

## 国内外雪茄烟主产区气候条件比较研究

林北森<sup>1</sup>, 高华军<sup>1</sup>, 郑倩<sup>2</sup>, 蔡斌<sup>1</sup>, 陈德鑫<sup>1</sup>, 吕洪坤<sup>1</sup>, 向小华<sup>1</sup>, 夏长剑<sup>1</sup>,  
李茂芬<sup>2\*</sup>, 耿召良<sup>1\*</sup>, 禹萱<sup>2</sup>

1. 中国烟草总公司海南省公司, 海南海口 571100; 2. 中国热带农业科学院科技信息研究所/海南省热带作物信息技术应用研究重点实验室, 海南海口 571101

**摘要:** 为明确中国雪茄烟主产区与国外优势雪茄烟主产区在气候条件上的差异性和相似性, 本研究选取中国海南省、云南省、四川省、湖北省雪茄烟叶主产区 and 国外雪茄烟优势主产区古巴 Pinar del Rio、多米尼加 Santiago、印度尼西亚 Jember、巴西 Bahia 共 17 个雪茄烟主产区为研究区, 采用一般统计分析和聚类分析方法, 分析不同产区雪茄烟叶生产大田期和晾制期的月平均气温、最高温、最低温、降雨量、相对湿度、温差 6 个关键气象因子的差异。结果表明: 国内与国外主产区雪茄大田期、晾制期和整个生产季总体气候条件无显著差异, 而国内与国外主产区雪茄生产季内最高温、最低温、降雨量和温差 4 个气象因子呈显著差异 ( $P < 0.05$ ), 其中最高温、最低温和温差 3 个气象因子呈极显著差异 ( $P < 0.01$ )。以欧氏距离 15 为临界值, 大田期气候条件 17 个雪茄烟主产区可聚为 4 类, 晾制期 17 个雪茄烟主产区可聚为 3 类, 整个生产季 17 个雪茄烟主产区可聚为 2 类。该研究结果为国内雪茄烟主产区向国外优势雪茄烟主产区在种植布局、品种选择、品质提升借鉴等提供科学依据, 也为国内雪茄烟种植区气候评价和品种优化提供数据基础。

**关键词:** 雪茄; 气象因子; 模糊聚类; 生产季

中图分类号: S572 文献标识码: A

## Comparison of Climatic Conditions Between Different Cigar Producing Areas in China and Abroad

LIN Beisen<sup>1</sup>, GAO Huajun<sup>1</sup>, ZHENG Qian<sup>2</sup>, CAI Bin<sup>1</sup>, CHEN Dexin<sup>1</sup>, LYU Hongkun<sup>1</sup>, XIANG Xiaohua<sup>1</sup>,  
XIA Changjian<sup>1</sup>, LI Maofen<sup>2\*</sup>, GENG Zhaoliang<sup>1\*</sup>, YU Xuan<sup>2</sup>

1. Hainan Provincial Branch, China National Tobacco Corporation, Haikou, Hainan 571100, China; 2. Institute of Scientific and Technical Information, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences / Key Laboratory of Applied Research on Tropical Crop Information Technology of Hainan Province, Haikou, Hainan 571101, China

**Abstract:** In order to clarify the differences and similarities in climate conditions between major cigar producing areas in China and dominant cigar producing areas in foreign countries, this study selected 17 major cigar production areas in Hainan province, Yunnan province, Sichuan province and Hubei province of China, as well as the dominant major cigar production areas in foreign countries, including Pinar del Rio in Cuba, Santiago in Dominica, Jember in Indonesia and Bahia in Brazil. General statistical analysis and cluster analysis were used. The differences of six key meteorological factors including monthly average temperature, maximum temperature, minimum temperature, rainfall, relative humidity and difference in temperature in the field period, the drying period as well as the whole growing season of cigar production in the 17 production areas were studied. There was no significant difference in the overall climate conditions of the field period, drying period and the whole growing season between domestic and foreign major cigar producing areas, while the differences in the four meteorological factors of the maximum temperature, minimum temperature, rainfall and difference in temperature in the whole growing season between domestic and foreign major producing areas

收稿日期 2022-09-14; 修回日期 2022-11-22

基金项目 中国烟草总公司海南省公司重点科技项目 (No. 2020001)。

作者简介 林北森(1970—), 男, 硕士, 高级农艺师, 研究方向: 烟叶生产技术研究应用和推广。\*通信作者( Corresponding author ): 李茂芬( LI Maofen ), E-mail: 1034913270@qq.com; 耿召良( GENG Zhaoliang ), E-mail: zhaolianggeng1104@126.com。

reached the significant level ( $P < 0.05$ ). Among them, the differences of the three meteorological factors of maximum temperature, minimum temperature and difference in temperature reached the level of extremely significant ( $P < 0.01$ ). Taking the Euclidean distance of 15 as the critical value, the 17 major cigar producing areas in the field period could cluster into four categories, the 17 major cigar producing areas in the drying period could cluster into three categories, and the 17 major cigar producing areas in the whole growing season could cluster into two categories. The results of this study would provide a scientific basis for major cigar producing areas in China to learn from dominant cigar producing areas in foreign countries in planting layout, variety selection and quality improvement, and also provide a data basis for climate assessment and variety optimization of cigar growing areas in China.

**Keywords:** cigar; meteorological factors; fuzzy clustering; growing season

**DOI:** 10.3969/j.issn.1000-2561.2023.07.023

雪茄 (cigar) 作为晾烟的一种, 是一种由纯烟叶卷制出来的特殊烟草制品<sup>[1]</sup>。近 5 a 来, 国产雪茄的销量年增长率超过 30%, 已成为中国烟草行业新的增长点。但由于多种因素的影响, 当前国内优质雪茄烟原料严重匮乏, 尤其中高端雪茄烟原料绝大部分依赖于进口, 给中式雪茄的发展带来极大的困扰<sup>[2]</sup>。世界著名的雪茄烟产区主要分布在巴西、古巴、多米尼加、印度尼西亚、墨西哥、尼加拉瓜、美国等, 其独特的气候环境和土壤条件造就了优质的雪茄烟原料<sup>[3]</sup>。已有研究表明, 气候条件是导致烟叶质量存在差异的重要因素, 温度、光照和降雨量等不仅影响烟叶在大田期的生长, 还影响烟叶的外观质量、物理特性、化学成分和评吸质量, 是决定烟叶质量风格的关键气象因子<sup>[4-5]</sup>。依据区域气候特征, 合理选择种植区域、品种和种植技术<sup>[4, 6-7]</sup>, 是生产优质烟叶原料的重要途径。而比较国内外雪茄烟产区的气候特征, 找到国内外优质雪茄烟主产区在气候上的差异性和相似性, 为优化生产布局和提升品牌竞争力提供重要科学依据。

目前雪茄烟叶的相关研究仅介绍了国内外雪茄烟主产区的气候概况, 如古巴 Pinar del Rio 雪茄烟的气候特征<sup>[2]</sup>, 中国四川万源市雪茄烟的气候条件<sup>[8]</sup>, 古巴哈瓦那及中国云南地区雪茄茄衣的气候条件<sup>[9]</sup>, 但未见针对国内与国外雪茄烟主产区的气候比较和相似性研究的相关报道。本研究采用一般统计和聚类分析方法, 对国内海南省、云南省、四川省、湖北省的 13 个雪茄烟主产区, 与国外古巴 Pinar del Rio、多米尼加 Santiago、印度尼西亚 Jember、巴西 Bahia 等优质雪茄烟主产区在生产季 (大田期和晾制期) 的月平均气温、月最高温、最低温、降雨量、相对湿度、温差 6 个气象因子进行比较, 以期获得国内外优质雪茄烟主产区在气候上的差异性和相似性, 从而为我

国雪茄烟叶的生产布局和技术提升提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 气候资料

本研究以国内海南省东方、儋州、白沙、五指山、昌江、屯昌, 云南省元谋、瑞丽、玉溪、耿马、江城, 四川省万源, 湖北省来凤共 13 个雪茄烟主产区, 与古巴 Pinar del Rio、多米尼加 Santiago、印度尼西亚 (以下简称“印尼”) Jember、巴西 Bahia 4 个雪茄烟主产区为研究区, 选择主产区雪茄烟大田期和晾制期 25~50 a 的月平均气温、最高温、最低温、降雨量、相对湿度、温差共 6 个气象因子进行分析。

古巴 Pinar del Rio 的气象数据来源于 NCDC-GSOD 数据库 (<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/g sod/>), 印尼 Jember、巴西 Bahia 和多米尼加 Santiago 的气象资料来源于 Weatherbase (<https://www.weatherbase.com/>)。中国云南省、四川省和湖北省雪茄烟主产区的气象数据来源于国家气象科学数据中心 (<http://data.cma.cn/>), 海南省雪茄烟主产区的气象数据通过 ERA5 大气再分析资料 (<https://www.ecmwf.int/>), 利用 Delta 降尺度方法<sup>[10-11]</sup>获得。

通过实地调研、查阅文献<sup>[2, 8, 12-14]</sup>, 结合当地种植雪茄烟叶的实际情况, 17 个主产区的雪茄烟生产季 (大田期和晾制期) 划分如下: 中国海南省儋州、白沙、五指山、昌江、屯昌和多米尼加 Santiago 6 个产区的雪茄烟生产季为 1—6 月, 其中 1—4 月为大田期, 4—6 月为晾制期; 海南省东方的雪茄烟生产季为 3—8 月, 其中 3—6 月为大田期, 6—8 月为晾制期; 云南省元谋、玉溪, 四川省万源和湖北省来凤的雪茄烟生产季为 5—9 月, 其中 5—8 月为大田期, 7—9 月为晾制期; 云南省瑞丽的雪茄烟生产季为 2—6 月, 其中 2—

5月为大田期,4—6月为晾制期;云南省耿马、江城的雪茄烟生产季为3—7月,其中3—6月为大田期,5—7月为晾制期;古巴 Pinar del Rio、印尼 Jember、巴西 Bahia 3个主产区的雪茄烟生产季分别为1—6月(其中1—4月为大田期,4—6月为晾制期)、5—12月(其中5—11月为大田期,10—12月为晾制期)、5—10月(其中5—9月为大田期,9—11月为晾制期)。

## 1.2 方法

1.2.1 数据标准化处理 由于不同气象因子的单位、量程不同,其数据不能直接进行对比分析<sup>[9]</sup>。为消除气象因子单位对聚类结果的影响,采用标准差法对月平均气温、月平均最高温、月平均最低温、月平均降雨量、月平均相对湿度、平均温差6个气象因子的数据进行标准化处理。

1.2.2 聚类分析 聚类分析是将物理或抽象对象的集合划分为由类似的对象组成的多个类别的分析过程,其目标就是在相似的基础上收集数据来分类<sup>[15]</sup>。本研究利用欧氏距离平方法对17个雪茄烟主产区进行系统聚类分析<sup>[15-16]</sup>,欧氏距离系数越小,相似程度越高;反之,相似程度越低。

## 1.3 数据处理

利用 Excel 2003 软件整理气温、降水量和相对湿度等原始数据,利用 SPSS 22 软件进行一般统计分析和聚类分析,利用 Origin 软件进行图表处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 国内外雪茄烟区生产季气候比较

国内外17个雪茄烟主产区大田期、晾制期和整个生产季的月平均气温、最高温、最低温、降雨量、相对湿度、温差6个气象因子的平均情况如表1所示。国内主产区大田期的平均气温在20.3~27.2℃之间,最高温在26.2~31.8℃之间,最低温在14.6~24.9℃之间,降雨量在36.7~199.3mm之间,相对湿度在65%~81%之间,温差在5.1~13.6℃之间;国外主产区雪茄烟大田期的平均气温在21.7~25.1℃之间,最高温在30.0~30.9℃之间,最低温在12.8~20.4℃之间,降雨量在18.0~140.3mm之间,相对湿度在64%~81%之间,温差在10.2~17.8℃之间。可见,国内外主产区雪茄烟大田期的平均气温、最低温和相对湿度相差不大,而降雨量和温差则有较大差异,国内主产区平均降雨量为98.9mm,国外主产区平均降雨量为53.7mm,国内主产区平均温差为

9.3℃,国外产区温差则为14.0℃。

国内主产区晾制期的平均气温在20.4~28.8℃之间,最高温在25.6~31.9℃之间,最低温在17.1~27.1℃之间,降雨量在113.7~352.7mm之间,相对湿度在72%~84%之间,温差为3.6~10.3℃;国外主产区雪茄烟晾制期的平均气温在24.4~27.0℃之间,最高温在31.2~32.6℃之间,最低温在16.6~22.0℃之间,降雨量在34.6~313mm之间,相对湿度在64%~80%之间,温差在9.9~15.9℃之间。可见,国内外主产区雪茄烟晾制期的最高温、最低温、平均气温和相对湿度相差不大,而降雨量和温差则有较大差异,国内主产区平均降雨量为176.8mm,国外主产区平均降雨量为111.2mm,国内主产区平均温差为8℃,国外主产区温差则为12.9℃。

国内主产区整个生产季的平均气温在20.5~27.6℃之间,最高温在25.9~31.4℃之间,最低温在16.0~25.6℃之间,降雨量在74.7~240.8mm之间,相对湿度在67%~81%之间,温差在4.5~12.4℃之间;国外主产区雪茄烟生产季的平均气温为22.3~25.7℃,最高温为30.8~31.0℃,最低温在13.7~20.7℃之间,降雨量在27.3~175.7mm之间,相对湿度为64%~81%,温差为10.1~17.2℃。可见,国内外主产区雪茄烟生产季的平均气温和相对湿度相差不大,而降雨量和温差则有较大差异,国内主产区平均降雨量为127.5mm,国外主产区平均降雨量为66.1mm,国内主产区平均温差为8.8℃,国外主产区温差则为13.7℃。

进一步比较大田期、晾制期和整个生产季各气象要素均值,发现国内与国外主产区雪茄烟大田期、晾制期和整个生产季总体气候条件无显著差异,而国内与国外主产区雪茄烟生产季内最高温、最低温、降雨量和温差4个气象因子呈显著差异( $P<0.05$ ),其中最高温、最低温和温差3个气象因子呈极显著差异( $P<0.01$ )。

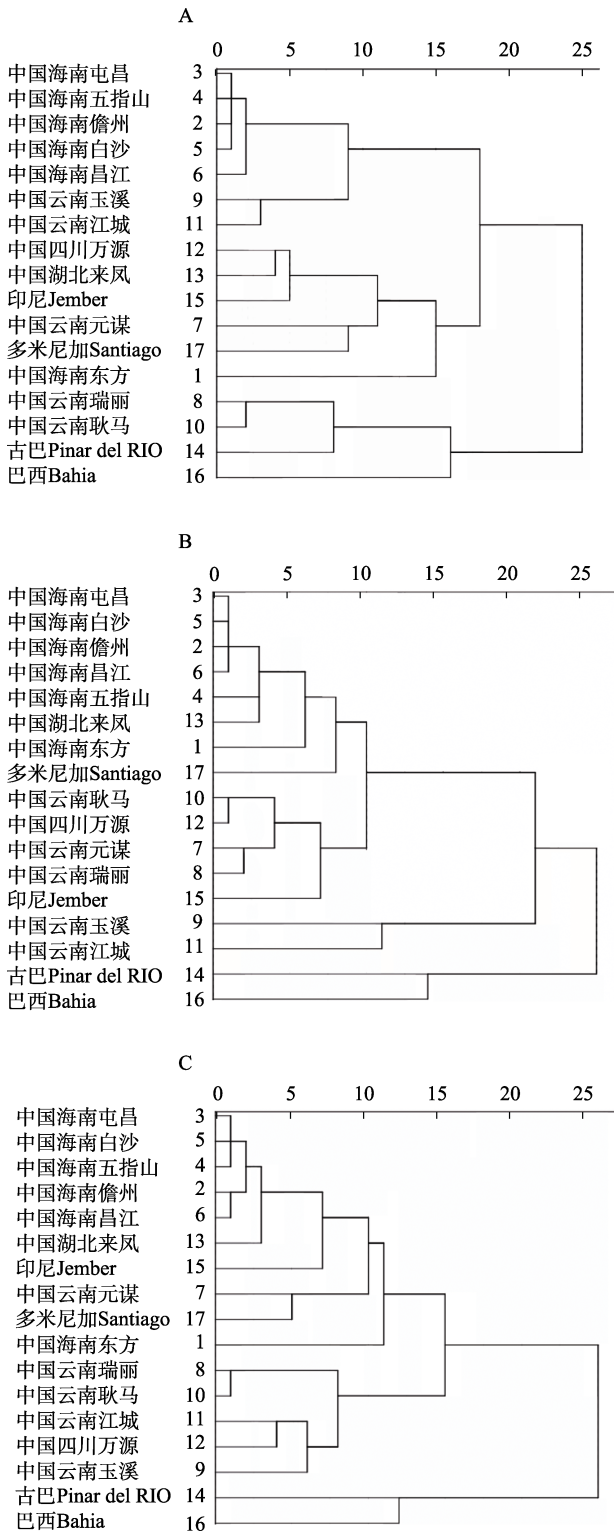
### 2.2 聚类分析

以雪茄烟主产区雪茄大田期、晾制期和整个生产季月平均气温、最高温、最低温、降雨量、相对湿度、温差6个气象因子的标准化数据为基础,采用 SPSS 软件的欧氏距离平方法对17个雪茄烟主产区气象因子进行系统聚类分析。图1为17个雪茄烟主产区在大田期、晾制期和整个生产季的系统聚类树状图,以欧氏距离15为临界值,大田期气候条件17个雪茄烟主产区可聚为4类,

表 1 国内外雪茄烟主产区各气象因子月平均值

Tab. 1 Average value of major climate factors between different cigar producing areas at home and abroad

产区 Product area	大田期 Field period						晾晒期 Drying period						生产季 Growing period					
	最高 温 T <sub>max</sub> /°C	最低 温 T <sub>min</sub> /°C	均温 Mean tem- pera- ture/ °C	降雨 量 Rain- fall /mm	相对 湿度 RH /%	温差 Delta -T /°C	最高 温 T <sub>max</sub> /°C	最低 温 T <sub>min</sub> /°C	均温 Mean tem- pera- ture /°C	降雨 量 Rain- fall /mm	相 对 湿 度 RH /%	温 差 Delta -T /°C	最高 温 T <sub>max</sub> /°C	最低 温 T <sub>min</sub> /°C	均温 Mean tem- pera- ture /°C	降雨 量 Rainf all /mm	相 对 湿 度 RH /%	温 差 Delta -T /°C
国 海南	30.0	24.9	27.2	64.9	76	5.1	30.7	27.1	28.8	182.0	79	3.6	30.1	25.6	27.6	114.8	77	4.5
内 东方																		
海南 儋州	27.2	18.7	22.3	51.2	77	8.5	31.9	24.1	27.5	179.0	78	7.8	28.9	20.8	24.2	104.8	78	8.1
海南 屯昌	26.2	18.9	21.9	55.8	80	7.3	31.3	24.2	27.1	167.5	80	7.1	28.1	20.9	23.9	103.4	80	7.2
海南 五指 山	26.2	18.7	21.9	45.0	80	7.5	30.0	23.7	26.3	151.1	83	6.3	27.6	20.6	23.5	89.6	81	7.0
海南 白沙	26.7	18.3	22.0	52.5	79	8.4	31.2	23.8	27.0	164.2	80	7.4	28.3	20.4	23.8	97.4	79	7.9
海南 昌江	27.7	19.1	22.8	36.7	76	8.6	31.8	24.8	27.9	129.1	76	7.0	29.1	21.3	24.7	74.7	76	7.8
云南 元谋	31.8	21.2	25.7	110.0	65	10.6	30.7	20.9	24.8	113.7	73	9.8	31.4	20.9	25.3	106.1	67	10.5
云南 瑞丽	28.2	14.6	20.3	60.1	65	13.6	29.6	19.3	23.5	147.9	72	10.3	28.4	16.0	21.2	95.9	68	12.4
云南 玉溪	26.2	17.2	20.8	143.7	75	9.0	25.6	17.1	20.4	146.5	79	8.5	25.9	16.9	20.5	132.9	76	9.0
云南 耿马	28.7	16.1	21.6	99.2	65	12.6	28.5	19.6	23.2	194.8	78	8.9	28.5	17.0	21.9	131.6	69	11.5
云南 江城	27.4	16.0	20.3	184.4	78	11.4	27.4	19.2	22.2	352.7	84	8.2	27.3	16.8	20.7	240.8	80	10.5
四川 万源	28.9	18.8	23.1	199.3	74	10.1	29.2	19.5	23.5	221.5	77	9.7	28.3	18.4	22.5	197.8	75	9.9
湖北 来凤	29.4	20.7	24.3	182.9	81	8.7	30.4	21.3	24.9	148.5	81	9.1	29.1	20.3	23.9	167.8	81	8.8
均值	<b>28.0</b>	<b>18.7</b>	<b>22.6</b>	<b>98.9</b>	<b>75</b>	<b>9.3</b>	<b>29.9</b>	<b>21.9</b>	<b>25.2</b>	<b>176.8</b>	<b>78</b>	<b>8.0</b>	<b>28.5</b>	<b>19.7</b>	<b>23.4</b>	<b>127.5</b>	<b>76</b>	<b>8.8</b>
国 古巴	30.7	13.1	21.9	18.0	64	17.6	32.3	16.6	24.4	47.5	64	15.7	31.0	14.1	22.6	27.3	64	16.9
外 Pinar del Rio																		
印尼 Jem- ber	30.9	20.4	25.1	140.3	76	10.5	31.2	21.3	25.7	313.0	76	9.9	30.8	20.5	25.1	175.5	76	10.3
巴西 Bahia	30.6	12.8	21.7	27.6	81	17.8	32.6	16.7	24.6	49.6	80	15.9	30.9	13.7	22.3	31.1	81	17.2
多米 尼加 Santi- ago	30.0	19.8	24.8	29.0	75	10.2	32.0	22.0	27.0	34.6	74	10.0	30.8	20.7	25.7	30.3	75	10.1
均值	<b>30.5</b>	<b>16.5</b>	<b>23.3</b>	<b>53.7</b>	<b>74</b>	<b>14.0</b>	<b>32.0</b>	<b>19.1</b>	<b>25.4</b>	<b>111.2</b>	<b>73</b>	<b>12.9</b>	<b>30.9</b>	<b>17.2</b>	<b>23.9</b>	<b>66.0</b>	<b>74</b>	<b>13.7</b>



A: 大田期; B: 晾制期; C: 生产季。

A: Field period; B: Drying period; C: Growing period.

图 1 雪茄烟主产区系统聚类树状图

Fig. 1 Dendrogram of climatic conditions in cigar-producing areas

晾制期可聚为 3 类，整个生产季可聚为 2 类。

各主产区具体分类情况见表 2。按大田期气

候条件分，中国海南屯昌、五指山、儋州、白沙、昌江，云南玉溪、江城为类别 1；中国四川万源、湖北来凤、云南元谋、海南东方，印尼 Jember、多米尼加 Santiago 为类别 2；中国云南瑞丽、耿马，古巴 Pinar del Rio 为类别 3；巴西 Bahia 为类别 4。按调制期气候条件分，中国海南屯昌、白沙、儋州、昌江、东方、五指山，湖北来凤，四川万源，云南耿马、元谋、瑞丽，与多米尼加 Santiago、印尼 Jember 为类别 1；中国云南玉溪和江城为类别 2；古巴 Pinar del Rio 和巴西 Bahia 为类别 3。按整个生产季气候条件分，本研究的 13 个国内主产区均与多米尼加 Santiago、印尼 Jember 为类别 1，而古巴 Pinar del Rio 和巴西 Bahia 为类别 2。

### 2.3 各类别雪茄烟主产区气象因子分析

各类雪茄烟主产区在大田期、晾制期和整个生产季 6 个气象因子的统计结果见表 3。从大田期气候条件分类结果看，平均气温、最高温、最低温、降雨量、相对湿度和温差 6 个气象因子的平均值由高到低的排序分别为：类别 2>类别 1=类别 4>类别 3，类别 4>类别 2>类别 3>类别 1，类别 2>类别 1>类别 3>类别 4，类别 2>类别 1>类别 3>类别 4，类别 4>类别 1>类别 2>类别 3，类别 4>类别 3>类别 2>类别 1。6 个气象因子中，各类别的相对湿度、最高温、平均气温的变异系数较小 ( $CV < 7\%$ )；降雨量的变异系数最大，其中最小的为类别 2，变异系数为 54.9%，最大的为类别 1，变异系数达 71.4%；各类别温差的变异系数也较大，其中最小的为类别 1，其变异系数为 15.2%，最大的为类别 2，变异系数达 23.3%。

从晾制期气候条件分类结果看，平均气温、最高温、最低温、降雨量、相对湿度和温差 6 个气象因子的平均值由高到低的排序分别为：类别 1>类别 3>类别 2，类别 3>类别 1>类别 2，类别 1>类别 2>类别 3，类别 2>类别 1>类别 3，类别 2>类别 1>类别 3，类别 3>类别 2>类别 1。6 个气象因子中，降雨量的变异系数最大，其中最小的为类别 2，变异系数为 3.1%，最大的为类别 2，变异系数达 58.4%；类别 1 的温差和最低温变异也较大，其变异系数分别为 23.4%和 10.6%；类别 3 的相对湿度变异最大，变异系数达 16.3%，其余类别的最高温、平均气温、最低温、温差和相对湿度的变异系数均较小 ( $CV < 8.1\%$ )。

从整个生产季气候条件分类结果看，平均气

表 2 雪茄烟主产区气候条件聚类结果  
Tab. 2 Cluster result of climatic conditions in cigar producing areas

类别 Classe	大田期 Field period	晾晒期 Drying period	生产季 Growing period
1	中国海南屯昌、五指山、儋州、白沙、昌江，云南玉溪、江城	中国海南屯昌、白沙、儋州、昌江、五指山，湖北来凤，海南东方，云南耿马、元谋、瑞丽，四川万源；多米尼加 Santiago，印尼 Jember	中国海南屯昌、白沙、五指山、儋州、昌江、东方，湖北来凤，云南元谋、瑞丽、耿马、江城、玉溪，四川万源；印尼 Jember，多米尼加 Santiago
2	中国四川万源、湖北来凤、四川元谋、海南东方，多米尼加 Santiago，印尼 Jember	中国云南玉溪、江城	古巴 Pinar del Rio，巴西 Bahia
3	中国云南瑞丽、耿马，古巴 Pinar del Rio	古巴 Pinar del Rio，巴西 Bahia	-
4	巴西 Bahia		

表 3 各类雪茄烟区生产季气象因子统计  
Tab. 3 Statistics of meteorological factors during the growth period of various cigar producing areas

气象因子 Climate factor	大田期 Field period					晾晒期 Drying period					生产季 Growing period				
	类别 Classe	均值 Mean	标准偏差 SD	变幅 Amplitude	变异系数 CV/%	类别 Classe	均值 Mean	标准偏差 SD	变幅 Amplitude	变异系数 CV/%	类别 Classes	均值 Mean	标准偏差 SD	变幅 Amplitude	变异系数 CV/%
平均气温/°C	1	21.7	0.9	20.3~22.8	4.0	1	25.9	1.8	23.2~28.8	7.0	1	23.6	2.0	20.5~27.6	8.4
	2	25.0	1.4	23.1~27.2	5.5	2	21.3	1.3	20.4~22.2	6.0	2	22.5	0.2	22.3~22.6	0.9
	3	21.3	0.9	20.3~21.9	4.0	3	24.5	0.1	24.4~24.6	0.6					
	4	21.7													
最高温/°C	1	26.8	0.6	26.2~27.7	2.4	1	30.7	1.1	28.5~32.0	3.5	1	28.8	1.5	25.9~31.4	5.1
	2	30.2	1.0	28.9~31.8	3.5	2	26.5	1.3	25.6~27.4	4.8	2	31.0	0.1	30.9~31.0	0.2
	3	29.2	1.3	28.2~30.7	4.5	3	32.5	0.2	32.3~32.6	0.7					
	4	30.6													
最低温/°C	1	18.1	1.1	16.0~19.1	6.2	1	22.4	2.4	19.3~27.1	10.6	1	19.8	2.4	16.0~25.6	12.3
	2	21.0	2.1	18.8~24.9	10.0	2	18.2	1.5	17.1~19.2	8.2	2	13.9	0.3	13.7~14.1	2.0
	3	14.6	1.5	13.1~16.1	10.3	3	16.7	0.1	16.6~16.7	0.4					
	4	12.8													
降雨量/mm	1	81.3	58.1	36.7~184.4	71.4	1	165.1	63.3	34.6~313.0	38.4	1	124.2	52.7	30.3~240.8	42.4
	2	121.1	66.4	29.0~199.3	54.9	2	249.6	145.8	146.5~352.7	58.4	2	29.2	2.7	27.3~31.1	9.2
	3	59.1	40.6	18.0~99.2	68.7	3	48.6	1.5	47.5~49.6	3.1					
	4	27.6													
相对湿度/%	1	78.0	2.0	75.0~80.0	2.5	1	77.0	3.1	72.0~83.0	4.1	1	76.0	4.6	67.0~81.0	6.0
	2	75.0	5.2	65.0~84.0	6.9	2	82.0	3.4	79.0~84.0	4.2	2	72.0	11.7	64.0~81.0	16.2
	3	65.0	1.0	64.0~65.0	1.5	3	72	11.7	64.0~80.0	16.3					
	4	81.0													
温差/°C	1	8.7	1.3	7.3~11.3	15.2	1	8.2	1.9	3.6~10.3	23.4	1	9.0	2.0	4.6~12.3	22.1
	2	9.2	2.1	5.1~10.6	23.3	2	8.3	0.2	8.2~8.5	2.0	2	17.1	0.2	16.9~17.3	1.3
	3	14.6	2.7	12.6~17.6	18.2	3	15.8	0.2	15.7~15.9	1.0					
	4	17.7													

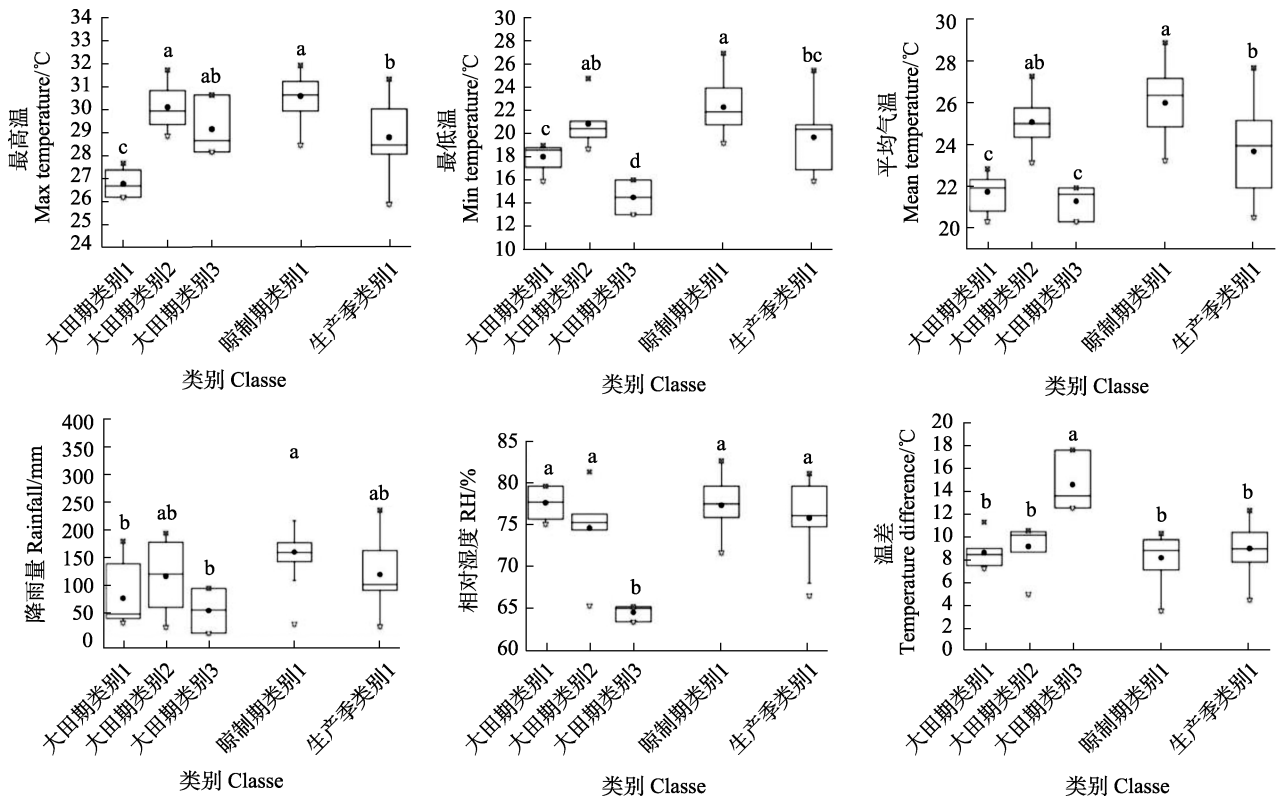
温、最高温、最低温、降雨量、相对湿度和温差 6 个气象因子的平均值由高到低的排序分别为：类别 1>类别 2，类别 2>类别 1，类别 1>类别 2，类别 1>类别 2，类别 1>类别 2，类别 1>类别 2，类别 2>类别 1。

变异系数最大的是类别 1 的降雨量、温差，其值分别为 42.4% 和 22.1%，其次是类别 2 的相对湿度（16.2%），其他类别的各气象因子变异系数均较小（ $CV < 12.3\%$ ）。从生产季来看，类别 1 为温

度较高，降雨量和湿度较大、温差较小的雪茄烟主产区，类别 2 为降雨量少、温差大的雪茄烟主产区。

图 2 为各别雪茄烟主产区在大田期、晾制期和整个生产季的平均气温、最高温、最低温、降雨量、相对湿度、温差 6 个气象因子的箱线图。图中，最高正方形为统计最大值，最低三角形为

统计最小值，箱形上部框线为 75% 上四分位值，下部框线为 25% 下四分位值，箱内黑横线为中位数线，实心小圆形为平均值<sup>[17-18]</sup>。从图 2 可以看出，各别雪茄烟主产区的气象因子箱体范围与表 3 中各别平均值变幅范围大体一致，也充分表现了各别雪茄烟主产区在大田期、晾制期及整个生产季气候条件的差异。



不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Different lowercase letters indicate significant difference ( $P < 0.05$ ).

图 2 各别雪茄烟主产区生产季气象因子箱线图

Fig. 2 Box plots of various meteorological factors during growing season at different clusters of cigar producing areas

### 3 讨论

雪茄烟叶对自然生态条件要求较高，且在不同生育阶段对气候条件的需求各异<sup>[2]</sup>，以茄衣为例，在大田生长期，日均温在 20 °C 左右，在采收期和调制期，日均温需超过 22 °C，相对湿度则需在 70% 以上。本研究中，国内、国外雪茄烟主产区大田期的平均气温分别为 20.3~27.2 °C、21.7~25.1 °C，晾制期的平均气温分别为 20.4~28.8 °C、24.4~27.0 °C，相对湿度分别为 72%~84%、64%~80%；基本符合已有文献对雪茄烟生产的气象条件需求。本研究比较了国内外雪茄烟主产区在雪茄大田期、晾制期、整个生产季的气候条件，根据均值比较结果，发现无

论在大田期、晾制期还是整个生产季，国内与国外主产区总体气候条件无显著差异，但整个生产季内的最高温、最低温、降雨量和温差 4 个气象因子呈显著差异，其中最高温、最低温和温差 3 个气象因子呈极显著差异，因此今后研究不同地区雪茄烟气候条件或生态因素的差异时，需要对最高温、最低温、降雨量和温差 4 个气象因子进行重点解析。通过聚类分析，发现以欧氏距离 15 为临界值时，大田期气候条件下 17 个雪茄烟主产区可聚为 4 类，晾制期可聚为 3 类，整个生产季可聚为 2 类，因此研究雪茄烟的气候条件的相似性时有必要对雪茄烟不同生育阶段的气候条件进行比较。

已有研究和生产实践表明,产区气候与烟叶风格特色密切相关<sup>[19-20]</sup>。因此,可通过气候相似性分析烟叶的风格特色<sup>[3, 21]</sup>。本研究中,国内 13 个雪茄烟主产区的生产季气候与印尼 Jember、多米尼加 Santiago 的生产季气候聚为一类,可以推断国内雪茄烟叶主产区与印尼 Jember、多米尼加 Santiago 雪茄烟叶产区有相似的生态基础。

目前大多数烟叶气候相似性研究一般在同一个省采用一个生产季或是采用自然月份进行分析<sup>[9]</sup>。而因各地气候条件的差异,不同雪茄烟区的移栽期差异较大,就同一省(区)不同市(县)雪茄生产季也存在差异,如海南儋州雪茄烟苗在 1 月中旬移栽<sup>[13]</sup>,而海南东方的雪茄烟苗则在 3 月移栽。本研究对雪茄烟生产季(大田期和晾制期)不同月份的气象因子进行比较和相似性分析,并对国内外不同雪茄烟产区的气候相似性进行聚类分析,较以往研究具有更实用和科学的指导意义。

大多数比较国内外作物气候相似性与差异性的研究,其气候资料来源不一,如李震等<sup>[6]</sup>在比较黔西南州和国内外不同烟区烤烟大田期气候特征时,黔西南州气象数据是由气象局提供,而其他烟区气象数据均来自文献。本研究中,各雪茄烟产区的气候资料是采用各雪茄烟区内对应气象站点长时间序列(25~50 a)的月均值,数据精度有一定的保障。此外,本研究以月为时间尺度研究各雪茄烟产区大田期和晾制期气象因子的差异性和相似性,而实际种植雪茄烟时,月尺度时间分辨率较低,如谭绍安等<sup>[12]</sup>研究表明湖北来凤雪茄烟 BES NO H382 移栽期在 4 月 30 至 5 月 10 日较适宜,移栽期可能跨 2 个月。今后的研究需进一步细化至旬,或进一步细化雪茄烟的生长期,以便更加深入地比较国内外各烟区影响烟叶生长发育的气象要素。

#### 4 结论

(1) 采用一般统计分析和均值比较分析方法,解析了国内外 17 个雪茄烟主产区大田期、晾制期和整个生产季气候条件的差异性,发现无论在大田期、晾制期还是整个生产季,国内与国外主产区总体气候条件无显著性差异,但整个生产季内的最高温、最低温、降雨量和温差 4 个气象因子呈显著差异,其中最高温、最低温和温差 3 个气象因子呈极显著差异。

(2) 采用模糊聚类方法解析了国内外 17 个雪茄烟主产区大田期、晾制期和整个生产季气候条件的相似性,为优质雪茄烟区划和特色烟叶生产技术的制定提供科学依据。以欧氏距离 15 为临界值,大田期气候条件下 17 个雪茄烟主产区可聚为 4 类,晾制期可聚为 3 类,整个生产季可聚为 2 类。

(3) 研究结果可为中国雪茄烟种植区气候评价和品种优化提供数据基础。基于本研究结果,结合中国生态数据可准确评价中国种植雪茄烟的气候适宜区,并可推断适宜的大田生长和晾制期,量化分析中国雪茄烟区的气候差异,以提升相应的管理水平促进烟叶产量和质量;根据本研究聚类分析结果,可参照同类型国外优质雪茄烟叶产区的品种、管理措施,优化中国对应类型烟区的品种和管理措施,优化产业布局,以提升国内雪茄烟叶的综合质量和市场竞争力。

#### 参考文献

- [1] 余志凡,何正川,代顺冬,张骞方,杨吉光,尹宏博,韦树谷,叶鹏盛,肖洁,阳苇丽,黄玲,盛玉珍,赖佳. 四川雪茄烟优质高效栽培技术[J]. 四川农业科技, 2022(3): 8-11. YU Z F, HE Z C, DAI S D, ZHANG J F, YANG J G, YIN H B, WEI S G, YE P S, XIAO J, YANG W L, HUANG L, SHENG Y Z, LAI J. High quality and efficient cultivation technology of Sichuan cigar[J]. Sichuan Agricultural Science and Technology, 2022(3): 8-11. (in Chinese)
- [2] 陶健,刘好宝,辛玉华,刘光亮,王程栋,徐宜民,梁洪波,王树声. 古巴 Pinar del Rio 省优质雪茄烟种植区主要生态因子特征研究[J]. 中国烟草学报, 2016, 22(4): 62-69. TAO J, LIU H B, XIN Y H, LIU G L, WANG C D, XU Y M, LIANG H B, WANG S S. Research on characteristics of major ecological factors in growing areas for premium cigar tobacco in Pinar del Rio province of Cuba[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2016, 22(4): 62-69. (in Chinese)
- [3] 王琰琰,刘国祥,向小华,王俊,张瑞娜,佟英,李媛,戴培刚,张兴伟,吕洪坤. 国内外雪茄烟主产区及品种资源概况[J]. 中国烟草科学, 2020, 41(3): 93-98. WANG Y Y, LIU G X, XIANG X H, WANG J, ZHANG R N, TONG Y, LI Y, DAI P G, ZHANG X W, LYU H K. Overview of main cigar production areas and variety resources at domestic and overseas[J]. Chinese Tobacco Science, 2020, 41(3): 93-98. (in Chinese)
- [4] 邓弋戈,时向东. 雪茄茄衣品种生态适应性及栽培技术研究进展[J]. 江西农业学报, 2021, 33(1): 60-66. DENG Y G, SHI X D. Research progress in ecological

- adaptability and cultivation techniques of cigar wrappers[J]. *Acta Agriculture Jiangxi*, 2021, 33(1): 60-66. (in Chinese)
- [5] 周会娜, 刘萍萍, 张玉霞, 王宝林, 郑庆霞, 贾国涛, 罗登山, 姚倩, 乔学义, 张俊岭. 八大香型风格新鲜烟叶代谢特征的生态成因分析[J]. *烟草科技*, 2022, 55(6): 19-26.  
ZHOU H N, LIU P P, ZHANG Y X, WANG B L, ZHENG Q X, JIA G T, LUO D S, YAO Q, QIAO X Y, ZHANG J L. Ecological causal analysis based on metabolic characteristics of fresh tobacco leaves of eight typical flavor types[J]. *Tobacco Science & Technology*, 2022, 55(6): 19-26. (in Chinese)
- [6] 李震, 黄鸿, 陈梦思, 郭亚利, 马莹, 邓小华, 张仲文, 江智敏. 黔西南州烤烟大田期气候特征及聚类评价[J]. *中国农学通报*, 2021(5): 49-56.  
LI Z, HUANG H, CHEN M S, GUO Y L, MA Y, DENG X H, ZHANG Z W, JIANG Z M. Cluster evaluation and characteristics of climate at tobacco field period in Qianxinan of Guizhou[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2021(5): 49-56. (in Chinese)
- [7] 刘华, 张珍平, 刘玉虹, 陈艳英. 未来烤烟种植对气候变化的响应与适应模拟[J]. *中国农学通报*, 2020, 36(9): 69-74.  
LIU H, ZHANG Z P, LIU Y H, CHEN Y Y. Simulation of the response and adaptation of flue-cured tobacco planting to climate change[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2020, 36(9): 69-74. (in Chinese)
- [8] 杨兴有, 靳冬梅, 李爱军, 韩利红, 杨吉光, 侯涛, 曾勇, 宋德权, 郑忠飞. 四川万源市烟区生态条件与雪茄烟叶质量分析[J]. *中国烟草学报*, 2017, 23(1): 69-76.  
YANG X Y, JIN D M, LI A J, HAN L H, YANG J G, HOU T, ZENG Y, SONG D Q, ZHENG Z F. Analysis of quality characters of cigar tobacco and ecological factors in tobacco-growing areas in Wanyuan[J]. *Acta Tabacaria Sinica*, 2017, 23(1): 69-76. (in Chinese)
- [9] 张谊寒, 张晨东, 焦芳婵, 肖炳光, 卢秀萍, 宋玉川, 屈生彬. 雪茄外包皮烟在云南种植的适宜气候区初步筛选研究[J]. *西南农业学报*, 2012, 25(6): 2005-2009.  
ZHANG Y H, ZHANG C D, JIAO F C, XIAO B G, LU X P, SONG Y C, QU S B. Preliminary study on suitable planting regions of cigar wrapper tobacco in Yunnan province[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 25(6): 2005-2009. (in Chinese)
- [10] 张小文, 晏玲, 张世强. 长江源区未来气候变化情景降尺度[J]. *兰州大学学报(自然科学版)*, 2012, 48(2): 29-35.  
ZHANG X W, YAN L, ZHANG S Q. Downscale projection of climate change scenarios in the source region of the Yangtze River[J]. *Journal of Lanzhou University (Natural Sciences)*, 2012, 48(2): 29-35. (in Chinese)
- [11] 李佳瑞, 牛自耕, 冯岚, 姚瑞, 陈鑫鑫. CMIP5 模式对长江和黄河流域极端气温指标的模拟与预估[J]. *地球科学*, 2020, 45(6): 1887-1904.  
LI J R, NIU Z G, FENG L, YAO R, CHEN X X. Simulation and prediction of extreme temperature indices in Yangtze and Yellow River Basins by CMIP5 models[J]. *Earth Science*, 2020, 45(6): 1887-1904. (in Chinese)
- [12] 谭绍安, 孟贵星, 唐大鹏, 肖亮, 霍光. 恩施烟区雪茄烟 BES NO H382 引种播种期和移栽期试验初报[J]. *中国烟草科学*, 2013, 34(6): 56-59.  
TAN S A, MENG G X, TANG D P, XIAO L, HUO G. Preliminary study on optimum sowing and transplanting dates of BES NO H382 cigar in Enshi[J]. *Chinese Tobacco Science*, 2013, 34(6): 56-59. (in Chinese)
- [13] 孙延国, 刘好宝, 高华军, 林北森, 向小华, 吕洪坤, 肖丽霞, 吴元华, 马兴华. 移栽期对海南雪茄外包皮烟叶生长发育及产量品质的影响[J]. *中国烟草科学*, 2019, 40(3): 91-98.  
SUN Y G, LIU H B, GAO H J, LIN B S, XIANG X H, LYU H K, XIAO L X, WU Y H, MA X H. Effects of transplanting time on growth, development, yield and quality of cigar wrapper tobacco in Hainan[J]. *Chinese Tobacco Science*, 2019, 40(3): 91-98. (in Chinese)
- [14] 任天宝, 阎海涛, 王新发, 赵铭钦, 刘国顺. 印尼雪茄烟叶生产技术考察及对国内雪茄发展的启示[J]. *热带农业科学*, 2017, 37(3): 89-93.  
REN T B, YAN H T, WANG X F, ZHAO M Q, LIU G S. Visit to Indonesia for cigar production technologies and its inspiration to the development of cigar in China[J]. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 2017, 37(3): 89-93. (in Chinese)
- [15] 王冰, 伯玥, 姜如茵, 马端良, 王娜, 陈星宇, 丁锡强. 基于聚类分析的胶东半岛苹果种植气候区划[J]. *江苏农业科学*, 2019, 47(7): 134-138.  
WANG B, BO Y, JIANG R Y, MA R L, WANG N, CHEN X Y, DING X Q. Climatic regionalization of apple cultivation in Jiaodong Peninsula based on cluster analysis[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2019, 47(7): 134-138. (in Chinese)
- [16] 喻华平, 赵志常, 高爱平, 罗睿雄. 基于主成分分析和聚类分析的 23 份黄皮种质资源的品质评价[J]. *热带作物学报*, 2022, 43(7): 1357-1364.  
YU H P, ZHAO Z C, GAO A P, LUO R X. Quality evaluation of 23 species of *Clausena lansium* (Lour.) Skeels germplasm resources based on principal component analysis and cluster analysis[J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2022, 43(7): 1357-1364. (in Chinese)
- [17] 顾天红, 杜小玲, 李力, 张艳梅, 邵国云. 基于探空资料

- 的西南区域暴雨环境参数统计分析[J]. 中低纬山地气象, 2022, 46(2): 27-32.
- GU T H, DU X L, LI L, ZHANG Y M, SHAO G Y. Statistical analysis of the environmental parameters of heavy rainfall in Southwest China based on sounding observation[J]. *Mid-low Latitude Mountain Meteorology*, 2022, 46(2): 27-32. (in Chinese)
- [18] 韦惠红, 许冠宇, 刘希文, 张家国, 李双君, 姜杰. 湖北省不同类型雷暴大风的时空分布及环境参数特征[J]. 暴雨灾害, 2022, 41(1): 66-75.
- WEI H H, XU G Y, LIU X W, ZHANG J G, LI S J, JIANG J. Spatial-temporal distribution and environmental parameter characteristics for different types of thunderstorm dales in Hubei province[J]. *Torrential Rain and Disasters*, 2022, 41(1): 66-75. (in Chinese)
- [19] 许自成, 刘国顺, 刘金海, 金文华, 石栓成, 牛德江, 祝照宇. 铜山烟区生态因素和烟叶质量特点[J]. 生态学报, 2005, 25(7): 1748-1753.
- XU Z C, LIU G S, LIU J H, JIN W H, SHI S C, NIU D J, ZHU Z Y. Analysis of ecological factors and quality of flue-cured tobacco leaves in Tongshan tobacco-growing areas[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(7): 1748-1753. (in Chinese)
- [20] 邵丽, 晋艳, 杨宇虹, 王绍坤, 龙玉华. 生态条件对不同烤烟品种烟叶产质量的影响[J]. 烟草科技, 2002(10): 40-45.
- SHAO L, JIN Y, YANG Y H, WANG S K, LONG Y H. Influences of ecological conditions on the yield and quality of different flue-cured cultivars[J]. *Tobacco Science & Technology*, 2002(10): 40-45. (in Chinese)
- [21] 邓小华, 周米良, 田茂成, 田峰, 吴志科, 黎娟, 王心中. 湘西州植烟气候与国内外主要烟区比较及相似性分析[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(3): 28-33.
- DENG X H, ZHOU M L, TIAN M C, TIAN F, WU Z K, NI J, WANG X Z. Comparison and similarity analysis in climate conditions between Xiangxi and main tobacco growing areas both domestic and overseas[J]. *Acta Tabacaria Sinica*, 2012, 18(3): 28-33. (in Chinese).