

蓝莓叶红茶活性成分分析

严红光¹, 程江华², 姚平伟¹, 郝位清¹ (1. 凯里学院, 贵州凯里 556001; 2. 安徽省农业科学院, 安徽合肥 230036)

摘要 [目的] 研究蓝莓叶红茶中花青素等活性物质的含量。[方法] 以蓝莓秋梢嫩叶为材料加工红茶, 比较分析剪碎、揉捻、发酵温度、发酵时间、烫漂工艺对蓝莓叶红茶中多酚、黄酮、花青素等活性物质含量的影响。[结果] 剪碎程度越小, 揉捻的时间越长, 花青素等活性物质的含量越多。发酵温度相同但发酵时间延长, 花青素等活性物质含量减少。发酵时间不变但发酵温度升高, 花青素等活性物质含量减少。[结论] 剪碎程度、揉捻时间、发酵时间和发酵温度可使蓝莓叶红茶的花青素等活性物质发生变化并影响品质。

关键词 多酚; 花青素; 黄酮; 蓝莓叶; 红茶

中图分类号 S571.1; TS272.5⁺2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)34-0073-03

Analysis of Active Ingredient in Blueberry Red Leaf Tea

YAN Hong-guang¹, CHENG Jiang-hua², YAO Ping-wei¹ et al (1. Kaili College, Kaili, Guizhou 556001; 2. Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230036)

Abstract [Objective] The aim was to study content of active substance of blueberry red leaf tea. [Method] With blueberry leaf as material to produce red tea, the effect of fermentation time, fermentation temperature, shear, rolling size method on content of active substance of blueberry red leaf tea such as anthocyanin, polyphenols, flavonoids was studied. [Result] The smaller leaf and the longer time of rolling shear lead to the higher content of anthocyanin and other active substances. The longer fermentation time reduced the content of active substance such as anthocyanins when the temperature and other factors keep unchanged. The higher temperature reduced the content of active substance such as anthocyanins when the fermentation time and other factors keep unchanged. [Conclusion] The shear, rolling, fermentation time and fermentation temperature is important to the quality of blueberry red leaf tea that make anthocyanins and other active substances change.

Key words Polyphenols; Anthocyanins; Flavonoids; Blueberry leaf; Red tea

蓝莓, 又称越橘, 属杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium* spp.)多年生落叶或常绿灌木^[1]。蓝莓叶中含有丰富的黄酮类化合物, 具有抗氧化、清除自由基等生物活性^[2-3]。蓝莓叶含有丰富的抗氧化物质^[4], 可以提取制作天然抗氧化剂, 以减少化学合成抗氧化剂在食品中的添加。前人进行了大量的新品种茶的研究, 如杜仲茶、青钱柳茶等, 但鲜有将蓝莓秋梢嫩叶加工为红茶的研究报道。笔者以蓝莓秋梢嫩叶为原料, 采用相对最优的加工工艺制作成红茶, 通过比较分析不同产地、品种、加工工艺对蓝莓叶红茶活性物质含量及其感官品质(如汤色、明亮度、滋味、香气)的影响, 以提高红茶的品质, 得到适合人们口味的红茶, 既实现废弃物资源利用, 也提供一种新的植物茶。

1 材料与与方法

1.1 材料 蓝莓叶, 2015年在贵州麻江县中国南方蓝莓繁育基地采摘的5年生夏晋蓝莓秋梢新叶。主要仪器: FA2004电子天平, 上海良平仪表有限公司; 721A型分光光度计, 上海第三分析仪器厂; 超声波清洗机; 容量瓶; SHB-D(III)循环水真空泵; 冰箱; 鼓风电热恒温干燥箱等。

主要试剂: 硫酸亚铁、酒石酸钾钠、磷酸氢二钠、磷酸二氢钾、亚硝酸钠、硝酸铝、氢氧化钠、乙醇, 均为分析纯; 芦丁对照品为色谱纯。

1.2 方法

1.2.1 理化指标检测方法。多酚和花青素的测定参考文

献[5], 黄酮的测定参考文献[6], 干物质质量的测定参考文献[7]。

1.2.2 加工工艺。将蓝莓新鲜叶进行清洗, 萎蔫后分别进行如下加工: 工艺1, 摊晾→剪碎→干燥^[8]; 工艺2, 摊晾→揉捻→干燥; 工艺3, 摊晾→揉捻→发酵→干燥; 工艺4, 摊晾→剪碎(4 cm)→发酵→干燥; 工艺5, 摊晾→揉捻(15 min)→发酵→干燥。

剪碎: 将蓝莓叶片用剪刀剪成条状, 分为大(6 cm)、中(4 cm)、小(2 cm)3种。揉捻: 轻轻揉捻, 手握成团缓慢散开, 根据揉捻的时间将揉捻程度分为轻(10 min)、中(15 min)、重(20 min)3种。发酵: 6 cm高的塑料盒子, 在预设温度及时间条件下发酵, 每10 min完全翻拌1次。干燥: 先在180℃烘2 min, 再调成120℃烘干, 手用力搓能成粉即可(灭酶, 使香气成分释放), 烘干后袋装密封, 注明标签。烫漂: 95℃沸水烫漂3 min, 立即冷水清洗。

1.2.3 数据分析处理方法。采用EXCEL 2010进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同加工工艺制成蓝莓叶红茶中活性物质含量的比较分析

2.1.1 剪碎程度对蓝莓叶红茶活性物质含量的影响。根据工艺1进行加工, 分别将蓝莓叶剪成2 cm(小)、4 cm(中)、6 cm(大)的条状制成蓝莓叶茶, 分析比较其活性物质含量。

从表1可见, 蓝莓叶红茶叶中花青素等活性物质含量随蓝莓叶片剪碎程度增加而增多, 其中花青素含量变化最显著, 黄酮、茶多酚含量变化较小^[9], 是因为剪碎程度对细胞破损率不同。蓝莓叶红茶干物质含量随剪碎程度增加而减少, 这与剪碎后叶片面积相关。剪碎使茶叶体积缩小, 外观美化, 但茶多酚含量过高使滋味偏涩, 所以选择剪碎程度为中

基金项目 贵州省科技厅自然科学研究项目(黔科合J字[2013]2264号); 凯里学院自然科学重点项目(Z1303); 凯里学院博士科研启动资助项目(BS201312)。

作者简介 严红光(1981-), 男, 安徽巢湖人, 副教授, 博士后, 从事发酵工程研究。

收稿日期 2016-11-21

(4 cm)的工艺。

表1 剪碎程度对蓝莓叶红茶活性物质含量的影响

Table 1 Effects of shearing degree on content of active substances of blueberry red leaf tea

剪碎程度 Degree of shearing	花青素含量 Anthocyanins content // mg/kg	黄酮含量 Flavonoid content mg/g	茶多酚含量 Tea polyphenol content // %	干物质含量 Dry matter content // %
大(6 cm) Large	795.21	13.930	13.133	86.21
中(4 cm) Medium	809.37	14.512	15.292	85.11
小(2 cm) Small	983.38	15.474	18.680	84.61

2.1.2 揉捻程度对蓝莓叶红茶中活性物质含量的影响。根据工艺2进行加工,改变揉捻时间为轻(10 min)、中(15 min)、重(20 min)3种,分析比较其活性物质含量。

从表2可见,揉捻程度不同导致蓝莓叶红茶中花青素等活性物质含量发生变化。揉捻时间延长,花青素、黄酮、茶多酚的含量都有增多^[9]。这是因为揉捻时将细胞破坏释放内含物,较重的揉捻提高了细胞破坏率,增加蓝莓叶内含物浸出率。干物质含量随揉捻程度加重呈增大趋势^[10],是因为

在揉捻的过程中蓝莓叶细胞组织破损,茶汁被挤出,所以含水率降低。为了更好地浸出,选择中度揉捻(15 min),得到的蓝莓叶红茶不会因茶多酚过高使蓝莓叶红茶滋味过涩,黄酮的含量高,有更好的保健价值。

2.1.3 发酵温度对蓝莓叶红茶中活性物质含量的影响。根据工艺3进行加工,改变发酵温度分别为25、35、50℃,分析比较其活性物质含量。

表2 不同揉捻程度对蓝莓叶红茶叶活性物质含量的影响

Table 2 Effects of different rolling degree on content of active substances of blueberry red leaf tea

揉捻程度 Rolling degree	花青素含量 Anthocyanins content // mg/kg	黄酮含量 Flavonoid content mg/g	茶多酚含量 Tea polyphenol content // %	干物质含量 Dry matter content // %
轻 Light(10 min)	445.150	10.350	13.405	82.53
中 Medium(15 min)	649.520	11.022	16.781	86.37
重 Heavy(20 min)	762.830	12.811	19.969	86.89

从表3可见,随着发酵温度的升高,蓝莓叶红茶中花青素的含量减少,发酵温度35~50℃的变化不明显。这与发酵温度相关,随着发酵温度的升高,花青素的降解加快。随发酵温度的升高,蓝莓叶红茶中黄酮的含量是先升高后降低,在35℃时的含量最高^[11],35℃时的黄酮含量约是25与50℃时黄酮含量的2倍,其原因有待探究。蓝莓叶红茶的发

酵实质是用酶作为催化剂的生物转化反应过程^[12],酶的促进作用需要合适的发酵温度,温度过低会降低酶活性,温度过高会使酶失活,同时也会破坏蓝莓叶红茶中的活性物质。茶叶干物质含量随温度的升高而降低。蓝莓叶红茶中花青素等均具有一定的保健作用,而温度过高时会使酶失活,所以选择在25~35℃温度进行下一步试验。

表3 不同发酵温度对蓝莓叶红茶叶活性物质含量的影响

Table 3 Effects of different fermentation temperature on content of active substances of blueberry red leaf tea

发酵温度 Fermentation temperature // °C	花青素含量 Anthocyanins content // mg/kg	黄酮含量 Flavonoid content mg/g	茶多酚含量 Tea polyphenol content // %	干物质含量 Dry matter content // %
25	936.850	7.688	17.756	86.85
35	748.670	15.474	12.364	86.42
50	730.460	6.391	11.440	85.39

2.1.4 发酵时间对蓝莓叶红茶中活性物质含量的影响。根据工艺4进行加工,在25℃下分别发酵1.0、1.5、2.0、3.0 h,分析比较其活性物质含量。根据工艺5进行加工,在温度30℃下分别发酵1、3、4、5 h,分析比较其活性物质含量。

从表4、表5可见,随发酵时间的延长蓝莓叶红茶中花青素的含量减少,这与花青素易氧化有关^[13]。随发酵时间的延长蓝莓叶红茶中黄酮的含量下降^[14],黄酮类化合物在自然状态下不稳定,在与酶、热和氧化性物质的作用下易降解。

随发酵时间的延长蓝莓叶红茶中茶多酚的含量下降^[15],茶多酚在多酚氧化酶的催化下,很快被氧化形成茶黄素、茶红素类,多酚类物质逐渐转化而减少。蓝莓叶红茶中干物质含量变化不大。

在发酵时间相同,蓝莓叶破损不同(剪碎与揉捻),温度不同(25与30℃)的双重影响下,剪碎于25℃工艺条件下比揉捻于30℃工艺条件下花青素等活性物质的含量多,这与揉捻比剪碎细胞破坏率大相关。细胞破损后蓝莓叶汁浸出,

同时也加大了内含物间的转化,蓝莓叶红茶的发酵实质是用酶作为催化剂的生物转化反应过程^[12],温度过低会降低酶

活性,温度过高会使酶失活,同时也会破坏蓝莓叶红茶中的活性物质,从而降低了花青素等活性物质含量。

表 4 发酵时间对蓝莓叶红茶中活性物质含量的影响(剪碎)

Table 4 Effects of fermentation time on content of active substances of blueberry red leaf tea (shearing)

发酵时间 Fermentation time//h	花青素含量 Anthocyanins content//mg/kg	黄酮含量 Flavonoid content mg/g	茶多酚含量 Tea polyphenol content//%	干物质含量 Dry matter content//%
1.0	938.870	18.963	17.427	87.16
1.5	914.590	17.554	17.042	87.01
2.0	878.170	15.608	15.300	86.83
3.0	856.860	12.901	13.834	87.47

表 5 发酵时间对蓝莓叶红茶中活性物质含量的影响(揉捻)

Table 5 Effects of fermentation time on content of active substances of blueberry red leaf tea(rolling)

发酵时间 Fermentation time//h	花青素含量 Anthocyanins content//mg/kg	黄酮含量 Flavonoid content mg/g	茶多酚含量 Tea polyphenol content//%	干物质含量 Dry matter content of tea//%
1	515.970	13.773	15.175	86.44
3	445.150	10.798	13.290	86.56
4	364.220	10.462	13.690	85.68
5	333.860	8.538	11.814	86.78

2.1.5 烫漂、发酵对蓝莓叶红茶中活性物质含量的影响。根据如下 2 种工艺进行加工:工艺 A,采摘→清洗→摊晾→剪碎→冷浸→烫漂→发酵(30℃、4 h)→烘干;工艺 B,采摘→清洗→摊晾→剪碎→冷浸→烫漂→冷浸→发酵(30℃、4 h)→烘干;分析比较其活性物质含量。

从表 6 可见,工艺 A 条件下蓝莓叶红茶的花青素含量比

工艺 B 条件下蓝莓叶红茶的花青素含量多,而蓝莓叶红茶中黄酮和茶多酚的含量则是工艺 A 比工艺 B 少,茶叶干物质含量变化不明显。这与烫漂后蓝莓叶红茶的发酵温度相关,烫漂后进行发酵的温度会由烫漂时的温度缓慢下降到发酵时的温度。黄酮、茶多酚含量的减少与酶的活性有关,在发酵过程中温度的缓慢下降在酶适宜温度下黄酮、茶多酚快速分解。

表 6 烫漂、发酵对蓝莓叶红茶中活性物质含量的影响

Table 6 Effects of blanching and fermentation on content of active substances of blueberry red leaf tea

工艺 Technique	花青素含量 Anthocyanins content//mg/kg	黄酮含量 Flavonoid content mg/g	茶多酚含量 Tea polyphenol content//%	干物质含量 Dry matter content//%
A	390.520	10.507	7.943	85.81
B	321.720	15.429	15.355	84.32

3 结论与讨论

蓝莓叶红茶制作时,叶片剪碎程度越小,揉捻的时间越长,花青素等活性物质的含量越多。发酵温度相同但发酵时间延长,花青素等活性物质含量会减少。发酵时间不变但发酵温度升高导致蓝莓叶红茶中花青素等活性物质含量减少。剪碎程度、揉捻时间、发酵时间和发酵温度使蓝莓叶红茶的花青素等活性物质发生变化并影响品质。

剪碎与揉捻相比,揉捻对细胞的破损率更大,细胞破损后蓝莓叶汁浸出,同时也加大了内含物间的转化,从而降低了花青素等活性物质含量。茶多酚含量影响蓝莓叶红茶的滋味,茶多酚含量越多会使蓝莓叶红茶的苦涩味越重,影响蓝莓叶红茶的品质。黄酮类化合物在自然状态下不稳定,在热、酶和氧化物质作用下降解,会与花青素结合产生辅色素^[16],黄酮在茶汤中口感柔和、苦涩^[17]。加工工艺过程中花青素等活性物质会因剪碎程度、揉捻时间、发酵时间、发酵温

度而发生变化,对蓝莓叶红茶的品质非常重要。所以要利用这些影响因素使蓝莓叶红茶中的花青素等活性物质含量适当,不影响蓝莓叶红茶的品质及保健作用。该研究通过考察相对最优的加工工艺将蓝莓叶加工为红茶,提高红茶的品质,得到适合人们口味的红茶,既实现废弃物资源利用,也提供一种新的植物茶。

参考文献

- [1] 李颖畅,孙建华,孟宪军. 蓝莓叶总黄酮提取物的定性分析和抗油脂氧化[J]. 食品科学,2010, 31(13):96-99.
- [2] 鲁晓翔. 黄酮类化合物抗氧化作用机制研究进展[J]. 食品研究与开发,2012,33(3):220-224.
- [3] 徐丽珊,黄启亮,汪雪君. 蓝莓叶中抗氧化物质提取工艺研究[J]. 食品工业科技,2011,32(9):270-272.
- [4] 李永菊. 不同工艺对红茶品质的影响[J]. 茶叶科学技术,2009(3):20-22.
- [5] 涂宗财,尹月斌,姜颖,等. 超声波辅助提取玫瑰茄花青素的工艺优化[J]. 食品研究与开发,2011 32(10):1-4.

加,鹿苑鸡胸肌和腿肌中的肌内脂肪含量显著高于如皋鸡,存在品种差异^[11]。该试验结果与前人研究结果一致,肌内脂肪含量随日龄增加而增加,胸肌中的肌内脂肪含量显著低于腿肌中的肌内脂肪含量,说明肌内脂肪的沉积在不同品种、不同生长发育阶段和不同部位之间存在差异。12 周龄如皋鸡胸肌和腿肌中的肌内脂肪含量显著高于安卡红鸡,存在品种差异,但同一品种内胸肌和腿肌中的肌内脂肪含量差异不显著^[12],这与该试验结果不同,推测可能是由于受到品种和采样时间等因素的影响所致。

研究表明,在不同鸡种的胸肌和腿肌中未能检测到 A-FABP 基因的表达,A-FABP 基因主要在腹脂和肝脏中表达^[10-11]。据报道,在不同年龄和不同鸡种中 A-FABP 基因表达量随着日龄的增长而增加,存在显著的性别差异^[9];在北京油鸡中,A-FABP 基因表达量随周龄的增长而增加,8 周龄与 13 周龄间无显著差异,17 周龄显著增加,存在品种和性别差异^[13];如皋鸡 A-FABP 基因的表达不存在性别差异,胸肌中 A-FABP 基因表达量在 2 周龄较低,4 周龄最高,6 周龄至 12 周龄缓慢降低^[14];和田黑鸡腿肌中 A-FABP 基因表达量显著高于三黄鸡,在和田黑鸡和三黄鸡中 A-FABP 基因的相对表达量与肌内脂肪含量呈显著正相关^[6];也有研究认为,A-FABP 基因表达水平与肌内脂肪含量之间没有显著的相关性^[9,11]。该研究结果表明,在不同周龄的拜城油鸡公鸡胸肌和腿肌中 A-FABP 基因的相对表达量未检测到显著差异,推测 A-FABP 基因的表达受到不同品种、不同性别、不同年龄和不同组织等因素的影响,在拜城油鸡公鸡中肌内脂肪含量和 A-FABP 基因的相对表达量间可能没有显著的相关性。

在东北农业大学肉鸡高脂系公鸡中,腹脂中 A-FABP 基因的表达量显著低于低脂系公鸡腹脂中的表达量,推测 A-FABP 基因表达量对脂肪沉积影响的机理可能是该基因的高表达量水平导致脂解率增加,从而导致腹脂减少^[15]。Navidshad 等^[16]和 Shi 等^[17]研究表明 A-FABP 基因有可能通过影响 PPAR γ 基因的表达进而影响脂肪细胞的增殖与分化。在拜城油鸡中 A-FABP 基因的表达对肌内脂肪沉积的影响,还有待于进一步研究。

4 结论

随着拜城油鸡公鸡周龄的增长,肌内脂肪含量显著增

加,相同周龄胸肌中的肌内脂肪含量极显著低于腿肌中的肌内脂肪含量,胸肌和腿肌中 A-FABP 基因的相对表达量在不同时期未检测到显著差异,推测在拜城油鸡公鸡中 A-FABP 基因的表达水平可能与肌内脂肪含量没有显著相关。

参考文献

- [1] 格明古丽,许宗运,吾买尔江·艾孜木,等. 新疆拜城油鸡[J]. 中国家禽,2003,25(1):35-36.
- [2] 钟元伦,钟玲,尹家振. 新疆“拜城油鸡”的选育效果[J]. 新疆畜牧业,2008(1):28-30.
- [3] 阿曼古丽·依马木山,热娜古丽·木沙,方勇,等. 拜城油鸡和地方土鸡脂质成分比较分析研究[J]. 新疆农业科学,2014,51(3):552-557.
- [4] 热娜古丽·木沙,阿曼古丽·依马木山,方勇,等. 拜城油鸡鸡肉及鸡皮脂肪组成分析研究[J]. 食品研究与开发,2016,37(13):104-108.
- [5] SHI H,WANG Q G,WANG Y X,et al. Adipocyte fatty acid-binding protein: An important gene related to lipid metabolism in chicken adipocytes[J]. Comp Biochem & Physiol. Part B Biochem Mol Biol,2010,157(4):357-363.
- [6] WANG Y,CHEN H W,HAN D G,et al. Correlation of the A-FABP gene polymorphism and mRNA expression with intramuscular fat content in Three-Yellow Chicken and Hetian-Black Chicken[J]. Anim Biotechnol,2016,27(4):1-7.
- [7] ZHANG G X,TANG Y,ZHANG T,et al. Expression profiles and association analysis with growth traits of the MyoG and Myf5 genes in the Jinghai yellow chicken[J]. Mol Biol Rep,2014,41(11):7331-7338.
- [8] LIVAK K J,SCHMITTGEN T D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2^{- $\Delta\Delta C_t$} method[J]. Methods,2001,25(4):402-408.
- [9] 李文娟,李宏宾,文杰,等. 鸡 H-FABP 和 A-FABP 基因表达与肌内脂肪含量相关研究[J]. 畜牧兽医学报,2006,37(5):417-423.
- [10] 屠云洁,苏一军,王克华,等. 清远麻鸡 H-FABP 和 A-FABP 基因 mRNA 的差异表达研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(4):53-58.
- [11] TU Y J,SU Y J,WANG K H,et al. Gene expression of heart and adipocyte fatty acid-binding protein in chickens by FQ-RT-PCR[J]. Asian-Australas J Anim Sci,2010,23(8):987-992.
- [12] 屠云洁,苏一军,王克华,等. 利用实时荧光定量 RT-PCR 检测鸡 A-FABP 和 H-FABP 基因的差异表达[J]. 中国畜牧杂志,2010,46(7):1-4.
- [13] LI W J,LI H B,CHEN J L,et al. Gene expression of heart-and adipocyte-fatty acid-binding protein and correlation with intramuscular fat in Chinese chickens[J]. Anim Biotechnol,2008,19(3):189-193.
- [14] 常国斌,周琼,栾德琴,等. 鸡 A-FABP 基因不同基因型遗传效应及初步验证[J]. 畜牧兽医学报,2011,42(8):1088-1094.
- [15] SHI H,WANG Q,ZHANG Q,et al. Tissue expression characterization of chicken adipocyte fatty acid-binding protein and its expression difference between fat and lean birds in abdominal fat tissue[J]. Poult Sci,2010,89(2):197-202.
- [16] NAVIDSHAD B,ROYAN M. Ligands and regulatory modes of peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ) in avians[J]. Crit Rev Eukaryot Gene Expr,2015,25(4):287-292.
- [17] SHI H,ZHANG Q,WANG Y,et al. Chicken adipocyte fatty acid-binding protein knockdown affects expression of peroxisome proliferator-activated receptor γ gene during oleate-induced adipocyte differentiation[J]. Poult Sci,2011,90(5):1037-1044.
- [12] 杨清. 桑红茶工艺研究及其品质分析[D]. 重庆:西南大学,2010.
- [13] 陈健,孙爱东,高雪娟,等. 蓝莓花青素的提取及抗氧化性的研究[J]. 北京林业大学学报,2011,33(2):126-129.
- [14] 李家华,赵明,胡艳萍,等. 普洱茶发酵过程中黄酮醇类物质含量变化的研究[J]. 西南大学学报(自然科学版),2010,34(2):59-64.
- [15] 宋晓虹,李成仁,李家贤,等. 发酵时间对可可红茶品质的影响[J]. 广东农业科学,2010(11):171-173.
- [16] 林杰,段玲靓,吴春燕,等. 茶叶中的黄酮醇类物质及对感官品质的影响[J]. 茶叶,2010,36(1):14-18.
- [17] BOULTON R. The pigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review[J]. American journal of enology and viticulture,2001,52(2):67-87.

(上接第 75 页)

- [6] 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,2007,35(9):1365-1368.
- [7] 徐奕鼎,丁勇,黄建琴,等. 祁门红茶初制中的干燥工艺研究[J]. 中国农学通报,2013,29(27):204-209.
- [8] 李永菊. 不同工艺对红茶品质的影响[J]. 茶叶科学技术,2009(3):20-22.
- [9] 束鲁燕,汤一,仇平,等. 揉捻工艺对夏茶品质影响之研究[J]. 茶叶,2010,36(3):148-151.
- [10] 张哲,牛智有. 揉捻过程中茶叶物理特性的变化规律[J]. 湖北农业科学,2012,51(13):2767-2770.
- [11] 肖洪,黄先智,沈以红,等. 不同发酵条件对发酵桑叶茶生物活性成分含量的影响[J]. 食品科学,2013,34(23):216-220.