

陕西安康烟区生育期气候综合指数对烤烟化学成分的影响

李小芳¹, 赵鹏^{2*}, 王毅¹, 李燕¹, 吴莹¹, 朱峰²

(1.安康市气象局, 陕西 安康 725000; 2.陕西省烟草公司安康市公司, 陕西 安康 725000)

摘要: 为了明确烤烟不同生育期气候资源对烟叶品质的贡献率, 以陕西安康烟区 2002—2011 年气象资料和烟叶化学成分为材料, 采用主成分分析法, 对烤烟不同生育期的平均温度、降水量和日照时数进行分析, 构建不同生育期的气候综合指数(CCI); 采用相关分析、通径分析和决策分析对各生育期 CCI 与烟叶化学成分的关系进行分析。结果表明: 不同生育期 CCI 对烟碱含量的影响以采烤前期最大, 旺长期最小, 对采烤前期的影响主要为直接作用; 对烟叶总糖含量的影响以采烤后期最大, 采烤前期最小, 对采烤后期的影响主要为直接作用和通过旺长期的间接作用; 对烟叶糖碱比的影响以采烤后期最大, 旺长期最小, 采烤后期的影响主要为直接作用和通过采烤前期的间接作用。

关键词: 烤烟; 气候综合指数; 化学成分; 陕西安康

中图分类号: S572.01 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2013)05-0458-05

On influence of climatic comprehensive index in the growth stages of flue-cured tobacco on its chemical constituents in Ankang, Shaanxi tobacco area

LI Xiao-fang¹, ZHAO Peng^{2*}, WANG Yi¹, LI Yan¹, WU Ying¹, ZHU Feng²

(1.Ankang Meteorological Bureau in Shaanxi Province, Ankang, Shaanxi 725000, China; 2.Ankang Tobacco Company in Shaanxi Province, Ankang, Shaanxi 725000, China)

Abstract: In order to determine the contribution rate of climate resources at different growth stages of the flue-cured tobacco to its quality, we have used the basic meteorological datas and the chemical constituents of tobacco in Ankang, Shaanxi tobacco area in 2002–2011 as the material for our research, analyzed the average temperature, precipitation and sunshine hours of different growth stages of the flue-cured tobacco by means of principal component analysis method, set up the climatic comprehensive index (CCI) of different growth stages, and investigated the relationship between CCI of every growth stage and chemical constituents of tobacco by means of correlation analysis, path analysis and decision analysis. The result shows that, on the influence of CCI on the nicotine content at different growth stages, the effect at the early maturity stage is the largest and comes from them directly, the effect at fast growing stage is the least; on the influence of CCI on the total sugar content, the effect at the late maturity stage is the largest and comes from them directly or indirectly at the fast growing stage, the effect at the early maturity stage is the least; on the influence of CCI on the sugar/nicotine proportion, the effect at the late maturity stage is the largest and comes from them directly or indirectly at the early maturity stage, the effect at the fast growing stage is the minimum.

Key words: flue-cured tobacco; climate comprehensive index(CCI); chemical constituents; Ankang, Shaanxi

在特定的烤烟品种和成熟的栽培调制技术下, 气候资源年度间的波动成为决定烟叶内在质量稳

收稿日期: 2013-03-25

基金项目: 陕西省气象局重点项目(2012Z-9)

作者简介: 李小芳(1980—), 女, 陕西大荔人, 硕士, 工程师, 主要从事农业气象及气候资源开发研究, xfangli2008@163.com; *通信作者, 10943323@qq.com

定性的主要因素^[1-3]。前人对烤烟不同生育期气候因子与烟叶化学成分的关系做了大量研究,建立了气候因子与烟叶质量指标的回归预测模型^[3-10]。烤烟生育期的气候资源综合体现在光、热、水 3 个方面。将 3 个方面的差异用 1 个气候综合指标来衡量,可以较全面地比较不同年度间不同生育时期气候资源的差异。通过研究这一综合指标与烟叶关键化学成分的关系,可进一步探索气候资源作用于烟叶内在质量的机制。笔者以陕西安康烟区为例,从构建烤烟不同生育期气候综合指数出发,探索年度间气候的变化对烟叶内在质量的作用机制,以期构建烟叶品质气候预测模型,提高气候资源利用效率提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

陕西省安康市烟区常年种植烤烟 $1.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 左右^[11]。烤烟生育期划分为生根期(5 月)、旺长期(6 月)、采烤前期(7 月上旬至 8 月上旬)、采烤后期(8 月中旬至 9 月上旬)。各生育期平均温度、日照时数和降水量等气候资料(2002—2011 年)来源于安康市气象局。各年的烟叶样品(C3F)来源于安康市烤烟科技示范区。烤烟品种为 K326。烟叶化学成分由中国烟草总公司郑州烟草研究所分析测定,测定指标包括烟碱、总糖、总氮、钾、氯等。

1.2 数据处理方法

相关分析、主成分分析、通径分析均采用 SAS 统计分析软件^[12]进行;决策分析采用王丽波等^[13]的方法进行。

2 结果与分析

2.1 不同生育期的气候因子与烤烟的主要化学成分

从表 1 和表 2 可见,安康市烤烟生育期光、温、水 3 个气候因子和烟叶化学成分在年度间有明显差异,其中变异程度较大的有降水量、日照时数、烟碱、氯、糖碱比、氮碱比、钾氯比,旺长期降水量的变异系数最大,达到 61.35%。在 3 个气候因子中,以水资源的变异程度最大,光资源次之,热资源最小。

表 1 安康烤烟生育期的气候因子

Table 1 The conditions of main climatic factors of different field growth stages and the contents of chemical components in middle tobacco leaves

生育期	气候因子	均值	变异系数/%
生根期	降水量/mm	77.40	38.79
	平均温度/°C	21.20	7.49
	日照时数/h	178.50	25.65
旺长期	降水量/mm	106.90	61.35
	平均温度/°C	25.00	4.75
	日照时数/h	188.40	17.61
采烤前期	降水量/mm	132.90	54.79
	平均温度/°C	27.30	4.23
	日照时数/h	212.60	22.34
采烤后期	降水量/mm	113.70	58.07
	平均温度/°C	26.40	5.05
	日照时数/h	198.20	22.85

表 2 安康烤烟烟叶的主要化学成分

Table 2 The contents of chemical components in middle tobacco leaves

化学成分	均值	变异系数/%
烟碱/%	2.02	10.98
总糖/%	26.11	4.23
总氮/%	1.94	5.05
钾/%	1.73	4.64
氯/%	0.28	22.97
糖碱比	11.13	13.45
氮碱比	0.97	11.77
钾氯比	6.49	20.03

2.2 不同生育期气候综合指数的构建

为了明确生育期光、温、水气候资源在年度间的综合差异,采用主成分分析法构建各生育期的光、温、水气候综合指数。以生根期为例(表 3),主成分分析法所产生的 Z1、Z2 气候主成分所包含的信息量占原光、温、水气候因子总信息量的 91.08%,利用特征向量计算生根期的 2 个气候主成分值($Z1 = -0.48 \times \text{降水量} + 0.64 \times \text{平均温度} + 0.60 \times \text{日照时数}$; $Z2 = 0.86 \times \text{降水量} + 0.20 \times \text{平均温度} + 0.47 \times \text{日照时数}$),以主成分的方差贡献率为权数,计算得到生根期的光、温、水气候综合指数(CCI), $CCI = (Z1 \times 67.08\% + Z2 \times 24.00\%) / 91.08\%$ 。其他生育期的光、温、水气候综合指数的构建方法与生根期相同。从表 4 可见,不同生育期 CCI 在年际间有明显差异。

表3 不同生育期光、温、水气候因子的主成分分析

Table 3 Analysis of principal component of main climatic factors in different field growth stages

生育期	主成分	方差贡献率/%	累计方差贡献率/%	特征向量		
				降水量	平均温度	日照时数
生根期	Z1	67.08	67.08	-0.48	0.64	0.60
	Z2	24.00	91.08	0.86	0.20	0.47
旺长期	Z1	63.65	63.65	-0.43	0.64	0.64
	Z2	26.46	90.11	0.90	0.33	0.28
采烤前期	Z1	64.06	64.06	-0.53	0.54	0.66
	Z2	26.12	90.18	0.71	0.70	0.01
采烤后期	Z1	72.43	72.43	-0.53	0.60	0.60
	Z2	18.31	90.74	0.85	0.41	0.34

表4 不同年际间不同生育期的气候综合指数

Table 4 Climate composite index of different field growth stages in different years

生育期	气候综合指数									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
生根期	-0.77	-0.52	0.13	-0.35	0.92	1.57	1.23	-1.26	-0.98	0.03
旺长期	1.86	-0.11	0.12	1.23	0.61	-0.50	-0.57	-1.10	-0.67	-0.87
采烤前期	2.45	-0.42	0.80	-0.40	1.82	-1.72	-0.27	-0.38	-1.23	-0.65
采烤后期	0.45	-0.84	-0.36	-1.99	2.22	1.47	-0.14	-1.20	0.00	0.40

2.3 不同生育期 CCI 对烟叶品质的影响

从表5可见,不同生育期 CCI 与烟碱、总糖、总氮、钾、糖碱比、钾氯比的相关指数达到 88%以上,与氯、氮碱比的相关指数在 80%左右。通径分析结果表明,各生育期 CCI 对烟叶品质指标的直接影响有正向作用,也有负向作用,例如生根期、旺长期、采烤前期和采烤后期的 CCI 对烟叶烟碱含量的直接通径系数分别为正、负、正、正;各生育期 CCI 对烟叶品质指标的间接作用有明显大于直接作用的,也有明显小于直接作用的;有的与直接作用的方向相同,有的与直接作用的方向相反,例如旺长期 CCI 通过采烤前期 CCI 对烟碱的间接作用不仅

方向与直接作用相反,而且作用值也明显大于直接作用。决策分析结果表明,不同生育期 CCI 对烤烟烟碱含量和氮碱比的影响都是以采烤前期最大,旺长期最小,采烤后期和生根期居中;对总糖含量的影响以采烤后期最大,采烤前期最小,生根期和旺长期居中;对总氮含量和钾含量的影响都是以采烤前期最大,生根期最小,旺长期和采烤后期居中;对氯含量的影响以生根期最大,采烤前期最小,采烤后期和旺长期居中;对糖碱比的影响以采烤后期最大,旺长期最小,采烤前期和生根期居中;对钾氯比的影响程度以采烤后期和生根较大,采烤前期最小,旺长期居中。

表5 不同生育期光、温、水气候综合指数对烟叶主要化学成分的通径分析和决策分析

Table 5 Path analysis and decision analysis between climate composite index (CCI) of different field growth stages and chemical components of middle tobacco leaves

Y	CCI	通径系数				相关系数	决策系数	相关指数/%
		生根期→Y	旺长期→Y	采烤前期→Y	采烤后期→Y			
烟碱	生根期	0.48	0.13	-0.46	0.08	0.23	-0.01	99.62
	旺长期	-0.13	-0.48	1.11	0.01	0.50	-0.71	
	采烤前期	-0.17	-0.40	1.32	0.04	0.78*	0.33	
	采烤后期	0.30	-0.02	0.40	0.12	0.80*	0.18	

续 表

Y	CCI	通径系数				相关系数	决策系数	相关指数/%
		生根期→Y	旺长期→Y	采烤前期→Y	采烤后期→Y			
总糖	生根期	-0.23	-0.33	0.48	-0.18	-0.26	0.07	93.69
	旺长期	0.07	1.12	-1.04	0.12	0.27	-0.66	
	采烤前期	0.09	0.92	-1.26	0.02	-0.23	-1.01	
	采烤后期	-0.11	-0.37	0.06	-0.36	-0.79*	0.44	
总氮	生根期	-0.03	0.05	0.29	0.14	0.45	-0.03	93.59
	旺长期	0.01	-0.18	-0.61	-0.11	-0.88**	0.28	
	采烤前期	0.01	-0.14	-0.76	-0.02	-0.91**	0.80	
	采烤后期	-0.02	0.07	0.06	0.28	0.39	0.14	
钾	生根期	-0.19	0.10	0.26	0.07	0.24	-0.12	88.16
	旺长期	0.05	-0.35	-0.63	0.01	-0.91**	0.51	
	采烤前期	0.07	-0.31	-0.70	0.04	-0.91**	0.78	
	采烤后期	-0.09	-0.04	-0.20	0.14	-0.18	-0.07	
氯	生根期	0.30	0.25	-0.30	-0.04	0.20	0.03	79.86
	旺长期	-0.04	-1.83	1.15	-0.01	-0.73*	-0.67	
	采烤前期	-0.07	-1.65	1.28	-0.03	-0.46	-2.82	
	采烤后期	0.14	-0.23	0.37	-0.09	0.20	-0.04	
糖碱比	生根期	-0.27	-0.14	0.38	-0.22	-0.25	0.06	90.02
	旺长期	0.08	0.51	-0.91	-0.02	-0.35	-0.61	
	采烤前期	0.09	0.43	-1.09	-0.10	-0.67	0.27	
	采烤后期	-0.17	0.02	-0.33	-0.34	-0.82*	0.44	
氮碱比	生根期	0.25	-0.02	0.19	-0.24	0.17	0.02	77.94
	旺长期	-0.03	0.18	-0.67	-0.02	-0.56	-0.23	
	采烤前期	-0.06	0.15	-0.79	-0.12	-0.82*	0.67	
	采烤后期	0.15	0.01	-0.24	-0.39	-0.47	0.21	
钾氯比	生根期	-0.27	0.10	0.01	-0.03	-0.18	0.03	90.46
	旺长期	-0.02	1.55	-0.75	0.00	0.78*	0.01	
	采烤前期	0.00	1.31	-0.89	-0.02	0.41	-1.51	
	采烤后期	-0.15	0.15	-0.29	-0.05	-0.34	0.03	

3 结论与讨论

烤烟生育期光、温、水气候因子在年度间的变异以水资源最大,光资源次之,热资源最小。本研究采用主成分分析法构建了烤烟生育期气候综合指数(CCI),不同生育期 CCI 在年际间有明显差异。CCI 是生育期气候资源状况的综合体现,在消除了气象因子间因相关而产生的信息重叠后,依据方差贡献率确定权重,进而进行加权平均而得,各 CCI 的气象信息量都占到光、热、水气象因子综合信息量的 90%以上,其综合性的特点,决定了在进行年际间、地域间的气候资源综合差异比较时,较单一

气象因子具有明显优势。

烟叶的主要化学成分在年度间有明显波动。不同生育期 CCI 对烟叶化学品质的影响,都是通过复杂的路径综合作用于烟叶品质,例如旺长期 CCI 对烟碱的作用,直接作用为-0.48,但通过采烤前期 CCI 的间接作用却为 1.11,间接作用掩盖了直接作用,进而造成表象上的正相关关系。决策分析法可将直接和间接作用综合起来,进而用于评价不同生育期气候资源对烟叶品质的影响程度。

本研究仅针对陕西安康烟区进行,由于全国烤烟种植分布区域广泛,在不同生态区域,气候资源及其年度间变化不同,烟叶内在质量对气候资源年

度间变化的反应程度也各异,因而针对不同生态区域,都应有各自的烤烟生育期气候综合指数(CCI),进而构建各自的烟叶化学品质气候预测模型。本研究中,气候综合指数对氯、氮碱比的相关指数都低于80%,说明尚存在其他未知因素影响烟叶品质。

参考文献:

- [1] 许自成,黎妍妍,毕庆文,等.湖北烟区烤烟气候适生性评价及与国外烟区的相似性分析[J].生态学报,2008,28(8):3832-3838.
- [2] 吕芬,周平,王丽萍.云南优质烟区气候条件分析[J].西南农业学报,2006,19(增刊):178-181.
- [3] 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.
- [4] 黎妍妍,许自成,王金平,等.湖南烟区气候因素分析及对烟叶化学成分的影响[J].中国农业气象,2007,28(3):308-311.
- [5] 陈伟,王三根,唐远驹,等.不同烟区烤烟化学成分的主导气候影响因子分析[J].植物营养与肥料学报,2008,14(1):144-150.
- [6] 丁根胜,王允白,陈朝阳,等.南平烟区主要气候因子与烟叶化学成分的关系[J].中国烟草科学,2009,30(4):26-30.
- [7] 时鹏,申国明,向德恩,等.恩施烟区主要气候因子与烤烟烟叶化学成分的关系[J].中国烟草科学,2012,33(4):13-16.
- [8] 杨坤,杨焕文,李佛琳.丽江烟区生态条件及烤烟化学成分分析[J].中国农业气象,2011,32(1):94-99.
- [9] 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(3):38-41.
- [10] 黄中艳,朱勇,全树会,等.云南烤烟内在品质与气候关系[J].资源科学,2007,29(2):83-90.
- [11] 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,2005:128.
- [12] 胡小平,王长发.SAS基础及统计实例教程[M].西安:西安地图出版社,2001.
- [13] 王丽波,孙洪罡,刘璐,等.综合选择指数的决策分析[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(10):94-96.

责任编辑:罗慧敏

英文编辑:张健