

绿茶饮料的低温萃取工艺研究及冷后浑控制

陈洁^{1,2}, 刘张虎², 杨登想², 郭啸川², 李皓², 倪学文^{1,*}

(1.湖北工业大学生物工程学院, 湖北 武汉 430068; 2.湖北大学知行学院生物工程系, 湖北 武汉 430011)

摘要: 研究低温萃取工艺对绿茶主要呈味物质浸出率的影响, 并通过 T_{640} 和 A_{420} 指标评析茶汤的色泽和浑浊度。结果显示: 低温浸提条件下得到的绿茶茶汤主要生化成分的浸出量适宜, 同时低温萃取法得到的茶汤色泽佳。采用低温萃取工艺是优质茶饮料生产的有效浸提方法之一。通过正交试验分析, 绿茶低温萃取的最佳工艺条件为浸提温度 20℃、浸提时间 3h、茶水比 1:50。

关键词: 绿茶饮料; 低温萃取; 冷后浑; 呈味物质

Low-Temperature Extraction of Green Tea and Its Effect on Cream Down

CHEN Jie^{1,2}, LIU Zhang-hu², YANG Deng-xiang², GUO Xiao-chuan², LI Hao², NI Xue-wen^{1,*}

(1. College of Biological Engineering, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China;

2. Department of Bioengineering, College of Zhixing, Hubei University, Wuhan 430011, China)

Abstract: The present study was undertaken to provide insight into the effects of low-temperature extraction conditions on the extraction of major biochemical components from green tea. T_{640} (transmittance at 640 nm) and A_{420} (absorbance at 420 nm) were determined as measures of the color and turbidity of tea infusion, respectively. The results showed that appropriate amounts of major biochemical components were extracted from green tea by low-temperature extraction and the color of green tea infusion was good. Low-temperature extraction could provide an effective strategy to extract tea for the production of premium tea beverage. The results of orthogonal array optimization indicated that the optimal low-temperature extraction conditions were extraction for 3 h at 20 °C and a tea/water ratio of 1:50.

Key words: green tea beverage; low-temperature extraction; cream down; taste components

中图分类号: TS273; TS278

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)04-0047-05

绿茶得名于其茶色和冲泡后的茶汤、叶底的绿色主调。绿茶中的天然物质, 如茶多酚、咖啡碱、可溶性糖、维生素等具有很好的保健功效, 如绿茶中茶多酚类成分在防治癌症方面已被认可^[1]。绿茶饮料也以其低糖、低热量以及保健作用而闻名, 在当前主张绿色健康生活的时代, 无疑是最好的保健饮品。在中国, 茶饮料消费市场以年增长率 30% 速度递增, 饮料消费市场现在已超过了果汁饮料而名列第二。在国外, 由于绿茶的抗氧化功能已被建议在西餐饮食中经常食用^[2]。

茶汤的萃取浸提是决定茶饮料品质的首道重要工序^[3]。张文文等^[4]研究认为冷浸得到的茶汤清澄明亮。孙庆磊等^[5]对常规提取、低温提取和微波提取方法比较研究认为高温提取茶汤明度最差。茶多酚是构成绿茶浓度和涩性的有效成分, 如果浸出量过多, 与其他成分失调, 将使茶味苦涩。氨基酸是茶汤中鲜爽因素和甜味因素, 与茶汤的品质密切相关。咖啡碱是绿茶茶汤的苦味因素, 浸出量大就会造成滋味较苦。就酚氨比而言, 酚

氨比小有利于绿茶滋味。常规提取的茶汤, 由于浸出的茶多酚等物质较多, 酚氨比较大, 保存原有风味是一个问题。当前的茶饮料生产企业加工茶叶的主要方法仍然多是常规提取。常规提取, 特别是 100℃ 长时间提取, 浸出的茶多酚等物质含量多, 既加重了茶汤的涩性, 也不利于茶汤长时间存放。本实验主要对绿茶的低温浸提的稳定性和最佳浸提条件进行研究, 以期提高茶类饮料的稳定性和质量。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

绿茶茶叶(经炒青杀青); 咖啡碱 上海融禾医药科技有限公司; 谷氨酸 上海三浦化工有限公司; 葡萄糖 广州化学试剂厂; 磷酸氢二钠 国药集团化学试剂有限公司; 磷酸二氢钾 北京红星化工厂; 茚三酮 天津市科密欧化学试剂有限公司; 蒽酮、酒石酸钾钠 天津市大茂化学试剂厂; 氯化亚锡 湖北省天门化学试剂

收稿日期: 2011-01-03

作者简介: 陈洁(1980—), 女, 讲师, 硕士, 研究方向为食品化学。E-mail: chenjie_lily@yahoo.com.cn

* 通信作者: 倪学文(1977—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为食品加工技术。E-mail: nixuewen@126.com

厂；碱式乙酸铅 上海市化学试剂四厂；硫酸亚铁 江苏益林化工厂；盐酸 洛阳市化学试剂厂；硫酸 开封东大化学有限公司试剂厂；氨水 武汉联碱厂；无水乙醇 天津市东丽区天大化学试剂厂。

1.2 仪器与设备

WFJ7200 型可见分光光度计、WFZUV-2800H 型紫外可见分光光度计 尤尼柯(上海)仪器有限公司；SHB-III 型循环水式多用真空泵 郑州长城科工贸有限公司。

1.3 方法

1.3.1 茶汤的制备

准确称取绿茶茶叶 3 g，分别采用不同浸提时间、不同浸提温度和不同茶水比 3 因素 3 水平正交试验(表 1)，冷浸后真空抽滤得到茶汤。

表 1 浸提条件正交试验因素水平表

Table 1 Coded values and corresponding actual values of the extraction conditions tested in orthogonal array design

| 水平 | A 浸提时间/h | B 浸提温度/℃ | C 茶水比 |
|----|----------|----------|-------|
| 1 | 2 | 20 | 1:50 |
| 2 | 3 | 30 | 1:70 |
| 3 | 4 | 40 | 1:90 |

1.3.2 茶汤生化成分分析

茶汤浸出物含量的测定参照 GB/T 8305—2002 《茶：水浸出物测定》^[6]，浸提前参照 GB/T 8304—2002 《茶：水分测定》^[7]测定茶叶水分；茶多酚的测定参照 GB/T 8313—2002 《茶：茶多酚的测定》^[8]；咖啡碱的测定参照 GB/T 8312—2002 《茶：咖啡碱测定》^[9]；游离氨基酸的测定参照 GB/T 8314—2002 《茶：游离氨基酸总量测定》^[10]；可溶性糖的测定采用蒽酮比色法^[11]。

1.3.3 茶汤稳定性测定

抽滤后的滤液立即测定其 A_{420} 和 T_{640} ^[12]。加入 0.01% 的 D- 抗坏血酸钠，将滤液均等分为两份，其中一份加 0.3% β - 环糊精(β -cyclodextrin, β -CD)，保鲜膜加封放置，连续 5 d 测定 A_{420} 和 T_{640} 。

A_{420} ：用 1cm 比色皿，以蒸馏水作为对照，在 420nm 处用分光光度计测吸光度； T_{640} ：用 1cm 比色皿，以蒸馏水作为对照，在 640nm 处用分光光度计测透光率。

2 结果与分析

2.1 低温萃取工艺对绿茶茶汤呈味物质的影响

采用低温萃取制备的茶汤主要生化成分含量及澄清度结果(表 2)和各浸提因素对主要滋味物质的浸出量(表 3)反映出：随着浸提时间的延长，浸出物增多；温度升高，浸出物也逐渐增多，浸提时间对浸出物的影响最大。茶汤苦味多由咖啡碱形成，结果表明：浸提时间延长，浸提温度升高，咖啡碱浸出率增高，但浸提温

度和茶水比不及浸提时间对咖啡碱提取效率显著。茶多酚的多少与茶汤的风味密切相关，茶汤的涩味物质主要是茶多酚(主要儿茶素)^[11]。茶多酚过少，茶味不足；茶多酚过多，使绿茶饮料滋味厚重，且易出现冷后浑。因而茶多酚是茶汤浓淡、茶味品质优次的主要成分。较高温度浸提的茶汤中，咖啡碱含量高且不稳定。且茶汤中的茶多酚、咖啡碱易与蛋白、疏水性脂质等物质相互作用而形成沉淀，使茶汤出现浑浊^[12]。实验反映出茶水比的降低有利于茶多酚的浸出。茶汤的鲜味多由茶氨酸产生，可以缓冲茶多酚的涩味(即收敛性)，氨基酸含量越高，则茶汤风味越鲜美。与常温相比较低温下浸提的氨基酸含量较高，含糖量较低^[13]，其浸出量受茶水比影响显著。茶汤中主要甜味物质是可溶性糖，其中的果糖、葡萄糖等单糖和蔗糖、麦芽糖是使茶叶滋味甜醇的主要物质。总糖含量有随茶水比降低而增大的趋势，浸提时间的延长也有利于糖类的浸出，测定的总糖值除包括能使茶汤滋味甜醇单糖、双糖等，还包括茶汤中少量的淀粉等物质。

表 2 低温萃取工艺对茶汤主要生化成分的影响

Table 2 Effects of low-temperature extraction conditions on the extraction of major biochemical components from green tea

| 试验号 | 浸出物/% | 咖啡碱/% | 茶多酚/% | 氨基酸/% | 可溶性糖/% | A_{420} | T_{640} |
|--|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|-----------|
| 1(A ₁ B ₁ C ₁) | 29.4 | 3.0 | 18.2 | 3.0 | 5.4 | 0.296 | 93.8 |
| 2(A ₁ B ₂ C ₂) | 27.9 | 3.8 | 21.2 | 2.0 | 6.8 | 0.207 | 96.5 |
| 3(A ₁ B ₃ C ₃) | 28.9 | 3.2 | 27.4 | 1.3 | 7.0 | 0.169 | 96.9 |
| 4(A ₂ B ₁ C ₂) | 24.3 | 3.2 | 24.5 | 2.7 | 9.1 | 0.207 | 95.9 |
| 5(A ₂ B ₂ C ₃) | 28.2 | 3.4 | 26.3 | 1.8 | 11.7 | 0.276 | 93.7 |
| 6(A ₂ B ₃ C ₁) | 29.4 | 3.6 | 18.1 | 2.9 | 6.2 | 0.542 | 90.7 |
| 7(A ₃ B ₁ C ₃) | 32.1 | 4.3 | 30.4 | 2.1 | 9.6 | 0.199 | 95.8 |
| 8(A ₃ B ₂ C ₁) | 33.3 | 4.0 | 18.5 | 1.8 | 3.5 | 0.273 | 93.6 |
| 9(A ₃ B ₃ C ₂) | 36.0 | 4.4 | 22.6 | 2.0 | 8.3 | 0.394 | 91.4 |

表 3 各浸提因素对主要呈味物质的影响

Table 3 Effects of low-temperature extraction conditions on the extraction of major taste components from green tea

| 因素 | 水平 | 浸出物/% | 咖啡碱/% | 茶多酚/% | 氨基酸/% | 总糖/% |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 浸提时间 | k_1 | 28.73 | 3.33 | 22.37 | 2.10 | 6.40 |
| | k_2 | 27.30 | 3.40 | 22.97 | 2.47 | 9.00 |
| | k_3 | 33.80 | 4.23 | 23.83 | 1.97 | 7.13 |
| | R | 6.50 | 0.90 | 1.57 | 0.50 | 2.60 |
| 浸提温度 | k_1 | 28.60 | 3.50 | 24.37 | 2.60 | 8.03 |
| | k_2 | 29.80 | 3.73 | 22.00 | 1.87 | 7.33 |
| | k_3 | 31.43 | 3.73 | 22.70 | 2.07 | 7.17 |
| | R | 2.83 | 0.23 | 2.37 | 0.73 | 0.87 |
| 茶水比 | k_1 | 30.70 | 3.53 | 18.27 | 2.57 | 5.03 |
| | k_2 | 29.40 | 3.80 | 22.77 | 2.23 | 8.07 |
| | k_3 | 29.73 | 3.63 | 28.03 | 1.73 | 9.43 |
| | R | 1.30 | 0.27 | 9.77 | 0.83 | 4.40 |

对茶汤风味影响较大的因素是酚氨比，即茶多酚与氨基酸的浓度比值，值越小，茶汤风味越好。其中不

仅保存了茶叶中的主要呈味物质,更保留了茶汤的原有风味。

表4 萃取因素对茶汤酚氨比的影响

Table 4 Effects of low-temperature extraction conditions on TP/AA ratio of tea infusion

| 试验号 | 浸提时间 | 浸提温度 | 茶水比 | 酚氨比 |
|-------|-------------|-------|-------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 6.07 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 10.60 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 21.08 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 9.07 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 14.61 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 6.24 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 14.48 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 10.28 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 11.30 |
| k_1 | 12.58 | 9.87 | 7.53 | |
| k_2 | 9.97 | 11.83 | 10.32 | |
| k_3 | 12.02 | 12.87 | 16.72 | |
| R | 2.61 | 3.00 | 9.19 | |
| 优方案 | $A_2B_1C_1$ | | | |

表5 正交试验结果方差分析

Table 5 Variance analysis for TP/AA ratio of tea infusion with various extraction conditions

| 因素 | 离差平方和 | 自由度 | 均方 | F值 | $F_{0.05}$ | $F_{0.01}$ | 显著性 |
|-----------------|--------|-----|--------------|------|------------|------------|-----|
| C 茶水比 | 133.28 | 2 | 66.64 | 9.42 | 5.14 | 10.92 | * |
| A 浸提时间 | 11.32 | 2 | | | | | |
| B 浸提温度 | 13.92 | 2 | e^{Δ} | | | | |
| 误差 e | 17.20 | 2 | | | | | |
| 误差 e^{Δ} | 42.44 | 6 | 7.07 | | | | |

以酚氨比为试验指标,其值越小风味越佳,考察浸提时间、浸提温度和茶水比对茶汤风味的影响,通过方差分析以得出最佳工艺条件。各萃取因素对茶汤风味的影响见表3,从极差数值分析可以看出,对酚氨比影响显著性最大的是浸提温度,其顺序为茶水比>浸提温度>浸提时间。从图1可以看出,最佳的浸提条件为 $A_2B_1C_1$,经验证该组合比例下的酚氨比低于正交表中最好的1号试验 $A_1B_1C_1$,即在20℃、3h、茶水比1:50时,浸出茶汤的酚氨比最小,即风味最佳。通过方差分析结果(表5)可得出,A因素离差平方和 $SS_A=11.32$ 和B因素离差平方和 $SS_B=13.92$,其值均小于误差离差平方和 $SS_e=17.20$,所以浸提时间和浸提温度对酚氨比的影响比较小。将因素A和B归入误差后得到的 F_c 值为9.42,大于 $F_{0.05}=5.14$,但小于 $F_{0.01}=10.92$,茶水比对酚氨比有显著性影响。

2.2 低温萃取工艺对绿茶茶汤稳定性的影响

茶饮料冷后浑的产生主要是由茶汤中的茶多酚、咖啡碱、蛋白质、多糖以及疏水性脂质、叶绿素、金属离子等物质间相互作用而形成的浑浊沉淀^[12]。另外,

绿茶饮料含有丰富的多酚类物质,在贮藏过程中其多酚类物质在光温等因素影响下会发生氧化褐变,加深饮料色泽^[14]。浸提因素对茶汤浑浊度和澄清度的影响(表6)显示出:浑浊度会随温度的提高呈现上升的趋势,浸提时间越久,浸出物越多,浑浊度也越高。浸提用水增加可以改善浑浊度,得到透光率高,较为清亮的浸提液,但前面结果显示,较低的茶水比对茶汤风味指标(酚氨比)有影响。因而浸提中采用较高茶汤比,浸提过后进行茶汤适当稀释是改善茶汤浑浊度和提高其色泽的一条措施。

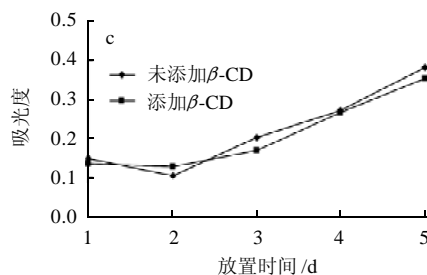
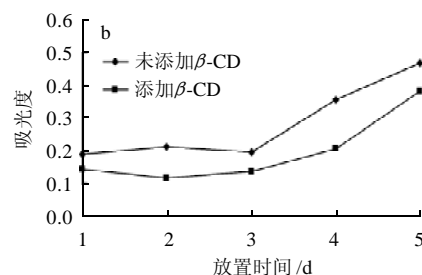
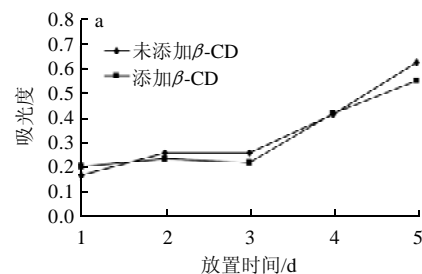
表6 各浸提因素对茶汤澄清度的影响

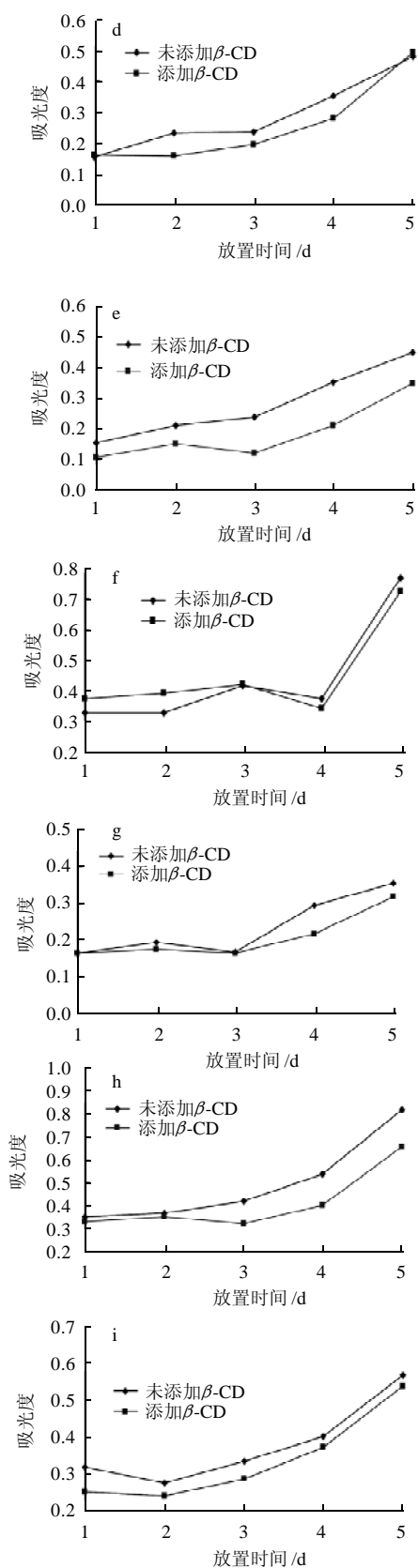
Table 6 Effects of low-temperature extraction conditions on T_{640} and A_{420} of tea infusion

| 浸提时间 | | | 浸提温度 | | | 茶水比 | | |
|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| k 及 R 值 | A_{420} | T_{640} | k 及 R 值 | A_{420} | T_{640} | k 及 R 值 | A_{420} | T_{640} |
| k_1 | 0.234 | 95.167 | k_1 | 0.224 | 95.733 | k_1 | 0.370 | 92.700 |
| k_2 | 0.252 | 94.600 | k_2 | 0.342 | 93.433 | k_2 | 0.269 | 94.600 |
| k_3 | 0.368 | 93.000 | k_3 | 0.289 | 93.600 | k_3 | 0.215 | 95.467 |
| R | 0.134 | 2.167 | R | 0.118 | 2.300 | R | 0.156 | 2.767 |

2.3 β -CD 对茶汤氧化的控制研究

将添加了 β -CD和未添加 β -CD的浸提茶汤5d的 A_{420} 测定值的变化(图2)观察汤色泽变化,考察 β -CD对控制茶汤褐变和沉淀的生成效果。





a~i 分别对应正交试验组号 1~9。

图2 存放期茶汤的稳定性

Fig.2 Effects of low-temperature extraction conditions on storage stability of tea infusion

图2反映出添加了 β -CD的9组正交试验的吸光度变化均没有未添加 β -CD的9组显著,说明 β -CD在控制茶汤氧化和茶汤护色方面具有一定效果,尤其在3d后效果趋于明显。同时茶水比的降低(图2a、2b、2c,图2f、2d、2e,图2h、2i、2g)有利于茶汤的稳定性,对冷后浑的控制起到了一定作用,反映出高的茶水比有利于低温浸提工艺呈味物质的溶出,而浸提完成对茶汤进行适当稀释,降低茶水比有利于贮藏的稳定性。

3 讨论与结论

宁井铭等^[3]将微波浸提、低温浸提、超声波浸提及常规浸提做了对比,虽然得出结论微波浸提各项数据比较理想,但是同样提到微波浸提水浸出率却最低。综合各方面来看,由于微波浸提茶汤浸出率低,再加上大型微波浸提的设备比低温浸提的设备成本要高,因而低温浸提比微波浸提更适合推广应用。

本实验考察低温萃取工艺对绿茶茶汤的茶多酚、咖啡碱、茶氨酸、可溶性糖等呈味物质的浸提效果,结果表明:低温萃取茶汤可溶性糖含量低、浸出物均衡、酚氨比较小、风味较好。以酚氨比为指标,通过正交试验并经验证实验得出:采用1:50茶水比,在20℃条件下浸提3h浸提得到的茶汤风味最佳。在低温萃取工艺对绿茶茶汤稳定性的影响研究中得出浸提温度的提高和浸提时间的延长会增加浸出物从而提高茶汤浑浊度。

茶叶的低温浸提应用,目前较少,距离普及还有一定的距离,低温浸提技术应用至生产中仍需要改进,浸提的设备仍待开发。低温浸提时间长,因而对浸提过程要求更高,一个无菌或少微生物的浸提环境是必须的,故而提高成本。在后续低温浸提中,缩短浸提时间是提升其应用的研究方向之一。

茶饮料冷后浑是茶饮料生产面临的一大难题。由于绿茶饮料含有丰富的多酚类物质,在贮藏过程中其多酚类物质在光温等因素影响下会发生氧化褐变,加深饮料色泽^[14]。抗坏血酸因其自身的抗氧化作用对绿茶的稳定性有提高^[15],目前使用较普遍。而茶多酚本身也是一种天然抗氧化剂,有文献显示用环糊精对茶多酚进行包络,可以提高抗氧化效率^[16]。也有文献报道蛋白分子中脯氨酸或者组氨酸等氨基酸侧链通过疏水堆叠方式与多酚分子中芳香环结合,分子间的氢键进一步强化两者的互作。形成的可溶性多酚/蛋白复合物通过“多酚桥”相互团聚,并形成浑浊和沉淀^[17]。通过连续5d测定茶汤的 A_{420} ,将添加了0.3% β -CD的茶汤与未添加 β -CD的茶汤进行对照,各个正交试验组的茶汤色泽变化曲线均反映出添加了具有抗氧化作用的包埋剂的茶汤吸光度均比未添加组增加缓慢,说明茶汤色泽加深减慢,其内茶多酚、咖啡碱等内含物氧化延缓,茶汤稳定性得

以提高。 β -CD 是环糊精聚糖转位酶作用于淀粉后经水解环合而成的产物环糊精中的一种, 利用其的疏水空腔生成包络物的能力, 包埋茶汤中多酚、咖啡碱类部分内容物, 使茶汤中形成混浊沉淀的成分比例失调, 从而减少沉淀产生是可行的。

参考文献:

- [1] FUJIKI H, SUGANUMA M, IMAI K, et al. Green tea: cancer preventive beverage and/or drug[J]. Cancer Letters, 2002, 18(1): 9-13.
- [2] CABRERA C, ARTACHO R, GIMÉNEZ R, et al. Beneficial effects of green tea: a review[J]. Journal of the American College of Nutrition, 2006, 25(2): 79-99.
- [3] 宁井铭, 周天山, 方世辉, 等. 绿茶饮料不同浸提方式研究[J]. 安徽农业大学学报, 2004, 31(3): 288-291.
- [4] 张文文, 杨春, 林朝赐. 冷浸对液态茶饮料品质影响的试验研究[J]. 食品科学, 1998, 19(8): 24-26.
- [5] 孙庆磊, 梁月荣, 陆建良, 等. 不同浸提方法对茶汤品质的影响[J]. 茶叶, 2005, 31(2): 91-94.
- [6] 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院. GB/T 8305—2002 茶: 水浸出物测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [7] 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院. GB/T 8304—2002 茶: 水分测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [8] 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院. GB/T 8313—2002 茶: 茶多酚测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [9] 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院. GB/T 8312—2002 茶: 咖啡碱测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [10] 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院. GB/T 8314—2002 茶: 游离氨基酸总量测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [11] 商业部茶叶畜产局, 商业部杭州茶叶加工研究所. 茶叶理化品质分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989: 449-451.
- [12] 曾海滨, 朱俊. 茶饮料沉淀机理及解决途径的探讨[J]. 福建轻纺, 2003 (10/11): 48-50.
- [13] 陈金华. 普洱茶饮料加工工艺技术研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2004.
- [14] 叶倩. 绿茶和菊花茶饮料色泽褐变机理和控制技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [15] CHEN Zhenyu, ZHU Qinyan, WONG Yuanfan, et al. Stabilizing effect of ascorbic acid on green tea catechins[J]. J Agric Food Chem, 1998, 46 (7): 2512-2516.
- [16] 欧阳玉祝, 石爱华, 陈小东, 等. 茶多酚- β -环糊精包络物抗氧化性研究[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(8): 52-54.
- [17] 陆建良. 茶汤蛋白对茶饮料冷后浑形成的影响[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.