

青毛茶加工工艺对青砖茶品质的影响

晏智^{1,2}, 殷雨心^{1,2}, 焦远方^{1,2}, 郝娟^{1,2}, 倪德江^{1,2}, 余志^{1,2}, 陈玉琼^{1,2*}

(1. 园艺植物生物学教育部重点实验室, 武汉 430070; 2. 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070)

摘要: **目的** 研究青毛茶加工工艺对青砖茶品质的影响。**方法** 以福鼎大白群体种为原料, 采用不同揉捻程度和干燥方式加工成青毛茶, 按相同渥堆和干燥方式加工成青砖茶散茶。分析青砖茶散茶的感官品质、主要品质成分及挥发性成分变化。**结果** 随着揉捻程度加重, 青砖茶散茶水浸出物含量、多酚和儿茶素保留量、茶红素含量显著增加, 酚氨比增加, 感官品质显著降低。晒干茶样和烘干茶样陈香纯正、滋味醇和, 感官品质优于炒干茶样。炒干茶样水浸出物、多酚、儿茶素总量和可溶性糖含量及酚氨比较高, 挥发性成分相对含量和种类(39.51, 49种)低于晒干茶样(59.74, 82种)和烘干茶样(62.01, 71种)。**结论** 青毛茶揉捻程度和干燥方式对青砖茶品质有显著影响, 轻揉或不揉捻有利于青砖茶品质的形成, 青毛茶采用烘干或晒干方式制成的青砖茶香味纯正, 品质更好。为促进青砖茶安全高效生产及品质稳定, 建议生产上采用烘干方式加工青毛茶。

关键词: 青砖茶; 揉捻; 干燥; 工艺; 品质

Effects of different processing technology for raw tea on the quality of Qingzhuana tea

YAN Zhi^{1,2}, YIN Yu-Xin^{1,2}, JIAO Yuan-Fang^{1,2}, HAO Juan^{1,2}, NI De-Jiang^{1,2},
YU Zhi^{1,2}, CHEN Yu-Qiong^{1,2*}

(1. Ministry of Education Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Wuhan 430070, China; 2. College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

ABSTRACT: Objective To study the effect of raw tea processing technology on the quality of Qingzhuana tea. **Methods** The Qingzhuana tea were processed by different rolling degrees or drying methods using the fresh leaves of Fudingdabai group species (*Camellia sinensis*) as raw materials, and then were processed into loose Qingzhuana tea with the same pile and drying methods. The changes of sensory quality, main quality components and volatile components were analyzed. **Results** With the increase of rolling degree, the content of water extraction, the retention of polyphenols and catechins, and the content of thearubigins of the loose Qingzhuana tea increased significantly, the ratio of phenol to ammonia also increased, but the sensory quality decreased significantly. The loose Qingzhuana tea with sun-dried or dryer dried had pure smell and mellow taste, and their sensory qualities were better than that loose Qingzhuana tea with fried drying. The content of water extraction, polyphenols and catechins, soluble sugars and phenol-ammonia ratio in loose Qingzhuana tea with fried drying were the highest, but the volatile components relative content and types (39.51, 49) were the lowest while the loose Qingzhuana tea with sun-dried

基金项目: 国家重点研发计划项目(2019YFD1001601)、中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2662017PY053)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Program of China (2019YFD1001601), and the Fundamental Research Funds for the Central Universities (2662017PY053)

*通信作者: 陈玉琼, 教授, 主要研究方向为茶叶品质安全。E-mail: chenyz@mail.hzau.edu.cn

*Corresponding author: CHEN Yu-Qiong, Professor, Ministry of Education Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Wuhan 430070, China. E-mail: chenyz@mail.hzau.edu.cn

being (59.74, 82) and loose Qingzhuan tea with sun-dried being (62.01, 71). **Conclusion** The rolling degree and drying method of raw tea have significant influence on the quality of Qingzhuan tea, raw tea processing with light rolling or no rolling, sun-dried or dryer dried is beneficial to the flavor quality of loose Qingzhuan tea. In order to keep the quality of Qingzhuan tea stable and safe, it is suggested that using dryer to drying the raw tea is necessary.

KEY WORDS: Qingzhuan tea; rolling; drying; process; quality

0 引言

青砖茶主产于湖北,是我国重要的黑茶品类。高品质的青砖茶要求香气纯正、汤色橙红、滋味醇和、叶底青褐^[1-2]。青砖茶散茶加工一般分为两个阶段,第一阶段:鲜叶经杀青、揉捻和干燥制成青毛茶;第二阶段:青毛茶洒水回潮、渥堆和干燥制成青砖茶散茶,也可将渥堆的原料经过蒸压成型制成不同形态的压制青砖茶^[3]。青毛茶品质和渥堆陈化是影响青砖茶品质的两个重要因素^[4]。在渥堆过程中,青砖茶受湿热、微生物和酶共同作用,形成青砖茶独特的品质特征^[5]。近期的研究表明,青砖茶在渥堆过程中茶多酚和黄酮类化合物含量显著降低,形成了新的酚酸和儿茶素衍生物^[6-8],产生了新的挥发性物质^[9-10]。有研究认为,青砖茶渥堆中优势微生物的组成不同导致其挥发性成分的不同^[11-15]。此外,青砖茶压制之后的存放时间对青砖茶的品质也有显著影响^[16]。

青毛茶加工工艺对青砖茶品质具有显著影响,目前已有研究主要针对鲜叶杀青及摊放处理对青砖茶品质的影响,陈玉琼等^[17]研究了青毛茶不同杀青工艺对青砖茶品质的影响,发现青毛茶杀青方式对青砖茶水浸出物、茶多酚的含量均有显著影响;丁建^[18]探究了杀青、萎凋对青砖毛茶品质形成的影响,结果表明不同杀青的方式处理中,炒青的综合感官审评得分最高。鲜叶适度萎凋处理可以显著提高游离氨基酸、可溶性糖和茶红素的含量,并能提高青砖毛茶的感官品质。揉捻和干燥工艺是茶叶加工过程中较为重要的工艺,对塑造茶叶外形、促进茶叶香味品质形成均有显著影响^[4]。但是,目前关于青毛茶的揉捻和干燥工艺对青砖茶品质的影响未见报道。因此本研究以福鼎大白群体种鲜叶为原料,采用不同的揉捻程度和干燥方式加工成青毛茶,并按同一渥堆方式加工成青砖茶散茶,通过感官品质和主要品质成分分析,探究原料加工工艺对青砖茶品质的影响,为青砖茶的加工提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

茶鲜叶原料:采自湖北宣恩县伍家台福鼎大白群体种 7 月中旬的一芽四五叶。

无水乙醚(色谱纯,韩国德山公司);甲醇(色谱纯,美国 Thermo Fisher Scientific 公司);福林酚(分析纯)、儿茶素

标准品(纯度 $\geq 98\%$)(美国 Sigma 公司);碳酸氢钠(分析纯,天津市瑞金特化学品有限公司);三氯甲烷(色谱纯,天津市永大化学试剂开发中心);茛三酮、蒽酮、磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、氯化亚锡、酒石酸钾钠、福林酚、乙醇、甲醇、正丁醇、乙酸乙酯、草酸、无水硫酸钠、癸酸乙酯内标溶液[纯度 98%,中国医药(集团)上海化学试剂公司]。

1.2 仪器与设备

6CST-50 型燃气式滚筒杀青机(浙江省衢州市绿峰茶机有限公司);6CR-65 型揉捻机(浙江省绿峰茶机有限公司);6CCP-60 型炒干机(浙江绿峰茶机有限公司);SKFG-01 型烘干机(黄石医疗设备厂);AUY220 型电子分析天平(精密 0.0001 g,日本 Shimadzu 公司);722N 型可见光分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司);1260Infinity 型高效液相色谱仪、DB-5MS 毛细柱(30 m \times 0.25 mm, 0.22 μ m, 美国 Agilent 公司);DSQ-II 型气相-质谱联用仪(美国 Thermo Fisher Scientific 公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 青砖茶的制备

青毛茶制备与处理:鲜叶(约 500 kg)采摘后室内自然摊放 3 h,用 6CST-50 型燃气式滚筒杀青机杀青,温度 230 $^{\circ}$ C 左右,时间 2~3 min。杀青叶摊凉回潮后分为两部分,一部分原料用于不同揉捻程度处理(65 型揉捻机每次装叶量约 65 kg):不揉、轻揉 15 min、重揉 15 min,揉捻叶分别在 SKFG-01 型烘干机中以 90~100 $^{\circ}$ C 烘至足干。另一部分原料用于不同干燥方式处理:杀青叶经轻揉 10 min+重揉 5 min 后,分别以炒干(90~100 $^{\circ}$ C)、烘干(90~100 $^{\circ}$ C)、晒干 3 种干燥方式制成青毛茶。

青砖茶散茶样制备:取上述原料茶各 1.5 kg 喷施雾状水,使茶叶含水量达到 38%左右,密封放置 24 h 以上使茶叶充分吸水,然后置于温湿度分别为 45 $^{\circ}$ C 与 85%的人工气候箱中发酵 20 d。将发酵适度的茶叶置于烘干机,温度设置 105 $^{\circ}$ C,初烘 1 h,摊凉回潮,再于 95 $^{\circ}$ C 烘至足干,即为青砖茶散茶。

将散茶粉碎,过 40 目筛,用于理化分析。

1.3.2 分析方法

青砖茶散茶感官品质审评按照 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》进行,评审人员 5 人,均经过严格感官审评训练。感官品质评分按外形 20%、汤色 15%、香气 25%、滋味 30%、叶底 10%加权计分。

茶叶水分采用 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中(103±2) °C烘干法进行测定;茶叶水浸出物含量按照 GB/T 8305—2013《茶 水浸出物测定》进行测定;游离氨基酸含量测定采用 GB/T 8314—2013《茶游离氨基酸总量测定》中茚三酮比色法进行测定;茶多酚和儿茶素含量测定按照 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》中相应方法进行测定;可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[19];茶红素、茶黄素和茶褐素含量的测定采用系统检测法^[20]。

茶叶挥发性成分采用蒸馏萃取法(simultaneous distillation extraction, SDE)提取香气精油,在2 L烧瓶中加入50 g茶样和1000 mL煮沸的蒸馏水,加热至微沸,另一端接口的200 mL圆底烧瓶中加入50 mL无水乙醚,以及癸酸乙酯内标溶液1 mL,置于45 °C水浴锅萃取1 h。冷却后加入无水硫酸钠,静置过夜,用氮气吹至1 mL,待测。

气相色谱-质谱法(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)分析条件:DB-5MS 毛细柱(30 m×0.25 mm, 0.22 μm),以He作载气,流速1.0 mL/min,程序升温,40 °C 2 min,以3.0 °C/min升温至85 °C,保留时间2 min,再以2.0 °C/min升温至110 °C,保留时间2 min,之后以5 °C/min程序升温至160 °C保留1 min,再以5 °C/min升温至220 °C,保留时间5 min。进样量为1 μL,电离方式为电子电离源(electrospray ionization, EI),电子能量为70 eV,扫描范围为50~650 amu。

挥发性成分定性和定量分析:对照质谱数据库和现有质谱鉴定结果,对各峰进行定性,利用各成分峰面积与内标峰的面积比值计算该成分的相对含量。

1.3.3 数据分析

数据用3次重复的平均值±标准偏差表示,SPSS 25.0软件进行统计分析,采用最小显著差别(least significant difference, LSD)多重比较,以 $P<0.05$ 为差异显著, $P<0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 青毛茶加工工艺对青砖茶感官品质的影响

青毛茶加工工艺对青砖茶感官品质的影响结果见表1。不同揉捻程度处理对青砖茶散茶外形和内质的汤色、香气和滋味品质有显著影响,对叶底的影响不显著。青毛茶揉捻程度越轻,青砖茶散茶外形越匀整、条索越松、汤色越明亮、陈香越高、滋味更醇和。重揉捻的青毛茶加工的青砖茶外形条索较紧、匀整度较差(85.0分)、香气闷、馥(75.0分)、滋味酸涩、甜醇度较低(73.0分),各项评分及总分(79.7)最低。青毛茶轻揉捻所制青砖茶茶样干茶外形较松、汤色红略暗,但香气陈香较高(90.0分)、滋味醇和(88.0分),总评分(88.1分),显著高于重揉茶样(79.7分);青毛茶不揉捻所制青砖茶茶样条索虽粗松,但均匀、汤色红明(92.5分)、陈香高(93.0分)、滋味甜醇(93.0分),各项评分及总分(91.5分)都显著高于其他

两个处理茶样。根据感官品质分析,青砖茶原料在加工的时候以不揉或适当轻揉为宜,不宜重揉。

青毛茶干燥方式除对叶底品质影响不明显外,对外形、汤色、香味品质影响明显。晒干茶样外形色泽棕褐、调匀(90.0分)、汤色红尚明(91.0分)、陈香高(92.0分)、滋味尚甜醇(91.0分),各项评分及总分(90.9分)最高;烘干茶样外形色泽尚棕褐(88.0分)、汤色棕红(87.0分)、陈香较高(91.0分)、滋味醇和(89.0分),总评分(89.0分),除外形和汤色得分显著低于晒干茶样外,香味评分、滋味评分及总分与晒干茶样无显著差异;炒干茶样条索更紧、色泽黄棕(88.0分)、汤色红暗(85.0分)、香气欠纯(82.0分)、滋味较苦(78.0分),除外形得分与烘干茶样无显著差异外,其他各项评分及总分(83.1)都最低,显著低于烘干茶样和晒干茶样。综上,炒干方式不利于青砖茶陈香和醇和滋味品质的形成。

2.2 青毛茶加工工艺对青砖茶主要品质成分的影响

青毛茶揉捻程度对青砖茶主要品质成分的影响见表2。随着揉捻程度加重,水浸出物、可溶性糖和多酚含量呈增加趋势。重揉捻茶样水浸出物和可溶性糖含量都极显著高于不揉捻茶样,与轻揉捻茶样差异不显著;重揉茶样多酚含量极显著高于轻揉捻和不揉捻茶样。氨基酸含量则以轻揉捻处理最高,显著高于其余处理样,不揉捻与重揉捻茶样间差异不显著。揉捻是破坏组织细胞的一个环节,主要目的是促进内含成分在冲饮时容易浸出,提高茶汤滋味浓度。揉捻越重,组织细胞破坏越大,茶叶内含物越容易释放浸出。因此,本研究中揉捻程度越重的茶样,水浸出物等内含成分也越高。在青砖茶加工过程中,氨基酸的变化较复杂,一方面微生物生长自身需要消耗氨基酸,另一方面,茶叶基质中蛋白质在微生物作用下也会水解形成氨基酸。本研究不揉和重揉茶样氨基酸含量显著低于轻揉茶样可能与此有关。实验过程中,重揉茶样在渥堆发酵时微生物生长较少,减少了蛋白质水解形成氨基酸,而不揉茶样中的微生物生长茂盛,氨基酸的利用可能大于蛋白质水解,氨基酸含量也减少较多。

青毛茶干燥方式对主要品质成分影响显著(表2),其中炒干茶样水浸出物、多酚和可溶性糖含量较高,晒干茶样各品质成分较低,两处理间差异达极显著水平。炒干茶样的水浸出物和可溶性糖含量与烘干茶样差异不明显,多酚含量显著高于烘干茶样,氨基酸含量则显著低于烘干茶样。烘干茶样氨基酸含量相对较高,显著高于炒干和晒干茶样。炒干过程中茶叶相互间挤压以及与茶机滚筒表面摩擦会导致茶叶组织细胞破坏加大,因此炒干样原料水浸出物更丰富,渥堆后的青砖茶水浸出物含量较高。炒干样条索更紧细,渥堆过程中微生物的生长较晒干和烘干差,因此炒干样中水浸出物、多酚和糖类物质的转化利用较少,含量比晒干和烘干处理高。晒干样条索较松散,渥堆发酵时微生物生长茂盛,氨基酸的利用更多,损耗更大;而多酚可能在晒干过程中更容易氧化而损耗更大。

表1 不同加工工艺处理青砖茶散茶感官审评结果(n=5)
Table 1 Organoleptic appreciation for loose Qingzhuan tea under different processing techniques (n=5)

处理	干茶外形	评分	汤色	评分	香气	评分	滋味	评分	叶底	评分	总分
揉捻程度	不揉	88.0±1.0 ^{Aa}	红明	92.5±0.6 ^{Aa}	陈香高	93.0±0.5 ^{Aa}	甜醇	93.0±0.3 ^{Aa}	红褐略深	88.5±0.2	91.5±0.5 ^{Aa}
	轻揉	86.0±0.5 ^{Bb}	红略暗	88.0±1.0 ^{Bb}	陈香较高	90.0±0.7 ^{Bb}	醇和	88.0±0.3 ^{Bb}	红褐	88.0±0.3	88.1±0.6 ^{Bb}
	重揉	85.0±0.8 ^{Bb}	橙红	89.0±0.3 ^{Bb}	闷, 略馥	75.0±0.4 ^{Cc}	略酸, 涩	73.0±0.5 ^{Cc}	尚红褐, 尚调匀	87.0±0.8	79.7±0.5 ^{Cc}
干燥方式	炒干	88.0±0.5 ^{Bb}	红暗	85.0±0.1 ^{Cc}	略带刺激, 欠纯正	82.0±0.3 ^{Bb}	较苦	78.0±0.8 ^{Bb}	红褐	88.0±0.3	83.1±0.4 ^{Bb}
	烘干	88.0±0.6 ^{Bb}	棕红	87.0±0.5 ^{Bb}	陈香较高	91.0±0.3 ^{Aa}	醇和	89.0±0.5 ^{Aa}	红褐略深	88.5±0.8	89.0±0.6 ^{Aa}
	晒干	90.0±0.2 ^{Aa}	红尚明	91.0±0.8 ^{Aa}	陈香高	92.0±0.8 ^{Aa}	尚甜醇	91.0±0.2 ^{Aa}	深红褐	89.0±0.3	90.9±0.5 ^{Aa}

注: 表中数据为5人评分平均值±标准误差, 单项审评满分为100, 加权评分按外形20%、汤色15%、香气25%、滋味30%、叶底10%计算。同一列中组内不同的大(小)写字母表示差异显著, $P<0.01$ ($P<0.05$), 下同。

酚氨比在一定程度上可以反映茶汤的醇度,酚氨比越高,茶汤滋味越苦涩,酚氨比越低,滋味越甜醇^[21]。分析结果显示(表2),随着原料揉捻程度加重酚氨比值增加,预示着滋味越苦涩,这与感官审评结果吻合。干燥方式处理中,以炒干酚氨比值最高,烘干与晒干处理差异不大,这与感官审评中炒干处理青砖茶滋味较苦涩,而烘干和晒干处理滋味较醇和的结果一致。

儿茶素类物质是茶汤滋味浓度和苦涩味的重要组成部分之一,尤其是酯型儿茶素含量^[22]。由表3可知,揉捻程度对青砖茶儿茶素组分影响显著,随着揉捻程度的加重,各单体儿茶素保留量和总量均显著增加,这与多酚的结果类似。儿茶素类物质含量高会影响茶汤的醇和度,儿茶素含量越高,尤其是EGCG、ECG等酯型儿茶素含量越高,茶汤的醇和度越低,滋味越苦涩^[22],审评结果也显示,重揉捻茶样的滋味略苦涩,醇和度较低。

原料不同干燥处理结果显示,炒干茶样各儿茶素单体及总量都最高,其次是烘干茶样,晒干茶样含量最低,这与多酚含量结果一致。

实验结果显示,各处理茶样非酯型儿茶素(C、EGC、GC)总量远高于酯型儿茶素(ECG和EGCG)总量,可能是青砖茶在渥堆发酵过程中,酯型儿茶素在湿热作用下降解形成非酯型儿茶素^[4]。酯型儿茶素的滋味较苦涩,收敛性强,非酯型儿茶素稍有涩味,收敛性弱,回味爽口^[4],因此,

青砖茶加工过程中大量酯型儿茶素转化为非酯型儿茶素促进了青砖茶滋味的醇化。

2.3 青毛茶加工工艺对青砖茶水溶性色素的影响

茶色素(tea pigments, TPs)是茶叶中多种水溶性色素混合物的总称,包括茶黄素、茶红素、茶褐素等。茶色素不仅是茶汤重要色素成分,而且也是滋味重要成分,还影响干茶和叶底色泽。茶黄素是构成茶汤橙黄明亮、滋味强烈的重要成分;茶红素呈红色,是茶汤红浓主体,滋味刺激性弱,带甜醇;而茶褐素呈暗褐色,滋味平淡^[4]。在青砖茶发酵过程中,在湿热和微生物分泌的胞外酶作用下,儿茶素类化合物氧化聚合形成茶黄素、茶红素、茶褐素系列茶色素^[23]。青砖茶茶黄素、茶红素、茶褐素含量测定结果(见表4)显示,揉捻程度对茶黄素含量无显著影响,对茶红素和茶褐素有极显著影响。随着揉捻程度的加重,茶红素的含量显著升高,各处理间差异极显著。茶褐素以重揉含量最低,显著低于不揉和轻揉茶样,不揉和轻揉茶样间差异不明显。说明重揉不利于茶色素的深度转化,导致茶汤色泽较浅,滋味较涩。

炒干茶样的茶黄素含量最高,显著高于烘干和晒干茶样,茶红素含量显著高于烘干茶样,与晒干茶样差异不显著。茶褐素含量与烘干茶样和晒干茶样差异不显著,而烘干茶样茶褐素含量则显著高于晒干茶样。

表2 不同加工工艺对青砖茶散茶水浸出物及各成分的影响(n=3)

Table 2 Effect of processing techniques on the main biochemical compositions of loose Qingzhan tea (n=3)

处理		水浸出物/%	多酚/%	氨基酸/%	可溶性糖/%	酚氨比
揉捻程度	不揉	39.47±0.44 ^{Bb}	4.21±0.12 ^{Cc}	1.29±0.07 ^{Bb}	2.58±0.16 ^{Bb}	3.21
	轻揉	41.36±0.45 ^{ABa}	5.43±0.08 ^{Bb}	1.52±0.09 ^{Aa}	2.99±0.19 ^{ABa}	3.53
	重揉	42.14±1.08 ^{Aa}	6.26±0.02 ^{Aa}	1.26±0.002 ^{Bb}	3.08±0.13 ^{Aa}	4.97
干燥方式	炒干	39.55±0.97 ^{Aa}	3.97±0.75 ^{Aa}	1.45±0.01 ^{Ab}	2.81±0.05 ^{Aa}	2.74
	烘干	36.96±0.51 ^{ABa}	3.33±0.09 ^{Bb}	1.52±0.06 ^{Aa}	2.78±0.12 ^{Aa}	2.19
	晒干	36.14±1.19 ^{Bb}	2.94±0.05 ^{Cc}	1.32±0.02 ^{Bc}	2.27±0.07 ^{Bb}	2.23

表3 不同加工工艺对青砖茶散茶儿茶素组分的影响(n=3, mg/g)

Table 3 Effect of processing techniques on catechins of loose Qingzhan tea (n=3, mg/g)

处理		C	ECG	EGC	EGCG	GC	总量
揉捻程度	不揉	0.34±0.01 ^{Cc}	0.06±0.01 ^{Bc}	2.95±0.13 ^{Cc}	0.50±0.01 ^{Cc}	2.64±0.05 ^{Cc}	6.49±0.17 ^{Cc}
	轻揉	0.97±0.03 ^{Bb}	0.08±0.01 ^{Bb}	5.63±0.12 ^{Bb}	0.80±0.01 ^{Bb}	4.80±0.03 ^{Aa}	12.28±0.15 ^{Bb}
	重揉	1.14±0.01 ^{Aa}	0.30±0.01 ^{Aa}	10.01±0.05 ^{Aa}	1.60±0.02 ^{Aa}	4.64±0.04 ^{Bb}	17.69±0.12 ^{Aa}
干燥方式	炒干	0.95±0.01 ^{Aa}	-	2.75±0.02 ^{Aa}	0.38±0.01 ^{Aa}	2.84±0.01 ^{Aa}	6.92±0.03 ^{Aa}
	烘干	0.88±0.02 ^{Bb}	-	1.74±0.01 ^{Bb}	0.29±0.01 ^{Bb}	2.19±0.03 ^{Bb}	5.10±0.02 ^{Bb}
	晒干	0.83±0.005 ^{Bc}	-	1.22±0.01 ^{Cc}	0.23±0.01 ^{Cc}	1.80±0.09 ^{Cc}	4.08±0.02 ^{Cc}

注:儿茶素(catechin, C);表儿茶素没食子酸酯(epicatechin gallate, ECG);表没食子儿茶素(epigallocatechin EGC);表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin gallate, EGCG);没食子酸儿茶素(gallate catechin, GC)。-表示未检测出。

表4 不同加工工艺对青砖茶散茶水溶性色素的影响
Table 4 Effects of different processing techniques on water-soluble pigments of loose Qingzhan tea

处理	茶色素			
	茶黄素 (mg/g)	茶红素 (mg/g)	茶褐素 (mg/g)	
揉捻程度	不揉	0.51±0.03	8.92±0.60 ^{Cc}	50.71±0.11 ^{Aa}
	轻揉	0.51±0.02	11.13±0.82 ^{Bb}	51.98±0.10 ^{Aa}
	重揉	0.55±0.01	13.30±0.52 ^{Aa}	42.37±0.11 ^{Bb}
干燥方式	炒干	0.48±0.01 ^{Aa}	8.45±0.41 ^{Aa}	51.78±0.54 ^{Aab}
	烘干	0.43±0.01 ^{Bb}	6.05±0.10 ^{Bb}	53.28±0.94 ^{Aa}
	晒干	0.42±0.02 ^{Bb}	7.64±0.60 ^{ABab}	51.38±0.87 ^{Ab}

2.4 青毛茶不同干燥工艺对青砖茶挥发性成分的影响

干燥是影响茶叶香气类型的重要环节^[24], 挥发性成分的种类组成和相对含量会影响青砖茶的香气类型^[25-27]。对不同干燥工艺青毛茶加工成的青砖茶挥发性成分进行分析, 结果见表5, 炒干样挥发性成分总含量低于烘干样和晒干样, 为审评结果中炒干样的香气低于烘干和晒干提供了一定的依据。

表5 不同干燥工艺对青砖茶散茶中各类挥发性成分相对含量的影响

Table 5 Effects of drying methods on relative content of volatile components of loose Qingzhan tea

挥发性成分类别	相对含量		
	炒干茶样	烘干茶样	晒干茶样
醇类	2.14	4.1	11.93
醛类	6.7	10.01	9.85
酮类	5.61	12.1	13.84
烃类	20.55	30.28	17.49
酯类	0.30	0.87	1.91
酸及羧酸类	0.07	0.04	1.59
酚胺类	1.52	1.02	0.64
杂氧类	1.37	1.46	1.75
其他	1.25	2.13	0.74
总量	39.51	62.01	59.74

从表5可以看出: 青砖茶挥发性成分主要有醇类、醛酮类、烃类、酯类、酸类、含氧化物类等, 其中烃类、酮类、醇类和醛类占比较多(图1)。炒干样检测到49种挥发性成分, 烃类占总量的52.0%, 其次是醛类和酮类, 分别占总量的17.0%和14.2%。其中相对含量在0.5以上的特有挥发性成分有1,3,5-三氧杂环己烷(18.67)和N-甲基-2-苄氧基乙基胺(1.19)。烘干样挥发性成分检测到71种, 烃类含量占总量的48.8%, 其次是酮类, 占比19.5%, 再次是醛类,

占比16.1%。其中, 相对含量在0.5以上的特有挥发性成分有3-甲酰琥珀酰亚胺(0.53)和1-甲基环庚醇(0.52)。晒干样挥发性成分的种类最多, 共检测到82种, 其中烃类含量最高, 占总量的29.3%; 其次是酮类, 占比23.2%; 醇类和醛类分别占比20.0%和16.5%。其中相对含量在0.5以上的特有挥发性成分有2-甲基环戊醇(2.41)、1-戊烯-3-醇(2.07)、3-环氧乙烷基7-氧杂二环[4.1.0]庚烷(1.13)、棕榈酸(1.12)、2-甲基-2-降冰片烷醇(0.85)、顺式1,3-反式-1,5-3,5二甲氧基环己醇(0.84)、2-异亚丙基单甲基环丙烷甲醇(0.54)、2-氨基-5-[(2-羧基)乙基]-咪唑(0.53)和N-[4-溴-正丁基]-2-哌啶酮(0.51)。

从图1可以看出, 3种干燥方式加工青砖茶的挥发性成分占比有所不同, 晒干样醇类和酮类挥发性成分占比高于另外两个处理, 而醇、醛和酮类物质是青砖茶香气轮廓的主要贡献成分^[5], 这也可以在一定程度上印证了审评结果中晒干样的陈香较高的结果。

以共有挥发性成分相对含量在0.5以上的主要挥发性成分做热图(图2), 结果显示, 20种共有香气物质中, 16种挥发性成分在晒干样中的含量均高于炒干样和烘干样, 这为晒干工艺有利于青砖茶香气品质形成提供了一定的依据。

3种处理共有重要挥发性物质有2-戊基咪喃、3-乙基-1,4-己二烯、己酸戊酯、2,4-二叔丁基苯酚、2-戊烯-1-醇、反式-2-辛烯-1-醇、顺- α,α -5-三甲基-5-乙基四氢化咪喃-2-甲醇、庚醛、(E,E)-2,4-庚二烯醛、壬醛、1,3,4-三甲基-3-环己烯-1-羧醛、 β -环高柠檬醛、3,5,5-三甲基-3-环己烯-1-酮、双环[3,2,0]庚-2-烯-6-酮、(E,E)-3,5-辛二烯-2-酮、 α -紫罗兰酮、 β -二氢紫罗兰酮、6,10-二甲基-5,9-十一双烯-2-酮、4-[2,2,6-三甲基-7-氧杂二环[4.1.0]庚-1-基]-3-丁烯-2-酮、植酮等。刘盼盼等^[5]认为(E,E)-2,4-庚二烯醛、 β -紫罗兰酮、芳樟醇、(Z)-4-庚烯醛、(E)-2-壬烯醛和香叶醇是青砖茶的主要贡献成分。ZHANG等^[8]认为己醛、(E)-2-己烯醛、庚醛、6-甲基-5-庚烯-2-酮、壬醛和4-(2,6,6-三甲基-1-环己烯-1-基)-2-丁酮是青砖茶陈香的特征成分。本研究测得的(E,E)-2,4-庚二烯醛、庚醛和壬醛挥发性成分相对含量较高, 与刘盼盼等^[5]和ZHANG等的^[8]研究结果一致, 其他挥发性成分是否为青砖茶特征香气成分还有待深入研究。

3 结论与讨论

青砖茶品质有多种因素决定, 包括茶树品种、嫩度和加工工艺^[28-30]。本研究结果表明, 青毛茶揉捻程度和干燥方式均可以显著影响青砖茶品质。作为青砖茶原料的青毛茶加工时不宜重揉, 以不揉和轻揉捻加工的青砖茶品质较佳。青毛茶以烘干和晒干方式加工的青砖茶品质优于炒干工艺。

揉捻是茶叶加工塑形的重要环节, 一方面使茶条卷

紧, 缩小体积, 形成一定的外形特征; 另一方面, 破坏叶肉组织, 使茶叶细胞内含物能在冲泡过程中迅速释放出来, 增加茶汤滋味浓度。本研究发现, 较重的揉捻虽然使青砖茶外形条索较紧实, 但茶汤滋味略酸、较苦涩, 香气略闷、略傻, 保留的茶多酚及儿茶素较多, 挥发性成分种类及含量较少, 不利于青砖茶香味品质。这可能是揉捻较重的青毛茶因外形紧实, 堆积发酵过程中透气性差, 导致闷堆, 一方面不利于多酚类物质的氧化, 另一方面, 不利于微生物的生长, 导致内含成分转化受到影响。本研究中也发现, 揉捻较重的原料在发酵时微生物生长受阻。

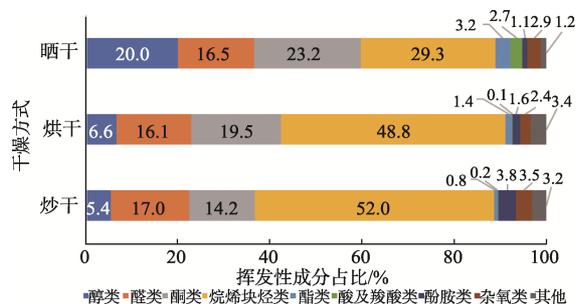


图 1 不同干燥方式加工青砖茶各类挥发性成分占比
Fig.1 Proportion of volatile components in Qingzhan teas with different drying process

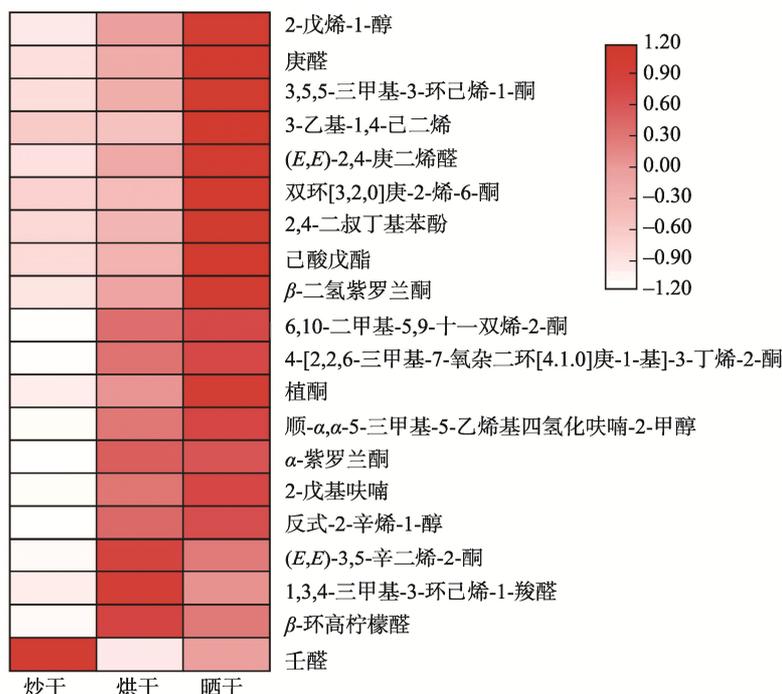


图 2 原料不同干燥方式加工青砖茶主要挥发性成分热度图
Fig.2 Heat map of the main volatile components in Qingzhan teas with different drying process

干燥是茶叶加工过程中重要的环节, 在茶叶蒸发水分的同时, 外形进一步固化, 内质也发生着复杂的热物理化学变化, 对茶叶滋味和香气品质有重要的影响。用晒干干燥的青毛茶加工的青砖茶干茶外形色泽棕褐较匀、条索略松、汤色红尚明、陈香高、滋味尚甜醇, 感官品质最优; 而来源于烘干青毛茶的青砖茶与来源于晒干处理的青砖茶茶汤滋味和香气等品质差异较小; 青毛茶炒干处理的青砖茶外形条索较紧、滋味较苦涩、香气不纯, 品质较差。这可能因为青毛茶炒干处理较晒干样和烘干样条索紧实, 在渥堆发酵过程中透气性较差, 不利于渥堆湿热作用及微生物生长, 以及原料内含成分的转化。同时, 炒干处理青毛茶香气容易出现高锐的烘炒香, 与渥堆发酵产生的陈香兼容性差, 易使青砖茶出现不协调的香气品质, 导致香气不纯正。晒干和烘干处理的青毛茶加工成的青砖茶陈香纯正、滋味甜醇, 符合传统青砖茶品质

要求^[31]。挥发性成分分析发现, 青毛茶晒干处理和烘干处理的青砖茶挥发性成分含量和种类均多于炒干处理。传统青砖茶原料一般都采用晒干的方式进行, 但晒干工艺受天气条件和场地大小影响, 且不利于原料的机械化、连续化和清洁化加工。而青毛茶采用烘干工艺加工的青砖茶品质与采用晒干工艺加工的青砖茶接近, 且不受天气和场地影响, 便于机械化加工, 品质更稳定, 因此, 建议生产上采用烘干方式加工青毛茶, 使青砖茶品质和安全性得到保证, 提高生产效率。

参考文献

[1] LI HH, XIE QQ, PAN QM, et al. Technology optimization study on high fragrance cold solubility instant powder of Hubei Qingzhan tea produced by freeze-drying method [C]. E3S Web Conferences, 2020.
[2] LIN FJ, WEI XL, LIU HY, et al. State-of-the-art review of dark tea: From chemistry to health benefits [J]. Trends Food Sci Technol, 2021, 109(1): 126-138.

- [3] 郑鹏程, 龚自明, 王胜鹏, 等. 青砖茶加工工艺及展望[J]. 中国茶叶加工, 2017, (2): 46-49.
- ZHENG PC, GONG ZM, WANG SP, *et al.* Processing technology and prospect of Qingzhuana tea [J]. China Tea Process, 2017, (2): 46-49.
- [4] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- WAN XC. Biochemistry of tea [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003.
- [5] 刘盼盼, 郑鹏程, 龚自明, 等. 青砖茶渥堆工艺优化及风味物质分析[J]. 中国食品学报, 2021, 21(8): 224-234.
- LIU PP, ZHENG PC, GONG ZM, *et al.* Process optimization and flavor analysis of Qingzhuana tea [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2021, 21(8): 224-234.
- [6] 吴德文. 青砖茶渥堆成分变化分析[J]. 中国食品, 2021, (16): 118-119.
- WU DW. Analysis of composition change of Qingzhuana tea pile [J]. China Food, 2021, (16): 118-119.
- [7] 陈雯雯, 张君岱, 宋莹, 等. 青砖茶与其他几种代表性黑茶品质比较分析[J]. 茶叶通讯, 2020, 47(2): 308-312.
- CHEN WW, ZHANG JD, SONG Y, *et al.* Comparative analysis of quality between Qingzhuana tea and other representative dark tea [J]. J Tea Commun, 2020, 47(2): 308-312.
- [8] ZHANG H, WANG JJ, ZHANG DD, *et al.* Aged fragrance formed during the post-fermentation process of dark tea at an industrial scale [J]. Food Chem, 2021, 342: 128175.
- [9] CHENG L, WANG YF, ZHANG JR, *et al.* Dynamic changes of metabolic profile and taste quality during the long-term aging of Qingzhuana tea: The impact of storage age [J]. Food Chem, 2021, 359: 129953.
- [10] 侯智炜, 许姗姗, 曹琼, 等. 青砖茶主要化学成分在储存及渥堆过程中代谢分析[J]. 安徽农业大学学报, 2018, 45(4): 594-599.
- HOU ZW, XU SS, CAO Q, *et al.* Metabolic analysis of main chemical components in Qingzhuana tea during storage and stockpiling [J]. J Anhui Agric Univ, 2018, 45(4): 594-599.
- [11] MA W, ZHU Y, SHI J, *et al.* Insight into the volatile profiles of four types of dark teas obtained from the same dark raw tea material [J]. Food Chem, 2020, 346(4): 128906.
- [12] 胡帅. 基于微生物组学及代谢组学技术的青砖茶渥堆过程品质形成机制研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2019.
- HU S. Study on quality formation mechanism of Qingzhuana tea pile fermentation based on microbiome and metabolomics [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2019.
- [13] ZHU Z, LI N, ZHOU F, *et al.* Microbial bioconversion of the chemical components in dark tea [J]. Food Chem, 2019, 312: 126043.
- [14] 杜金杰, 刘晓纯, 吴新慧, 等. 六堡茶微生物多样性研究进展[J]. 广东茶业, 2021, (4): 2-8.
- DU JJ, LIU XC, WU XH, *et al.* Research progress on microbial diversity of Liupu tea [J]. Guangdong Tea Ind, 2021, (4): 2-8.
- [15] 胡斌. 青砖茶渥堆中产脂肪酶菌株的筛选与应用[D]. 武汉: 华中农业大学, 2019.
- HU B. Screening and application of lipase strain from Qingzhuana tea pile [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2019.
- [16] CHENG L, YANG QQ, CHEN ZY, *et al.* Distinct changes of metabolic profile and sensory quality during Qingzhuana tea processing revealed by LC-MS-based metabolomics [J]. J Agric Food Chem, 2020, 68(17): 4955-4965.
- [17] 陈玉琼, 倪德江, 春晓娅, 等. 不同杀青方式对青砖茶原料氟含量的影响[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(6): 1193-1195.
- CHEN YQ, NI DJ, CHUN XY, *et al.* Effects of different cutting methods on fluorine content of Qingzhuana Tea [J]. Hubei Agric Sci, 2011, 50(6): 1193-1195.
- [18] 丁建. 不同因素对老青砖毛茶品质形成的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
- DING J. Different factors on the quality formation of Qingzhuana semi-finished tea [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010.
- [19] 钟萝, 王月根, 施兆鹏. 茶叶品质理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989.
- ZHONG L, WANG YG, SHI ZP. Physicochemical analysis of tea quality [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1989.
- [20] 施兆鹏. 茶叶审评与检验[M]. 北京: 中国农业出版社, 2015.
- SHI ZP. Tea sensory and evaluation [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2015.
- [21] 许文臻, 陈文君, 向晶, 等. 不同发酵方式对青砖茶理化品质的影响[J]. 湖北工业职业技术学院学报, 2020, 33(1): 33-37.
- XU WC, CHEN WJ, XIANG J, *et al.* Effects of different fermentation methods on physical and chemical quality of green brick tea [J]. J Hubei Ind Polytech, 2020, 33(1): 33-37.
- [22] 程福建, 吴芹瑶, 高水练, 等. 茶叶苦涩味影响因素研究进展[J]. 中国茶叶, 2020, 42(2): 24-33.
- CHENG FJ, WU QY, GAO SL, *et al.* Research progress on factors affecting bitter taste of tea [J]. China Tea, 2020, 42(2): 24-33.
- [23] 夏涛. 制茶学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
- XIA T. Manufacture of tea [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2014.
- [24] 刘盼盼, 郑鹏程, 龚自明, 等. 青砖茶的香气成分分析[J]. 食品科学, 2017, 38(8): 164-170.
- LIU PP, ZHENG PC, GONG ZM, *et al.* Analysis of aroma components in Qingzhuana dark tea [J]. J Food Sci Technol, 2017, 38(8): 164-170.
- [25] 袁思思, 柏珍, 黄亚辉, 等. 3种黑茶的香气分析[J]. 食品科学, 2014, 35(2): 252-256.
- YUAN SS, BAI Z, HUANG YH, *et al.* Analysis of aroma components in three kinds of dark tea [J]. Food Sci, 2014, 35(2): 252-256.
- [26] LIU PP, ZHENG PC, WANG SP, *et al.* Analysis of volatile flavor compounds in Qingzhuana tea during primary and pile fermentation process [J]. Food Ferment Ind, 2017, (12): 176-183.
- [27] ZHENG SJ, SHENG Y, XIAO QOU, *et al.* Research progress in aroma and main effects of pile fermentation Chinese dark tea [J]. Sci Technol Food Ind, 2016, 37(20): 366-370, 376.
- [28] LIU S, YU Z, ZHU H, *et al.* *In vitro* α -glucosidase inhibitory activity of isolated fractions from water extract of Qingzhuana dark tea [J]. BMC Comp Alt Med, 2016, 16(1): 378.
- [29] 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 YX, CHEN YQ, JIAO YF, *et al.* Effects of different tea varieties on quality of green brick tea [J]. Tea Sci, 2019, 41(1): 48-57.
- [30] 刘璇, 殷雨心, 李天吉, 等. 原料嫩度差异对青砖茶品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2021, 40(2): 237-244.
- LIU X, YIN YX, LI TJ, *et al.* Effect of raw material tenderness difference on quality of green brick tea [J]. J Huazhong Agric Univ, 2021, 40(2): 237-244.
- [31] LIU PP, ZHENG PC, GONG ZM, *et al.* Comparative analysis of chemical constituents and antioxidant activities of different cultivars of Qingzhuana tea [J]. Mod Food Sci Technol, 2018, 34(9): 77-87.

(责任编辑: 郑丽 张晓寒)

作者简介



晏智, 硕士研究生, 主要研究方向为茶叶加工与品质调控。

E-mail: yanzhi0805@webmail.hzau.edu.cn



陈玉琼, 教授, 主要研究方向为茶叶品质安全。

E-mail: chenylq@mail.hzau.edu.cn