

# 基于途径分析的不同萎凋程度的浙江红茶化学成分与感官品质关系研究

刘亚峰<sup>1</sup>, 赵玉香<sup>1\*</sup>, 杨秀芳<sup>1,2</sup>, 金 阳<sup>1</sup>

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

**摘要:** **目的** 确定浙江红茶化学成分与感官品质关系。**方法** 以龙井 43 和迎霜春梢一芽二叶为原料, 采用不同萎凋工艺处理的红茶, 通过主要化学成分测定和感官品质鉴定, 结合途径分析, 探究红茶主要化学成分与感官品质的关系。**结果** 茶多酚及其衍生物之间与红茶感官品质之间存在一定相关性, 表现相对较弱; 茶多酚( $X_1$ )、游离氨基酸( $X_2$ )、茶黄素双没食子酸酯(theaflavin-3,3'-digallate, TFDG,  $X_4$ )、表儿茶素(epicatechin, EC,  $X_7$ )、表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin gallate, EGCG,  $X_8$ )和表儿茶素没食子酸酯(epicatechin gallate, ECG,  $X_9$ )与感官品质呈负相关, 茶黄素(theaflavin, TF<sub>1</sub>,  $X_3$ )、茶黄素-3-没食子酸酯(theaflavin-3-gallate, TF-3-G,  $X_5$ )和茶黄素-3'-没食子酸酯(theaflavin-3'-gallate, TF-3'-G,  $X_6$ )与感官品质呈正相关,  $X_1$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 和 $X_7$ 通过 $X_6$ 间接作用的途径系数均在 1.3 以上, 远远高于其他间接作用的途径系数。**结论** 影响浙江龙井 43 和迎霜所制的春季红茶品质的最主要成分是茶黄素单体 TF-3'-G。

**关键词:** 红茶; 化学成分; 感官审评; 相关分析; 途径系数

## Correlation between the chemical components and sensory quality of black tea with different withering degrees by pathanalysis

LIU Ya-Feng<sup>1</sup>, ZHAO Yu-Xiang<sup>1\*</sup>, YANG Xiu-Fang<sup>1,2</sup>, JIN Yang<sup>1</sup>

(1. Hangzhou Tea Research Institute, China COOP, Hangzhou 310016, China; 2. Zhejiang Key Laboratory of Transboundary Applied Technology for Tea Resources, Hangzhou 310016, China)

**ABSTRACT: Objective** To confirm the quantitative relation between the chemical components and sensory quality in Zhejiang black tea. **Methods** Taking Longjing 43 and Yingshuang spring black tea as the materials, using different withering process of black tea, the correlation between the main chemical components and sensory quality were analyzed by correlation and path coefficient analysis. **Results** Tea polyphenols and their derivatives and the sensory quality of black tea were related weakly. Tea polyphenols ( $X_1$ ), free amino acids ( $X_2$ ), theaflavin-3,3'-digallate (TFDG,  $X_4$ ), epicatechin (EC,  $X_7$ ), epigallocatechin gallate (EGCG,  $X_8$ ) and epicatechin gallate (ECG,  $X_9$ ) had negative effects on the sensory quality, while theaflavin (TF<sub>1</sub>,  $X_3$ ), theaflavin-3-gallate (TF-3-G,  $X_5$ ) and theaflavin-3'-gallate (TF-3'-G,  $X_6$ ) had positive effects. The  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  and  $X_7$  had indirect effects by  $X_6$  and the path coefficients were above 1.3, which were much higher than other path coefficients of indirect effects. **Conclusion** The main ingredient is TF-3'-G which affects the quality of Zhejiang Longjing 43 and Yingshuang spring black tea.

基金项目: 浙江省重大科技专项(2015C02026)

**Fund:** Supported by the Major Science and Technology Programs of Zhejiang Province (2015C02026)

\*通讯作者: 赵玉香, 高级工程师, 主要研究方向为茶叶感官品质和标准化。E-mail: zyx955@126.com

\*Corresponding author: ZHAO Yu-Xiang, Senior Engineer, Hangzhou Tea Research Institute, China COOP, Hangzhou 310016, China. E-mail: zyx955@126.com

**KEY WORDS:** black tea; chemical component; sensory evaluation; correlation analysis; path coefficient

## 1 引言

近年来随着消费群体和市场的多元化, 作为六大茶类之一的红茶, 出现了一系列创新型风格。金骏眉作为红茶产品表现出了不同品质风格, 打破了传统红茶的品质特征, 带动了我国红茶产业的发展。红茶品质风格的变化必然与其多酚类物质化学转化相关, 在红茶初制过程中, 多酚类物质利用酶解和酶促氧化作用, 将自身进行降解或聚合形成茶黄素(theaflavins, TFs)和茶红素(thearubigins, TRs)等物质, 形成了红茶“红汤红叶”、浓强鲜爽的品质特征<sup>[1]</sup>。赵文霞等<sup>[2]</sup>通过萎凋温度和时间研究, 认为在(30±2) °C下萎凋 12 h 加工的红茶综合品质最好; 郭敏明等<sup>[3]</sup>通过茂绿和迎霜红茶适制性研究, 认为采用热风萎凋比自然萎凋更有利于红茶有效香气成分的增加; 黄藩等<sup>[4]</sup>研究温度对红茶萎凋叶含水量及呼吸速率的影响, 提出 25 °C 萎凋温度处理下的鲜叶含水量和呼吸速率的拟合效果最好; 丁勇等<sup>[5]</sup>通过研究萎凋槽不同风速与红茶品质的关系, 表明风速对红茶品质影响较小; Muthumani 等<sup>[6]</sup>采用冷冻萎凋的茶青进行发酵, 茶黄素、茶红素含量最高, 茶褐素含量最低, 制成的红茶品质好; 黄建琴等<sup>[7]</sup>也认为冷冻萎凋工艺有利于改善红茶的汤色和滋味, 但香气不如自然萎凋的高; 王伟伟等<sup>[8]</sup>研究在湿度为 70% 条件下, 不同萎凋温度茶黄素含量不同, 20 °C 明显高于 25 °C 和 30 °C; Owuor 等<sup>[9]</sup>研究萎凋温度对红茶品质的影响, 提出萎凋温度过高不利于茶汤亮度的形成; 目前出现了花香型红茶的研究, 黄先洲<sup>[10]</sup>、王振康<sup>[11]</sup>、孙威江<sup>[12]</sup>、赖兆祥<sup>[13]</sup>等通过在萎凋阶段引入摇青工艺, 提高红茶花香的形成, 适度的摇青对毛茶茶黄素(theaflavins, TFs)、茶红素(thearubigins, TRs)和茶褐素(tea brown, TB)的含量影响显著。茶叶的品质特征主要通过外形和内质的感官审评来进行打分评定, 本研究通过通径系数建立分析浙江红茶化学成分与其内在品质之间的关系, 确定不同处理工艺对浙江红茶的化学成分与品质之间的影响, 进一步为浙江红茶品质与化学成分的研究提供系统的理论基础。

## 2 材料与方法

### 2.1 原料

选自浙南茶区, 采摘时间为 2016 年 3 月 29 日, 嫩度为一芽二叶初展, 品种为龙井 43 号和迎霜。

### 2.2 仪器与设备

萎凋槽用木板制成(8 m×1.45 m), 底部送自然风; 萎凋室面积为 15~20 m<sup>2</sup>, 采用空调和除湿机控温控湿(东信

CFZ-10H 型抽湿机、海信 S02F-N3 立式空调); 发酵机(JY-6CHF-7B, 福建佳友机械有限公司); 揉捻机(6CR-55 型, 武义曾荣茶机厂); 提香机(JY-6CHZ-9B, 福建佳友机械有限公司)。

### 2.3 试验方法

#### 2.3.1 加工工艺

红茶初制工艺: 萎凋→揉捻→发酵→干燥, 萎凋按照萎凋槽和萎凋室进行萎凋, 萎凋处理结束后按照红茶初制工艺加工成毛茶。萎凋室采用控温控湿进行萎凋(温度: 28 °C, 湿度: 60%), 萎凋摊叶厚度控制在 1~2 cm 厚度, 萎凋槽摊叶厚度 4 cm, 温度为室温进行萎凋, 通过调节萎凋时间将萎凋叶水分控制在 59%~65%; 后期按照红茶正常工序进行加工, 揉捻工序采用轻重轻的原则揉捻 1 h, 干燥按照毛火和足火进行加工, 毛火采用高温快速干燥(120 °C, 5 min), 足火采用 80 °C, 时间 1 h 进行干燥。萎凋工艺设计见表 1。

表 1 萎凋工艺设计  
Table 1 The design of withering process

样品号	品种	萎凋		
		萎凋方式	程度	含水率
1	龙井 43	萎凋槽	轻	65%
2	龙井 43	萎凋槽	CK	62%
3	龙井 43	萎凋槽	重	59%
4	龙井 43	萎凋室	轻	62%
5	龙井 43	萎凋室	CK	60%
6	龙井 43	萎凋室	重	58%
7	迎霜	萎凋槽	轻	62%
8	迎霜	萎凋槽	CK	60%

注: CK 对照处理, 进行正常红茶萎凋处理。

#### 2.3.2 化学成分测定及感官审评

茶多酚、游离氨基酸、茶黄素、儿茶素等化学成分按照国家茶叶标准方法进行测定<sup>[14-16]</sup>; 红茶感官审评按照国家茶叶感官审评方法进行评定<sup>[17]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 化学成分分析

红茶茶汤中主要的呈味物质是游离氨基酸、咖啡碱、茶多酚及其衍生物, 其中茶黄素是构成茶汤刺激性和鲜爽的重要成分, 同时产生红茶冷后浑现象的络合物也会影响

茶汤的鲜爽度<sup>[18]</sup>, TFs、儿茶素和咖啡碱是决定红茶汤色、滋味的主要化学成分<sup>[19-23]</sup>。通过对不同品种和不同萎凋处理的数据进行汇总和统计(表2)可以看出,不同处理的8个红茶样品茶多酚的含量在9.5%~10.7%之间,其中1~6号是龙井43品种,除了5号样品茶多酚含量低于10%以外,其他5个样品茶多酚含量都在10%以上,5号茶样由于在加工过程中经过特殊处理加快了氧化聚合反应,导致茶多酚含量的降低;7号和8号样品为迎霜品种,干茶茶多酚含量在10%以下;氨基酸含量的变化主要来源于蛋白质的降解和其他物质的生物合成,其在加工过程中的变化没有固定规律,相同品种加工的红茶,1号和6号样品游离氨基酸含量最高达到4%以上,主要是萎凋过程中温度的升高有利于蛋白质等大分子物质的降解,一定程度上增加了氨基酸的含量,其他4个茶样相对较低。儿茶素作为氧化反应的主体,简单儿茶素在全发酵过程中大部分氧化,如儿茶素

(catechin, C)和表没食子儿茶素(epigallocatechin, EGC)的含量均小于0.01%,复杂儿茶素含量均在0.1%左右,品种不同,含量高的可以达到0.8%。王丽平等<sup>[24]</sup>研究发现,通过萎凋过程可以有效调节儿茶素和生物碱含量及组成比例。品种的差异表现出遗传性状的差异,最终导致了内含成分的差异性。综上所述,茶多酚和氨基酸含量的差异在一定程度上受品种特性的影响。

### 3.2 感官品质与化学成分的相关分析

红茶作为全发酵茶,儿茶素类化合物在加工过程中氧化比较彻底,同时形成的衍生物较多,而多酚类物质又是构成茶汤物质的关键因子之一,含量的变化能够直接影响茶汤的口感。通过将氨基酸、茶多酚、儿茶素组分和茶黄素含量与感官审评进行相关性分析(表3)可以看出,茶多酚的含量分别与EGCG和ECG含量呈极显著正相关,相

表2 红茶样品化学成分含量与感官审评结果  
Table 2 Chemical components content and the results of sensory evaluation of black tea samples

样品号	茶多酚 (%)	游离氨基酸 (%)	茶黄素双没食子酸酯			茶黄素-3-没食子酸酯		茶黄素-3'-没食子酸酯		表没食子儿茶素		表儿茶素没食子酸酯	审评总分
			茶黄素 (theaflavin, TF <sub>1</sub> )/%	子酸酯 (theaflavin-3,3'-digallate, TFDG)/%	子酸酯 (theaflavin-3-gallate, TF-3-G)/%	子酸酯 (theaflavin-3-gallate, TF-3'-G)/%	表儿茶素 (epicatechin, EC)/%	没食子酸酯 (epigallocatechin gallate, EGCG)/%	没食子酸酯 (epicatechin gallate, ECG)/%				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	Y			
1	10.3	4.1	0.03	0.11	0.42	0.06	0.01	0.12	0.17	92.05			
2	10.6	3.5	0.03	0.11	0.46	0.07	0.01	0.12	0.18	93.1			
3	10	3.9	0.03	0.11	0.44	0.06	0.01	0.12	0.16	91.7			
4	10.7	3.8	0.04	0.15	0.54	0.09	0.02	0.17	0.19	92.05			
5	9.9	3.7	0.04	0.12	0.48	0.07	0.01	0.10	0.12	94.4			
6	10.1	4.2	0.03	0.12	0.46	0.07	0.01	0.13	0.16	93.1			
7	9.6	3.2	0.04	0.17	0.52	0.07	0.04	0.04	0.80	92.45			
8	9.5	3.4	0.03	0.13	0.41	0.06	0.04	0.04	0.62	92.6			

注: 由于表没食子儿茶素和儿茶素含量均小于0.01%, 故不进行数据统计和分析。

表3 化学成分与感官审评得分相关分析  
Table 3 Correlation between chemical components and the results of sensory evaluation

因子	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	Y
X <sub>1</sub>	1									
X <sub>2</sub>	0.430	1								
X <sub>3</sub>	-0.040	-0.380	1							
X <sub>4</sub>	-0.280	-0.580	0.73*	1						
X <sub>5</sub>	0.280	-0.260	0.85**	0.73*	1					
X <sub>6</sub>	0.560	-0.030	0.660	0.510	0.87**	1				
X <sub>7</sub>	0.570	0.090	0.490	0.420	0.650	0.87**	1			
X <sub>8</sub>	0.89**	0.71*	-0.030	-0.350	0.250	0.530	0.590	1		
X <sub>9</sub>	0.91**	0.71*	-0.220	-0.530	0.070	0.340	0.380	0.96**	1	
Y	-0.150	-0.120	0.280	-0.150	0.070	0.070	-0.300	-0.140	-0.130	1

注: \*表示达0.05水平显著性差异( $P < 0.05$ ), \*\*表示达0.01水平极显著性差异( $P < 0.01$ ).

相关性( $r$ )分别达到 0.89 和 0.91, 与审评总分的相关性较弱; 氨基酸含量与审评总分的相关性较弱;  $TF_1$  含量与 TFDG 和 TF-3-G 含量分别呈显著正相关和极显著正相关, 相关性( $r$ )分别达到 0.73 和 0.85, 与审评总分的相关性较弱; TFDG 含量和 TF-3-G 含量呈显著正相关, 相关性( $r$ )达到 0.73, 与审评总分的相关性较弱; TF-3-G 含量和 TF-3'-G 含量呈极显著正相关, 相关性( $r$ )达到 0.87, 与审评总分的相关性较弱; TF-3'-G 含量和 EC 含量呈极显著正相关, 相关性( $r$ )达到 0.87, 与审评总分的相关性较弱; EGCG 含量和 ECG 含量呈极显著正相关, 相关性( $r$ )达到 0.96, 与审评总分的相关性较弱。由上述相关性分析可见, 茶多酚及其衍生物之间相关性强, 茶多酚、儿茶素、氨基酸、茶黄素等含量与感官审评总分相关性较弱。

### 3.3 感官品质与化学成分的通径分析

通过对化学成分进行通径分析, 剖析各个因果关系判断各化学成分对品质的影响。结合表 4 和表 5 得出, 就直接通径系数而言, TF-3'-G( $X_6$ )最高,  $TF_1(X_3)$ 次之, 说明 TF-3'-G 含量对红茶品质的作用最强, 总体来说各个化学成分对红茶的感官审评总分相关性不强。

表 4 通径系数分析  
Table 4 Path coefficient analysis

作用因子	相关系数	直接作用	间接作用总和
$X_1$	-0.1455	-0.3234	0.1779
$X_3$	0.2762	1.0399	-0.7766
$X_4$	-0.1479	-0.4635	0.2265
$X_5$	0.0693	-1.6463	1.806
$X_6$	0.0727	2.7233	-2.4687
$X_7$	-0.2981	-1.7126	1.5996

#### 3.3.1 茶黄素组分对红茶感官品质的影响

$TF_1(X_3)$ 和 TF-3'-G( $X_6$ )含量的直接作用高于其间接作用总和, 而且其间接作用总和分别为-0.7766 和-2.4687, 总

体呈现正效应。在间接作用方面,  $TF_1(X_3)$ 通过 TF-3'-G( $X_6$ )影响审评得分, 间接通径系数达到了 1.8014, 而 TF-3'-G( $X_6$ )通过  $TF_1(X_3)$ 的间接通径系数只有 0.6879, 说明在相互影响过程中 TF-3'-G 的含量直接影响了茶汤的口感; TFDG( $X_4$ )间接作用通径系数总和为 0.2265, 高于其直接作用系数-0.4635,  $X_4$ 对感官品质( $Y$ )的作用, 通过  $X_1$ 、 $X_3$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 和  $X_7$ 的间接通径系数分别为 0.0891、0.7545、-1.2070、1.3907和-0.7117, 其中  $X_6$ 的通径系数最高, 说明  $X_6$ 的直接作用能够影响其间接作用。

#### 3.3.2 茶多酚及其儿茶素组分对红茶感官品质的影响

茶多酚( $X_1$ )直接作用通径系数小于间接作用总和通径系数, 其通径系数分别为-0.3234 和 0.1779, 茶多酚通过间接作用影响茶叶感官品质。儿茶素组分 EC( $X_7$ )直接作用通径系数小于间接作用总和通径系数, 其通径系数分别为-1.7126 和 1.5996, 通过间接作用影响茶叶感官品质。茶多酚及其儿茶素组分 EC 的直接作用均为负值, 表明其含量越少正效应越好。在间接作用方面,  $X_1$ 对感官品质( $Y$ )的作用, 通过  $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 和  $X_7$ 的间接通径系数分别为-0.0415、0.1277、-0.4602、1.5321 和-0.9802, 其中通过  $X_6$ 通径系数最高;  $X_7$ 对感官品质( $Y$ )的作用, 通过  $X_1$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 和  $X_6$ 的间接通径系数分别为-0.1851、0.5074、-0.1926、-1.0747 和 2.3595。

## 4 讨论与结论

红茶品质形成是由以多酚类物质为主要基础物质的氧化还原反应决定的, 熊昌云等<sup>[25]</sup>研究发现, 红茶品质的形成主要与多酚类物质的氧化聚合物茶黄素、茶红素有关; 同时, Roberts 等<sup>[26]</sup>提出了茶黄素类(TFs)的浓度可以有效控制红茶品质。上述数据分析表明, 茶多酚、TFDG、EC、EGCG 和 ECG 与感官品质呈负效应,  $TF_1$ 、TF-3-G 和 TF-3'-G 与感官品质呈正效应, 作为化学反应的儿茶素及其衍生物, 后期氧化的产物茶黄素类物质对红茶品质有一定影响。不同品种其多酚类物质含量不同, 龙井 43 品种初制的红茶高于迎霜品种初制的红茶。

表 5 通径系数结果列表  
Table 5 Results list of path coefficient

作用因子	$X_1$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	相关系数
$X_1$		-0.0415	0.1277	-0.4602	1.5321	-0.9802	-0.1455
$X_3$	0.0129		-0.3363	-1.4061	1.8014	-0.8356	0.2762
$X_4$	0.0891	0.7545		-1.2070	1.3907	-0.7117	-0.1479
$X_5$	-0.0904	0.8881	-0.3398		2.3756	-1.1179	0.0693
$X_6$	-0.1819	0.6879	-0.2367	-1.4361		-1.4838	0.0727
$X_7$	-0.1851	0.5074	-0.1926	-1.0747	2.3595		-0.2981

对其化学成分与感官品质进行途径分析,  $TF_1(X_3)$ 和  $TF-3'-G(X_6)$ 对感官品质起直接作用的影响, 途径系数分别为  $r=1.0399$  和  $r=2.7233$ , 其他几个因子间接作用均高于直接作用, 表明对品质的影响都是通过间接作用来进行的, 结合表4间接作用途径系数可以看出  $X_1$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$  和  $X_7$  通过  $X_6$  间接作用的途径系数均在 1.3 以上, 远远高于其他间接作用的途径系数, 表明能够对浙江红茶品质进行影响的主要是茶黄素单体  $TF-3'-G$ , 其他因子的影响相对较弱, 可能在滋味和汤色方面其茶黄素单体  $TF-3'-G$  起主要作用。许多研究也表明,  $TFs$  含量与红碎茶品质呈显著正相关, 进而影响红茶产品价格<sup>[27-29]</sup>。本研究尚未对水溶性物质、咖啡碱、可溶性糖类物质等化学成分进行统计分析, 以上指标与品质的关系有待深入研究。

#### 参考文献

- [1] 施兆鹏. 茶叶加工学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.  
Shi ZP. Tea processing [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1997.
- [2] 赵文霞, 黄亚辉, 张敏, 等. 萎凋温度和时间对潮州红茶品质的影响[J]. 广东茶业, 2013, (5): 22-24.  
Zhao WX, Huang YH, Zhang M, *et al.* The effect of withering temperature and time on black tea quality in the Chaozhou [J]. Guangdong Tea, 2013 (5): 22-24.
- [3] 郭敏明, 余继忠, 师大亮, 等. 茂绿、迎霜加工红茶适制性研究[J]. 浙江农业科学, 2015, 56(8): 1268-1272.  
Guo MM, Yu JZ, Shi DL, *et al.* Studies on the process optimization with Maolv and Yingshuang in the black tea [J]. J Zhejiang Agric Sci, 2015, 56(8): 1268-1272.
- [4] 黄藩, 张坚强, 叶阳, 等. 温度对红茶萎凋叶含水量及呼吸速率的影响[J]. 中国茶叶, 2014, (6): 30-32.  
Huang F, Zhang JQ, Ye Y, *et al.* The effect of water content and respiratory rate on temperature withering leaf of the black tea [J]. China Tea, 2014, (6): 30-32.
- [5] 丁勇, 徐奕鼎, 王焯军, 等. 祁门红茶初制中萎凋与初烘工艺研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(9): 110-114.  
Ding Y, Xu YD, Wang YJ, *et al.* Study on withering and first dry technology at primary processing of Keemun black tea [J]. Chin Agric Sci Bull, 2010, 26(9): 110-114.
- [6] Muthumani T, Kumar RS. Studies on freeze-withering in black tea manufacturing [J]. Food Chem, 2007, 101(1): 103-106.
- [7] 黄建琴, 王文杰, 丁勇袁, 等. 冷冻萎凋对工夫红茶品质影响研究[J]. 中国茶叶加工, 2005, (1): 20-22.  
Huang JQ, Wang WJ, Ding YY, *et al.* Study on freezing-withering on quality of black tea [J]. China Tea Proc, 2005, (1): 20-22.
- [8] 王伟伟. 萎凋发酵条件对茶黄素形成关键因子的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.  
Wang WW. The effects of withering and fermentation conditions on the theaflavins [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2013.
- [9] Okinda OP, Martin O. The impact of withering temperature on black tea quality [J]. J Sci Food Agric, 1996, (70): 288-292.
- [10] 黄先洲, 潘玉华, 杨晓滨, 等. 花果香型坦洋工夫红茶萎凋方式与茶多酚变化初探[J]. 福建茶叶, 2016, (7): 4-5.  
Huang XZ, Pan YH, Yang XB, *et al.* Study on the withering way and the change of tea polyphenols in the Tanyang Kung Fu Black Tea with fruity [J]. Tea Fujian, 2016, (7): 4-5.
- [11] 王振康, 邬盛龄, 郭少平, 等. 高香型工夫红茶初制加工技术[J]. 福建茶叶, 2010, (10): 50-53.  
Wang ZK, Wu SL, Guo SP, *et al.* The preliminary processing technology of the black tea with high aroma [J]. Tea Fujian, 2010, (10): 50-53.
- [12] 孙威江, 林毓茗, 陈志丹, 等. 八仙红茶加工新工艺探讨[J]. 茶叶科学技术, 2011, (3): 5-9.  
Sun WJ, Lin FM, Chen ZD, *et al.* Study on new technology of processing black tea by the varieties of Baxian [J]. Tea Sci Technol, 2011, (3): 5-9.
- [13] 赖兆祥, 苗爱清, 孙世利, 等. 花香型红茶红螺春加工新技术研究[J]. 广东农业科学, 2010, (10): 120-121.  
Lai ZX, Miao AQ, Sun SL, *et al.* Research of new processing technology of fragrant Hongluochun black tea [J]. Guangdong Agric Sci, 2010, (10): 120-121.
- [14] GB/T 8313-2008 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法[S].  
GB/T 8313-2008 Determination of total polyphenols and catechins content in tea [S].
- [15] GB/T 8314-2013 茶 游离氨基酸总量的测定[S].  
GB/T 8314-2008 Tea-Determination of free amino acids content [S].
- [16] GB/T 30483-2013 茶叶中茶黄素测定-高效液相色谱法[S].  
GB/T 30483-2013 Determination of theaflavins and in tea-High performance liquid chromatography [S].
- [17] GB/T 23776-2009 茶叶感官审评方法[S].  
GB/T 23776-2009 Tea-Vocabulary for sensory evaluation [S].
- [18] Scharbert S, Jezussek M, Hofmann T. Evaluation of the taste contribution of the aflavins in black tea infusions using the taste activity concept [J]. Eur Food Res Technol, 2004, 218(5): 442-444.
- [19] 宛晓春, 李大祥, 夏涛. 茶色素及其药理学功能[J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(4): 65-70.  
Wan XC, Li DX, Xia T. Tea pigment and its pharmacology function [J]. Nat Prod Res Dev, 2001, 13(4): 65-70.
- [20] 钟萝. 茶叶品质理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989.  
Zhong L. The physical and chemical analysis of tea quality [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 1989.
- [21] 萧伟祥, 宛晓春, 胡耀武, 等. 茶儿茶素体外氧化产物分析[J]. 茶叶科学, 1999, 19(2): 145-149.  
Xiao WX, Wan XC, Hu YW, *et al.* Analysis oxide product of catechin in the tea [J]. J Tea Sci, 1999, 19(2): 145-149.
- [22] 王坤波, 刘仲华, 黄建安, 等. 高效液相色谱法测定红茶中的茶黄素[J]. 色谱, 2004, 22(2): 151-153.  
Wang KB, Liu ZH, Huang JA, *et al.* Determination of theaflavins in black tea by high performance liquid chromatography [J]. Chin J Chromatogr, 2004, 22(2): 151-153.
- [23] 汪云刚, 刘本英. 滇红[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2011.  
Wang YG, Liu BY. Dian black tea [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Publishing Press, 2011.
- [24] 王丽丽, 宋振硕, 陈键, 等. 茶鲜叶萎凋过程中儿茶素和生物碱的动态变化规律[J]. 福建农业学报, 2015, 30(9): 856-862.  
Wang LL, Song ZS, Chen J, *et al.* Changes on catech in and alkaloid contents in fresh tea leaves during withering [J]. Fujian J Agric Sci, 2015, 30(9): 856-862.

- [25] 熊昌云, 彭远菊. 红茶色素与红茶品质关系及其生物学活生研究进展 [J]. 西南农业学报, 2006, 19(S1): 518-520 .  
Xiong CY, Peng YJ. The relation between the pigment and quality of black tea and research advance of its biological activity [J]. Southwest China J Agric Sci, 2006, 19(S1): 518-520.
- [26] Robert S, Smith R. The phonetic substance of manufactured tea IX. the spectrophotometric evaluation of tea liquors [J]. J Sci Food Agric, 1963, 14: 689-700.
- [27] 李立祥, 萧伟祥. 茶色素及茶黄素药理作用研究进展 [J]. 福建茶叶, 2002, (4): 35-38 .  
Li LX, Xiao WX. The research progress of tea pigments and theaflavins in biological activity [J]. Tea Fujian, 2002, (4): 35-38.
- [28] 江和源, 程启坤, 杜琪珍, 等. 红茶中的茶黄素 [J]. 中国茶叶, 1998, 19(3): 18-20 .  
Jiang HY, Cheng QK, Du QZ, et al. Theaflavins in black tea [J]. China Tea, 1998, 19(3): 18-20.
- [29] 王坤波, 刘仲华, 黄建安. 茶黄素形成机理的研究进展 [J]. 茶叶通讯,

2001, 34(2): 34-38 .

Wang KB, Liu ZH, Huang JA. Study on the formation mechanism of theaflavins [J]. Tea Commun, 2001, 3(2): 34-38 .

(责任编辑: 杨翠娜)

### 作者简介



刘亚峰, 研究实习生, 主要研究方向为茶叶加工与审评检验。

E-mail: liuyafeng1207@163.com



赵玉香, 高级工程师, 主要研究方向为茶叶加工与审评检验。

E-mail: zyx955@126.com

## “食品绿色包装材料”专题征稿函

近年来, 随着经济的发展和消费者环保意识的提升, 食品包装材料的环保性和安全性越来越受到重视。食品的绿色包装是指对生态环境和人类健康无害、能重复使用和再生的包装, 包括纸质包装材料、可降解包装材料、可食性包装材料等。采用绿色包装可以提高食品的安全性, 使人类的健康得到更有力的保障, 同时能够保护环境, 对社会的可持续发展起着重要的作用。

鉴于此, 本刊特别策划了“食品绿色包装材料”专题, 由华南理工大学的武书彬教授担任专题主编, 主要围绕食品绿色包装材料的种类、加工方式、与传统食品包装材料的对比等发面或您认为有意义的相关领域展开论述和研究, 本专题计划在 2017 年 3 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊编辑部及专题主编武书彬教授特别邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述及研究论文均可, 请在 2017 年 1 月 15 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

同时, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。

谢谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsqa@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部