

# 茶叶香气质量的电子鼻检测条件筛选研究

敖存<sup>1,2</sup>, 龚淑英<sup>1\*</sup>, 张俊<sup>1,3</sup>, 余继忠<sup>2</sup>, 郑旭霞<sup>2</sup>

(1. 浙江大学, 浙江杭州 310012; 2. 杭州农业科学研究院, 浙江杭州 310024; 3. 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究院, 浙江杭州 310016)

**摘要** 通过比较不同茶样量、茶水比、水浴温度和时间条件下茶叶的香气特点, 确定了茶粉法、喷雾法和叶底法的方法参数。以茶汤法为对照, 对这3种条件下的茶叶香气进行电子鼻检测分析, 结果表明, 茶粉法条件下(过28目筛的茶粉0.5 g于10 ml 钳口瓶中, 茶水比1:1.5, 35℃温浴15 min), 电子鼻不同传感器的响应值较高, 重复性较好, 并能够良好地反映感官评审结果, 较好地地区分不同等级龙井茶香气质量差异, 明显好于其他3种方法。

**关键词** 香气质量; 电子鼻; 检测条件

**中图分类号** S571.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)03-01253-04

## Screening Research on Electronic Nose Detection Conditions of Tea Aroma Quality

AO Cun et al (Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310012)

**Abstract** Detection parameters of tea powder method, spray method and tea leave waste method were obtained by comparing the tea aroma characteristics in different conditions of tea weight, proportion of tea to water, temperature and time of water bath. With tea infusion method as the control, tea aroma was analyzed by electronic nose with the three methods. The results showed that: With tea powder method (0.5 g of tea powder which can get through 28-mesh sieve was put into 10ml jaw bottle, proportion of tea to water being 1:1.5, water bathed 15 min at 35℃), the response values of electronic nose sensors were higher and the reproducibility was better. It also could well reflect the sensory evaluation result and better distinguish difference of tea aroma quality between different levels of Longjing tea. It is obviously better than the other three methods.

**Key words** Aroma quality; Electronic nose; Detection condition

不同的芳香物质对光、热和氧气等的敏感性不同, 在茶叶香气的提取过程中, 一些香气物质很容易发生氧化、缩合、聚合、基团转移等复杂的化学反应, 使得茶叶的香气发生较大的变化, 不能良好地反映茶叶的实际香气特征<sup>[1]</sup>。密闭、高温、长时的提取方法更易使某些物质发生变化, 特别是对热敏性的香气组分影响较大, 如不饱和脂肪酸氧化降解生成一些脂肪族醇、醛物质, 糖苷类化合物水解释放出芳樟醇、香叶醇等物质,  $\beta$ -胡萝卜素热降解生成 $\beta$ -紫罗酮等物质, 使得茶叶香气带有严重的水闷味<sup>[2]</sup>。所以, 选择一个能够良好表现茶叶特征香气的检测条件对于香气质量的鉴定和分析是必要的。笔者比较了不同茶样量、茶水比、时间和温度条件下, 茶叶香气的变化, 并分别在不同的检测条件下对不同龙井茶进行电子鼻分析, 根据电子鼻的检测重复性好坏及区分效果, 比较不同检测条件的优劣。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 大佛龙井特级至5级, 计6个不同等级茶样, 由新昌县农业局提供。设备与仪器: 法国 Alpha Mos Fox 4000型电子鼻; 上海 Mettler AE200 分析天平; 美国 Eppendorf 1000型移液枪; DKS-24 型不锈钢新型电热恒温水浴锅, 嘉兴市中新医疗仪器有限公司; QE-100 型药材粉碎机, 武义县屹立工具有限公司等。

## 1.2 方 法

### 1.2.1 香气的采集方法。

#### 1.2.1.1 喷雾法。称取不同质量的茶样于 100 ml 的烧杯

中, 按 1:2 茶水比 (g/ml) 将纯净水均喷雾至茶叶上, 用封口膜封住烧杯, 在相同温度和时间条件下, 探讨其香气的变化, 确定使用的茶样量; 然后在茶样量、茶水比和温度一致的前提下, 确定温浴的时间; 最后在茶样量、温度、时间一致的前提下, 确定茶水比, 从而确定一个相对较好的条件, 使之能表现出茶叶审评时的香气特点。

**1.2.1.2 茶粉法。**将茶样进行粉碎, 使其 95% 以上过 28 筛, 取磨碎茶样 0.5 g 于 10 ml 钳口瓶中, 参照喷雾法条件确定茶粉法香气采集条件。

**1.2.1.3 叶底法。**参照感官审评方法, 称取 3.0 g 茶样于 150 ml 审评杯中, 冲满沸水, 4 min 后倾出茶汤, 置杯并开始计时。然后用热像仪每隔 1 min 对审评杯的温度进行测定, 并用注射器抽取 2 ml 审评杯中茶叶香气, 判断香气中水蒸气的浓度。

**1.2.1.4 茶汤法。**参照文献[3]中茶汤法的条件, 称取 3.0 g 茶样于审评杯中, 冲满沸水(150 ml), 4 min 后倾出, 量取 50 ml 茶汤于 100 ml 烧杯中, 封口膜封住, 25℃下放置 45 min, 以其作为对照。

**1.2.2 电子鼻检测程序参数。**按如下检测程序对不同收集方式下的香气进行电子鼻检测, 设定 5 次重复。采集时间, 120 s; 采集延迟, 240 s; 净化空气流量, 150 ml/min; 进样体积, 2 000  $\mu$ l; 进样速度, 2 000  $\mu$ l/s。

**1.2.3 感官审评方法。**根据茶叶感官审评方法 (GB/T23776-2009), 由 5 名具有评茶资格的审评人员密码审评试验茶样, 给出茶样特征描述和得分, 满分各为 100 分。

**1.3 数据分析** 采用电子鼻自带 Alpha Soft 2004 软件, 以主成分分析法 (PCA) 对不同等级茶样进行模式识别分析, 结合感官审评结果判断不同香气采集方法的优劣。

**基金项目** 国家茶叶产业技术体系项目。

**作者简介** 敖存(1986-), 男, 河南信阳人, 助理农艺师, 硕士, 从事茶叶加工与品质控制方面的研究, E-mail: aocun123@163.com。

\* 通讯作者, 教授, E-mail: shuyugong@zju.edu.cn。

**收稿日期** 2012-11-01

## 2 结果与分析

### 2.1 不同香气采集方法条件的筛选

**2.1.1 喷雾法试验条件的筛选。**试验得出,在茶水比1:2 g/ml,室温条件下10 min后,随着茶样量的增多,茶叶的香气浓度增加,但茶样量为3 g时,茶叶香气浓度适中,已能表现茶叶的香气特点,满足检测要求。在茶样量为3 g,茶水比1:2 g/ml,水浴温度40℃条件下,茶叶香气为10 min后,香型正常、浓度稍低;15 min后,香型正常、浓度好;20 min后,香型改变、熟闷;25 min后,香型改变、熟闷。由此看出,当水浴时间达到20 min以上时就会产生水闷味,所以时间应控制在10~15 min。当降低水浴温度为35℃,水浴时间控制在15 min时,随着茶水比的增加,茶叶香气由干茶香向叶底香转变,控制茶水比为1:1 g/ml时就能良好地透出茶叶的叶底香,所以喷雾法条件的参数可设为3 g茶样于100 ml烧杯中,加入3 ml水,35℃水浴15 min。

**2.1.2 茶粉法试验条件的确定。**参照喷雾法的条件,因茶叶磨碎后比表面积增大,润湿需要更多的水分,取0.5 g茶粉于10 ml钳口瓶中,加入0.75 ml水,35℃温浴15 min后进行电子鼻检测。结果得出,茶粉法该条件下电子鼻各项传感器的响应值都高于喷雾法条件,所以茶粉法条件的参数可设为0.5 g茶粉于10 ml钳口瓶,0.75 ml水,35℃温浴15 min。

**2.1.3 叶底法试验条件的确定。**如表1所示,当茶汤从审评杯滤出后,温度是不断下降的,开始温度下降稍快,1 min下降3~4℃,后来下降速度稍慢,1 min下降2~3℃。用注射器抽取审评杯中气体发现,在刚滤出茶汤后,审评杯存在大量水蒸气,抽取气体发现注射器内壁会出现很多小水滴,而随着放置时间的延长,审评杯内水蒸气不断凝结,在抽气

的注射器中观察的水滴明显减少,当6 min后,基本没有观察到明显的小水滴,而且此时审评杯温为43℃左右,接近于感官审评要求的温嗅温度,而温嗅最宜判断茶叶香气品质的优劣<sup>[4-5]</sup>。所以,滤出茶汤后25℃放置6 min,为叶底法较为适合的进样条件。

表1 滤汤后不同时间审评杯杯温变化

滤汤后历时//min	重复1		重复2		重复3	
	杯温//℃	水汽状况	杯温//℃	水汽状况	杯温//℃	水汽状况
0	63	大量水滴	64	大量水滴	65	大量水滴
1	59		61		60	
2	56		57		56	
3	52	↓	53	↓	52	↓
4	48		49		48	
5	45		46		45	
6	43	无水滴	43	无水滴	43	无水滴
7	40	-	41	-	41	-
8	38	-	39	-	38	-

**2.2 不同检测条件电子鼻响应曲线差异** 根据“2.1”的结果,分别采用喷雾法、茶粉法、叶底法、茶汤法对不同等级的龙井茶进行电子鼻检测。由图1可知,不同检测条件下电子鼻的响应曲线有明显差异。其中叶底法和茶汤法的曲线变化和最大响应值较为接近,而茶叶审评过程中,茶汤中会透出叶底的香气类型,所以电子鼻检测的结果和审评结果较为一致。茶粉法和喷雾法较叶底法和茶汤法明显不同,其响应曲线较为密集,且最大值明显高,尤其是部分传感器的负响应值。茶粉法中18只传感器中的响应值基本都为这4种方法中最大的,而且明显高于其他3种方法;喷雾法的响应值次之。茶汤法和叶底法的响应值极为接近,都很低。

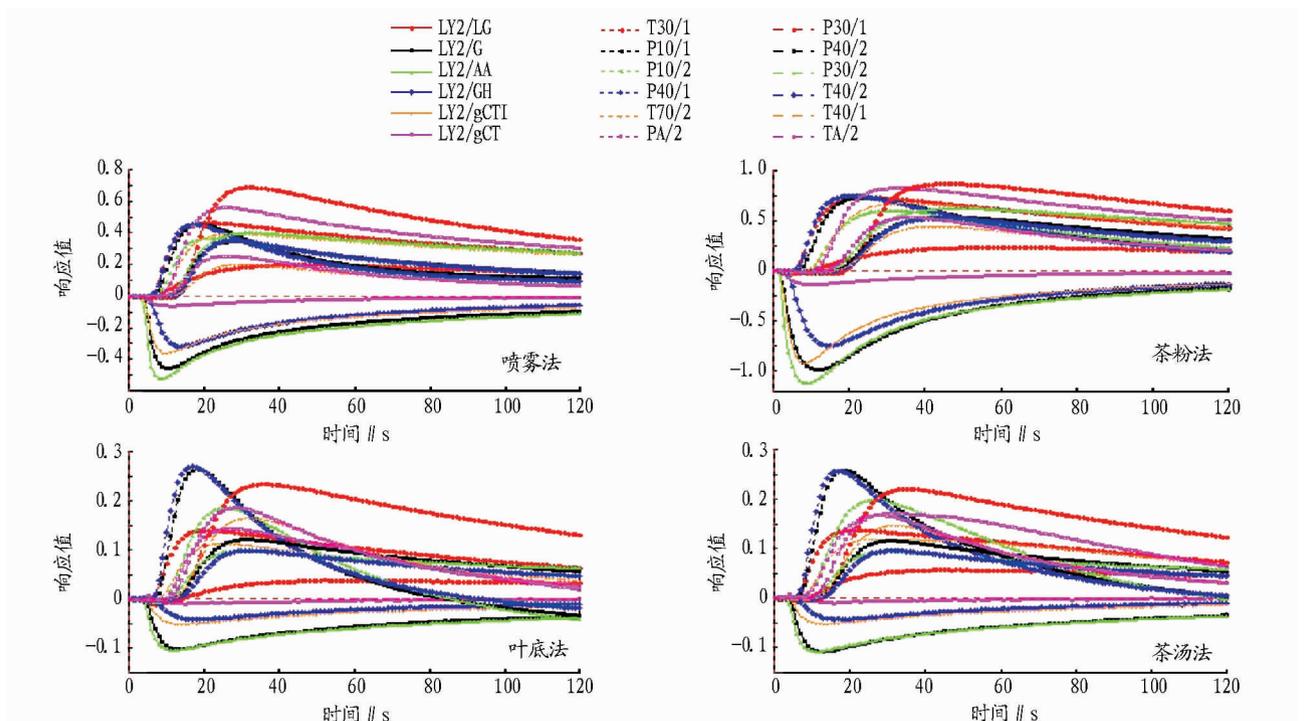


图1 不同检测条件电子鼻响应曲线

**2.3 不同检测条件重复性比较** 相对标准偏差(*RSD* 值)能够明显地反映检测方法重复性的好坏。由表 2 可以看出,茶粉法中绝大部分传感器的 *RSD* 值绝对值都为 4 种方法中最低,基本都低于 5%,而叶底法大多数传感器的响应值的相对标准偏差最高,其中 LY2/LG、LY2/G、LY2/AA、LY2/GH、

LY2/gCTI 5 个传感器的 *RSD* 值绝对值达到 20% 以上,重复性最差。喷雾法和茶汤法重复性则介于两者之间。

可见,茶粉法的不同传感器响应值较大,而相对标准偏差最小,茶样量使用较少,方法较好。4 种检测条件重复性好坏依次为:茶粉法 > 喷雾法 > 茶汤法 > 叶底法。

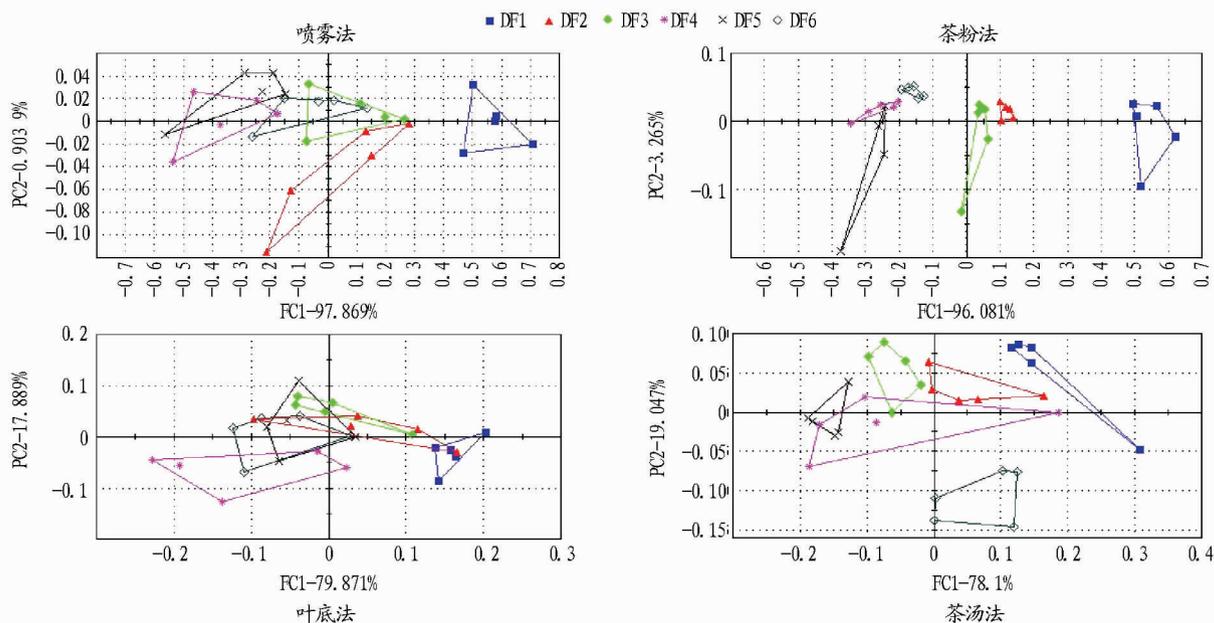
表 2 不同香气采集方法传感器响应值 *RSD* 值差异

传感器	大佛龙井 1 级				大佛龙井 3 级				大佛龙井 5 级			
	喷雾	茶粉	叶底	茶汤	喷雾	茶粉	叶底	茶汤	喷雾	茶粉	叶底	茶汤
LY2/LG	29.3	3.9	29.9	24.6	15.6	5.2	38.4	36.2	15.1	1.4	39.3	26.6
LY2/G	-12.7	-0.9	-31.7	-12.6	-7.2	-2.6	-20.4	-25.6	-10.5	-1.4	-19.3	-18.0
LY2/AA	-13.6	-0.8	-31.9	-12.6	-6.9	-2.8	-21.5	-26.8	-11.4	-1.1	-20.5	-19.2
LY2/GH	-18.1	-0.5	-29.8	-13.5	-10.2	-4.0	-22.5	-26.8	-11.7	-1.1	-20.2	-16.7
LY2/gCTI	-17.4	-0.7	-28.3	-10.4	-9.8	-3.8	-22.1	-26.5	-13.0	-1.4	-20.4	-18.0
LY2/gCT	-15.7	-3.3	-17.5	-5.5	-8.6	-2.9	-13.9	-18.2	-11.3	-1.3	-10.6	-13.4
T30/1	14.5	0.9	17.2	10.3	8.0	2.4	15.6	18.8	9.2	1.0	10.3	7.7
P10/1	5.4	1.2	12.2	6.9	5.4	1.3	10.0	11.0	5.3	1.4	5.8	5.3
P10/2	8.5	2.8	16.3	11.0	6.4	2.0	15.9	15.1	6.5	2.1	8.2	9.0
P40/1	5.6	1.0	12.0	6.7	5.7	1.2	9.4	10.5	5.5	1.3	5.7	5.5
T70/2	16.8	1.3	18.9	13.0	9.6	3.0	18.7	22.0	11.0	1.7	10.7	6.2
PA/2	12.1	1.7	19.2	15.9	6.6	1.7	18.8	23.9	7.7	1.1	11.8	8.3
P30/1	8.9	0.4	18.3	8.6	4.2	1.2	14.9	19.9	5.5	0.5	11.6	10.3
P40/2	11.0	0.7	17.8	9.3	6.3	2.4	14.6	19.2	7.0	0.9	10.4	10.2
P30/2	20.2	1.9	20.9	10.3	10.7	3.7	18.2	21.8	10.6	1.0	13.5	13.5
T40/2	11.3	0.5	18.3	10.1	6.7	2.4	16.6	20.9	7.2	0.8	11.7	11.9
T40/1	4.1	2.4	17.4	9.9	8.9	2.2	12.2	14.8	6.3	2.5	10.0	9.4
TA/2	5.1	1.6	16.4	9.2	8.4	2.0	11.6	13.8	6.6	2.1	9.0	8.6

**2.4 不同检测条件下主成分分析差异** 主成分分析法能将测定的多个具有相关性的原始变量线性变换成新的几个无关联综合变量,展示原始数据中所包含的重要信息。采用 PCA 对不同等级的龙井茶的电子鼻数据进行分析,如图 2 所示,喷雾法、茶粉法、叶底法和茶汤法前 2 种主成分的贡献率

分别为 97.9%、96.1%、79.9%、78.1%,在喷雾法和茶粉法中 2 种主成分的贡献率明显高于其他 2 种方法,说明对于喷雾法和茶粉法,前 2 种主成分基本能完全反映出原始的变量信息,而对于茶汤法和叶底法,则需要更多的主成分变量。

茶粉法是这 4 种检测条件中能最好区分不同等级大佛



注:DF1、DF2、DF3、DF4 和 DF5 分别表示西湖龙井特级、1 级、2 级、3 级、4 级和 5 级。

图 2 不同等级大佛龙井茶 PCA 分析

龙井茶的检测条件,除大佛龙井 3 级和 4 级有重叠外,其他 4 个等级都能明显地区分开来。而叶底法则是这 4 种方法中

最差的,不同等级茶样间都会有部分重叠。由感官审评结果可见(表 3),不同等级大佛龙井茶的香气质量各具差异,茶

粉法能良好地区分出它们之间的差异,与感官审评结果能够良好吻合。从不同等级茶样的散点图可以看出,茶粉法中,相同等级茶样不同重复的集中程度明显高于其他3种方法。由此可见,茶粉法相对于其他3种检测条件,重复性较好,并能较好地地区分不同等级龙井茶的差异。

表3 不同等级大佛龙井茶香气质量感官审评结果

茶样等级	评语	评分
特级	较清鲜	92
1级	高鲜	90
2级	较清高(柴火烟香)	87
3级	较高爽	85
4级	尚高、略烟	83
5级	尚高、火工足	81

### 3 结论

通过试验,可确定3种不同的检测条件参数分别为:①喷雾法。取茶样3.0 g于100 ml烧杯中,茶水比1:1 g/ml,35

℃温浴15 min。②茶粉法。取过28目筛的茶粉0.5 g于10 ml钳口瓶中,茶水比1:1.5 g/ml,35℃温浴15 min。③叶底法。取茶样3.0 g于150 ml审评杯中,150 ml沸水冲泡4 min后,滤出茶汤,25℃冷却6 min。

茶粉法条件下,不同传感器的响应值最高,重复性最好,并且能够良好地表现出感官审评结果,较好地地区分不同等级龙井茶香气质量差异,明显好于其他3种方法,可用于进一步的茶叶香气质量鉴别试验。

### 参考文献

- [1] 于欣洋,岳文杰,李金辉,等. 茶叶香气研究进展[J]. 茶叶科学技术, 2008(3):9-13.
- [2] 朱旗,施兆鹏,任春梅. 绿茶香气不同提取方法的研究[J]. 茶叶科学, 2001,21(1):38-43.
- [3] 于慧春,王俊. 电子鼻技术在茶叶品质检测中的应用研究[J]. 传感技术学报,2008,21(5):748-752.
- [4] 陆松侯,施兆鹏. 茶叶审评与检验[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [5] 龚淑英,鲁成银,刘翔,等. GB/T 23776-2009,茶叶感官审评方法[S]. 北京:中国标准出版社,2009.

(上接第1247页)

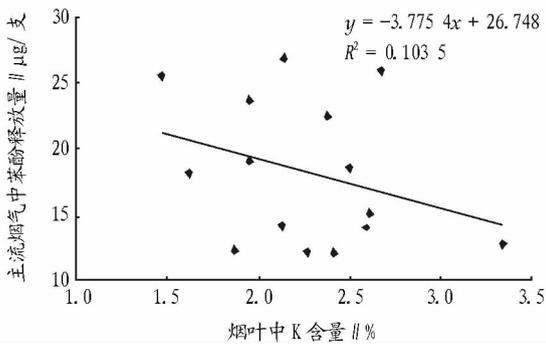


图5 烟叶中钾含量与主流烟气苯酚释放量的相关性

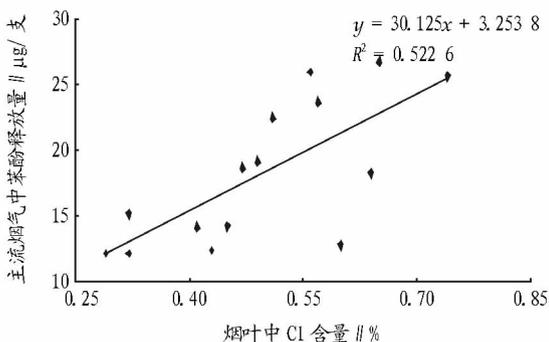


图6 烟叶中氯含量与主流烟气苯酚释放量的相关性

和氯含量呈正相关关系,与烟叶中的总糖和还原糖含量呈负相关关系。单料烟主流烟气苯酚的释放量不仅与其前体物的含量有关,而且与烟叶的燃烧性相关。此外,烟草其他成

分的燃烧产物对其产生一定的拮抗性。

### 参考文献

- [1] MOLD J D, PEYTON M P, MEANS R E, et al. Determination of catechol in cigarette smoke [J]. Analyst, 1966, 91: 189-194.
- [2] GUERIN M R, OLERICH G, HORTON A D. Routine gas chromatographic component profiling of cigarette smoke for the identification of biologically significant constituents [J]. J Chromatogr Sci, 1974, 12: 385-391.
- [3] 王瑞新, 韩富根, 卢红, 等. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 77-82.
- [4] 谢剑平, 刘惠民, 朱茂祥, 等. 卷烟烟气危害性指数研究[J]. 烟草科技, 2009(2): 5-15.
- [5] 吴清辉. 不同配方组分对卷烟主流烟气苯酚释放量的影响研究[J]. 安徽农业科学, 2011(21): 13073-13074.
- [6] 黄朝章. 卷烟纸特性对卷烟主流烟气中苯酚的影响[J]. 江西农业学报, 2010(11): 3-5.
- [7] 薛芳, 李东亮, 陈昆燕, 等. 卷烟加工重点工序工艺参数与卷烟主流烟气中苯酚释放量的关系研究[J]. 江西农业大学学报, 2010(6): 1307-1312.
- [8] 国家烟草质量监督检验中心. YC/T 31-1996 烟草及烟草制品 样品的制备和水分测定 烘箱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996.
- [9] 全国烟草标准化技术委员会. YC/T 159-2002 烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [10] 全国烟草标准化技术委员会. YC/T 160-2002 烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [11] 全国烟草标准化技术委员会. YC/T 161-2002 烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [12] 全国烟草标准化技术委员会. YC/T 162-2002 烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [13] 国家烟草质量监督检验中心. YC/T 217-2007 烟草及烟草制品 钾的测定 连续流动法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [14] 中国烟草总公司郑州烟草研究院. YC/T 255-2008 卷烟 主流烟气中酚类化合物的测定 高效液相色谱法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [15] 李贵生, 陈良碧. 矿物质对烟草品质的影响[J]. 世界农业, 2000(4): 31.