

# 米茶茶汤呈色的动力学研究

李莎莎, 沈 硕, 熊善柏, 赵思明\*

(华中农业大学食品科学技术学院, 湖北 武汉 430070)

**摘 要:** 以碎米为原料, 经浸润、焙炒制得米茶。制作过程中会发生美拉德反应和焦糖化反应, 生成色素物质, 使米茶冲泡时其茶汤具有一定的色彩。用 Lab 表色法研究米茶在浸泡过程中, 米茶制备工艺及茶汤浸泡时间对茶汤色彩特征的影响。结果表明: 随浸泡时间延长, 茶汤色彩由黄红色逐渐转向以黄色为主的较纯色彩, 茶汤透明度下降。米茶茶汤的色彩形成符合指数模型。浸润工艺对茶汤色彩有影响, 以料液比 1:20(m/V) 浸润 10min 后的大米制作的米茶, 茶汤呈色快速, 透明度较好, 有利于增强黄色和色彩纯度, 且色彩稳定性较好。

**关键词:** 米茶; 茶汤; 色彩; 动力学

## Coloring Kinetics of Rice Tea Infusion

LI Sha-sha, SHEN Shuo, XIONG Shan-bai, ZHAO Si-ming\*

(College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** Broken rice was used to make rice tea after soaking and roasting. In the process, the occurrence of Maillard reaction and caramelization could produce pigment materials that make rice tea infusion colorful. The effects of making parameters and infusing time on the color parameters of rice tea: lightness ( $L^*$ ), redness ( $a^*$ ), yellowness ( $b^*$ ) and chroma ( $c^*$ ) were investigated. The results showed that the orange color turned to pure yellowness and tea lightness decreased with prolonged infusing time. The process of color formation followed an exponential model. Furthermore, rice soaking could influence the color of rice tea. Rice tea resulting from 10 min soaking at a material-to-water ratio of 1:20 (m/V) could quickly show stable color with high lightness, yellowness and chroma.

**Key words:** rice tea; infusion; color; kinetics

中图分类号: TS272.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)01-0059-05

碎米是大米加工的副产品, 含有约 80% 的生理价值较高的米谷蛋白<sup>[1]</sup>, 以及较多 B 族维生素、钙、磷等矿物质。目前, 碎米主要用作饲料原料、制糖等行业, 碎米蛋白等营养成分未得到充分利用。

米茶是湖北等地的一种传统民间食品, 有助于降低血压, 提高机体免疫力, 改善不良的皮肤症状和防暑降温<sup>[2]</sup>。传统米茶具有易产生沉淀, 汤色易变暗, 携带不方便等问题。方便米茶以碎米为原料, 经焙炒、调配等工序制得袋泡茶<sup>[3]</sup>, 具有食用方便, 营养丰富等特点。

茶汤的色彩是茶饮料的重要品质, 与原料的特性及茶的制作工艺有关<sup>[4-6]</sup>, 实现茶汤色泽量化测定一直是茶工作者的努力方向<sup>[7-8]</sup>, 目前对米茶茶汤的色彩的研究还较少。本实验采用方便米茶的生产工艺制作米茶<sup>[3]</sup>,

研究米茶冲泡过程中茶汤的色彩变化、加工工艺对茶汤色彩影响, 旨在为研究碎米的利用和米茶品质控制提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

碎米, 由湖北福娃集团有限公司提供。采用文献<sup>[9-10]</sup>的方法测定碎米的蛋白质、多糖、脂肪等成分, 其含量分别约为 8%、80%、0.6%。

### 1.2 仪器与设备

DHG-9240A 电热恒温鼓风干燥箱 上海精宏实验设备有限公司; KD-2BJ 全自动包装机 天津科达包装设备有限公司; UltrascanXE 色度测定仪 美国 Hunter Lab 公司。

收稿日期: 2011-01-23

基金项目: 湖北省科技厅米粉专用稻良种技术项目(2009BBB017)

作者简介: 李莎莎(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品科学。E-mail: lishasha\_ok1@126.com

\* 通信作者: 赵思明(1963—), 女, 教授, 博士, 研究方向为大分子结构与功能特性。E-mail: zsmjx@mail.hzau.edu.cn

### 1.3 方法

#### 1.3.1 米茶的制作工艺

采用文献[3]的方法制作米茶, 浸润工艺中大米与水的料液比为 1:20、1:10、3:20, 各自都浸润 5、10、15min。

#### 1.3.2 茶汤色度的测定

称取 1g 米茶, 加入 50mL 沸水, 在浸泡 4min 开始取样, 此后每隔 1min 取一次样, 依次取 10 个浸泡时间梯度(4~13min), 取样后倒入试管中静置, 冷却至室温后采用色度仪进行色度的测定。在浸泡的过程中, 测定浸泡时间对米茶色彩的影响, 以蒸馏水作空白, 每组做 3 次平行。采用 Lab 表色系<sup>[11-12]</sup>, 色度特征用明度( $L^*$ )、红度( $a^*$ )、黄度( $b^*$ )、彩度( $c^*$ )表示。 $L^*$  反映了试样的透明度,  $L^*$  值越大说明茶汤的透明度越高; $a^*$  反映了茶汤的红绿度,  $a^* > 0$  表示呈色为红色,  $a^* < 0$  表示呈色为绿色, 且  $a^*$  绝对值越大表示颜色越接近纯红(绿)色; $b^*$  反映了茶汤的黄蓝度,  $b^* > 0$  表示呈色为黄色,  $b^* < 0$  表示呈色为蓝色,  $b^*$  值绝对值越大表示颜色越接近纯黄(蓝)色; $c^*$  表示茶汤的彩度,  $c^*$  值越大表明茶汤色彩越纯。

#### 1.3.3 数据处理

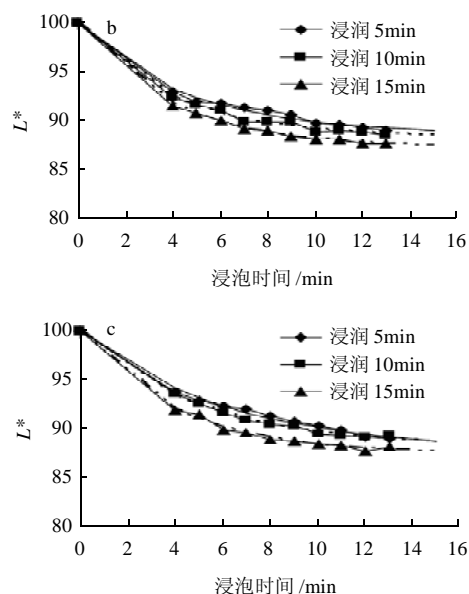
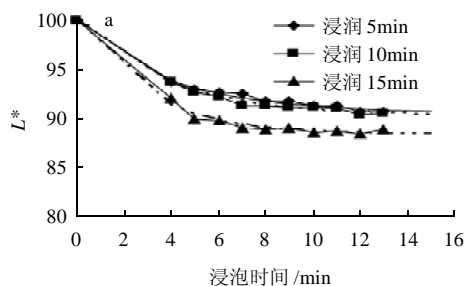
所有数据做 3 个平行, 采用 SAS 8.1 软件和 Excel 2003 软件进行数据处理及统计分析<sup>[13]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 浸泡过程茶汤的色彩变化

在米茶的焙炒过程中, 大米淀粉中的羰基会发生焦糖化反应, 生成黑褐色的色素物质<sup>[16]</sup>。同时, 高温导致淀粉和蛋白质降解, 产生还原糖和氨基酸, 在一定水存在的条件下, 可发生美拉德反应, 生成复杂的类黑素物质, 主要呈金黄色或深褐色<sup>[17]</sup>。由此可见, 茶汤中的色素物质主要来源于美拉德反应和焦糖化反应, 并在浸泡过程中影响着茶汤的明度、红度、黄度。

#### 2.1.1 茶汤的明度变化

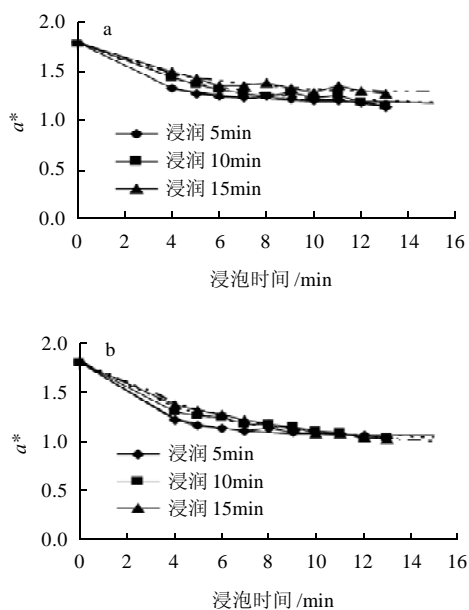


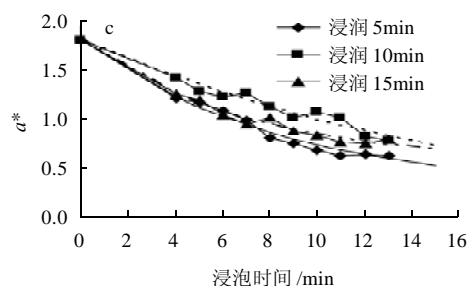
a.料液比为 1:20; b.料液比为 1:10; c.料液比为 3:20。

图 1 浸泡时间对米茶浸泡过程中茶汤明度的影响  
Fig.1 Effect of rice soaking duration on  $L^*$  value during infusion of rice tea

由图 1 可知, 浸泡过程中  $L^*$  值随时间的延长呈下降趋势, 浸泡 7min 后明度变化逐渐平缓, 这是由于在浸泡的过程中, 米茶中的色素物质及小分子物质的浸出, 使茶汤中溶出物质增多<sup>[14-15]</sup>,  $L^*$  值变小。浸泡 7min 后物质的溶出达到平衡, 明度变化平缓。浸润 15min 的条件下, 茶汤的明度最小, 其次依次为 10min 和 5min 的, 这是由于较长时间的浸润导致米粒结构更加松散, 小分子物质溶出量较多, 因此明度最小。

#### 2.1.2 茶汤的红度变化





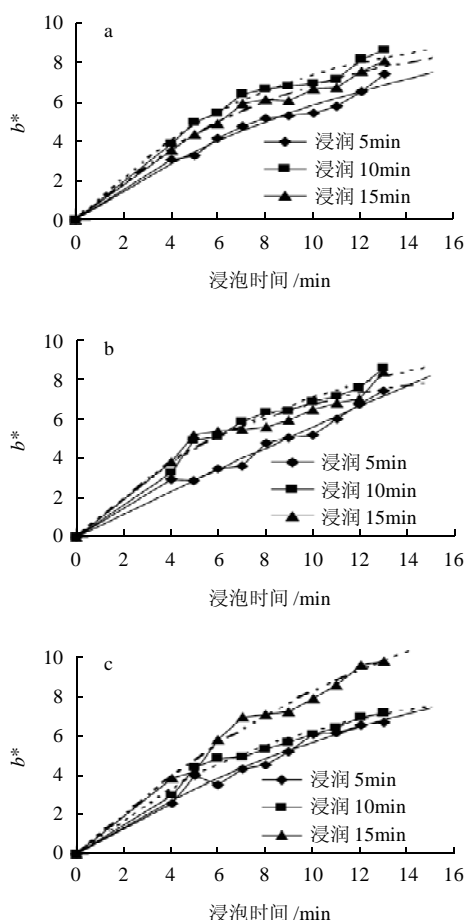
a.料液比为 1:20; b.料液比为 1:10; c.料液比为 3:20。

图2 浸泡时间对米茶浸泡过程中茶汤红度的影响

Fig.2 Effect of rice soaking duration on  $a^*$  value during infusion of rice tea

由图2可知,  $a^* > 0$ , 茶汤红绿度以红色为主, 且随浸泡时间的延长, 茶汤  $a^*$  逐渐下降。随浸泡加水量的增大,  $a^*$  下降幅度增大。沸水冲泡时由于红色着色物质在高温和水的环境下, 可降解生成其他物质<sup>[18]</sup>, 导致茶汤中  $a^*$  降低。同时, 在室温放置条件下, 茶汤的温度逐渐降低, 色素物质的溶出速率减小<sup>[19]</sup>, 最终使  $a^*$  变化趋于平缓。

### 2.1.3 茶汤的黄度变化



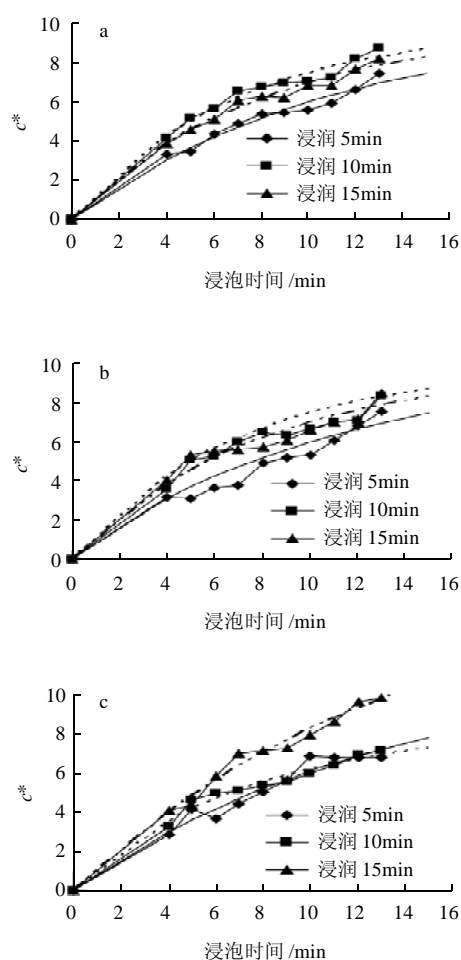
a.料液比为 1:20; b.料液比为 1:10; c.料液比为 3:20。

图3 浸泡时间对米茶浸泡过程中茶汤黄度的影响

Fig.3 Effect of rice soaking duration on  $b^*$  value during infusion of rice tea

由图3可知,  $b^* > 0$ , 且远大于  $a^*$  值, 表明茶汤的颜色以黄色为主, 略带红色。这是由于美拉德反应生成黄色发色团所需热量要比红色发色团少, 黄色发色团更易生成<sup>[18]</sup>。随浸泡时间的延长, 茶汤黄度呈上升趋势。大米浸泡 5min 后制得的米茶, 其茶汤黄度最低, 以料液比 3:20 浸泡 15min 制作的米茶茶汤黄度最高。在加水量较高的条件下长时间浸泡大米, 可使还原糖含量升高, 利于发生美拉德反应生成色素物质<sup>[20]</sup>, 使茶汤黄度较高。

### 2.1.4 茶汤的彩度变化



a.料液比为 1:20; b.料液比为 1:10; c.料液比为 3:20。

图4 浸泡时间对米茶浸泡过程中茶汤彩度的影响

Fig.4 Effect of rice soaking duration on  $c^*$  value during infusion of rice tea

由图4可知, 浸泡过程中茶汤彩度随时间的延长逐渐上升, 变化趋势与黄度相似, 这是因为黄色发色团是茶汤中的主要色素物质。

### 2.2 茶汤色度的数学模型

根据米茶浸泡过程茶汤色彩的变化趋势, 采用指数模型式(1)研究茶汤色彩数学模型。

表 1 不同浸润条件下茶汤明度、红度、黄度和彩度的  $a_e$  值和  $k$  值Table 1  $a_e$  and  $k$  values of lightness, redness, yellowness and chroma of rice tea prepared under different soaking conditions

料液比	浸润时间/min	明度			红度			黄度			彩度		
		$a_e$	$k/\text{min}^{-1}$	$b$	$a_e$	$k/\text{min}^{-1}$	$b$	$a_e$	$k/\text{min}^{-1}$	$b$	$a_e$	$k/\text{min}^{-1}$	$b$
1:20	5	90.53	0.26	9.47	1.18	0.35	0.62	10.98	0.08	-10.98	9.99	0.09	-9.99
	10	90.30	0.28	9.70	1.15	0.21	0.65	10.11	0.13	-10.11	9.83	0.14	-9.83
	15	88.33	0.33	11.67	1.27	0.24	0.53	10.20	0.11	-10.20	9.75	0.12	-9.75
1:10	5	88.61	0.22	11.39	1.05	0.37	0.75	52.20	0.01	-52.20	24.47	0.03	-24.47
	10	88.24	0.26	11.76	1.01	0.22	0.79	10.89	0.1	-10.89	9.11	0.14	-9.11
	15	87.25	0.29	12.75	0.90	0.25	0.90	13.98	0.04	-8.98	16.78	0.06	-8.78
3:20	5	87.71	0.16	12.29	0.26	0.12	1.53	12.08	0.06	-12.08	11.84	0.07	-11.84
	10	88.14	0.20	11.86	0.26	0.05	1.95	9.19	0.11	-9.19	8.33	0.14	-8.33
	15	87.37	0.25	12.63	0.56	0.15	1.24	15.61	0.06	-17.61	16.02	0.07	-16.32

$$y = a_e + b \exp(-kt) \quad (1)$$

式中:  $y$  为色度;  $k$  为速度常数  $(\text{min}^{-1})$ , 反映了茶汤的呈色速度和色彩稳定性;  $t$  为浸泡时间  $(\text{min})$ ;  $a_e$  为平衡值, 反映了浸泡终点(浸泡很长时间)茶汤的色彩特征, 是色彩特征的极限值;  $b$  为色度初始值与  $a_e$  差值。

采用最小二乘法进行参数拟和, 得到色度参数的  $a_e$  值、 $k$  值以及  $b$  值, 见表 1。

由表 1 可知, 随大米浸润时间的延长, 明度的  $a_e$  逐渐下降,  $k$  值逐渐上升; 随加水量增大, 明度  $a_e$  值和  $k$  值下降。因此, 较少的加水量和适宜的浸润时间, 有利于改善茶汤的透明度<sup>[21]</sup>, 且明度的稳定性较好。

$k$  值随浸润时间呈现先下降后上升的趋势; 随加水量增大,  $a_e$  值下降, 而料液比 1:20 的  $k$  值略小于料液比 1:10 的, 两者的  $k$  值较料液比 3:20 的大很多。因此, 较少的加水量和较短的浸润时间, 有利于增强茶汤红色。这是由于较少加水量和较短的浸润时间对焦糖化反应影响较小, 而焦糖化反应生成的色素物质以红色着色物质为主<sup>[22-23]</sup>。

茶汤黄度的  $a_e$  值随大米浸润时间的延长, 呈现先下降后上升的趋势, 以料液比 1:10 经较短时间浸润 ( $< 10\text{min}$ ) 的  $a_e$  值下降最快, 且短时间浸润的  $a_e$  值较大; 随大米浸润时间的延长,  $k$  值呈先上升后下降的趋势, 在 10min 时达到最大, 其中以料液比 1:20 的  $k$  值最大, 其次料液比依次为 3:20 和 1:10 的。由此可知, 适中的加水量和浸润时间有利于增强茶汤的黄色, 因为该条件下大米结构松散, 利于制作米茶时发生美拉德反应, 而过高加水量易使大米中还原糖、氨基化合物部分溶在水中, 造成米茶加工中形成色素的物质减少。

茶汤平衡彩度的  $a_e$  值和速度常数  $k$  值的变化与黄度相似,  $a_e$  值呈先下降后上升的趋势, 料液比 1:10 的  $a_e$  值下降最明显, 料液比 3:20 的下降较为缓慢, 料液比 1:20 的  $a_e$  值几乎没有变化; 随大米浸润时间的延长,  $k$  值呈先上升后下降的趋势, 在 10min 时都达到最大值。

由于茶汤的色彩取决于黄度, 因此茶汤彩度的动力学特征也取决于黄度<sup>[24]</sup>, 适中的加水量和浸润时间有利于增强茶汤的彩度。

综上所述, 指数模型能较好的描述米茶浸泡过程的成色特征, 浸润工艺对米茶成色的平衡参数和速度常数均有影响<sup>[25-26]</sup>。较低加水量和较短时间的浸润条件下, 明度和红度的平衡极限和速度常数较大, 有利于提高透明度和红色度, 适中的加水量和浸润时间条件下, 黄度和彩度的平衡极限和速度常数较大, 有利于增强黄色和色彩纯度, 这主要是由于不同加工工艺导致米茶中成分略有变化, 导致生成的色素物质的发光团略有不同<sup>[27]</sup>。

### 3 结 论

焙炒过程发生的美拉德反应和焦糖化反应使米茶中含有色素物质, 茶汤表现出以黄色为主、红色为辅的黄红色调的色彩特征, 并具有较高透明度。随浸泡时间延长, 茶汤透明度和红色下降, 黄色上升, 色彩逐渐转向较纯的黄色色彩。指数模型能较好的描述米茶浸泡过程中茶汤的成色特征。米茶制作中加水量和浸润时间会影响米茶茶汤呈色的速度和程度, 较低加水量和较短时间的浸润有利于提高透明度和增强红色, 适中的加水量和浸润时间有利于增强黄色和及其纯度。以料液比 1:20 浸润 10min 后的大米制作的米茶, 其茶汤呈色快速, 透明度较好, 黄色浓且纯度高, 色彩稳定性好。

### 参考文献:

- [1] 迟明梅. 碎米资源的综合利用[J]. 粮食加工, 2006(4): 15-17.
- [2] 张堂恒, 丁可珍. 中国茶学词典[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1995
- [3] 熊善柏, 赵思明, 刘敬科, 等. 一种方便营养米茶的生产方法及产品: 中国, 200710051530. 9[P]. 2008-01-16.
- [4] 陆建良, 梁月荣, 龚淑英, 等. 茶汤色差与茶叶感官品质相关性研究[J]. 茶叶科学, 2002, 22(1): 57-61.
- [5] OBANDA M, OKINDA OWUOR P, MANG'OKA R, et al. Changes in thearubigin fractions and theaflavin levels due to variations in processing conditions and their influence on black tea liquor brightness and total

- colour[J]. Food Chem, 2004, 85: 163-173.
- [6] SCHARBERT S, HOLZMANN N, HOFMANN T. Identification of the astringent taste compounds in black tea infusions by combining instrumental analysis and human bioresponse[J]. J Agric Food Chem, 2004, 52(11): 3498-3508.
- [7] 严俊, 林刚. 测色技术在炒青绿茶品质评价中的应用研究[J]. 食品科学, 1996, 17(7): 21-24.
- [8] 李立祥, 梅玉, 常珊, 等. 绿茶汤色分析[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(10): 123-126.
- [9] 熊善柏, 赵思明, 刘友明, 等. 大米蛋白的酶水解动力学研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(增刊 1): 211-214.
- [10] 荣建华, 张正茂, 赵思明, 等. 大米籽粒尺寸与营养成分的相关性分析[J]. 食品工业科技, 2006, 27(9): 54-56.
- [11] 李立祥, 王人悦, 黄南山, 等. 红茶汤色分析[C]// 中国茶叶学会. 第四届海峡两岸茶业学术研讨会论文集. 杭州: 中国茶叶学会, 2006.
- [12] 严俊, 林刚. 测色技术在茶叶色泽及品质评价中的应用研究: (一)表色系的选择[J]. 茶叶通报, 1995, 17(1): 7-9.
- [13] 赵思明. 食品科学与工程中的计算机应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [14] SPIRO M, SIDDIQUE S. Kinetics and equilibria of tea infusion: kinetics of extraction of theaflavins thearubigins and caffeine from Koonsong broken pekoe[J]. J Sci Food Agric, 1981, 32(11): 1135-1139.
- [15] MAZZA G, CAMPBELL C G. Influence of water activity and temperature on dehulling of buckwheat[J]. Cereal Chem, 1985, 62(1): 31-34.
- [16] 萧伟祥, 吴雪原, 吴丽舞. 制茶中羰氨反应与焦糖化作用[J]. 福建茶叶, 1998(3): 5-10.
- [17] 陆钊. 美拉德反应改进大米蛋白功能性质的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
- [18] 潘宗杰. 麦芽焙烤过程中美拉德反应对麦芽特性的影响[J]. 啤酒科技, 2007, 3(11): 61-65.
- [19] 王丽霞, 肖丽霞. 气调干制绿茶和热风干制绿茶汤色稳定性的研究[J]. 扬州大学学报, 2010, 31(2): 64-67.
- [20] 王锋, 鲁战会, 薛文通. 浸泡发酵大米成分的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2003(1): 11-14.
- [21] 熊善柏, 赵思明, 赵山. 石崖茶浸泡动力学研究[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2000(3): 4-6.
- [22] 杨红兵, 王进卿, 张先进, 等. 焦糖色素的色率与红色指数的关系及应用[J]. 中国酿造, 2002(2): 40-42.
- [23] 张国瑛, 顾正彪, 洪雁. 焦糖色素生产及应用的进展[J]. 食品工业科技, 2007, 28(4): 232-235.
- [24] 梁英. 黄芩黄酮浸提动力学及浸提工艺研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [25] 罗龙新. 茶叶萃取的动力学与浸出平衡机理的研究[J]. 食品科学, 2001, 22(8): 32-37.
- [26] ZANONI B, PAGLIARINI E, PERI C. Modeling the aqueousextraction of soluble substances from ground roasted coffee[J]. J Sci Food Agric, 1992, 58(2): 275-279.
- [27] 郑文华, 许旭. 美拉德反应的研究进展[J]. 化学进展, 2005, 17(1): 122-127.