

## 黔西南州烤烟钾含量分布及其影响因素

马莹<sup>1</sup>, 邓小华<sup>2\*</sup>, 王丰<sup>1</sup>, 王少先<sup>3</sup>, 罗伟<sup>2</sup>, 彭宇<sup>1</sup>, 胡向丹<sup>1</sup>, 郭亚利<sup>1</sup>

(1. 贵州省烟草公司黔西南州公司, 兴义 562400; 2. 湖南农业大学农学院, 长沙 410128;

3. 湖南中烟有限责任公司, 长沙 410019)

**摘要:** 为深入了解黔西南州烤烟钾含量状况, 研究了其烟叶钾含量分布特征及影响因素。结果表明, 黔西南州烟叶钾含量变幅在 0.82%~2.58%, 平均值为 1.77%, 偏低; 贞丰县、兴仁县烤烟钾含量极显著高于晴隆县; 烤烟钾含量空间分布有从中部烟区分别向北和南两个方向递减的趋势。不同品种间烤烟钾含量差异达显著水平, 云烟 87 品种的钾含量显著高于云烟 97; 烤烟钾含量有随着土壤粘粒含量升高而增加的趋势; 随植烟土壤有机质含量升高, 烟叶钾含量有降低的趋势; 土壤 pH 在 5.0~6.5 或 7.5 以上, 随植烟土壤 pH 升高, 烟叶钾含量有升高的趋势; 土壤 pH 在 6.5~7.5 或 5.0 以下, 随植烟土壤 pH 升高, 烟叶钾含量有降低的趋势。

**关键词:** 烤烟; 钾含量; 区域分布; 影响因素; 黔西南州

中图分类号: S572

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2015)02-0290-04

## Distribution of potassium content and its influencing factors of flue-cured tobacco in Qianxinan

MA Ying<sup>1</sup>, DENG Xiaohua<sup>2</sup>, WANG Feng<sup>1</sup>, WANG Shaoxian<sup>3</sup>, LUO Wei<sup>2</sup>, PENG Yu<sup>1</sup>, HU Xiangdan<sup>1</sup>, GUO Yali<sup>1</sup>

(1. Tobacco Companies of Guizhou Province Qianxinan Prefecture Company, Xingyi 562400;

2. College of Agriculture, Hunan Agricultural University, Changsha 410128;

3. China Tobacco Hunan Industrial Co, Ltd., Changsha 410019)

**Abstract:** Distribution of potassium content of flue-cured tobacco and factors affecting the distribution in Qianxinan region were analyzed. The results showed that the variation range of potassium content in flue-cured tobacco was from 0.82% to 2.58% with an average of 1.77% in the relative low-potassium tobacco planting area. The potassium content of flue-cured tobacco in Zhenfeng and Xingren counties were much higher than that in Qinlong county, indicating a gradual decreasing trend from the central planting region to the north and south planting regions in the spatial distribution. An extremely significant difference in potassium content of flue-cured tobacco among varieties was observed in which Yunyan87 had a higher level of potassium than Yunyan97. The potassium content increased along with an increase of the clay content and decreased with an increase of the soil organic content. The potassium content increased with an increase of soil pH in the range of 5.0 to 6.5 or above 7.5. The potassium content decreased with an increase of soil pH in the range of 6.5 to 7.5 or below 5.0.

**Key words:** flue-cured tobacco; potassium content; areal distribution; influencing factors; Qianxinan

含钾量高的烟叶不仅能提高烟叶燃烧性、降低卷烟焦油产生量, 还可提高烟叶香气质量、改善烟叶香吃味和安全性<sup>[1-5]</sup>, 一直被认为是评价优质烟叶的重要指标之一。烟叶含钾量低一直困扰着我国烤烟生产<sup>[6]</sup>, 为此开展的大量研究工作主要集中在钾肥种类与烟叶品质关系、钾肥施用方法<sup>[7]</sup>及不同类型土壤供钾特性等方面<sup>[8-12]</sup>, 而对烟叶含钾量区域

特征的研究报道较少<sup>[4,13]</sup>。黔西南布依族苗族自治州(简称黔西南州)位于贵州省西南隅, 地跨东经 104°35'~106°32', 北纬 24°38'~26°11', 属典型的低纬度高海拔山区和亚热带季风湿润气候区, 优越的生态环境有利于烤烟生产, 是我国优质烤烟的重要产区之一。鉴此, 测定和分析黔西南州主产烟区烟叶含钾量分布的区域特点, 并分析烤烟品种、土

收稿日期: 2014-11-18

基金项目: 贵州省烟草公司黔西南州公司项目“黔西南州山地清甜香型烟叶特征特性研究”(2011-6)资助。

作者简介: 马莹, 总农艺师。E-mail: qxnmy@sina.com

\* 通信作者: 邓小华, 博士, 教授。E-mail: yzdxh@163.com

壤质地、土壤 pH 和有机质等因素对其影响, 为制定提高烟叶钾含量的措施和卷烟工业选择使用原料提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料

在黔西南州兴义、安龙、普安、晴隆、兴仁和贞丰等 6 个主产烟县取烟叶样品 101 个。为保证研究项目的准确性和具有代表性, 采用统一品种、统一栽培技术和调制工艺, 在烤烟移栽后定点选取 5 户可代表当地海拔高度和栽培模式的农户, 由贵州省黔西南州烟草公司负责质检的专家按照烤烟分级国家标准, 每户抽取在中部位烟叶具有代表性的 C3F 等级的初烤烟叶样品 5 kg。品种为各县种植面积最大的主栽品种。GPS 定位, 记录取样点的海拔高度、地理坐标(经度、纬度)。同时, 采集烟叶的地块采用土钻钻取耕层深度为 20 cm 的 10~15 个小样点(即钻土样)土壤, 制成 1 个 0.5 kg 左右的混合土样, 并记录土壤质地类型。

### 1.2 烟叶钾含量及土壤 pH、有机质的测定

烟叶中钾含量采用火焰光度法测定, 植烟土壤有机质采用重铬酸钾容量法测定, 植烟土壤 pH 采用 pH 计法(水土比为 1.0:2.5)测定。

### 1.3 统计分析方法

以上各种数据处理借助于 Excel 2003、SPSS12.0 (Statistics Package for Social Science) 统计分析软件进行。采用 ArcGIS9 软件的地统计学模块(geostatistical analyst), 以 IDW 法(Inverse distance

weighting) 插值为基本工具, 绘制黔西南州中部(C3F 等级) 烟叶钾含量指标空间分布图。

## 2 结果与分析

### 2.1 烤烟钾含量的基本统计特征

烟叶含钾量可在 1.0%~7.0%, 在我国优质烤烟要求的含钾量不低于 2%, 在南方烟区以 2.5% 左右最为适宜<sup>[14]</sup>。由表 1 可知, 黔西南州烤烟钾含量在 0.82~2.58%, 平均值为 1.77%, 偏低。烤烟钾含量变异系数为 15.43%, 属中等强度变异。其偏度值均在 0 附近, 表明烤烟钾含量基本符合正态分布规律。

### 2.2 烤烟钾含量分布特征

**2.2.1 烤烟钾含量县域分布** 由表 1 可知, 6 个主产烟县烟叶钾含量平均在 1.60%~1.91%, 偏低。按从高到低依次为: 贞丰县、兴仁县、普安县、安龙县、兴义市和晴隆县; 方差分析结果表明, 不同县之间差异极显著, 主要是贞丰县、兴仁县烤烟钾含量极显著高于晴隆县。不同县烤烟钾含量的变异系数在 9.28~18.62%, 按从高到低依次为: 兴仁县、兴义市、贞丰县、晴隆县、普安县和安龙县; 其中, 安龙县烤烟钾含量的变异系数较小, 属弱变异, 其他各县属中等强度变异。

**2.2.2 烤烟钾含量空间分布** 由图 1 可知, 黔西南州烤烟钾含量空间分布有从中部烟区分别向北和南两个方向递减的分布趋势。以烟叶钾含量 1.70%~1.80% 为主要分布, 其次为 1.80%~1.99% 的分布面积。在兴仁县有一个高值区, 在晴隆县北部有一个低值区。总体来看, 黔西南州烤烟的钾含量不高。

表 1 黔西南州烤烟钾含量的基本统计特征戊聚糖与其他性状的相关系数

区域 Area	均值 Average	极小值 Minimum	极大值 Maximum	标准差 SD	峰度 Kurtosis	偏度 Skewness	变异系数 CV
安龙县 Annong county	1.76 <sup>AB</sup>	1.38	2.10	0.16	0.84	-0.22	9.28
普安县 Pu'an county	1.83 <sup>AB</sup>	1.54	2.20	0.19	-0.20	0.45	10.37
晴隆县 Qinglong county	1.60 <sup>B</sup>	1.25	1.86	0.19	-0.62	-0.59	11.91
兴仁县 Xingren county	1.90 <sup>A</sup>	0.82	2.58	0.35	2.63	-1.03	18.62
兴义市 Xingyi city	1.68 <sup>AB</sup>	1.32	2.24	0.25	-0.29	0.71	14.79
贞丰县 Zhenfeng county	1.91 <sup>A</sup>	1.56	2.34	0.26	1.31	0.69	13.79
黔西南州 Qianxinan	1.77	0.82	2.58	0.27	0.99	-0.01	15.43

注:英文小写字母、英文大写字母分别为 0.05 及 0.01 水平上的显著性差异。

Note: "Small letter" and "capital letter" refer to significant difference at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

### 2.3 烤烟钾含量影响因素

**2.3.1 不同品种对烤烟钾含量的影响** 由图 2 可知, 黔西南州烤烟钾含量由大到小依次是云烟 87> 兴烟 1 号> 南江 3 号> 云烟 97; 方差分析结果烟叶

钾含量品种间差异达显著水平, 主要是云烟 87 品种的钾含量显著高于云烟 97。

**2.3.2 不同土壤质地对烤烟钾含量的影响** 由图 3 可知, 黔西南州不同质地植烟土壤的烤烟钾含量由

大到小依次是粘土>重壤土>中壤土>沙土，有随着土壤粘粒含量增加烟叶钾含量增加的趋势；方差分析结果表明，不同质地植烟土壤的烤烟钾含量差异达显著水平，主要是粘土的钾含量显著高于沙土。

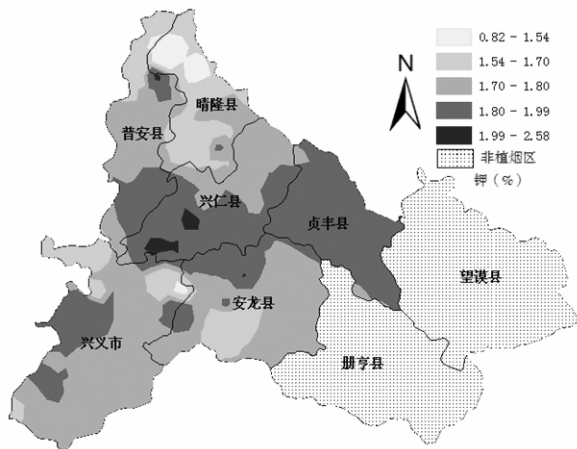


图 1 黔西南州烤烟钾含量空间分布

Figure 1 Spatial distribution of potassium content of flue-cured tobacco in Qianxinan

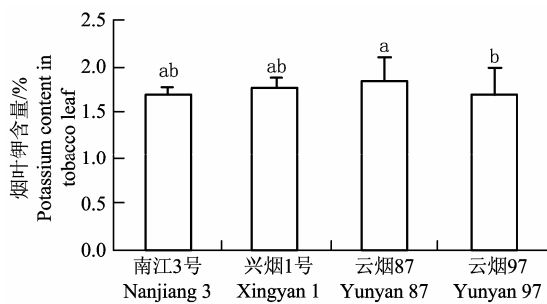


图 2 不同品种的烤烟钾含量差异

Figure 2 Differences of potassium in flue-cured tobacco of different cultivars

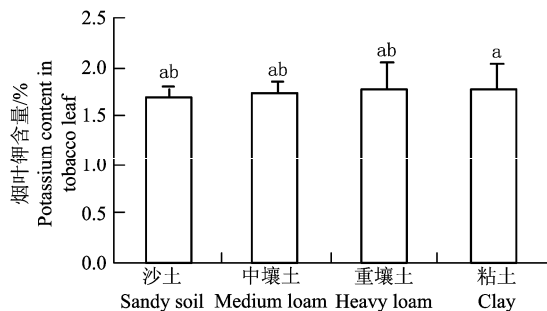


图 3 不同土壤质地的烤烟钾含量差异

Figure 3 Differences of potassium in flue-cured tobacco from different soil texture

**2.3.3 不同土壤有机质对烤烟钾含量的影响** 采用分组统计方法，将土壤样本的有机质含量按 (-∞, 15.0)、[15.0, 20.0)、[20.0, 25.0)、[25.0, 30.0)、[30.0, 35.0)、[35.0, 40.0)、[40.0, 45.0)、[45.0,

50.0)、[50.0, 55.0)、[55.0, +∞)分为 10 组，分别统计不同有机质含量组的烟叶钾含量的平均值，结果见图 4。10 个有机质含量组的烟叶钾含量平均值在 1.68~1.97%。将不同土壤有机质组的土壤有机质平均值与烟叶钾含量平均值进行回归，其回归方程为： $\hat{y}_{\text{烟叶钾}} = -0.003x_{\text{有机质}} + 1.916$ ，拟合度为  $R^2 = 0.314$ 。由方程和图 4 可知，随土壤有机质含量的升高烟叶钾含量有降低的趋势。

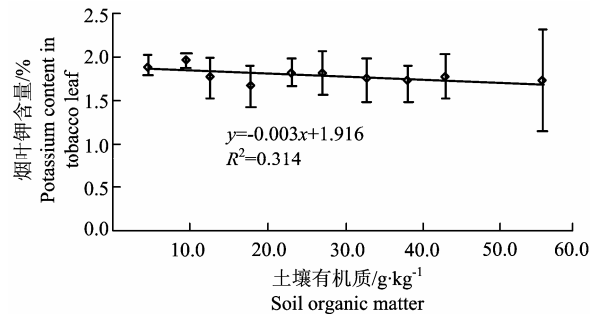


图 4 不同土壤有机质的烤烟钾含量差异

Figure 4 Differences of potassium of flue-cured tobacco in different soil organic matter

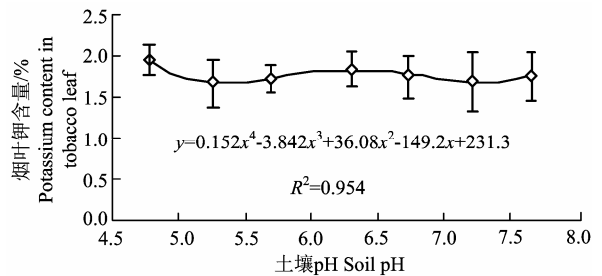


图 5 不同土壤 pH 的烤烟钾含量差异

Figure 5 Differences of potassium in flue-cured tobacco from different soil pH values

**2.3.4 不同土壤 pH 对烤烟钾含量的影响** 采用分组统计方法，将土壤样本的 pH 按 (-∞, 5.0)、[5.0, 5.5)、[5.5, 6.0)、[6.0, 6.5)、[6.5, 7.0)、[7.0, 7.5)、[7.5, +∞)分为 7 组，分别统计不同土壤 pH 组的烟叶钾含量的平均值，结果见图 5。7 个 pH 组的烟叶钾含量平均值在 1.68~1.96%。将不同土壤 pH 组的土壤 pH 平均值与烟叶钾含量平均值进行回归，其回归方程为： $\hat{y}_{\text{烟叶钾}} = 0.152x_{\text{pH}}^4 - 3.842x_{\text{pH}}^3 + 36.08x_{\text{pH}}^2 - 149.2x_{\text{pH}} + 231.3$ ，拟合度为  $R^2 = 0.954^{**}$ 。由方程和图 5 可知，土壤 pH 在 5.0~6.5 或 7.5 以上，随植烟土壤 pH 升高，烟叶钾含量有升高的趋势；土壤 pH 在 6.5~7.5 或 5.0 以下，随植烟土壤 pH 升高，烟叶钾含量有降低的趋势。

### 3 讨论

黔西南州烤烟钾含量平均值较低, 属钾含量较低烟区。主要原因是黔西南州烟区的烤烟主要集中在海拔较高的山区, 以旱地种植为主, 受土壤水分限制, 土壤钾有效性低, 致使烤烟吸收的钾相对全国其他烟区要低。但是黔西南州不同烟区生态环境条件存在差异, 使烟叶钾含量在不同县之间差异极显著, 主要是贞丰县、兴仁县烤烟钾含量极显著高于晴隆县。因此, 各县要针对性本地生态特点, 开展相关栽培技术研究, 提高烟草中钾含量, 满足中式低焦油卷烟对高钾原料的需求。

采用地统计学中 IDW 插值方法绘制黔西南州烤烟钾含量空间分布图, 可预测未采样点处的取值, 估算出整个研究区域内钾含量值。虽然烤烟钾含量易受品种、气候、土壤、栽培措施的影响, 且本研究的取样点也有限, 但数值矢量空间化后使黔西南州烤烟钾含量分布一目了然, 对卷烟工业企业采购原料具有一定参考价值, 其研究方法也有一定借鉴意义。

影响黔西南州初烤烟叶钾含量的因素有很多, 主要包括品种、土壤质地、土壤有机质和土壤 pH 等因素, 了解影响钾含量的因素, 开展相应研究, 可制定提高钾含量的措施提高科学依据。

土壤粘土矿物的数量能提高对交换性钾的保持力和束缚力, 提高土壤溶液钾和交换性钾的浓度, 能充分供应烤烟所需钾, 所以土壤粘粒含量高, 烟叶钾含量也高。烟叶钾含量与植烟土壤 pH 关系复杂, 在不同植烟土壤 pH 范围, 土壤 pH 与烟叶钾含量变化趋势不一致, 但总体上看, 烟叶钾含量随土壤 pH 增加呈降低趋势, 这与目前生产实际中南方烟区的烟叶钾含量高于黄淮和北方烟区的实际情况相吻合<sup>[3,6]</sup>。大多数研究<sup>[3,6,8-9]</sup>认为烟叶钾含量有随土壤有机质含量的增加而增加趋势, 与本研究结果相反, 可能与所取土壤样本有一定关系。本研究所取样本主要为粘土, 如果有机质含量过高, 会增加土壤对钾离子的吸附, 降低土壤速效钾的有效性, 不利于烟株对钾的吸收。

### 4 结论

黔西南州烤烟钾含量平均值较低, 属钾含量较低烟区。不同县之间钾含量差异极显著, 主要是贞丰县、兴仁县烤烟钾含量极显著高于晴隆县。其空

间分布有从中部烟区分别向北和南两个方向递减的分布趋势。品种的钾含量由大到小依次是云烟 87> 兴烟 1 号> 南江 3 号> 云烟 97, 品种间差异达显著水平, 主要是云烟 87 品种的钾含量显著高于云烟 97。不同质地植烟土壤的烤烟钾含量由大到小依次是粘土> 重壤土> 中壤土> 沙土, 有随着土壤粘粒含量增加烟叶钾含量增加的趋势, 主要是粘土的钾含量显著高于沙土。随土壤有机质含量升高烟叶钾含量有降低的趋势。土壤 pH 在 5.0~6.5 或 7.5 以上, 随植烟土壤 pH 升高, 烟叶钾含量有升高的趋势; 土壤 pH 在 6.5~7.5 或 5.0 以下, 随植烟土壤 pH 升高, 烟叶钾含量有降低的趋势。

### 参考文献:

- [1] 邓小华, 周清明, 周冀衡, 等. 烟叶质量评价指标间的典型相关分析[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(3): 17-22.
- [2] 邓小华, 周冀衡, 周清明, 等. 不同焦油量烤烟化学成分差异[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(2): 1-7.
- [3] 罗华元, 王绍坤, 常寿荣, 等. 烤烟钾含量与土壤 pH、有机质和速效钾含量的关系[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(3): 29-32.
- [4] 邓小华, 陈冬林, 周冀衡, 等. 湖南烟区烤烟钾含量变化及聚类分析[J]. 烟草科技, 2008(12): 52-56.
- [5] 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.
- [6] 韩锦峰, 朱大恒, 刘华山, 等. 我国烤烟含钾量低的原因及解决途径[J]. 河南农业科学, 2010(2): 32-40.
- [7] 曹志洪. 优质烤烟生产的钾素与微肥[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995.
- [8] 曹志洪, 胡国松, 周秀如, 等. 土壤供钾特性和烤烟的钾肥有效施用[J]. 烟草科技, 1993(2): 33-37.
- [9] 王欣, 许自成, 肖汉乾. 湖南烟区烤烟钾含量与土壤钾素的分布特点之间的关系[J]. 安全与环境学报, 2007, 7(5): 83-87.
- [10] 王树会, 邵岩, 李天福, 等. 云南烟区土壤钾素含量与分布[J]. 云南农业大学学报, 2006, 21(6): 834-837.
- [11] 邓小华, 杨丽丽, 周米良, 等. 湘西喀斯特区植烟土壤速效钾含量分布及影响因素[J]. 山地学报, 2013, 31(5): 519-526.
- [12] 陈江华, 李志宏, 刘建利, 等. 全国主要烟区土壤养分丰缺状况评价[J]. 中国烟草学报, 2004, 11(3): 14-18.
- [13] 王程栋, 王树声, 刘新民, 等. 曲靖烟区土壤化学性状及海拔对烟叶钾含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(4): 25-29.
- [14] 周冀衡, 朱小平. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 1996: 57-89.