



引用格式:郭桂义,杨转,王乔健,等.速溶茶粉制作工艺研究[J].轻工学报,2017,32(2):7-12.

中图分类号:TS272 文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.2096-1553.2017.2.002

文章编号:2096-1553(2017)02-0007-06

速溶茶粉制作工艺研究

Study on preparation technology of instant tea powder

郭桂义¹,杨转²,王乔健²,莫海珍³

GUO Gui-yi¹, YANG Zhuan², WANG Qiao-jian², MO Hai-zhen³

1. 信阳农林学院 茶学院,河南 信阳 464000;

2. 河南科技学院 园艺园林学院,河南 新乡 453003;

3. 河南科技学院 食品学院,河南 新乡 453003

1. Department of Tea Science, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang 464000, China;

2. School of Horticulture and Landscape Architecture, He'nan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China;

3. School of Food Science, He'nan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China

关键词:

速溶茶粉;浸提;冷冻干燥;喷雾干燥;氨基酸

Key words:

instant tea powder;
extraction; freeze drying;
spray drying; amino acid

摘要:以普洱、金骏眉、铁观音3种茶叶为材料,通过90℃下常规浸提30 min和120℃下加压热浸提30 min后,分别经冷冻干燥和喷雾干燥制作速溶茶粉,再利用氨基酸自动分析仪分别测定其氨基酸组成和含量,最后进行感官评定,以确定最佳制作工艺。实验结果表明:120℃加压热浸提并冷冻干燥条件下,速溶茶粉具有较高的得率,且游离氨基酸含量较高。感官评价结果表明,冷冻干燥茶样的香气较喷雾干燥茶样浓郁,溶解性更好,滋味更加醇厚,且汤色也更容易让人接受。

收稿日期:2016-05-10

基金项目:河南省科技攻关项目(122102310308);河南省高校科技创新团队支持计划项目(16IRTSTHN007)

作者简介:郭桂义(1963—),男,河南省辉县人,信阳农林学院教授,主要研究方向为茶学教育。

通信作者:莫海珍(1972—),女,河南省洛阳市人,河南科技学院教授,博士,主要研究方向为食品质量与安全。

Abstract: To obtain different instant tea, three tea leaves (Pu'er tea, Gold Junmei tea and Tie Guanyin tea) were extracted by conventional (90 °C, 30 min) and pressurized (120 °C, 30 min) methods and dried in freezing and spraying condition. The amino acid composition and content were determined by the automatic amino acid analyzer, and the sensory evaluation was conducted. The yield and the content of free amino acids in instant tea powder was higher under the conditions of 120 °C pressurized hot extraction and freeze drying. The sensory evaluation showed freeze drying tea sample was more aromatic, better soluble, more mellow in taste, and its soup color was also easier to accept than spray drying tea sample.

0 引言

速溶茶是以茶叶为原料,经浸提过滤、浓缩、干燥等工序制成粉末,可以直接冲泡饮用的方便固体饮料^[1-2]。其中,浸提是速溶茶生产的重要环节,浸提条件不仅影响成品的色、香、味等品质,还影响成品得率^[3]。速溶茶基本保持了茶叶原有的色、香、味,且具有营养、方便、卫生、高雅等优点,深受国内外消费者的喜爱^[4]。

茶叶中游离氨基酸总量是影响茶味品质的主要因素,其组成不同,茶叶呈现的口感特点也不尽相同^[5-6]。其中,茶氨酸是茶叶中独有的一种氨基酸^[7]。此外,茶叶中还含有谷氨酸、天冬氨酸、精氨酸、赖氨酸等^[8]。茶叶中的氨基酸大多具有鲜、爽、甜等特点,部分氨基酸略带酸味。因此,茶叶中氨基酸含量较高,茶的口感就会表现出鲜、爽、甜等特点。

目前茶叶精深加工行业现状存在诸多问题,如饮用不方便、常温水浸提率低、干燥工艺氨基酸损失严重等。本研究拟选择3种茶叶,以水作为浸提溶剂,比较不同浸提和干燥方法对茶叶中氨基酸组成和含量的影响,以感官鉴定和游离氨基酸的组分为参考指标,研究速溶茶制作工艺的最佳方案,以期高氨基酸速溶茶的制作提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

主要材料:2009 陈年普洱老茶头,产地为云南勐海县;金骏眉,产地为福建武夷山;铁观音,

产地为安溪县龙涓乡。

主要仪器:HVE-50型全自动高压灭菌器,南京途威商贸有限公司产;M510型氨基酸分析仪,美国密理博公司产;1260型高效液相色谱,美国Agilent公司产;Alpha 1-4型冷冻干燥机,德国Christ公司产;SHA-BA型恒温水浴锅,常州菲普实验仪器厂产;MRDP-5型离心式喷雾干燥机,江苏常熟干燥设备厂产。

1.2 工艺与方法

1.2.1 工艺设计 样品预处理:用倾斜式高速万能粉碎机粉碎适量茶叶,过80目筛。

1) 浸提处理

①常温浸提:称取10.00g粉碎后的茶叶置于锥形瓶中,加入250mL沸水,水浴浸提30min(温度90℃)。

②加压浸提:称取10.00g粉碎后的茶叶置于锥形瓶中,加入250mL沸水,浸提30min(温度120℃,压力0.1MPa)。

2) 离心净化

冷却后,离心提纯(转速为8000r/min),取上清液。

3) 干燥处理

①冷冻干燥:取上清液置于冷冻干燥机中冻干成粉。

②喷雾干燥:取上清液置于喷雾干燥器中干燥成粉。其中,进风温度为220℃,出风温度为95℃,蠕动泵的进料速度(蠕动泵转速)为25r/min。

1.2.2 速溶茶粉得率的测定

得率 = (制得的茶粉质量 / 原料质量) × 100%

1.2.3 游离氨基酸含量的测定 吸取 2 mL 上述滤液,经 0.22 μm 微孔滤膜过滤后,采用离子交换色谱-茚三酮柱后衍生法,用氨基酸自动分析仪测定其游离氨基酸含量. 色谱条件:标准分析柱(4.6 mm \times 60.0 mm, 3 μm);反应柱温度 55.0 $^{\circ}\text{C}$;反应器温度 138.0 $^{\circ}\text{C}$;缓冲液流速 0.40 mL/min;茚三酮溶液流速 0.35 mL/min;自动进样体积 10 μL .

1.2.4 茶氨酸含量测定 采用高效液相色谱法,吸取 2 mL 上述滤液,经 0.22 μm 微孔滤膜过滤后进样. 色谱柱: Eclipse XDB - C18 柱(250 mm \times 4.6 mm, 5 μm);流动相: A 相为体积分数 0.05% 的三氟乙酸溶液, B 相为甲醇;流速 0.80 mL/min;紫外检测波长 210 nm;柱温 30 $^{\circ}\text{C}$;进样量体积 10 μL .

1.2.5 感官鉴定 将制得的速溶茶粉,按料液比 1:50 (w/v),用 80 $^{\circ}\text{C}$ 水冲泡后,根据 GB/T 31740.1—2015《茶制品 第 1 部分: 固态速溶茶》^[1]对速溶茶汤的色泽、滋味、香气、溶解性等品质特点进行感官评定,评分标准见表 1. 每个处理重复 3 次,采用百分制的方式,取平均值为最终得分^[9].

2 结果与讨论

2.1 不同加工工艺下速溶茶粉得率

速溶茶粉在不同加工工艺下的得率见表 2.

表 1 速溶茶感官评定评分标准

Table 1 The rating criteria for sensory evaluation of instant tea

评价因子	评分标准		
滋味	浓郁醇厚 20—30	甜醇 10—20	平和 1—10
香气	馥郁持久 20—30	浓香回甘 15—20	淡香 1—15
色泽	透明鲜亮 15—20	色泽较亮 10—15	暗淡无光 1—10
溶解性	迅速溶解 15—20	缓慢溶解 10—15	较慢,需搅拌 1—10

表 2 速溶茶粉在不同工艺条件下的得率

Table 2 Yield of instant tea powder in different processing conditions

	processing conditions			%
茶粉	工艺 1	工艺 2	工艺 3	工艺 4
普洱	12.03	14.83	8.421	10.86
铁观音	14.36	16.52	6.94	8.26
金骏眉	13.05	16.31	7.31	9.14

其中,工艺 1:90 $^{\circ}\text{C}$ 常规水浸提并冷冻干燥;工艺 2:120 $^{\circ}\text{C}$ 加压热浸提并冷冻干燥;工艺 3:90 $^{\circ}\text{C}$ 常规水浸提并喷雾干燥;工艺 4:120 $^{\circ}\text{C}$ 加压热浸提并喷雾干燥. 由表 2 可知,不同茶样经不同加工工艺所得的速溶茶粉得率有明显差异,但均以 120 $^{\circ}\text{C}$ 加压热浸提并冷冻干燥处理得率最高,最高达 16.52%. 而喷雾干燥处理由于喷雾过程中茶粉损失较为严重,其得率远低于冷冻干燥处理.

2.2 不同工艺条件下茶样游离氨基酸组成和含量分析

3 种茶样在不同工艺条件下游离氨基酸组成和含量分析结果见表 3—表 5. 由表 3—表 5 可知,同样干燥条件下,除甘氨酸、天冬氨酸之外含量较多的几种氨基酸,包括茶氨酸、谷氨酸、精氨酸和缬氨酸,120 $^{\circ}\text{C}$ 加压热浸提处理比 90 $^{\circ}\text{C}$ 常规水浸提所得氨基酸含量明显提高,说明采用加压热浸提工艺提取的茶样具有更好的浸提效果.

同样浸提条件下,除谷氨酸、天冬氨酸之外含量较多的几种氨基酸,包括茶氨酸、甘氨酸、精氨酸、苯丙氨酸和缬氨酸,冷冻干燥处理所得氨基酸含量明显高于喷雾干燥处理,说明冷冻干燥工艺能够较好地保持速溶茶的营养和滋味成分.

总的来说,3 种茶样的游离氨基酸含量均呈现如下规律:工艺 2 > 工艺 1 > 工艺 4 > 工艺 3. 由此可知,工艺 2 具有较好的浸提效果,能较好地保留茶样中的游离氨基酸.

表3 普洱茶在不同工艺条件下的
游离氨基酸组成和含量

Table 3 Free amino acid composition
and content of Pu'er tea under
different processing conditions %

氨基酸	工艺1	工艺2	工艺3	工艺4
茶氨酸	1.462	1.538	1.072	1.167
天冬氨酸	9.430×10^{-1}	8.398×10^{-1}	9.476×10^{-1}	6.953×10^{-1}
谷氨酸	8.391×10^{-1}	9.945×10^{-1}	8.661×10^{-1}	5.568×10^{-1}
丝氨酸	3.130×10^{-1}	3.195×10^{-1}	2.126×10^{-1}	2.387×10^{-1}
组氨酸	1.490×10^{-1}	1.583×10^{-1}	1.038×10^{-1}	1.489×10^{-1}
甘氨酸	6.800×10^{-1}	6.985×10^{-1}	4.889×10^{-1}	6.804×10^{-1}
苏氨酸	3.120×10^{-1}	3.146×10^{-1}	2.049×10^{-1}	3.116×10^{-1}
精氨酸	5.810×10^{-1}	5.828×10^{-1}	4.888×10^{-1}	5.844×10^{-1}
丙氨酸	3.970×10^{-1}	4.111×10^{-1}	2.606×10^{-1}	3.973×10^{-1}
酪氨酸	2.260×10^{-1}	2.268×10^{-1}	1.516×10^{-1}	2.258×10^{-1}
半胱氨酸	4.010×10^{-2}	3.929×10^{-2}	3.852×10^{-3}	4.005×10^{-2}
缬氨酸	5.420×10^{-1}	5.437×10^{-1}	3.548×10^{-1}	5.491×10^{-1}
蛋氨酸	1.760×10^{-1}	1.651×10^{-1}	1.081×10^{-1}	1.765×10^{-1}
苯丙氨酸	2.410×10^{-1}	3.145×10^{-1}	2.184×10^{-1}	2.411×10^{-1}
异亮氨酸	2.990×10^{-1}	3.096×10^{-1}	1.890×10^{-1}	2.994×10^{-1}
亮氨酸	4.120×10^{-1}	4.289×10^{-1}	2.374×10^{-1}	4.123×10^{-1}
赖氨酸	2.860×10^{-1}	2.981×10^{-1}	1.946×10^{-1}	2.855×10^{-1}
脯氨酸	5.120×10^{-1}	5.314×10^{-1}	3.600×10^{-1}	5.121×10^{-1}
总量	7.482	8.004	5.597	6.053

工艺2条件下不同茶样主要氨基酸含量的比较结果如图1所示.由图1可以看出,在最佳浸提和干燥条件下,不同茶样主要氨基酸组成中,缬氨酸和天冬氨酸含量比较少且差别不是很大,而茶氨酸、谷氨酸和精氨酸含量差距比较明显:铁观音中茶氨酸含量>普洱中茶氨酸含量>金骏眉中茶氨酸含量;普洱中谷氨酸含量>铁观音中谷氨酸含量>金骏眉中谷氨酸含量;铁观音中精氨酸含量>金骏眉中精氨酸含量>普洱中精氨酸含量.这说明在该工艺条件下,茶氨酸、谷氨酸和精氨酸含量可能与茶叶品种有关.

从3种茶样的游离氨基酸含量来看,各茶

表4 金骏眉茶在不同工艺条件下的
游离氨基酸组成和含量

Table 4 Free amino acid composition and
content of Gold Junmei tea under different
processing conditions %

氨基酸	工艺1	工艺2	工艺3	工艺4
茶氨酸	1.234	1.352	0.711	0.803
天冬氨酸	6.934×10^{-1}	7.431×10^{-1}	7.401×10^{-1}	8.480×10^{-1}
谷氨酸	6.265×10^{-1}	7.739×10^{-1}	5.732×10^{-1}	7.374×10^{-1}
丝氨酸	3.576×10^{-1}	3.990×10^{-1}	1.492×10^{-1}	1.662×10^{-1}
组氨酸	9.449×10^{-2}	9.231×10^{-2}	4.475×10^{-2}	5.173×10^{-2}
甘氨酸	7.063×10^{-1}	5.768×10^{-1}	3.372×10^{-1}	3.655×10^{-1}
苏氨酸	1.857×10^{-1}	2.447×10^{-1}	1.180×10^{-1}	1.465×10^{-1}
精氨酸	7.270×10^{-1}	7.780×10^{-1}	4.337×10^{-1}	4.740×10^{-1}
丙氨酸	3.144×10^{-1}	3.060×10^{-1}	3.654×10^{-1}	3.789×10^{-1}
酪氨酸	1.450×10^{-1}	1.431×10^{-1}	1.224×10^{-1}	1.289×10^{-1}
半胱氨酸	5.219×10^{-2}	5.279×10^{-2}	2.815×10^{-2}	2.318×10^{-2}
缬氨酸	5.996×10^{-1}	6.102×10^{-1}	2.179×10^{-1}	2.610×10^{-1}
蛋氨酸	5.051×10^{-2}	1.010×10^{-1}	1.829×10^{-2}	4.862×10^{-2}
苯丙氨酸	4.247×10^{-1}	3.481×10^{-1}	1.836×10^{-1}	1.963×10^{-1}
异亮氨酸	2.846×10^{-1}	2.881×10^{-1}	7.637×10^{-2}	9.797×10^{-2}
亮氨酸	3.219×10^{-1}	3.206×10^{-1}	1.051×10^{-1}	1.475×10^{-1}
赖氨酸	2.717×10^{-1}	2.818×10^{-1}	1.095×10^{-1}	1.490×10^{-1}
脯氨酸	5.493×10^{-1}	3.511×10^{-1}	1.661×10^{-1}	2.135×10^{-1}
总量	7.639	7.662	5.000	5.390

样均以茶氨酸的含量最高.茶氨酸,即N-乙基-1-L-谷氨酰胺,是茶叶中特有的氨基酸和重要活性成分之一,一般茶叶中茶氨酸的含量占干重的1%~2%,某些名特优茶中其含量可超过2%^[7].国内外大量研究表明,茶氨酸具有抗肿瘤、保护神经系统、降血压、调节情绪、提高认知能力等作用^[10-12].3种速溶茶在不同加工工艺条件下茶氨酸的含量见图2.由图2可以看出,不同工艺条件下,茶氨酸占游离氨基酸总量的15%~22%,顺序依次为:工艺2>工艺1>工艺4>工艺3;普洱和金骏眉茶样在不同加工工艺条件下茶氨酸含量差异不大,铁观音中茶氨酸含量在不同处理下差异较大,工艺2条件下茶氨酸含量最高(22%).由此可见,工艺2能较好地保留茶氨酸的含量.

表5 铁观音茶在不同工艺条件下
游离氨基酸组成和含量

Table 5 Free amino acid composition and
content of Tie Guanyin tea under different
processing conditions %

氨基酸	工艺1	工艺2	工艺3	工艺4
茶氨酸	1.601	1.789	1.015	1.018
天冬氨酸	8.462×10^{-1}	7.398×10^{-1}	8.640×10^{-1}	8.710×10^{-1}
谷氨酸	6.308×10^{-1}	8.905×10^{-1}	8.734×10^{-1}	9.733×10^{-1}
丝氨酸	2.588×10^{-1}	2.479×10^{-1}	1.385×10^{-1}	1.296×10^{-1}
组氨酸	6.885×10^{-2}	6.347×10^{-2}	3.997×10^{-2}	4.082×10^{-2}
甘氨酸	6.473×10^{-1}	5.381×10^{-1}	2.945×10^{-1}	2.498×10^{-1}
苏氨酸	1.919×10^{-1}	1.792×10^{-1}	1.122×10^{-1}	8.764×10^{-2}
精氨酸	6.368×10^{-1}	1.025	4.840×10^{-1}	4.896×10^{-1}
丙氨酸	2.845×10^{-1}	2.921×10^{-1}	2.061×10^{-1}	1.839×10^{-1}
酪氨酸	2.586×10^{-1}	3.212×10^{-1}	8.031×10^{-2}	7.622×10^{-2}
半胱氨酸	3.614×10^{-2}	3.811×10^{-2}	2.195×10^{-2}	4.373×10^{-2}
缬氨酸	4.177×10^{-1}	5.027×10^{-1}	1.942×10^{-1}	1.511×10^{-1}
蛋氨酸	8.840×10^{-2}	4.070×10^{-2}	3.829×10^{-2}	2.164×10^{-2}
苯丙氨酸	4.180×10^{-1}	4.372×10^{-1}	1.749×10^{-1}	1.800×10^{-1}
异亮氨酸	2.335×10^{-1}	2.323×10^{-1}	7.928×10^{-2}	6.057×10^{-2}
亮氨酸	2.865×10^{-1}	2.792×10^{-1}	1.257×10^{-1}	8.219×10^{-2}
赖氨酸	2.358×10^{-1}	2.228×10^{-1}	1.183×10^{-1}	7.569×10^{-2}
脯氨酸	4.762×10^{-1}	3.726×10^{-1}	1.571×10^{-1}	8.776×10^{-2}
总量	7.384	7.980	4.939	4.762

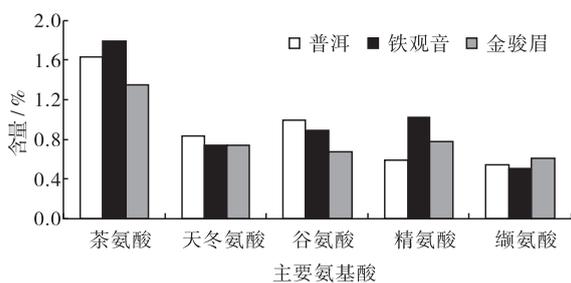


图1 工艺2条件下3种
速溶茶样主要氨基酸含量

Fig. 1 Main amino acid content in three types of
instant tea under the second condition

作为饮料,“好茶”最基本的标准应该是“好喝”.茶氨酸和游离氨基酸的含量与茶的风味呈正相关,也就是说,茶氨酸和游离氨基酸含量高的茶,其风味也更好.

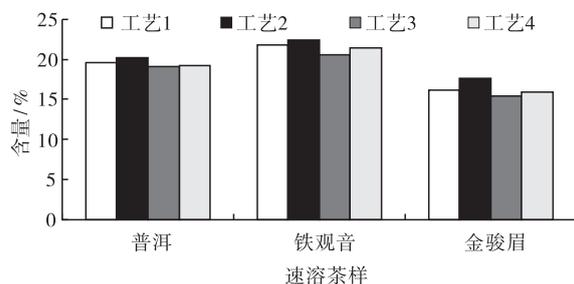


图2 3种速溶茶在不同工艺条件下茶氨酸的含量

Fig. 2 Theanine content three types of instant
tea in different processing conditions

2.3 感官鉴定

速溶茶的感官鉴定分析结果见表6.由表6可知,3种不同茶样呈现的整体规律是:采用工艺2制得的速溶茶得分最高,高达83分;采用工艺3的速溶茶得分最低,为71分.由此可见,由于个人偏好的不同和加工工艺的差别,不同茶样中茶汤的色、香、味存在明显差异.

干燥是速溶茶加工工艺的一道重要工序,对速溶茶的品质起着决定性的作用.在喷雾干燥过程中,茶提取液的受热温度高,风味物质可能会有较大损失.而冷冻干燥在低温条件下进

表6 速溶茶的感官鉴定分析(平均得分)

Table 6 Analysis of sensory evaluation

		in instant tea(average score)					分
茶样	加工工艺	滋味	香气	色泽	溶解性	总分	
金骏眉	工艺1	26	22	13	18	79	
	工艺2	25	21	16	20	82	
	工艺3	23	24	12	12	71	
	工艺4	27	29	17	14	87	
普洱	工艺1	22	20	14	16	72	
	工艺2	24	24	16	18	82	
	工艺3	21	25	15	11	72	
	工艺4	23	27	17	17	84	
铁观音	工艺1	28	22	13	15	78	
	工艺2	26	23	15	19	83	
	工艺3	24	23	12	14	73	
	工艺4	21	26	17	15	79	

行,速溶茶风味物质不会因加热而有所改变,能较好地保持原有品质,是目前生产高品质速溶茶的最佳干燥工艺^[13-14]。这与本研究中冷冻干燥工艺更有利于速溶茶粉的加工结果一致。但冷冻干燥的成本比较高,故一般大型生产企业基于效益考虑,仍选择喷雾干燥方式生产速溶茶粉。

3 结论

本文以普洱、金骏眉和铁观音3种茶叶为对象,比较不同浸提和干燥方法对茶叶中氨基酸组成和含量的影响,并对不同加工工艺下制得的速溶茶粉进行感官评定,得到如下结论。

1) 采用120℃加压热浸提并冷冻干燥工艺提取的速溶茶粉具有较高的得率和较好的浸提效果,游离氨基酸含量较高。

2) 感官评价结果表明,冷冻干燥茶样的香气较喷雾干燥茶样浓郁,溶解性更好,滋味更加醇厚,且汤色也更容易让人接受。

今后的研究除了考虑生产速溶茶的最佳工艺外,还应当通过添加酶来提高速溶茶中氨基酸含量与感官品质^[15-16]。此外,在加工工艺优化方面,除避免香气损失外,还需进行回收香气、增香保香和转溶等工艺处理,以提高速溶茶的香气,避免其冷却后“先冷后浑”现象的发生。

参考文献:

- [1] 中国国家标准化管理委员会. 茶制品 第1部分: 固态速溶茶: GB/T 31740. 1—2015 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [2] 庄学东. 速溶茶浸提工艺的探讨[J]. 茶叶科学技术, 1999(2): 15.
- [3] 何佳宁, 黄亚辉. 不同浸提过程对GABA速溶红茶生化成分的影响[J]. 广东茶业, 2016(1): 16.
- [4] 谢芬. 茶饮料的生产现状与发展趋势[J]. 茶叶科学技术, 2005(2): 4.
- [5] 吕海鹏, 张悦, 杨停, 等. 普洱茶滋味品质化学成分分析[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(2): 178.
- [6] 龚自明, 王雪萍, 高士伟, 等. 湖北名优绿茶氨基酸组分分析[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(21): 4419.
- [7] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [8] 刘兴勇, 师江, 邵金良, 等. 普洱茶晒青样游离氨基酸和色泽差异研究[J]. 食品科学, 2015, 36(1): 46.
- [9] 王忠华, 吴月燕, 张燕忠. 不同加工工艺制成桑叶茶的感观品质及营养活性成分分析[J]. 蚕业科学, 2011, 37(2): 272.
- [10] 韩小溪, 薛桥丽, 杨华松, 等. 普洱茶提取物对金黄色葡萄球菌的影响[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2014, 29(1): 34.
- [11] PARNELL H, OWEN G N, RYCROFT J A. Combined effects of L-theanine and caffeine on cognition and mood [J]. Appetite, 2006, 47(2): 273.
- [12] 石亚亚, 贾尚智, 闵彩云. 茶氨酸保健功能研究进展[J]. 氨基酸和生物资源, 2010, 32(1): 52.
- [13] 李影. 速溶茶生产工艺对其产品风味的影响[J]. 饮料工业, 1999(2): 15.
- [14] 李贲, 赵文芳, 马忠华, 等. 不同浸提、干燥方式对GABA速溶红茶中GABA含量的影响[J]. 中国农学通报, 2015(9): 261.
- [15] 尚楠. 高氨基酸速溶茶加工工艺研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [16] 董春红, 李振兴, 赵绍伟, 等. 基于高分辨质谱-相依成分分析的怀菊花泡饮过程分析[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2013, 28(2): 49.