

微波制样对茶叶内质成分的影响

靖翠翠^{1,2,3}, 杨秀芳^{2,3}, 谭蓉^{2,3*}, 王静^{2,3}

(1. 浙江农林大学, 杭州 311300; 2. 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院, 杭州 310016;
3. 浙江省茶资源跨界应用技术重点实验室, 杭州 310016)

摘要: **目的** 确定茶叶内质成分保留量最佳的微波杀青工艺参数及干燥方式。**方法** 以夏秋茶鲜叶为研究对象, 以茶多酚、咖啡碱、叶绿素、儿茶素保留量为考量指标, 研究微波干燥、微波-远红外干燥、热风干燥对夏秋茶叶内质成分的影响, 并对微波杀青工艺进行参数优化。通过对微波杀青时间、投叶量及微波功率进行单因素试验; 并在此基础上进行 $L_9(3^3)$ 正交试验, 运用方差、极差分析确定最佳微波杀青工艺参数。**结果** 微波杀青时, 投叶量 50 g、微波功率 800 W 及微波杀青时间 150 s, 茶叶中内质成分保持最佳; 比较三种干燥方式, 得出微波干燥对茶叶内质成分在总体水平上保留效果最好。**结论** 本研究建立的实验室微波干燥茶鲜叶方法可以为实验室微波固样方法提供参考, 为工厂微波杀青及干燥提供一定的理论依据。

关键词: 茶鲜叶; 微波杀青; 微波干燥; 内质成分

Effect of microwave fixation on tea chemical components

JING Cui-Cui^{1,2,3}, YANG Xiu-Fang^{2,3}, TAN Rong^{2,3*}, WANG Jing^{2,3}

(1. Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou 311300, China; 2. Hangzhou Tea Research Institute, China COOP, Hangzhou 310016, China; 3. Zhejiang Key Laboratory of Transboundary Applied Technology for Tea Resources, Hangzhou 310016, China)

ABSTRACT: Objective To obtain optimum microwave parameters of both fixation and drying by measuring the index of inner components of fresh tea leaves. **Methods** The contents of tea polyphenols, catechins, caffeine and chlorophyll in tea were chosen as main indexes to study the effect on chemical components by different drying methods (microwave drying, microwave far infrared drying and hot-air drying) and the microwave fixation process parameters were optimized. Based on the single factor experiments of the microwave blanching time, leaf weight and microwave power and further orthogonal experiment $L_9(3^3)$, optimal parameters of microwave fixation process were determined by variance and range analysis. **Results** The optimal parameters of microwave fixation process for the best chemical components reserving was leaf weight 50 g, microwave power 800 W and microwave blanching time 150 s. Comparing the efficient of three drying methods on the best reserving of tea chemical components, the microwave drying was the best choice. **Conclusion** This microwave fixed method for fresh tea leaves can provide a reference for laboratory microwave fixed method and partly provide theoretical foundation for microwave fixation and dryness of fresh tea leaves for factories.

KEY WORDS: fresh tea leaves; microwave fixation; microwave drying; inner components

基金项目: 浙江省重大科技专项(2013C02024-5)

Fund: Supported by the Major Science and Technology Programs of Zhejiang Province(2013C02024-5)

*通讯作者: 谭蓉, 助理研究员, 主要研究方向为茶资源综合利用。E-mail: trfish211@126.com

*Corresponding author: TAN Rong, Research Assistant, Hangzhou Tea Research Institute, China COOP, Zhejiang Key Laboratory of Transboundary Applied Technology for Tea Resources, Hangzhou 310000, China. E-mail: trfish211@126.com.

1 引言

杀青是绿茶加工过程中的关键工序, 直接决定绿茶品质^[1]。杀青的原理是利用高温破坏鲜叶中酶活性, 阻止多酚类物质氧化, 防止叶子红变^[2]。研究显示, 在杀青过程中多酚类、叶绿素等的含量减少, 咖啡碱、氨基酸等的含量增加^[3]。微波杀青原理是茶叶中的水分子在微波电场中做高速振动, 使鲜叶在微波中整体加热, 迅速破坏鲜叶中的酶活性, 达到杀青目的^[4], 具有使鲜叶迅速升温、加热均匀、杀青质量好等优点^[5,6]。本研究以夏秋茶鲜叶为对象, 采用微波工艺对夏秋茶鲜叶进行实验室微波杀青处理, 并对工艺参数进行优化, 以最大限度保留茶叶内质成分, 获取绿茶微波制样的最佳工艺参数, 为实验室绿茶微波杀青固样提供参考依据, 为工厂对茶鲜叶进行微波杀青制备内含物较高的茶粉提供一定的理论参考。

干燥是茶叶加工过程中除杀青外又一重要工序。干燥原理是通过一定的加工工艺将茶叶中的水分降低到 5% 以下。通过干燥不仅便于茶叶贮藏及运输, 而且能够增加茶叶香味, 固定茶叶品质, 提高茶叶品质^[7]。近几年来, 中国学者对茶叶干燥技术的重视度日渐提高。齐桂年等^[8]将微波干燥技术引入绿茶加工过程中, 结果发现微波干燥加工的绿茶能保留较多的有效成分, 且色泽翠绿。袁林颖等^[9]对比分析微波与传统热风两种干燥条件对条形绿茶品质及其生化因子的影响中, 表明: 微波杀青能较好的保留条形绿茶中的生化成分。远红外技术近几年来也被引用到茶叶干燥技术中。其原理是利用波长较微波长的光波对物体进行加热的技术。邓余良等^[10]进行了恒温远红外提香技术在绿茶中的应用研究, 结果表明恒温远红外技术能较好地保留茶叶中的叶绿素, 使成品茶色泽翠绿。本研究通过微波干燥、微波-远红外干燥及热风干燥方式对茶叶内质成分的保留状况进行对比, 为实验室及工厂在干燥方式的选择上提供一定的参考。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

茶鲜叶采摘于浙江省丽水市遂昌县的鸠坑品种, 采摘标准为一芽三、四叶的鲜叶, 采摘时间为 10 月

上旬。将鲜叶摊放 10 h 后, 置于 4 °C 冰箱冷藏, 杀青前将鲜叶拿出, 在阴凉、透风处摊放, 厚: 约 3 cm, 时间: 10 min。

乙腈, 色谱纯; 甲醇、乙酸、乙二胺四乙酸、丙酮均为分析纯, 均采自浙江杭州化学试剂有限公司。

2.2 仪器与设备

DHG-9070A 电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏试验设备有限公司); 美的微波炉(佛山市顺德区美的微波电器制造有限公司); FW100 高速万能粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司); 5804R 高速离心机(德国 Eppendorf 公司); KQ-250DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司); Waters HPLC(美国 Waters 公司); WJF2000 可见分光光度计(尤尼柯(上海)仪器有限公司); DK-S24 型电热恒温水浴器(上海精宏试验设备有限公司); AL204 电子天平(梅特勒-托利仪器(上海)有限公司)。

2.3 微波杀青工艺参数的优化

2.3.1 样品处理

经过摊放的茶鲜叶, 直接用微波炉进行杀青, 杀青完的茶鲜叶, 经摊晾后统一采用五点取样法, 一部分直接进行叶绿素的测定。其余样品经过微波干燥粉碎后进行咖啡碱、茶多酚、儿茶素、氨基酸含量的测定。

2.3.2 单因素试验

分别对杀青时间、投叶量及微波功率进行单因素试验设计。

单因素试验 1: 固定投叶量为 60 g 及 800 W 的功率, 杀青时间为 60、90、120、150、180 s, 确定最佳杀青时间 A ;

单因素试验 2: 固定最佳杀青时间为 A 及 800 W 的功率, 分别设置投叶量为 40、50、60、70、80、90 g, 确定最佳的投叶量 B ;

单因素试验 3: 固定最佳杀青时间 A 及最佳投叶量 B , 分别设置微波功率为 300、400、640、800、900 W, 确定最佳的杀青功率 C 。

2.3.3 正交试验

为了筛选对茶叶内含成分的主要影响因素及投叶量、杀青时间及杀青微波功率的最佳工艺参数, 对以上 3 个因素进行正交试验, 正交试验每个因素均采用 3 个水平, 选用 $L_9(3^3)$ 正交表进行试验, 表 1 正交试验条件根据单因素试验所得。

表 1 正交实验因素水平表
Table 1 Orthogonal design

因素	A 杀青时间/(s)	B 投叶量/(g)	C 微波功率/(W)
1	90	50	800
2	120	60	400
3	150	70	640

2.4 不同干燥方式的试验方法

取微波杀青后茶鲜叶采用五点取样法将样品分成三等份, 分别采用微波干燥、微波-远红外干燥、热风干燥进行固样, 粉碎后进行内质成分测定。

2.5 内质成分的测定

咖啡碱含量测定: 采用高效液相色谱法^[11];
 茶多酚含量测定: 采用福林酚显色法^[12];
 儿茶素含量测定: 采用高效液相色谱法^[12];
 氨基酸含量测定: 采用茚三酮显色法^[13];
 叶绿素测定采用丙酮比色法^[14]。

2.6 数据处理

结果均以平均值表示, 每个处理采用 3 个重复, 使用 Excel 2007 软件进行描述性分析, 使用 SPSS19.0 软件对数据进行统计学分析, 以 $P < 0.05$ 为显著性差异。

3 结果与分析

3.1 微波杀青工艺参数优化试验分析

3.1.1 微波杀青时间、功率、投叶量对茶叶内含成分的单因素分析

由图 1 可知, 在投叶量及微波功率一定时, 杀青时间对茶叶的内含成分有一定的影响。在 60~120 s, 随着时间的增加, 茶多酚、儿茶素及咖啡碱的含量也逐渐增加, 且在 120 s 时达到平衡。对茶多酚、儿茶素含量变化分析, 可能是随着杀青时间的延长, 多酚氧化酶被不同程度地杀死, 抑制了氧化聚合反应的进行, 从而使得茶多酚及儿茶素保留量增加^[15,16]; 120~180 s 茶多酚、儿茶素及咖啡碱的含量基本保持不变。随着杀青时间的延长, 叶绿素含量逐渐降低。在 60~90 s, 降低的幅度较大, 可能是叶绿素对温度的稳定性较差, 随着杀青时间的延长, 温度逐渐升高, 使得叶绿素更容易降解, 从而降低叶绿素含量; 90~180 s 叶绿素含量基本不变。综合考虑, 后续正交

试验中选择 90 s、120 s、150 s 作为杀青时间指标。

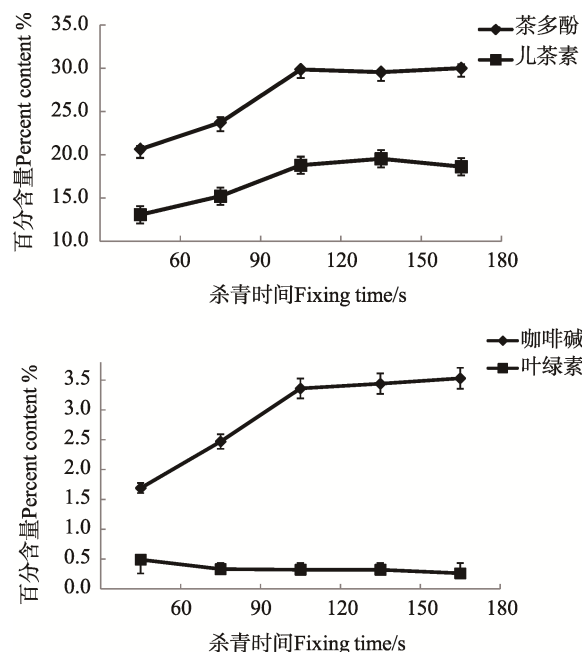


图 1 不同杀青时间对茶叶内含成分的影响
Fig. 1 The influence on content of tea chemical components by different microwave fixing time

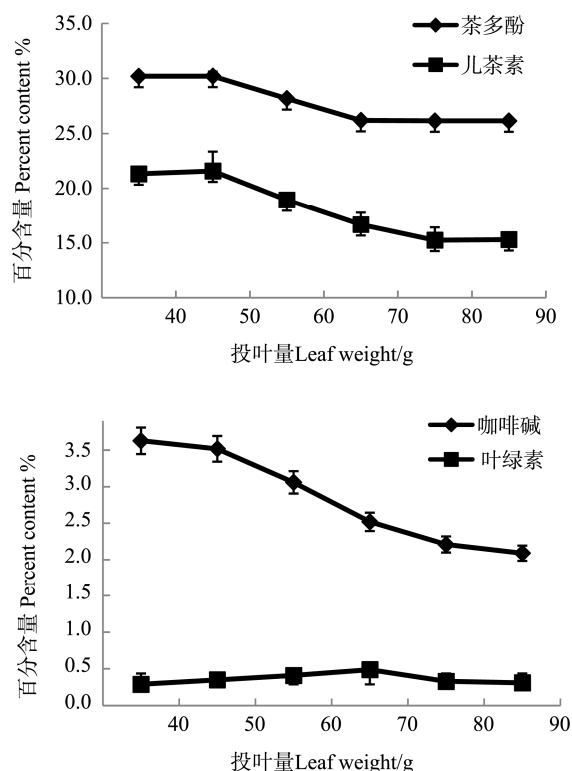


图 2 不同投叶量对茶叶内含成分的影响
Fig. 2 The influence on content of tea chemical components by different weight of leaf

由图2可知,在杀青时间及微波功率一定时,茶鲜叶投叶量对茶的内含成分有一定的影响。投叶量由50 g增加到70 g时,茶多酚、儿茶素、咖啡碱含量逐渐减少,叶绿素含量逐渐增加;分析其原因,针对茶多酚、儿茶素、咖啡碱的变化趋势,可能是因为随着投叶量增加,杀青不彻底,多酚氧化酶没有被完全破坏,导致多酚类物质被氧化生成茶黄素等再生成物质,降低了茶多酚及儿茶素含量;投叶量由70 g增加到90 g时,内质成分含量基本保持不变,投叶量达到一定程度时,氧化酶失活的速率基本达到稳定,从而使得内质成分含量达到相对稳定水平。叶绿素本身性质极不稳定,尤其对热的稳定性极差,但随着投叶量的增加,杀青过程中茶叶表面的温度上升的慢,减少了叶绿素的氧化分解,可以得到较多的保留。因此,在后续正交试验中选50 g、60 g、70 g作为杀青投叶量的指标。

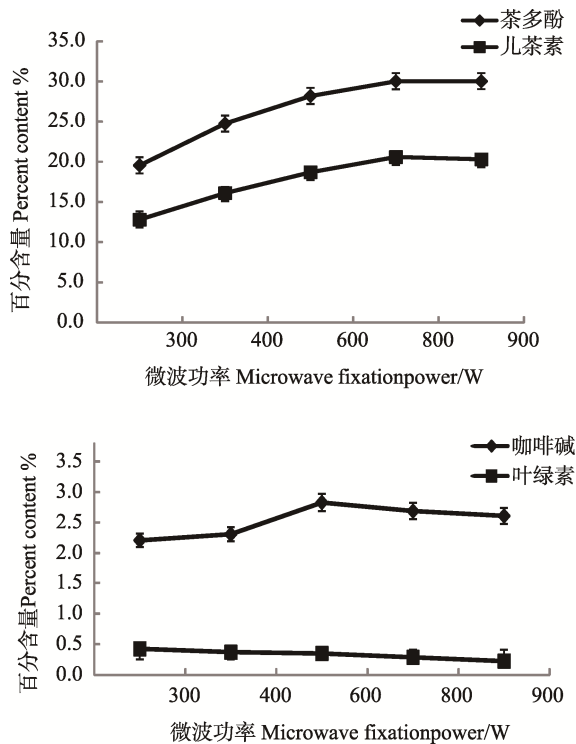


图3 不同微波功率对茶叶内含成分的影响

Fig. 3 The influence on content of tea chemical components by different microwave fixation power

由图3可知,在杀青时间及投叶量一定时,微波功率对茶叶的内含成分有一定影响。功率300~800 W,茶多酚及儿茶素逐渐增加,800~900 W两者含量基本

保持稳定。咖啡碱含量在400~800 W逐渐增加,800~900 W基本不变;叶绿素含量总体呈下降趋势。分析其原因可能是因为随着微波功率的增加,茶鲜叶中多酚氧化酶的活性降低或失活的速率加快,减少了对内质成分的氧化分解,使得内质成分得到较多的保留;叶绿素本身性质极不稳定,对热敏感,随着微波功率的加强,温度不断升高,使得叶绿素发生变化,从而导致总含量降低。综合各成分变化,选取400W、640 W、800 W作正交试验杀青微波功率指标。

3.1.2 正交试验分析

结合单因素试验结果,以杀青时间*A*、投叶量*B*及微波功率*C*为因素,设计了3因素3水平的正交试验,以茶叶的内含成分的保留量及成分总保留量为指标,结果如表2所示。表2分析可知,由显著性可知:*A*、*B*、*C*三者对叶绿素的影响均极显著,因素*C*对儿茶素的影响显著,*A*、*B*、*C*三因素对其他成分的影响均不显著;据各内质成分的极差分析可知:影响茶叶品质成分含量的主次因素为微波功率*C*>杀青时间*A*>投叶量*B*。由直观分析可知最佳微波杀青工艺参数为*A*₃*B*₁*C*₁,即杀青时间为150 s,投叶量为50 g,微波功率为800 W。

3.2 不同干燥方式对内质成分影响分析

不同干燥方式对茶叶内质成分保留量的结果如图4。由图4可知,不同干燥方式对内质成分保留量有一定影响。干燥方式对内质成分的影响大小表现为:儿茶素>茶多酚>叶绿素>咖啡碱>氨基酸。微波干燥对茶多酚及儿茶素的保留量相对较多,三种干燥方式对氨基酸保留量的影响量相当,微波-远红外干燥对叶绿素的保留量最多。分析原因可能为:相对热风干燥,微波干燥及微波-远红外干燥技术可以减少水解、氧化等反应的发生,从而更好地保留茶叶的内质成分。从内质成分总保留量考虑,微波干燥使茶叶内质成分保留量最优。

4 结论与展望

对茶鲜叶进行样品的制备并进行内质成分的测定,是茶树品种鉴定、栽培和加工研究中常常需要和必须使用的基本手段。当前,国家标准GB/T 8303-2013《茶 磨碎试验的制备及干物质含量测定》仅用于对干茶内质成分测定所用样品的制备,没有

表 2 正交试验及极差、方差分析
Table 2 Analysis of orthogonal test

编号	A 杀青时间/s	B 投叶量/g	C 微波功率/W	茶多酚%	叶绿素%	咖啡碱%	儿茶素%	氨基酸%
1	90	50	800	16.6	0.346	2.4	8.22	0.96
2	90	60	400	16.6	0.255	2.1	6.40	0.94
3	90	70	640	17.7	0.223	2.3	7.45	1.08
4	120	50	400	16.4	0.300	2.2	6.49	1.01
5	120	60	640	16.6	0.298	2.3	7.57	0.88
6	120	70	800	16.6	0.366	2.4	7.70	0.81
7	150	50	640	16.5	0.442	2.3	7.07	0.96
8	150	60	800	16.5	0.473	2.4	8.03	0.93
9	150	70	400	15.7	0.227	2.4	7.46	0.84
茶多酚	k1	16.97	16.50	16.57	氨基	0.99	0.98	0.90
	k2	16.53	16.57	16.23	基 k2	0.90	0.92	0.93
	k3	16.23	16.67	16.93	酸 k3	0.91	0.91	0.97
	Rj	0.74	0.17	0.70	Rj	0.090	0.070	0.070
	Sig.	0.24(A)	0.88(B)	0.27(C)	Sig.	0.34(A)	0.60(B)	0.54(C)
咖啡碱	k1	2.27	2.30	2.40	叶 k1	2.75	3.63	3.95
	k2	2.30	2.27	2.23	绿 k2	3.21	3.42	2.61
	k3	2.37	2.37	2.30	素 k3	3.81	2.72	3.21
	Rj	0.10	0.10	0.17	Rj	1.06	0.91	1.34
	Sig.	0.44(A)	0.68(B)	0.47(C)	Sig.	0.00(A)	0.00(B)	0.00(C)
儿茶素	k1	7.36	7.26	7.98				
	k2	7.25	7.33	6.78				
	k3	7.52	7.54	7.36				
	Rj	0.27	0.28	1.20				
	Sig.	0.25(A)	0.23(B)	0.00(C)				

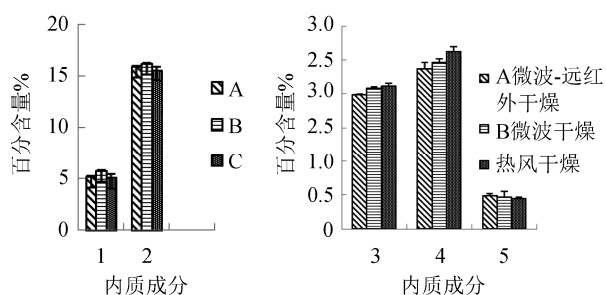


图 4 不同干燥方式对内质成分影响结果

Fig. 4 Effects of different drying methods on tea chemical components

注: 1: 儿茶素; 2: 茶多酚; 3: 氨基酸; 4: 咖啡碱; 5: 叶绿素

Note: 1: Catechin; 2: Tea polyphenols; 3: Amino acid; 4: Caffeine; 5: Chlorophyll

针对茶鲜叶内质成分测定如何开展制备的具体方法。本研究针对茶鲜叶的特点, 比较三种干燥方式, 发现微波干燥是内质成分保留量最多的干燥方式, 同时对微波杀青工艺参数进行优化, 综合单因素试验及正交试验、各因素对各内含成分保留量影响及显著性分析, 确定最佳的实验室微波杀青的工艺条件为微波功率 800 W、杀青时间 150 s、投叶量 50 g, 使得茶叶内质成分得到最大程度的保留。

当前, 在实验研究中, 不同实验室、不同科研人员对茶鲜叶固定方法不统一^[17,18], 有的采用蒸汽杀青结合热风干燥, 有的直接采用热风干燥固定, 有的采用微波干燥, 也有采用其他固定方法的, 不同的茶

鲜叶固定方法导致测定数据的可比性较差。茶叶行业迫切需要建立一个用于茶鲜叶内质成分固定的标准方法,本研究建立的实验室微波干燥茶鲜叶方法可望为茶鲜叶固定国家标准方法的制定提供技术依据。

参考文献

- [1] 朱德文, 岳鹏翔, 袁弟顺. 不同杀青方法对绿茶品质的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(8): 275-279.
Zhu DW, Yue PX, Yuan DS. Effects of different fixation methods on the quality of green tea [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2009, 25(8): 275-279.
- [2] 袁英芳. 绿茶杀青技术研究概述[J]. 茶叶通讯, 2010, 37(1): 37-39.
Yuan YF. Summary on green tea water removal [J]. Tea Comm, 2010, 37(1): 37-39.
- [3] 吴定新, 苏忠民, 李浩. 大叶种绿茶不同杀青方法比较分析[J]. 广东茶业, 2002, (4): 36-38.
Wu DX, Su ZM, Li H. A comparative analysis of different fixation methods for lobar green tea [J]. Guangdong Tea, 2002, (4): 36-38.
- [4] 葛庆丰, 张聪, 等. 绿茶的微波-热风联合杀青工艺研究[J]. 食品科学, 2011, (24): 196-199.
Ge QF, Zhang C, *et al.* Green tea fixation by simultaneous microwave and hot air treatment [J]. Food Sci, 2011, (24): 196-199.
- [5] 方世辉, 李胜文, 胡绍德, 等. 绿茶微波杀青的工艺研究[J]. 中国茶叶加工, 2006, (2): 17-18.
Fang SH, Li SW, Hu SD, *et al.* Research of microwave fixing process on green tea [J]. China Tea Proc, 2006, (2): 17-18.
- [6] 李永章, 熊飞. 充分利用夏秋茶深度开发茶资源[J]. 四川农业科技, 2007, (1): 42.
Li YZ, Xiong F. Make full use of summer and autumn tea to have deep development [J]. Sci Technol Sichuan Agric, 2007, (1): 42.
- [7] 陈泉宾, 王秀萍, 等. 干燥技术对茶叶品质影响研究进展[J]. 茶叶科学技术, 2014, (3): 1-5.
Chen QB, Wang XP, *et al.* Effect of drying technologies on quality of tea: A literature review [J]. Tea Sci Technol, 2014, (3): 1-5.
- [8] 齐桂年, 谢建国, 吴永刚, 等. 微波在茶叶加工中对绿茶品质影响的初探[J]. 福建茶叶, 2004, (3): 3-4.
Qi GN, Xie JG, Wu YG, *et al.* Preliminary report to the effect of microwave treatment on the quality of green tea [J]. Fujian Tea, 2004, (3): 3-4.
- [9] 袁林颖, 钟应富, 等. 微波技术在针形绿茶加工中的应用研究[J]. 西南农业学报, 2013, 26(4): 1660-1664.
Yuan LY, Zhong YF, *et al.* Application study of microwave technology on straight famous green tea processing [J]. Southwest China J Agric Sci, 2013, 26(4): 1660-1664.
- [10] 邓余良, 尹军峰, 等. 恒温远红外提香技术在绿茶加工中的应用研究[J]. 茶叶科学, 2013, 33(4): 336-344.
Deng YL, Yin JF, *et al.* Application research of calm-holding temperature-far infrared technology for green tea processing [J]. J Tea Sci, 2013, 33(4): 336-344.
- [11] GB/T 8312-2013 茶 咖啡碱测定[S].
GB/T 8312-2013 Tea-Determination of caffeine content [S].
- [12] GB/T 8313-2008 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测[S].
GB/T 8313-2008 Determination of total polyphenols and catechins content in tea [S].
- [13] GB/T 8314-2013 茶 游离氨基酸总量测定[S].
GB/T 8314-2013 Tea-Determination of free amino acids content [S].
- [14] 陈福明. 茶树叶片叶绿素的简易测定法——混合液法[J]. 中国茶叶, 1987, (1): 21.
Chen FM. A simple method for the determination of chlorophyll in tea-Mixed liquid method [J]. China Tea, 1987, (1): 21.
- [15] 陈习村, 石琳, 李军, 等. 鲜叶摊放程度对绿茶品质及主要生化成分的影响[J]. 茶业通报, 2011, 33(2): 80-84.
Chen XC, Shi L, Li J, *et al.* The influence on major biochemical components and the quality of Green Tea from the time of spreading [J]. J Tea Bus, 2011, 33(2): 80-84.
- [16] 励建荣, 陆海霞, 于平. 绿茶的微波杀青[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(12): 54-57.
Li JR, Lu HX, Yu P. Microwave steaming of green tea [J]. Food Ferm Ind Edit Staff, 2003, 29(12): 54-57.
- [17] 赵沙鸥, 石旭平, 李文金, 等. 不同杀青方式对夏秋茶品质的影响研究[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2013, (6): 24-26.
Zhao SO, Shi XP, Li WJ, *et al.* The study of different fixation methods influence on summer and autumn tea quality [J]. Newsletter Seric Tea, 2013, (6): 24-26.
- [18] 沈强, 潘科, 郑文佳, 等. 不同杀青方式对茶样中 γ -氨基丁酸含量及其主要化学成分的影响[J]. 中国食品学报, 2013, (3): 221-224.
Shen Q, Pan K, Zheng WJ, *et al.* Effects of different fixation methods on gamma aminobutyric acid and main chemical components of tea samples [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2013, (3): 221-224.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



靖翠翠, 硕士研究生, 主要研究方向为茶资源利用与加工。
E-mail: zafujcc@126.com



谭蓉, 助理研究员, 主要研究方向为茶资源综合利用。
E-mail: trfish211@126.com