

# 湘南典型浓香型烟叶产区烤烟大田生育期气候特征分析

陈 颀<sup>1</sup>, 周清明<sup>1</sup>, 杨虹琦<sup>1\*</sup>, 杨红武<sup>2</sup>, 李宏光<sup>3</sup>, 孙书斌<sup>1</sup>

(1.湖南农业大学生物科学技术学院, 烟草科学与健康重点实验室, 长沙 410128; 2.中国烟草中南农业试验站, 长沙 410128; 3.湖南省烟草公司郴州市公司, 湖南 郴州 423000)

**摘要:** 为揭示与湘南典型浓香型烤烟风格特色密切相关的生态因子, 采用湘南桂阳和江华烟区 1981—2010 年气象观测资料, 以非线性多项式拟合回归方法分析湘南烟区烤烟生育期气候变化特征。研究表明: (1) 桂阳和江华烟区烤烟伸根期气温均低于 15 °C, 日照时数均在 4 h 以下, 日降水量持续上升, 表现出少光多雨, 气温偏低的特点, 其中移栽期和伸根期“低温寡照”是影响湘南典型浓香型烟叶风格特征的主要限制因子。(2) 桂阳和江华烟区成熟期最高气温分别是 29.27 °C 和 28.35 °C, 日均光照时数 6 月下旬后持续增加, 温差也随之增大, 而降雨量逐渐减少, 空气相对湿度逐渐降低, 表现出多光少雨, 气温偏高, 相对湿度低的特点, 其中成熟期“高温逼熟”是影响湘南典型浓香型烟叶风格特征的主要限制因子。湘南烟区成熟期的西南季风和地方焚风是影响浓香型烟叶风格特色彰显的气象因子之一。

**关键词:** 桂阳; 江华; 烤烟; 生育期; 气候

中图分类号: S572.04

文章编号: 1007-5119 (2015) 04-0056-07

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2015.04.010

## Analysis of the Climate Characteristics during Field Growth Period of Tobacco in Producing Areas of the Typical Strong Flavor Type Tobacco Leaves in Xiangnan

CHEN Yi<sup>1</sup>, ZHOU Qingming<sup>1</sup>, YANG Hongqi<sup>1\*</sup>, YANG Hongwu<sup>2</sup>, LI Hongguang<sup>3</sup>, SUN Shubin<sup>1</sup>

(1. The Key Laboratories of Tobacco Technology and Health; College of Biological Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. Tobacco Agricultural Experiment Station of Central-South China, Changsha 410128, China; 3. Chenzhou Tobacco Company of Hunan Province, Chenzhou, Hunan 423000, China)

**Abstract:** In order to reveal the ecological factors that are closely related to the style features of the typical strong flavor type flue-cured tobacco in Xiangnan, we analyzed the climate change characteristics during tobacco growing period of Xiangnan tobacco cultivation areas with a nonlinear polynomial regression method using meteorological data in Guiyang and Jianghua tobacco areas from 1981 to 2010. The results showed that (1) The temperature at the rooting stage of Guiyang and Jianghua districts was below 15 °C, daylight time was less than 4 hours, and daily precipitation kept rising, showing the climate feature of less light with more rain and low temperature. Moreover, the feature of low temperature and less light at transplanting and rooting stages was the main limiting factor that affected the style characteristic of the typical strong flavor tobacco leaves of Xiangnan. (2) The highest temperature at maturity stage of Guiyang and Jianghua area was respectively 29.27 °C and 28.35 °C, and as daylight time continued increasing after late June, the temperature difference increased greatly, while the rainfall reduced, so did the relative air humidity, showing the climate feature of more light with less rain, high temperature and low humidity. Moreover, the feature of high temperature at the maturity stage contributed to the major limiting factor that affected the style characteristic of the typical strong flavor tobacco leaves of Xiangnan. Southwest monsoon and local fohn at maturity stages were also believed to be the meteorological factors that affected style characteristics reveal of the typical strong flavor tobacco leaves in Xiangnan areas.

**Keywords:** Guiyang; Jianghua; flue-cured tobacco; growing period; climate

基金项目: 国家烟草专卖局资助项目“湖南浓香型特色优质烟叶研究与开发”(11-14Aa01, 2013NK3073)

作者简介: 陈 颀 (1987-), 男, 在读博士, 研究方向为烟草栽培生理与生化。E-mail: 229781579@qq.com。\*通信作者, E-mail: csyhq@sina.com

收稿日期: 2014-07-30

修回日期: 2015-01-10

生态环境是影响烤烟生长及香味风格的重要因素之一，各烟叶产区的地理位置决定其所属气候带类型和气象要素的差异，进而决定了其烟叶的风格特色<sup>[1-3]</sup>。张波等<sup>[4]</sup>研究表明，凉山烟区烤烟旺长期的温度和空气相对湿度降低，旺长期日照时数和成熟期降水增多能明显提高烟叶的含钾量。徐庆凯等<sup>[5]</sup>研究表明，江西省烟区烤烟大田生育前期会出现低温寡照、后期有高温烈日或暴雨成灾的不利气候。但受多年气象资料数据短缺等原因，许多研究不同程度地存在不完善，或者不够重视气候的多要素匹配及其时段分配效应等问题。因此，系统研究和分析烟区不同时段气候的多要素互作效应，对揭示气候变化与烤烟风格特色的关系有重要意义。湖南省处于东亚季风气候区的西侧，离海洋较远，加之地形特点导致湖南气候既有大陆性气候的光温丰富特点，又有海洋性气候的雨水充沛、空气湿润特征<sup>[6-8]</sup>。再者湖南气候的季风特征主要表现在多雨期与夏季风的进退密切相关，雨热基本同季，降雨量的年际变化大<sup>[9]</sup>。湘南典型浓香型烟叶产区处在西南季风与东南季风的交汇处，两股季风都有可能对烤烟成熟期的气候产生一定影响。笔者以湘南桂阳和江华两个典型浓香型烟区近30年4项气象资料为例，采用回归分析法中的非线性多项式拟合，分析了湘南典型浓香型产区烤烟不同大田生育期气候特征，以期揭示气候对烟叶生长和品质的影响及指导浓香型特色优质烟叶生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

桂阳烟区位于湖南省郴州市西部，地理坐标为东经 112°13'26"至 112°55'46"，北纬 25°27'14"至 26°13'30"，平均海拔 216 m，多年平均气温 17.4℃，多年平均降水量 1452.1 mm；江华烟区位于湖南省最南端，地理坐标为东经 111°25'至 112°10'，北纬 24°38'至 25°15'，平均海拔 400 m 以下，多年平均气温 18.1℃，多年平均降水量

1550 mm。两地均属于亚热带季风性湿润气候区，具有四季分明、春早多变、夏热期长、秋晴多旱、冬寒期短的特点。

### 1.2 气象资料来源

1981—2010年逐日平均气温、逐日日照时数、逐日平均降水量和逐日相对湿度4项气象资料由桂阳和江华县气象局提供。按照烤烟伸根期（移栽至团棵）旺长期（团棵至现蕾）成熟期（即打顶至采收）的时间划分为3个阶段进行农业气候特征及变化规律分析。其中桂阳和江华烟区移栽及伸根期为每年3月中旬到4月中旬，旺长期为每年4月下旬到5月下旬，成熟期为每年6月上旬到7月中旬，烟叶大田生育期约120 d。本研究范围主要是针对湘南典型浓香型烟叶形成的主要限制因子展开，因而研究对象为大田伸根期和成熟期。

### 1.3 分析方法

非线性趋势分析是指在气象学中，可以用气象要素的时间序列与自然数数列之间的相关系数，来反映要素的变化趋势，可以建立  $y$  与  $ti$  之间的一元多项式回归方程<sup>[10-11]</sup>，假定响应变量  $y$  是自变量  $t$  的  $k$  次多项式： $y_i = \beta_0 + \beta_1 t_i + \beta_2 t_i^2 + \dots + \beta_k t_i^k + \epsilon_i (i=1, 2, 3, \dots, n)$ ，其中  $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ ，用矩阵形式表达  $Y = X\beta + \epsilon_0$ 。如果采用普通最小二乘回归方法转换为线性回归分析，有时会导致随机扰动项的变化，从而影响模型的准确性，则考虑正交多项式模型  $y_i = \beta_0 + \beta_1 \lambda_1 + \beta_2 \lambda_2 + \dots + \beta_k \lambda_k + \epsilon_i (i=1, 2, 3, \dots, n)$ ，式中  $1, \lambda_1(t), \lambda_2(t), \dots, \lambda_k(t)$  分别是  $t$  的 0 次，1 次，...， $k$  次正交多项式。正交多项式回归法的步骤如下：(1) 将自变量  $t$  正交化为  $1, \lambda_1(t), \lambda_2(t), \dots, \lambda_k(t)$  ( $k$  不大于  $t$  的长度)；(2) 作  $y$  关于  $1, 1, \lambda_1(t), \lambda_2(t), \dots, \lambda_k(t)$  的  $k$  元线性回归；(3) 将  $\{1, \lambda_1(t), \lambda_2(t), \dots, \lambda_k(t)\}$  还原成  $\{1, t, t^2, \dots, t^k\}$  的函数；为此，一元正交多项式回归的方法，解决了自变量间的共线性问题，提高模型的准确性和可靠性。

## 2 结果

### 2.1 湘南典型浓香型烟叶产区烤烟伸根期气候变化的主要特征

桂阳和江华烟区烤烟伸根期日平均气候变化趋势如图 1~4 所示。从图 1、2 来看,桂阳和江华烟区 3 月份气温持续低于 15 °C,3 月下旬平均气温才逐渐升至 15 °C 以上,同时日照时数持续低于 4 h,由此可见,湘南烟草移栽后一直处于低温、寡照条件下,势必导致桂阳和江华烟区早花发生概率高。从图 3、4 来看,桂阳和江华烟区在伸根期特别是在 4 月上旬降雨量大,易导致养分流失,不利于根系生长。相对湿度呈现 3 月上旬和 4 月中旬低,3 月中下旬高的变化。

由图 1~4 中日平均气候与时间序列拟合的回归趋势线可知,桂阳和江华烟区烤烟伸根期的均温和日照时数呈相同的非线性变化。其中均温随

着时间的推移而缓慢增加,到一定程度后加速增加;而日照时数随着时间的推移而降低,达到某个值然后又增加。降雨量和相对湿度表现出先增加而后降低的趋势,且都通过了 99.9%显著性检验。说明湘南烟区烤烟伸根前期的均温和日照时数比较低,烤烟生长主要受光温因素的限制,“低温寡照”是影响浓香型烟叶香气风格形成的主要限制因子。

### 2.2 湘南典型浓香型烟叶产区烤烟成熟期气候变化的主要特征

桂阳和江华烟区烤烟成熟期日平均气候变化趋势如图 5~8 所示。桂阳和江华烟区成熟期气温呈明显上升趋势,最高气温分别是 29.27 °C 和 28.35 °C。前人研究表明<sup>[12]</sup>,直接影响作物光合作用的温度不是气温和地温,而是作物的叶温,作物叶温既趋向于环境温度又常常偏离于气温,而

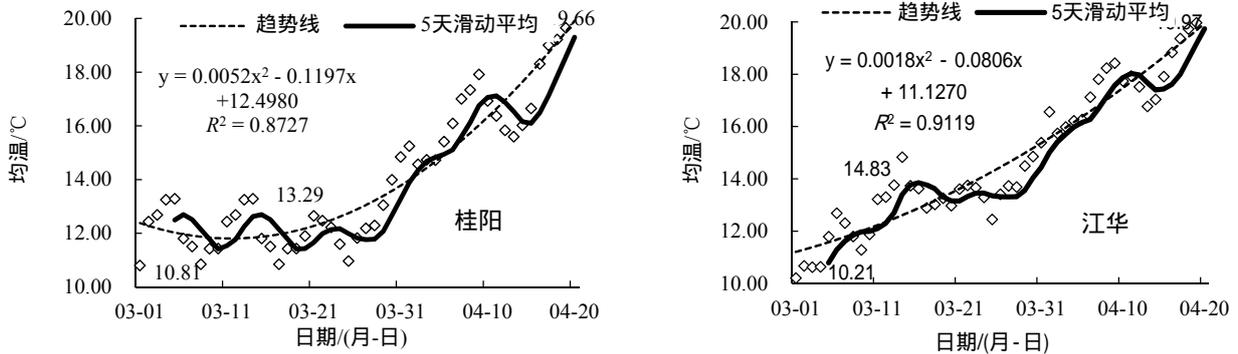


图 1 1981—2010 年桂阳和江华烟区伸根期日平均气温的变化特征

Fig. 1 The change characteristics of average daily temperature at the root spreading stage at Guiyang and Jianghua tobacco-growing areas in 1981-2010

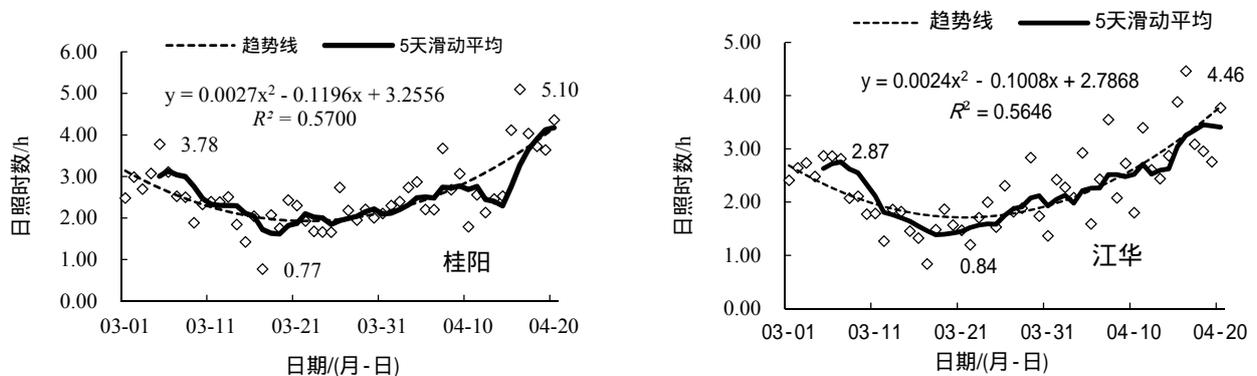


图 2 1981—2010 年桂阳和江华烟区伸根期日平均日照时数的变化特征

Fig. 2 The change characteristics of average daily hours of sunshine at the root spreading stage at Guiyang and Jianghua tobacco-growing areas in 1981-2010

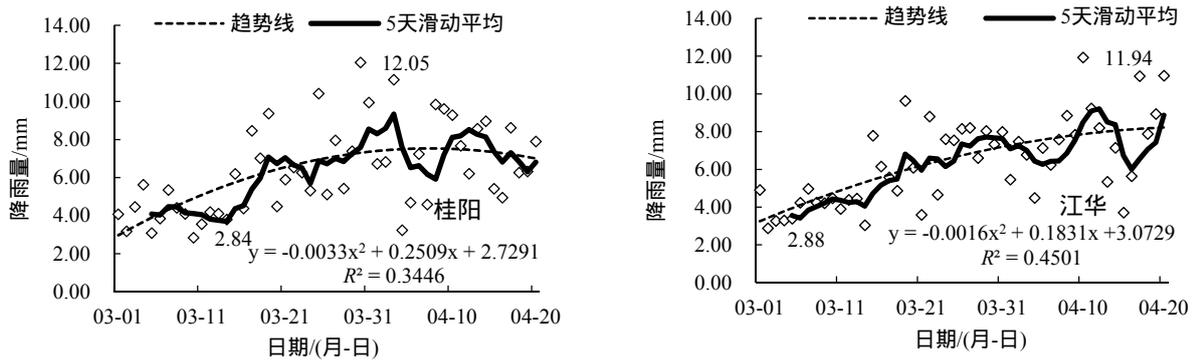


图 3 1981—2010 年桂阳和江华烟区伸根期日平均降雨量的变化特征

Fig. 3 The change characteristics of average daily rainfall at the root spreading stage at Guiyang and Jianghua tobacco-growing areas in 1981-2010

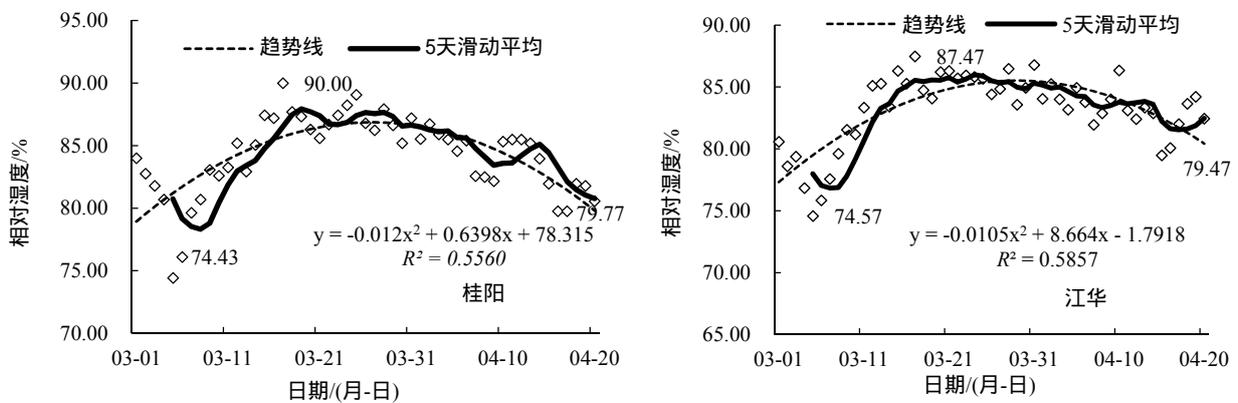


图 4 1981—2010 年桂阳和江华烟区伸根期日平均相对湿度的变化特征

Fig. 4 The change characteristics of average daily relative humidity at the root spreading stage at Guiyang and Jianghua tobacco-growing areas in 1981-2010

且随着光照强度增大和时间延长，叶-气温差有明显增加的趋势<sup>[13]</sup>。虽然湘南烟区烤烟成熟期的平均气温在 30 ℃ 以下，但在长时间高光照和干旱条件下，烤烟的叶温有可能高于气温，并且达到 30 ℃ 以上，进而对烟叶的成熟进程产生影响，导致出现高温逼熟现象。

由图 5—8 中日平均气候与时间序列拟合的回归趋势线可知，桂阳和江华烟区烤烟成熟期的日照时数、降雨量和相对湿度呈相同的非线性变化，其中日照时数从 6 月中旬开始迅速增加，而降雨量与相对湿度随之迅速降低，气温表现出持续增加的趋势，且都通过了 99.9% 的显著性检验。说明湘南烟区烤烟成熟期的气候表现出多光少雨，气温偏高，相对湿度下降的趋势，烤烟成熟进程主要受高光照、高气温和弱降水限制。

### 3 讨论

相关研究表明<sup>[14-15]</sup>，气温降至 10~13 ℃ 时烟苗基本停止生长，大田烤烟生长的最适温度范围为 22~28 ℃。因此，提前移栽期必须采用膜下移栽，以保温促根和防早花，揭膜培土时间选择在 4 月下旬平均气温持续在 20 ℃ 左右时为宜，此时日照时数也达到了 4 h 以上。因此，湘南烟区在烤烟伸根期需采取覆膜移栽和营养调控技术防止烤烟“早花”，对提高烟叶产量有十分重要的意义。

众多研究表明<sup>[16-18]</sup>，对于完整叶片而言，满足光合作用底物 CO<sub>2</sub> 的供应至关重要。细胞内 CO<sub>2</sub> 的供应速率主要受叶片表面气孔大小的控制，而气孔的开闭与空气相对湿度的关系尤为密切。湘南典型浓香型中部烟叶的还原糖含量多年均值为

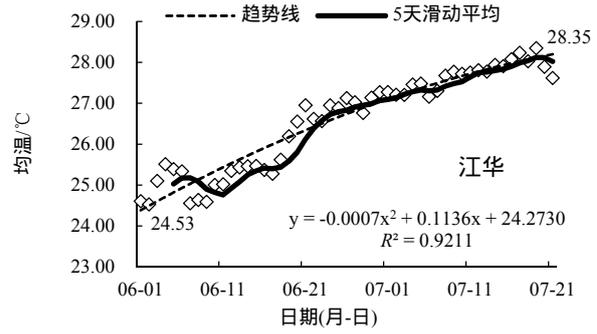
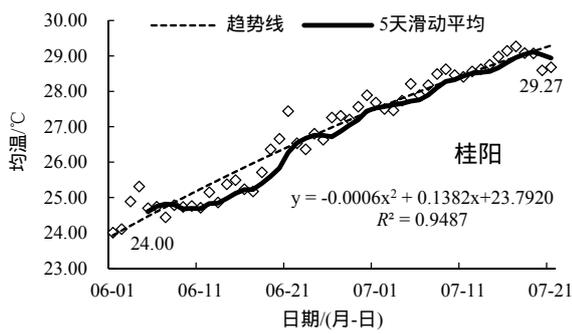


图5 1981—2010年桂阳和江华烟区成熟期日平均气温的变化特征

Fig. 5 The change characteristics of average daily temperature at the maturing stage at Guiyang and Jianghua tobacco-growing areas in 1981-2010

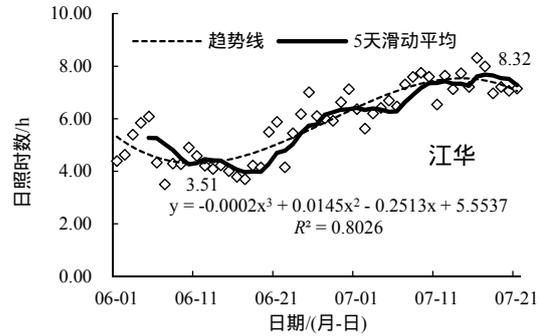
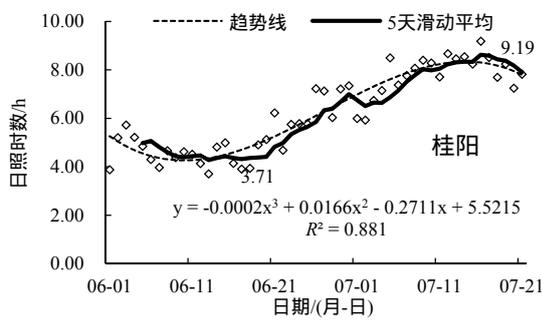


图6 1981—2010年桂阳和江华烟区成熟期日平均日照时数的变化特征

Fig. 6 The change characteristics of average daily hours of sunshine at the maturing stage at Guiyang and Jianghua tobacco-growing areas in 1981-2010

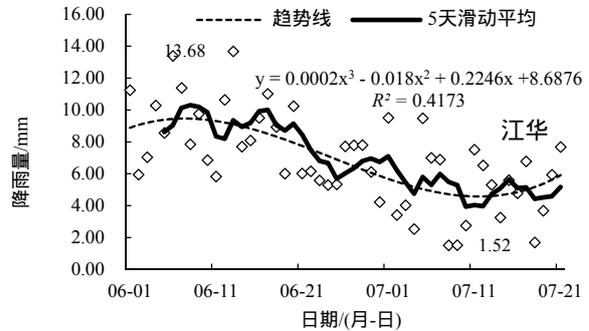
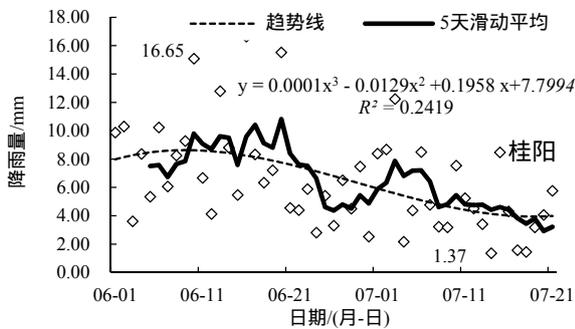


图7 1981—2010年桂阳和江华烟区成熟期日平均降雨量的变化特征

Fig. 7 The change characteristics of average daily rainfall at the maturing stage at Guiyang and Jianghua tobacco-growing areas in 1981-2010

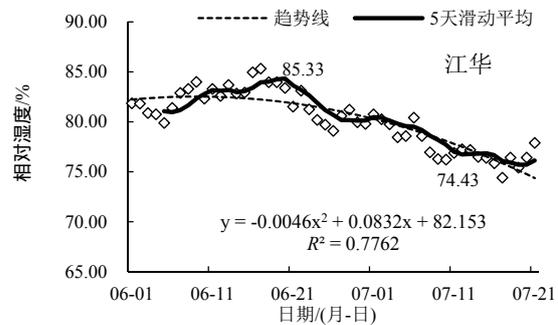
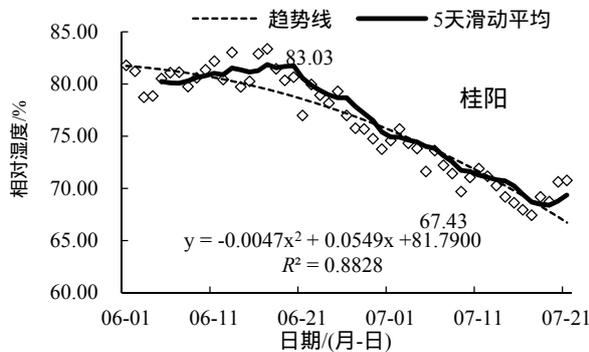


图8 1981—2010年桂阳和江华烟区成熟期日平均相对湿度的变化特征

Fig. 8 The change characteristics of average daily relative humidity at the maturing stage at Guiyang and Jianghua tobacco-growing areas in 1981-2010

22.61%<sup>[19]</sup>，而全国范围多年均值为 26.01%，全省范围多年均值为 25.63%<sup>[20]</sup>。由此可见，湘南浓香型烤烟具有糖含量偏低的特征可能与成熟期空气相对湿度低，导致气孔关小，细胞内 CO<sub>2</sub> 浓度降低，固定 CO<sub>2</sub> 的卡尔文循环受阻相关。再加上湘南烤烟成熟期多光少雨，气温偏高，空气湿度持续降低，造成烤烟呼吸作用加快，烟株体内还原糖分解转化率增加，最终导致湘南烟叶普遍还原糖含量较低<sup>[19]</sup>。

湘南典型浓香型烟叶产区烤烟成熟期出现烟叶快速成熟落黄现象，这可能是 6 月中下旬至 7 月中旬西南季风和地方性焚风导致相对湿度下降所致。农业气象学研究<sup>[21-23]</sup>表明，焚风效应发生在夏季可加速谷物成熟。因此，可以说“地方风”是湘南浓香型烤烟风格特色形成的主要气候因素之一，也可以说“焚风逼熟”与“高温逼熟”现象的综合作用，是影响浓香型烤烟质量的限制因子之一。云南烟区主要受西南季风的影响，一般在 6 月中下旬进入雨季。当西南风跨过云贵高原进入湖南烟区，就会形成干热气流，产生焚风效应。此外，我们对湘南烟区焚风效应发生规律的研究表明，湘南烟区烤烟成熟期是否发生高温逼熟现象与云南烟区雨季来临的时间有关。云南烟区干旱或雨季推迟，干热气流进入湘南烟区的时间也随之推迟到烤烟成熟采收以后，因而不会对烟叶品质造成影响；反之，如果云南多雨或雨季提前，干热气流进入湘南烟区的时间与烤烟成熟期相遇，就会发生高温逼熟现象，这也就是湘南烟区烤烟高温逼熟现象并不是每年发生的原因。本文仅对影响湘南典型浓香型烟叶产区烤烟大田生育期的限制气象因子的进行了分析，有关气象因子对湘南典型浓香型烟叶产量、品质等方面的影响还有待进一步研究。

## 4 结 论

湘南桂阳和江华烟区大田伸根期气候少光多雨、气温偏低，容易引发烟草早花现象，其中移栽期和伸根期的“低温寡照”是影响湘南典型浓香型

烟叶风格特征的主要限制因子；湘南桂阳和江华烟区大田成熟期气候表现出“多光少雨、气温偏高，相对湿度偏低”，容易造成烟叶“高温逼熟”，其中成熟期的光、温和水均是影响湘南典型浓香型烟叶风格特征的主要限制因子。

## 参考文献

- [1] 李天福, 王树会, 王彪, 等. 云南烟叶香吃味与海拔和经纬度的关系[J]. 中国烟草科学, 2005, 26(3): 22-24.
- [2] Shaoyong Chen, Yuanyuan Shi, Yuzhen Guo, et al. Temporal and spatial variation of annual mean air temperature in arid and semiarid region in northwest China over a recent 46 year period[J]. Journal of arid land, 2010, 2(2): 87-97.
- [3] Davson J P, Racherla P N, Lynn B H, et al. Simulating present-day and future air quality as climate changes: model evaluation[J]. Atmospheric Environment, 2008, 42(2): 4551-4566.
- [4] 张波, 王树声, 史万华, 等. 凉山烟区气象因子与烤烟烟叶化学成分含量的关系[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(3): 13-17.
- [5] 徐庆凯, 张正扬, 王能如, 等. 江西省烟区气候特征分析比较[J]. 中国农学通报, 2013, 29(34): 44-49.
- [6] 邓小华, 邓井青, 肖春生, 等. 湖南产区浓香型烟叶香韵分布[J]. 中国烟草学报, 2014, 20(2): 39-46.
- [7] 杨园园, 史宏志, 杨军杰, 等. 基于移栽期的气候指标对烟叶品质风格的影响[J]. 中国烟草科学, 2014, 35(6): 21-26.
- [8] 许自成, 黎妍妍, 肖汉乾, 等. 湘南烟区生态因素与烤烟质量的综合评价[J]. 植物生态学报, 2008, 32(1): 226-234.
- [9] 严斧. 作物光温生态[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 100-105.
- [10] 赵增炜, 刘岭, 王文昌. 非线性回归的线性拟合加权最小二乘估计[J]. 中国医院统计, 2008, 15(1): 1-2.
- [11] 卢静波, 吴艺能. 非线性回归模型的线性变化和正交多项式回归[J]. 统计与决策, 2009(23): 13-14.
- [12] 韩湘玲, 曲曼丽. 作物生态学[M]. 北京: 气象出版社, 1991.
- [13] 李强征, 李国臣, 于海业, 等. 温室内黄瓜叶温变化特性的试验研究[J]. 农机化研究, 2006(8): 144-146.
- [14] 韩锦峰. 烟草栽培生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [15] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.

- [16] Li J, Terzaghi W, Deng X W. Genomic basis for light control of plant development[J]. *Protein Cell*, 2012, 3(2): 106-116.
- [17] 郑明. 光照强度对烤烟生长发育和叶片组织结构及品质影响的研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2010.
- [18] 云菲, 刘国顺, 史宏志. 光氮互作对烟草气体交换和部分碳氮代谢酶活性及品质的影响[J]. *作物学报*, 2010, 36(3): 508-516.
- [19] 邓小华, 周冀衡, 李晓忠, 等. 湘南烟区烤烟常规化学指标的对比分析[J]. *烟草科技*, 2006(9): 22-26.
- [20] 中国烟草总公司郑州烟草研究院. 中国烟草质量白皮书 2006—2010[R]. 中国烟草总公司郑州烟草研究院, 2010.
- [21] 黄中艳, 朱勇, 邓云龙, 等. 云南烤烟大田期气候对烟叶品质的影响[J]. *中国农业气象*, 2008, 29(4): 440-445.
- [22] 罗哲贤. 中国西北干旱气候动力学引论[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 90-100.
- [23] 连志鸾, 高连山, 赵彦厂, 等. 石家庄夏季持续高温灾害的气候特征及形成机理[J]. *中国农业气象*, 2008, 29(4): 387-391.

## 《中国烟草学报》2015年第4期目次

### 烟草与烟气化学

- 不同类型烟叶中游离二肽的组成及含量差异分析.....何庆, 朱栋梁, 张晓宇, 等
- LC-MS/MS 法测定水基胶中的 3 种异噻唑啉酮类防腐剂.....卢昕博, 肖卫强, 许高燕, 等
- 卷烟主流烟气中无机态 As(III)和 As(V)的形态分析.....周茂忠, 范允, 张悠金, 等

### 制造技术

- 亚临界萃取技术在卷烟减害降焦中的应用研究.....田海英, 董艳娟, 蔡莉
- 造纸法再造烟叶工艺流程中 5 种多酚的变化.....孙德坡, 王昆森, 赵伟, 等

### 农艺与调制

- 烤烟和白肋烟互换调制方法对烟叶中性香气物质含量及感官质量的影响.....张广东, 史宏志, 杨兴有, 等
- 烟草成熟期土壤细菌群落结构及多样性.....李小林, 李强, 彭卫红, 等
- 湖南桂阳和桑植烟区烤烟生育期气温及降水特征.....陈颀, 周清明, 杨虹琦, 等
- 湘西烟区翻压不同绿肥品种的生态和烤烟效应.....田峰, 陆中山, 邓小华, 等
- 恩施烟区烟田生态系统 CO<sub>2</sub> 通量变化特征分析.....戴衍晨, 王瑞, 张继光, 等
- 烤烟组培苗与常规苗大田防御酶活性的比较.....许冬梅, 王维, 陈建军, 等
- 不同氮素形态对烟草硝态氮含量和 TSNA 形成的影响.....孙温淑, 杨军杰, 周骏, 等

### 经济与管理

- 烟草商业企业精益物流评价体系研究.....刘毅, 曾华
- 卷烟营销市场化取向改革政策研究.....郭兴堃, 李健, 郭靖, 等
- 基于工商协同的卷烟月度投放量预测模型.....华勇
- 烟草行业主数据平台建设方法研究.....冯云, 王宇山, 谈宁韩

### 现代烟草农业

- 烟叶家庭农场发展的影响因素分析——基于山东省潍坊市 542 家烟叶家庭农场的调查.....任重, 李现道, 薛兴利, 等
- 我国烟草种植业的效率评价.....蔡瑞林, 陈万明, 朱广华, 等

### 生物技术

- 烟草牻牛儿苗基牻牛儿苗焦磷酸合成酶基因的克隆及其功能研究.....魏攀, 夏玉珍, 史艳梅, 等