

## 曲靖烟区烤烟氯含量分布及其与评吸指标的关系

李爽<sup>1</sup>, 周冀衡<sup>1</sup>, 张毅<sup>1</sup>, 刘华林<sup>2</sup>, 王瑞宝<sup>2</sup>

(1. 湖南农业大学烟草研究院, 长沙 410128; 2. 云南省烟草公司曲靖市公司, 曲靖 655000)

**摘要:** 为揭示曲靖烤烟氯含量分布及其与评吸质量的关系, 以曲靖烟区 1078 份烤烟样品为材料, 利用经典统计学、回归分析与灰色关联分析等方法对相关数据进行研究。结果表明, 曲靖烟区烤烟氯含量适宜, 烤烟氯含量在不同地域、等级与品种间存在显著差异; 烤烟氯含量与评吸指标的关系均为曲线关系, 且烟叶氯含量偏高会降低烤烟的香气质、香气量、余味、燃烧性与成团性, 使评吸质量变差, 综合考虑, 氯含量在 0.25% 时为最佳; 烟叶氯含量对燃烧性的影响较大, 对成团性的影响较小。

**关键词:** 烤烟; 氯含量; 等级; 品种; 评吸质量

中图分类号: TS422

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2016)01-0155-05

### Correlation between Cl content and smoking quality of flue-cured tobacco from Qujing tobacco-growing area

LI Shuang<sup>1</sup>, ZHOU Jiheng<sup>1</sup>, ZHANG Yi<sup>1</sup>, LIU Hualin<sup>2</sup>, WANG Ruibao<sup>2</sup>

(1. Tobacco Research Institute, Hunan Agricultural University, Changsha 410128;

2. Yunnan Provincial Tobacco Company Qujing Branch, Qujing 655000)

**Abstract:** In order to study the correlation between Cl content in flue-cured tobacco and smoking quality, 1078 tobacco samples were collected from tobacco-growing areas in Qujing and analyzed using the methods of classic statistics, regression and grey correlation. The results showed that the Cl content in tobacco in Qujing was proper, but the difference was significant among areas, grades and varieties. A curve linear relationship existed between the Cl content and smoking quality. As an increase of Cl content, the score of aroma quality, aroma volume, remaining taste, combustibility and clustering decreased, which made the smoking quality worse. Collectively, the smoking quality was proper when the Cl content was 0.25%. In addition, the Cl content in tobacco had a great impact on combustibility, but a little on clustering.

**Key words:** tobacco; Cl content; grades; variety; smoking quality

氯在烟草的生长发育中起着重要作用。适量的氯能够提高烟叶的产量<sup>[1]</sup>, 增强烟叶光合强度和烤烟根系活力<sup>[2]</sup>, 燃烧性、香气质与香气量均在理想水平, 余味较舒适, 焦油含量少<sup>[3]</sup>, 而超过一定含量范围则会使得烟株矮小, 生长缓慢, 烤后烟叶弹性差, 易破碎, 颜色淡黄<sup>[4-5]</sup>, 烟叶产量与产值明显下降<sup>[6]</sup>, 烟叶质量出现明显劣化<sup>[7]</sup>。本研究探讨了曲靖烤烟氯含量与相关评吸指标之间的关系, 以期能为曲靖烟

区优质烟叶生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集

于 2014 年, 以乡镇为单位, 在曲靖 7 个植烟县、市采集当地主栽品种 (K326、云烟 85、云烟 87、云烟 97) 烟叶样品, 样品等级由相关人员按照

收稿日期: 2015-07-20

基金项目: 曲靖市精益烟叶生产研究与应用项目 (2014YN24) 资助。

作者简介: 李爽, 硕士研究生。E-mail: lishuang1115@sina.com

\* 通信作者: 周冀衡, 教授。E-mail: jhzhou2005@163.com

GB2635-1992<sup>[8]</sup>烤烟标准进行分级,共得 B2F336 份, C3F518 份, X2F224 份。

## 1.2 测定方法

烟叶氯含量按照行业标准 YC/T162-2002 测定<sup>[9]</sup>,测定结果转换为百分比;评吸指标由专职人员按照 YC/T138-1998<sup>[10]</sup>与相关文献[11-12]进行评吸打分。

## 2 结果与分析

### 2.1 烤烟氯含量的描述性统计

曲靖烟区烤烟氯含量平均为 0.34%, 变幅为 0.03%~2.04%, 变异系数为 100.00%, 存在极为广泛的变异。一般认为优质烤烟氯含量在 0.2%~0.6% 最为适宜<sup>[13]</sup>, 与优质烤烟氯含量相比, 曲靖烤烟氯含量处于适宜状态。以优质烤烟氯含量为标准, 将所有烤烟样本按照氯含量 < 0.2% (偏低)、0.2%~0.6% (适中)、>0.6% (偏高) 分为 3 组 (表

1), 全市有 49.16% 的烤烟氯含量偏低, 32.93% 的烤烟氯含量适中, 18.09% 的烤烟氯含量偏高, 由此可知曲靖烟区烤烟平均氯含量虽然达到适宜状态, 但仍有将近半数的烤烟氯含量低于优质烤烟氯含量, 在生产中应引起注意。由峰度与偏度可知, 相对标准正态分布而言, 全市烤烟氯含量分布均呈尖峭峰 (峰度 > 0) 与右偏态峰 (偏度 > 0)。

从各县、市看, 所有地区烤烟氯含量均存在极为广泛的变异。其中陆良县烤烟氯含量高于优质烤烟氯含量, 且主要分布在偏高等级; 罗平县、师宗县与沾益县烤烟氯含量处于优质烤烟氯含量范围内; 富源县、会泽县、宣威市烤烟氯含量低于优质烤烟氯含量, 其烤烟样本主要处于偏低等级; 烤烟氯含量在各县、市的顺序为陆良县 > 师宗县 > 罗平县 > 沾益县 > 富源县 > 宣威市 > 会泽县; 由峰度与偏度可知, 所有县、市氯含量分布均呈尖峭峰与右偏态峰。

表 1 不同地域间烤烟氯含量描述性统计

Table 1 Description of Cl content in different areas of tobacco

地域 Area	最小值 Minimum	最大值 Maximum	平均值 Average	变异系数 % CV	峰度 Kurtosis	偏度 Skewness	偏低/% Low	适中/% Moderate	偏高/% High
富源县 Fuyuan	0.04	1.47	0.18	112.78	8.65	2.67	74.44	20.77	4.79
会泽县 Huize	0.06	0.38	0.11	50.91	6.98	2.37	92.31	7.69	0.00
陆良县 Luliang	0.05	2.04	0.63	63.49	1.29	1.07	12.00	43.00	45.00
罗平县 Luoping	0.04	1.90	0.45	96.44	2.32	1.70	33.72	46.51	19.77
师宗县 Shizong	0.06	1.51	0.50	62.00	0.15	0.88	14.92	57.71	27.37
宣威市 Xuanwei	0.03	1.06	0.16	111.25	9.59	2.92	79.13	16.54	4.33
沾益县 Zhanyi	0.06	1.16	0.29	98.97	1.61	1.58	52.45	31.15	16.40
全市 The whole city	0.03	2.04	0.34	100.00	3.08	1.70	49.16	32.93	17.91

表 2 不同地域间烤烟氯含量方差分析

Table 2 Variance analysis of Cl content in flue-cured tobacco from different areas

项目 Item	富源县 Fuyuan	会泽县 Huize	陆良县 Luliang	罗平县 Luoping	师宗县 Shizong	宣威市 Xuanwei	沾益县 Zhanyi
显著性差异 Significant difference	0.17 <sup>D</sup>	0.11 <sup>D</sup>	0.50 <sup>A</sup>	0.33 <sup>B</sup>	0.45 <sup>B</sup>	0.15 <sup>D</sup>	0.26 <sup>C</sup>

注: 同一行后不同大写字母表示差异在 0.01 水平显著。

Note: the different capital letters followed by the values in the same row mean significant difference at the 0.01 level.

### 2.3 氯含量的品种与等级间差异分析

由图 1 可知, 各品种烤烟在 B2F 等级的含量顺序为 K326 > 云烟 87 > 云烟 85 > 云烟 97, 在 C3F 与 X2F 等级的含量顺序为 K326 > 云烟 97 > 云烟 87 > 云烟 85。其中 K326 氯含量在各等级间均显著高于其余品种, 其余品种氯含量在各等级间差异不显著。

### 2.4 各评吸指标得分描述性统计

各评吸指标得分标准如表 3。在结合表 3 的基

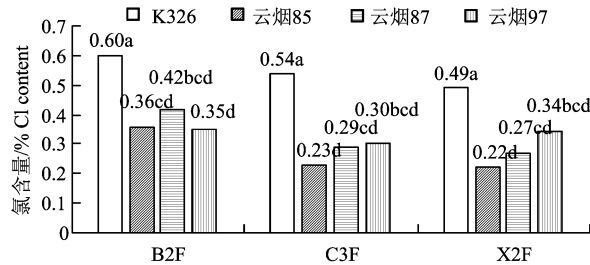
础上, 由表 4 可知, 曲靖烤烟具有香气质中等、香气量尚足、刺激性有、余味尚舒适、燃烧性中等、灰色灰白、浓度中等、成团性中等、较干燥的特点。

### 2.5 烤烟氯含量与评吸指标的回归分析

将各等级烤烟样本烤烟氯含量按组距为 0.05 分为 27 组 (氯含量高于 1.35% 的样本数较少且差异较大, 故舍弃), 分别统计每组样本烤烟氯含量及对应的评吸指标得分, 并求得每组平均值, 对其进行正态分布检验 (表 5), 各组数据  $P$  值均 > 0.05, 说明

数据具有典型正态分布。然后进行烤烟氯含量 (x) 与评吸指标 (y) 的最优回归分析, 选取 R 方较大且具有显著性的回归方程。除氯含量与刺激性为二次方程关系外 (图 2), 与其余指标均为三次方程关系; 氯含量与杂气、浓度之间回归方程没达到到显著水平外, 与其余各指标均达到显著或极显著水平。

氯含量与香气质、香气量、余味得分的回归方程分别为  $y=-0.457x^3+0.799x^2-0.988x+14.247$  ( $R^2=0.570^{**}$ );  $y=-1.612x^3+3.366x^2-2.775x+15.275$  ( $R^2=0.749^{**}$ );  $y=-0.362x^3+0.671x^2-0.802x+14.193$  ( $R^2=0.538^{**}$ ), 由图 2 可知, 各指标得分随着氯含量的增加而减少。



同一等级不同小写字母表示差异在 0.05 水平显著  
Different small letters of the same grade mean significant difference at the 0.05 level.

图 1 不同烤烟品种各等级间氯含量差异分析

Figure 1 Differences in Cl content among different kinds and grades of flue-cured tobacco

氯含量与杂气与浓度得分的回归方程分别为  $y=1.322x^3-2.879x^2+1.426x+11.120$  ( $R^2=0.267$ );  $y=0.180x^3-0.281x^2+0.017x+3.291$  ( $R^2=0.138$ ), 由图 2 可知, 杂气、浓度得分与氯含量的散点图规律性不明显, 氯含量对这两项评吸指标的影响较小。

氯含量与干燥感得分的回归方程为  $y=-0.025x^3+0.141x^2-0.003x+2.938$  ( $R^2=0.879^{**}$ ), 由图 2 还可知, 干燥感得分随着氯含量的增加而增加。

氯含量与刺激性得分的回归方程为  $y=0.630x^2-0.889x+12.713$  ( $R^2=0.261^*$ ), 由图 2 可知, 氯含量 < 0.7% 时, 刺激性得分随着氯含量的增加而减少, 在 0.7% 时取得最小值, 而后随着氯含量的增加而增加。

表 3 评吸指标得分标准

Table 3 Standard score of smoking quality

指标 Index	得分标准 Standard for scoring
香气质 Incense quality	好 18、较好 16、中等 <sup>+</sup> 14、中等 12、中等 <sup>-</sup> 10、较差 8、差 6
香气量 Incense quantity	足 20、较足 18、尚足 <sup>+</sup> 16、尚足 14、尚足 <sup>-</sup> 12、较少 10、少 8
杂气 Odor	无 15、较轻 13、有 <sup>-</sup> 11、有 9、有 <sup>+</sup> 7、较重 5、重 3
刺激性 Irritation	无 18、微有 16、有 <sup>-</sup> 14、有 12、有 <sup>+</sup> 10、较大 8、大 6
余味 Aftertaste	舒适 20、较舒适 18、尚舒适 <sup>+</sup> 16、尚舒适 14、尚舒适 <sup>-</sup> 12、不舒适 10 以下
燃烧性 Combustibility	强 5、较强 4、中等 3、较差 2、差 1、熄火 0
灰色 Gray	白色 4、灰白 3、灰 2、黑灰 1
浓度 Concentration	浓 5、较浓 4、中等 3、较淡 2、淡 1
成团性 Clustering	好 5、较好 4、中等 3、较差 2、差 1
干燥感 Dry sensation	湿润 5、较湿润 4、中等 3、较干燥 2、干燥 1

表 4 各评吸指标平均得分

Table 4 Average score of smoking quality

香气质	香气量	杂气	刺激性	余味	燃烧性	灰色	浓度	成团性	干燥感
Incense quality	Incense quantity	Odor	Irritation	Aftertaste	Combustibility	Gray	Concentration	Clustering	Dry sensation
13.97	14.72	11.20	12.50	13.96	3.64	3.03	3.28	3.21	2.95

表 5 正态分布检验结果

Table 5 Results of normal distribution examination

	氯含量	香气质	香气量	杂气	刺激性	余味	燃烧性	灰色	浓度	成团性	干燥感
	Cl content	Incense quality	Incense quantity	Odor	Irritation	Aftertaste	Combustibility	Gray	Concentration	Clustering	Dry sensation
Z 值	0.390	0.790	0.447	0.970	0.435	0.513	0.715	1.017	0.489	0.686	0.566
P 值	0.998	0.561	0.988	0.304	0.991	0.955	0.686	0.252	0.971	0.735	0.906

氯含量与燃烧性得分的回归方程为  $y=0.651x^3-2.154x^2+1.589x+3.455$  ( $R^2=0.477^{**}$ ), 由图 2

可知，氯含量<0.4%时，燃烧性随着氯含量的增加而增加，在0.4%左右取得最大值，而后随着氯含量的增加而减少。

氯含量与灰色得分的回归方程为  $y=0.753x^3-1.608x^2+0.597x+3.031$  ( $R^2=0.591^{**}$ )，由图2可知，在氯含量<0.25%时，灰色得分随着氯含量的增加

而缓慢增加，在0.25%~1.25%之间逐渐减少，在1.25%时取得最小值，而后随着氯含量增加而增加。

氯含量与成团性得分的回归方程为  $y=-0.058x^3+0.332x^2-0.568x+3.345$  ( $R^2=0.741^{**}$ )，由图2可知，成团性随着氯含量的增加而减少，在氯含量>0.75%时减幅较缓，曲线较为平稳。

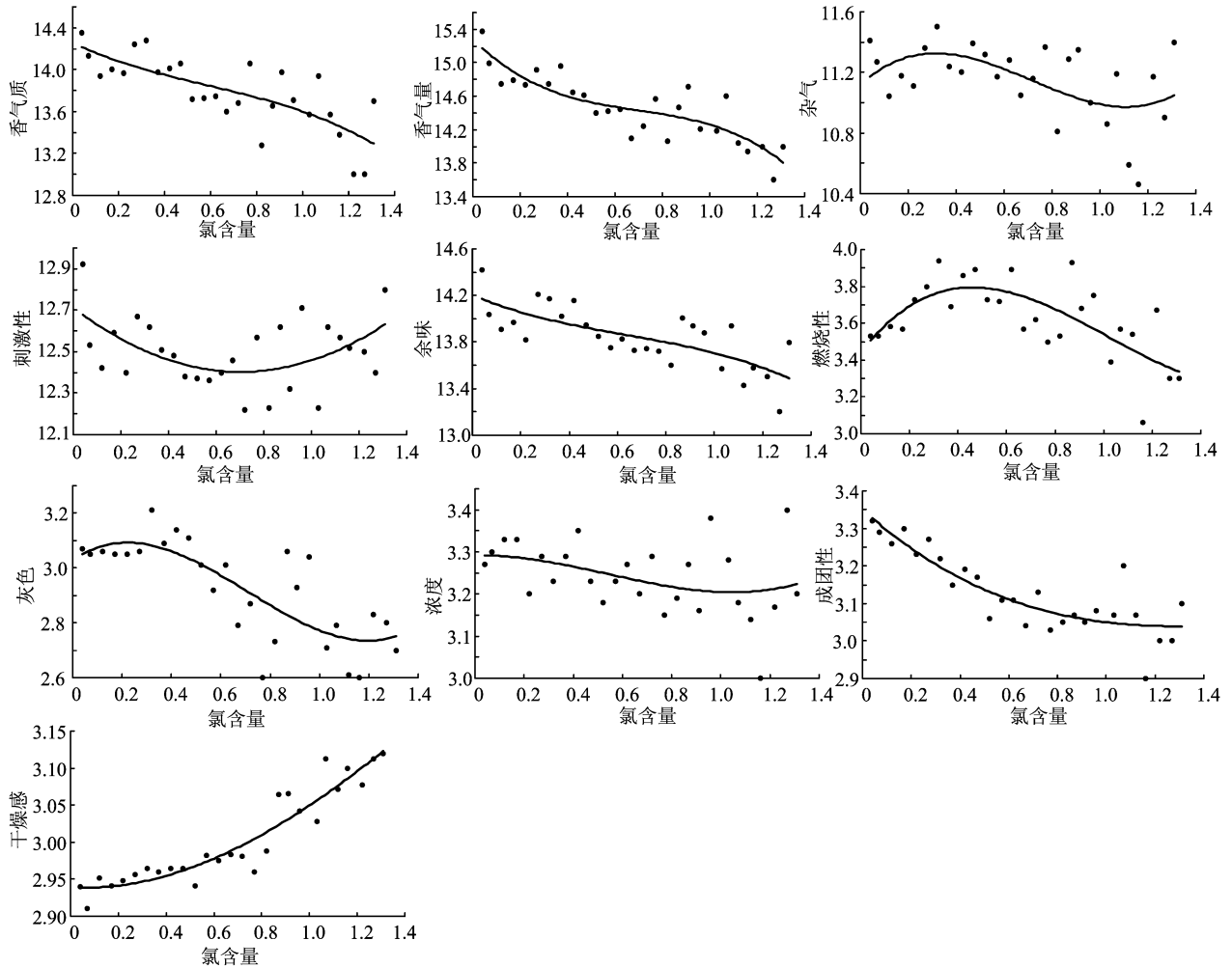


图2 氯含量(x)与评吸指标(y)的最优回归分析

Figure 2 Analysis of optimal curve regression between Cl content (x) in flue-cured tobacco and Its smoking quality (y)

表6 烤烟氯含量与评吸指标间的灰色关联分析

Table 6 Grey correlation analysis between Cl content in flue-cured tobacco and its smoking quality

香气质 Incense quality	香气量 Incense quantity	杂气 Odor	刺激性 Irritation	余味 Aftertaste	燃烧性 Combustibility	灰色 Gray	浓度 Concentration	成团性 Clustering	干燥感 Dry sensation
0.8336	0.8327	0.8341	0.8342	0.8340	0.8355	0.8339	0.8317	0.8313	0.8345

### 2.6 烤烟氯含量与评吸指标的灰色关联分析

按照灰色关联分析观点，以评吸指标为比较数列、烤烟氯含量为参考数列进行灰色关联分析<sup>[14]</sup>。为消除各指标之间量纲的影响，将数据作初值化处理，并取分辨系数  $\rho=0.5$ 。由表6知，氯含量与各指标的灰色关联系数为燃烧性>干燥感>刺激性>

杂气>余味>灰色>香气质>香气量>浓度>成团性。灰色关联系数的大小反映了比较数列与参考数列关系的亲疏程度<sup>[15]</sup>，由此可知烤烟的氯含量对评吸指标中的燃烧性影响较大，成团性影响较小。

### 3 讨论

曲靖烟区烤烟氯含量适宜, 但仍有将近半数的烤烟氯含量偏低, 存在广泛的变异。究其原因, 可能由于氯是一种易被淋失的元素, 在雨水的冲刷下, 地势较高的土壤氯淋失现象严重, 导致土壤氯含量较低, 地势较低的土壤氯素富集, 土壤氯含量较高。曲靖内地形多由山地、丘陵组成, 应重视对曲靖地势较高、较低烟区的补氯与控氯。已有研究表明, 在一定范围内, 烟叶产量随着施氯量的增加而增加<sup>[16-17]</sup>、成熟期灌水次数增加能有效地改善烟叶化学成分, 降氯效果明显<sup>[18-19]</sup>; 但其在曲靖对应烟区中的应用还应通过大田试验来确定。

不同地域、不同品种与不同等级间烤烟氯含量存在显著差异, 这可能是导致不同地域、不同品种在不同等级间烟叶特色风格存在差异的重要原因。由灰色关联分析可知, 烤烟氯含量对燃烧性的影响较大, 对成团性的影响较小。回归分析表明烤烟氯含量与评吸指标均呈曲线关系。随着烤烟氯含量的增加, 香气质、香气量、余味、灰色、成团性分值均降低(灰色分值开始时小幅升高然后降低), 干燥感随着氯含量的增加而增加, 刺激性、燃烧性分别在氯含量为 0.7%、0.4% 时取得最小与最大值, 这与许自成等人<sup>[20]</sup>研究结果存在部分出入。许自成等<sup>[20]</sup>认为, 烤烟氯含量在 0.01%~1.20% 的范围内, 氯与各感官质量指标存在着明显的二次曲线回归关系, 烟叶的香气质、香气量、余味、杂气、燃烧性与灰色分值均表现出随着烟叶氯含量提高先增加后降低的趋势。造成差异的原因一方面可能是由于湖南烟区为浓香型烟区, 地理位置、土壤环境、气候以及种植品种与曲靖清香型烟区不同; 另一方面, 由于部分指标的回归方程虽然达到显著水平, 但 R 方较小, 方程能解释总体的比例也较小。综合来看, 氯含量在 0.25% 时各评吸指标分值均处在理想水平。席元肖等<sup>[21]</sup>认为, 清香型烤烟氯含量(0.24%) 显著低于浓香型烤烟氯含量(0.41%)。当氯含量在 0.25% 时, 由回归方程可知, 各项评吸指标分值均与许自成等认为的清香型风格明显的烤烟评吸指标分值接近<sup>[22]</sup>, 这可能是曲靖烟区烤烟清香型风格特征的一个因素。因此, 为保持曲靖烟区烤烟清香型风格特征, 应将烤烟氯含量控制在合适的范围内。但影响烟叶评吸质量原因是多方面的, 对不同产地、品种与等级烟叶的评吸质量研究有待进一步深化。

## 参考文献:

- [1] 刘洪斌. 氮和钾营养对烤烟产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1995(1): 22-25.
- [2] 李明德, 肖汉乾, 汤海涛, 等. 湖南烟区土壤含氯状况及烤烟施氯效应[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(1): 44-50.
- [3] 李永忠, 罗鹏涛. 氯在烟草体内生理代谢功能及其应用[J]. 西南农业大学学报, 1995, 10(1): 57-60.
- [4] 江苏农学院. 植物生理学[M]. 北京: 农业出版社, 1998: 115-142.
- [5] 张希杰, 王树声, 李念胜. 微量元素与烟叶内在品质的相关性[J]. 烟草科技, 1998(3): 36-39.
- [6] 毛知耘, 周则芳. 论植物氯素营养与含氯化肥的施用[J]. 化肥工业, 1997, 25(3): 14-16.
- [7] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [8] GB 2635-1992 烤烟 [S].
- [9] YC/T162-2002 烟草及烟草制品氯的测定连续流动法[S].
- [10] YC/T 138-1998 烟草及烟草制品[S].
- [11] 张锦韬, 邓小华, 王翔, 等. 红大烤烟主要非挥发性有机酸含量变化及其对感官评吸质量的影响[J]. 核农学报, 2012, 26(5): 815-820.
- [12] 邓小华, 周冀衡, 周清明, 等. 湖南烟区中部烤烟总糖含量状况及与评吸质量的关系[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(5): 43-47.
- [13] 陈江华, 刘建利, 龙怀玉. 中国烟叶矿物质营养及主要化学成分含量特征研究[J]. 中国烟草学报, 2004, 10(10): 20-26.
- [14] 张锦韬, 邓小华, 王翔, 等. 红大烤烟主要非挥发性有机酸含量变化及其对感官评吸质量的影响[J]. 核农学报, 2012, 26(5): 815-820.
- [15] 邓小华, 谢鹏飞, 彭新辉, 等. 土壤和气候及其互作对湖南烤烟部分中性挥发性香气物质含量的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(8): 2063-2071.
- [16] 李永忠, 罗鹏涛. 氯在烟草体内生理代谢功能及其应用[J]. 西南农业大学学报, 1995, 10(1): 57-60.
- [17] 何永良. 贵州烤烟施用氯量的初步研究[J]. 中国烟草, 1987(4): 24-29.
- [18] 汪耀富. 成熟期灌水对烤烟化学成分和致香物质含量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2007, 26(3): 101-104.
- [19] 李祖良, 刘国顺, 张庆明, 等. 成熟期淹水对烤烟石油醚提取物、主要化学成分及致香物质含量的影响[J]. 核农学报, 2012, 26(2): 369-372.
- [20] 许自成, 李丹丹, 毕庆文, 等. 烤烟氯含量与挥发性香气物质及感官质量的关系研究[J]. 中国烟草学报, 2008, 14(5): 27-32.
- [21] 席元肖, 魏春阳, 宋纪真, 等. 不同香型烤烟化学成分含量的差异[J]. 烟草科技, 2011(5): 29-32.
- [22] 许自成, 杜鹃, 解燕, 等. 云南曲靖土壤因素对烤烟风格和品质的影响[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(6): 1277-1282.