

滑金杰,尹军峰,袁海波,等.温州黄汤闷堆和闷烘工艺[J].江苏农业科学,2017,45(2):173-177.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.02.052

温州黄汤闷堆和闷烘工艺

滑金杰,尹军峰,袁海波,江用文,汪芳,陈根生

(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/
农业部茶树生物学与资源利用重点实验室,浙江杭州 310008)

摘要:以 1 芽 1 叶初展的茶鲜叶为原料,借鉴温州黄汤的制茶工艺,设置连续的闷堆时间(0、4、8、12、16 h)处理、不同的闷烘时间(0、2、4)、温度(35、45 ℃)条件处理,测定茶多酚、氨基酸、黄酮、可溶性糖、咖啡碱、儿茶素等含量,并对不同闷烘条件处理所制成的茶进行感官审评,研究闷堆工序和闷烘工序对品质生化成分和成茶感官品质的影响。结果发现,闷堆过程中茶多酚、表没食子儿茶素(EGC)、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)、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)、儿茶素总量等呈下降趋势,氨基酸、黄酮、可溶性糖、咖啡碱、没食子酸(GA)、没食子儿茶素(GC)、C、EC、简单儿茶素总量等呈先降后升的变化趋势。2 种闷烘温度处理下,随着闷烘的持续进行,茶多酚、EGCG、EC、GCG、ECG、CG、儿茶素总量等均呈现逐步下降的趋势,其他品质生化成分含量均呈现“降—升—降”的变化趋势,以闷烘 2 h 时相对最高;5 组闷烘处理间进行比较以“45 ℃ + 2 h”闷烘处理下氨基酸、可溶性糖、咖啡碱、GC、EGC、C 等品质生化成分含量,以及简单儿茶素/酯型儿茶素比值显著最高;酚氨比值显著最低,但感官品质得分显著最高。

关键词:闷堆;闷烘;黄茶;温度;生化成分;动态变化

中图分类号: TS272.5⁺9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)02-0173-05

黄茶是我国特有的茶类,主要产自湖南、安徽、四川、浙江、广东等地^[1]。“闷黄”作为黄茶加工独特的工序,是形成黄茶干茶金黄、汤色杏黄、叶底嫩黄等“三黄”品质的关键,其本质是在湿热的环境条件下叶内生化成分发生的一系列非酶促热化学反应^[2-4]。不同黄茶产地闷黄工艺作业不同,一般可分为“湿坯闷黄”和“干坯闷黄”2 类^[5]。温州黄汤是我国

的历史名茶,其闷黄工序较为独特,同时包含湿闷和干闷 2 种方式,即采用杀青后闷黄和毛火后闷黄,为形成其特有品质奠定基础。近年来,黄茶闷黄作业的相关研究已有部分文献报道,多集中于闷堆进程中常规生化成分的变化规律以及闷堆工艺参数的优化^[6-11],但以往的研究多采用高温烘干方式固样,忽略了对闷黄环境条件的精准调控,势必对试验结果的统一性及准确性带来影响。此外,有关闷烘过程中内含生化成分变化规律及闷烘参数对黄茶品质影响的研究相对较少。

笔者所在的科研团队借鉴传统温州黄汤加工工艺,通过系统研究提出了“鲜叶—摊放—杀青—理条——闷(闷堆)—初烘—二闷(闷烘)—复烘—成茶”的优化工艺。本试验以此为基础,借助人工气候箱设施对闷黄环境的温湿度进行精准调控,并通过箱体风机实施气体交换,同时采用液氮冻结/冷冻干燥固样方法,探索 2 次闷黄作业在制品生化成分变化

收稿日期:2015-11-25

基金项目:中国农业科学院科研经费项目(编号:201205);浙江省富民强县科技项目(编号:2013-19)。

作者简介:滑金杰(1989—),男,安徽阜阳人,硕士,从事茶叶加工与质量控制研究。E-mail:huajinjie@tricaas.com。

通信作者:袁海波,副研究员,从事茶叶加工与茶饮料工程研究。E-mail:192168092@tricaas.com。

波时间 105 s。

参考文献:

- [1] 芮世华. 介绍几种珍稀食用菌[J]. 食品研究与开发,2000,4(4):34-36.
- [2] 李波,芦菲,南海娟,等. 杏鲍菇保健饮料的研制[J]. 食品工业科技,2009,30(4):228-229,232.
- [3] 杨武海. 杏鲍菇干制技术研究[D]. 福州:福建农林大学,2010:1-9.
- [4] 江宁,刘春泉,李大婧,等. 甘薯片真空微波干燥工艺的优化[J]. 中国食品学报,2011,11(7):81-88.
- [5] 吕晓莲. 气流膨化技术对核桃早餐谷物食品品质构的影响[J]. 食品科学,2012,33(4):22-25.
- [6] 毕金峰,方芳,丁媛媛,等. 预处理对哈密瓜变温压差膨化干燥产品品质的影响[J]. 食品与机械,2010,26(2):15-18.

- [7] Nath A, Chattopadhyay P K. Optimization of oven toasting for improving crispness and other quality attributes of ready to eat potato-soy snack using response surface methodology[J]. Journal of Food Engineering,2007,80(4):1282-1292.
- [8] 邹明辉,李来好,郝淑贤,等. 响应面法优化南美白对虾虾仁无磷保水工艺[J]. 食品科学,2010,31(20):159-165.
- [9] 王泽南,陶学明,胡晓浩,等. 微波膨化荸荠脆片加工工艺的研究[J]. 食品科学,2008,29(3):249-251.
- [10] 裴斐,王敏,刘凌岱,等. 即食杏鲍菇片真空低温脱水工艺[J]. 食品科学,2011,32(8):167-171.
- [11] 熊永森,王俊,王金双. 微波干燥胡萝卜片工艺试验研究[J]. 农业工程学报,2008,24(6):291-294.
- [12] 毕金峰,方蕾,丁媛媛,等. 菠萝变温压差膨化干燥工艺优化[J]. 农业工程学报,2009,25(10):334-339.

规律及其差异,分析其对风味品质的影响,并探索二闷时间和温度对黄茶内含生化成分和感官品质的影响,提出适宜的二闷参数,以期完善黄茶的制茶化学理论和改进黄茶的制作工艺提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与仪器

鲜叶品种为福鼎大白茶,采摘标准为 1 芽 1 叶初展,采自浙江省开化县名茶公司茶园基地,采摘日期为 2014 年 4 月 10 日。

6CST-80 型电磁内热滚筒杀青机,中国农业科学院茶叶研究所与余姚姚江源茶叶茶机有限公司联合研制;6CLXL11/8 型连续理条机,浙江上洋机械有限公司;PRX-450D 人工气候箱,浙江宁波赛福实验仪器有限公司;6CTH6.0 型茶叶提香机,浙江上洋机械有限公司;MA-150C 红外水分测定仪,德国赛多利斯公司;YDS-35-125 型液氮罐,河南豫新航空低温容器有限责任公司;FTE-BTD 真空冷冻干燥机,美国 KINETIC 公司;Sartorius BT 124s 分析天平,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;岛津 UV-3600 紫外-可见近红外分光光度计,日本岛津公司;Agilent 1100 高效液相色谱仪,安捷伦科技有限公司;DHG-9123A 型电热恒温鼓风干燥箱,DK-S26 型电热恒温水浴锅,上海精宏实验设备有限公司。

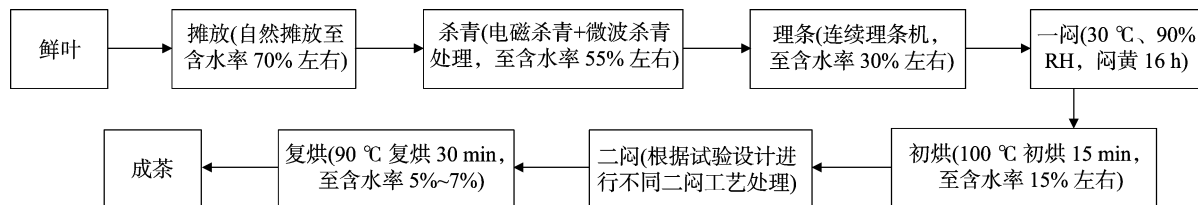


图1 黄茶加工工艺流程

1.2.3 取样方法 每隔 4.0 h 对一闷工序进行取样,并对 6 个不同处理的二闷样进行取样:取 100 g 样置于液氮罐冷冻固样,低温冷冻干燥(冻结温度 -30 °C,干燥温度 20 °C)。冷冻干燥样磨碎过筛后装于密封袋内,置于 -20 °C 冰柜待测,检测生化成分。

1.3 检测方法

1.3.1 常规检测 茶多酚含量的测定采用福林酚比色法(GB/T 8313—2008《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》);氨基酸含量的测定采用茚三酮比色法(GB/T 8314—2002《茶 游离氨基酸总量测定》);可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法;黄酮含量的测定采用三氯化铝比色法。

1.3.2 儿茶素组分、没食子酸、咖啡碱等含量的检测 高效液相色谱(high performance liquid chromatography, HPLC)法^[12]:室温下,取磨好的茶样 1.5 g 溶于沸纯水,100 °C 水浴锅中浸提 45 min 后,抽滤、冷却、定容至 250 mL,取液用 0.22 μm 水相微孔滤膜过滤至液相小瓶待测。A1100 高效液相色谱仪(安捷伦公司),VWD 检测器;色谱柱:WAT054275-C₁₈柱,5 μm,4.6 mm×250 mm;流动相 A 为 2% 乙酸,流动相 B 为纯乙腈,流速 1 mL/min;柱温 40 °C,检测波长 280 nm,进样量:10 μL;梯度洗脱:流动相 B 在 16 min 内由 6.5% 线性变化到 15%,在 16~25 min 由 15% 线性变化至 25%,在 25.0~25.5 min 保持 25%,在 25.5~30.0 min 由 25% 线性变化至初始状态,平衡 5 min。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 以优化的温州黄汤加工工艺为基础,探究随着一闷工序的进行(0、4、8、12、16 h),制品品质生化成分的动态变化规律;同时以二闷工艺为研究对象,探究其对黄茶风味品质的影响,设定 35、45 °C 等 2 个温度水平和 0、2、4 h 等 3 个二闷时间,共“35/45 °C + 0 h”“35 °C + 2 h”“35 °C + 4 h”“45 °C + 2 h”“45 °C + 4 h”等 5 个处理组合。

1.2.2 工艺流程 黄茶的加工工艺流程:采摘的鲜叶原料均匀薄摊在竹匾上,待含水率降至 70% 左右进行杀青作业;杀青先采用电磁滚筒杀青机,设定前段筒温 270 °C、中段筒温 250 °C、后段筒温 190 °C,滚筒转速 36 r/min,杀青耗时 105 s,后采用微波杀青机,微波频率(2 450 ± 50) MHz,输出功率 13.5 kW,传输功率 1 400 r/min,杀青耗时 160 s;而后摊凉回潮 60 min,待含水率 55% 左右进行理条作业;理条作业分 2 个阶段,每阶段分 3 层,第 1 阶段 3 层温度分别为 230、220、130 °C,传速 48 Hz、1.5 min,第 2 阶段 3 层温度分别为 170、140、177 °C,传速 45~48 Hz、1.5 min;一闷作业调节环境温度 30 °C,相对湿度 90%,闷黄时间 16 h;初烘在提香机内进行,设定温度 100 °C、15 min,至含水率 15% 左右;而后按不同工艺处理进行二闷;最后在提香机内 90 °C 复烘 30 min,烘至足干(含水率 5%~7%),制得成茶(图 1)。

1.3.3 茶汤感官审评 参照 GB/T 23776—2009《茶叶感官审评方法》,由 3 位具有中级以上茶叶审评资格的专业审评员进行密码审评,采用评语与百分制打分相结合的方式评定茶叶品质,评定外形色泽、汤色、香气、滋味,每项 100 分,感官总分 = 香气得分 × 30% + 滋味得分 × 30% + 外形得分 × 20% + 汤色得分 × 20%。

1.4 数据处理

采用 SAS 9.1 软件进行数据分析,处理间平均值的比较用最小显著差异法(LSD)。试验重复 3 次,试验结果以 3 个重复的平均值表示。

2 结果与分析

2.1 一闷(闷堆)过程中品质生化成分含量的动态变化

2.1.1 常规成分的动态变化 闷堆过程中茶多酚含量总体呈现下降趋势,前期下降速率较快,闷堆 4 h 后含量由 19.13% 降至 17.17%,减幅 10.25%,后期则趋于平缓。可溶性糖、氨基酸、没食子酸、黄酮等物质含量均在闷堆 4 h 时降至最低点,而后缓慢上升:可溶性糖含量在闷堆 4 h 后由 4.80% 降至 4.38%,减幅 9.59%,到闷堆结束升至 4.91%,升幅 2.29%;黄酮含量则由 0.85% 降至 0.76%,降幅 10.59%,到闷堆结束升至 0.85%;氨基酸含量在闷堆 4 h 时急剧下降,由 3.03% 降至 2.24%,降幅达 26.07%,而后闷堆 8 h 处理时迅速上升,回至 2.85%;没食子酸含量在闷堆 4 h

时略有下降,而后逐步上升,至闷堆结束达到 0.30%,升幅至 2.83%,升幅 4.43%(图 2)。

9.56%。咖啡碱含量在闷堆前 8 h 缓慢下降,后期逐步回升

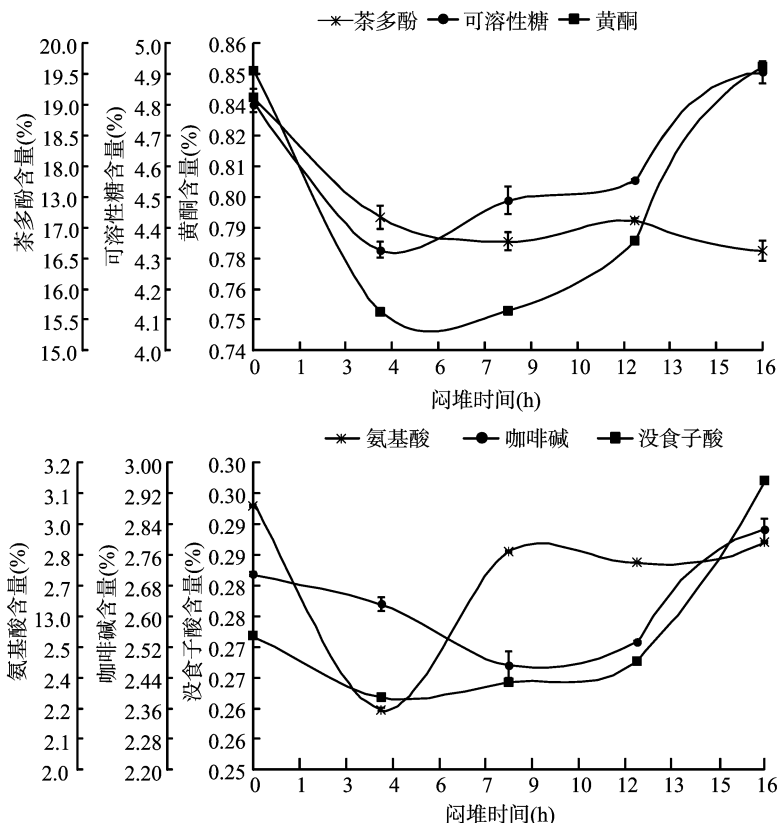


图2 闷堆过程中常规生化成分的动态变化

闷堆过程中,茶多酚在湿热的作用下发生非酶促氧化和异构化反应,生成醌类和茶黄素类,含量逐步下降,该结果与龚永新等的研究结果^[6]相似,前期茶多酚含量的迅速下降推测以氧化反应为主,后期非水溶性多酚类(黄酮苷元等)在湿热作用下转化成水溶性以及儿茶素类的异构化,导致多酚含量呈波动状。闷堆前期,氨基酸的缩合、脱羧和氧化等,可溶性糖的呼吸消耗,以及黄酮、咖啡碱等物质的氧化降解,导致其含量减少;随着闷堆的持续进行,蛋白质类、淀粉、纤维素、黄酮苷元、结合态咖啡碱等大分子非水溶性物质的水解反应和酯型儿茶素类的歧化降解反应在湿热作用下不断加强,导致氨基酸类、可溶性糖类、黄酮类、咖啡碱、没食子酸等物质含量逐步回升,为减轻茶汤的苦涩味和提高茶汤的黄亮度、浓醇鲜爽度等奠定了基础。

2.1.2 儿茶素组分和总量的动态变化 龚永新等研究认为,闷堆过程中儿茶素总量和酯型儿茶素总量因水解转化成简单儿茶素和非酶氧化聚合形成黄茶素(TF)、红茶素(TR)等呈下降趋势,表儿茶素(EC)、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)等含量呈下降趋势,表没食子儿茶素(EGC)、表儿茶素没食子酸酯(ECG)等含量呈先升后降的趋势,其他儿茶素组分含量未进行测定^[6];而周继荣等研究认为随着闷堆进行EGC、ECG、EGCG等含量呈下降趋势,EC呈上升趋势,C呈先升后降的趋势^[7,13]。

本研究发现,随着闷堆时间的延长,儿茶素总量和酯型儿茶素总量均呈现下降趋势,简单儿茶素总量前期有所下降、后

期逐步回升,其中儿茶素组分没食子儿茶素(GC)、C、EC等含量呈先降后升的变化趋势,EGC、EGCG、GCG、ECG、CG等含量呈逐渐下降的趋势,与前人研究结果有不同之处。儿茶素总量由闷堆前的9.8897%降至闷堆16h的8.0794%,降幅18.05%;酯型儿茶素总量由闷堆前的8.0370%降至闷堆16h的6.4230%,降幅20.15%;简单儿茶素总量由闷堆前的1.8227%降至闷堆16h的1.6564%,降幅9.12%;简单儿茶素总量/酯型儿茶素总量的值由闷堆前的0.23升至闷堆16h的0.26(表1)。

此外,所有儿茶素组分含量均在闷堆4h后呈最大幅度下降的趋势,而后呈现或回升或缓慢下降的趋势。闷堆前期儿茶素在湿热环境下发生非酶氧化、异构化、热裂解等反应,生产一定量的茶黄素和茶红素儿茶素^[14-15],各组分含量呈下降趋势;闷堆后期酯型儿茶素EGCG、GCG、ECG、儿茶素没食子酸酯(CG)等持续发生热裂解反应,含量进一步降低,转化形成没食子酸(GA)、GC、C、EC等,没食子酸和简单儿茶素组分含量逐步回升(表1)。具有较强收敛性及涩味的酯型儿茶素的减少和爽口黄亮茶黄素的产生,有利于形成黄茶特有的金黄色泽和浓醇爽口的滋味品质。

2.2 不同二闷(闷烘)处理对品质生化成分含量的影响

2.2.1 对常规成分的影响 不同闷烘温度处理下,随着闷烘的进行,茶多酚含量均呈现逐渐下降的趋势,而氨基酸、可溶性糖、黄酮、没食子酸等含量均呈现前期增加后期减少的趋势;咖啡碱含量在不同闷烘温度下结果不同,35℃下呈逐渐

表 1 一闷过程中儿茶素组分含量的动态变化

闷堆时间 (h)	儿茶素组分含量(%)					
	GC	EGC	C	EGCG	EC	GCG
0	0.154 1±0.008 8	0.312 6±0.038 1	1.055 4±0.059 0	4.702 7±0.092 2	0.300 6±0.090 2	1.206 6±0.059 8
4	0.145 1±0.006 3	0.308 2±0.034 1	0.942 1±0.026 8	4.300 1±0.058 1	0.278 5±0.076 7	1.116 0±0.092 5
8	0.136 3±0.013 7	0.304 6±0.035 2	0.833 4±0.095 2	3.958 3±0.073 7	0.268 8±0.101 5	1.092 6±0.092 0
12	0.154 7±0.000 6	0.287 6±0.012 7	0.867 4±0.012 4	3.766 4±0.070 4	0.300 8±0.089 4	1.069 0±0.016 6
16	0.154 4±0.014 8	0.279 8±0.044 5	0.906 9±0.061 8	3.569 7±0.069 2	0.315 2±0.025 5	0.979 7±0.077 9

闷堆时间 (h)	儿茶素组分含量(%)				
	EGC	CG	儿茶素总量	简单儿茶素总量	酯型儿茶素总量
0	1.951 7±0.099 1	0.176 0±0.008 9	9.859 7±0.124 6	1.822 7±0.288 6	8.0370±0.4333
4	1.789 1±0.040 8	0.159 9±0.019 1	9.039 0±0.243 6	1.673 8±0.237 3	7.365 2±0.614 2
8	1.736 8±0.057 4	0.158 9±0.017 0	8.489 7±0.443 5	1.543 1±0.345 1	6.946 6±0.100 3
12	1.754 9±0.017 2	0.157 9±0.006 6	8.358 8±0.793 4	1.610 5±0.115 0	6.748 2±0.064 4
16	1.718 5±0.009 1	0.155 1±0.036 2	8.079 4±0.589 3	1.656 4±0.146 7	6.423 0±0.912 3

下降的趋势,45℃下呈先升后降的趋势。不同闷烘处理组合下各常规生化成分含量差异显著。茶多酚含量以“45℃+4 h”组合显著最低,“45℃+2 h”和“35℃+4 h”组合次之,即闷烘温度越高、时间越长,多酚类发生的非酶氧化、热裂解等反应越剧烈,其含量减幅越大(表 2)。

氨基酸、可溶性糖、咖啡碱、黄酮、没食子酸等含量以“45℃+2 h”组合最高,显著优于其他处理组合,“45℃+2 h”处理组合下酚氨比值为 4.67,显著低于其他 4 个处理(表 2)。即随着闷烘温度的升高,大分子蛋白质类在蛋白酶

的作用下裂解反应加速,水不溶性物质如纤维素、淀粉、结合态咖啡碱、黄酮苷元类等在和酶的作用下水解、降解等反应加速,酯型儿茶素的热裂解反应加速等,导致氨基酸、可溶性糖、咖啡碱、黄酮、没食子酸等物质含量随着闷烘温度的升高而增加,但闷烘时间过长,则大分子类、水不溶性物质的降解反应速度低于小分子可溶性物质的进一步转化、消耗等反应,如氨基酸的脱氨、脱羧反应,可溶性糖的呼吸消耗、糖苷化反应等,氨基酸、可溶性糖、咖啡碱、黄酮、没食子酸等物质含量会随着闷烘时间的进一步延长而降低。

表 2 不同二闷处理组合对常规生化成分的影响

二闷处理组合	常规组分含量(%)					
	茶多酚	氨基酸	可溶性糖糖	咖啡碱	黄酮	没食子酸
35/45℃+0 h	16.629 7±0.322 4a	2.892 2±0.008 8d	4.906 6±0.225 2c	2.825 6±0.068 6c	0.851 1±0.151 5d	0.297 1±0.031 5c
35℃+2 h	15.858 5±0.234 8b	3.126 1±0.051 6b	5.703 0±0.357 8b	2.603 4±0.204 7d	0.932 1±0.008 0c	0.306 4±0.004 9b
35℃+4 h	15.447 0±0.238 5c	2.579 1±0.177 4e	4.193 3±0.142 8d	2.480 8±0.320 5e	0.840 5±0.070 8d	0.279 5±0.014 6d
45℃+2 h	15.496 3±0.266 7c	3.320 9±0.155 3a	5.839 9±0.388 2a	2.863 8±0.080 5a	0.971 0±0.015 9a	0.314 0±0.013 2a
45℃+4 h	15.195 3±0.313 8d	3.045 4±0.089 5c	5.810 4±0.051 9a	2.846 5±0.069 8b	0.950 6±0.008 0b	0.303 8±0.005 6b

注:同列数据后不同字母表示经 LSD 法检验在 0.05 水平上差异显著。

2.2.2 对儿茶素组分和总量的影响 随着闷烘时间的延长,各儿茶素组分含量在不同闷烘温度下呈现相同的变化规律,GC、EGC、C 和简单儿茶素总量呈现先升后降的变化规律,EGCG、EC、GCG、ECG、CG、酯型儿茶素总量和儿茶素总量等呈现逐步下降的趋势。不同闷烘温度下以 45℃处理 GC、EGC、C 和简单儿茶素等的增幅显著高于 35℃处理,且闷烘 4 h 后的含量仍高于未闷烘样,EGCG、EC、GCG、ECG、CG、酯型儿茶素总量和儿茶素总量等的降幅显著低于 35℃(表 3)。

各儿茶素组分和总量不同闷烘处理组合下呈显著差异,GC、EGC、C 和简单儿茶素总量以“45℃+2 h”组合显著最高,“45℃+4 h”组合次之;EGCG、EC、GCG、ECG、CG、酯型儿茶素总量和儿茶素总量等以“35/45℃+0 h”组合显著最高,“35℃+2 h”组合次之,“45℃+4 h”组合显著最低,“45℃+2 h”组合和“35℃+4 h”组合差异不显著;简单儿茶素总量/酯型儿茶素总量的值以“45℃+2 h”组合和“45℃+4 h”组合显著最高,均为 0.33,“35℃+4 h”组合显著最低,为 0.25。即闷烘温度越高,酯型儿茶素各组分热裂解和氧化反应越剧烈,含量越低,裂解产生的 GC、EGC、C、GA 等物质含量越高,但闷烘时间过长,则简单儿茶素组分的转化

反应消耗增加,含量也随之降低(表 3)。

2.2.3 对成茶感官品质的影响 不同组合间成茶感官品质差异显著,尤其着重于外形、香气和滋味等品质。其中以“45℃+2 h”组合所得成茶各品质参数相对最优,且感官总分显著高于其他组合,与上述研究中“45℃+2 h”组合下氨基酸、可溶性糖、黄酮、咖啡碱等常规生化成分和简单儿茶素组分含量以及简单儿茶素总量/酯型儿茶素总量比的显著高于其他 4 个组合处理相一致。不进行闷烘的“35/45℃+0 h”组合得分最低,即闷烘处理有利于黄茶品质的提升(表 4)。

3 讨论与结论

闷堆过程中,叶内各生化成分在湿热作用下发生非酶促化学反应:闷堆前期,多酚类和儿茶素类发生氧化、异构化及热裂解等反应导致含量锐减,氨基酸的缩合氧化、可溶性糖的呼吸消耗、黄酮和咖啡碱等物质的氧化降解导致其含量减少;闷堆后期,酯型儿茶素 EGCG、GCG、ECG、CG 等持续的热裂解反应转化形成 GA、GC、C、EC 等,导致酯型儿茶素含量进一步降低,而没食子酸和简单儿茶素组分含量逐步回升,且蛋白质类、淀粉、纤维素、黄酮苷元、结合态咖啡碱等大分子非水溶

表 3 不同二闷处理组合对常规生化成分的影响

二闷处理组合	儿茶素组分(%)					
	GC	EGC	C	EGCG	EC	GCG
35/45 ℃ +0 h	0.154 4±0.014 8c	0.279 8±0.044 5e	0.906 9±0.061 8d	3.569 7±0.069 2a	0.315 2±0.025 5a	0.979 7±0.077 9a
35 ℃ +2 h	0.159 6±0.001 0b	0.312 9±0.013 0c	0.989 8±0.069 9c	3.398 7±0.091 1b	0.253 9±0.000 9d	0.967 4±0.029 5b
35 ℃ +4 h	0.143 1±0.007 1d	0.298 2±0.020 0d	0.795 8±0.067 0e	3.151 7±0.308 2c	0.207 5±0.020 6e	0.946 4±0.065 0d
45 ℃ +2 h	0.168 9±0.009 3a	0.349 5±0.025 4a	1.041 2±0.063 8a	2.835 9±0.230 0d	0.280 8±0.009 3b	0.954 2±0.045 7c
45 ℃ +4 h	0.158 8±0.000 7b	0.333 7±0.001 6b	1.039 4±0.017 1b	2.688 0±0.080 4e	0.273 6±0.004 6c	0.939 7±0.001 3e

二闷处理组合	儿茶素组分(%)				
	EGC	CG	儿茶素总量	简单儿茶素总量	酯型儿茶素总量
35/45 ℃ +0 h	1.718 5±0.009 1a	0.155 1±0.036 2a	8.079 4±0.589 3a	1.656 4±0.146 7d	6.423 0±0.912 3a
35 ℃ +2 h	1.696 6±0.032 8b	0.140 2±0.003 1b	7.919 1±0.176 0b	1.716 2±0.084 7c	6.202 9±0.091 3b
35 ℃ +4 h	1.655 5±0.125 3d	0.136 2±0.014 7c	7.334 4±0.062 8d	1.444 6±0.114 6e	5.889 9±0.513 2c
45 ℃ +2 h	1.667 6±0.091 2c	0.136 2±0.007 3c	7.434 3±0.481 9c	1.840 3±0.107 8a	5.594 0±0.374 1d
45 ℃ +4 h	1.643 0±0.028 1e	0.134 1±0.000 1d	7.210 2±0.117 2e	1.805 5±0.010 2b	5.404 7±0.107 0e

注同表 2。

表 4 不同二闷处理组合对成品茶感官品质的影响

闷烘处理组合	外形		汤色		滋味		香气		总分
	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	
35/45 ℃ +0 h	黄绿尚润	83	浅黄	87	尚醇带苦涩	82	尚纯偏青	82	83.2d
35 ℃ +2 h	绿黄尚润	87	浅黄	88	尚醇带苦	84	较高	87	86.3b
35 ℃ +4 h	绿黄	85	浅黄稍暗	85	尚醇有苦	85	尚纯	84	84.7c
45 ℃ +2 h	绿黄较润	89	黄亮	89	尚鲜醇	89	较高带甜	89	89.0a
45 ℃ +4 h	绿黄略暗	84	浅黄较暗	83	尚醇和	87	尚纯	85	85.0c

注同表 2。

性物质的水解反应在湿热作用下不断加强,导致氨基酸类、可溶性糖类、黄酮类、咖啡碱、没食子酸等物质含量逐步回升。

温度、时间作为闷烘的重要参数,直接影响内含生化成分的转化速度和方向,最终影响成茶的感官品质。温度越高,大分子的消耗反应越剧烈,茶多酚含量的减幅越大,酯型儿茶素因热裂解反应减少量越大,水不溶性物质如纤维素、淀粉、结合态咖啡碱、黄酮苷元类的水解和降解等反应越剧烈,氨基酸、可溶性糖、咖啡碱、黄酮、没食子酸、简单儿茶素组分等物质含量越高,但闷烘时间过长,小分子物质也会因过度消耗反应而含量下降,不利于品质物质的积累,所制成茶品质也不佳。本试验结果发现,以“45 ℃ +2 h”闷烘处理组合的氨基酸、可溶性糖、咖啡碱、黄酮、没食子酸、GC、EGC、C、简单儿茶素总量、简单儿茶素总量/酯型儿茶素总量的值等显著最高,酚氨比值显著最低,所制成茶感官得分显著最高。

本研究部分结果与前人的研究不同,可能与试验设备和检测方法有关,试验采用的精准参数调控和液氮冻结/冷冻干燥固样方法较以前更为科学,更能反应真实的变化规律和试验结果。另由于试验设备限制,仅选取 5 个闷烘处理组合,下一步研究应结合更多的参数、设置更多的因子水平,从而得出更全面的数据,为实际黄茶加工提供技术指导。此外,把闷堆和闷烘工艺参数综合起来探讨其对黄茶品质生化成分和感官特性的影响有待进一步研究。

参考文献:

[1]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.

[2]杨涵雨,周跃斌. 黄茶品质影响因素及加工技术研究进展[J]. 茶叶通讯,2013,40(2):20-23.

[3]刘 晓,齐桂年,胥 伟. 黄茶品质形成机理研究进展[J]. 福建茶叶,2009,32(4):2-4.

[4]周继荣,倪德江. 黄茶品质形成机理及加工工艺研究进展[J]. 蚕桑茶叶通讯,2003(3):5-6.

[5]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子研究进展[J]. 茶叶科学,2015,35(3):203-208.

[6]龚永新,蔡烈伟,蔡世文,等. 闷堆对黄茶滋味影响的研究[J]. 茶叶科学,2000,20(2):110-113.

[7]周继荣,陈玉琼,孙 娅,等. 鹿苑茶加工过程中品质的变化[J]. 华中农业大学学报,2005,24(1):88-92.

[8]周继荣,陈玉琼,孙 娅,等. 鹿苑茶闷堆工艺研究[J]. 食品科学,2005,26(11):107-111.

[9]杨涵雨,周跃斌,王 准,等. 闷黄过程中供氧量对黄茶品质的影响[J]. 农产品加工·学刊,2014(6):15-17,21.

[10]刘汉焱,冯红钰,罗莲凤,等. 不同闷黄处理对桂热 1 号黄茶品质的影响[J]. 中国热带农业,2013(1):52-52,53.

[11]陈 玲,周跃斌,王 准. 闷黄对黄茶品质形成的影响研究[J]. 茶叶通讯,2012,39(2):8-11.

[12]滑金杰,袁海波,尹军峰,等. 绿茶电磁滚筒-热风耦合杀青工艺参数优化[J]. 农业工程学报,2015,31(12):260-267.

[13]周继荣,倪德江,陈玉琼,等. 黄茶加工过程品质变化的研究[J]. 湖北农业科学,2004(1):93-95.

[14]陈昌辉,邓小丽,张跃华,等. 蒙顶黄芽新工艺条件下品种适制性研究[J]. 湖北农业科学,2013,52(18):4403-4406,4426.

[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.