

影响六盘水市小麦产量的气候因子研究

张艳梅^{1,2}, 陈海涛¹, 周翔², 陈波¹, 刘莉娟¹

(1. 贵州省六盘水市气象局, 贵州六盘水 553001; 2. 贵州省六枝气象局, 贵州六枝 553400)

摘要 利用1970~2008年六盘水市的日平均气温、降水资料以及小麦产量数据, 分析了六盘水市小麦生长季的气候变化特征及气候因子对小麦产量的影响。结果表明, 六盘水近39年小麦生长季气温呈上升趋势, 降水呈下降趋势; 小麦的相对气象产量变幅较大; 2~4月的降水是小麦产量形成的关键因子; 小麦减产的主要气象灾害是中等强度或重度倒春寒及冬春连旱。

关键词 气候因子; 六盘水; 小麦产量

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)31-15191-02

Study of Climatic Factors Impact on Wheat Yield in Liupanshui

ZHANG Yan-mei et al (Liupanshui Meteorological Bureau, Liupanshui, Guizhou 553001)

Abstract The characteristics of climatic variation in Liupanshui and its effects on wheat yield were analyzed based on daily mean temperature data, precipitation and wheat yield from 1970 to 2008 in Liupanshui. The results showed that the temperature during wheat growing season increased obviously but precipitation decreased in recent 39 years. The relative meteorological yield of wheat changed significantly in recently 39 years. Precipitation from February to April was the key factor of wheat yield. The main disasters were moderate or severe cold in the late spring and drought occurred in winter and spring.

Key words Climatic factor; Liupanshui; Wheat yield

我国是受气象灾害影响最为严重的国家之一, 每年因各种气象灾害造成的农作物受灾面积达5 000万 hm^2 , 平均每年粮食减产200亿kg, 经济损失达2 000多亿元^[1-2]。许多气象学者对我国不同地区的气象灾害给农业生产带来的影响做了大量的研究^[3-4]。六盘水市地处贵州西部, 位于 $25^{\circ}19' \sim 26^{\circ}55' \text{N}$, $104^{\circ}18' \sim 105^{\circ}43' \text{E}$, 全市平均海拔为1 700~1 800 m, 是典型的低纬高海拔山区, 属于亚热带季风湿润气候, 气温变化幅度小, 年平均气温为13~14 $^{\circ}\text{C}$, 年降雨量为1 200~1 500 mm, 发展小麦生产具有明显的气候优势。小麦是六盘水市主要的粮食作物, 历年的种植面积占夏粮面积的50%以上。由于小麦的单产水平在很大程度上受到天气等自然因素的影响, 小麦的生长要有适宜的水热条件, 尤其是在拔节到抽穗期间, 如遭遇干旱或低温冷害, 就会严重影响小麦的产量。因此, 了解六盘水市气候变化规律, 对减轻

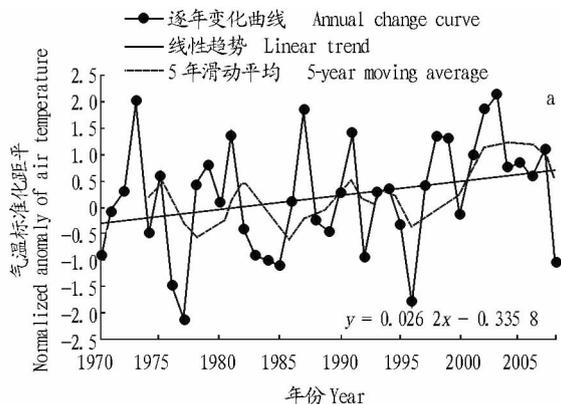
气象灾害对小麦生产的危害、促进六盘水市的小麦生产有着十分重要的意义。

1 资料与方法

使用了贵州六盘水市1970~2008年的逐日平均气温、降水量及小麦产量数据(来源于六盘水市统计局)。采用线性倾向估计法、标准化距平、滑动平均方法分析六盘水市小麦生长季(10月~翌年5月)的气候变化特征; 采用直线滑动平均模拟方法计算趋势产量, 然后分离出气象产量, 从而分析气候异常对粮食的影响^[5]。

2 六盘水小麦生长季气候变化特征

由图1a可知, 六盘水近39年小麦生长季气温呈上升趋势, 气候倾向率为 $0.26^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ 。20世纪90年代中期以前, 冷暖交替出现; 20世纪90年代中期以后, 气温明显上升, 由于2008年六盘水市出现了80年一遇的冰雪灾害, 2008年生长季平均气温较低。



注: a 为气温; b 为降水。

Note: a, Air temperature; b, Precipitation.

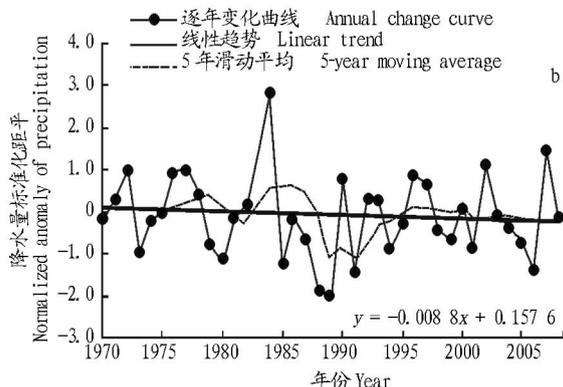


图1 六盘水市小麦生长季平均气温、降水年际变化

Fig. 1 The annual changes of average air temperature and precipitation in the growing seasons of wheat in Liupanshui

3 小麦的气候产量分析

由图1b可知, 六盘水小麦生长季降水量呈下降趋势, 气候倾向率为 $-0.088\text{ mm}/10\text{年}$, 六盘水小麦生长季降水量存在着明显的年际差异, 干湿时段较明显。1984年以前为多雨期, 15年中有9年标准化距平为正值, 其中5年标准

作者简介 张艳梅(1973-), 女, 贵州水城人, 硕士, 工程师, 从事短期气候预测及气象灾害研究。

收稿日期 2009-07-08

化距平大于1;1985~1989年为相对少雨期,连续5年标准化距平均值小于0;1990~1997年降水偏多,8年中有5年标准化距平为正值;1998年以后,小麦生长季处于少雨期,其中,仅有3年降水的标准化距平为正值。上述分析表明,20世纪90年代中期以来的增温和降水减少是六盘水市小麦持续丰收的主要气候背景。

小麦产量是在各种自然因素和人工栽培等非自然因素的综合作用下形成的。为了定量分析气候对小麦产量的影响。从实际产量中分离出由气候变化决定的分量,将其分解为趋势产量和波动产量两部分。趋势产量是反映历史时期单产发展水平的长周期产量分量;波动产量主要反映气候要素影响的产量^[6]。其公式为:

$$Y = Y_t + Y_m + e$$

式中, Y 为单位面积的实际产量; Y_t 为社会经济因素影响的趋势产量,它代表正常年景的小麦产量; Y_m 为气候产量,由天气气候条件决定; e 是随机因素影响的产量分量,在实际计算时可忽略不计。将气象产量 Y_m 除以趋势产量 Y_t ,就可得到相对气象产量 Y_{mr} :

$$Y_{mr} = Y_m / Y_t \times 100\%$$

利用六盘水1970~2008年逐年的小麦实际单产,采取直线滑动平均模拟方法计算趋势产量。由图2可知,小麦产量明显减产的年份是1975、1978、1979、1980、2001、2002、2003年。

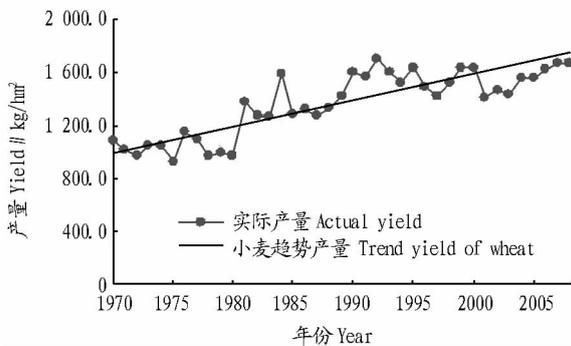


图2 1970~2008年六盘水市小麦实际产量和趋势产量的年际变化

Fig. 2 The annual changes of actual yield and trend yield of wheat in Liupanshui during 1970~2008

由表1可知,六盘水市小麦的相对产量变幅较大,为-21.04%~21.36%。定义相对气象产量 $Y_{mr} < -10\%$ 为减产年, $Y_{mr} > 10\%$ 为丰收年,介于两者之间为平年。六盘水市小麦产量在近39年中,农业气象减产年有7个,即1975、1978、1979、

表2 小麦气象产量与降水、气温的相关系数

Table 2 The correlation coefficient among the meteorological yield, precipitation and air temperature

项目	10~11月	11~12月	12~1月	1~2月	2~3月	3~4月	4~5月
Item	Oct~Nov	Nov~Dec	Dec~Jan	Jan~Feb	Feb~Mar	Mar~Apr.	Apr~May
气温 Air temperature	0.078	0.108	-0.209	-0.282	-0.291	-0.289	-0.239
降水 Precipitation	0.406	0.319	0.330	0.496	0.539	0.564	0.343

5 结论

(1)六盘水市近39年小麦生长季气温呈上升趋势,20世纪90年代中期前冷暖交替出现,20世纪90年代中期以来气温明显上升。小麦生长季降水呈下降趋势,1984年以前为明显的多雨期,1985~1989年为相对少雨期,1990~1997年

1980、2001、2002、2003年,出现几率为17.9%,减产最严重的是1980年,相对气象产量为-21.04%;丰收年有4个,即1981、1984、1990、1992年,出现几率为10.2%,增产率最高的是1984年,相对气象产量为21.36%。

表1 1970~2008年六盘水市小麦的相对气象产量 Y_{mr}

Table 1 The changes of the relative meteorological yield of wheat in Liupanshui during 1970~2008 %

序号 No.	年份 Year	Y_{mr}	序号 No.	年份 Year	Y_{mr}	序号 No.	年份 Year	Y_{mr}
1	1970	7.66	14	1983	-2.43	27	1996	-2.54
2	1971	-1.08	15	1984	21.36	28	1997	-8.73
3	1972	-8.07	16	1985	-2.93	29	1998	-2.96
4	1973	-3.81	17	1986	-2.06	30	1999	2.86
5	1974	-6.41	18	1987	-6.70	31	2000	1.54
6	1975	-18.48	19	1988	3.64	32	2001	-13.32
7	1976	-0.39	20	1989	1.48	33	2002	-11.07
8	1977	-7.08	21	1990	12.79	34	2003	-14.00
9	1978	-18.56	22	1991	9.23	35	2004	-7.63
10	1979	-18.59	23	1992	17.07	36	2005	-8.98
11	1980	-21.04	24	1993	8.88	37	2006	-5.97
12	1981	10.08	25	1994	1.51	38	2007	-5.18
13	1982	0.20	26	1995	7.96	39	2008	-6.09

4 气候因子与小麦产量的关系

4.1 小麦气象产量与气温、降水的关系 由表2可知,小麦气象产量与10~11月、11~12月的气温呈正相关,相关系数较小,其余各时段均为负相关。2~3月负相关系数最大,达-0.291,但没有通过显著水平检验。这表明六盘水小麦生长季的温度条件基本能满足小麦生长需求。而小麦气象产量与降水的相关性较大,其中,2~3月、3~4月的相关系数最大,且均通过了 $\alpha=0.05$ 的显著水平检验,表明2~4月的降水量多少是小麦产量形成的关键因子。

4.2 小麦减产的气象因子分析 由于六盘水地处低纬高海拔地区,干湿季节分明,雨季结束后降水少,入春后气温回暖快,多大风天气,蒸发旺盛,因此,春旱发生频率很高。六盘水市属喀斯特地貌,土壤保墒能力差。分析发现,大部分年份均有倒春寒或冬春连旱发生。1975、1978、1979、1980年发生了重度倒春寒天气,2002、2003年出现了中等强度的倒春寒天气。此时小麦正处于抽穗扬花期,低温冷害使小麦空秕率增加、产量下降。1975、1980、2001、2002、2003年出现了冬春连旱。39年中减产最严重的是1980年,前期受冬春旱的影响,后期又遭遇重度倒春寒的影响。2001年虽无倒春寒发生,但该年2~4月降水量仅有62mm,比常年偏少40%多,远远不能满足小麦的生长需求,这是该年小麦减产的主要原因。

降水相对偏多,1998年以后,小麦生长季处于少雨期。90年代中期以来的增温和降水减少是六盘水小麦持续丰收的主要气候背景。

(2)六盘水市小麦的相对气象产量变幅度较大,为-21.04%

(下转第15240页)

2.3 基于8个主成分建立的黄芩苷与汉黄芩苷定性和定量分析模型 在主成分分析的基础上,取前8个主成分的吸收峰作为网络的输入节点,黄芩苷和汉黄芩苷2项预测指标作为输出节点。通过多次试验表明当隐含层节点为13时,模型预测效果最好,这样就可以建立起一个8(输入节点)-13(隐含层节点)-2(输出节点)的3层人工神经网络模型。黄芩苷的平均含量为10.71%,汉黄芩苷的平均含量为1.58%,

黄芩苷和汉黄芩2项指标预测值的平均相对误差分别为3.87%和5.15%,表明该模型预测结果良好。

对其他5份不同黄芩样品利用近红外光谱人工神经网络模型进行预测,同时与高效液相色谱法测定值进行比较,结果见表3。由表3可见,NIRS模型预测值与HPLC测定值之间很接近,相对误差较小,说明模型预测准确性很高,近红外光谱法可以快速、准确地进行黄芩的品质鉴定。

表3 5种黄芩样品HPLC测定值与NIRS模型预测值比较

Table 3 Comparison of the measured value by HPLC and predicted value of 5 kinds of *Scutellaria baicalensis* Georgi samples by NIRS model %

样品 Samples	黄芩苷 Baicalin			汉黄芩苷 Wogonoside		
	HPLC 测定值	NIRS 预测值	相对误差 Relative error	HPLC 测定值	NIRS 预测值	相对误差 Relative error
	Measured value by HPLC	Predicted value by NIRS		Measured value by HPLC	Predicted value by NIRS	
3	10.87	11.18	2.85	1.23	1.30	5.69
4	11.13	11.54	3.68	1.78	1.66	-6.74
5	9.43	9.04	-4.14	1.02	0.97	-4.90
6	10.67	11.05	3.56	1.44	1.38	-4.17
9	7.52	7.17	-4.65	0.85	0.91	7.06

3 结论与讨论

中药的现代化和国际化面临着许多障碍和难题,主要包括中药的药效药理研究、中药材质量标准化的研究、中药生产过程质量控制研究,以及中药制造工艺现代化等,要解决这些难题,必须利用和借鉴各学科成熟的技术和工艺。近红外光谱技术在制药工业中的应用研究开展较晚,这主要是因为20世纪90年代以前,近红外光谱在制药工业中的应用与其他检测方法相比没有太多优势,分析样品也需要首先使用有机溶剂将药物中的有效成分萃取出来,但随着近红外光谱光纤技术和近红外化学计量学的快速发展,近红外光谱分析技术已经逐步渗透到制药工业的多个领域,从药物中活性成分的测定到固体药物制剂的非破坏性表征,从药物的生产各阶段如合成、混合、制剂、压片的在线检测到原料、产品的品质鉴定等。

NIRS法基于主成分分析和神经网络可以建立起多个成分预测的数学模型,利用已建立的数学模型能够准确、快速地确定未知样品中多个成分的含量,特别适合于中药大批量重复性样品的分析测定。研究表明:利用近红外光谱技术能够对黄芩中黄芩苷和汉黄芩苷进行定性和定量分析,对黄芩品质快速检测是完全可行的。该研究为大批量黄芩的质量检测和黄芩生产加工过程中的质量控制建立了一种简

便、快速、准确的分析方法。

参考文献

- [1] 汤立建,赵良才,李庆林,等. 黄芩黄酮类成分抗肿瘤作用及机制研究进展[J]. 中国中药杂志,2007,32(1):21-23.
- [2] 李韦,李化,杨滨,等. 栽培黄芩和野生黄芩化学成分比较研究[J]. 中国中药杂志,2008,33(12):1425-1429.
- [3] 臧鹏,陈斌,严行禄. 短波近红外光谱法测定葛根中总异黄酮含量[J]. 时珍国医国药,2007,18(11):2614-2615.
- [4] 石春红,郑有飞. 超声波法提取黄芩中总黄酮的研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(17):7287-7289.
- [5] 杨立新,刘岱,冯学锋,等. 高效液相色谱法测定不同产地黄芩中黄酮化合物的含量[J]. 中国中药杂志,2002,27(3):661-661.
- [6] 黄凯雁,秦民坚,周铜水. 高效液相色谱法同时测定黄芩及其制剂中4种黄酮的含量[J]. 安徽医药,2008,12(9):799-801.
- [7] 褚小立,袁洪福,骆献辉,等. 支持向量回归建立测定醇烯比的近红外光谱校正模型[J]. 光谱学与光谱分析,2008,28(6):1227-1231.
- [8] 王卫东,谷运红,秦广雍,等. 近红外漫反射光谱法测定整粒小麦单株蛋白质含量[J]. 光谱学与光谱分析,2007,27(4):697-701.
- [9] 王丽,何鹰,邱招钊,等. 光纤近红外光谱法在中草药分析中的应用——甘草中甘草酸含量的测定[J]. 光谱学与光谱分析,2005,25(9):1397-1399.
- [10] 虞科,胡楚楚,程翼宇. 近红外光谱法测定复方丹参滴丸中的3种有效成分[J]. 中国药理学杂志,2006,41(3):622-622.
- [11] 刘波平,秦华俊,罗香,等. 偏最小二乘-反向传播-近红外光谱法同时测定[J]. 分析化学,2007,35(4):525-528.
- [12] 吴军,白琪林,苏胜宝,等. 近红外反射光谱法分析玉米秸秆纤维素含量的研究[J]. 分析化学,2005,33(10):1421-1423.
- [13] 陈建,陈晓,李伟,等. 基于近红外光谱技术和人工神经网络的玉米品种鉴别方法研究[J]. 光谱学与光谱分析,2008,28(8):1806-1809.

(上接第15192页)

~21.36%。六盘水市小麦产量在近39年中,农业气象减产年有7个,减产最严重的是1980年;丰收年有4个,增产率最高的是1984年,相对气象产量为21.36%。

(3)小麦气象产量与10~11月、12~1月的气温呈正相关,相关系数较小,其余时段均为负相关。2~3月负相关系数最大,为-0.291,但没有通过显著性检验。小麦气象产量与降水的相关性较大,2~4月的降水量是小麦产量形成的关键因子。小麦减产的主要气象灾害是中等强度或重度倒春寒和冬春连旱。

参考文献

- [1] 王春乙. 重大农业气象灾害研究进展[M]. 北京:气象出版社,2007:前言.
- [2] 王建林,林日暖. 中国西部农业气象灾害[M]. 北京:气象出版社,2003:前言.
- [3] 秦剑. 气候因子与云南粮食生产的关系[M]. 应用气象学报,2001,11(5):213-219.
- [4] 武艳娟,李玉娥,刘运通,等. 宁夏气象灾害变及其对粮食产量的影响[J]. 中国农业气象,2008,29(4):491-495.
- [5] 张峭. 中国粮食生产的波动分析及短期预测方法[D]. 北京:中国农业科学院,1998:17-19.
- [6] 王馥棠. 农业气象预报概论[M]. 北京:农业出版社,1991:434-446.