研究所, 浙江杭州 310024;
2.中国农业科学院茶叶研究所农业部茶树生物学与资源利用重点实验室, 浙江杭州 310008;
3.连云港市南云台林场管理处, 江苏连云港 222062）

摘　要: 为了解‘福云 14’、‘791201’、‘福云 12-24’、‘730430’、‘福云 12-27’、‘780810’、‘福云 10-27’、‘眉峰’、‘福云 9-6’、‘790218’、‘福云 5-23’、‘福云 4-12’、‘740208’、‘790118’、‘780710’15 个福云杂交后代茶树新品种（系）的白茶适制性，以‘福鼎大白’品种为对照，分析了其感官品质和主要理化成分，并进行了相关性分析和主成分（PCA）分析。结果表明：15 个福云杂交后代茶树新品种（系）所制白茶具有外形毫色银白、汤色浅嫩绿明、滋味清鲜、毫香显、肥嫩成朵优良品质特征，除‘790118’、‘790218’和‘眉峰’外，其余品种感官审评总分均比对照‘福鼎大白’评分高，并且得分在 93 分以上的有‘福云 4-12’、‘福云 10-27’、‘福云 12-24’；理化分析结果显示，‘福云 4-12’、‘福云 10-27’、‘福云 12-24’、‘791201’、‘790118’、‘福云 14’、‘791201’、‘730430’、‘福云 12-27’、‘眉峰’、‘福云 9-6’、‘740208’品种加工白茶的水浸出物含量、儿茶素总量显著高于对照‘福鼎大白’（$P<0.05$），‘福云 10-27’、‘福云 12-24’、‘791201’、‘740208’、‘790118’、‘福云 12-27’、‘780810’、‘福云 10-27’、‘眉峰’、‘福云 9-6’、‘790218’、‘福云 5-23’品种加工白茶的咖啡碱含量与对照无显著差异（$P>0.05$），15 个茶树新品种（系）加工白茶的茶多酚含量均显著高于对照（$P<0.05$），‘福云 10-27’、‘福云 12-27’加工白茶的氨基酸含量显著高于对照（$P<0.05$），‘福云 10-27’、‘福云 12-27’加工白茶的酚氨比与对照无显著差异（$P>0.05$），15 个茶树新品种（系）加工白茶的茶汤 L^* 值与对照无显著差异（$P>0.05$）；相关性和主成分分析结果显示，15 个福云杂交后代茶树新品种（系）加工的白茶归为 4 类，与前述感官评价和理化成分分析基本吻合。综合评价表明，‘福云 4-12’、‘福云 10-27’、‘福云 12-24’品种加工白茶的品质相对更优。

关键词: 白茶, 茶树品种, 适制性, 加工, 感官品质

中图分类号: TS272.7　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 1002−0306(2023)02−0332−10

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2022030324

本文网刊:

Suitability of White Tea Made from New Tea Varieties (Lines) of Fuyun Hybrid Offspring

CUI Hongchun[1], HUANG Haitao[1], ZHENG Xuxia[1], ZHAO Yun[1,*], ZHANG Jianyong[2,*], AO Cun[1], SHI Daliang[1], DOU Ligeng[3]

（1.Tea Research Institute, Hangzhou Academy of Agriculture, Hangzhou 310024, China;
2.Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Tea Biology and Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Hangzhou 310008, China;
3.Lianyungang nanyuntai Forest Farm Management Office, Lianyungang 222062, China）

收稿日期: 2022−03−28

基金项目: 杭州市农科院科技创新与示范推广基金（2022HNCT-04）; 浙江省农业（茶树）新品种选育重大科技专项（2021C02067-5）; 杭州市农业与社会发展科研重点项目（202203A06）; 国家现代茶叶产业技术体系项目（CARS-19-03A）。

作者简介: 崔宏春（1983−）, 女, 硕士, 高级农艺师, 研究方向: 茶叶品质化学与质量控制, E-mail: chc1134@126.com。

*** 通信作者:** 赵芸（1969−）, 女, 本科, 高级工程师, 研究方向: 茶叶加工, E-mail: yunzhaohao@sina.com。

张建勇（1982−）, 男, 博士, 副研究员, 研究方向: 茶叶化学与加工利用, E-mail: zjy5128@tricaas.com。

Abstract: The suitability of white tea made from 15 new tea varieties (lines) of Fuyun hybrid offspring were analyzed by sensory and chemical components evaluation, correlation analysis and principal component analysis (PCA). These 15 varieties were 'Fuyun 14', '791201', 'Fuyun 12-24', '730430', 'Fuyun 12-27', '780810', 'Fuyun 10-27', 'Meifeng', 'Fuyun 9-6', '790218', 'Fuyun 5-23', 'Fuyun 4-12', '740208', '790118', '780710', 'Fuding Dabai'. The control variety for suitability research was 'Fuding Dabai'. The quality characteristics of white tea made from new varieties (lines) were silver-white appearance, light green and bright soup color, fresh and sweet taste, prominent fragrance, and tender and tender leaves. The total sensory evaluation scores of white teas made from '790118', '790218' and 'Meifeng' varieties were lower than those of the control. The total sensory evaluation scores of white teas made from other 12 varieties were higher than those of the control variety. The sensory evaluation scores of teas made from 'Fuyun 4-12', 'Fuyun 10-27', and 'Fuyun 12-24' varieties were all above 93 points. The water extracts content and catechins content of teas made from 'Fuyun 4-12', 'Fuyun 10-27', 'Fuyun 12-24', '791201', 'Fuyun 14', '791201', '730430', 'Fuyun 12-27', 'Meifeng', 'Fuyun 9-6', '740208' and '790118' were significantly higher than those of 'Fuding Dabai' (P<0.05). The caffeine content of teas made from 'Fuyun 10-27', 'Fuyun 12-24', '791201', '791218' '790118', 'Fuyun 12-27', '780810', 'Fuyun10-27', 'Meifeng', 'Fuyun 9-6', '790218' and 'Fuyun 5-23' varieties had no significant difference with the control variety. The tea polyphenols content of white tea made from 15 new tea varieties (lines) was significantly higher than that of the control variety (P<0.05). The amino acid content of teas made from 'Fuyun 10-27' and 'Fuyun 12-27' was significantly higher than that of the control variety (P<0.05). The content ratio of tea polyphenols to amino acids of teas made from 'Fuyun 10-27' and 'Fuyun 12-27' had no significant difference with the control variety. The L^* value of teas made from 15 new tea varieties (lines) had no significant difference with the control variety. The white tea made from 15 new tea varieties (lines) of Fuyun hybrid offspring were classified into 4 categories by correlation analysis and principal component analysis. The qualities of white teas processed by 'Fuyun 4-12', 'Fuyun 10-27', 'Fuyun 12-24' varieties were relatively better than white teas processed by other varieties.

Key words: white tea; tea varieties; suitability; processing; sensory quality

白茶是我国六大茶类之一，是一种轻发酵茶，主要加工工艺为萎凋、干燥等[1−3]，主产于福建省的福鼎、政和等地。近年来，白茶因其“鲜醇清甜”的品质特征[4−6]，以及独特的降低胆固醇[7]、减轻糖尿病肾损伤[8]、抑菌[9] 等生物活性，日益受到消费者的青睐。白茶品种主要有‘福鼎大白茶’、‘福鼎大毫茶’、‘政和大白茶’、‘武夷菜茶’、‘福云 6 号’。但白茶主产区白茶品种比较单一，如福鼎市主要以‘福鼎大白茶’、‘福鼎大毫茶’为主，政和县以‘政和大白茶’为主[10]。陈林等[11] 比较了‘茗科 1 号’、‘黄观音’、‘黄棪’、‘奇兰’、‘梅占’福建乌龙茶品种，以及‘福鼎大毫茶’、‘福安大白茶’、‘福云 6 号’传统白茶品种加工的白茶品质，认为适制乌龙茶品种制成白茶外形色泽不及传统白茶品种，但将其应用于开发花香型白茶具有较为明显的内质优势。

近些年，随着六大茶类的融合发展和白茶的热销，原本不产白茶的茶区也开始生产白茶，如浙江、湖北、湖南等。有关白茶茶树品种资源挖掘及适制性的研究，引起了较多学者的关注。茶叶适制性是指某一特定茶种适合加工某种茶类的特性和程度。茶叶适制性的研究可以指导茶叶的种植与生产加工，提高茶叶资源利用率，增大茶产业的经济效益。茶叶适制性的评价方法主要包括感官评价法、理化指标分析法。感官评价法为茶叶适制性提供最直观的数据，主要通过人的视觉、嗅觉、味觉、触觉识别的方式，对茶叶的外形、汤色、香气、滋味和叶底进行鉴定，是目前确定茶叶品质优劣和级别高低的主要方法。理化指标分析法是基于茶叶品质相关内含物分析的方法，从多个生化成分含量及比值角度，考察茶叶适制性。邵静娜等[12] 探讨浙江丽水市 3 个茶叶主栽品种的白茶适制性，发现‘乌牛早’品种加工白茶的感官品质得分最高，其次是‘龙井 43’、‘白叶 1 号’。许文璨等[13] 采用感官品质评价法和理化指标分析法，比较了‘白叶 1 号’、‘金观音’、‘黄金芽’、‘福鼎大白’、‘巴渝特早’、‘浙农 117’、‘群体种’、‘乌牛早’品种加工白茶的适制性，认为黄金芽品种加工的白茶品质最佳，且具有桔香的独特品质。黄怀生等[14] 考察湖南‘汝城白毛茶’品种的绿茶、红茶和白茶适制性，认为‘汝城白毛茶’适合加工红茶与白茶。目前，茶叶适制性研究就多集中于多个品种之间的比较，然而有关采用亲本杂交后代选育品种(系)的白茶适制性研究鲜见报道。

福鼎大白茶和云南大叶茶是我国茶树育种的重要亲本，以两者或其中之一为亲本选育的茶树品种众多，国家级茶树品种‘迎霜’、‘福云 6 号’、‘翠峰’、‘劲峰’、‘青峰’均为其后代。‘福鼎大白茶’发芽早、芽头满披白毫，适制白茶、绿茶、红茶。云南大叶种茶包括‘勐库大叶茶’、‘凤庆大叶茶’和‘勐海大叶茶’等，被广泛引种到各个茶区。以这两个品种天然杂交的性状变异较大，部分后代结合了双亲的优良性状。由母本福鼎大白茶与父本云南大叶种自然杂交选育的‘福云 7 号’、‘福云 10 号’、‘福云 20 号’、‘福云 595’茶树品种亦可获得较好的白茶加工品质[15]。但是，囿于福鼎大白茶和云南大叶种杂交后代品种(系)样本量少，不同杂交后代品种(系)的适制性评价研究较薄弱。本研究前期将母本福鼎大白茶与父本云南大叶种进行自然杂交，选育出 15 个福云杂交后代茶树新品种(系)。本文以‘福鼎大白’品种为对照，以选育出的

15 个福云杂交后代茶树新品种(系)春梢一芽二叶鲜叶为原料加工白茶,从感官评价得分、理化成分含量、色差值等角度分析其差异,并进行相关性和主成分分析,以期明确 15 个福云杂交后代茶树新品种(系)加工白茶的品种适制性,筛选适制白茶的新品种,为福云杂交后代加工高品质白茶提供基础数据和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

茶鲜叶 采自杭州市农业科学研究院茶叶研究所试验茶园和茶树种质资源圃,供试茶树品系(品种)为‘福云 14’、‘791201’、‘福云 12-24’、‘730430’、‘福云 12-27’、‘780810’、‘福云 10-27’、‘眉峰’、‘福云 9-6’、‘790218’、‘福云 5-23’、‘福云 4-12’、‘740208’、‘790118’、‘780710’、‘福鼎大白茶’16 个茶树品种(系),采摘时间为 3 月底~4 月初(春季),采摘标准为一芽二叶;没食子酸(Gallic acid, GA)、儿茶素(Catechin, C)、表儿茶素(Epicatechin, EC)、没食子儿茶素(Gallocatechin, GC)、表没食子儿茶素(Epigallocatechin, EGC)、儿茶素没食子酸酯(Catechin Gallate, CG)、表儿茶素没食子酸酯(Epicatechin Gallate, ECG)、没食子儿茶素没食子酸酯(Gallocatechin Gallate, GCG)、表没食子儿茶素没食子酸酯(Epigallocatechin 3-gallate, EGCG)、茶氨酸(Theanine, Thea)美国 Sigma 公司,纯度均≥98%;乙腈(色谱纯),乙酸、茚三酮、甲醇、磷酸氢二钠、磷酸二氢钾、磷酸、硫酸、蒽酮、水合茚三酮、氯化亚锡 均为国产分析纯,上海碧云天生物技术有限公司。

DHG-9240A 型电热恒温鼓风干燥箱 上海精宏实验设备有限公司;UV1800 型紫外可见分光光度计 日本 Shimadzu 公司;ColorQuest XE 型色差计 美国 HunterLab 公司;Agilent 1100 型高效液相色谱仪 美国 Agilent 公司;BSA-124S 型电子天平 德国 Sartorius 公司;6CH-6 型烘焙提香机 浙江红五环制茶装备股份有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 白茶加工方法 采摘 15 个福云杂交后代茶树新品种(系)和对照‘福鼎大白茶’的一芽二叶茶鲜叶,摊放在萎凋架上,自然萎凋 48~72 h,采用 6CH-6 型烘焙提香机,70 ℃ 初烘 30 min,然后采用 6CH-6 型烘焙提香机,45 ℃ 复烘至足干,复烘时间为 1~1.5 h。加工得到的白茶样品一部分用于感官审评,另一部分粉碎至 30 目,放置于 4 ℃ 冰箱保存,用于后续的品质指标分析测定。

1.2.2 感官审评方法 按照“茶叶感官审评方法 GB/T 23776-2018”进行。感官评价在杭州市农业科学研究院茶叶研究所感官审评室进行,由 5 名具有评茶师资格的专家组成评价小组(年龄在 30~50 岁)。茶样 3.0 g,放入 150 mL 审评杯中,注满沸水,加盖泡 5 min,滤茶汤,叶底留于杯中;采用密码审评,按外形、汤色、香气、滋味和叶底顺序逐项审评,各审评因子评分系数见表 1。

表 1 白茶审评因子评分系数(%)

Table 1 Evaluation factor scoring coefficient of white tea (%)

茶类	外形	汤色	香气	滋味	叶底
白茶	25	10	25	30	10

1.2.3 主要品质指标测定 水浸出物含量测定采用 GB/T 8305-2013《茶 水浸出物测定》;咖啡碱含量测定采用 GB/T 8312-2013《茶 咖啡碱测定》;茶多酚含量、儿茶素含量测定采用 GB/T 8313-2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》;氨基酸总量测定采用 GB/T 8314-2013《茶 游离氨基酸总量的测定》。

1.2.4 色差值测定方法 称取干茶 3.0 g,加入 150 mL 沸水,冲泡 4 min,滤纸过滤,冷却至室温,采用色差仪(光源 D65,角度 4 °),检测茶汤 L^*值(明暗度)、a^*值(红绿色度)、b^*值(黄蓝色度)。

1.3 数据处理

茶叶化学成分含量、色差值的测定均重复 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、相关性分析,$P<0.05$ 表示差异显著,$P<0.01$ 表示差异极显著。采用 Origin 8.0 软件进行主成分(PCA)分析。

2 结果与分析

2.1 福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶感官评价分析

由表 2 得出,除‘790118’、‘790218’和‘眉峰’外,其余 12 个福云杂交后代新品种(系)加工白茶的感官审评总分均比对照得分高,其中感官评价总分最高的是‘福云 4-12’,比对照高 4.84 分,达到极显著差异($P<0.01$)。感官评价总分比对照高 2 分以上有 6 个,排序为‘福云 4-12’>‘福云 10-27’>‘福云 12-24’>‘福云 14’>‘福云 12-27’>‘福云 5-23’。‘眉峰’加工白茶的感官审评总分和对照相同,‘790118’、‘790218’加工白茶的感官审评总分比对照低,但差异不显著($P>0.05$)。

在外形方面,15 个茶树新品种(系)加工的白茶均达到自然花朵形、芽叶连枝,得分 90 分以上的有 14 个,其中‘福云 4-12’和‘福云 10-27’加工的白茶毫心肥壮、毫色银白,达到优质白牡丹外形的标准。在汤色方面,15 个茶树新品种(系)加工白茶的汤色总体上优于对照差,其中高于对照得分的有 9 个,达到 2 分以上差异的有 3 个,得分最高的为‘福云 14’和‘眉峰’。在香气方面,比对照得分高的有 10 个,其中达到 2 分以上差异的有 9 个,得分最高的为‘福云 4-12’,香气特征为较鲜嫩、毫香较显。在滋味方面,

表 2　各品种(系)加工制作白茶的审评结果

Table 2　Evaluation results of white tea produced by different varieties

品种名称	外形25%		汤色10%		香气25%		滋味30%		叶底10%		总分
	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	
福云14	芽针较肥壮，略带鱼叶，满披白毫，叶色白底绿面	93	杏黄明亮	94	清甜，毫香较显	92	醇，较甜爽	92	肥嫩，厚实	93	92.55
791201	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心较壮，毫色银白	93	浅嫩绿明亮	91	清鲜，花香较显	92	鲜，醇和	93	芽叶较肥嫩成朵，芽心肥壮，茎脉显红，较嫩黄	92	92.45
福云12-24	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心较壮，毫色较白，灰绿，润	93	较嫩绿明亮	92	花香显，有薄荷香，有特色	93	醇和，尚甘润	94	肥嫩成朵，芽心肥壮，茎脉微红，嫩黄明亮	93	93.20
730430	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心多，较壮，灰绿稍花杂	90	尚嫩绿明亮	92	较清鲜，花香显	94	甘较醇	92	尚肥壮成朵，茎脉显红，有红叶，嫩黄夹红	88	91.60
福云12-27	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心较肥壮，毫色较银白，灰绿鲜润	90	浅绿明亮	90	清鲜，花香显	94	甘，鲜	93	较肥嫩成朵，茎脉微红，嫩黄明亮	92	92.10
780810	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心较肥壮，灰绿稍带嫩绿，油润	93	浅嫩绿明亮	90	较清鲜，有绿茶风格	90	鲜，淡	89	叶张肥嫩，茎脉显红，芽心尚壮，嫩黄明亮	92	90.65
福云10-27	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心肥壮，毫色银白，灰绿鲜润	95	浅嫩绿明亮	90	较鲜嫩，有毫香	93	清鲜，甘和，有毫味	94	芽叶成朵，芽心较肥壮，茎脉微红，尚绿亮	94	93.60
眉峰	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，肥壮，毫心较壮，铁青稍花杂，有红茎	90	浅杏黄明亮	94	微酵	88	尚醇，略酵，微涩	89	较肥壮成朵，茎脉暗红，稍花杂，黄绿，稍暗	88	89.40
福云9-6	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心较肥壮，毫色银白，灰绿略带红叶	91	浅黄明亮	92	较清鲜，有花香	93	醇和，尚清爽	90	嫩厚成朵，茎脉显红，黄亮	91	91.30
790218	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，肥壮，灰绿，毫色银白	92	浅绿明亮	90	略闷，略酸	85	较醇，微酸，较鲜	89	尚肥嫩成朵，茎脉微红，嫩黄较量	90	88.95
福云5-23	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，肥壮，毫心多而壮，毫色银白，灰绿鲜润	93	浅嫩绿明亮	91	微生，较清鲜	89	甘和，微生	93	较肥嫩成朵，茎脉微红，嫩黄较明亮	93	91.80
福云4-12	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心较肥壮，毫色银白，灰绿带翠，油润	94	浅嫩绿明亮	91	较鲜嫩，毫香较显	95	清鲜，甘和，毫味较显	95	芽叶较肥嫩成朵，茎脉微红，较绿亮	94	94.25
740208	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心尚肥壮，毫色银白，灰绿带铁青	91	浅嫩绿明亮	91	清鲜，有花香	94	甘和，鲜爽	94	尚肥嫩成朵，茎脉微红，有红叶，稍花杂，尚绿亮	92	92.75
790118	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，毫心多，尚壮，有红茎，红叶，灰绿稍花杂	89	浅嫩绿明亮	90	清，()	89	尚甘和，微生	89	芽叶嫩厚成朵，茎脉显红，叶张微红，较嫩黄	89	89.10
780710	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，有红茎，灰绿稍花杂	92	浅杏黄明亮	93	略闷，微生	89	醇和，尚甘润，微闷	91	尚肥嫩成朵，芽心尚壮，茎脉显红，嫩黄明亮	89	90.75
福鼎大白	自然花朵形，芽叶连枝，叶缘垂卷，较细秀，毫心多，毫色银白，灰绿带翠	91	嫩绿明亮	90	较清鲜，微青	89	尚醇，略青	88	较嫩厚，较成朵，茎脉微红，较绿，明亮	90	89.40

注：福鼎大白为对照。

15 个茶树新品种(系)加工白茶的滋味评分均比对照高,其中 2 分以上差异的有 11 个,得分最高的为‘福云 4-12’,滋味特征为清鲜甘和,达到优质白牡丹滋味的标准。在叶底方面,得分比对照高的有 10 个,其中比对照高 2 分以上有 9 个。究其感官评价得分差异性的影响因素,首先是福云杂交后代新茶树品种(系)本身的资源特性,如物候期、芽叶形状等,其次是这些福云杂交后代新茶树品种(系)加工白茶的风味化学物质基础。综合分析,15 个茶树新品种(系)中,‘福云 4-12’、‘福云 10-27’、‘福云 12-24’加工白茶的感官品质表现相对较优。

2.2 福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶理化指标比较分析

2.2.1 福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶水浸出物含量比较分析 水浸出物含量的高低反映了茶叶中可溶性物质的多少,从而在一定程度上还反映茶叶品质的优劣[16]。15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶水浸出物含量为 45.04%~51.89%,其中‘福云 12-24’含量最高,为 51.89%。从图 1 可以看出,‘福云 14’、‘791201’、‘福云 12-24’、‘730430’、‘福云 12-27’、‘780810’、‘福云 10-27’、‘眉峰’、‘福云 9-6’、‘790218’、‘福云 4-12’、‘740208’、‘790118’、‘780710’等品种加工白茶的水浸出物含量显著高于对照(P<0.05),‘福云 5-23’品种加工白茶的水浸出物含量与对照无显著差异(P>0.05)。卢莉等[16] 采用‘矮脚乌龙’、‘毛蟹’、‘丹桂’和‘九龙袍’等品种加工白茶,其水浸出物含量在 37.76%~44.32%。王丽等[17] 采用‘金观音’、‘黄观音’和‘丹桂’等品种加工白茶,其水浸物的含量为 37.02%~47.67%。与上述文献相比,本研究 15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶水浸出物含量相对较高,可溶性的风味化学物质相对比较丰富。

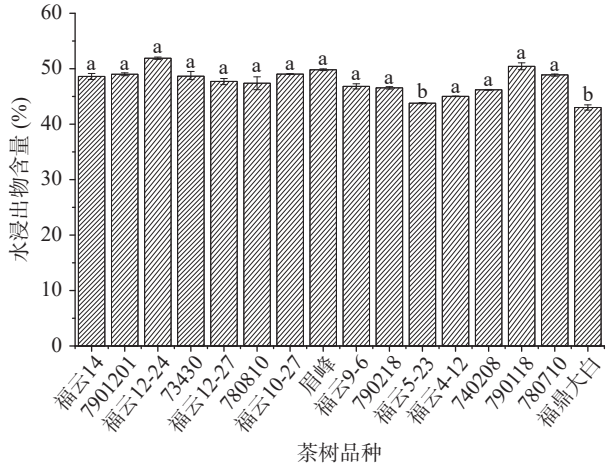

图 1 不同茶树品种加工白茶中水浸出物含量

Fig.1 Water extract content in processed white tea of different tea varieties

注:不同小写字母表示差异显著(P<0.05);福鼎大白为对照;图 2~图 4 同。

2.2.2 福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶咖啡碱含量比较分析 茶叶咖啡碱对茶叶的滋味形成有重要作用,主要呈味特征为苦味[18]。15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶的咖啡碱含量为 2.75%~3.61%,其中‘福云 4-12’含量最低,为 2.75%。从图 2 可以看出,‘福云 14’、‘730430’、‘780810’品种加工白茶的咖啡碱含量显著高于对照(P<0.05),‘791201’、‘福云 12-24’、‘福云 12-27’、‘780810’、‘福云 10-27’、‘眉峰’、‘福云 9-6’、‘790218’、‘福云 5-23’、‘740208’、‘790118’等品种加工白茶的咖啡碱含量与对照无显著差异(P>0.05),‘福云 4-12’品种加工白茶的咖啡碱含量显著低于对照(P<0.05)。陈林等[11] 采用‘茗科 1 号’、‘黄观音’、‘黄棪’、‘奇兰’、‘梅占’等品种加工白茶的咖啡碱含量为 4.11%±0.40%。黄怀生等[14] 采用湖南地方性茶树资源‘汝城白毛’品种加工白茶的咖啡碱含量为 4.52%±0.32%。与上述文献相比,本研究 15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶咖啡碱含量相对较低,对茶汤苦涩味的贡献也较低。

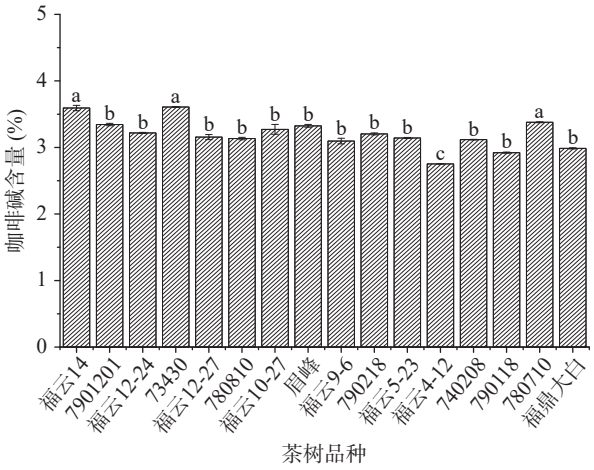

图 2 不同茶树品种加工白茶中咖啡碱含量

Fig.2 Content of caffeine in processed white tea of different tea varieties

2.2.3 福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶儿茶素组成及含量比较分析 儿茶素是白茶的关键滋味物质之一[18−19],对茶汤的苦味、涩味和浓度有重要影响[20−21]。15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶的儿茶素总量为 141.70~218.18 mg/g(即 14.17%~21.82%),EGCG 含量为 40.33~83.94 mg/g(即 4.3%~8.39%),其中‘福云 14’加工白茶的儿茶素总量最高(218.18±7.43 mg/g),‘740208’品种加工白茶的 EGCG 含量最高(83.94±1.29 mg/g)。

从表 3 可以看出,‘福云 14’、‘791201’、‘福云 12-24’、‘730430’、‘福云 12-27’、‘780810’、‘福云 10-27’、‘眉峰’、‘福云 9-6’、‘福云 5-23’、‘福云 4-12’、‘740208’、‘790118’等 13 个品种加工的白茶儿茶素总量和 EGCG 含量显著高于对照(P<0.05),‘780710’、‘790218’品种加工的白茶儿茶素总量和 EGCG 含量与对照无

表 3　不同茶树品种加工白茶中儿茶素组成及含量(mg/g)

Table 3　Composition and content of catechins in white tea processed by different tea varieties (mg/g)

品种	没食子儿茶素(GC)	表没食子酸儿茶素 (EGC)	儿茶素 (C)	表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)	表儿茶素 (EC)	没食子儿茶素没食子酸酯(GCG)	表儿茶素没食子酸酯(ECG)	儿茶素没食子酸酯(CG)	儿茶素总量
福云14	19.21±0.85^{c}	36.65±0.45^{a}	12.95±0.30^{a}	68.61±0.66^{b}	29.60±1.02^{b}	25.66±1.06^{a}	24.29±0.59^{b}	1.21±0.00^{b}	218.18±7.43^{a}
791201	12.39±0.02^{f}	24.56±0.14^{c}	6.46±0.10^{f}	72.36±0.60^{b}	22.16±0.10^{d}	21.54±0.24^{b}	18.87±0.16^{c}	0.97±0.00^{d}	179.31±1.19^{b}
福云12-24	11.42±0.02^{f}	26.64±0.05^{c}	7.99±0.03^{d}	74.29±0.40^{b}	21.47±0.37^{d}	17.85±0.06^{c}	21.83±0.25^{b}	0.85±0.00^{d}	182.34±0.41^{b}
730430	8.91±0.07^{g}	21.86±0.13^{d}	10.74±0.0^{b}	51.61±0.11^{d}	28.18±0.14^{b}	17.48±0.01^{d}	40.04±0.06^{a}	1.85±0.00^{a}	180.67±0.31^{b}
福云12-27	12.05±0.12^{f}	26.34±0.33^{c}	8.22±0.03^{d}	68.55±1.12^{b}	20.44±0.01^{d}	19.33±0.36^{c}	14.05±0.43^{d}	0.70±0.10^{f}	169.68±2.54^{b}
780810	16.91±0.18^{d}	31.79±0.13^{b}	6.45±0.03^{f}	60.47±0.31^{c}	22.18±0.19^{d}	24.17±0.67^{a}	12.11±0.02^{e}	0.78±0.00^{e}	174.87±0.19^{b}
福云10-27	11.35±0.25^{f}	30.30±0.80^{b}	8.16±0.32^{d}	65.87±0.40^{b}	20.73±0.93^{d}	16.92±0.02^{d}	14.25±0.65^{d}	0.70±0.00^{f}	168.28±3.84^{b}
眉峰	15.06±0.03^{e}	33.13±0.04^{b}	10.46±0.0^{b}	58.92±0.30^{c}	27.12±0.41^{b}	18.67±0.17^{c}	18.15±0.20^{c}	0.92±0.00^{d}	182.43±1.10^{b}
福云9-6	14.22±0.17^{e}	28.38±0.94^{c}	7.06±0.08^{e}	58.19±2.17^{c}	32.60±0.55^{a}	22.28±0.83^{b}	16.86±0.31^{c}	0.89±0.00^{d}	180.48±2.46^{b}
790218	18.34±0.12^{c}	27.89±0.63^{c}	8.70±0.01^{d}	40.33±0.09^{f}	24.66±0.29^{c}	11.65±0.07^{f}	9.54±0.21^{f}	0.59±0.00^{g}	141.70±2.27^{c}
福云5-23	26.53±0.73^{a}	0.15±0.01^{g}	11.23±0.0^{b}	60.21±1.01^{c}	25.82±0.05^{c}	3.48±0.02^{g}	0.15±0.01^{h}	0.18±0.01^{i}	188.68±2.09^{b}
福云4-12	14.75±0.29^{e}	27.14±0.14^{c}	5.87±0.02^{f}	64.28±0.09^{b}	14.27±0.05^{f}	14.86±0.08^{e}	23.63±0.02^{b}	0.91±0.01^{d}	165.71±0.02^{b}
740208	12.87±0.09^{f}	30.64±0.15^{b}	7.59±0.09^{d}	83.94±1.29^{a}	12.48±0.19^{g}	25.25±0.16^{a}	15.80±0.12^{c}	0.79±0.01^{e}	189.36±1.52^{b}
790118	15.29±0.03^{e}	34.22±0.01^{b}	9.14±1.18^{c}	72.18±0.25^{b}	18.75±0.09^{e}	20.13±1.15^{c}	22.86±0.17^{b}	1.10±0.01^{c}	193.67±0.46^{b}
780710	24.56±0.01^{b}	11.69±0.38^{f}	6.26±0.10^{f}	72.04±0.60^{b}	20.60±0.05^{d}	10.92±0.14^{f}	0.89±0.02^{g}	0.24±0.01^{h}	147.18±1.28^{c}
福鼎大白	11.22±0.02^{f}	17.71±0.05^{e}	6.17±0.01^{f}	47.83±0.12^{e}	18.22±0.36^{e}	18.64±0.09^{c}	13.44±0.08^{d}	1.00±0.02^{d}	134.23±0.36^{c}

注：同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)；福鼎大白为对照；表4同。

显著差异(P>0.05)。‘780710’、‘780710’、‘790218’、‘福云 5-23’品种加工白茶的 ECG 含量显著低于对照(P<0.05)，而‘福云 12-27’、‘福云 10-27’加工白茶 ECG 含量与对照无显著差异(P>0.05)，其余 9 个品种加工白茶 ECG 含量显著高于对照(P<0.05)。15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶的 EGC 含量均显著高于对照(P<0.05)。除‘730430’之外，其余 14 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶的 GC 含量均显著高于对照(P<0.05)。‘740208’、‘福云 4-12’品种加工白茶的 EC 含量显著低于对照(P<0.05)，‘790118’加工白茶 EC 含量与对照无显著差异(P>0.05)，而其余 12 个品种加工白茶 EC 含量显著高于对照(P<0.05)。邵静娜等[12]采用‘乌牛早’、‘白叶一号’、‘龙井 43’等品种加工白茶的儿茶素总量分别为 11.07%、7.83%、10.13%，EGCG 含量分别为 6.73%、4.08%、5.13%。与上述文献相比，本研究 15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶的儿茶素总量和 EGCG 含量相对较高。

2.2.4　福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶茶多酚含量比较分析　茶多酚是茶叶中一类非常重要的风味化学物质，对白茶的滋味、色泽等品质贡献度高[22]。15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶茶多酚含量为 18.65%~22.71%，其中‘福云 14’加工白茶的茶多酚含量最高(22.71%)，‘福云 5-23’加工白茶的茶多酚含量最低(18.65%)。从图 3 可以看出，15 个茶树品种加工白茶的茶多酚含量均显著高于对照(P<0.05)，‘福云 14’茶树品种加工白茶的茶多酚含量较高，其次是‘791201’、‘福云 12-24’、‘73430’、‘福云 12-27’、‘福云 10-27’、‘眉峰’、‘福云 9-6’、‘790218’、‘福云 5-23’、‘福云 4-12’、‘740208’、‘790118’、‘780710’，再次是‘780810’。卢莉等[16]采用

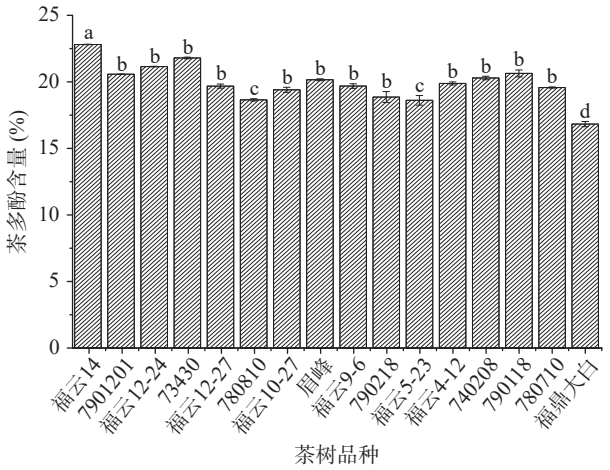

图 3　不同茶树品种加工白茶中茶多酚含量

Fig.3　Content of tea polyphenols in white tea processed by different tea varieties

‘毛蟹’、‘丹桂’、‘九龙袍’、‘矮脚乌龙’等品种加工白茶的茶多酚含量分别为 27.28%±0.22%、29.13%±0.36%、29.62%±0.19%、30.04%±0.14%。许文璨等[13]采用‘白叶 1 号’、‘金观音’、‘黄金芽’、‘福鼎大白’、‘巴渝特早’、‘浙农 117’、‘群体种’、‘乌牛早’品种加工白茶，其茶多酚含量为 18.04%~25.71%。与上述文献相比，本研究 15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶的茶多酚含量，低于‘毛蟹’、‘丹桂’、‘九龙袍’、‘矮脚乌龙’品种加工的白茶。

2.2.5　福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶游离氨基酸含量比较分析　游离氨基酸是茶鲜叶和成品茶中的重要生化成分，是茶叶鲜爽味和香气的主要组分[22]。15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶的游离氨基酸含量为 2.24%~3.83%，其中‘福云 12-27’品种加工白茶的游离氨基酸含量最高

(3.83%)，‘福云 9-6’品种加工白茶的游离氨基酸含量最低(2.24%)。从图 4 可以看出，‘福云 14’、‘791201’、‘780710’、‘福云 4-12’、‘福云 5-23’、‘福云 9-6’、‘740208’等品种加工白茶的游离氨基酸含量显著低于对照(P<0.05)，‘福云 12-24’、‘73430’、‘780810’、‘眉峰’、‘790218’、‘790118’等品种加工的白茶游离氨基酸含量与对照无显著差异(P>0.05)，‘福云 12-27’、‘福云 10-27’品种加工白茶的游离氨基酸含量显著高于对照(P<0.05)。王飞权等[23]采用‘肉桂’、‘黄玫瑰’、‘瑞香’等品种加工的白茶游离氨基酸含量分别为 4.30%±0.02%、4.84%±0.12%、3.33%±0.13%。金阳等[24]采用‘迎霜’、‘浙农’、‘鸠坑’等品种加工的白茶游离氨基酸含量分别为 2.84%、2.34%、2.54%。与上述文献相比，本研究 15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶的游离氨基酸含量，低于‘肉桂’、‘黄玫瑰’、‘瑞香’品种加工的白茶，但部分品种加工的白茶高于‘迎霜’、‘浙农’、‘鸠坑’品种加工的白茶。

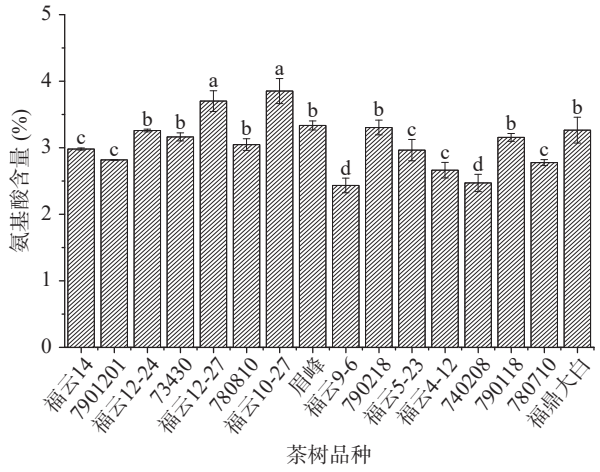

图 4 不同茶树品种加工白茶中游离氨基酸总量

Fig.4 Total amount of free amino acids in white tea processed by different tea varieties

2.2.6 福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶茶汤酚氨比分析 酚氨比是茶多酚与氨基酸的比值，鲜叶或成品茶中茶多酚总量与氨基酸总量之比[25−26]。沈强等[27]、刘亚峰等[28]认为酚氨比数值是评价白茶品质的一个重要指标，酚氨比较低的白茶鲜爽度高，品质相对较好。茶多酚和氨基酸是茶叶品质成分中含碳化合物和含氮化合物的突出代表，其比值反映了茶叶两大主要品质成分的配比情况，可在相当程度上判定鲜叶的品质属性及成茶品质的优劣[29−30]。由表 4 酚氨比数据可以看出，15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶茶汤的酚氨比存在差异，范围为 5.17~8.69，且都显著高于对照(P<0.05)。‘福云 12-27’、‘福云 10-27’加工白茶的酚氨比与对照无显著差异(P>0.05)。‘福云 14’、‘791201’、‘福云 12-24’、‘730430’、‘福云 12-27’、‘780810’、‘福云 10-27’、‘眉峰’、‘790218’、‘福云 4-12’、‘790118’、‘780710’等 13 个品种加工白茶茶汤的酚氨比显著高于对照(P<0.05)。许文璨等[13]比较分析了‘白叶 1 号’、‘金观音’、‘黄金芽’、‘福鼎大白’、‘巴渝特早’、‘浙农 117’、‘群体种’、‘乌牛早’品种加工白茶的酚氨比，发现其酚氨比范围为 3.89-8.79，与本研究 15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶茶汤酚氨比相近。从上述酚氨比结果来看，15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工白茶的酚氨比相对适中，适宜制作白茶。究其酚氨比差异性的影响因素，主要是福云杂交后代新茶树品种(系)本身的资源特性，以及白茶加工工艺。

2.2.7 福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶茶汤色差值比较分析 茶汤色度值是评价汤色品质

表 4 不同茶树品种加工白茶酚氨比和色差值

Table 4 Phenol/amino ratio and color value of white tea processed by different tea varieties

品种	酚氨比	L^*值	a^*值	b^*值
福云14	7.65±0.07^{b}	97.91±0.01^{a}	0.56±0.01^{d}	4.95±0.02^{e}
791201	7.35±0.08^{b}	98.19±0.02^{a}	0.30±0.01^{f}	2.90±0.01^{f}
福云12-24	6.42±0.06^{c}	97.88±0.03^{a}	1.08±0.00^{a}	6.51±0.02^{a}
730430	7.07±0.05^{b}	97.76±0.02^{a}	0.76±0.01^{c}	5.06±0.01^{c}
福云12-27	5.17±0.03^{d}	98.02±0.02^{a}	0.60±0.01^{d}	3.76±0.01^{d}
780810	6.10±0.07^{c}	98.17±0.02^{a}	0.52±0.01^{e}	3.19±0.01^{e}
福云10-27	5.37±0.06^{d}	99.80±0.03^{a}	0.25±0.01^{h}	1.46±0.02^{g}
眉峰	6.01±0.08^{c}	98.20±0.03^{a}	0.85±0.01^{b}	5.94±0.01^{b}
福云9-6	8.69±0.02^{a}	99.39±0.02^{a}	0.50±0.02^{e}	3.47±0.02^{e}
790218	5.54±0.01^{c}	98.25±0.01^{a}	0.60±0.01^{d}	3.92±0.02^{d}
福云5-23	5.95±0.06^{c}	98.19±0.01^{a}	0.61±0.01^{d}	3.96±0.01^{d}
福云4-12	7.54±0.07^{b}	98.61±0.04^{a}	0.42±0.01^{f}	3.40±0.01^{e}
740208	8.69±0.09^{a}	98.14±0.05^{a}	0.57±0.01^{d}	3.87±0.02^{d}
790118	5.86±0.05^{c}	98.15±0.03^{a}	0.58±0.00^{d}	4.10±0.03^{d}
780710	6.88±0.06^{b}	97.98±0.01^{a}	0.72±0.01^{c}	5.00±0.02^{c}
福鼎大白	4.95±0.04^{d}	98.32±0.07^{a}	0.59±0.01^{d}	4.04±0.03^{d}

优劣的指标之一，常用 L^*值、a^*值、b^*值表示，其中，L^*值表示明亮度，a^*值表示红绿色度量，b^*值表示黄蓝色度。由表 4 色差值数据比较可知，15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶茶汤 L^*值范围为 97.76~99.80。15 个不同品种加工的白茶茶汤 L^*值与对照无显著差异(P>0.05)。15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶茶汤 a^*值范围为 0.25~1.08。‘福云 14’、‘福云 12-27’、‘790218’、‘福云 5-23’、‘740208’、‘790118’品种加工的白茶茶汤 a^*值与对照无显著差异(P>0.05)，‘780810’、‘福云 9-6’、‘791201’、‘福云 10-27’、‘福云 4-12’品种加工的白茶茶汤 a^*值显著低于对照(P<0.05)，‘福云 12-24’、‘73430’、‘眉峰’、‘780710’品种加工的白茶茶汤 a^*值显著高于对照(P<0.05)。15 个福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶茶汤 b^*值范围为 1.46~6.51。‘福云 14’、‘福云 12-24’、‘73430’、‘眉峰’品种加工的白茶茶汤 b^*值显著高于对照(P<0.05)。‘福云 12-27’、‘790218’、‘福云 5-23’、‘740208’、‘790118’品种加工的白茶茶汤 b 值与对照无显著差异(P>0.05)，‘福云 4-12’、‘福云 10-27’、‘福云 9-6’、‘791201’、‘780810’品种加工白茶的茶汤 b^*值显著低于对照(P<0.05)。从上述茶汤色差值比较结果来看，‘福云 14’、‘眉峰’、‘780710’、‘福云 12-24’品种加工白茶的茶汤色差值相对较优，与前述感官评价结果基本一致。

2.3　福云杂交后代茶树新品种（品系）加工的白茶感官评价分值与理化指标相关性

将福云杂交后代茶树新品种(品系)加工的白茶感官评价总分与理化指标进行相关性分析(见表 5)。感官总评分与茶多酚含量、咖啡碱含量、儿茶素总量、L^*值、a^*值、酚氨比等呈正相关，与氨基酸总量、水浸出物含量、b^*值等呈负相关，尤其是与氨基酸总量呈显著负相关。滋味评分与茶多酚含量、氨基酸总量、水浸出物含量、咖啡碱含量、儿茶素总量、L^*值、a^*值呈正相关，尤其是与氨基酸总量呈显著正相关，并且与 b^*值呈负相关。汤色评分与茶多酚含量、水浸出物含量、咖啡碱含量、儿茶素总量、a^*值、b^*值呈显著正相关，汤色评分与氨基酸总量、L^*值呈负相关。茶多酚、儿茶素是茶汤苦涩味的主要呈味物质[21]，咖啡碱是茶汤苦味的主要呈味物质，氨基酸是茶汤鲜爽味的呈味物质[31]，这些物质与茶汤感官总评分和滋味评分相关性较强，尤其是具有显著相关的氨基酸。

图 5 为不同茶树品种加工白茶生化物质的 PCA 分析结果。‘福云 12-27’、‘福云 10-27’、‘790218’与对照‘福鼎大白’在第一象限，‘福云 12-24’、‘福云 14’、‘730430’、‘眉峰’在第二象限，‘福云 4-12’、‘790218’、‘福云 5-23’、‘福云 9-6’、‘780810’在第三象限，‘791201’、‘740208’、‘790118’在第四象限。由此说

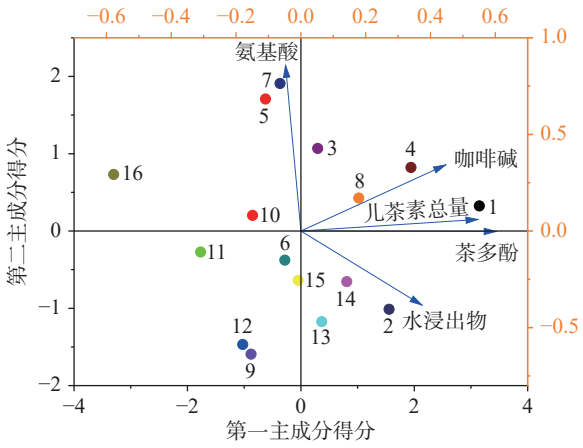

图 5　不同茶树品种加工白茶主要理化指标的 PCA 得分图

Fig.5　PCA scores of main physical and chemical indexes of white tea processed by different tea varieties

注：图中 1~16 字母分别表示福云 14(1)、791201(2)、福云 12-24(3)、730430(4)、福云 12-27(5)、780810(6)、福云 10-27(7)、眉峰(8)、福云 9-6(9)、790218(10)、福云 5-23(11)、福云 4-12(12)、740208(13)、790118(14)、780710(15)、福鼎大白(16)；福鼎大白为对照。

表 5　感官评价分值与理化指标相关性分析

Table 5　Correlation analysis between sensory evaluation scores and physical and chemical indexes

指标	总评分	滋味	汤色	茶多酚	氨基酸	水浸出物	咖啡碱	儿茶素	L^*值	a^*值	b^*值	酚氨比
总评分	1.000											
滋味	0.941**	1.000										
汤色	0.063	0.025	1.000									
茶多酚	0.377	0.388	0.584*	1.000								
氨基酸	−0.131*	0.080*	−0.283	−0.132	1.000							
水浸出物	−0.277	0.248	0.214	0.325	−0.202	1.000						
咖啡碱	0.033	0.035	0.586	0.557*	0.167	0.276	1.000					
儿茶素	0.244	0.220	0.311	0.796**	0.031	0.318	0.312	1.000				
L^*值	0.229	0.090	−0.258	−0.307	0.082	0.068	−0.296	−0.329	1.000			
a^*值	0.240	0.139	0.453	0.220	0.072	0.295	0.223	0.114	−0.604*	1.000		
b^*值	−0.235	−0.154	0.659**	0.388	−0.067	0.125	0.319	0.244	0.688**	0.938**	1.000	
酚氨比	0.415	0.338	0.449	0.506	−0.852**	0.203	0.122	0.285	0.038	0.088	0.062	1.000

注：**和*分别表示差异极显著(P<0.01)和显著(P<0.05)相关。

明，15 个福云杂交后代茶树新品种（系）的风味品质物质基础不同，可分为 4 类，这些目前暂未有相关文献报道，可为开发不同风味品质特征的白茶提供理论依据。不同类别的茶树新品种（系）的品质特征不同，‘福云 12-27’、‘福云 10-27’、‘790218’与对照‘福鼎大白’的氨基酸含量相对较高，‘福云 12-24’、‘福云 14’、‘730430’、‘眉峰’的咖啡碱含量、儿茶素总量、茶多酚含量相对较高，‘791201’、‘740208’、‘790118’的咖啡碱含量相对较高，这与前述不同茶树品种理化指标分析结果基本吻合。

3 结论

15 个福云杂交后代茶树新品种（系）加工的白茶的感官评价和理化评价结果均存在差异。‘福云 14’、‘791201’、‘福云 12-24’、‘730430’、‘福云 12-27’、‘780810’、‘福云 10-27’、‘福云 9-6’、‘福云 5-23’、‘福云 4-12’、‘740208’、‘780710’的感官评价总分均高于对照福鼎大白，其中 93 分以上的有‘福云 4-12’、‘福云 10-27’、‘福云 12-24’。15 个福云杂交后代茶树新品种（品系）加工的白茶的茶多酚含量为 18.65%~22.71%、游离氨基酸含量为 2.24%~3.83%、酚氨比为 5.17~8.69、儿茶素总量为 14.17%~21.82%、咖啡碱含量为 2.75%~3.61%、水浸出物含量为 45.04~51.89%、L^*值为 97.76~99.80、a^*值为 0.25~1.08、b^*值范围为 1.46~6.51，与对照存在差异。相关性和主成分分析表明，15 个福云杂交后代茶树新品种（系）的白茶归为 4 类，与前述感官评价和理化成分分析结果基本吻合。综合以上研究结果，‘福云 4-12’、‘福云 10-27’、‘福云 12-24’等品种加工的白茶品质相对更优。鉴于不同茶叶品种（系）风味品质物质基础的复杂性，后续还需加大对风味化学成分在白茶加工过程中的动态变化机制及品质调控进行研究。

参考文献

[1] ZHOU C Z, ZHU C, LI X Z, et al. Transcriptome and phytochemical analyses reveal the roles of characteristic metabolites in the taste formation of white tea during the withering process[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2022, 21(3): 862−877.

[2] DAI W D, XIE D C, LU M L, et al. Characterization of white tea metabolome: Comparison against green and black tea by a non-targeted metabolomics approach[J]. Food Research International, 2017, 96: 40−45.

[3] ZHOU B X, WANG Z H, YIN P, et al. Impact of prolonged withering on phenolic compounds and antioxidant capability in white tea using LC-MS-based metabolomics and HPLC analysis: Comparison with green tea[J]. Food Chemistry, 2022, 368(30): 130855−130863.

[4] LI C L, ZONG B Z, GUO H W, et al. Discrimination of white teas produced from fresh leaves with different maturity by near-infrared spectroscopy[J]. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2020, 227(15): 117697−117704.

[5] FAN F Y, HUANG C S, TONG Y L, et al. Widely targeted metabolomics analysis of white peony teas with different storage time and association with sensory attributes[J]. Food Chemistry, 2021, 362(15): 130257−130264.

[6] ZHAO F, CHEN M J, JIN S, et al. Macro-composition quantification combined with metabolomics analysis uncovered key dynamic chemical changes of aging white tea[J]. Food Chemistry, 2022, 366: 130593−130601.

[7] LUO K, MA C M, XING S F, et al. White tea and its active polyphenols lower cholesterol through reduction of very-low-density lipoprotein production and induction of LDLR expression[J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2020, 127: 110146−110154.

[8] XIA X Y, WANG X D, WANG H, et al. Ameliorative effect of white tea from 50-year-old tree of *Camellia sinensis* L. (Theaceae) on kidney damage in diabetic mice via SIRT1/AMPK pathway [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2021, 272: 113919−113933.

[9] SANLIER N, ATIK I, ATIK A. A minireview of effects of white tea consumption on diseases[J]. Trends in Food Science & Technology, 2018, 82: 82−88.

[10] 杨丰. 闽北主要茶树品种的白茶传统工艺适制性研究[J]. 福建茶叶, 2014(4): 39−42. [YANG F. Study on the suitability of traditional white tea technology for main tea varieties in northern Fujian[J]. Fujian Tea, 2014(4): 39−42.]

[11] 陈林, 张应根, 项丽慧, 等. ‘茗科 1 号’等 5 个福建乌龙茶品种的白茶适制性鉴定[J]. 茶叶学报, 2019(2): 64−68. [CHEN L, ZHANG Y G, XIANG L H, et al. Identification of white tea suitability of five Fujian oolong tea varieties including 'Mingke No.1'[J]. Journal of Tea, 2019(2): 64−68.]

[12] 邵静娜, 葛国平, 董瑞霞, 等. 丽水茶叶主栽品种白茶适制性初步研究[J]. 茶叶, 2020, 46(3): 150−152. [SHAO J N, GE G P, DONG R X, et al. Preliminary study on the suitability for processing white tea using main cultivars in Lishui[J]. Journal of Tea, 2020, 46(3): 150−152.]

[13] 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 W C, WANG Q, ZHAO Y Q, 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.]

[14] 黄怀生, 粟本文, 钟兴刚, 等. 湖南地方性茶树资源汝城白毛茶适制性分析[J]. 中国茶叶加工, 2021(2): 21−24. [HUANG H S, SU W W, ZHONG X G, et al. Analysis of the suitability of Rucheng Baimao tea, a local tea tree resource in Hunan[J]. China Tea Processing, 2021(2): 21−24.]

[15] 叶乃兴. 我国茶树育种的骨干亲本及其系谱分析[J]. 中国茶叶, 2008, 30(4): 11−13. [YE N X. The backbone parents and pedigree analysis of tea breeding in China[J]. China Tea, 2008, 30(4): 11−13.]

[16] 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 L, CHENG X, YE G S, 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.]

[17] 王丽, 叶乃兴, 郑德勇, 等. 加工工艺对白茶、乌龙茶、红茶生化成分及抗氧化活性的影响[J]. 福建茶叶, 2016, 38(4): 4−7.

［WANG L, YE N X, ZHENG D Y, et al. Effects of processing technology on biochemical components and antioxidant activities of white tea, oolong tea and black tea[J]. Fujian Tea, 2016, 38(4): 4−7.］
［18］王伟伟, 张建勇, 王蔚, 等. 茶叶中咖啡碱的开发利用[J]. 中国茶叶, 2021, 43(5): 11−15.［WANG W, ZHANG J Y, WANG W, et al. Development and utilization of caffeine in tea[J]. China Tea, 2021, 43(5): 11−15.］
［19］黄彪, 刘文静, 方灵, 等. 基于 UPLC-MS/MS 同时分析福建乌龙茶和白茶中的儿茶素类物质[J]. 食品工业科技, 2020, 41(10): 254−258, 270.［HUANG B, LIU W J, FANG L, et al. Simultaneous analysis of catechins in several fujian oolong tea and white tea products by UPLC-MS/MS[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(10): 254−258, 270.］
［20］王若娴, 黄翔翔, 李勤, 等. 不同类型白茶儿茶素、香气成分与感官品质比较[J]. 食品工业科技, 2022, 43(5): 315−321.［WANG R X, HUANG X X, LI Q, et al. Comparison of catechins, aroma components and sensory quality of different types of white tea[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(5): 315−321.］
［21］张英娜, 嵇伟彬, 许勇泉, 等. 儿茶素呈味特性及其感官分析方法研究进展[J]. 茶叶科学, 2017, 37(1): 1−9.［ZHANG Y N, JI W B, XU Y Q, et al. Review on taste characteristic of catechins and its sensory analysis method[J]. Journal of Tea Science, 2017, 37(1): 1−9.］
［22］邓仕彬, 林国荣, 周凤超. 制茶工艺对白茶品质影响研究进展[J]. 食品工业科技, 2021, 42(2): 333−337, 344.［DENG S B, LIN G R, ZHOU F C. Research progress of tea-making technology on the quality of white tea[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(2): 333−337, 344.］
［23］王飞权, 冯花, 葛捷琳, 等. 不同茶树品种新工艺秋季白茶品质比较分析[J]. 茶叶通讯, 2019, 46(4): 441−447.［WANG F Q, FENG H, GE J L, et al. Comparative analysis on the quality of autumn white tea with different tea varieties processed by new technique[J]. Journal of Tea Communication, 2019, 46(4): 441−447.］
［24］金阳, 赵玉香, 刘亚峰, 等. 基于浙江夏秋茶鲜叶加工白茶的适制性研究[J]. 中国茶叶加工, 2017(Z2): 48−53.［JIN Y, ZHAO Y X, LIU Y F, et al. Study on the processing suitability of white tea in summer and autumn in Zhejiang province[J]. Chinese tea processing, 2017(Z2): 48−53.］
［25］田宇倩. 基于感官评价和化学计量学的白茶风味品质研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2020.［TIAN Y Q. Study on flavor quality of white tea based on sensory evaluation and chemometrics[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2020.］
［26］杨晨. 基于代谢组学的不同花色种类白茶滋味品质研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.［YANG C. Study of the taste quality in different types of white tea based on metabolomics analysis[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2018.］
［27］沈强, 张小琴, 许凡凡, 等. 不同时期正安白茶呈味物质变化及滋味评价[J]. 食品工业科技, 2020, 41(24): 31−35, 43.［SHEN Q, ZHANG X Q, XU F F, et al. Changes of taste substances and taste evaluation of Zheng'an white tea in different periods[J]. Food Industry Science and Technology, 2020, 41(24): 31−35, 43.］
［28］刘亚峰, 赵玉香, 金阳, 等. 浙江地区夏秋季白茶萎凋技术及品质研究[J]. 中国茶叶加工, 2018(3): 55−59.［LIU Y F, ZHAO Y X, JIN Y, et al. Research on withering technology and quality of white tea in summer and autumn in Zhejiang[J]. China Tea Processing, 2018(3): 55−59.］
［29］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 Z D, ZHOU H, CHEN X H, et al. Taste quantitative evaluation of Fuding white tea[J]. Journal of Zhejiang University (Agric& Life Sci), 2020, 46(3): 334−343.］
［30］陈志达. 白茶风味品质的物质基础与量化评价研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2019.［CHEN Z D. Research on the material basis and quantitative evaluation of the flavor quality of white tea[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2019.］
［31］胡善国, 刘亚芹, 王辉, 等. 不同摊放处理对茶鲜叶游离氨基酸的影响[J]. 中国茶叶加工, 2021(4): 27−33.［HU S G, LIU Y Q, WANG H, et al. Effect of different spreading treatments on gree amino acids in fresh tea leaves[J]. Chinese Tea Processing, 2021(4): 27−33.］