

不同茶树品种鲜叶加工平阳黄汤适制性研究

朱建军¹, 陈建新², 尹军峰², 董荣建³, 陈根生^{2*}

(1. 温州科技职业学院, 温州市园艺植物育种重点实验室, 温州 325006; 2. 中国农业科学院茶叶研究所, 浙江省茶叶加工工程重点实验室, 国家茶产业工程技术研究中心, 杭州 310008;
3. 平阳县质量检验检测研究院, 温州 325410)

摘要: 目的 比较不同茶树品种鲜叶加工平阳黄汤的适制性。**方法** 通过比较 9 个茶树品种制作的平阳黄汤样, 测定分析茶样的主要成分、茶汤色度, 并对测定结果进行相关性分析。**结果** 9 个平阳黄汤茶样感官品质综合得分排序为: 黄金叶>醉金红>平阳特早>嘉茗 1 号>中黄 3 号>龙井 43>群体种>云抗 14 号>御金香。汤色得分与色度 L^* 、 b^* 呈极显著相关, 相关系数(r)分别为 0.847、-0.824, 与白利度(Brix)呈极显著相关, 相关系数(r)为-0.817, 因此茶汤色差的 L^* 值、 b^* 值、Brix 值可作为平阳黄汤汤色品质的辅助参考指标; 香气得分与茶多酚、氨基酸均呈显著性相关, 相关系数(r)分别为 0.680、-0.721; 滋味得分与酚氨比呈显著性负相关, 相关系数(r)为-0.713; 儿茶素总量占茶样干物质的 10.13%~14.97%, 非酯型儿茶素与酯型儿茶素分别占儿茶素总量的 16.79%~25.93%和 74.07%~83.21%, 其中表没食子儿茶素没食子酸酯[(-)-epigallocatechin gallate, EGCG] 含量占总儿茶素含量的 40.81%~63.54%。研究还发现表没食子儿茶素[(-)-epigallocatechin, EGC]与表儿茶素[(-)-epicatechin, EC]含量的比值可作为滋味品质参考, 比值接近 2.5, 茶汤的回甜味明显。**结论** 平阳特早、嘉茗 1 号、黄金叶和醉金红的鲜叶试制平阳黄汤有较好的表现, 品质稳定、色泽艳、滋味鲜甜, 适宜在平阳推广栽种和加工。

关键词: 平阳黄汤; 黄小茶; 茶树品种; 适制性

Study on the suitability of Pingyang yellow tea processed from fresh leaves of different tea cultivars

ZHU Jian-Jun¹, CHEN Jian-Xin², YIN Jun-Feng², DONG Rong-Jian³, CHEN Gen-Sheng^{2*}

(1. Wenzhou Key Laboratory of Horticultural Plant Breeding, Wenzhou Vocational College of Science & Technology, Wenzhou 325006, China; 2. Key Laboratory of Tea Processing Engineering of Zhejiang Province, National Engineering Technology Research Center of Tea Industry, Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310008, China; 3. Pingyang Institute of Quality Inspection & Testing, Wenzhou 325410, China)

ABSTRACT: Objective To compare the suitability of Pingyang yellow tea processed from fresh leaf of different tea cultivars. **Methods** By comparing the Pingyang yellow tea made by 9 tea cultivars, the main components of the tea samples and the color of the tea soup were analyzed, and the correlation analysis was carried out on the determination results. **Results** The overall sensory quality score of 9 Pingyang yellow tea samples were ranked as follows: Huangjinye>Zuijinhong>Pingyang Tezao>Jiaming 1>Zhonghuang 3>Longjing 43>Species Population>Yunkang

基金项目: 温州市园艺植物育种重点实验室项目(ZD202003)、浙江省团队科技特派员结对服务计划项目

Fund: Supported by the Wenzhou Key Laboratory of Horticultural Plant Breeding Project (ZD202003), and the Team Science and Technology Commissioner Partner Assistance Project of Zhejiang Province

*通信作者: 陈根生, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品工程与茶叶加工。E-mail: gschen@tricaas.com

*Corresponding author: CHEN Gen-Sheng, Master, Engineer, Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, No.9, Meiling Nan Road, Xihu District, Hangzhou 310008, China. E-mail: gschen@tricaas.com

14>Yujinxiang. There was a significant correlation between soup color score and chromatic aberration L^* and b^* , the correlation coefficients (r) were 0.847 and -0.824 , respectively, there was significant correlation between soup color score and Brix, the correlation coefficient (r) was -0.817 , therefore, L^* , b^* and Brix of tea soup could also be used as auxiliary reference indexes of color quality of Pingyang yellow tea; aroma score was significantly correlated with tea polyphenols and amino acids, and correlation coefficients (r) were $r=0.680$ and -0.721 , respectively; there was a significant negative correlation between taste score and ratio of polyphenols to amino acids, correlation coefficient (r) was -0.713 ; the total catechins accounted for 10.13%–14.97% of the tea samples (without water), non-galloylated catechins and galloylated catechins accounted for 16.79%–25.93% and 74.07%–83.21% of the total catechins, respectively; the content of (-)-epigallocatechin gallate (EGCG) accounted for 40.81%–63.54% of the total catechin content. The study also found that the content ratio of (-)-epigallocatechin (EGC) and (-)-epicatechin (EC) could be used as the reference values of taste quality, when the ratio was close to 2.5, the tea soup had obvious sweet aftertaste.

Conclusion: Pingyang yellow tea made by Pingyang Tezao, Jiaming 1, Huangjiuye and Zuijinhong has showed good performance, stable quality, bright color and sweet taste, which is suitable for cultivation and processing in Pingyang.

KEY WORDS: Pingyang yellow tea; yellow little tea; tea cultivars; suitability

0 引言

黄茶是中国特有的一种微发酵茶^[1], 主要分布于湖南、安徽、四川、浙江、广东等地^[2]。黄茶的加工以杀青叶的内含成分为基质, 采用“闷黄”独特的工艺, 在湿热作用下经过一系列非酶促反应形成干茶黄、汤色黄、叶底黄的品质^[3], 醇度和甘甜感是黄茶滋味的共有属性, 不同产区及不同类型黄茶样品在鲜、厚、收敛性及粗糙等感官滋味方面有明显差异^[4-5]。现有的研究主要针对闷黄过程, 对于制品挥发性成分的变化, 采用的分析手段有吸附萃取(stir bar sorptive extraction, SBSE)、气相色谱-质谱法(gas chromatography-mass spectrometer, GC-MS)、气相色谱-嗅觉分析(gas chromatography-olfactometry, GC-O)等^[6-8]。王胜鹏等^[9]应用近红外光谱(near infrared spectrum instrument, NIRS)技术结合多种算法对远安黄茶品质开展快速无损评价。黄茶具有其独特的风味特点和显著的保健功效, 茶多酚、生物碱、氨基酸和茶多糖是主要功能成分, 有降糖降脂、调节肠道微生物组成、抗炎抗菌、抗癌和抗氧化等功效, 开发前景广阔^[10-11]。

现有的黄茶研究主要集中于生产工艺、茶叶挥发物、无损检测以及保健功能等方面, 而在茶树良种适制性方面的研究较少。传统绿茶品种, 经特有的“闷黄”工艺制作平阳黄汤, 干茶外观色泽亮度低、易泛灰, 在后期贮藏过程中灰度加深, 极大地影响茶叶品相与品质。茶叶的品质不仅与加工工艺相关, 与茶树品种也密切相关, 品种决定鲜叶内含物的组成, 很大程度上也决定茶叶的品质^[12]。传统平阳黄汤生产选用的茶树品种以当地群体种、嘉茗 1 号为主, 近些年在市场的推动下, 引种了多个无性系茶树良种, 其中包括黄化品种, 且种植面积逐年增加, 品种的优势也较为明显, 另外黄化茶树新梢色泽黄亮、氨基酸含量高等品质特性^[13-14], 正好满足黄茶“三黄”的品质要求。

本研究探索了引种到平阳地区栽培的茶树品种鲜叶加工平阳黄汤的适制性, 采用平阳黄汤加工工艺制作茶样, 通过感官审评与理化检测分析茶树品种对茶叶品质的影响, 筛选适宜栽培到平阳地区的茶树良种, 以期为促进地方茶产业升级、建立地方名茶标准提供科学理论支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

本次实验的 9 个茶树品种鲜叶原料均来自平阳县闹村乡雾乡茶叶种植专业合作社同一块实验基地, 肥培管理基本一致。品种名称、茶苗来源、品种特性和茶树生长状况详见表 1, 鲜叶采摘时间为 2021 年 3 月 15 日至 3 月 28 日之间, 采摘嫩度均为一芽一叶。

8 种茶叶儿茶素: 没食子儿茶素[(-)-gallocatechin, GC]、表没食子儿茶素[(-)-epigallocatechin, EGC]、儿茶素[(+)-catechin, C]、表儿茶素[(-)-epicatechin, EC]、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 gallate, EGCG](纯度 $\geq 98\%$, 上海源叶生物科技有限公司); 咖啡因(纯度 $\geq 98\%$, 德思特生物科技有限公司); 乙酸(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 乙腈(色谱纯, 德国默克公司)。

1.2 仪器与设备

UV-3600 紫外可见分光光度计[岛津企业管理(中国)有限公司]; CM-3500d 台式色差计[柯尼卡美能达(中国)投资公司]; QUINTIX124-1CN 电子天平(德国赛多利斯公司); SHIMADZU-20AD 高效液相色谱仪(日本 SHIMADZU 公司); RX-0007CX 浓度测定仪(日本 ATAGO 公司)。

表1 茶树品种来源、特性及芽叶性状情况
Table 1 Origin, character and bud leaf traits of tea cultivars

序号	品种	品种来源	品种特性	芽叶性状
1	群体种	淳安	有性系、灌木型、中叶类	芽叶肥壮、茸毛中等、叶色杂
2	龙井43	杭州	无性系、灌木型、中叶类、特早生种	芽叶肥壮、茸毛中等、叶色深绿
3	平阳特早	平阳	无性系、小乔木型、中叶类、特早生种	芽叶肥壮、茸毛中等、叶色深绿
4	黄金叶	安吉	无性系、灌木型、中叶类、中(偏晚)生种、黄化种	芽叶肥壮、茸毛少、叶色黄
5	御金香	宁波	无性系、灌木型、中叶类、中生种	芽叶粗壮、茸毛中等、叶色黄
6	中黄3号	龙游	无性系、灌木型、中叶类、中生种、黄化种	芽叶肥壮、茸毛中等、叶色黄
7	云抗14号	云南	无性系、乔木型、大叶类、中生种	芽叶肥厚、茸毛中等、叶色黄绿
8	醉金红	宁波	无性系、灌木型、中叶类、早生种、黄化种	芽叶肥壮、茸毛少、叶色黄
9	嘉茗1号	永嘉	无性系、灌木型、中叶类、特早生种	芽叶肥壮、茸毛中等、叶色绿

1.3 实验方法

1.3.1 黄茶样品制作方法

9个茶树品种鲜叶按照相同的工艺(干坯闷黄法)加工成黄茶样品:自然摊放(至含水量为68%结束)→杀青(杀青温度240℃,杀青叶含水量为52%~54%)→摊凉回潮→揉捻(总耗时40min)→初烘(120℃,至含水量为35%)→闷黄(30℃,10h)→干燥(含水量低于6%)。

1.3.2 茶叶生化分析方法

茶多酚总量、儿茶素、咖啡碱测定参照GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》;游离氨基酸含量测定参照GB/T 8314—2013《茶游离氨基酸总量的测定》。

1.3.3 黄茶汤色色差测定

每个茶样取5份分别进行冲泡,茶汤冷却后进行色差测定。色差仪通过拍照感光的方法记录色差值,其中色差 L^* 值代表明度; a^* 代表红绿色度,“+”代表红度程度,“-”代表绿度程度; b^* 代表黄蓝色度,“+”代表黄度程度,“-”代表蓝度程度。

1.3.4 感官审评方法

感官品质综合评定:茶叶感官审评方法参考GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》的黄茶审评方法及品质评语、评分,总分100分。组织5名高级评茶员,采用密码审评方法,得分按权重系数求和。

1.3.5 数据处理

每个茶样取5份分别测定,实验数据采用Office 2016整理;采用SPSS 13.0软件,单因素方差分析(one-way analysis of variance, one-way ANOVA)和双变量相关性分析(bivariate correlation analysis)对数据进行分析,分析结果采用平均值±标准偏差表示, $P<0.05$ 为数据之间存在显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同茶树品种黄茶感官审评结果分析

根据感官审评结果(表2)得出,9个茶树品种制得的黄茶样综合得分排序为:黄金叶>醉金红>平阳特早>嘉茗1号>中黄3号>龙井43>群体种>云抗14号>御金香,有5个品种得分超过90分,其中黄金叶、醉金红、平阳特早3个茶样综合得分超过91分,感官品质得分总体表现良好。从5个感官因子的评语中看出,各品种黄茶具有不同特色;从干茶外形色泽方面,黄金叶色泽鹅黄、醉金红显嫩黄,得分均达到92分;汤色方面,平阳特早、黄金叶、中黄3号呈现浅嫩黄明亮,得分达到92分;香气方面,群体种带有甜香带嫩香,平阳特早具有高爽感并带有栗香,云抗14号有明显的毫香、花香;滋味方面,平阳特早、黄金叶、中黄3号、醉金红呈现甘醇、鲜味特出;叶底方面,黄金叶、醉金红呈黄色且均匀。平阳特早、黄金叶、醉金红、嘉茗1号4个品种的黄茶样各项因子得分均超过90分,品质较为稳定均衡。闷黄过程中,叶绿素发生水解形成脱镁叶绿素,促使叶质表面色泽黄褐化^[15],而黄化茶中含有丰富的类胡萝卜素,包括 β -胡萝卜素、叶黄素等,呈现嫩黄色,因此干茶外观色泽显现亮黄,汤色显黄、明亮^[16],黄茶特有的高爽、甜香形成,主要是在闷黄过程中类胡萝卜素部分降解生成紫罗酮、蒽烯酮等香气物质^[17]。

2.2 不同茶树品种黄茶茶汤色泽分析

L^* 表示亮度, a^* 表示从红色至绿色, b^* 表示从黄色至蓝色,这3个组合构成色彩模型,是由国际照明委员会(Commission Internationale de l'Eclairage, CIE)公布设定方法参考^[18-19]。通过闷黄工艺制作,发生非酶性自动氧化,形成金黄汤色的品质^[20],从表3中看出,群体种、龙井43、

平阳特早、黄金叶、中黄 3 号、醉金红、嘉茗 1 号的亮度 L^* 值均超过 98, 亮度 L^* 值与汤色得分呈极显著正相关, 相关系数(r)为 0.847 ($P<0.01$); 茶汤色泽 a^* 值范围在 -0.95 至 -2.10 之间, a^* 值均为负, 表明茶汤色泽略偏淡绿色; b^* 值范围在 7.04 至 20.64 之间, 色泽偏黄, b^* 与汤色得分呈极显著

负相关, 相关系数(r)为 -0.824 ($P<0.01$), 因此茶汤色差的 L^* 与 b^* 可作为平阳黄汤汤色品质的参考指标, L^* 值大于 98, b^* 值小于 9。然而, 云抗 14 号属于大叶种茶树, 芽叶肥厚、内涵物质较为丰富, 闷黄过程产生过量的色泽物质, 导致茶汤亮度降低、色泽偏黄。

表 2 不同茶树品种黄茶感官评审结果
Table 2 Results of sensory quality of yellow tea processed by different tea cultivars

序号	品种	外形(25%)		汤色(10%)		香气(25%)		滋味(30%)		叶底(10%)		总分
		评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	
1	群体种	尚紧结、略卷曲、嫩黄透绿	88	浅黄、明亮	91	甜香带嫩香	92	甘醇、味浓	89.5	嫩、较匀、有芽、黄绿	88	89.75
2	龙井 43	扁平、较光滑、较挺直、嫩黄透绿	90	浅嫩黄、明亮、泛红	90	嫩香、有火工、略闷	90	甘醇、味浓	89.5	嫩匀、有芽、黄绿	91	89.95
3	平阳特早	较紧结、微卷曲、有毫、嫩黄透绿	90	浅嫩黄、明亮	92	高爽、略有栗香	92	甘醇、回甜带鲜	91	嫩匀、有芽、黄绿	91	91.10
4	黄金叶	较细紧、略卷曲、鹅黄	92	浅嫩黄、明亮	92	高爽、有栗香	91	甘醇、回甜带鲜	91	嫩匀、有芽、嫩黄	92	91.45
5	御金香	较紧结、略卷曲、有毫、鹅黄透绿	91	嫩黄、明亮、微泛红	91	鱼片干、微有火工	86	尚甘醇、有异味	89	嫩、较匀、有芽、鹅黄	91	89.15
6	中黄 3 号	尚紧结、略卷曲、嫩黄透绿	88	浅嫩黄、明亮	92	较清高	91	甘醇、带鲜	91	较嫩、较匀、有芽、豆绿	88	90.05
7	云抗 14 号	尚壮实、卷曲、微有毫、褐绿泛红	88	深金黄、明亮	87	鲜甜、有毫香、带花香	93	尚浓醇、甘爽、微涩	89	较嫩厚、带茎、微有毫、黄泛红	88	89.45
8	醉金红	较紧结、略卷曲、微有毫、嫩黄	92	浅嫩黄、明亮、微泛红	90	较高爽、有栗香	90	甘醇、回甜鲜爽	92	嫩匀呈芽、豆黄、明亮	93	91.40
9	嘉茗 1 号	紧结、较直、有毫、嫩黄透绿	91	浅黄、明亮	91	清香、微有栗香	91	较甘和带回甜	90	尚嫩、呈芽、嫩黄绿	90	90.60

表 3 不同茶树品种制作的黄茶茶汤色差比较
Table 3 Comparison with color of yellow tea soup made by different tea cultivars

序号	品种	L^*	a^*	b^*
1	群体种	98.37±0.02 ^a	-0.95±0.02 ^a	7.04±0.03 ^e
2	龙井 43	98.08±0.06 ^c	-1.21±0.02 ^c	8.83±0.00 ^d
3	平阳特早	98.11±0.02 ^c	-1.03±0.02 ^b	8.04±0.01 ^c
4	黄金叶	98.11±0.01 ^c	-1.69±0.01 ^f	8.19±0.00 ^c
5	御金香	97.77±0.01 ^d	-1.20±0.01 ^c	9.92±0.04 ^b
6	中黄 3 号	98.24±0.02 ^b	-2.10±0.04 ^e	8.88±0.06 ^c
7	云抗 14 号	95.53±0.04 ^e	-1.43±0.01 ^c	20.64±0.07 ^a
8	醉金红	98.34±0.05 ^a	-1.31±0.02 ^d	7.31±0.02 ^f
9	嘉茗 1 号	98.33±0.01 ^a	-0.96±0.01 ^a	7.05±0.06 ^e
与汤色(表 2)得分相关系数		0.847 ^{**}	-0.036	-0.824 ^{**}

注: ** $P<0.01$ 表示与汤色得分相比具有极显著相关性; 同列中不同小写字母表示显著性差异($P<0.05$), 相同小写字母表示无显著性差异($P>0.05$)。

2.3 不同茶树品种黄茶常规成分分析

茶多酚是存在于茶树中最主要的酚类化合物, 含量占总干物质的 18%~36%, 氨基酸是构成茶汤鲜爽味的主要成分, 含量在 1%~2%(茶叶干重), 名优茶可超过 2%^[21], 可溶性固形物质量百分含量(Brix)是茶叶水溶物质的化合物的总称^[22]。实验茶样通过闷黄工艺, 在湿热作用下, 茶叶内含的茶多酚含量均低于 18%, 可判断黄茶茶汤滋味比较醇和; 氨基酸含量 3.63%~6.36%, 茶多酚含量($r=0.680$, $P<0.05$)、氨基酸含量($r=-0.721$, $P<0.05$)都与茶汤香气得分呈显著性相关, 主要原因是蛋白质结构中结合较弱的侧链发生水解和热解作用, 水解后促进氨基酸含量上升, 并且部分氨基酸氧化作用促进醇、醛和芳香物质的生成^[23]; 酚氨比是衡量茶汤滋味, 特别是鲜爽度的重要指标^[24], 酚氨比(茶多酚与氨基酸的比值)与茶汤滋味得分呈显著性负相关($r=-0.713$, $P<0.05$), 酚氨比越小, 滋味越鲜爽甘醇, 主要原因是“闷黄”过程中部分茶多酚含量下降、氨基酸含量增加, 影响酚氨比^[25-26], 另外相比传统茶树, 黄化品种茶树鲜叶具有较高含量的氨基酸, 也导致酚氨比越低, 在“闷黄”工艺促使下茶汤滋味醇厚感

突显; 数据分析还得出 Brix 值与茶多酚含量呈显著性相关 ($r=0.729, P<0.05$), Brix 值与汤色得分呈极显著性负相关 ($r=-0.817, P<0.01$), 具体详见表 4。

2.4 不同茶树品种黄茶儿茶素组分分析

实验茶样儿茶素组分结果(表 5)所示, 儿茶素总量占茶样干物质的 10.13%~14.97%, 非酯型儿茶素含量占儿茶素总量的 16.79%~25.93%, 酯型儿茶素含量占总儿茶素量的 74.07%~83.21%, 酯型儿茶素含量远高于非酯型儿茶素, 其中 3 种儿茶素(EGCG、ECG、EGC)含量较高, EGCG 含量最高(占总儿茶素的 40.81%~63.54%), 测定结果与文献

报道一致^[27]。不同茶树品种之间, 儿茶素总量与酯型儿茶素差异性基本一致, 而云抗 14 号显著性差异, 其余品种差异不明显; 非酯型儿茶素含量差异略大, 云抗 14 号含量显著偏高, 黄金叶含量的显著偏低, 其余品种差异不明显。已有报道不同比例的儿茶素组分对茶汤回味、甜感有明显作用^[28], 本实验样品的 EGC 与 EC 含量的比值分布在 0.85~2.86 之间, 参照感官结果, 其中 5 个品种(平阳特早、黄金叶、御金香、醉金红、嘉茗 1 号)的黄茶样所含 EGC/EC 的比值接近 2.5, 4 个品种的茶汤有明显的回甜感, 而御金香可能是品种自身特性带有特殊的香气和滋味, 与传统黄茶工艺不匹配。

表 4 不同茶树品种制作黄茶常规成分情况
Table 4 Conventional ingredients of yellow tea produced by different tea cultivars

序号	品种	茶多酚总量/%	氨基酸总量/%	咖啡碱/%	可溶性固形物 (Brix)/%	酚氨比
1	群体种	16.55±0.23 ^b	4.78±0.04 ^{de}	3.14±0.07 ^b	0.323±0.001 ^f	3.46 ^b
2	龙井 43	14.44±0.15 ^d	4.63±0.11 ^e	2.38±0.10 ^e	0.398±0.002 ^d	3.12 ^c
3	平阳特早	13.93±0.18 ^{de}	5.21±0.08 ^{bc}	3.32±0.08 ^b	0.328±0.001 ^f	2.67 ^e
4	黄金叶	14.33±0.29 ^d	5.12±0.12 ^{bcd}	2.94±0.11 ^b	0.363±0.002 ^c	2.80 ^d
5	御金香	16.56±0.12 ^b	5.35±0.07 ^b	3.79±0.09 ^a	0.395±0.003 ^d	3.10 ^c
6	中黄 3 号	16.70±0.16 ^b	6.06±0.14 ^a	2.04±0.13 ^{cd}	0.423±0.004 ^b	2.76 ^{de}
7	云抗 14 号	17.61±0.26 ^a	3.63±0.10 ^f	3.06±0.16 ^b	0.564±0.003 ^a	4.85 ^a
8	醉金红	15.27±0.15 ^e	6.36±0.14 ^a	1.93±0.11 ^d	0.409±0.004 ^c	2.40 ^f
9	嘉茗 1 号	13.50±0.19 ^e	4.96±0.10 ^{cde}	2.40±0.14 ^e	0.322±0.003 ^f	2.72 ^{de}
	与茶多酚含量(表 4)相关系数	1.000	-0.446	-0.308	0.729 [*]	0.575
	与香气(表 2)得分相关系数	0.680 [*]	-0.721 [*]	-0.235	0.148	0.353
	与汤色(表 2)得分相关系数	-0.534	0.52	-0.033	-0.817 ^{**}	-0.815 ^{**}
	与滋味(表 2)得分相关系数	0.469	-0.010	-0.565	-0.295	-0.713 [*]

注: ** $P<0.01$ 、* $P<0.05$ 表示具有显著相关性; 同列中不同小写字母表示显著性差异($P<0.05$), 相同小写字母表示无显著性差异($P>0.05$)。

表 5 不同茶树品种制作黄茶儿茶素组分情况(%)
Table 5 Composition of catechins in yellow tea produced by different tea cultivars (%)

序号	品种	非酯型儿茶素				占比	酯型儿茶素				占比	总量	EGCG 含量占比
		GC	EGC	C	EC		EGCG	GCG	ECG	CG			
1	群体种	0.18±0.02 ^{cd}	1.38±0.05 ^b	0.34±0.03 ^b	0.61±0.08 ^{bc}	21.05	6.98±0.22 ^a	0.26±0.02 ^b	2.01±0.12 ^{bc}	0.16±0.02 ^b	78.95	11.92±0.56 ^b	58.56
2	龙井 43	0.21±0.03 ^{bcd}	1.38±0.08 ^b	0.33±0.02 ^b	0.57±0.07 ^{bc}	21.86	6.31±0.34 ^{ab}	0.36±0.01 ^a	2.06±0.14 ^{bc}	0.18±0.01 ^b	78.14	11.40±0.70 ^b	55.34
3	平阳特早	0.19±0.01 ^{cd}	1.36±0.12 ^b	0.18±0.01 ^e	0.54±0.06 ^{bc}	22.44	5.96±0.37 ^{abc}	0.21±0.01 ^{cd}	1.53±0.10 ^{de}	0.16±0.01 ^b	77.56	10.13±0.69 ^b	58.81
4	黄金叶	0.14±0.01 ^d	1.02±0.07 ^c	0.15±0.01 ^e	0.40±0.07 ^c	16.79	6.46±0.29 ^{ab}	0.20±0.01 ^{cd}	1.65±0.15 ^{cde}	0.15±0.01 ^b	83.21	10.17±0.62 ^b	63.54
5	御金香	0.25±0.03 ^{bc}	1.33±0.11 ^b	0.11±0.00 ^e	0.54±0.05 ^{bc}	21.79	5.52±0.24 ^{bc}	0.19±0.01 ^d	2.16±0.10 ^b	0.14±0.02 ^b	78.21	10.24±0.56 ^b	53.90
6	中黄 3 号	0.18±0.01 ^{cd}	1.83±0.09 ^a	0.11±0.01 ^e	0.64±0.09 ^{bc}	23.67	6.58±0.33 ^{ab}	0.20±0.01 ^{cd}	1.96±0.09 ^{bcd}	0.15±0.01 ^b	76.33	11.65±0.64 ^b	56.50
7	云抗 14 号	0.35±0.02 ^a	1.34±0.07 ^b	0.52±0.09 ^a	1.57±0.13 ^a	25.26	6.11±0.24 ^{abc}	0.24±0.02 ^{bc}	4.45±0.18 ^a	0.39±0.05 ^a	74.74	14.97±0.80 ^a	40.81
8	醉金红	0.18±0.02 ^{cd}	1.82±0.06 ^a	0.12±0.01 ^e	0.72±0.08 ^b	25.93	6.39±0.36 ^{ab}	0.20±0.01 ^{cd}	1.38±0.11 ^c	0.15±0.01 ^b	74.07	10.96±0.66 ^b	58.29
9	嘉茗 1 号	0.28±0.03 ^b	1.44±0.09 ^b	0.39±0.03 ^b	0.57±0.04 ^{bc}	25.25	5.11±0.35 ^c	0.33±0.01 ^a	2.31±0.17 ^b	0.19±0.02 ^b	74.75	10.62±0.84 ^b	48.11

注: 同列中不同小写字母表示显著性差异($P<0.05$), 相同小写字母表示无显著性差异($P>0.05$)。

3 结论与讨论

平阳黄茶属于工艺黄茶,特有的“闷黄”工艺本质是杀青叶在闷堆过程中发生非酶促氧化的化学反应。闷黄期间,叶质中的酚类、氨基酸、糖粉、蛋白质、叶色素等物质均发生系列反应形成“三黄”的品质。黄化茶树品种作为一种色变资源,其叶质中的叶绿素、类胡萝卜素、叶黄素、茶多酚、氨基酸等成分之间的比例发生变化^[29],从而影响了茶鲜叶品质的变化。

根据本研究结果表明,黄化品种加工平阳黄汤优于传统绿茶茶树品种,在外观色泽、香气清爽、滋味鲜醇、酚氨比等品质优势明显。实验品种的黄金叶、醉金红在外观色泽、叶底颜等感官因子呈现黄艳、明亮,并且在滋味方面带有鲜爽味,而传统绿茶系品种平阳特早、嘉茗 1 号在感官因子得分较为均衡,品质稳定,也是适合制作平阳黄汤的优选树种。研究发现了 EGC 与 EC 含量的比值近似 2.5 时,茶汤的回甜味明显,该结果与 ZHANG 等^[30]的研究结论相似,因此 EGC 与 EC 含量的比值可作为平阳黄汤滋味品质参考值。此外茶汤色差的 L^* 值与 b^* 值,可作为茶叶品质的辅助参考指标,按照感官审评结果,综合品质及得分较优的茶样,茶汤 L^* 值大于 98, b^* 值小于 9。综上,本研究中的 4 个品种(黄金叶、醉金红、平阳特早、嘉茗 1 号)茶树加工黄茶样品品质特征明显,可为平阳县域品种的种植推广与平阳黄汤生产提供理论依据。

参考文献

- [1] XU JY, WANG M, ZHAO JP, *et al.* Yellow tea (*Camellia sinensis* L.), a promising chinese tea: Processing, chemical constituents and health benefits [J]. *Food Res Int*, 2018, 107: 567-577.
- [2] 田敏, 孙志国, 刘之杨, 等. 我国黄茶的地理标志与文化遗产研究[J]. *江西农业学报*, 2014, 26(6): 97-101.
TIAN M, SUN ZG, LIU ZY, *et al.* Research on geographical indication and cultural heritage of yellow tea in China [J]. *Acta Agric Jiangxi*, 2014, 26(6): 97-101.
- [3] 钱虹, 范方媛, 陆文渊, 等. 闷黄温度对莫干黄芽黄茶品质的影响研究[J]. *茶叶*, 2021, 47(2): 99-102.
QIAN H, FAN FY, LU WY, *et al.* Effect of yellowing temperature on quality of yellow tea Mogan Huangya [J]. *J Tea*, 2021, 47(2): 99-102.
- [4] 范方媛, 唐贵珍, 龚淑英, 等. 典型黄茶滋味品质特征属性及相关滋味化学组分[J]. *中国农业科学*, 2020, 53(2): 371-382.
FAN FY, TANG GZ, GONG SY, *et al.* Typical yellow tea taste characteristic and its elated taste-chemical compositions [J]. *Sci Agric Sin*, 2020, 53(2): 371-382.
- [5] 纵榜正. 闷黄通气条件对黄茶感官及滋味化学品质的影响研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2020.
ZONG BZ. The effect of ventilating conditions on the sensory quality and taste-chemical quality of yellow tea in the yellowing process [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2020.
- [6] SHI YL, WANG MQ, DONG ZB, *et al.* Volatile components and key odorants of Chinese yellow tea (*Camellia sinensis*) [J]. *LWT Food Sci Technol*, 2021, 146: 1-11.
- [7] 龚淑英, 周森杰, 谢雨欣, 等. 黄茶感官闷黄程度标定及不同闷黄程度莫干黄芽香气组分研究[J]. *茶叶*, 2021, 47(3): 138-146.
GONG SY, ZHOU SJ, XIE YX, *et al.* Sensory demarcation of yellowing processing and the volatile components in Mogan Huangya tea with different yellowing degrees [J]. *J Tea*, 2021, 47(3): 138-146.
- [8] 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 XP, *et al.* Effects of new piling technology on quality and aroma of Mengding yellow bud [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2021, 42(22): 276-282.
- [9] 王胜鹏, 郑鹏程, 桂安辉, 等. 基于近红外光谱技术的远安黄茶品质快速无损检测方法[J]. *华中农业大学学报*, 2021, 6(40): 1-8.
WANG SP, ZHENG PC, GUI ANH, *et al.* Fast and non-destructive quality evaluation of Yuan'an yellow tea based on near-infrared spectroscopy [J]. *J Huazhong Agric Univ*, 2021, 6(40): 1-8.
- [10] 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 tea suitability [J]. *Food Res Dev*, 2021, 42(13): 219-224.
- [11] 卫聿铭, 宁井铭, 张梁, 等. 黄茶功能性成分与健康功效研究进展[J]. *中国茶叶*, 2021, 43(10): 46-54.
WEI YM, NING JM, ZHANG L, *et al.* Research progress on functional components and health effects of yellow tea [J]. *China Tea*, 2021, 43(10): 46-54.
- [12] 欧阳建, 李秀平, 周方, 等. 平阳黄汤对高脂饮食大鼠肠道屏障和肠道菌群的影响[J]. *食品科学*, 2021, 42(23): 170-181.
OUYANG J, LI XP, ZHOU F, *et al.* Effect of Pingyang yellow tea on intestinal barrier and intestinal flora in rats with high fat diet [J]. *Food Sci*, 2021, 42(23): 170-181.
- [13] 嵇伟彬, 崔建旭, 尹娟, 等. 4 个黄化特异茶树品种在茅山地区的引种实验[J]. *中国茶叶*, 2021, 43(11): 49-55.
JI WB, CUI JX, YIN J, *et al.* Introduction trials of 4 chlorosis-specific tea cultivars in Maoshan area [J]. *China Tea*, 2021, 43(11): 49-55.
- [14] 王松琳. 茶树黄化品种“白鸡冠”色素及游离氨基酸特异性状的 QTL 定位[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
WANG SL. QTL mapping of specific traits of pigment and free amino acid in chlorotic tea cultivar 'Baijiguan' [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2018.
- [15] 速晓娟, 郑晓娟, 杜晓, 等. 蒙顶黄芽主要成分含量及组分分析[J]. *食品科学*, 2014, 35(12): 108-114.
SU XJ, ZHENG XJ, DU X, *et al.* Analysis of main chemical components of Mengding yellow bud [J]. *Food Sci*, 2014, 35(12): 108-114.
- [16] 曹青青, 陈根生, 许勇泉, 等. 黄金芽茶鲜叶加工过程中色泽变化及内在原因分析[J]. *中国食品学报*, 2020, 20(4): 125-133.
CAO QQ, CHEN GS, XU YQ, *et al.* Studies on the color change and internal mechanism of the Huangjinya fresh tea leaves during tea processing [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2020, 20(4): 125-133.
- [17] 滑金杰, 江用文, 袁海波, 等. 闷黄过程中黄茶生化成分变化及其影响因素研究进展[J]. *茶叶科学*, 2015, 35(3): 203-208.
HUA JJ, JIANG YW, YUAN HB, *et al.* Review on the changes of biochemical components and the influencing factors in piling process of

- yellow tea [J]. *J Tea Sci*, 2015, 35(3): 203–208.
- [18] 余书平, 尹军峰, 袁海波, 等. 小叶种红茶发酵外观色差及其主要品质成分相关性[J]. *食品安全质量检测学报*, 2015, 6(6): 2201–2208.
YU SP, YIN JF, YUAN HB, *et al.* Appearance chromatic aberration of fermented leaves of small leaf black tea and correlation analysis of the main quality components [J]. *J Food Saf Qual*, 2015, 6(6): 2201–2208.
- [19] 王璟, 高静, 刘思彤, 等. 基于色差系统的黄茶外观色泽评价模型构建及其关键物质基础分析[J]. *食品科学*, 2017, 38(17): 145–150.
WANG J, GAO J, LIU ST, *et al.* Establishment of an evaluation model for color of yellow tea based on color difference and analysis of key pigments [J]. *Food Sci*, 2017, 38(17): 145–150.
- [20] 杨贤强, 王岳飞, 陈留记. 茶多酚化学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003.
YANG XQ, WANG YF, CHEN LJ. *Tea polyphenol chemistry* [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 2003.
- [21] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
WAN XC. *Tea biochemistry* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2014.
- [22] 徐赏, 金益英, 郭爱秀, 等. 酶解技术在茶饮料研发中的应用研究[J]. *饮料工业*, 2015, 18(1): 26–31.
XU S, JIN YY, GUO AIX, *et al.* Applications of enzymatic technologies in tea drinks [J]. *Bever Ind*, 2015, 18(1): 26–31.
- [23] OWUOR PO, TSUSHIDA T, HORITA H, *et al.* Effects of artificial withering on the chemical composition and quality of black tea [J]. *Trop Sci*, 1987, (27): 159–166.
- [24] 梁光志, 刘汉焱, 罗莲凤, 等. 桂热 2 号黄茶采制工艺[J]. *中国热带农业*, 2013, (6): 64–65.
LIANG GZ, LIU HY, LUO LF, *et al.* The yellow tea mining technology adopts Regui No.2 [J]. *China Trop Agric*, 2013, (6): 64–65.
- [25] FENG L, GAO MJ, HOU RY, *et al.* Determination of quality constituents in the young leaves of albino tea cultivars [J]. *Food Chem*, 2014, 155(11): 98–104.
- [26] 刘义富, 王加真, 单敏, 等. 不同绿茶干茶化学成分含量比较分析[J]. *现代农业科技*, 2021, (8): 206–210.
LIU YF, WANG JZ, SHAN M, *et al.* Comparison and analysis of contents of chemical composition in different dry green teas [J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2021, (8): 206–210.
- [27] 王治会, 董华荣, 岳翠男, 等. 黄茶闷黄过程中主要化学成分变化的动力学模型[J]. *现代食品科技*, 2017, 33(2): 107–114.
WANG ZH, TONG HR, YUE CN, *et al.* Kinetic model of changes in the main chemical composition of yellow tea during piling [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2017, 33(2): 107–114.
- [28] 董荣建, 黄晓琳, 苏中翔, 等. 黄茶平阳黄汤特征滋味的形成[J]. *浙江农业科学*, 2022, 63(2): 338–341.
DONG RJ, HUANG XL, SU ZX, *et al.* The formation of characteristic flavor of yellow tea and Pingyang yellow tea [J]. *J Zhejiang Agric Sci*, 2022, 63(2): 338–341.
- [29] 刘声传, 魏杰, 林开勤, 等. 黄化茶树新梢色素和主要生化成分含量变化特征及其相关性分析[J]. *西北植物学报*, 2021, 41(5): 808–816.
LIU SC, WEI J, LIN KQ, *et al.* Characteristics of pigments and main biochemical component contents and their relationships in young shoot of chlorophyll deficient tea plant (*Camellia sinensis*) [J]. *Acta Bot Boreal Occident Sin*, 2021, 41(5): 808–816.
- [30] ZHANG YN, YIN JF, CHEN JX, *et al.* Improving the sweet aftertaste of green tea infusion with tannase [J]. *Food Chem*, 2016, 192: 470–476.

(责任编辑: 于梦娇 郑 丽)

作者简介



朱建军, 硕士, 研究员, 主要研究方向为茶栽培与加工研究。

E-mail: 376528577@qq.com



陈根生, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品工程与茶叶加工。

E-mail: gschen@tricaas.com