

南平烤烟种植生态适宜性评价

李湘伟^{1,2}, 陈爱国¹, 戴培刚¹, 徐茜³, 陈志厚³, 王树声^{1*}, 胡庆辉^{1,2},
王浩浩^{1,2}, 李斌^{1,2}

(1.农业部烟草类作物质量控制重点开放实验室, 中国农业科学院烟草研究所, 青岛 266101; 2.中国农业科学院研究生院, 北京 100081; 3.福建省烟草农业科学研究所南平分所, 福建 南平 353000)

摘要: 为了明确南平烤烟最佳种植区域, 综合考虑气候和土壤等 15 个生态指标, 运用模糊数学隶属函数和相关系数法, 对南平烤烟生态适宜性进行了综合评价。结果表明, 气象因子中, 旺长期气温、成熟期气温和旺长期降水量都适宜烤烟生长, 但还苗伸根期降水量和成熟期降水量明显偏高, 是烤烟生长限制性因子; 土壤因子中, 速效氮和速效磷含量适宜烤烟生长, 而速效钾和有效硼明显偏低, 为烤烟生长限制性因子。综合评价, 建瓯、延平和顺昌为 Ⅰ类适宜区; 政和、浦城、松溪和建阳为 Ⅱ类适宜区; 光泽、武夷山和邵武为 Ⅲ类适宜区。南平生态适宜性呈现由东南到西北从高到低的趋势。

关键词: 烟草; 生态适宜性; 隶属函数; 权重

中图分类号: S572

文章编号: 1007-5119 (2012) 02-0077-05

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2012.02.016

Ecological Suitability Evaluation of Nanping Tobacco Planting Areas

LI Xiangwei^{1,2}, CHEN Aiguo¹, DAI Peigang¹, XU Qian³, CHEN Zhihou³, WANG Shusheng^{1*}, HU Qinghui^{1,2},
WANG Haohao^{1,2}, LI Bin^{1,2}

(1. Key Laboratory of Tobacco Quality Control, Ministry of Agriculture, Tobacco Research Institute of CAAS, Qingdao 266101, China; 2. Graduate School of CAAS, Beijing 100081, China; 3. Nanping Institute of Tobacco Agricultural Sciences, Nanping, Fujian 353000, China)

Abstract: In order to define the best planting regions of flue-cured tobacco in Nanping, the ecological suitability evaluation was studied by using 15 factors of climates and soils, based on the analysis of fuzzy mathematics and correlation coefficient. The results indicated that temperature and rainfall of fast growing period, temperature of maturing stage, soil available nitrogen, and soil Olsen-P were suitable for tobacco growth, but precipitation of seedling and maturity, available potassium, and available boron were limiting factors. The tobacco growth region in Nanping were divided into three classes, the first includes Jianou, Yanping and Shunchang, and the second includes Zhenghe, Pucheng, Songxi and Jianyang, while in the third includes Guangze, Wuyishan and Shaowu. In Nanping, ecological suitability for flue-cured declined from southeast to northwest.

Keywords: tobacco; ecological suitability; membership function; weight

不同的烟草类型与品种, 对生态条件的要求也会有一定的差异, 生产优质烟叶所需的生态条件与烟草生长发育最适宜的生态条件并不尽相同。但从总体上看, 温暖多光照的气候和排水良好的土壤, 对各类烟草是需要的。烤烟对环境的适应性较广, 但其质量对环境反应敏感, 不同自然条件下生产出来的烤烟质量相差十分明显, 优质烟叶必然存在一

个最佳的自然生产条件与之相对应^[1]。根据生态条件对烤烟种植进行合理的规划, 对彰显烟叶品质特色具有重要意义。近年来, 对烤烟生态适宜性的评价已有较多研究。陈海生等^[2]利用 GIS 对河南省烟草生态适宜性进行了综合评价; 吴克宁等^[3]建立了河南省烟草生态适宜性评价的指标体系; 张久权等^[4]对山东省烤烟生态适宜性进行了综合评价, 突显

基金项目: 福建省烟草公司南平市公司项目“南平特色优质烟叶研究开发”(NYK 2010-10-3)

作者简介: 李湘伟, 男, 在读硕士, 研究方向为烟草栽培与品质。E-mail: hunanlixiangwei@126.com。*通信作者, E-mail: wangshusheng886@sohu.com

收稿日期: 2011-04-21

修回日期: 2011-11-25

了烟叶质量特色。福建省南平市地处闽北丘陵山区,受山脉和河流影响,不同植烟县(市、区)生态环境差异较大,全国和福建省植烟生态适宜性评价在指导南平市烤烟种植规划上有一定的局限性。本研究基于南平市各植烟县(市、区)15年气象资料和3年的土壤资料,对南平烤烟大田生长期的气候和土壤条件进行适宜性综合评价,以期对南平烟区的合理规划和布局提供依据。

1 材料与方方法

1.1 评价指标的选择

本研究遵循显著性、实际性、主导性、区域差异性和可操作性等原则^[3],采用定量和定性相结合的方法,筛选参评因子,考虑到实际生产情况以及文献上的一些评价研究,选定气候(还苗和伸根期气温,还苗和伸根期降水量,旺长期气温,旺长期降水量,成熟期气温,成熟期降水量和大田日照时数)和土壤(pH、速效氮、水溶性氯、速效磷、交换性镁、有效硫、有效硼和速效钾),15个因子作为烤烟在南平的生态适宜性评价指标。

1.2 气候和土壤数据的获取

南平市各县1994—2008年的气象资料由南平市气象局提供。2007—2009年在南平市设1101个采样点,分布在所辖10个县(市、区)的120个乡镇(镇),其中种烟乡(镇)村全部取样,按照种烟面积20hm²取一个代表土样,每个土样在烤烟前茬作物收获后,起垄施肥前进行GPS定位,随机采集5~10个0~20cm的等量耕作层土样,进行土壤养分化验,由福建省烟草农业科学研究所南平分所分析化验。

1.3 评价指标权重的确定

表1所列15个因子的权重采用相关系数法计算。在烤烟大田生长期,计算各单项烤烟生态指标间的相关系数,再求各单项烤烟生态指标与其他烤烟生态指标间相关系数的平均值,以其平均值占所有烤烟生态指标的相关系数平均值总和的比,作为该单项烤烟生态指标的权重系数。

1.4 各因子隶属函数类型和边界值的确定

根据烤烟生长规律,结合生产经验,考虑隶属函数类型的选用原则^[5],确定各因子隶属函数类型和边界值(表1)。

1.5 评价指标隶属度的计算

模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体评价,已经广泛应用于农用地质量评价、水环境质量评价、经济作物用地适宜性评价等方面^[6-10]。近年来在烟草种植生态适宜性评价中也有一些研究^[3,4,11]。本研究采用这一方法,为计算方便,将S型曲线近似为升梯形,如图1(a)和式1-1;将抛物线型曲线近似为梯形,如图1(b)和式1-2,计算各因子的隶属度。

S型隶属函数:

$$f(x) = \begin{cases} 1 & x > x_2 \\ 0.9 \times \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} + 0.1 & x_1 < x < x_2 \\ 0.1 & x < x_1 \end{cases} \quad (1-1)$$

其中 x_1 为下限, x_2 为上限, $x_1 < x_2$ 。

抛物线型隶属函数:

$$f(x) = \begin{cases} 1 & x_2 < x < x_3 \\ 0.9 \times \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} + 0.1 & x_1 < x < x_2 \\ 0.9 \times \frac{x_4 - x}{x_4 - x_3} + 0.1 & x_3 < x < x_4 \\ 0.1 & x < x_1, x > x_4 \end{cases} \quad (1-2)$$

其中 x_1 为下限, x_2 为最优下限, x_3 为最优上限, x_4 为上限, $x_1 < x_2 < x_3 < x_4$ 。

1.6 适宜性指数的确定

通过使用隶属函数标准化后的指标隶属度和相关系数法求出的各因子指标权重值计算得出适宜性指数,公式如下:

$$S = \sum_{i=1}^n C_i \cdot P_i$$

其中 S: 生态适宜指数, C_i : 第 i 项指标权重, P_i : 第 i 项指标隶属度, ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)。

计算所得适宜指数越高,表明该因子越适宜烤烟生长,反之,为烤烟生长的限制性因子。

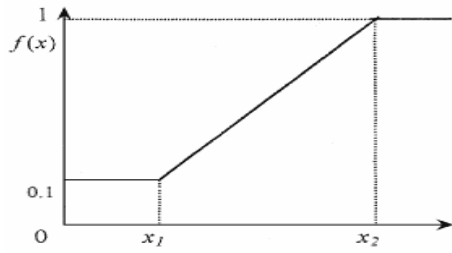


图 1 (a) S 型隶属度函数曲线

Fig.1 (a) S-type membership function curve

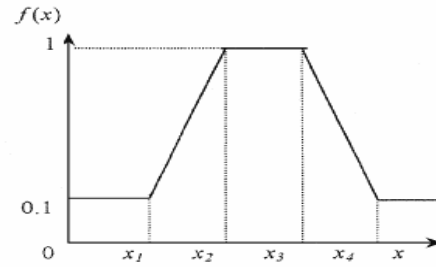


图 1 (b) 抛物线型隶属曲线度函数曲线

Fig.1 (b) Parabolic membership function curve

1.7 数据处理

用 Excel 2007 和 SAS 9.1 进行数据处理和统计分析。

2 结果与讨论

2.1 气候适宜性评价

由表 1 看出，从权重角度看，总体上，南平烟区气候对烤烟的影响大于土壤，气温的影响大于降水和日照的影响，这与实际相吻合。

由适宜性指数公式，计算各个生态因子适宜指标得分如表 2。总的来看，南平气候条件较适合烤烟生长，在这些气候因素中，旺长期和成熟期气温，旺长期降水量能较好的适合烤烟生长，其适宜性指数分别为 0.909、0.851 和 0.707。还苗和伸根期降水量和成熟期降水量明显偏高，适宜性指数仅为

0.184 和 0.093。根据烤烟生理需求，烤烟一生总需水量以 400 ~ 600 mm 为宜，还苗和伸根期降水量在 80 ~ 100 mm 为最佳，高于 300 mm 生长受影响，成熟期降水量 200 ~ 300 mm 为最佳，高于 400 mm 生长受影响(表 1)。而南平大部分地区在这两个时期的降水量都超过适宜范围。还苗和伸根期降水过多，根系生长受影响，对烤烟中、后期生长不利；成熟期降水过多，烤烟贪青晚熟，易引起“返青”或“底烘”，对采收不利。因此，还苗和伸根期降水量和成熟期降水量是影响南平烤烟生长的主要气候因子。

2.2 土壤养分适宜性评价

由表 2 可以看出，南平土壤养分总体适合烤烟生长，最理想的因子包括速效氮和速效磷，其适宜

表 1 评价指标因子、权重、隶属函数类型及边界值

Table 1 Assessment factor, weights, member function type and boundary value

分类	生态因子	权重	函数形式	下限	最优下限	最优上限	上限
气候	还苗和伸根期气温/°C	0.090	抛物线型	13	18	28	35
	还苗和伸根期降水量/mm	0.069	抛物线型	20	80	100	300
	旺长期气温/°C	0.091	抛物线型	10	20	28	35
	旺长期降水量/mm	0.077	抛物线型	50	100	200	400
	成熟期气温/°C	0.091	抛物线型	16	20	25	35
	成熟期降水量/mm	0.093	抛物线型	100	200	300	400
土壤养分	大田期日照时数/h	0.069	抛物线型	500	600	700	800
	pH	0.042	抛物线型	5	5.5	6.5	7
	速效氮/(mg·kg ⁻¹)	0.088	抛物线型	65	100	150	200
	水溶性氮/(mg·kg ⁻¹)	0.061	抛物线型	10	25	30	45
	速效磷/(mg·kg ⁻¹)	0.059	抛物线型	10	20	40	80
	交换性镁/(mg·kg ⁻¹)	0.033	抛物线型	50	100	200	400
	有效硫/(mg·kg ⁻¹)	0.041	抛物线型	7	12	24	40
	有效硼/(mg·kg ⁻¹)	0.037	抛物线型	0.4	0.5	1	1.5
	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	0.058	S 型	150	200		

表2 各生态因子分布情况和生态适宜性指标

Table 2 The distribution of each ecological factor and ecological suitability index

分类	因子	实际值			生态适宜性指标
		最小值	最大值	平均值	
气候	旺长期气温/°C	20.58	22.30	21.25	0.909
	成熟期气温/°C	25.23	26.57	25.76	0.851
	旺长期降水量/mm	188.50	243.10	218.14	0.707
	还苗和伸根期气温/°C	14.53	16.71	15.42	0.482
	大田期日照时数/h	484.90	650.90	571.65	0.467
	还苗和伸根期降水量/mm	245.40	292.00	263.16	0.184
	成熟期降水量/mm	563.10	725.70	618.68	0.093
土壤养分	速效氮/(mg·kg ⁻¹)	115.91	172.10	140.65	0.841
	速效磷/(mg·kg ⁻¹)	19.63	34.69	27.84	0.592
	水溶性氮/(mg·kg ⁻¹)	11.33	33.22	19.86	0.378
	交换性镁/(mg·kg ⁻¹)	60.20	85.69	73.45	0.172
	有效硫/(mg·kg ⁻¹)	25.68	47.15	35.60	0.165
	pH	4.82	5.27	5.14	0.160
	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	59.89	116.35	83.67	0.058
	有效硼/(mg·kg ⁻¹)	0.13	0.46	0.25	0.037

性指数为 0.841 和 0.592,但是速效钾和有效硼明显偏低,适宜指数仅为 0.058 和 0.037。根据烤烟生长需求,土壤中速效钾含量大于 200 mg/kg 为最佳,低于 150 mg/kg 生长受限制,有效硼含量在 0.5 ~ 1.0 mg/kg 为最佳,低于 0.4 mg/kg 生长受限制(表 1),而南平大部分地区这两种元素的含量都低于临界值,成为影响南平地区烤烟生长的限制因子,这可能与南平地形有关,南平地处武夷山脉北段东南侧,地势呈西北、东北高,西南、东南渐低,由于山势陡峭,群峰林立,既挡住了西北寒流的侵袭,又截留了海洋的温暖气流,属中亚热带海洋性湿润季风气候,因此,南平地区常年雨量充沛,降水充足,进而造成土壤中钾和硼的淋失,此外,由于铁铝氧化物可增强对硼的吸附作用,使硼的有效性下降,这也可能是硼适宜性较低的原因。就南平烟区整体而言,土壤 pH 偏低,这不仅影响烤烟对养分的吸收、土壤养分的有效性及土壤微生物的分布,还直接影响烤烟的生长和品质^[12],因此,有必要施用石灰及碱性肥料调节土壤酸度。镁对于烟叶阴燃后烟灰的凝结和烟叶光泽有良好的作用,南平土壤交换性镁的适宜指标得分不高,仅为 0.172,有潜在缺镁的可能,生产中要增施镁肥。

2.3 生态适宜性综合评价

根据适宜性指数公式,综合气候与土壤因素,计算南平 10 县(市、区)生态适宜性综合得分,采用类平均数法聚类分区如表 3。由表 3 可知,南平烤烟生态适宜性可分为 3 个区域: 区(建瓯、延平、顺昌)、区(政和、浦城、松溪、建阳)、区(光泽、武夷山、邵武),本文与夏范讲^[13]的研究有所不同,这可能是本研究综合考虑了气象与土壤因素的结果。区中的 3 个县市,烟草大田生育期各阶段平均气温较高,日照时数较多,降水量适中,速效氮含量偏少,速效磷含量中等,速效钾含量较少;区中的 4 个县市,烟草大田生育期各阶段平均气温、日照时数中等,降水量较高,速效氮、速效磷含量中等,速效钾含量较少;区中的 3 个县市,烟草大田生育各阶段平均气温较低,日照时数偏少,降水量偏多,速效氮含量偏多,速效磷含量偏少,速效钾含量较少。实际生产中,区的植烟面积不大,应大力发展该区烟叶生产。

3 小结

南平气候总体上适宜烤烟生长,最理想的因子包括旺长期气温、成熟期气温和旺长期降水量,但是还苗和伸根期降水量和成熟期降水量明显偏高,是限制南平烤烟生长的主要气候因子。

南平土壤养分总体上适合烤烟生长,土壤中速

表 3 南平各县(市、区)生态适宜性综合得分

Table 3 The ecological suitability synthetical score and zoning in each county (city, area) of Nanping tobacco region

地名	适宜性指标值	适宜性分区
建瓯	0.678	
延平	0.653	
顺昌	0.643	
政和	0.611	
浦城	0.609	
松溪	0.602	
建阳	0.602	
光泽	0.573	
武夷山	0.572	
邵武	0.553	

效氮和速效磷含量适中,是最适宜的因子,但是速效钾和有效硼明显偏低,是影响南平烤烟生长的限制因子,生产中要注重增施钾肥和硼肥,钾肥严禁施氯化钾。南平地区总体上 pH 偏低,有必要施用石灰及碱性肥料来调节土壤酸度。

南平烤烟生态适宜性呈现由东南到西北从高到低的趋势。对南平 10 县(市、区)生态适宜性综合得分结果进行聚类分析,可分为 3 个区域:区为建瓯、延平和顺昌,区为政和、浦城、松溪和建阳,区为光泽、武夷山和邵武。

参考文献

- [1] 周金仙,卢江平,白永富,等. 不同生态区烟草品种产量、品质变化研究初报[J]. 云南农业大学学报,2003,18(1):97-102.
- [2] 陈海生,刘国顺,刘大双,等. GIS 支持下的河南省烟草生态适宜性综合评价[J]. 中国农业科学,2009,42(7):2425-2433.
- [3] 吴克宁,杨扬,吕巧灵,等. 河南省烟草生态适宜性评价的指标体系[J]. 河南农业科学,2006(4):20-23.
- [4] 张久权,张教侠,刘传峰,等. 山东烤烟生态适应性综合评价[J]. 中国烟草科学,2008,29(5):11-17.
- [5] 吴克宁,杨峰,吕巧灵,等. 烟草种植土地适宜性评价方法及综合应用[J]. 中国烟草科学,2007,28(4):37-40.
- [6] 王建国,杨林章,单艳红. 模糊数学在土壤质量评价中的应用研究[J]. 土壤学报,2001,38(2):76-83.
- [7] 胡兵,熊德祥,潘剑君. 农用地质量模糊综合评价模型的建立与检验[J]. 南京农业大学学报,1998,21(3):64-69.
- [8] 潘峰,付强,梁川. 基于层次分析法的模糊综合评价在水环境质量评价中的应用[J]. 东北水利水电,2003,21(8):22-24.
- [9] 赵庚星. 苹果园土壤模糊数学评价方法的探讨[J]. 山东农业大学学报,1993,24(4):427-432.
- [10] 苏国兴,洪法水. 桑品种耐盐性的隶属函数法之评价[J]. 江苏农业学报,2002,18(1):42-47.
- [11] 莫静静,刘国顺,叶协锋,等. 基于 GIS 和 AHP 的南阳市烟草种植生态适宜性评价[J]. 河南农业大学学报,2009,43(3):331-344.
- [12] 唐莉娜,刘淑欣,熊德中. 调节土壤酸度对烤烟生产和品质的影响[J]. 福建农业大学学报,1999,28(1):71-76.
- [13] 夏范讲. 影响南平烟区特色烟叶质量的主要因素分析[D]. 北京:中国农业科学院研究生院,2010.