

烘焙工艺对饮料加工用绿茶品质的影响

Effect of roasting process on the quality of tea used in green-tea beverages

黄腴樟¹

林晓蓉¹

陈忠正¹

张媛媛¹

HUANG Bin-zhang¹ LIN Xiao-rong¹ CHEN Zhong-zheng¹ ZHANG Yuan-yuan¹

刘晓辉² 罗龙新² 李 斌¹

LIU Xiao-hui² LUO Long-xin² LI Bin¹

(1. 华南农业大学食品学院, 广东 广州 510642; 2. 深宝华城科技股份有限公司, 广东 深圳 518115)

(1. College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China;

2. Shenbao Huacheng Tech Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518115, China)

摘要:为研究茶饮料工业化生产过程中原料用绿茶适宜的烘焙工艺及其品质变化,以绿茶饮料加工常用的蒸青绿茶为材料,分别采用焙煎机和烘箱两类设备,设置不同烘焙温度、烘焙时间和添水量,通过正交试验确定适宜的工艺参数;并分析评价其感官品质、主要理化成分和特征香气。结果表明:烘焙可去除绿茶青草气,增加花果香、烘焙香,降低苦涩味;烘焙过程中,绿茶的主要理化成分含量呈降低趋势;焙煎机烘焙的绿茶香气浓郁,茶多酚等主要理化成分及呈焙香的挥发性组分含量高,而烘箱烘焙的绿茶汤色、滋味更佳。研究条件下茶饮料用绿茶烘焙优化工艺为:焙煎机;18%添水量、140℃烘焙10 min;烘箱;15%添水量、140℃烘焙5 h。

关键词:绿茶;烘焙工艺;感官品质;理化成分;香气特征

Abstract: To explore the effects of the roasting process on the quality of green tea used as raw materials in the industrial production of green tea beverages and to optimize the roasting process, steamed green tea was roasted using a roaster and an oven, respectively. Effects of roasting temperature, roasting time, and the dosage of additional water on the sensory quality, contents of major chemical components, and the composition of volatile components of green tea were analyzed. The roasting process of green tea using roaster and oven was optimized using the orthogonal experiment. The results showed that the odor of grass was removed from green tea and its aroma was significantly enhanced after roasting. Additionally, the astringency of green tea infusion was

decreased and its taste was remarkably improved. However, the contents of tea polyphenols, free amino acids, and soluble carbohydrates showed a decreasing trend during roasting. Moreover, green tea roasted by a roaster showed a stronger aroma as well as higher contents of major chemical components and volatile compounds that contributed to the roasting aroma than those roasted by an oven, but the latter showed better infusion color and taste. The optimal quality of green tea was achieved after being roasted at 140℃ for 10 min via a roaster with 18% of additional water or roasted at 140℃ for 5 h using an oven with 15% of additional water.

Keywords: green tea; roasting process; sensory quality; chemical components; aroma characteristics

茶[*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]起源于中国,已有数千年药用、饮用历史^[1],近年来,因其抗癌^[2]、降血脂^[3]等功能的揭示,被誉为“21世纪的健康饮料”^[4]。以其水浸提液或茶粉等为原料制备而成的茶饮料,自20世纪70年代诞生起,以其方便、快捷的饮用方式,满足了生活节奏不断加快、健康追求不断提升的年青消费者的需求,市场规模不断扩大。2019年中国茶饮料行业市场规模约为787亿元^[5]。据德国Statista公司预测,2021年,全球茶饮料产量将达 4.50×10^7 t,市场价值将达443亿美元^[6],展示了可观的市场前景。

然而,与现泡茶相比,目前茶饮料,尤其是绿茶饮料仍存在口感不佳、香气不足等问题^[7]。为此,研究者们对绿茶饮料用茶的品种适制性^[8]、初制工艺^[9-11]、香型^[12-13]等开展了相关研究。据报道,适当的烘焙处理可明显提高绿茶品质^[14-15],烘焙绿茶制成的茶饮料品质更佳^[16]。茶叶烘焙常采用烘箱、木炭、提香机等烘焙方式,但不同烘焙方式及工艺对饮料用绿茶品质的影响暂未见

作者简介:黄腴樟,女,华南农业大学在读硕士研究生。

通信作者:李斌(1960—),女,华南农业大学教授,博士。

E-mail: bli@scau.edu.cn

罗龙新(1961—),男,深宝华城科技股份有限公司研究员。E-mail: luolongxin@sbsy.com.cn

收稿日期:2020-05-06

报道。研究拟以绿茶饮料生产中常用的蒸青绿茶为材料,分别采用焙煎机和烘箱,研究这两种不同烘焙工艺对饮料用绿茶品质的影响,以期为提高绿茶饮料的香气、滋味等品质特性提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

蒸青绿茶:鸠坑品种,2019 年 4 月生产,深宝华城科技股份有限公司;

茶氨酸:纯度 $\geq 98\%$,美国 Sigma 公司;

无水葡萄糖、蒽酮:分析纯,北京普博欣生物科技有限公司;

水合茛三酮:分析纯,上海麦克林生化科技有限公司;

氯化亚锡、硫酸、磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、硫酸亚铁、酒石酸钾钠:分析纯,广州化学试剂厂。

1.2 主要仪器设备

纯水机:Milli-Q Integral 3 型,德国 Merck-Millipore 公司;

气相色谱-质谱联用仪:QP2010 Ultra 型,日本 Shimadzu 公司;

紫外-可见分光光度计:2102C 型,上海尤尼科有限公司;

恒温水浴锅:HH-2 型,常州国华电器有限公司;

电热恒温鼓风烘箱:BGZ-140 型,上海博迅医疗生物仪器股份有限公司;

焙煎机:SRC-01 型,日本 YAMAMASU 公司;

电子分析天平:AL204 型,瑞士 Mettler Toledo 公司。

1.3 方法

1.3.1 绿茶烘焙流程

100 g 绿茶 $\rightarrow$ 喷洒超纯水 $\rightarrow$ 混匀 $\rightarrow$ 堆叠至约 2 cm 高 $\rightarrow$ 静置 30 min,隔 15 min 翻面 $\rightarrow$ 焙煎机或烘箱烘焙 $\rightarrow$ 烘焙结束,自然冷却至室温 $\rightarrow 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 贮藏,待评价

1.3.2 单因素试验设计 焙煎机与烘箱烘焙绿茶的单因素试验设计分别如表 1 和表 2 所示,焙煎机转速固定为 15 r/min。

1.3.3 正交试验设计 在单因素试验基础上,采用 $L_{16}(4^5)$ 正交试验设计,进行焙煎机与烘箱烘焙绿茶的工艺

表 1 焙煎机烘焙绿茶的单因素试验设计

Table 1 Single-factor experiment of the roaster-roasting process for green tea

因素	单位	水平	固定因素及水平
烘焙温度	$^{\circ}\text{C}$	100,120,140,160	15%添水量、烘焙 10 min
烘焙时间	min	5,10,15,20	15%添水量、140 $^{\circ}\text{C}$
添水量	%	10,15,20,25	140 $^{\circ}\text{C}$ 烘焙 10 min

表 2 烘箱烘焙绿茶的单因素试验设计

Table 2 Single-factor experiment of the oven-roasting process for green tea

因素	单位	水平	固定因素及水平
烘焙温度	$^{\circ}\text{C}$	100,120,140,160	15%添水量、烘焙 4 h
烘焙时间	h	1,2,3,4,5,6,7	15%添水量、140 $^{\circ}\text{C}$
添水量	%	10,15,20,25	140 $^{\circ}\text{C}$ 烘焙 5 h

优化。

1.3.4 绿茶感官审评 采用柱形杯审评法^[17]。由专业茶叶审评员根据感官审评评分表(表 3)给出绿茶汤色、香气与滋味的评语与评分,百分制计分,汤色占 10%,香气与滋味各占 45%。

表 3 感官审评评分表

Table 3 Sensory evaluation score form of tea

汤色(100 分)	香气(100 分)	滋味(100 分)
橙黄(90~99)	烘焙香(90~99)	醇厚、茶香融合(90~99)
绿黄(80~89)	熟栗香/火工香(80~89)	醇和、协调(80~89)
黄绿(70~79)	青草气/老火香/木香(70~79)	纯正、协调(70~79)
嫩绿/浑浊(<70)	梗气/水闷气/粗气(<70)	水闷味/梗味/苦涩味突出(<70)

1.3.5 绿茶理化成分含量测定

(1) 茶汤制备:称取 4.8 g 茶样(20~30 目),按 $m_{\text{茶}}:V_{\text{水}}=1:50\text{ (g/mL)}$ 的比例加入 80 $^{\circ}\text{C}$ 超纯水,并 80 $^{\circ}\text{C}$ 水浴浸提 30 min,隔 15 min 振摇 1 次。浸提结束后,用 2 层定量滤纸趁热减压抽滤,滤液冷却至室温后,定容至 250 mL,备测。

(2) 水浸出物:根据文献^[18]稍作修改。移取 50 mL 茶汤于已恒重的洁净玻璃蒸发皿,水浴蒸干,移入(103 $\pm$ 2) $^{\circ}\text{C}$ 烘箱,重复烘至恒重(连续 2 次称重相差不超过 0.002 g)。

(3) 茶多酚:酒石酸亚铁比色法^[19]。

(4) 咖啡碱:根据文献^[20]稍作修改。茶汤经 PES 滤膜(0.22 μm)过滤后采用 Poroshell 120 Bonus-RP (4.6 mm $\times$ 50 mm,2.7 μm)色谱柱进行分离,柱温 30 $^{\circ}\text{C}$,进样量 5 μL ,流速 0.8 mL/min,停止时间 26 min,后运行 4 min,检测波长 280 nm。流动相 A 为 0.05%三氟乙酸,流动相 B 为乙腈。梯度洗脱程序:0~8 min,流动相 A 由 100%降至 91%;8~17 min,流动相 A 由 91%降至 83%;17~26 min,流动相 A 由 83%降至 72%。

- (5) 游离氨基酸:水合茚三酮比色法^[21]。
- (6) 可溶性糖:蒽酮硫酸比色法^[22]。
- (7) 挥发性组分:参照文献^[23]。分析得到的挥发性组分经 NIST 11S 谱库检索鉴定,峰面积归一化法进行相对定量。

1.4 数据分析

数据显著性分析采用 SPSS 22.0,组间显著性分析采用 Fisher 最小显著性差异法,上标小写字母不同表示组间差异显著(P<0.05)。采用 Origin 9.0 作图。

2 结果与分析

2.1 烘焙温度对绿茶品质的影响

由表 4 可知,未烘焙绿茶汤色黄绿、带青草气、滋味纯正鲜涩;经焙煎机或烘箱烘焙后,随烘焙温度升高,汤色不断加深,由黄绿逐渐变为浅黄或橙黄;青草气减弱,栗香、焙香逐渐显现,进而呈火香;滋味涩感减弱,逐渐变得醇和或醇厚;未烘焙绿茶感官总分最低,烘焙温度为 140 ℃时,两种烘焙工艺绿茶的感官总分均最高,其中烘箱烘焙绿茶因汤色、滋味更优,总分更高。

由图 1~2 可知,绿茶烘焙过程中,随烘焙温度升高,除咖啡碱含量基本稳定外,其余理化成分含量整体呈降

低趋势;140 ℃烘焙温度下感官品质最优的绿茶与未烘焙绿茶相比,水浸出物、茶多酚、游离氨基酸及可溶性糖含量,焙煎机烘焙绿茶分别降低了 4.97%,7.99%,32.15%,15.10%,烘箱烘焙绿茶分别降低了 6.40%,10.45%,31.26%,17.45%。

试验结果表明,烘焙可提高绿茶感官品质,但一定程度上降低了主要理化组分含量。

2.2 烘焙时间对绿茶品质的影响

由表 5 可知:随烘焙时间延长,绿茶汤色变深;青草气减弱,焙香渐浓;滋味鲜涩感降低,醇和或醇厚感增加,然而烘焙时间超过 10 min(焙煎机)或 5 h(烘箱),火香味突出,感官品质下降。主要理化成分上(图 3~4),绿茶经焙煎机烘焙 10 min 及以上时,除茶多酚在小范围内波动外,其余组分基本趋于稳定;经烘箱烘焙 5 h 及以上时,其茶多酚、咖啡碱和可溶性糖含量趋于稳定。由此可见,焙煎机与烘箱烘焙绿茶的较适时间分别为 10 min 和 5 h,其中烘箱烘焙绿茶汤色、滋味更优,感官总分更高,而焙煎机烘焙绿茶香气更佳、水浸出物和茶多酚含量更高。

2.3 添水量对绿茶品质的影响

由表 6 可知:两种烘焙工艺下的绿茶随添水量增加,

表 4 两种烘焙工艺不同烘焙温度绿茶的感官审评结果

Table 4 Sensory quality of green tea roasted at different temperatures using a roaster and an oven					
烘焙工艺	烘焙温度/℃	汤色(10%)	香气(45%)	滋味(45%)	总分(100分)
焙煎机	100	绿黄(78.0)	带青草气、略带栗香(79.2)	纯正、鲜涩(75.0)	77.19
	120	绿黄+(82.0)	稍带焙香、夹杂栗香(90.0)	纯正、微涩、略带焙香(78.0)	83.80
	140	绿黄++(83.5)	焙香浓郁(95.0)	醇和、带焙香(85.0)	89.35
	160	浅黄(87.0)	带明显火香(82.0)	稍醇厚、带明显火香(82.0)	82.50
烘箱	100	绿黄(85.0)	稍带青草气—(79.0)	纯正、鲜涩—(77.0)	78.70
	120	绿黄+(87.0)	带熟栗香、略带焙香(85.0)	醇和、略带焙香(84.0)	84.75
	140	橙黄(91.0)	带焙香(92.0)	醇厚、带焙香(91.0)	91.45
	160	橙黄+(93.0)	带高火香(80.0)	醇厚、微苦、带火香(89.8)	85.71
未烘焙绿茶		黄绿(75.0)	带青草气(77.0)	纯正、鲜涩(71.0)	74.10

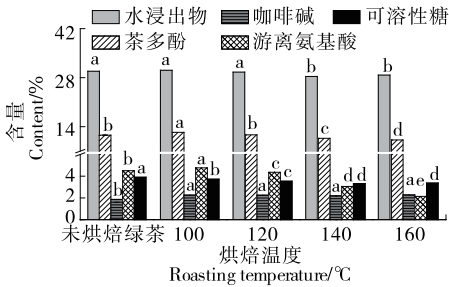


图 1 焙煎机不同烘焙温度下绿茶的主要理化成分含量
Figure 1 The content of major chemical components of green tea roasted at different temperatures using a roaster

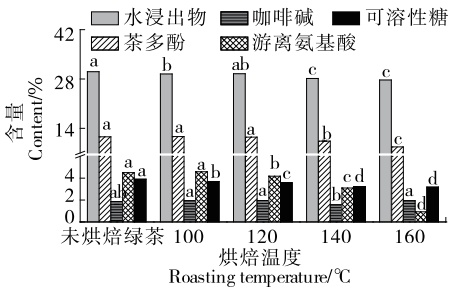


图 2 烘箱不同烘焙温度下绿茶的主要理化成分含量
Figure 2 The content of major chemical components of green tea roasted at different temperatures using an oven

表 5 两种烘焙工艺不同烘焙时间绿茶的感官审评结果

Table 5 Sensory quality of green tea roasted at different time using a roaster and an oven

烘焙工艺	烘焙时间/min	汤色(10%)	香气(45%)	滋味(45%)	总分(100分)
焙煎机	5	浅绿黄(80.5)	稍带焙香(91.5)	纯正、涩(74.0)	82.53
	10	绿黄++(85.5)	焙香(95.0)	醇和、带焙香(85.0)	89.55
	15	绿黄+(84.0)	焙香+、略带火香(92.0)	醇和、稍带火香(83.5)	87.38
	20	绿黄+(84.0)	带明显火香(87.0)	醇和+、稍带火香(83.0)	84.90
	60	浅黄绿(78.0)	带青草气-(78.0)	纯正、稍带鲜涩(72.0)	75.30
烘箱	120	绿黄(83.0)	栗香、夹杂焙香(85.0)	纯正、稍带鲜涩(73.0)	79.40
	180	绿黄+(87.0)	稍带焙香+(90.0)	醇和、略带焙香(86.0)	87.90
	240	橙黄(91.0)	带焙香(92.0)	醇厚、带焙香(91.0)	91.45
	300	橙黄+(92.0)	带焙香(93.5)	醇厚、略带火香(93.0)	93.13
	360	橙黄++(95.0)	稍带火香(86.0)	醇厚、稍带火香(92.0)	89.60
	420	橙黄+++ (97.0)	带明显火香(82.0)	醇厚、带火香、微苦(90.0)	87.10

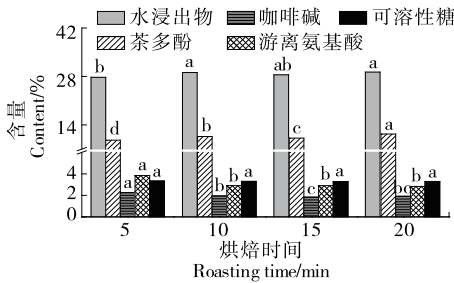


图 3 焙煎机不同烘焙时间下绿茶的主要理化成分含量
Figure 3 The content of major chemical components of green tea roasted using a roaster for different time

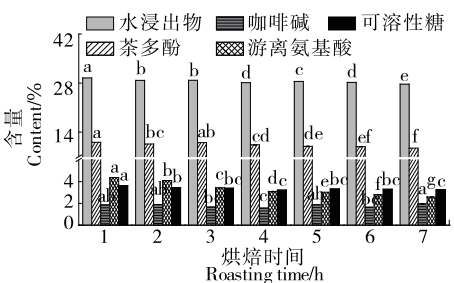


图 4 烘箱不同烘焙时间下绿茶的主要理化成分含量
Figure 4 The content of major chemical components of green tea roasted using an oven for different time

汤色变浅,火香渐弱转变成焙香,滋味醇和或醇厚,综合各项得分,添水量为 15%时,感官总分最高,且烘箱烘焙的绿茶感官品质更佳。随添水量增加主要理化成分含量总体呈减少趋势(图 5~6)。当添水量为 15%时,两种烘焙工艺绿茶的水浸出物、游离氨基酸含量较高,而茶多酚含量较低;烘箱烘焙绿茶的游离氨基酸含量高于焙煎机,

而茶多酚含量低于焙煎机。

2.4 烘焙工艺对绿茶挥发性组分的影响

固定绿茶添水量 15%,烘焙温度 140℃,烘焙时间:焙煎机 10 min、烘箱 5 h,探究两种烘焙工艺对绿茶挥发性组分的影响。由图 7 可知:绿茶中的挥发性组分有醇、醛、酮、酯、含氮类等九大类,醇类、醛类和酮类可赋予绿

表 6 两种烘焙工艺不同添水量绿茶的感官审评结果

Table 6 Sensory quality of green tea added with different dosages of water and roasted by a roaster and an oven

烘焙工艺	添水量/%	汤色(10%)	香气(45%)	滋味(45%)	总分(100分)
焙煎机	10	绿黄++(90.6)	稍带火香(85)	醇和、稍带火香(81)	83.76
	15	绿黄+(87.0)	焙香+(94)	醇和、带焙香(84)	88.80
	20	绿黄+(84.0)	焙香+(93)	醇和、稍带焙香(83)	87.60
	25	绿黄+(85.0)	焙香、夹杂栗香(86)	醇和(83)	84.55
烘箱	10	橙黄+(93.0)	高火香+(81)	醇厚、带火香(89)	85.80
	15	橙黄(91.0)	焙香(92)	醇厚、稍带焙香(91)	91.45
	20	橙黄(90.0)	微带火香(88)	尚醇厚(88)	88.20
	25	绿黄(87.0)	稍带焙香(90)	纯正、稍涩(75)	82.95

茶清香、花香或果香,含氮类为烘焙香的主要物质来源。未烘焙绿茶以醇、醛、酮为主;烘焙后,醇类含量大幅度减少,减少量高达 49.15%~67.47%,而醛、酯和含氮类含量增加,尤以含氮类增量最大,达 111.79%~170.71%,同时,新形成杂氧类组分。两种烘焙工艺中,焙煎机烘焙绿茶醇类组分的减幅,以及醛、酮、烷烃、酯和杂氧类的增幅小于烘箱,但酸、含氮类组分的增幅大于烘箱。

由表 7 可知:未烘焙绿茶含较多呈青草香或花香的组分,如 1-辛烯-3-醇(阈值为 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[24])、 β -紫罗酮(阈值为 0.007 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[24])和反式-氧化芳樟醇;烘焙后,这些组分含量明显降低、甚至消失,而呈肉桂香、甜香和脂肪香组分的含量增加,如乙酸桂酯、(E,E)-2,4-庚二烯醛等,

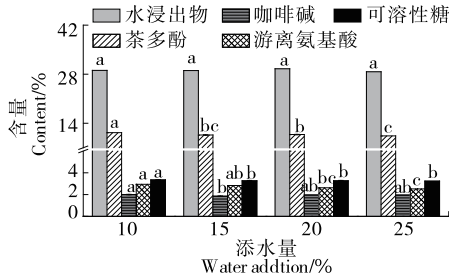


图 5 焙煎机不同添水量下绿茶的主要理化成分含量

Figure 5 The content of major chemical components of green tea added with different dosages of water and roasted by a roaster

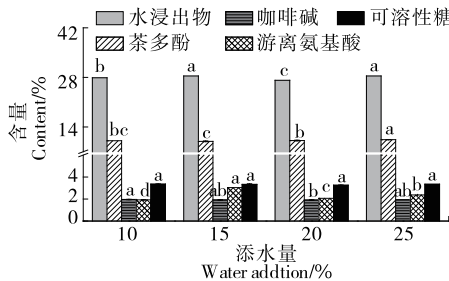


图 6 烘箱不同添水量下绿茶的主要理化成分含量

Figure 6 The content of major chemical components of green tea added with different dosages of water and roasted by an oven

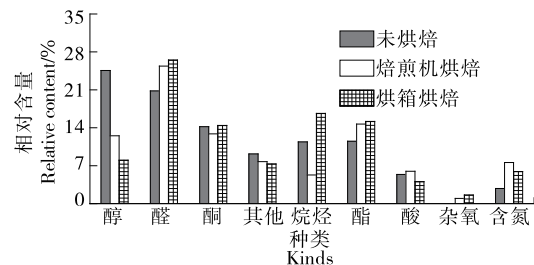


图 7 绿茶烘焙前后的挥发性组分种类及其相对含量

Figure 7 Types and relative contents of volatile components of green tea before and after roasting

从而使绿茶烘焙后,青草气减弱、果/焙香增加。同时,焙煎机烘焙绿茶的花香、焙香组分,如芳樟醇、2-乙基-6-甲基吡嗪等相对含量高于烘箱烘焙绿茶。

2.5 绿茶烘焙工艺优化试验结果

在单因素试验基础上,确定正交试验的因素及水平(见表 8、9)。由表 10 可知,采用焙煎机和烘箱烘焙时,烘焙温度对绿茶感官评分影响最大,添水量次之,烘焙时间影响最小,说明无论采用哪种烘焙机具,控制好烘焙温度是保证绿茶品质的关键。其中,焙煎机烘焙的最优组合为 $A_3B_2C_3$,即烘焙温度 140 $^{\circ}\text{C}$ 、烘焙 10 min、添水量 18%;烘箱烘焙的最优组合为 $A_3B_3C_2$,即烘焙温度 140 $^{\circ}\text{C}$ 、烘焙 5 h、添水量 15%。经实验验证,焙煎机、烘

表 7 绿茶烘焙前后主要挥发性组分($\geq 1\%$)的香气特征[†]

Table 7 Flavor properties of major aroma components (relative content $\geq 1\%$) of green tea before and after roasting

组分	香气特征 ^[25]	相对含量/%		
		未烘焙	焙煎机	烘箱
1-辛烯-3-醇	青草香、蘑菇香	6.83	nd	nd
己醛	青草香、脂香、果香	1.66	1.33	2.00
顺式-2-戊烯-1-醇	青草香	1.21	1.56	1.79
1-辛醇	青草香、蘑菇香	1.11	-	nd
2-辛烯醇	青草香、蔬菜香	1.06	-	-
(E)-2-辛烯醛	青草香、鲜黄瓜香	1.06	-	-
1-戊烯-3-醇	蔬菜香	-	-	1.08
壬醛	花香、脂香	4.07	4.06	2.37
芳樟醇	橘香、玫瑰香、甜香	2.82	1.17	-
反式-氧化芳樟醇 (呋喃型)	花香	2.06	-	-
β -环柠檬醛	植物香、甜香	1.72	1.14	-
β -紫罗酮	紫罗兰香、果香、玫瑰香	1.11	-	-
2-乙基己醇	橘香、花香、甜香	1.02	1.32	-
乙酸桂酯	肉桂香、甜香	7.91	10.06	12.83
肉桂醛	肉桂香	-	1.66	2.42
邻甲氧基肉桂醛	肉桂香	1.56	2.02	2.54
(E,E)-2,4-庚二 烯醛	脂肪香	3.29	9.98	10.95
3,5-辛二烯-2-酮	木香、果香、脂香、	4.75	4.75	5.75
6-甲基-5-庚烯-2-酮	木香、橘香、生豆香	1.53	2.07	2.24
苯甲醛	苦杏仁香	1.29	1.04	-
2-乙基-5-甲基吡嗪	烘焙香、咖啡香	nd	nd	2.06
2-乙基-6-甲基吡嗪	烤马铃薯香	-	2.58	nd
2-甲基吡嗪	烘焙香、坚果香	nd	1.56	nd

[†] “nd”表示未检出,“-”表示含量低于 1%。

表 8 焙煎机烘焙绿茶 $L_{16}(4^5)$ 正交试验设计

Table 8 $L_{16}(4^5)$ orthogonal experiment of green tea roasted using a roaster

水平	A 烘焙温度/℃	B 烘焙时间/min	C 添水量/%
1	100	6	12
2	120	10	15
3	140	14	18
4	160	18	21

表 9 烘箱烘焙绿茶 $L_{16}(4^5)$ 正交试验设计

Table 9 $L_{16}(4^5)$ orthogonal experiment of green tea roasted using an oven

水平	A 烘焙温度/℃	B 烘焙时间/h	C 添水量/%
1	120	3	12
2	130	4	15
3	140	5	18
4	150	6	21

表 10 $L_{16}(4^5)$ 正交试验极差分析结果

Table 10 Range analysis of the $L_{16}(4^5)$ orthogonal experiment for the roasting of green tea

试验号	A	B	C	感官总分 (焙煎机)	感官总分 (烘箱)
1	1	1	1	74.00	75.15
2	1	2	2	76.80	77.70
3	1	3	3	79.70	78.25
4	1	4	4	76.80	81.20
5	2	1	2	81.90	84.95
6	2	2	1	84.13	85.35
7	2	3	4	81.25	80.90
8	2	4	3	85.60	84.70
9	3	1	3	84.55	86.90
10	3	2	4	88.73	87.43
11	3	3	1	86.68	92.23
12	3	4	2	84.70	89.85
13	4	1	4	85.45	85.60
14	4	2	3	87.08	85.25
15	4	3	2	85.15	85.10
16	4	4	1	80.05	79.80
焙煎机	k_1	76.83	81.48	81.21	
	k_2	83.22	84.18	82.14	
	k_3	86.16	83.19	84.23	
	k_4	84.43	81.79	83.06	
	R	9.33	2.70	3.02	
烘箱	k'_1	78.08	83.15	83.13	
	k'_2	83.98	83.93	84.40	
	k'_3	89.10	84.12	83.78	
	k'_4	83.94	83.89	83.78	
	R'	11.02	0.97	1.27	

表 11 不同烘焙工艺验证实验结果对比

Table 11 Verification of orthogonal test

烘焙工艺	汤色 (10%)	香气 (45%)	滋味 (45%)	总分 (100分)
焙煎机	绿黄+ (85.33)	焙香+ (94.50)	醇和、带焙香 (85.27)	89.43
烘箱	橙黄+ (93.10)	焙香+ (93.17)	醇厚 (92.50)	92.86

箱烘焙最优条件下烘焙绿茶的感官审评总分分别为 89.43 分和 92.86 分(表 11), 优于正交表中的组合。

3 结论

研究对茶饮料加工用蒸青绿茶, 采用焙煎机和烘箱两类烘焙设备, 通过不同烘焙温度、烘焙时间、添水量工艺参数的单因素和正交试验, 分析其对绿茶感官品质、主要理化成分和香气的影响, 得出如下结论:

(1) 绿茶经烘焙处理后, 可有效去除青草气, 增强花香、焙香, 降低涩感, 滋味醇和或醇厚; 烘焙过程中, 水浸出物、茶多酚、游离氨基酸、可溶性糖等主要理化成分含量呈降低趋势, 咖啡碱含量较稳定。

(2) 焙煎机烘焙绿茶的香气较浓郁, 呈焙香的含氮类挥发性组分及主要理化成分含量较高; 而烘箱烘焙绿茶的汤色、滋味较佳, 感官总分更高。

(3) 未烘焙绿茶含较多青草香、花香的挥发性组分, 如 1-辛烯-3-醇(6.83%)、反式-氧化芳樟醇(2.06%)。烘焙后, 这两类香气组分的含量明显减少、甚至消失, 而呈木香、肉桂香、烘焙香的组分含量增加, 其中呈木香、肉桂香的组分在烘箱烘焙绿茶中的检出量高于焙煎机烘焙绿茶, 但后者呈焙香的组分检出量较高。

(4) 无论烘箱还是焙煎机, 烘焙温度均是影响绿茶品质的主要因素。两种烘焙方式的最优工艺分别为: ① 焙煎机: 18% 添水量、140℃ 烘焙 10 min; ② 烘箱: 15% 添水量、140℃ 烘焙 5 h。

在此基础上, 可进一步探究烘箱和焙煎机组合式烘焙, 以发挥焙煎机短时、高香, 烘箱花香清甜、滋味醇厚/醇和的优势, 以提升茶饮料工业化生产用绿茶的品质, 满足广大消费者的健康需求。

参考文献

[1] 朱自振. 茶的起源时间和地区[J]. 茶叶, 1982(3): 42-44.
[2] BETTUZZI S, BRAUSI M, RIZZI F, et al. Report from a one-year proof-of-principle study high-grade prostate intraepithelial neoplasia: A preliminary administration of green tea catechins in volunteers with chemoprevention of human prostate cancer by oral[J]. Cancer Research, 2006, 66: 1 234-1 240.
[3] FU Dong-he, RYAN E P, HUANG Jian-an, et al. Fermented

- Camellia sinensis*, Fu Zhuan tea, regulates hyperlipidemia and transcription factors involved in lipid catabolism [J]. Food Research International, 2011, 44(9): 2 999-3 005.
- [4] 崔锐谦. 12 世纪饮料——茶饮料[J]. 食品科学, 1995, 16(8): 13-18.
- [5] 前瞻经济学人. 一文了解 2020 年中国茶饮料行业市场现状及竞争格局 康师傅稳居第一[EB/OL]. (2020-09-10)[2020-10-13]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1677430346011436850&wfr=spider&for=pc>.
- [6] 罗龙新. 国内外茶饮料发展现状和趋势[J]. 中国茶叶, 2019, 41(1): 14-18.
- [7] 刘盼盼, 刘晓辉, 罗龙新, 等. 烘焙程度对绿茶香气品质的影响[J]. 饮料工业, 2015(5): 1-7.
- [8] 张凌云, 王登良. 不同品种原料绿茶饮料加工特性研究[J]. 华南农业大学学报, 2006(3): 103-107.
- [9] 袁海波, 滑金杰, 邓余良, 等. 原料茶干燥工艺对绿茶饮料品质的影响[J]. 茶叶科学, 2017, 37(6): 631-637.
- [10] 尹军峰, 林智, 谭俊峰, 等. 绿茶初制工艺对饮料加工特性的影响[J]. 茶叶科学, 2005(3): 189-202.
- [11] 张瑞莲. 原料茶加工工艺对绿茶饮料茶汤稳定性的影响研究[D]. 杭州: 中国农业科学院, 2010: 15-16.
- [12] 马梦君, 常睿, 罗理勇, 等. 花香绿茶饮料的生化成分变化及物性特征[J]. 食品科学, 2015(6): 109-113.
- [13] 袁海波, 许勇泉, 邓余良, 等. 两种香型原料茶饮料适制性研究[J]. 茶叶科学, 2010(增刊 1): 544-550.
- [14] 张俊, 唐德松, 龚淑英, 等. 烘焙处理对夏秋绿茶香气品质的影响[J]. 中国食品学报, 2010, 10(6): 94-100.
- [15] 李艳, 何春雷, 孟雪莉, 等. 干热后处理改善夏季成品绿茶风味品质研究[J]. 食品与机械, 2016, 32(12): 189-195.
- [16] FU Yan-qing, WANG Jie-qiong, CHEN Jian-xin, et al. Effect of baking on the flavor stability of green tea beverages[J]. Food Chemistry, 2020, 331: 127258.
- [17] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 茶叶感官审评方法: GB/T 23776—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018: 4-6.
- [18] 中华人民共和国国家出入境检验检疫局. 进出口茶叶水浸出物测定方法: SN/T 0920—2000[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000: 2.
- [19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 茶 茶多酚测定: GB/T 8313—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002: 1-2.
- [20] 湛赛男, 王河山, 曾靖舒, 等. HPLC 法同时测定钩吻茎中胡蔓藤碱丙等 6 个生物碱的含量[J]. 药物分析杂志, 2017, 37(4): 595-601.
- [21] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 茶 游离氨基酸总量的测定: GB/T 8314—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013: 1-3.
- [22] 钟萝. 茶叶品质理化分析[M]. 上海: 上海科学出版社, 1989: 449-450.
- [23] 张凤霞. 微波浸提乌龙茶饮料香气组成初探[D]. 广州: 华南农业大学, 2011: 16.
- [24] Leffingwell & Associates. Odor & flavor detection thresholds in water (In Parts per Billion) [EB/OL]. [2020-05-10]. <http://www.leffingwell.com/odorthre.htm>.
- [25] The good scents company information system providing information for the flavor, fragrance, food and cosmetic industries[DB/OL]. [2020-05-10]. <http://www.thegoodscentscompany.com>.
- (上接第 132 页)
- [18] SHI Chao, SONG Kai-kuo, ZHANG Xiao-rong, et al. Antimicrobial activity and possible mechanism of action of citral against *Cronobacter sakazakii* [J]. PLoS one, 2017, 11(7): e0159006.
- [19] SANCHEZ E, HEREDIA N, CAMACHO-CORONA M R, et al. Isolation, characterization and mode of antimicrobial action against *Vibrio cholerae* of methyl gallate isolated from *Acacia farnesiana* [J]. Journal of Applied Microbiology, 2013, 115(6): 1 307-1 316.
- [20] GUO Ling, SU Qi, GONG Shao-ying, et al. Antimicrobial activity and action approach of the olive oil polyphenols extract against *Listeria monocytogenes* [J]. Frontiers in Microbiology, 2019, 10: 1 586.
- [21] LI Ran, FEI Peng, MAN Chao-xing, et al. Tea polyphenols inactivate *Cronobacter sakazakii* isolated from powdered infant formula [J]. Journal of Dairy Science, 2016, 99(2): 1 019-1 028.
- [22] GUO Ling, WANG Yan-yan, BI Xue, et al. Antimicrobial activity and mechanism of action of the *Amaranthus tricolor* Crude extract against *Staphylococcus aureus* and potential application in cooked meat [J]. Foods, 2020, 9: 359.
- [23] 张丹丹, 姜修婷. 乌梅有机酸的提取工艺及其抑菌活性[J]. 生物加工过程, 2018, 16(3): 47-52.
- [24] 刘婷. 胡桃醌的抗氧化、抑菌活性及抑菌机理研究[D]. 临汾: 山西师范大学, 2018: 21.
- [25] 陈孝娟, 顾政一, 黄华, 等. 石榴皮总多酚抗菌消炎作用的初步研究[J]. 西北药学杂志, 2011, 26(4): 268-270.
- [26] IMRAN K, ASHUTOSH B, PRADEEP K, et al. Antimicrobial potential of carvacrol against uropathogenic *Escherichia coli* via membrane disruption, depolarization, and reactive oxygen species generation [J]. Frontiers in Microbiology, 2017, 8: 2 421.
- [27] PASQUA R D, MAMONE G, FERRANTI P, et al. Changes in the proteome of salmonella enterica serovar thompson as stress adaptation to sublethal concentrations of thymol [J]. Proteomics, 2010, 10(5): 1 040-1 049.
- [28] BOT C, PRODAN C. Probing the membrane potential of living cells by dielectric spectroscopy [J]. European Biophysics Journal, 2009, 38(8): 1 049-1 059.