

熊元元, 张厅, 刘晓, 等. 不同叶色茶树品种原料对四川黑茶品质的影响 [J]. 食品工业科技, 2024, 45(16): 301–311. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023100060

XIONG Yuanyuan, ZHANG Ting, LIU Xiao, et al. Effects of Raw Materials from Different Tea Cultivars of Leaf Colour on Sichuan Dark Tea Quality[J]. Science and Technology of Food Industry, 2024, 45(16): 301–311. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2023100060

· 分析检测 ·

不同叶色茶树品种原料对四川黑茶品质的影响

熊元元, 张厅*, 刘晓, 马伟伟, 唐晓波, 王小萍, 王云, 李春华
(四川省农业科学院茶叶研究所, 四川成都 610066)

摘要: 探究不同叶色茶树品种原料对四川黑茶品质的影响。采用 4 个不同叶色茶树品种的原料制成四川黑茶, 通过感官审评、化学分析和气相色谱-质谱技术 (gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS) 法比较分析主要品质成分及香气成分含量。结果表明, 不同叶色茶树品种原料制成的四川黑茶主要品质成分差异明显, ‘紫鹃’品种原料加工的四川黑茶水浸出物、茶多酚、儿茶素和咖啡碱含量最高, 分别为 49.45%、18.54%、4.77%、4.21%, 其次是‘黄金芽’品种原料加工的四川黑茶, 均显著 ($P<0.05$) 高于‘福鼎大白’和‘白叶 1 号’品种原料加工的四川黑茶。‘黄金芽’品种原料加工的四川黑茶中呈现鲜爽味的天冬酰胺、茶氨酸、天冬氨酸、谷氨酸含量最高, 分别为 115.78、279.86、154.47、70.76 mg/100 g, 显著 ($P<0.05$) 高于其他品种原料加工的四川黑茶。香气物质分析显示各品种四川黑茶香气成分以醇类、醛类、酮类、碳氢类和酯类为主, 占香气总量的 80% 以上。‘福鼎大白’与‘白叶 1 号’香气相似率为 0.98, ‘黄金芽’与‘紫鹃’香气相似率为 0.99; ‘白叶 1 号’品种原料加工的四川黑茶带花香, ‘紫鹃’品种原料加工的四川黑茶带陈香。感官品质分析表明, ‘福鼎大白’‘白叶 1 号’‘黄金芽’品种茶样综合品质较好, 评分在 82 分以上, ‘紫鹃’样品评分最低。‘黄金芽’原料加工的四川黑茶内含物质丰富, 综合品质较好; ‘白叶 1 号’原料加工的四川黑茶带有花香, 可作为加工高级特种四川黑茶的品种; ‘紫鹃’原料加工的四川黑茶水浸出物和茶多酚含量高, 带陈香, 适合与其他多酚含量低的品种原料拼配加工, 且可作为陈香黑茶产品的拼配品种。

关键词: 四川黑茶, 茶树品种, 加工, 品质, 香气

中图分类号: TS272.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2024)16-0301-11

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2023100060

本文网刊:



Effects of Raw Materials from Different Tea Cultivars of Leaf Colour on Sichuan Dark Tea Quality

XIONG Yuanyuan, ZHANG Ting*, LIU Xiao, MA Weiwei, TANG Xiaobo, WANG Xiaoping,
WANG Yun, LI Chunhua

(Tea Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China)

Abstract: To explore the influence of raw materials from different cultivars on the quality of Sichuan dark tea, the raw materials of 4 tea cultivars were used in this study. The main chemicals and aroma components were analyzed by sensory evaluation, chemical analysis and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The main components of Sichuan dark teas made from different tea cultivars were significantly different. The contents of water extract, tea polyphenols, catechins and caffeine of Sichuan dark teas from 'Zijuan' were the highest, which were 49.45%, 18.54%, 4.77%, and 4.21%, respectively, followed by Sichuan dark tea processed with 'Huangjinya' cultivar, all of them were significantly ($P<0.05$) higher than the Sichuan dark tea processed with 'Fuding Dabai' and 'Baiye 1'. The contents of L-asparagine, L-theanine,

收稿日期: 2023-10-11

基金项目: 四川省科技厅重点研发项目 (2021YFN0093, 2023YFN0012); 四川省茶叶创新团队 (SCCXTD-2024-10); 四川省农业科学院 1+9 揭榜挂帅项目 (1+9KJGG007); 四川省财政自主创新专项 (2022ZZCX055); 四川省财政自主创新专项 (2022ZZCX054)。

作者简介: 熊元元 (1991-), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 茶叶加工, E-mail: 719756331@qq.com。

* 通信作者: 张厅 (1986-), 男, 硕士, 副研究员, 研究方向: 茶叶加工, E-mail: 441077871@qq.com。

aspartic acid and glutamic acid were the highest of Sichuan dark teas from 'Huangjinya', which were 115.78, 279.86, 154.47, 70.76 mg/100 g, respectively, significantly ($P<0.05$) higher than Sichuan dark tea processed with other cultivars. Aroma analysis showed that main aroma components were alcohols, aldehydes, ketones, hydrocarbons and esters, accounting for more than 80% of the total aroma. The similarity rate of aroma between 'Fuding Dabai' and 'Baiye 1' was 0.98, and that of 'Huangjinya' and 'Zijuan' was 0.99. The Sichuan dark tea processed with the 'Baiye 1' had floral fragrance, and the Sichuan dark tea processed with the 'Zijuan' had "stale flavor". Sensory quality analysis showed that the comprehensive qualities of Sichuan dark teas from 'Fuding Dabai', 'Baiye 1' and 'Huangjinya' were the better, with a score of more than 82, while the Sichuan dark tea from 'Zijuan' had the lowest score. The Sichuan dark tea processed with 'Huangjinya' materials was rich in substances and had good comprehensive quality. The Sichuan dark tea processed with 'Baiye 1' material had floral fragrance, which could be used as a variety for processing advanced special Sichuan dark tea. The Sichuan dark tea processed with 'Zijuan' materials had high content of water extracts and tea polyphenols, with "stale flavor". It was suitable for blending and processing with other cultivars of low polyphenol content, and could be used as a blending variety for dark tea products with "stale flavor".

Key words: Sichuan dark tea; tea cultivar; processing; quality; aroma

四川黑茶生产历史悠久,主产区为雅安,另外在宜宾、邛崃、洪雅、北川、平武、万源等地也有生产。四川黑茶具有外形褐黑油润,汤色红黄明亮,香气浓郁持久,滋味醇和悠长的特点,一直是藏族人民不可或缺的生活必需品^[1]。近年来,随着黑茶保健功能的揭示^[2-6],四川黑茶也日益受到内地广大消费者青睐,为满足消费者对健康和口感的多样化需求,各种工艺革新层出不穷^[7-8],具有独特品质的四川黑茶备受关注。

四川黑茶的品质受多方面因素影响,原料特性和加工工艺直接影响其品质。目前,相关研究大多集中在加工工艺及品质形成方面。研究发现,通过工艺革新可改善四川黑茶的风味品质,开发多样化的产品^[9-10]。蒋玉玲^[11]通过对四川黑茶渥堆过程中优势真菌与品质成分变化关系的研究,揭示了四川黑茶渥堆过程品质形成机理。四川黑茶的生产原料为本地区主栽茶树品种,加工出的四川黑茶品质单一。熊元元等^[12]对四川主栽茶树品种的黑茶适制性进行了研究,发现四川中小叶群体种和名山 131 为优质、低氟黑茶适制品种。近年来,不同叶色茶树品种在全国茶区兴起,茶园面积大幅增加,常见的有‘白叶 1 号’(安吉白茶)^[13]、‘黄金芽’^[14]、‘紫鹃’^[15]等。不同叶色茶树品种除了新梢色泽有别于一般绿色芽叶茶树之外,其内含物成分、物质代谢、生理特性也有各自特点^[16-17],如高花青素低儿茶素,高氨基酸低茶多酚,因此这些茶树品种具有开发特色健康产品的前景^[18]。

随着四川黑茶消费群体的多样化以及新茶树品种的增加,研究不同品种四川黑茶的适制性,对于开发多品味四川黑茶具有重要意义。本研究拟通过以常规绿色茶树品种‘福鼎大白’为对照,选取白、黄、紫(‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’)3 种不同叶色茶树品种原料按四川黑茶加工工艺试制四川黑茶,并对其色差、生化成分、香气成分等品质指标进行评价研究,分析不同叶色品种加工的四川黑茶品质特征,为不同叶色茶树品种的资源开发、四川黑茶适制品种筛选及特色黑茶新产品开发提供理论基础和科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

‘福鼎大白’‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’一芽二、三叶 2022 年 5 月 12 日采摘于宜宾高县云州茶业有限公司位于文江镇云山村的品种示范园,其管理方式一致。4 个试验品种特征特性见表 1;甲醇、己腈(均为色谱纯)、咖啡碱(纯度 $\geq 98\%$)、儿茶素标准品包括表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin gallate, EGCG)、表儿茶素没食子酸酯(epicatechin gallate, ECG)、表没食子儿茶素(epigallocatechin, EGC)、表儿茶素(epicatechin, EC)、儿茶素(catechin, C) 购于美国 Sigma 公司;癸酸乙酯(纯度 99%)、磷酸氢二钠(GR, 99%) 购自上海麦克林生化科技有限公司;其他试剂药品均为分析纯。

S-433D 氨基酸分析仪 德国 SYKAM 公司;
7890B-MS5977A 气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)

表 1 4 个试验品种特征特性

Table 1 Characteristics of 4 tea cultivars

编号	品种	品种特征	品种特性
CK	福鼎大白	无性系,小乔木型,中叶类,茸毛多,常见绿色芽叶品种	常见试验对照品种
BY	白叶1号 (安吉白茶)	无性系,灌木型,中叶类,白化种,芽叶肥壮,绿色,茸毛中等,叶色绿	低温敏感型变异茶种,具有“阶段性返白现象”,低于20℃芽叶呈玉白色,叶脉先返绿
HJ	黄金芽	无性系,灌木型,小叶类,黄化种,芽体较小,茸毛少,叶色浅绿或黄白	属于光照敏感型,黄色系变异,芽白型种。春、夏、秋三季新梢表现黄色
ZJ	紫鹃	无性系,小乔木型,大叶类,中芽种,嫩梢的芽、叶、茎都为紫色	为高花青素含量的特色品种

美国 Agilent 公司; 20 AD 高效液相色谱仪(HPLC)、UV-2550 紫外-可见分光光度计 日本岛津公司; 50/30 μm DVB/CAR/PDMS 固相微萃取头 美国 Supelco 公司; Milli-RO PLUS30 纯水机 法国 Millipore 公司; QUINTIX124-1CN 电子天平 德国赛多利斯公司; PFX-iSeries spectro Colormeter 高精度自动分光色差仪 英国 Lovibond 公司; CR410 便携式色差计 日本柯尼卡美能达公司。

1.2 实验方法

1.2.1 四川黑茶制备工艺 将采摘的鲜叶(水分含量在 75.15%~77.99%)在摊青槽中摊凉过夜,用蒸汽-热风杀青(温度 270 $^{\circ}\text{C}$ 左右,时间 2~3 min),揉捻 30 min 左右,解块,经动态失水及瓶炒机炒干失水后(茶叶水分含量为 28.62%~32.23%),开始渥堆,当堆温达到 60 $^{\circ}\text{C}$ 左右时翻堆,待叶片转为深红褐色,无粗青气,无酸馊味,开堆,渥堆时间 28 d,翻堆 3 次,渥堆好的茶叶用炒干机干燥至茶叶含水率 8%~10%。

1.2.2 茶汤制备 取磨好茶样(40~60 目)1.5 g,于 1:100 茶水比,立即移入沸水浴中,浸提 45 min(每隔 10 min 摇动一次)。浸提完毕后立即趁热减压过滤。滤液移入 100 mL 容量瓶中,残渣用少量热蒸馏水洗涤 2~3 次,并将滤液滤入上述容量瓶中,冷却后用蒸馏水定容至 100 mL,每个处理组进行 3 个重复,用于水浸出物、茶多酚、游离氨基酸和咖啡碱的测定。

1.2.3 茶叶感官审评 感官审评参照 GB/T 23776-2018《茶叶感官审评方法和评分标准》^[19]。其中外形占 20%,汤色占 15%,香气占 25%,滋味占 30%,叶底占 10%。根据审评知识与品质标准,按外形、汤色、香气、滋味和叶底“五因子”,采用百分制,评分标准及审评术语按黑茶品质评语与各因子评分标准进行。审评员 5 人,都经过严格的评茶培训并取得证书,审评得分为 5 人评分的平均值,由主评综合 5 人结果给出最后评语。

1.2.4 色差值测定 茶汤色差值测定:取 3 g 茶样,加沸蒸馏水 150 mL 冲泡 5 min,趁热用滤纸过滤,滤液冷却至室温,用分光色差仪进行 3 次重复测定。

干茶及叶底色差值测定:采用 CR410 色差计测定干茶及叶底色泽,三点测定,每点重复 3 次。采用 $L^*a^*b^*$ 色差系统进行测定,其中 L^* 值代表明度; a^* 代表红绿色度,“+”代表红色程度,“-”代表绿色程度, b^* 代表黄蓝色度,“+”代表黄色程度,“-”代表蓝色程度^[20]。

1.2.5 主要生化成分测定 水浸出物含量:参照 GB/T 8305-2013《茶 水浸出物测定》测定^[21]。

游离氨基酸含量:参照 GB/T 8314-2013《茶 游离氨基酸总量测定》中茚三酮比色法测定^[22]。

茶多酚含量:参照 GB/T 8313-2018《茶叶中茶多

酚和儿茶素类含量的检测方法》中福林酚试剂法测定^[23]。

咖啡碱含量:参照 GB/T 8312-2013《茶 咖啡碱测定》测定^[24]。

儿茶素含量^[25-26]:取适量茶粉,在 70 $^{\circ}\text{C}$ 水浴条件下用 70% 甲醇提取 10 min, 3500 $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心后过 0.45 μm 滤膜,待测。色谱仪: LC-1200; 色谱柱 (Agelatechnologies, TC-C₁₈ 柱), 流动相: A 相: 0.1% 甲酸水溶液, B 相: 含 0.1% 甲酸的甲醇溶液; 梯度洗脱条件: 0~1 min(85% A), 1~2 min(80% A), 2~8 min(80% A), 8~15 min(75% A), 15~23 min(75% A), 23~25 min(85% A), 25~30 min(85% A), 流速 0.8 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$; 进样量 5 μL ; 紫外检测波长: 280 nm; 柱温: 35 $^{\circ}\text{C}$ 。

茶红素、茶黄素、茶褐素含量的测定:采用系统检测法进行测定,于 380 nm 波长处测定吸光值^[27]。

茶多糖总量测定:采用硫酸蒽酮比色法进行测定,于 620 nm 波长处测定吸光值^[28]。

黄酮类含量测定:采用三氯化铝比色法进行测定,于 420 nm 波长处测定吸光值^[29]。

氨基酸组分含量测定:参照张英娜等^[30]研究方法。采用 Waters 公司 AccQ-Tag 氨基酸分析方法,待测液经 AccQ-Tag 柱分离,在荧光检测器(Ex: 250 nm, Em: 395 nm)中检测,用外标法定量氨基酸组成的含量。Waters alliance w2695 高效液相色谱仪, Empower 软件工作站, 荧光检测器, 检测波长: Ex: 250 nm, Em: 395 nm, AccQ-Tag 氨基酸(15 mm $\times$ 3.9 mm $\times$ 4.6 mm), 流速: 1 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$, 柱温: 37 $^{\circ}\text{C}$, 进样量: 10 μL , 流动相梯度洗脱。

1.2.6 香气成分检测与分析 顶空固相微萃取法^[31-32]:准确称取 1.0 g 茶样放入萃取瓶中,加入 30 mL 沸水,加入 10 μL 的内标(90 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 癸酸乙酯),然后将装有 50/30 μm DVB/CAR/PDM 萃取头(实验前在 250 $^{\circ}\text{C}$ 老化 15 min)的 SPME 手持器通过瓶盖的橡皮垫插入到萃取瓶中,在 50 $^{\circ}\text{C}$ 水浴中平衡 10 min,推出纤维头,吸附 50 min 后,取出并立即插入气相色谱仪的进样口中,解吸附 3 min,同时启动仪器收集数据。

GC-MS 条件^[33-34]:程序升温参数:初始温度 50 $^{\circ}\text{C}$, 保持 2 min,以 3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至 80 $^{\circ}\text{C}$ 保持 2 min,以 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至 180 $^{\circ}\text{C}$ 保持 1 min,以 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至 230 $^{\circ}\text{C}$ 保持 5 min,最后以 20 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至 250 $^{\circ}\text{C}$ 保持 3 min。进样口温度: 220 $^{\circ}\text{C}$ 。脉冲不分流,进样 1 μL ,载气为高纯氦气(99.999%),柱流速: 1.5 mL/min 。色谱-质谱接口温度: 250 $^{\circ}\text{C}$ 。离子源温度: 230 $^{\circ}\text{C}$ 。离子化方式: EI。电子能量: 70 eV。扫描质量范围 50~500 m/z 。

香气成分定性和定量分析:结合相对保留时间、参考数据库及相关文献对各出峰位置进行定性,各成分峰面积与内标峰面积比计算其相对含量。香气香

型相似率计算参考文献 [35]。

1.3 数据处理

实验数据使用 Excel 2010 软件整理后,采用 DPS9.50 软件进行统计分析, LSD 多重比较进行显著性分析, $P<0.05$ 表示差异显著, 由 Origin 9.1 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同叶色茶树品种原料对四川黑茶感官品质的影响

不同叶色茶树品种原料经摊放、杀青、揉捻、炒干失水、渥堆、干燥, 所得黑茶用于感官审评, 结果见表 2。4 个不同叶色茶树品种加工的黑茶感官总评分为: CK(‘福鼎大白’)>BY(‘白叶 1 号’)>HJ(‘黄金芽’)>ZJ(‘紫鹃’)。采用 DPS9.50 软件对感官审评结果进行方差及显著性分析, ‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’原料加工的黑茶在外形、汤色、香气、滋味、叶底上与‘福鼎大白’原料加工的黑茶均有显著性($P<0.05$)差异。外形色泽品质表现为: ‘白叶 1 号’原料加工的黑茶外形紧结较直、棕褐油润, 评分 94 分, 品质最佳; ‘紫鹃’原料加工的黑茶外形紧细较直、乌褐油润, 评分 79.33 分, 相对较低。汤色品质分析表明: ‘福鼎大白’原料加工的黑茶的汤色橙红较亮, 评分 86.17 分, 评分最高; 最差的是‘白叶 1 号’原料加工的黑茶的汤色, 橙黄较亮, 评分 73.33 分。香气品质评定显示: ‘福鼎大白’‘白叶 1 号’原料加工的黑茶陈香明显、浓郁持久, 得分在 90 分以上; 其余品种原料加工的黑茶带陈香、较持久, 得分在 80~85 分。滋味品质中‘福鼎大白’‘黄金芽’原料加工的黑茶醇厚回甘带涩, 得分在 80 分以上; ‘紫鹃’原料加工的黑茶回甘、苦涩明显, 得分最低, 66.83 分。‘福鼎大白’‘白叶

1 号’原料加工的黑茶叶底棕褐较亮, 得分在 85 分以上; ‘紫鹃’原料加工的黑茶叶底红较亮, 得分最低, 83.17 分。综合各项品质以福鼎原料加工的黑茶品质最佳, 得分在 88 分以上; 最差的为‘紫鹃’原料加工的黑茶, 得分仅 76.29 分。

2.2 不同叶色茶树品种原料对四川黑茶色泽的影响

茶叶色泽包括干茶色泽、汤色、叶底色泽 3 部分, 是茶叶品质的重要组成部分。同时, 茶叶色泽与茶叶品质存在着一定的关系, 用于色泽评定的现代仪器分析主要是色差分析, 主要依靠均匀颜色空间表征食品色泽属性。4 个不同叶色茶树品种原料加工的黑茶的干茶、茶汤、叶底色泽性状因子表现见表 3。‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’原料加工的黑茶的干茶色泽在明亮度 L^* 、测色值 a^* 、测色值 b^* 均显著高于对照品种‘福鼎大白’原料加工的黑茶($P<0.05$), 说明‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’原料加工的黑茶的干茶色泽优于‘福鼎大白’原料加工的黑茶。‘紫鹃’原料加工的黑茶的干茶色泽明亮度和黄色色度最高, L^* 值为 34.71, b^* 值为 19.43, 且显著高于其他品种原料加工的黑茶($P<0.05$)。‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’原料加工的黑茶的干茶色泽红色色度、黄色色度均比对照品种原料加工的黑茶高, 且有显著差异($P<0.05$)。‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’加工的黑茶的茶汤明亮均高于对照品种原料加工的黑茶, 且有显著差异($P<0.05$), 其中‘白叶 1 号’原料加工的黑茶茶汤明亮度最高, L^* 值为 85.10; 但茶汤的红色色度和黄色色度均低于对照品种原料加工的黑茶, 说明‘福鼎大白’原料加工的黑茶的茶汤色泽比‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’加工的黑茶的茶汤色泽更红, 与感官审评结果一致。‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’原料加工的黑茶的叶底红色色度和黄色色度均显著高于‘福鼎大白’原料

表 2 不同品种原料四川黑茶感官审评结果

Table 2 Organoleptic qualities of Sichuan dark tea from different cultivars

编号	外形(20%)		汤色(15%)		香气(25%)		滋味(30%)		叶底(10%)		总分
	评语	分数	评语	分数	评语	分数	评语	分数	评语	分数	
CK	紧结较直, 褐较润	89.97±0.65 ^b	橙红较亮	86.17±0.29 ^a	浓郁持久, 陈香明显	95.50±0.50 ^a	醇厚回甘带涩	83.33±0.58 ^a	棕褐较亮	85.33±0.58 ^b	88.33±0.26 ^a
BY	紧结较直, 棕褐油润	94.00±1.00 ^a	橙黄较亮	73.33±1.53 ^c	陈香浓郁持久, 带花香	91.97±0.65 ^b	醇厚回甘带涩	73.67±0.58 ^c	棕褐较亮	86.17±0.29 ^a	83.31±0.12 ^b
HJ	紧细弯曲, 棕褐油润	84.93±0.40 ^c	橙黄明亮	80.00±0.00 ^b	较浓郁持久, 陈香	84.33±0.29 ^c	醇厚回甘带涩	80.67±0.58 ^b	红较亮	84.00±0.50 ^c	82.82±0.37 ^c
ZJ	紧细较直, 乌褐油润	79.33±1.15 ^d	橙黄较亮	80.00±1.00 ^b	较浓郁持久, 带陈香	80.03±0.45 ^d	回甘, 苦涩明显	66.83±0.29 ^d	红较亮	83.17±0.29 ^d	76.29±0.13 ^d

注: 同列数据不同小写字母表示差异显著($P<0.05$), 表3~表6同。

表 3 不同品种原料四川黑茶色泽比较

Table 3 Color comparison of Sichuan dark tea form different cultivars

编号	干茶			茶汤			叶底		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
CK	25.98±0.55 ^c	1.63±0.21 ^b	13.74±0.30 ^d	78.01±0.08 ^d	7.26±0.08 ^a	62.30±0.67 ^a	19.50±0.18 ^c	2.10±0.01 ^d	10.48±0.18 ^d
BY	32.82±1.22 ^b	3.22±0.38 ^a	18.41±0.96 ^b	85.10±0.04 ^a	2.68±0.04 ^d	45.91±0.11 ^d	19.42±0.91 ^c	3.24±0.09 ^c	12.08±0.37 ^c
HJ	32.29±0.15 ^b	3.55±0.16 ^a	16.03±0.32 ^c	81.62±0.06 ^b	4.01±0.05 ^c	59.40±0.14 ^c	22.07±0.17 ^b	7.66±0.30 ^a	16.96±0.50 ^a
ZJ	34.71±1.50 ^a	3.53±0.31 ^a	19.43±0.75 ^a	80.87±0.15 ^c	4.66±0.07 ^b	60.51±0.08 ^b	24.00±0.24 ^a	5.28±0.31 ^b	15.40±0.22 ^b

表 4 不同品种原料四川黑茶中的儿茶素成分及含量(%)
Table 4 Catechin contents of Sichuan dark teas from different cultivars (%)

编号	非酯型儿茶素				酯型儿茶素				总量
	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	
CK	0.11±0.00 ^c	0.30±0.02 ^c	0.03±0.00 ^d	0.08±0.00 ^c	0.57±0.06 ^d	0.13±0.01 ^d	0.19±0.02 ^d	0.02±0.01 ^b	1.42±0.12 ^c
BY	0.18±0.01 ^b	0.27±0.00 ^c	0.04±0.00 ^c	0.07±0.00 ^c	1.29±0.05 ^c	0.32±0.01 ^b	0.28±0.01 ^c	0.03±0.01 ^b	2.46±0.08 ^b
HJ	0.22±0.00 ^a	0.67±0.01 ^b	0.08±0.01 ^b	0.24±0.01 ^b	2.26±0.01 ^a	0.41±0.01 ^a	0.79±0.00 ^b	0.06±0.01 ^a	4.70±0.01 ^a
ZJ	0.22±0.01 ^a	0.79±0.00 ^a	0.19±0.00 ^a	0.51±0.01 ^a	1.63±0.00 ^b	0.20±0.00 ^c	1.17±0.00 ^a	0.07±0.01 ^a	4.77±0.01 ^a

加工的黑茶($P<0.05$),说明‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’原料加工的黑茶的叶底色泽更红亮。‘紫鹃’原料加工的黑茶的叶底明亮度最高, L^* 值为 24.00;‘黄金芽’原料加工的黑茶的红色色度和黄色色度最高, a^* 值为 7.66, b^* 值为 16.96,色差值与感官审评结果契合度较高。

2.3 不同叶色茶树品种原料对四川黑茶主要品质成分的影响

2.3.1 儿茶素 由表 4 可知,‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’原料加工的黑茶的儿茶素总量均高于‘福鼎大白’原料加工的黑茶,且差异显著($P<0.05$)。其中,‘紫鹃’品种加工的黑茶中非酯型儿茶素总量最高为 1.71%;‘黄金芽’品种加工的黑茶中酯型儿茶素总量最高为 3.52%。‘白叶 1 号’‘黄金芽’‘紫鹃’品种加工的黑茶中的 GC、C、EGCG、GCG、ECG、CG 含量均高于‘福鼎大白’黑茶,且差异显著($P<0.05$)。EGCG 含量最高的是‘黄金芽’品种加工的黑茶,为 2.26%,与其他 3 个品种有显著差异($P<0.05$)。ECG 含量最高的是‘紫鹃’品种加工的黑茶,为 1.17%。

2.3.2 茶色素 4 个样品茶汤的茶黄素、茶红素、茶褐素含量分析见表 5。不同品种原料所加工的黑茶的茶黄素含量无差异且含量极低。茶红素含量差异显著($P<0.05$),茶红素是茶汤红的重要成分,含量以‘黄金芽’原料加工的黑茶最高,为 6.25%;‘福鼎大白’原料加工的黑茶含量最低,为 3.23%。茶褐素是茶汤暗、褐成分,‘黄金芽’原料所加工的黑茶的茶褐素含

量最高,为 5.12%,且显著高于‘白叶 1 号’和‘紫鹃’原料所加工的黑茶($P<0.05$);‘紫鹃’原料所加工黑茶的茶褐素含量最低。

2.3.3 水浸出物、茶多酚、游离氨基酸、咖啡碱、茶多糖、黄酮 水浸出物是茶叶内含成分丰富与否的重要指标,也体现茶叶营养与功能性。由表 6 可知,‘紫鹃’原料加工的黑茶的水浸出物含量最高,为 49.45%,显著高于其他几个品种原料加工的黑茶($P<0.05$);其次是‘黄金芽’原料加工的黑茶,为 46.31%;‘白叶 1 号’和‘福鼎大白’原料加工的黑茶相当,分别是 44.22% 和 44.20%。

茶多酚是茶叶重要功能成分,也是茶汤滋味苦涩的重要成分。茶多酚含量分析显示,‘紫鹃’原料加工的黑茶的茶多酚含量最高,达 18.54%,显著高于其他品种原料加工的黑茶($P<0.05$);其次为‘黄金芽’原料加工的黑茶,为 14.14%。茶多酚含量最低的是‘白叶 1 号’原料加工的黑茶,其次是‘福鼎大白’原料加工的黑茶,分别为 9.77% 和 10.06%。

氨基酸是茶汤鲜爽的重要品质成分,含量高,滋味鲜爽。分析表明,4 个品种原料所加工的黑茶的氨基酸含量存在显著差异($P<0.05$),但都较低,含量在 1.11%~2.29%,其中‘黄金芽’原料加工的黑茶含量最高,‘福鼎大白’原料加工的黑茶含量最低。

咖啡碱是一种中枢神经兴奋剂,是茶汤滋味呈苦味的主要因素之一。由表 6 可知,‘紫鹃’原料加工的黑茶的咖啡碱含量显著高于其他品种原料加工的黑茶($P<0.05$),为 4.21%;其次是‘黄金芽’原料加工的黑茶,为 3.98%;‘福鼎大白’原料加工的黑茶的咖啡碱含量最低,为 3.05%。

茶多糖含量分析显示,‘福鼎大白’原料加工的黑茶含量显著高于其他品种原料加工的黑茶($P<0.05$),达 4.07%;其次是‘白叶 1 号’原料加工的黑茶,为 3.37%;含量最低的是‘紫鹃’原料加工的黑茶,为 1.90%,显著低于其他品种原料加工的黑茶($P<0.05$)。

表 6 不同品种原料四川黑茶主要品质成分分析(%)
Table 6 Main chemicals of Sichuan dark teas from different cultivars (%)

编号	水浸出物	茶多酚	游离氨基酸	咖啡碱	茶多糖	黄酮
CK	44.20±0.08 ^c	10.06±0.48 ^c	1.11±0.02 ^d	3.05±0.13 ^c	4.07±0.07 ^a	2.12±0.01 ^b
BY	44.22±0.28 ^c	9.77±0.13 ^c	1.65±0.07 ^c	3.18±0.04 ^c	3.37±0.08 ^b	2.73±0.14 ^a
HJ	46.31±0.08 ^b	14.14±0.29 ^b	2.29±0.04 ^a	3.98±0.01 ^b	2.22±0.02 ^c	2.83±0.04 ^a
ZJ	49.45±0.13 ^a	18.54±0.22 ^a	1.85±0.02 ^b	4.21±0.00 ^a	1.90±0.06 ^d	1.98±0.08 ^b

黄酮含量分析表明,‘黄金芽’和‘白叶 1 号’原料加工的黑茶显著高于其他两个品种原料加工的黑茶($P<0.05$),分别为 2.83% 和 2.73%;‘紫鹃’原料加工的黑茶含量最低,为 1.98%。

2.3.4 氨基酸组成 如表 7 所示,4 个黑茶样品均检测出 19 种氨基酸;不同品种原料加工的黑茶间氨基酸总量差异显著($P<0.05$),氨基酸总量最高的是‘黄金芽’原料加工的黑茶,为 1094.06 mg/100 g,最低的是‘福鼎大白’原料加工的黑茶,为 295 mg/100 g,‘白叶 1 号’和‘紫鹃’原料加工的黑茶含量分别为 648.37、842.92 mg/100 g;4 个品种原料加工的黑茶的 19 种氨基酸中均以茶氨酸含量最高,茶氨酸呈现鲜爽味。‘白叶 1 号’、‘黄金芽’、‘紫鹃’原料加工的黑茶中呈现

鲜爽味的天冬酰胺、茶氨酸、天冬氨酸、谷氨酸含量均显著高于‘福鼎大白’黑茶($P<0.05$)。

2.4 不同叶色茶树品种原料对四川黑茶香气成分的影响

4 个黑茶样品共检测出香气物质 111 种(表 8、表 9),包括醇类 27 种,酮类 19 种,醛类 18 种,碳氢类 14 种,酯类 12 种,酸类 8 种,酚类 2 种,含氧(呋喃)类化合物 5 种,含氮化合物 4 种,含硫化合物 2 种。其中醇类主要有:芳樟醇、苯甲醇、植物醇(+)- α -松油醇、氧化芳樟醇(III)、2,5-二甲基环己醇、氧化芳樟醇(II)、顺-2-戊烯-1-醇、1-戊烯-3-醇、反-橙花叔醇、1-辛烯-3-醇、1-戊醇等。酮类主要有:3,5-辛二烯酮、 β -紫罗酮、植酮、5,6-环氧- β -紫罗兰酮、3,5-

表 7 不同品种原料四川黑茶的氨基酸含量(mg/100 g)

Table 7 Contents of free amino acid components in Sichuan dark teas produced from different cultivars (mg/100 g)

氨基酸种类		滋味描述 ^[36-39]	CK	BY	HJ	ZJ
酰胺类氨基酸	天冬酰胺	鲜甜带酸	5.97±0.07 ^d	28.74±0.40 ^c	115.78±0.64 ^a	56.02±1.41 ^b
	茶氨酸	鲜爽味	112.77±9.16 ^c	216.59±0.99 ^b	279.86±1.29 ^a	209.56±22.12 ^b
	谷氨酰胺	咸味	4.26±0.10 ^a	2.36±0.01 ^b	2.34±0.11 ^b	1.78±0.21 ^c
芳香族氨基酸	酪氨酸	苦味	4.53±0.17 ^d	8.51±0.03 ^c	10.78±0.06 ^b	15.45±1.21 ^a
	苯丙氨酸	苦味	5.55±0.12 ^c	26.41±0.17 ^b	29.59±0.19 ^b	51.40±4.55 ^a
酸性氨基酸	天冬氨酸	鲜爽味	47.88±2.57 ^d	79.85±0.99 ^c	154.47±1.27 ^a	102.59±14.76 ^b
	谷氨酸	鲜爽味	20.48±1.39 ^d	54.25±0.26 ^b	70.76±0.99 ^a	31.21±4.00 ^c
含羟基氨基酸	苏氨酸	甜味	4.64±0.06 ^c	9.78±0.17 ^b	15.00±0.00 ^a	12.77±1.70 ^a
	丝氨酸	甜味	5.99±0.22 ^c	18.11±0.19 ^a	18.79±0.66 ^a	10.99±0.01 ^b
	甘氨酸	甜味	2.74±0.04 ^a	2.38±0.12 ^b	2.12±0.01 ^c	1.70±0.01 ^d
脂肪族氨基酸	丙氨酸	甜味	10.51±0.48 ^c	14.57±0.02 ^b	17.15±0.91 ^a	11.30±0.64 ^c
	缬氨酸	苦味	5.69±0.18 ^d	8.57±0.06 ^c	10.68±0.07 ^b	20.05±1.24 ^a
	异亮氨酸	苦味	3.62±0.01 ^d	8.36±0.09 ^c	23.96±0.15 ^a	20.20±2.02 ^b
	亮氨酸	苦味	3.74±0.16 ^d	8.21±0.01 ^c	21.53±0.05 ^a	18.34±1.98 ^b
	γ-氨基丁酸	爽口、柔涩感	4.62±0.04 ^c	8.39±0.25 ^b	10.01±0.18 ^a	3.85±0.75 ^c
碱性氨基酸	赖氨酸	苦味	4.99±0.33 ^d	11.65±0.08 ^c	30.15±0.35 ^a	20.28±3.30 ^b
	精氨酸	苦味	9.94±0.66 ^c	13.14±0.26 ^c	27.26±0.42 ^a	17.20±2.37 ^b
环状亚氨基酸	脯氨酸	甜味	2.53±0.08 ^c	11.27±0.13 ^b	19.65±0.11 ^a	20.97±1.79 ^a
含硫氨基酸	胱氨酸	咸味	34.69±0.80 ^c	117.29±0.70 ^b	234.22±1.36 ^a	217.30±22.42 ^a
总量			295.11±10.32 ^d	648.37±0.79 ^c	1094.06±7.13 ^a	842.92±86.44 ^b

注: 同行数据不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

表 8 不同品种原料四川黑茶中共有香气组分及其相对含量(%)

Table 8 Common aroma components and their relative contents in Sichuan dark teas produced from different cultivars (%)

化合物名称	CK	BY	HJ	ZJ
二氢猕猴桃内酯	7.56	5.28	2.17	2.58
棕榈酸甲酯	7.44	4.37	1.98	3.57
亚油酸甲酯	1.46	0.81	0.32	0.6
亚麻酸甲酯	1.32	1.29	0.29	0.6
邻苯二甲酸二异丁酯	0.89	0.52	0.41	0.72
(E)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯酸甲酯	0.87	1.94	1.46	1.81
3,5-辛二烯酮	6.28	7.27	2.29	0.94
β -紫罗酮	5.4	4.04	1.91	2.34
植酮	2.58	1.85	0.46	0.48
5,6-环氧- β -紫罗兰酮	2.43	1.73	0.57	1.01
3,5-辛二烯酮(E,E)	1.35	1.8	0.8	0.19
α -紫罗兰酮	0.88	0.6	0.23	0.37

续表 8

化合物名称	CK	BY	HJ	ZJ
1-戊烯-3-酮	0.6	0.77	0.38	0.22
甲基庚烯酮	0.53	0.59	0.43	0.28
苯乙酮	0.28	0.28	0.4	0.2
顺茉莉酮	0.22	0.24	0.37	0.37
4-(2,6,6-三甲基-1,3-环己二烯-1-基)-3-丁烯-2-酮	0.15	0.16	0.28	0.15
(反式,反式)-2,4-庚二烯醛	4.69	4.29	1.26	0.78
β -环柠檬醛	1.49	1.49	0.64	0.87
(E,E)-2,4-庚二烯醛	2.53	2.53	0.82	0.61
1-乙基-1H-吡咯-2-羧醛	1.4	0.93	0.67	0.34
苯甲醛	1.05	2.61	1.91	1.3
反-2,顺-6-壬二烯醛	0.9	0.67	0.4	0.32
反-2-辛烯醛	0.55	0.8	0.38	0.33
反式-2-戊烯醛	0.55	0.62	0.36	0.36
(E)-2-庚烯醛	0.36	0.57	0.41	0.37
2,3-二氢-2,2,6-三甲基苯甲醛	0.34	0.37	0.37	0.16
壬醛	0.33	0.35	0.5	0.34
芳樟醇	2.65	3.18	7.11	9.92
苯甲醇	2.12	1.04	7.61	3.29
植物醇	2.09	1.32	0.14	0.14
(+)- α -松油醇	1.78	2.15	5.84	16.6
氧化芳樟醇(III)	1.48	1.67	2.53	1.12
2,5-二甲基环己醇	1.47	1.87	1.14	0.94
氧化芳樟醇(II)	1.14	3.22	4.6	4.65
顺-2-戊烯-1-醇	0.98	1.37	0.8	0.54
1-戊烯-3-醇	0.82	0.8	0.36	0.19
反-橙花叔醇	0.5	0.96	0.46	0.32
1-辛烯-3-醇	0.26	0.56	0.38	0.24
1-戊醇	0.17	0.28	0.33	0.22
杜松烯	0.8	0.56	1.42	0.76
去氢白菖烯	0.24	0.23	0.38	0.19
柠檬烯	0.17	0.31	0.83	0.89
α -摩勒烯	0.12	0.11	0.29	0.14
壬酸	0.39	0.46	0.35	0.34
乙酸	0.32	0.79	0.4	0.31
3,5-二羟基戊苯	1.75	2.06	2.61	2.73
2-正戊基呋喃	0.34	0.51	0.37	0.17
2-乙酰基吡咯	0.18	0.19	0.16	0.11

表 9 不同品种原料四川黑茶中差异香气组分及其相对含量(%)

Table 9 Different aroma components and their relative contents in Sichuan dark teas produced from different cultivars (%)

化合物名称	CK	BY	HJ	ZJ
苯甲酸甲酯	0.34	0.17	—	0.12
水杨酸甲酯	0.66	—	1.8	1.11
棕榈油酸甲酯	0.23	—	—	—
硬酯酸甲酯C18	0.09	—	—	—
顺式-3-己烯醇苯甲酸酯	—	—	0.25	—
己酸乙酯	—	—	—	0.25
β -二氢紫罗兰酮	0.18	—	0.24	0.1
橙化基丙酮	2.3	1.54	0.89	—
2-十五烷酮	0.28	0.29	—	—
3-乙基-4-甲基-吡咯-2,5-二酮	0.47	0.46	—	—
2,3-辛二酮	—	—	0.41	—
6,10-二甲基-5,9-十一双烯-2-酮	—	—	—	0.57
2,5-己二酮	—	0.14	—	—

续表 9

化合物名称	CK	BY	HJ	ZJ
异佛尔酮	—	0.19	—	—
(2E,4E)-2,4-辛二烯醛	0.27	0.24	—	—
糖醛	0.43	0.2	—	—
戊醛	0.4	0.63	—	0.61
正己醛	1.34	1.45	1.14	—
2,4-二甲基苯甲醛	0.37	0.25	—	0.15
2-吡咯甲醛	0.38	0.2	0.14	—
巴豆醛	—	0.5	—	—
2-丁基辛醇	0.76	0.87	1.16	—
氧化芳樟醇(Ⅱ)	2.5	—	10.49	7.43
环辛醇	0.15	0.22	0.17	—
氧化芳樟醇	1.75	—	—	—
2-苯基乙醇	7.3	7.73	—	—
α -毕橙茄醇	0.15	—	—	—
异植物醇	0.82	0.5	—	0.18
正辛醇	—	0.35	0.38	—
氧化芳樟醇(Ⅳ)	—	3.06	5.28	2.64
(-)-4-萜品醇	—	—	—	0.6
L-薄荷醇	—	—	—	0.17
橙花醇	—	—	—	1.48
2,6-二甲基-2,7-辛二烯-1,6-二醇	—	—	—	0.21
雪松醇	—	—	—	0.12
氧化芳樟醇(Ⅰ)	—	1.41	—	—
新植二烯	1.16	—	—	0.11
反式石竹烯	—	—	0.42	—
γ -杜松烯	—	—	0.32	—
α -合欢烯	—	—	0.71	0.29
α -姜黄烯	—	—	0.31	—
月桂烯	—	—	—	0.38
α -二氢菖蒲烯	—	—	—	0.14
2-甲基萘	—	—	0.17	—
1,6-二甲基-4-(1-甲基乙基)萘	0.09	—	—	—
正戊酸	1.11	0.73	—	—
辛酸	0.17	—	0.15	—
香叶酸	0.12	0.25	—	—
苯甲酸	0.1	—	—	—
己酸	—	2.56	1.7	3.33
苯乙酸	—	—	—	0.22
甲基麦芽酚	0.35	0.27	—	—
2,4-二叔丁基苯酚	0.13	—	0.16	0.12
2-乙基呋喃	0.12	0.09	—	—
2-甲基呋喃	0.76	1.29	—	—
2,3-二氢苯并呋喃	—	—	0.3	0.44
2-(2-戊烯基)呋喃(含氧	—	0.32	—	—
1-甲基吡唑(含氮	0.29	0.49	0.24	—
2-吡啶甲醛肟(含氮	—	—	11.91	12.85
3-甲基吡啶(含氮	—	—	—	0.19
二甲基砷(含硫	—	0.79	0.61	0.21
二甲基亚砷	0.26	0.41	0.14	—

辛二烯酮(E,E)、 α -紫罗兰酮、1-戊烯-3-酮、甲基庚烯酮、苯乙酮、顺茉莉酮、4-(2,6,6-三甲基-1,3-环己二烯-1-基)-3-丁烯-2-酮等。醛类主要有:(反式,反式)-2,4-庚二烯醛、 β -环柠檬醛、(E,E)-2,4-庚二烯醛、1-

乙基-1H-吡咯-2-羧醛、苯甲醛、反-2-顺-6-壬二烯醛、反-2-辛烯醛、反式-2-戊烯醛、(E)-2-庚烯醛、2,3-二氢-2,2,6-三甲基苯甲醛、壬醛等。碳氢类主要有:杜松烯、去氢白菖烯、柠檬烯、 α -摩勒烯等。酯类

主要有: 二氢猕猴桃内酯、棕榈酸甲酯、亚油酸甲酯、亚麻酸甲酯、邻苯二甲酸二异丁酯、(E)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯酸甲酯等。酸类主要有: 壬酸、乙酸、己酸等。酚类主要有: 甲基麦芽酚、2,4-二叔丁基苯酚。含氧(呋喃)类主要有: 2-正戊基呋喃、2-甲基呋喃、2,3-二氢苯并呋喃等。含氮化合物主要有: 2-乙酰基吡咯、1-甲基吡唑、2-吡啶甲醛肟等。含硫化合物主要有: 二甲基砒、二甲基亚砒。

不同叶色茶树品种原料加工的四川黑茶的香气物质数量见表 10, ‘福鼎大白’原料加工的黑茶香气数量最多, 为 82 种, ‘黄金芽’原料加工的黑茶香气数量最少, 为 74 种。4 个黑茶样品中香气数量较多的物质种类为: 醇类、酮类、醛类、碳氢类和酯类化合物。4 个黑茶样品中香气组分及其相对含量如图 1 所示, 香气含量相对较高是醇类、酮类、醛类和酯类化合物, 含氮类化合物在‘黄金芽’和‘紫鹃’原料加工的黑茶中的含量显著($P<0.05$)高于‘福鼎大白’和‘白叶 1 号’原料加工的黑茶。

表 10 不同品种原料四川黑茶香气成分数量(种)
Table 10 Aromatic components and their numbers in Sichuan dark teas produced from different cultivars (kinds)

化合物	CK	BY	HJ	ZJ
醇类化合物	19	19	17	20
酮类化合物	15	16	14	13
醛类化合物	17	18	13	13
碳氢类化合物	7	5	10	9
酯类化合物	10	7	8	9
酸类化合物	6	5	4	4
酚类化合物	2	1	1	1
含氧(呋喃)类化合物	3	4	2	2
含氮化合物	2	2	3	3
含硫化合物	1	2	2	1
合计	82	79	74	75

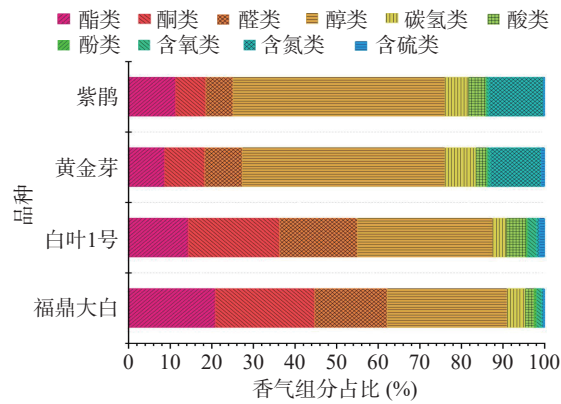


图 1 不同品种原料四川黑茶香气组分组成
Fig.1 Aroma components of Sichuan dark teas from different cultivars

不同叶色茶树品种原料加工的四川黑茶香型相似率如表 11 所示。‘福鼎大白’与‘白叶 1 号’原料加工的黑茶香气相似率高达 0.98, 说明‘福鼎大白’与‘白

叶 1 号’原料加工的黑茶香气的复合性较好, 其中 3,5-辛二烯酮(6.28, 7.27)、 β -紫罗酮(5.4, 4.04)、植酮(2.58, 1.85)、3,5-辛二烯酮(E,E)(1.35, 1.8)这些具有花果香味的香气成分含量较高; 呈现“菌花香”的(E,E)-2,4-庚二烯醛(2.53, 2.53)、带玫瑰味的 2-苯基乙醇(7.3, 7.73)含量也较高。‘黄金芽’与‘紫鹃’原料加工的黑茶香气相似率高达 0.99, 说明‘黄金芽’与‘紫鹃’原料加工的黑茶香气的复合性较好、调性和性好, 其中芳樟醇(7.61, 3.29)和苯甲醇(7.61, 3.29)相对含量较高, 且表现为花果香。‘紫鹃’黑茶具有陈香, 香气成分显示具有陈香的雪松醇(0.12)仅在‘紫鹃’黑茶中检测到。

表 11 不同品种原料四川黑茶香气香型相关性分析
Table 11 Correlation analysis of aroma types of Sichuan dark teas from different cultivars

品种	CK	BY	HJ	ZJ
CK	1	0.98	0.75	0.70
BY		1	0.79	0.75
HJ			1	0.99
ZJ				1

3 讨论与结论

本文选择的 4 个品种包括常规绿色茶树品种(‘福鼎大白’)、白化品种(‘白叶 1 号’)、黄化品种(‘黄金芽’)、紫化品种(‘紫鹃’), 按照四川黑茶加工工艺加工成黑毛茶, 感官品质综合表现较好的是‘福鼎大白’‘白叶 1 号’‘黄金芽’原料加工的黑茶, 得分均在 80 分以上, 是加工四川黑茶的适宜品种。此外, ‘白叶 1 号’原料加工的黑茶带有花香, 打破了传统四川黑茶仅有陈香的特点, 而且滋味醇厚回甘, 汤色橙黄明亮, 水浸出物和茶红素含量较高, 可考虑作为加工高级特种四川黑茶的品种。

原料是茶叶品质形成的基础, 不同品种原料品质特点各不相同, 如何取长补短, 原料拼配是一种重要手段。传统四川黑茶也经过适当拼配, 但原料选择较窄, 且没有规范。因此, 建立四川黑茶不同品种原料的适拼性有利于提高四川黑茶的品质。茶叶拼配技术涉及原料的色香味形品质的综合考虑, 对于四川黑茶, 香味的协调性尤为重要。本研究所选品种中, 经香气相似度分析, ‘福鼎大白’与‘白叶 1 号’、‘黄金芽’与‘紫鹃’香气相似率较高, 分别为 0.98、0.99, 且对气味做主要贡献的物质相似且相对含量相当; 说明‘福鼎大白’与‘白叶 1 号’、‘黄金芽’与‘紫鹃’香气协调性较好, 可作为相互拼配原料品种。具有陈香的香气物质雪松醇(0.12)仅在‘紫鹃’黑茶中检测到, ‘紫鹃’品种可考虑作为陈香黑茶产品的拼配品种。此外, 拼配时考虑滋味浓强, 茶多酚含量高的品种原料和滋味淡薄、茶多酚含量低、氨基酸含量高的品种原料拼合, 如‘白叶 1 号’茶多酚含量较低, 滋味醇和, 而‘紫鹃’水浸出物和多酚含量较高, 滋味略苦涩, 二者的拼合可以提高茶汤滋味的醇厚度, 从而提高四川黑茶品质。

不同品种原料对四川黑茶品质影响显著,‘黄金芽’和‘紫鹃’品种原料加工的四川黑茶水浸出物、茶多酚、儿茶素和氨基酸含量都较高,内含物丰富,滋味醇厚;‘福鼎大白’和‘白叶1号’品种原料加工的四川黑茶水浸出物、茶多酚、儿茶素和氨基酸含量相对较低,滋味醇和。不同品种原料加工的四川黑茶香气成分组成及相对含量有差异,产品呈现的香气也有差异,所以根据四川黑茶后发酵特点可选择特定品种创新特定风味四川黑茶或根据品种原料的拼合性提高四川黑茶品质。

© The Author(s) 2024. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

参考文献

- [1] 陈书谦. 雅安藏茶的前世今生[J]. 中国茶叶, 2017, 39(7): 45-47. [CHEN S Q. The history of Ya'an's Tibetan tea[J]. China Tea, 2017, 39(7): 45-47.]
- [2] WANG Y M, ZHANG M Y, ZHANG Z Z, et al. High-theabrownins instant dark tea product by *Aspergillus niger* via submerged fermentation: Alpha-glucosidase and pancreatic lipase inhibition and antioxidant activity[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017, 97(15): 5100-5106.
- [3] 许靖逸, 李祥龙, 李解, 等. 雅安藏茶茶褐素对 ^{60}Co γ 辐射损伤的防护作用[J]. 核技术, 2017, 40(4): 11-18. [XU J Y, LI X L, LI J, et al. Protective effect of extracted theabrownins from Ya'an Tibetan tea on radiation damage in mice caused by ^{60}Co γ -ray[J]. *Nuclear Techniques*, 2017, 40(4): 11-18.]
- [4] KUANG J L, ZHENG X J Z, HUANG F J, et al. Anti-adi-pogenic effect of theabrownin is mediated by bile acid alternative synthesis via gut microbiota remodeling[J]. *Metabolites*, 2020, 10(11): 475.
- [5] XIAO Y, HUANG Y N, LONG F W, et al. Insight into structural characteristics of theabrownin from Pingwu Fuzhuan brick tea and its hypolipidemic activity based on the *in vivo* zebrafish and *in vitro* lipid digestion and absorption models[J]. *Food Chemistry*, 2023, 404(PA).
- [6] 樊受基, 滕翠琴, 梁东娥, 等. 六堡茶茶褐素体外降脂功效研究[J]. 茶叶科学, 2020, 40(4): 536-543. [GONG S J, TENG C Q, LIANG D Y, et al. *In vitro* study on hypolipidemic effects of theabrownins in liupao tea[J]. *Journal of Tea Science*, 2020, 40(4): 536-543.]
- [7] 谈峰, 胥伟, 唐瑛蔓, 等. 藏茶设备渥堆工艺优化与品质分析[J]. 中国食品学报, 2021, 21(8): 235-244. [TAN F, XU W, TANG Y M, et al. Optimization of pile process and quality analysis of Tibetan tea equipent[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Teetmology*, 2021, 21(8): 235-244.]
- [8] 刘倩倩, 黄泓, 毛德芝, 等. 蜜桃藏茶调味茶的研制[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(24): 92-98. [LIU Q Q, HUANG H, MAO D Z, et al. Development of peach flavored Tibetan tea[J]. *Food Research and Development*, 2021, 42(24): 92-98.]
- [9] 马伟伟, 陈学娟, 郑娟, 等. 四川黑茶工艺创新研究进展[J]. 农业与技术, 2021, 41(16): 8-10. [MA W W, CHEN X J, ZHENG J, et al. Research progress on innovation of dark tea technological in Sichuan[J]. *Agriculture and Technology*, 2021, 41(16): 8-10.]
- [10] 聂枳宁. 外源酶处理对提高四川黑茶风味的工艺研究及效果评价[D]. 雅安: 四川农业大学, 2016. [NIE C N. The Research and evaluation of enhance Sichuan-dark-tea's flavor by exogenous enzyme treatment[D]. Ya'an: Sichuan Agriculture University, 2016.]
- [11] 蒋玉玲. 四川黑茶渥堆过程中优势真菌对其品质成分影响的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2012. [JIANG Y L. Study on the influence of advantage Fungi to its quality components in the process of piled-fermentation of Sichuan Brick Tea[D]. Ya'an: Sichuan Agriculture University, 2012.]
- [12] 熊元元, 张娟, 唐晓波, 等. 四川主栽茶树品种的黑茶适制性研究[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(9): 197-199. [XIONG Y Y, ZHANG J, TANG X B, et al. Study on the processing suitability of Sichuan tea cultivars for dark tea[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2020, 48(9): 197-199.]
- [13] 刘丁丁, 梅菊芬, 王君雅, 等. 茶树白化突变研究进展[J]. 中国茶叶, 2020, 42(4): 24-35. [LIU D D, MEI J F, WANG J Y, et al. Research progress on albino trait of tea plant[J]. *China Tea*, 2020, 42(4): 24-35.]
- [14] 王开荣, 李明, 梁月荣, 等. 茶树新品种‘黄金芽’选育研究[J]. 中国茶叶, 2008(4): 21-23. [WANG K R, LI M, LIANG Y R, et al. Study on breeding of new tea cultivar Huangjinya[J]. *China Tea*, 2008(4): 21-23.]
- [15] 杨兴荣, 田易萍, 黄玫, 等. 国家植物保护品种紫娟茶树的选育与应用[J]. 湖南农业科学, 2013(11): 1-3. [YANG X R, TIAN Y P, HUANG M, et al. Breeding and application of national protected tea cultivar 'Zijuan'[J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2013(11): 1-3.]
- [16] 王丽鸳, 赵容波, 成浩, 等. 叶色特异茶树品种选育现状[J]. 中国茶叶, 2020, 42(1): 15-19. [WANG L Y, ZHAO R B, CHENG H, et al. Current situation on breeding of tea cultivars with special leaf colors[J]. *China Tea*, 2020, 42(1): 15-19.]
- [17] 穆兵, 艾仄宜, 唐君, 等. 不同叶色茶树品种春季新梢生理生化特性研究[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(18): 143-149. [MU B, AI Z Y, TANG J, et al. Physiological and biochemical characteristics of new shoots of Tea Cultivars with different leaf color in spring[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2021, 49(18): 143-149.]
- [18] 张凯凯, 苏鸿锋, 林泳恩, 等. 高花青素茶呈色与花青素积累机制研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(11): 3585-3592. [ZHANG K K, SU H F, LIN Y E, et al. Research progress on the mechanism of color generation and anthocyanin accumulation in anthocyanin-rich tea[J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2022, 13(11): 3585-3592.]
- [19] 全国茶叶标准化技术委员会. GB/T 23776-2018 茶叶感官审评方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018. [National Tea Standardization Technical Committee. GB/T 23776-2018 Methodology for sensory evaluation of tea[S]. Beijing: China Standards Press, 2018.]
- [20] 王家勤, 姚月凤, 袁海波, 等. 基于色差系统的工夫红茶茶汤亮度的量化评价方法研究[J]. 茶叶科学, 2020, 40(2): 259-268. [WANG J Q, YAO Y F, YUAN H B, et al. A quantitative method for brightness evaluation of Congou black tea infusions based[J]. *Journal of Tea Science*, 2020, 40(2): 259-268.]
- [21] 全国茶叶标准化技术委员会. GB/T 8305-2013 茶水浸出物测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [National Tea Standardization Technical Committee. GB/T 8305-2013 Tea-Determination of water extracts content[S]. Beijing: China Standards Press, 2013.]
- [22] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 8314-2013 茶游离氨基酸总量的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [China Nation-

- al Standardization Management Committee. GB/T 8314-2013 Tea-determination of free amino acids content[S]. Beijing: China Standards Press, 2013.]
- [23] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 8313-2018 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018. [China National Standardization Management Committee. GB/T 8313-2018 Determination of total polyphenols and catechins content in tea[S]. Beijing: China Standards Press, 2018.]
- [24] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 8312-2013 茶 咖啡碱测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [China National Standardization Management Committee. GB/T 8312-2013 Teadetermination of caffeine[S]. Beijing: China Standards Press, 2013.]
- [25] AI Z Y, ZHANG B B, CHEN Y Q, et al. Impact of light irradiation on black tea quality during withering[J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2017, 54(5): 1212-1227.
- [26] 殷雨心, 陈玉琼, 焦远方, 等. 不同茶树品种原料对青砖茶品质的影响[J]. 茶叶科学, 2021, 41(1): 48-57. [YIN Y X, CHEN Y Q, JIAO Y F, et al. Effects of raw materials from different tea cultivars on green brick tea quality[J]. *Journal of Tea Science*, 2021, 41(1): 48-57.]
- [27] 李远华. 茶学综合实验[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2022. [LI Y H. Experimental techniques in tea science[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2022.]
- [28] 张媛媛, 张彬. 苯酚-硫酸法与蒽酮-硫酸法测定绿茶茶多糖的比较研究[J]. 食品科学, 2016, 37(4): 158-163. [ZHANG Y Y, ZHANG B. Comparison of phenol-sulfuric acid and anthrone-sulfuric methods for determination of polysaccharide in Green Tea[J]. *Food Science*, 2016, 37(4): 158-163.]
- [29] 何书美, 刘敬兰. 茶叶中总黄酮含量测定方法的研究[J]. 分析化学, 2007(9): 1365-1368. [HE S M, LIU J L. Study on the determination of total flavonoids in tea[J]. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 2007(9): 1365-1368.]
- [30] 张英娜, 陈根生, 刘阳, 等. 烘青绿茶苦涩味及其滋味贡献物质分析[J]. 茶叶科学, 2015, 35(4): 377-383. [ZHANG Y N, CHEN G S, LIU Y, et al. Analysis of the bitter and astringent taste of baked green tea and their chemical contributors[J]. *Journal of Tea Science*, 2015, 35(4): 377-383.]
- [31] WANG Y, KAYS S J. Effect of cooking method on the aroma constituents of sweet potatoes [*Ipomoea batatas* (L.) Lam][J]. *Journal of Food Quality*, 2001, 24(1): 67-78.
- [32] 张厅, 刘晓, 王小萍, 等. 闷黄新工艺对蒙顶黄芽品质及香气的影响[J]. 食品工业科技, 2021, 42(22): 276-282. [ZHANG T, LIU X, WANG X P, et al. Effects of new piling technology on quality and aroma of Mengding yellow bud[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2021, 42(22): 276-282.]
- [33] 黄藩, 张厅, 刘晓, 等. 四川黑茶的特征香气成分分析[J]. 食品工业科技, 2023, 44(12): 328-336. [HUANG F, ZHANG T, LIU X, et al. Analysis of characteristic aroma components of Sichuan dark tea[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2023, 44(12): 328-336.]
- [34] 叶国注, 江用文, 尹军峰, 等. 板栗香型绿茶香气成分特征研究[J]. 茶叶科学, 2009, 29(5): 385-394. [YE G Z, JIANG Y W, YIN J F, et al. Study on the characteristic of aroma components in green tea with chestnut-like aroma[J]. *Journal of Tea Science*, 2009, 29(5): 385-394.]
- [35] 王华夫, 竹尾忠一, 中央研究所, 等. 祁门红茶的香气特征[J]. 茶叶科学, 1993(1): 61-68. [WANG H F, ZHU W Z Y, Central Research Institute, et al. Aroma characteristics of Keemun black tea[J]. *Journal of Tea Science*, 1993(1): 61-68.]
- [36] ZHU Y, LÜ H P, SHAO C Y, et al. Identification of key odorants responsible for chestnut-like aroma quality of green teas[J]. *Food Research International*, 2018, 108: 74-82.
- [37] ZHAO D R, SHI D M, SUN J Y, et al. Characterization of key aroma compounds in Gujinggong Chinese Baijiu by gas chromatography-olfactometry, quantitative measurements, and sensory evaluation[J]. *Food Research International*, 2018, 105: 616-627.
- [38] JOSHI R, GULATI A. Fractionation and identification of minor and aroma-active constituents in Kangra orthodox black tea[J]. *Food Chemistry*, 2015, 167: 290-298.
- [39] 张翔, 陈学娟, 杜晓, 等. 蒙顶甘露茶滋味特征及主要呈味成分贡献率分析[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2020, 42(4): 783-791. [ZHANG X, CHEN X J, DU X, et al. Analysis on taste characteristics and main component contribution of Mengding Ganlu tea[J]. *Journal of Yunnan University(Natural Sciences Edition)*, 2020, 42(4): 783-791.]