

贵州烤烟大田期可用日数与利用分析

莫建国^{1,4}, 唐远驹², 汪圣洪³, 谷晓平⁴

(1.贵州省山地环境气候研究所, 贵阳 550002; 2.贵州省烟草科学研究所, 贵阳 550003; 3.贵州省山地气候与资源重点实验室, 贵阳 550025; 4.贵阳市农业气象试验站, 贵阳 550002)

摘要: 为了进行烤烟合理布局和制订生产技术措施, 利用贵州 84 个气象站点 1961—2010 年逐日温度资料, 在 GIS 平台下推算并定点读取各乡(镇)起点温度和终止温度, 确定贵州烤烟大田期的可利用日数。结果发现, 贵州烤烟大田期可用日数各地差异很大, 随着海拔高度的增加, 烤烟大田期可利用日数不断减少。按照时限长短、分布地域、气候特点将贵州烤烟大田期可利用日数划分为 4 个类型区。除海拔 2000 m 以上地区外, 其余地区大田期可利用日数均能保证烤烟的正常生长。根据各类型区的可利用日数和气候特点, 提出了不同类型区的利用方式和技术要求, 并对各类型区的移栽期和采收结束期提出了旬期安排建议。

关键词: 烤烟; 大田期, 可用日数, 温度

中图分类号: S572

文章编号: 1007-5119 (2012) 01-0037-06

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2012.01.008

Available Days in Field and Its Application Analyses of Tobacco in Guizhou

MO Jianguo^{1,4}, TANG Yuanju², WANG Shenghong³, GU Xiaoping⁴

(1.Guizhou Institute of the Mountainous Environment and Climate, Guiyang 550002, China; 2.Guizhou Institute of Tobacco, Guiyang 550003, China; 3.Guiyang Agro-meteorological Experiment Station, Guiyang 550025, China; 4.Guizhou Key Laboratory of Mountainous Climate and Resource, Guiyang 550002, China)

Abstract: Days available for tobacco-growing in fields as the basis were provided for the arrangement of its rational distribution and production technical measures. We used the daily data of 84 meteorological stations in Guizhou from 1961 to 2010 to analyze the initial temperature and final temperature for tobacco growing on the GIS platform to determine its available days in field. The results showed the days available for tobacco growing in field varied largely with locations, which reduce with the elevation. According to the length of time, geographical distribution and climatic characteristics, the days available were divided into four types of areas. Apart from the areas above the altitude of 2000 meters, available days in fields can ensure the normal growth for flue-cured tobacco. According to various areas of available days and climate characteristics, use patterns and technical requirements are presented for different types of areas, and arrangement propositions are proposed for the transplanting period and the end of harvest period for all types of areas.

Keywords: flue-cured tobacco; field growth period; available days; temperature

烤烟大田期可用日数是以热量条件来界定烟区烤烟大田生长发育和成熟的一项时间指标, 以大田期的起始温度至终止温度之间的天数来表示^[1]。它是烤烟种植布局的基础, 是制订生产技术措施的依据^[2]。有关烤烟大田期可用日数的研究, 在起始温度即移栽期方面的^[3-9]研究较多, 主要集中在移栽期低温导致早花^[10-15]的研究方面。在终止温度即成熟期方面的研究较少。贵州烟区气候复杂多样, 在

这方面的研究起步虽较早^[16], 但仅有局部地区的分析^[17], 或使用单一的指标而不能适用于不同的种植区域^[18-19]。如何确定烤烟大田期的起始温度和终止温度, 如何利用烤烟大田期的可用日数, 是提高贵州烤烟产量和质量需要解决的问题。本研究拟在利用前人研究成果的基础上, 确定贵州烤烟大田期的起始温度和终止温度, 分析贵州烟区的大田期可用日数, 提出不同区域的利用建议, 为贵州烤烟生

基金项目: 科技部行业专项(GYHY(QX)200906023); 国家烟草专卖局“贵阳烤烟种植区划研究”(110200401018); 国家自然科学基金项目(41040039)

作者简介: 莫建国, 高级工程师, 主要从事农业气候资源开发利用、农业气候区划和 GIS 应用等方面的研究。E-mail: mojg@sina.com

收稿日期: 2011-05-03

产的合理布局和生产技术措施的制订提供依据。

1 材料与方法

1.1 气象资料

采用贵州 84 个气象站点 1961—2010 年 50 年逐日温度观测资料及 1961—2000 年气象灾害(春季低温、秋季低温、春旱、夏旱)发生统计资料。

1.2 分析方法

利用贵州 84 个气象站点 1961—2010 年逐日温度资料,采用 5 日滑动平均方法,确定各县(烟区)烤烟种植的起始温度与终止温度日期。采用细网格气候资源推算方法^[20-21],分别建立起点温度和终止温度与地理地形因子(经度、纬度、海拔高度)的推算模型^[15]。在 GIS 平台下,推算并定点读取各烤烟点(乡镇)起点温度和终止温度,确定贵州烤烟大田期的可利用时数。

2 结果与讨论

2.1 烤烟大田期起始温度和终止温度的确定

2.1.1 起始温度的确定 烤烟大田期的起始温度是指烤烟开始移栽的温度,也就是烤烟正常生长发育的最低温度。对于这项温度指标,不同学者存在较大的分歧^[10-14]。多数学者认为,一般条件下,烟苗移栽后温度在 13~18℃之间必须持续 10~20 d,才能引发早花现象^[11]。贵州的实际情况是:一般地区在海拔 800~1500 m,温度稳定通过 13℃以后,大约需要 35 d,才能稳定通过 18℃;海拔 800 m 以下,大约需要 30 d 就能稳定通过;海拔 1500 m 以上,大约需要 42 d 才能稳定通过。而在这个期间,多数年份、多数地区,很难出现持续 10~20 d 日平均气温低于 18℃的情况。贵州烤烟生产的实践也证明,近十余年来,虽然移栽期从原来的 5 月提前至 4 月下旬至 5 月上旬,也只有个别地区、个别年份、个别品种出现早花现象,大多数地区烟株均处于正常生长发育状态。因此,本研究采用 ≥ 13.0 ℃初日作为贵州烤烟大田期起始温度。

2.1.2 终止温度的确定 烤烟大田期终止温度是指烤烟采收结束的温度,也就是烤烟烟叶成熟的最

低温度。多年来学者们多以 20.0℃为烟叶成熟的最低温度指标^[2-3]。上世纪 80 年代开展的烤烟种植区划,以日平均温度 ≥ 20.0 ℃的持续日数作为重要的分区指标^[17]。本世纪初贺升华等^[22]考虑到云南地处低纬高原,提出了光照对低温补偿的观点,把日均温 ≥ 19.6 ℃作为烤烟成熟采收期的热量指标^[22]。随后云南的烤烟种植区划把日均温 ≥ 18.0 ℃作为划分云南烤烟生态适宜类型的指标。贵州的情况较为复杂,若采用 18.0℃终日为大田期终止温度,则中部、东部地区的上部烟叶难以正常成熟。若采用 20.0℃终日为大田期终止温度,则西部地区将有很大面积可用日数不足 120 d 而成为烟区不适宜区。但事实上日均温 ≥ 18.0 ℃的地区,已经种植烤烟多年,且产量、质量风格与云南烟叶相同,颇受市场欢迎。而低于 18.0℃的区域,基本上未种植烤烟。有鉴于此,我们把日均温 ≥ 18.0 ℃终日,作为贵州西部烟区的大田期终止温度;把日均温 ≥ 20.0 ℃终日,作为贵州中部、东部烟区的大田期终止温度。

2.2 贵州烤烟大田期可用日数的分布

2.2.1 贵州烤烟大田期起始温度的分布 表 1 是在 GIS 平台下,通过模型推算,定点读取方法统计的贵州烟区各市、地、州稳定通过 ≥ 13.0 ℃初日的时期(按旬计)的乡镇个数。可以看出,贵州全省烟区烤烟大田期的起始温度(稳定通过 ≥ 13.0 ℃初日)从 3 月上旬到 5 月下旬不等,变幅很大。但 81.6%的乡镇分布在 4 月上旬到 4 月下旬,其对应的海拔高度约在 800 m 至 1600 m,这些地区正是贵州当前烤烟的主要产区。起始温度在 3 月上旬及以前出现的,多在 800 m 以下地区,这些地区种烟不多。起始温度在 5 月上旬及以后出现的,多在 1600 m 以上的地区,这些地区还有相当大的面积种植烤烟。分地区看,黔西南、黔东南两州,60%以上的乡镇起始温度出现在 4 月上旬及以前;遵义、贵阳、安顺 3 市,50%以上的乡镇起始温度出现在 4 月中旬;铜仁和黔南州 80%的乡镇起始温度初日出现在 4 月的上中、旬;毕节和六盘水市 63.8%以上的乡镇,起始温度出现在 4 月下旬及以后。

表 1 贵州各地烤烟大田期起始温度出现的时期(月/旬)及海拔和乡镇数

Table 1 Emergence period by ten days of the initial temperature of flue-cured tobacco in the field and township number

项目	3/中前	3/下	4/上	4/中	4/下	5/上	5/中	5/中后
遵义	15	14	53	115	29	1	0	0
铜仁	0	4	83	65	15	1	0	0
黔西南	21	20	40	41	7	0	0	0
黔南	14	24	79	89	30	0	0	0
黔东南	2	37	110	53	3	1	0	0
六盘水	1	2	7	28	34	32	1	0
贵阳市	0	1	9	45	29	0	0	0
毕节	0	1	14	49	108	50	21	2
安顺	3	6	17	43	12	0	0	0
乡镇数/个	56	109	412	528	267	83	22	2
平均海拔/m	461	556	746	1051	1397	1799	2176	2410

2.2.2 贵州烤烟大田期终止温度的分布 表 2 是贵州烤烟大田期的两个终止温度(稳定通过 $\geq 18.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日 and 稳定通过 $\geq 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日)出现的旬期和对应的海拔高度范围。可以看出,贵州烟区稳定通过 $\geq 18.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日的终止温度出现时段较窄,在 8 月下旬到 11 月上旬之间;稳定通过 $\geq 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日的终止温度出现时段较宽,从 6 月上旬到 10 月下旬。两个终止温度的最早出现时间相差约 80 d,而最晚出现时间相差仅 10 d。对照海拔高度,表明东部、南部低海拔地区升温迅速,而西部高海拔地区升温缓

表 2 烤烟大田期终止温度出现的时期及对应的海拔高度
Table 2 Emergence period by ten days of the final temperature of flue-cured tobacco in the field and corresponding altitude

月/旬	稳定通过 $\geq 18.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日		稳定通过 $\geq 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日	
	乡镇数/个	海拔高度/m	乡镇数/个	海拔高度/m
6/上	0		3	> 2300
6/中	0		11	2200~2300
6/下	0		16	2000~2200
7/上	0		25	1900~2000
7/中	0		50	1800~1900
7/下	0		63	1700~1800
8/上	0		121	1600~1700
8/中	0		161	1200~1600
8/下	14	> 2200	198	1000~1200
9/上	36	2000~2200	201	800~1000
9/中	109	1600~2000	216	700~800
9/下	262	1200~1600	164	600~700
10/上	434	800~1200	116	400~600
10/中	350	600~800	92	300~400
10/下	207	400~600	42	< 300
11/上	67	< 400	0	

慢。从乡镇的分布来看, $\geq 18.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日的终止温度,以 9 月下旬到 10 月中旬这一个月出现的乡镇最多,达 1046 个,占到总乡镇数的 70.7%,9 月下旬以前出现的仅占 10%,10 月中旬以后出现的也不到 20%。 $\geq 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日的终止温度,出现时间较为分散,以 8 月下旬到 9 月中旬出现的乡镇最多,占到总乡镇数的 41.6%,8 月下旬以前出现的占 30.4%,9 月中旬以后出现的也要占到 28.0%。

2.2.3 贵州烤烟大田期可利用日数的分布 以稳定通过 $\geq 13.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 初日为起始温度,以稳定通过 $\geq 18.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日 and 稳定通过 $\geq 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 终日为终止温度,分别计算烤烟大田期可用日数。全省大田期可用日数最长的按 13~18 $^{\circ}\text{C}$ 计为 253 d(望谟县蔗香乡海拔 310 m),最短的按 13~18 $^{\circ}\text{C}$ 计为 5 d(威宁县雪山镇海拔 2456 m)。

图 1 是贵州不同海拔高度的 2 种可利用日数的变化状况。可以看出,随着海拔升高,可利用日数不断减少。以 18.0 $^{\circ}\text{C}$ 终日计算的可用日数,每升高 10 m 减少 0.697 d;以 20.0 $^{\circ}\text{C}$ 终日计算的可用日数,每升高 10 m 减少 1.023 d。两种方式计算的可用日数的差距随着海拔升高不断加大,400 m 以下低海拔相差约 15 d,到了 2400 m 高海拔,相差达 80 余天。以 120 d 为烤烟大田期的下限计,20.0 $^{\circ}\text{C}$ 终日计算的可用日数,达 120 d 的对应海拔约为 1400 m;以 18.0 $^{\circ}\text{C}$ 终日计算的可用日数,达 120 d

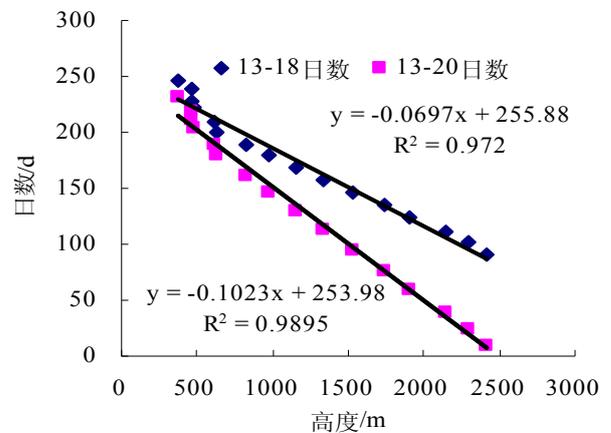


图 1 贵州不同海拔高度可利用日数的变化
Fig.1 The variation of available days on different altitudes in Guizhou

的对应海拔约为 2000 m。这和现行烤烟生产实际基本上是吻合的。

表 3 是贵州各地烤烟大田期可利用日数各分段的乡镇数统计。可以看出,两种计算方式的 < 120 d 的乡镇数,均以毕节、六盘水最多,占总数的 70% 以上; > 200 d 的乡镇数均以黔东南、黔南最多,

占总数的 50% 以上。黔东南、铜仁、黔南、遵义均以 151~200 d 的乡镇数最多,安顺、贵阳均以 120 d~150 d 的乡镇数最多。黔西南毕节、六盘水以 20.0 °C 终日计, < 120 d 的乡镇数最多;以 18.0 °C 终日计, 151~200 d 的乡镇数最多。

表 3 贵州各地烤烟大田期可利用日数各分段的乡镇个数
Table 3 The towns in different length-cut of tobacco field period in Guizhou

地区	按 13~18.0 °C 计乡镇数				按 13~20.0 °C 计乡镇数			
	< 120 d	120~150 d	151~200 d	> 200 d	< 120 d	120~150 d	151~200 d	> 200 d
遵义	0	11	189	32	15	79	115	23
铜仁	0	1	140	27	3	32	133	0
黔西南	0	3	86	40	22	57	33	17
黔南	0	2	188	46	21	97	98	20
黔东南	0	1	122	83	2	30	142	32
六盘水	2	46	47	3	79	16	3	0
贵阳市	0	4	79	1	28	44	12	0
毕节	28	98	118	1	195	39	14	0
安顺	0	0	72	9	28	38	12	3
乡镇总个数	30	166	1041	242	390	562	562	95

2.3 贵州烤烟大田期可用日数的利用

根据以上结果,按照时限长短、地域分布、气候特点、利用方式和技术要求将贵州烤烟大田期可利用日数划分为 4 个类型区,分别叙述如下。

I 类区 本区以 18.0 °C 终日计算的烤烟大田期可利用日数在 120 d 以下,以 20.0 °C 终日计算的可用日数在 50 d 以下。主要分布在黔西北海拔 2000 m 以上的地区。 ≥ 13.0 °C 初日出现在 5 月中旬以后, ≥ 20.0 °C 的终日出现在 6 月下旬以前,之间日数在 50 d 以下。本区由于低温的限制,烤烟大田期可利用日数太少,虽光照条件较好,但热量条件已不能满足烤烟的正常生长发育和成熟的需要,除少数小地貌形成的特殊区域外,不宜作为烟区发展。生产实际中本区烤烟种植也很少。

II 类区 本区以 18.0 °C 终日计算的烤烟大田期可利用日数在 120~160 d 之间,以 20.0 °C 终日计算的可用日数平均在 120 d 以下。主要分布在贵州西部高原 1400~2000 m 海拔的地区,是贵州的主要烤烟产区之一。 ≥ 13.0 °C 初日出现在 4 月中旬到 5 月上旬, ≥ 18.0 °C 终日出现在 9 月中旬至 10 月上旬, ≥ 20.0 °C 终日出现在 8 月上旬至 9 月上旬。

这一区域光照资源丰富,年日照时数达 1300~1800 h,且多散射光,光合有效性高,充足的光照条件补偿了相对偏低的温度。春季温度回升快,夏季升温不烈,秋季降温较迅速。雨季开始较晚,春旱严重,“倒春寒”和“秋风”天气时有发生。整个气候特点与云南东部烟区相似。本区烤烟大田期可用日数并不充足,在利用上,要充分发挥春温回升快的特点,地膜覆盖,抗旱早栽,促早生快发;利用夏季升温不高的优点,把中部叶的生长成熟安排在这一时段,以提质增产;控制烟地施氮量和打顶留叶数,防止“秋风”低温天气危害,保证上部烟叶能正常成熟。因此该区的烤烟移栽期宜安排在 4 月下旬到 5 月中旬,采收结束期安排在 8 月下旬至 9 月中旬。

III 类区 本区以 18.0 °C 终日计算的烤烟大田期可利用日数在 160~200 d 之间,以 20.0 °C 终日计算的可用日数在 120~180 d。主要分布在海拔高度 800~1400 m 的贵州中部丘原地区,是贵州烤烟种植的主体产区。 ≥ 13.0 °C 初日出现在 3 月下旬到 4 月上旬, ≥ 18.0 °C 终日出现在 10 月中旬至 11 月上旬, ≥ 20.0 °C 终日出现在 9 月中旬至 10 月中旬。本

区具有热量充足,雨水充沛,光、热、水变化基本同步的气候特点。气象灾害以夏旱较为普遍,北部烟区较为严重。“倒春寒”时有发生。本区烤烟大田期可用日数虽然较长,但由于“倒春寒”和夏旱的存在,使大田前期的移栽和后期的成熟采收都受到了一定的限制。利用上,前期在避免“倒春寒”严重影响的前提下,尽可能提早移栽,高垅覆膜,促早生快发。中期应加强管理,合理施肥,使烟株在旺长期打好优质适产的基础。烟叶成熟期,一是采取措施尽量提前,减小夏旱对中部叶的不良影响;二是浇水灌溉,保证上部烟叶正常生长成熟。本区的烤烟移栽期宜安排在 4 月中旬到 5 月上旬,采收结束期安排在 8 月中旬至 9 月上旬。

IV 类区 本区以 18.0 °C 终日计算的烤烟大田期可利用日数在 200 d 以上,以 20.0 °C 终日计算的可用日数 180 d 以上。主要分布在海拔高度在 800 m 以下的黔东、黔南低热河谷及相邻低山丘陵和北部赤水河谷。本区烤烟种植面积不大,特别是 400 m 以下低热河谷很少种植。 ≥ 13.0 °C 初日出现在 3 月上旬至 3 月下旬, ≥ 18.0 °C 终日出现在 11 月上旬以后, ≥ 20.0 °C 终日出现在 10 月中旬至下旬。本区烤烟大田期可用日数最长,是贵州热量资源最丰富的地区。雨季开始较早,春季升温快速,但夏季 7、8 月的高温,不利于优质烟叶的形成,而且易导致病害的蔓延。虽然本区烤烟大田期可用日数很长,为了减轻 7、8 月的高温影响,前期应尽可能提早移栽,促早生快发。烟叶成熟期,采取措施,浇水灌溉,保证中上部烟叶正常生长成熟。部分地区可考虑实行烟稻两熟复种或烟苕套种,以充分利用资源。本区的烤烟移栽期宜安排在 3 月上旬到 4 月中旬,采收结束期安排在 7 月下旬至 8 月中旬。

4 小 结

(1) 以稳定通过 ≥ 13.0 °C 初日作为起始温度,以 ≥ 18.0 °C 和 ≥ 20.0 °C 终日作为终止温度,确定贵州烤烟大田期可利用日数,符合贵州烤烟生产实际。

(2) 贵州烤烟大田期的可用日数差异甚大,随着海拔高度的增加,烤烟大田期可用日数不断减

少。以 ≥ 18.0 °C 终日 and ≥ 20.0 °C 终日两种方式计算的可用日数的差距,随着海拔升高,差距不断加大。

(3) 按照时限长短、分布地域、气候特点将贵州烤烟大田期可利用日数划分为 4 个类型区。I 类区烤烟大田期可利用日数太少,不宜作为烟区发展;II 类区烤烟移栽期宜安排在 4 月下旬到 5 月中旬,采收结束期安排在 8 月下旬至 9 月中旬;III 类区烤烟移栽期宜安排在 4 月中旬到 5 月上旬,采收结束期安排在 8 月中旬至 9 月上旬;IV 类区烤烟移栽期宜安排在 3 月上旬到 4 月中旬,采收结束期安排在 7 月下旬至 8 月中旬。

(4) 烤烟大田期可用日数是烤烟生产最重要的一项基础性的气候指标,它是一个地区烤烟生产能否种植的前提条件。但它毕竟只是气候指标中的一项热量指标,而不是全部指标。因而烤烟大田期的实际可用日数,可能被其他气候因子的影响而受到限制。在安排烤烟大田期时,应以大田期可用日数为基础,还要综合考虑其他气候因子的影响,以更好地满足优质烤烟生长发育的需要。

参考文献

- [1] 龙怀玉,刘建利. 中国烤烟气候适宜性和需水量空间分布特征[M]. 北京:中国大地出版社,2007.
- [2] 王彦亭,谢剑平,李志宏. 中国烟草种植区划[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [3] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005.
- [4] 刘德玉,李树峰,罗德华,等. 移栽期对烤烟产量、质量和光合特性的影响[J]. 中国烟草学报,2007,13(3): 40-46.
- [5] 陈永明,陈建军,邱妙文. 施氮水平和移栽期对烤烟还原糖及烟碱含量的影响[J]. 中国烟草科学,2010,31(1): 34-36.
- [6] 黄一兰,李文卿,陈顺辉,等. 移栽期对烟株生长、各部位烟叶比例及产、质量的影响[J]. 烟草科技,2001(11): 38-40.
- [7] 刘德育,孙广玉,蔡淑燕. 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.
- [8] 徐茜,周泽启,巫常标. 烟苗不同移栽期对烤烟生长、产量和质量的影响[J]. 福建热作科技,2003,28(3): 8-10.

- [9] 黄泽生,林伟. 高山区不同播栽期对烤烟生长的影响[J]. 现代农业科技, 2009(8): 11-12.
- [10] 高川,周清明. 烟草早花研究进展[J]. 现代农业科技, 2009(8): 101-104.
- [11] 金磊,晋艳,周冀衡,等. 烟草早花机理及控制的研究进展[J]. 中国烟草学报, 2008, 14(1): 58-62.
- [12] 沈少君,郭学清,郑玉木,等. 低温胁迫对烤烟生长和产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(6): 35-37.
- [13] 金磊,晋艳,周冀衡,等. 苗期低温对烤烟花芽分化及发育进程的影响[J]. 中国烟草科学, 2007, 28(6): 1-5.
- [14] 招启柏,吕冰,曹显祖. 烟草成花生理研究综述[J]. 中国烟草科学, 2003, 24(4): 27-29.
- [15] 周冀衡,庄江,林桂华,等. 烟草苗期去叶处理对控制早花现象的作用[J]. 中国烟草科学, 2001, 22(3): 38-41.
- [16] 唐远驹,任高,申涓. 基地优质烟开发研究[M]. 贵阳: 贵州科学技术出版社, 1998.
- [17] 唐远驹. 贵州烟草生产合理布局[M]. 贵阳: 贵州科学技术出版社, 1992.
- [18] 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.
- [19] 吴应康,陈官文. 金沙县烤烟育苗移栽期的农业气象条件研究[J]. 贵州气象, 2000, 24(1): 28-29.
- [20] 莫建国,罗楠. 桐梓县方竹生长的气候条件及区划[J]. 贵州农业科学, 2005, 33(6): 30-31.
- [21] 邹立尧,赵秀兰. 细网格格点农业气候资源推算原理和方法[J]. 黑龙江气象, 1996(3): 3-5.
- [22] 贺升华,任炜. 烤烟气象[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2001.



(上接第36页)

- [9] 王珂,沈掌泉,John S,等. 精确农业田间土壤空间变异与采样方式研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(2): 33-36.
- [10] Jude C, Ayo O. Influence of termite infestation on the spatial variability of soil properties in the guinea savanna region of nigeria[J]. Geoderma, 2009(148): 357-363.
- [11] 秦鱼生,涂仕华,冯文强,等. 成都平原水旱轮作种植下土壤养分特性空间变异研究[J]. 土壤学报, 2008, 45(2): 355-359.
- [12] 盛建东,肖华,武红旗,等. 不同取样尺度农田土壤速效养分空间变异特征初步研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(2): 63-67.
- [13] 刘文全,李首成,韩敬,等. 川中丘区乡村景观磷素空间分布特征研究[J]. 四川农业大学学报, 2005, 23(4): 436-441.
- [14] 王勇. 中低山区植烟土壤主要肥力因子空间变异特征及地形因素影响研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2008.
- [15] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [16] 陈江华,刘建利,李志宏,等. 中国植烟土壤及烟草养分综合管理[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [17] Yost R S, Uehara G, Fox R L. Geostatistical analysis of soil chemical properties of large land area . Kriging[J]. Soil Sci.Soc, 1982, 46: 1033-1037.
- [18] Wang Y D, Feng N N, Li T X, et al. Spatial variability of soil cation exchange capacity in hilly tea plantation soils under different sampling scales[J]. Agricultural Sciences in China, 2008, 7(1): 101-105.