

南雄烟区气象因子与烟叶烟碱含量相关性分析

黄跃鹏¹, 罗福命¹, 李丽², 文志强¹, 郭鸿雁¹, 汪海恒², 王军³, 陈永明^{1*}

(1. 广东烟草韶关市有限公司, 广东韶关 512029; 2. 广东省韶关市气象局, 广东韶关 512026; 3. 广东省烟草科学研究所, 广东韶关 512029)

摘要 [目的]明确南雄烟区主要气象因子对烟叶烟碱含量的影响。[方法]收集南雄烟区 2011—2020 年主要气象资料及烟叶烟碱含量数据, 分析近 10 年南雄烟区烤烟大田期主要气象因子和烟叶烟碱含量, 对主要气象因子与烟叶烟碱含量进行相关性分析。[结果]3 月上旬降雨量与中部烟叶烟碱含量呈显著负相关; 伸根期降雨量与中部烟叶烟碱含量呈极显著负相关, 与上部烟叶烟碱含量呈显著负相关。[结论]针对南雄烟区伸根期降雨量偏多的状况, 可采取高起垄、高培土、深挖沟等措施, 排除田间积水, 促进根系生长发育, 以提高烟叶烟碱含量。

关键词 南雄烟区; 气象因子; 烟碱含量; 相关性分析

中图分类号 S162 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)11-0184-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.11.047



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Correlation Analysis between Meteorological Factors and Nicotine Content in Flue-cured Tobacco Leaves in Nanxiong Tobacco Area
HUANG Yue-peng¹, LUO Fu-ming¹, LI Li² et al (1. Guangdong Shaoguan Tobacco Co., Ltd., Shaoguan, Guangdong 512029; 2. Shaoguan Meteorological Bureau, Shaoguan, Guangdong 512026)

Abstract [Objective] In order to define the effects of major climatic factors on nicotine content of tobacco in Nanxiong tobacco area. [Method] The main meteorological data and nicotine content data of tobacco leaves in Nanxiong tobacco area from 2011 to 2020 were collected, the main meteorological factors and the nicotine content of tobacco leaves in the field period of flue-cured tobacco in Nanxiong tobacco area in the past 10 years were analyzed, and the correlation analysis between the main meteorological factors and the nicotine content of tobacco leaves was carried out. [Result] The precipitation in the first ten days of March was significantly negatively correlated with the nicotine content of the central tobacco leaves; the precipitation during the root extending stage was extremely significantly negatively correlated with the nicotine content of the central tobacco leaves, and significantly negatively correlated with the nicotine content of the upper tobacco leaves. [Conclusion] In view of the high precipitation during the root extending stage in Nanxiong tobacco area, the measures such as high ridges, high soil cultivation, and deep trenches can be taken to remove the accumulated water in the field and promote the growth and development of the root system, so as to increase the nicotine content of tobacco leaves.

Key words Nanxiong tobacco area; Meteorological factors; Nicotine content; Correlation analysis

烟碱是烟草最重要的化学成分之一, 其含量高低对烟叶品质有直接影响^[1]。近年来, 南雄烟叶烟碱含量有下降的趋势, 影响了烟叶质量和浓香型风格特色。因此, 分析导致南雄烟叶烟碱含量下降的原因, 制定相应措施以恢复提高烟叶烟碱含量尤为重要。

影响烟叶烟碱含量的因素有品种因素、生态因素、栽培因素等, 其中气候因素是重要的生态因素之一^[2-5]。许多学者就气象因子与烟叶烟碱含量的相关关系进行了大量的研究^[6-11], 如戴冕^[6]对我国 10 个主产烟区烟样的主要化学成分与烟叶产地的气象因子进行了回归分析, 认为雨湿因素与烟叶烟碱的积累呈极显著正相关; 彭新辉等^[7]研究发现气候是导致湖南烟区烤烟烟碱含量差异的主要生态因素, 湖南烟区烤烟烟碱含量关联度较大的主要生态因子依次为成熟期的云量和伸根期的相对湿度、日照时数、昼夜温差、降雨量以及旺长期的平均气温; 韦成才等^[8]研究发现陕南烟叶烟碱含量与大田期 5—8 月的平均降水量、7 月的平均相对湿度均呈负相关, 与大田期 5 月气温日较差呈正相关; 杨天旭等^[11]开展了遵义烟区烤烟气候因子与化学成分间的关联分析, 认为影响烤烟烟碱和总氮含量的主要气象因子是旺长期的降

雨量; 赵阿娟等^[12]对长沙烟区主要气候因子与不同部位烟叶中常规化学成分进行了相关性分析, 认为 5 月气温、4 月日照时数与下部烟叶总植物碱含量呈显著正相关, 4 月累计降雨量与上部烟叶总植物碱含量呈显著负相关。有关南雄烟区气象因子与烟叶烟碱含量相关关系的研究报道较少^[13]。由于不同烟区气候差异较大, 采用的分析方法不同, 结论也不一致。笔者收集南雄烟区 2011—2020 年主要气象因子资料和烟叶烟碱含量数据, 对主要气象因子与烟叶烟碱含量进行相关性分析, 以期找出影响南雄烟叶烟碱含量的气象因子, 为制定提高南雄烟叶烟碱含量措施提供参考。

1 资料与方法

1.1 气象数据收集 收集南雄烟区 2011—2020 年烤烟大田期逐旬气象资料, 主要包括平均气温、降雨量和日照时数等主要气象因子, 气象资料由韶关市气象局提供。

1.2 烟叶烟碱数据收集 采集南雄烟区 2011—2020 年每年度不同土壤类型有代表性烤后中部(C3F)和上部(B2F)烟叶样品各 9 个, 烤烟品种为粤烟 97。烟碱含量参照烟草行业标准 YC/T 160—2002, 采用连续流动法测定。

1.3 数据处理与分析 南雄烤烟大田移栽期一般在 2 月下旬, 6 月下旬基本采收结束。统计了南雄烤烟 2011—2020 年大田期逐旬平均气温、降雨量和月日照总时数, 按伸根期(3 月份)、旺长期(4 月份)、成熟期(5—6 月份)进行划分, 统计了南雄烟区 2011—2020 年烤烟大田生育期的平均气温、降

基金项目 广东省烟草专卖局(公司)科技项目“韶关气候因素对烟叶产质量影响评估和气象灾害防御研究”(粤烟科项 201909)。

作者简介 黄跃鹏(1981—), 男, 河南濮阳人, 农艺师, 硕士, 从事烟草栽培技术推广工作。*通信作者, 高级农艺师, 硕士, 从事烟草植保、栽培技术研究及推广工作。

收稿日期 2021-10-28

雨量和日照时数。运用 Excel 2013 和 SPSS 22.0 对各数据进行描述性分析,并对气象因子与烟叶烟碱含量进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 南雄烟区气象因子的描述性分析 从表 1~3 可以看出,2011—2020 年南雄烟区烤烟大田期旬平均气温呈上升趋势,旬平均气温年度间变异系数呈下降趋势;烤烟大田期旬平均降雨量 2 月下旬—4 月中旬差异不大,4 月下旬逐步增加,直到 6 月中下旬才有所减少,旬降雨量年度间差异较大,3 月中旬、4 月上旬、4 月中旬、6 月中旬变异系数皆大于 100%;烤烟大田期月日照总时数也呈上升趋势,2—5 月份日照总时数年度间差异较大,6 月份日照总时数年度间差异较小。

表 1 2011—2020 年南雄烟区烤烟大田期旬平均气温

Table 1 Ten-day average temperature in field period of flue-cured tobacco in Nanxiong tobacco area from 2011 to 2020

月份 Month	旬 Ten days	最大值 Maximum ℃	最小值 Minimum ℃	平均值 Mean ℃	标准差 SD/℃	变异系数 CV/%%
2	下	19.6	9.2	14.1	3.5	24.70
3	上	17.2	9.7	13.5	2.9	21.66
	中	19.7	12.8	16.0	2.3	14.28
4	下	19.5	13.6	17.4	1.8	10.04
	上	22.5	15.0	19.7	2.2	11.02
	中	24.6	18.6	21.2	1.8	8.50
5	下	23.7	19.7	21.6	1.5	7.12
	上	28.0	19.3	23.5	2.6	11.11
	中	27.9	23.1	25.0	1.6	6.31
6	下	29.1	23.3	25.8	1.6	6.26
	上	28.2	24.9	26.9	0.9	3.43
	中	28.9	25.6	27.5	1.2	4.24
	下	29.7	24.8	28.0	1.5	5.21

表 4 2011—2020 年南雄烟区烤烟大田生育期气象因子统计分析

Table 4 Meteorological factors during field period of flue-cured tobacco in Nanxiong tobacco area from 2011 to 2020

气象因子 Meteorological factors	生育期 Period	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV/%%
平均气温 Average temperature/℃	伸根期	18.0	13.0	15.6	1.5	9.75
	旺长期	22.3	18.2	20.8	1.2	5.85
	成熟期	26.7	25.5	26.1	0.5	1.84
降雨量 Precipitation/mm	伸根期	311.3	75.6	167.2	77.0	46.05
	旺长期	385.9	44.3	176.0	121.5	69.05
	成熟期	732.5	363.1	477.9	109.6	22.92
日照时数 Sunshine hours/h	伸根期	132.8	40.8	68.4	34.1	49.77
	旺长期	144.6	60.8	97.6	30.9	31.71
	成熟期	335.2	233.3	274.5	37.2	13.54

2.2 南雄烟叶烟碱含量的描述性分析 南雄烟区烟叶烟碱含量统计分析结果(表 5)表明,2011—2020 年南雄烟区烟叶烟碱含量总体偏低,C3F 和 B2F 烟碱含量平均值分别为 2.08%和 3.01%,2014 年最高,C3F 和 B2F 烟碱含量分别为 2.78%和 3.87%;2019 年最低,C3F 和 B2F 烟碱含量分别为 1.41%和 2.15%;年度间差异较大,C3F 和 B2F 烟碱含量年

表 2 2011—2020 年南雄烟区烤烟大田期旬降雨量

Table 2 Ten-day precipitation in field period of flue-cured tobacco in Nanxiong tobacco area from 2011 to 2020

月份 Month	旬 Ten days	最大值 Maximum mm	最小值 Minimum mm	平均值 Mean mm	标准差 SD/mm	变异系数 CV/%%
2	下	110.4	0.0	34.5	34.1	98.94
3	上	198.1	5.5	68.4	64.1	93.74
	中	171.7	2.4	43.5	49.0	112.61
4	下	117.5	8.1	55.3	41.5	75.04
	上	196.9	1.1	53.5	63.7	119.09
	中	152.4	1.0	45.3	57.0	125.84
5	下	165.5	33.3	77.2	45.0	58.28
	上	198.8	8.6	100.6	58.3	57.95
	中	183.7	6.0	90.8	59.5	65.56
6	下	186.7	6.4	75.4	65.2	86.38
	上	241.2	2.4	98.5	73.0	74.13
	中	138.9	0.0	41.7	41.9	100.52
	下	230.1	16.0	70.9	65.3	92.11

表 3 2011—2020 年南雄烟区烤烟大田期月日照总时数

Table 3 Monthly sunshine hours in field period of flue-cured tobacco in Nanxiong tobacco area from 2011 to 2020

月份 Month	最大值 Maximum h	最小值 Minimum h	平均值 Mean h	标准差 SD/h	变异系数 CV/%%
2	124.0	27.4	81.0	35.1	43.33
3	132.8	40.8	68.4	34.1	49.77
4	144.6	60.8	97.6	30.9	31.71
5	194.6	73.5	119.0	38.9	32.67
6	201.0	100.5	155.5	28.9	18.61

烤烟大田生育期气象因子统计分析结果(表 4)表明,2011—2020 年南雄烟区烤烟大田生育期平均气温、降雨量和月日照总时数均呈上升趋势,降雨量、日照时数年度间差异较大,平均气温年度间差异较小。

度间变异系数分别为 20.39%和 15.20%。

2.3 气象因子与烟叶烟碱含量的相关性 从南雄烟区烤烟大田期旬平均气温、旬降雨量、月日照总时数与烟叶烟碱含量相关性分析结果(表 6~8)可以看出,只有 3 月上旬降雨量与中部(C3F)烟叶烟碱含量呈显著负相关,其他旬降雨量、旬平均气温、月日照总时数与烟叶烟碱含量均无显著相关

性。南雄烟区大田生育期气象因子与烟叶烟碱含量相关性分析结果(表9)表明,伸根期降雨量与中部(C3F)烟叶烟碱

含量呈极显著负相关,与上部(B2F)烟叶烟碱含量呈显著负相关。

表5 2011—2020年南雄烟区烟叶烟碱含量

Table 5 Nicotine content of flue-cured tobacco in Nanxiong tobacco area from 2011 to 2020

等级 Level	烟碱含量 Nicotine content										平均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CD
	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年			
C3F	2.21	1.79	2.26	2.78	2.55	1.67	1.88	2.34	1.41	1.87	2.08	0.42	20.39
B2F	2.94	2.90	3.12	3.87	3.49	2.79	2.79	3.18	2.15	2.87	3.01	0.46	15.20

表6 烤烟大田期旬平均气温与烟叶烟碱含量相关性分析

Table 6 Correlation analysis between ten-day average temperature and nicotine content of flue-cured tobacco in field period

月份 Month	旬 Ten days	C3F		B2F	
		r 值 r value	P 值 P value	r 值 r value	P 值 P value
2	下	0.60	0.07	0.54	0.10
	上	-0.29	0.42	-0.3	0.40
	中	0.33	0.36	0.23	0.52
3	下	0.34	0.34	0.42	0.23
	上	-0.02	0.95	0.01	0.99
	中	0.47	0.17	0.56	0.10
4	下	-0.33	0.35	-0.42	0.23
	上	-0.15	0.69	0.04	0.92
	中	-0.20	0.59	-0.28	0.43
5	下	0.41	0.24	0.47	0.17
	上	-0.12	0.74	-0.06	0.86
	中	0.28	0.43	0.35	0.33
6	下	0.20	0.58	0.14	0.70

表7 烤烟大田期旬降雨量与烟叶烟碱含量相关性分析

Table 7 Correlation analysis between ten-day average precipitation and nicotine content of flue-cured tobacco in field period

月份 Month	旬 Ten days	C3F		B2F	
		r 值 r value	P 值 P value	r 值 r value	P 值 P value
2	下	-0.56	0.10	-0.47	0.17
	上	-0.65*	0.04	-0.63	0.05
	中	-0.21	0.57	-0.07	0.85
3	下	-0.29	0.42	-0.20	0.58
	上	-0.31	0.39	-0.13	0.73
	中	-0.58	0.08	-0.38	0.28
4	下	-0.12	0.75	0.03	0.93
	上	0.08	0.84	-0.01	0.97
	中	0.44	0.20	0.45	0.20
5	下	0.18	0.62	0.17	0.64
	上	0.01	0.97	-0.05	0.88
	中	-0.43	0.22	-0.27	0.45
6	下	-0.11	0.76	0.03	0.93

注: * 表示显著相关($P < 0.05$)

Note: * means significant correlation($P < 0.05$)

3 结论与讨论

2011—2020年南雄烟区烤烟大田期气象因子分析结果表明,烤烟大田期平均气温、日照时数均呈上升趋势,变异系数均呈下降趋势,说明烟株生育前期平均气温、日照时数年度间差异较大,烟株生育后期平均气温、日照时数年度间差

异较小。降雨量变异系数较大,说明南雄烟区烤烟大田期降雨量年度间差异较大,降雨量时空分布极不均匀。这与王军等^[13-15]的研究结果基本一致。

表8 烤烟大田期月日照总时数与烟叶烟碱含量相关性分析

Table 8 Correlation analysis between monthly sunshine hours and nicotine content of flue-cured tobacco in field period

月份 Month	C3F		B2F	
	r 值 r value	P 值 P value	r 值 r value	P 值 P value
2	0.11	0.76	0.14	0.70
3	0.11	0.76	0.12	0.74
4	0.28	0.43	0.17	0.64
5	-0.18	0.63	-0.22	0.54
6	0.16	0.65	0.25	0.49

表9 大田生育期气象因子与烟叶烟碱含量相关性分析

Table 9 Correlation analysis between meteorological factors and nicotine content of flue-cured tobacco in field period

气象因子 Meteorological factors	生育期 Period	C3F		B2F	
		r 值 r value	P 值 P value	r 值 r value	P 值 P value
平均气温 Average temperature	伸根期	0.11	0.76	0.08	0.82
	旺长期	0.08	0.84	0.10	0.78
	成熟期	0.17	0.64	0.34	0.34
降雨量 Precipitation	伸根期	-0.83**	0.00	-0.68*	0.03
	旺长期	-0.48	0.16	-0.23	0.52
	成熟期	0.17	0.64	0.22	0.55
日照时数 Sunshine hours	伸根期	0.11	0.76	0.12	0.74
	旺长期	0.28	0.43	0.17	0.64
	成熟期	-0.06	0.88	-0.03	0.93

注: * 表示显著相关($P < 0.05$); ** 表示极显著相关($P < 0.01$)

Note: * indicates significant correlation($P < 0.05$); ** indicates extremely significant correlation($P < 0.01$)

2011—2020年南雄烟区烟叶烟碱含量统计结果表明,烟叶总体烟碱含量偏低,且年度间差异较大,说明南雄烟叶的烟碱含量年度间不稳定,影响了南雄烟叶的质量风格特色。因此,适当提高南雄烟叶的烟碱含量和保持烟叶烟碱含量年度间的稳定性尤为迫切。

该研究结果表明,南雄烟区3月上旬降雨量与中部烟叶烟碱含量呈显著负相关;伸根期降雨量与中部烟叶烟碱含量呈极显著负相关,与上部烟叶烟碱含量呈显著负相关。说明伸根期降雨量对南雄烟叶烟碱含量影响较大。烟碱合成于根系,然后通过木质部向烟株地上部的其他器官或部位运(下转第197页)

共生装置采用潮汐灌溉原理,陶粒质轻,水涨时会使陶粒漂浮在水面,水落时陶粒又会下降沉积,多次灌溉后会磨损根系,根系生长不良,引起植株死亡。以岩棉为栽培基质定植小白菜 5 d 后死亡率超过 50%,植株失水萎蔫,全株变黄。在室内环境中温度高于外界环境,蒸发量高,岩棉孔隙度大,保水能力差,在灌水 2~3 h 后岩棉块已经变干,导致植株根系缺水,引起植株死亡。蛭石利于保护植株根系且持水性能好,试验条件下以蛭石为栽培基质的小白菜株高、茎粗、根长、全株干重以及壮苗指数均优于以陶粒、岩棉为定植基质的小白菜、芫荽,这与陈艳丽等^[7]、刘化涛等^[10]、潘杰等^[11]在水培蔬菜基质筛选方面的研究结果一致。

4 结论

该研究结果表明以蛭石为栽培基质的小白菜生长良好,适用于智能潮汐式鱼菜共生装置。而以陶粒和岩棉为定植材料栽培小白菜和芫荽生长不良,死亡率高,不适用于智能潮汐式鱼菜共生装置。

以蛭石为定植基质栽培小白菜生长 31 d 时壮苗指数为 1.45。以潮汐灌溉为灌溉方式穴盘育苗生菜 30 d 壮苗指数为 6.95~8.66,番茄 30 d 壮苗指数 1.63~6.99,花椰菜 25 d 壮苗指数 2.53~2.78,冬季黄瓜育苗 32 d 壮苗指数 4.48~7.08^[12-15]。与潮汐灌溉搭配穴盘育苗相比该试验壮苗指数较低,表明该装置的水循环系统灌溉可用,但循环水中营养成分还不足以满足小白菜生长的需求,需进一步设计并

(上接第 186 页)

输^[16]。谢晓斌等^[15]认为南雄烟区伸根期降雨量偏多,不利于根系生长发育。伸根期是烟株根系生长发育的重要时期,适当控水可以促使根系向纵深发展,为烟碱的合成奠定基础。王军等^[13]通过相关分析和回归分析方法分析了南雄近几年烤烟大田生育期主要气象因子与烟叶主要化学成分的关系,认为 5 月下旬降雨量与中部叶总烟碱含量呈显著正相关。该研究结果与王军等结果不一致,可能与采用的气象数据不同有关。

针对南雄烟区伸根期降雨量偏多的状况,可采取高起垄、高培土、深挖环田沟、中心沟等措施,排除田间积水,促进烟株根系生长发育,以提高烟叶烟碱含量。该研究仅对 2011—2020 年南雄烟区 3 个主要气象因子与烟叶烟碱含量进行了相关性分析,其他气象因子、土壤、品种、栽培等对南雄烟区烟叶烟碱含量的影响有待进一步研究。

参考文献

[1] 刘绚霞,刘朝侠.影响烟叶烟碱含量的因素分析[J].甘肃农业科技,1996(7):39-40.
[2] 王伯毅.烟碱的形成及提高烟碱量的栽培措施[J].烟草科技,1984,17(2):22-24.

完善。

参考文献

[1] 陈华,邱磊.景观式鱼菜共生系统设计研究[J].赤峰学院学报(自然科学版),2018,34(8):43-45.
[2] 管鲜,车斌.基质栽培式鱼菜共生系统成本收益分析:以上海某庄园为例[J].中国渔业经济,2018,36(3):63-69.
[3] 管鲜.鱼菜共生系统的成本效益研究[D].上海:上海海洋大学,2018.
[4] 铁建中,徐之奇,孟旭刚,等.智能潮汐式鱼菜共生装置设计[J].农业工程技术,2021,41(16):16-22.
[5] 周晓平,刘静波,刘庆叶,等.小白菜潮汐式栽培专用基质的筛选[J].长江蔬菜,2015(20):54-56.
[6] 董枝青,李雯琳.阳台型鱼菜共生装置对叶菜类蔬菜生长的影响[J].现代农业科技,2019(22):36-38,40.
[7] 陈艳丽,高新生,李绍鹏.水培小白菜育苗基质的筛选研究[J].北方园艺,2010(13):5-8.
[8] 蔡淑芳,刘现,吴宝意,等.小白菜器官生长动态与环境温度关系的模拟[J].上海农业学报,2020,36(5):136-140.
[9] 刘佳贺,郭文场,刘东宝,等.芫荽的栽培管理、贮藏与食用[J].特种经济动植物,2017,20(11):48-51.
[10] 刘化涛,赵宇,董爱香,等.不同栽培基质的水分散失特性比较[J].农业工程技术(温室园艺),2006,26(4):54-55.
[11] 潘杰,李胜利,孙治强.水培生菜育苗基质的研究[J].河南农业科学,2003,32(7):50-52.
[12] 李慧霞,杨端,董晓菲,等.潮汐式灌溉对叶菜类蔬菜苗期生长发育的影响[J].吉林蔬菜,2019(4):56-57.
[13] 李倩,董春娟,田雅楠,等.潮汐灌溉供液高度对黄瓜穴盘苗生长发育与水肥利用的影响[J].中国蔬菜,2020(1):56-62.
[14] 杨巍,段正凤,王天文,等.番茄潮汐式育苗基质筛选研究[J].耕作与栽培,2020,40(3):25-27.
[15] 王克磊,朱隆静,苏世闻,等.潮汐灌溉频率对花椰菜幼苗生长的影响[J].江西农业学报,2020,32(9):45-48.
[3] 王广山,陈卫华,薛超群,等.烟碱形成的相关因素分析及降低烟碱技术措施[J].烟草科技,2001,34(2):38-42.
[4] 徐晓燕,孙五三,李章海.烟碱的生物合成及控制烟碱形成的相关因素[J].安徽农业科学,2001,29(5):663-664,666.
[5] 薛剑波,符云鹏,尹永强.影响烟草中烟碱含量的因素及调控措施[J].安徽农业科学,2005,33(6):1053-1055.
[6] 戴冕.我国主产烟区若干气象因素与烟叶化学成分关系的研究[J].中国烟草学报,2000,6(1):27-34.
[7] 彭新辉,蒲文宣,易建华,等.湖南不同烟区烤烟烟碱含量差异的生态原因[J].应用生态学报,2010,21(10):2599-2604.
[8] 韦成才,马英明,艾绥龙,等.陕南烤烟质量与气候关系研究[J].中国烟草科学,2004,25(3):38-41.
[9] 王彪,李天福.气象因子与烟叶化学成分关联度分析[J].云南农业大学学报,2005,20(5):742-745.
[10] 肖金香,刘正和,王燕,等.气候生态因素对烤烟产量与品质的影响及植烟措施研究[J].中国生态农业学报,2003,11(4):158-160.
[11] 杨天旭,左安建,魏秋兰,等.遵义烟区烤烟气候因子的适生性评价及其与化学成分间的关联分析[J].中国农学通报,2016,32(36):163-169.
[12] 赵阿娟,苏嘉颖,丁春霞,等.长沙烟区气象因子与烟叶常规化学成分相关性分析[J].湖南农业科学,2018(10):44-47.
[13] 王军,丁效东,罗静,等.南雄烟区气候条件与烟叶产量构成及主要化学成分的关系[J].华南农业大学学报,2016,37(3):54-61.
[14] 张小全,王军,陈永明,等.广东南雄烟区主要气候因素与烤烟品质特点分析[J].西北农业学报,2011,20(3):75-80.
[15] 谢晓斌,陈永明,王军,等.南雄烟区生态条件分析[J].中国烟草科学,2014,35(4):75-78,84.
[16] 韩锦峰.烟草栽培生理[M].北京:中国农业出版社,1996.