

近 51 年遵义县气候变化对烤烟移栽期的影响

邱雪柏, 尹鹏达, 陈伟, 丁福章, 梁贵林, 李建伟, 潘文杰*

(贵州省烟草科学研究院, 贵阳 550081)

摘要: 本研究利用 1961—2011 年遵义县气象观测站的 3—9 月气象资料, 分析了气温和降水量的气候倾向率和累积距平率, 并应用 Thornthwaite Memorial 模型计算气候生产力对烤烟生育期内气温和降水量变化的响应情况, 由此探讨烤烟的最佳移栽期。结果表明: (1) 9 月中旬气温普遍低于烤烟生长适宜温度, 不利于烤烟成熟期干物质及营养成分的合成和积累; (2) 6—8 月温度适宜, 月均降雨量能够满足烤烟需求, 7—8 月降雨呈增加趋势, 但集中度较高; (3) 满足烤烟移栽条件的起始日期为 4 月 10 日左右, 气候生产力分析表明, 4 月 20 日移栽优于 4 月 10 日。综上可知, 2012 年遵义县最佳移栽日期为 4 月 20 日左右开始, 最迟在 5 月 1 日之前完成。

关键词: 烤烟; 移栽期; 气候变化; 遵义县

中图分类号: S572.045

文章编号: 1007-5119(2013)04-0036-06

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2013.04.008

Effect of Climate Change on Transplanting Time of Flue-cured Tobacco in Zunyi County during 51 Years

QIU Xuebai, YIN Pengda, CHEN Wei, DING Fuzhang, LIANG Guilin, LI Jianwei, PAN Wenjie*

(Guizhou Tobacco Research Academy, Guiyang 550081, China)

Abstract: Climatic tendency and accumulative anomaly percentage of temperature and precipitation were calculated by using the climate data from March to September (1961-2011) from climate station in Zunyi county, and response of the climate productivity to temperature and precipitation changes during the growth period of flue-cured tobacco was calculated by using the Thornthwaite Memorial model, so that the best transplanting time could be identified. The results showed that the temperature in middle September was generally lower than the best temperature for the growth of flue-cured tobacco, which was not favorable for the accumulation of dry matters and nutrient components during the maturation stage. The temperature from June to August and monthly precipitation were favorable to the growth of flue-cured tobacco. The precipitation increased from July to August but did not well distribute. Although the earliest day for flue-cured tobacco transplanting was April 10, the analysis of climate productivity showed that April 20 would be better than April 10. Therefore, we propose that the best starting date for tobacco transplanting in Zunyi county should April 20, but no later than May first.

Keywords: flue-cured tobacco; transplanting time; climatic change; Zunyi county

遵义县位于贵州北部, 属于亚热带湿润季风气候, 四季分明, 是贵州省烤烟的主产区之一。烤烟是一种移栽作物, 不同移栽期内气候因素是影响烤烟农艺性状和化学成分变化的主要因素之一^[1]。近些年随着气候变暖, 当地烤烟种植传统的移栽日期已经无法满足烤烟的正常生长, 而移栽期过早, 烟

苗易遭受晚春低温霜冻, 易导致早花, 降低移栽成活率, 减产降质; 移栽期偏晚, 则浪费春季有效的光热水资源, 烟叶成熟期气温低, 烘烤后易挂灰, 而且后期往往因为热量条件不足, 造成烟叶产量低, 品质差^[2]。因此, 通过了解遵义县气候变化特征与趋势, 达到有效利用气候资源, 趋利避害, 合

基金项目: “十二五”国家烟草专卖局特色优质烟叶开发重大专项“中间香型特色优质烟叶科学保障大田生长时间配套技术研究”(TS-02-20110015)

作者简介: 邱雪柏, 男, 硕士, 主要从事烟草栽培研究。E-mail: qiuxb99@gmail.com。*通信作者, Email: wenjiepan@163.com

收稿日期: 2012-05-14

修回日期: 2013-02-26

理选择移栽期是当前遵义县烤烟急需解决的问题之一。本研究拟通过对遵义县 1961—2011 年 3—9 月逐候和逐旬的气温和降雨的分析及 Thornth waite Memorial 气候生产力模型, 研究遵义县近 51 年来的气候变化规律和 2001—2011 年的气候生产力情况, 依据气候条件采用倒推的方法并结合气候生产力确定烤烟的最佳移栽期, 以期为遵义县烤烟优质适产提供量化依据。

1 材料与方 法

1.1 数据来源

选取遵义县气象台站 1961—2011 年逐候、逐旬的平均气温、降水量和日照时数, 其中 1961—2000 年为逐候气候资料, 2001—2011 年为逐旬的气候资料。

1.2 方法

1.2.1 气候倾向率 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 (也称趋势系数), 来反映气象要素的长期倾向性变化。该趋势系数是一元线性回归系数 $y(t)=at+b$, 式中 t 为时间序列 (单位: a), 趋势变化率为 $dy(t)/dt=a$ 。把 $a \times 10$ 作为气候变化倾向率, 单位为 $/10a$ 。其参数采用最小二乘法求得。该趋势系数消去了气象要素的均方差和单位对线性回归系数数值大小的影响, 因此可以比较不同气象要素和不同地区之间的趋势变化程度^[3]。

1.2.2 距平百分率 距平百分率是一种常用的、由曲线直观判断变化趋势的方法。对于序列 x , 某时刻 t 的累积距平表示为^[4]:

$$\hat{x}_t = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \quad (t = 1, 2, \dots, n)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

计算 n 个时刻的距平值, 通过距平图可以反映气象要素的变化趋势, 并可以直观划分变化的阶段性。

1.2.3 Thornth waite Memorial 模型 气候生产力就是由气候因素决定的平均第一生产力的能力 (即

干物质量), 反映了某地在特定的气候背景之下农业生产所具备的基础生产力^[5]。本研究选用比较成熟和通用的 Thornth waite Memorial 模型来计算遵义县气候生产力, 其公式^[6]为:

$$W_v = 3000(1 - e^{-0.0009695(V-20)})$$

$$V = 1.05R / [1 + (1.05R/L)^2]^{1/2}$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

式中: T 为年平均温度 ($^{\circ}\text{C}$); R 为年降雨量 (mm); $e=2.7183$; W_v 为 T 、 R 交互影响下的气候生产力, 即干物质量 (kg/hm^2)。

2 结 果

2.1 烤烟各生育期对气象条件的基本需求

烤烟是喜温作物, 烤烟生长的温度范围较大, 生长最快的温度为 31°C 左右, 最适宜的温度为 $22\sim 28^{\circ}\text{C}$ ^[7], 低于 17°C 生长缓慢, 高于 35°C 干物质消耗大于积累, 烟碱含量增高。烤烟生育前期, 如日平均气温低于 18°C , 将抑制生长, 导致早花, 造成减产降质。一般认为, 要获得品质优良的烟叶, 叶片成熟阶段的日平均气温不应低于 20°C , 而较理想的日平均气温为 24°C 左右^[8]。

烤烟是一种喜光作物, 充足而不强烈光照, 对于烟叶品质有利, 尤其是旺长期, 充足的光照能增加干物质的积累, 到成熟期, 充足而和煦的光照是生产优质烟叶的必要条件^[9]。

降水对烤烟的影响, 不仅仅表现为全生育期降水量的多少, 还表现为生育期各阶段雨量的分布对产量品质的影响更大。烤烟在旺长期以前, 烟株小, 耗水量低, 适度干旱能促进根系发育, 此时的月降水量以 $80\sim 100\text{mm}$ 较为理想。旺长期耗水量最大, 此期如水分过于亏缺, 则会严重降低烟叶产量与质量。在降水量分布比较均匀的情况下, 月降水量 $100\sim 200\text{mm}$ 即可满足需要。成熟期降水量的多少对烟叶质量影响最为显著, 降水量过少, 烟叶厚而粗糙, 烟叶含糖量低而烟叶中的烟碱与含氮化合物的含量却高。如多雨寡照, 则烟叶薄且难烘烤, 烟碱含量低, 香气平淡。此期月降水量为 100mm 左右较为理想^[10]。

2.2 遵义县9月份气温的分布

由表1可知,9月份遵义县气温低于20℃的天数逐渐增多,尤其是在9月中旬开始急剧增加。温度低于20℃将严重影响烤烟上部叶的干物质积累和开片程度及烘烤等,从而影响了烤烟上部叶的产量和品质。因此,烤烟成熟期最多延迟到9月上旬,不宜安排在9月中旬以后。

表1 51年中9月份温度出现低于20℃的频率

Table 1 Frequency of September temperature below 20℃ during the past 51 years

年份	上旬/%		中旬/%		下旬/%	
	1候	2候	3候	4候	5候	6候
1961—2000	7.50	10.00	37.50	65.00	67.50	80.00
2001—2011	10.00		20.00		50.00	

注:5d为候,1候表示为每个月的1—5日,2候表示为每个月的6—10日,以此类推,下同。1961—2000年为候频率,2001—2011年为旬频率。

2.3 遵义县7—8月光、温和水分的分布

由表2可知,遵义县7—8月均温大多为20~28℃,符合烤烟生长的最适宜温度。由表3可知,1961—2011年遵义县7月和8月的月总降雨量低于80mm及大于120mm出现的频率,其中近11年(2001—2011年,下同)7月和8月降雨量低于80mm出现的频率是前40年(1961—2000年,下同)出现频率的2倍左右,降雨量大于120mm的频率7月份略有增加,8月份略有降低。通过降雨倾向率可以看出7月和8月的降雨量呈增加的趋势,其中7月增加的趋势最为明显,月降雨量基本上保持在100~200mm左右。通过图1可以看出,1961—1994年7—8月的总日照时数大多在平均值之上,日照相对较多;1995—2010年大多在平均值以下,日照相对较少;

表2 51年中7—8月温度在20~28℃的频率

Table 2 Frequency of temperature between 20 and 28℃ from July to August during the past 51 years

年份	月份	上旬/%		中旬/%		下旬/%	
		1候	2候	3候	4候	5候	6候
1961—2000	7	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	8	100.00	100.00	97.50	100.00	97.50	97.50
2001—2011	7	100.00		100.00		100.00	
	8	100.00		90.91		100.00	

注:1961—2000年为候频率,2001—2011年为旬频率。

表3 51年中7—8月降雨量小于80mm和大于120mm出现的次数及气候倾向率

Table 3 Frequency of rainfall below 80mm and above 120mm, and climatic tendency from July to August during the past 51 years

年份	月份	小于80mm次数	频率/%	大于120mm次数	频率/%	降雨倾向率
1961—2000	7	7	17.50	25	62.50	7.748
	8	15	37.50	16	40.00	
2001—2011	7	4	36.36	7	63.64	0.408
	8	7	63.64	4	36.36	

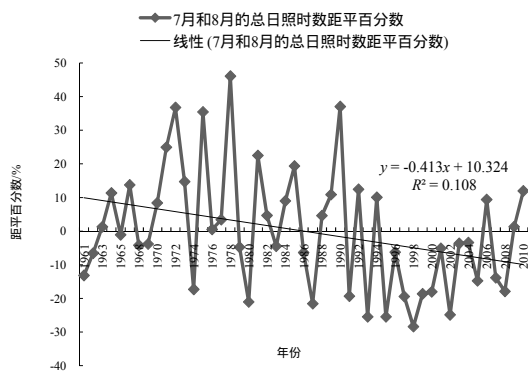


图1 49年中7—8月的总日照时数距平百分率

Fig. 1 Anomaly percentage of total sunshine duration from July to August during the past 49 years

注:1967年和2011年缺失数据。

日照相对较少,但是仍然大于烤烟成熟期对日照需求的下限值(300)^[11]。

2.4 遵义县3—5月温度、有效降雨倾向率及频率分布

2.4.1 3—5月均温和降雨的气候倾向率 本研究中利用1961—2011年3—5月旬均温和旬总降雨量的原始数据分析其趋势变化,结果见表4。从表可知,3月上、下旬,4月上、中旬及5月上旬均温的倾向率为正值,即逐年上升的趋势;3月中旬、4月下旬、5月中、下旬均温倾向率为负值,即逐年降低的趋势。总体上看3—4月中旬的均温是逐年

表 4 3—5 月气候倾向率

Table 4 Climatic tendency within March and May

气候倾向率	3 月上旬	3 月中旬	3 月下旬	4 月上旬	4 月中旬	4 月下旬	5 月上旬	5 月中旬	5 月下旬
旬均温	0.171	-0.126	0.184	0.245	0.106	-0.126	0.335	-0.012	-0.16
旬降雨	-0.399	-0.615	1.894	-3.129	-3.663	-5.706	4.389	-4.385	-6.248

上升。降雨倾向率只有 3 月下旬和 5 月上旬为正值，其余均为负值，表明 3—5 月的降雨总量逐年降低。
 2.4.2 3—5 月温度、有效降雨的频率分布 烤烟移栽时需要温度稳定通过 13℃，并且在烤烟移栽后的还苗期（10 d 左右）内需要一次有效降雨（>10 mm），才能使得烟苗成活。通过表 5 可以看出，遵义县稳定通过 13℃是在 4 月 4 候（4 月 16—20 日），其中有 15% 的机率出现小于 13℃的低温天气。通过表 6 可以看出，1961—2000 年在达到温度条件后，

4 月 4 候以后首次出现有效降雨的时间分布，4 候出现 24 次占 40 年的 60%，5 候出现 8 次占 20%，占总体的 80%。通过表 7 可以看出，2001—2011 年遵义县稳定通过 13℃是在 4 月中旬（4 月 10—20 日），其中有 9.09% 的机率出现小于 13℃的低温天气。通过表 8 可以看出，在达到温度条件后，4 月中旬以后首次出现有效降雨的时间分布，4 月中旬出现 3 次占 11 年的 27.27%，4 月下旬出现 7 次占 63.64%，占总体的百分之 90% 以上。

表 5 1961—2000 年 3—5 月侯均温大于 13℃及有效降雨（>10 mm）的频率分布

Table 5 Frequency distribution of efficient rainfall (>10mm) and mean temperature per 5 days above 13℃ within March and May, 1961-2000

项目	月份	1 候/%	2 候/%	3 候/%	4 候/%	5 候/%	6 候/%
侯均温>13℃的频率	3	10.00	7.50	20.00	30.00	25.00	32.50
	4	47.50	57.50	52.50	85.00	92.50	100.00
	5	97.50	97.50	100.00	100.00	100.00	100.00
出现有效降雨频率	4	57.50	57.50	55.00	62.50	55.00	57.50
	5	72.50	65.00	67.50	70.00	72.50	92.50

表 6 1961—2011 年温度通过 13℃后有效降雨的频率分布

Table 6 Frequency distribution of efficient rainfall with temperature above 13℃ from 1961 to 2011

时间	次数	频率/%
4 月 4 候	24	60.00
4 月 5 候	8	20.00
4 月 6 候	3	7.50
5 月 1 候	3	7.50
5 月 2 候	1	2.50
5 月 3 候	1	2.50

表 7 2001—2011 年 3—5 月旬均温小于 13℃及有效降雨 (>20 mm) 的频率分布

Table 7 Frequency distribution of efficient rainfall (>20mm) and dekad average of temperature below 13℃ within March and May

项目	月份	上旬/%	中旬/%	下旬/%
旬均温 < 13℃的频率	3	100.00	72.73	54.55
	4	36.36	9.09	0.00
	5	0.00	0.00	0.00
旬降雨 > 20 mm 的频率	4	18.18	27.27	90.91
	5	72.73	72.73	72.73

表 8 2001—2011 年温度通过 13℃后有效降雨的频率分布

Table 8 Frequency distribution of efficient rainfall after temperature above 13℃ in 2001-2011

时间	次数	频率/%
4 月上旬	0	0.00
4 月中旬	3	27.27
4 月下旬	7	63.64
5 月上旬	1	9.09
5 月中旬	0	0.00
5 月下旬	0	0.00

2.5 遵义县 2001—2011 年气候生产力分析

通过 Thornth waite Memorial 模型计算得出了遵义县烤烟气候生产力（表 9），为了保证模型计算所得结果更加符合实际生产情况，本文中此模型所需数据采用了生育期内的均温和总降雨量，分别将 4 月 10 日和 4 月 20 日作为移栽起始日期，按照大田生育期 120 d 和 130 d 分别计算了气候生产力。

表 9 2001—2011 年不同移栽期的气候生产力
Table 9 Climate productivity at different transplant stages in 2001-2011

移栽期/ (月-日)	生育 期/d	年气候生产力/(kg·hm ⁻²)										最大值出 现频率/%	
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		2011
04-10	120	1217.8	1420.0	1172.0	1239.6	1025.5	924.3	1111.4	1478.1	1104.4	1172.0	858.7	36.36
	130	1241.2	1552.7	1196.0	1282.9	1112.2	939.1	1115.6	1498.1	1107.4	1208.3	860.2	
04-20	120	1239.1	1551.2	1166.6	1256.8	1096.0	940.1	1092.5	1502.4	1047.9	1192.9	833.4	63.64
	130	1243.1	1558.0	1169.4	1293.5	1110.6	948.0	1228.3	1530.9	1098.4	1229.6	860.1	

由表 9 可以看出, 生育期 130 d 的气候生产力均略高于 120 d, 11 年中气候生产力较大值出现在 4 月 20 日移栽的有 7 次, 占 63.64%, 出现在 4 月 10 日移栽的有 4 次, 占 36.36%。

3 讨 论

烤烟大田生育期一般为 120~130 d, 烤烟的大田生长大致可以分为 3 个阶段, 即伸根期 (30~35 d)、旺长期 (30 d) 和成熟期 (60~65 d)。

成熟期烤烟对温度需求保持在 20~28 °C, 月降雨量大约在 100 mm 左右, 总日照时数 (非干旱年份) 250~300 h 为宜^[12]。根据遵义县 3—9 月温度和降雨, 及 7、8 月日照时数的气候特征及分布规律, 通过倒推生育期的方法, 对移栽期进行初步选择。通过表 1 可知, 9 月份开始遵义县的温度逐渐降低, 而且容易出现秋霜和秋冻等现象, 烤烟的适宜生长需要温度在 20 °C 以上, 低于适宜温度不仅影响烤烟上部叶碳水化合物的代谢和运输^[13], 而且随着后期温度的逐渐降低, 受到严重冻伤的叶片其烘烤调制后的还原糖含量下降, 淀粉含量增加^[14], 从而严重影响了烤后烟叶的品质; 同时低温也将增加烘烤过程中的成本, 降低了烟农的收益。通过表 2 可知, 遵义县 7、8 月温度一般保持在 30 °C 以下, 出现高于 35 °C 的天气比较罕见, 而低于 20 °C 的机率最高也只有 8 月中旬约 10% 的频率出现, 大多数时间温度都保持在最适宜温度 20~28 °C。成熟期烤烟对降雨的月需求量一般保持在 80~120 mm 为适宜, 月降雨量小于 80 mm 是不能满足烤烟成熟期的正常需求, 大于 120 mm 使得大田积水过多, 可能导致烤烟推迟成熟及影响叶片的开片程度等现象, 少量或过量降雨都会造成烤烟产质量的下降。通过表 3 可

知, 7、8 月的降雨分布不均, 7、8 月的降雨是多集中于 1 天或几天完成, 而且这种趋势将逐渐增加。通过降雨倾向率可以看出 7、8 月的降雨量呈增加的趋势, 尤其是 7 月份, 降雨量基本上满足了烤烟成熟期的需求。由图 1 可知, 遵义县 7—8 月的总日照时数虽然呈减少的趋势, 但是仍然大于烤烟成熟期对日照的最低需求。因此, 7—8 月份遵义县的气候符合烤烟成熟期的正常需求, 具有适宜的温度、足量的降雨和充足的日照, 同时还要配合相应的栽培措施来改善田间的持水量。因此, 烤烟成熟期 60~65 d 最迟在 9 月 5 日左右, 最佳在 8 月 31 日左右完成。

旺长期烤烟对温度需求保持在 20~28 °C, 月降雨量大约在 100~200 mm 左右, 这个阶段主要因素是温度和降雨, 因此本研究未对日照时数进行分析, 而且遵义县平均海拔 800 m 左右, 日照相对充足。通过表 4 可知, 6 月份上旬和中旬有可能出现低于 20 °C 的天气, 频率分别为 37% 和 10% 左右。通过表 5 可知, 虽然 6 月份降雨倾向率为负值, 但是烤烟旺长期的适宜降雨量近 11 年比前 40 年的频率有所增加。近 11 年有效降雨来临日期早于前 40 年, 这表明遵义县的雨季可能有所提前, 近 11 年主要集中在 6 月上旬和中旬。因此, 烤烟旺长期 30 d 最迟在 7 月 1 日左右, 最佳在 6 月 25 日左右完成。通过以上分析得出, 烤烟伸根期和还苗期 30~35 d 最迟应该在 6 月 1 日左右, 最佳在 5 月 25 日左右完成。

适宜的移栽期是烤烟增产提质的前提条件。本研究中表 4、5 和 7 表明了 3—5 月温度和降雨的气候倾向率, 及遵义县稳定通过 13 °C 的日期。通过表 6 和表 8 分析了前 40 年和近 11 年的气温稳定通

过 13℃ 后有效降雨的分布特征及频率得出，有效降雨日期前 40 年主要集中在 4 月 16 日（4 候）至 4 月 25 日（5 候），近 11 年主要集中在 4 月中旬和下旬。因此，遵义县的移栽终止期最迟应该在 5 月 1 日之前，最佳在 4 月 25 日左右完成。通过表 5 和表 7 可以看出，前 40 年遵义县稳定通过 13℃ 是在 4 月 4 候，近 11 年是在 4 月中旬。通过表 9 可知，近 11 年内气候生产力较大值主要集中在 4 月 20 日移栽。因此，确定 2012 年遵义县移栽的最佳起始日期可以在 4 月 10 日至 4 月 20 日，并且结合当地天气预报情况，进行最终的确定。

4 结 论

烤烟在移栽期及整个生育期对光温水等气候条件具有特定需求，为了节省农民的成本和劳动力、提高烤烟的产质量、并最大化利用光温水的资源。本研究得出遵义县最佳移栽日期为 4 月 20 日左右开始，最迟在 5 月 1 日之前完成，整个生育期在 9 月中旬之前结束，此时段移栽的烟苗整个生育期内气候条件是比较符合烤烟各阶段生长的需求，有利于烤烟协调内在化学成分和干物质累积等。同时移栽前应当结合当地天气预报，确定更为精确的移栽日期。

参考文献

- [1] 齐飞, 刘国顺, 史宏志, 等. 移栽期对烤烟化学成分及成熟烟叶组织结构的影响[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(3): 37-41.
- [2] 刘德育, 孙广玉, 蔡淑燕. 移栽期对烤烟叶片组织结构的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(12): 187-189.
- [3] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 69-72.
- [4] 姚正兰, 姚熠. 近 48 年来遵义市气候变化的特征分析[J]. 中国农业气象, 2010, 31(2): 194-199.
- [5] 郭小芹, 刘明春. 河西走廊近 40 年气候生产潜力特征研究[J]. 中国沙漠, 2011, 31(5): 1323-1329.
- [6] 林慧龙, 王军, 徐震. 草地净第一性生产力与 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 年积温、湿润度指标间的关系[J]. 草地科学, 2005, 22(6): 8-10.
- [7] 彭新辉, 易建华, 周清明. 气候对烤烟内在质量的影响研究进展[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(1): 68-72.
- [8] 李腹广, 田野, 蒋斌, 等. 黔西南优质烤烟基地的气候与适宜移栽期研究[J]. 云南地理环境研究, 2007, 19(增刊): 5-10.
- [9] 郭松, 许自成, 苏永士, 等. 豫西烟区烤烟生育期 35 年日照时数的变化特征[J]. 中国农业气象, 2010, 31(4): 558-562.
- [10] 冉法芬, 王海涛, 许自成, 等. 许昌烟区气候变化趋势和不同移栽期下气候适生性的综合评价[J]. 河南农业大学学报, 2010, 44(2): 217-223.
- [11] 张楠楠, 桑建人, 杨侃, 等. 宁夏中雨及以上降水过程气候特征统计分析[J]. 干旱气象, 2010, 28(2): 173-178.
- [12] 文逸玮. 安福县种植优质烤烟的气候条件分析[J]. 江西气象科技, 2005, 28(1): 30-31.
- [13] Davis D L, Nielsen M T. 烟草—生产, 化学和技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 88-90.
- [14] Rosa N, Elliot J M, Court W A, et al. Effect of freezing injury on certain chemical and physical properties of flue-cured tobacco[J]. Can. J. Plant Sci., 1984, 64: 993-1000.