

晋北谷子生长发育及产量对气候变化的响应

李子龙 李效珍 张勋 孙梦霞 李小强

山西省大同市气象局

DOI:10.12238/as.v5i5.2209

[摘要] 本文以云州区谷子资料为例,分析了1996~2019年谷子发育期及产量对气候变化的响应,分析了研究区气候变化特征。结果表明:研究区气温呈升高趋势、降水和日照呈减少趋势;随着气候变暖,谷子物候期总体呈提前趋势,理论产量呈增加趋势,理论产量从2003年开始呈波动式增加。

[关键词] 谷子; 生育期、产量; 气候变化响应

中图分类号: S515 文献标识码: A

Response of Growth, Development and Yield of Millet to Climate Change in Northern Shanxi Province

Zilong Li Xiaozhen Li Xun Zhang Mengxia Sun Xiaoqiang Li
Meteorological Bureau of Datong City, Shanxi Province

[Abstract] In this paper, the response of millet growth stage and yield to climate change in Yunzhou district from 1996 to 2019 was analyzed and the characteristics of climate change in the study area were analyzed. The results show that the temperature increases and the precipitation and sunshine decrease in the study area. With the warming of the climate, the phenological period of millet showed an advance trend, and the theoretical yield showed an increasing trend. The theoretical yield showed a fluctuation increase since 2003.

[Key words] millet; growth period and yield; climate change response

引言

山西北部是中国主要的杂粮种植区之一^[1]。研究区域内地形复杂,属于温带半干旱气候,年日照时数2530~2880h,年平均气温5.8~7.7℃之间,年平均降水量369~413mm,降水主要集中在夏秋季的6月至9月,占全年降水量的70~80%。晋北大部分地区为雨养农业,主要粮食作物有玉米、谷类、豆类、薯类以及一些小杂粮类如荞麦、燕麦、苦荞等,种植制度为一年一熟。

1 资料来源与方法

1.1 资料来源

1961~2019年研究区逐日地面气象观测资料,来源于大同市资料档案室;1996~2019年谷子物候观测资料,来自云州区气象局;1996~2019年谷子种植面积、总产和单产资料,来源于云州区统计局。

1.2 气候趋势分析方法

气候要素的趋势倾向率变化计算方法采用一次线性方程表示:

$$X_i = A + B_{ti} \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$

式中, X_i 为气候要素变量,用 t_i 表示 X_i 所对应的时间; A 为回归常数; B 为回归系数; N 为样本量。其斜率的10a变化称为气候倾向率^[2]。

1.3 突变分析Mann-Kendall方法

短期内气候的稳定状态发生跳跃变化的过程为气候突变,气候突变为气候系统的非线性性质^[2]。研究中采用Mann-Kendall方法,其具有检测范围宽、定量化程度高,同时理论基础和应用效果较其他方法有显著优势。

1.4 产量分离法

气候要素对作物产量的关系研究基于已有的作物产量资料和相应的气候资料来进行统计计算而找出客观的定量的气象因子对作物产量的影响评定。谷子生育过程从当年的4月到10月间结束。研究中选取了谷子代表站1996~2019年产量和发育期资料。

我们把影响作物产量形成的各种自然和非自然因素按影响的性质划分为农业技术措施、气象条件和“噪声”三大类。对谷子单产数据进行如下分解(魏淑秋,1985;孙芳等,2008):

$$Y = Y_t + Y_w + E$$

其中: Y 为谷子单产;

Y_t 为由农业措施、土壤结构、地理环境、水肥、品种等自然或人为因素引起的变化,它对产量具有决定性的影响,而且在变化不大的情况下, Y_w 是受以气象要素为主的短周期变化因

子影响的产量分量,成为气象产量或波动产量,E是受其它随机因素影响的产量分量,量级较小,可忽略不记。所以上述公式简化为: $Y=Y_t+Y_w$

1.5采用的技术方法

对历年谷子资料应用Excel、线性趋势法、MK分别统计分析,分析发育期趋势变化,分析发育期气温、降水、日照与谷子产量的关系,全生育期气温、降水、日照与谷子产量的关系。

2 结果与分析

2.1研究区气候资源变化特征

2.1.1气温变化

温度是热量水平的标志,制约着农作物和有机体的生长发育与收获^[3]。研究区1961-2019年59年年平均气温总的趋势呈上升趋势(图1),趋势倾向率为0.21℃/10a。

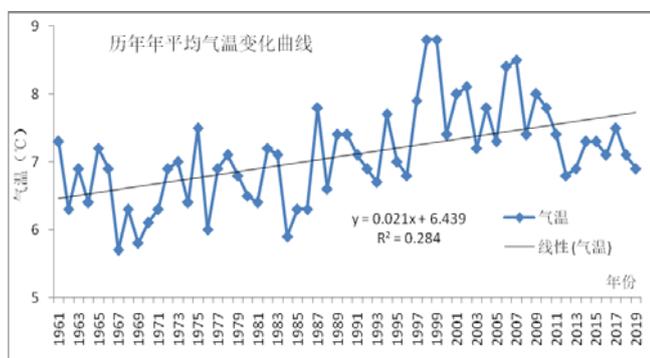


图1 1961-2019年年平均气温变化曲线图

2.1.2 ≥10℃积温变化

作物需要在一定的起始温度(生物学下限温度)以上才能生长,每个生育阶段或全生育期需要达到一定数量的积温才能完成^[3]。作物的生长发育、产量的形成都与热量条件有关,一般都以积温的多少、温度的高低及其变化规律作为主要指标。稳定通过10℃的积温具有普遍农业意义的指标系统,对农业生产可起到指导作用,是鉴定热量资源的基本依据。

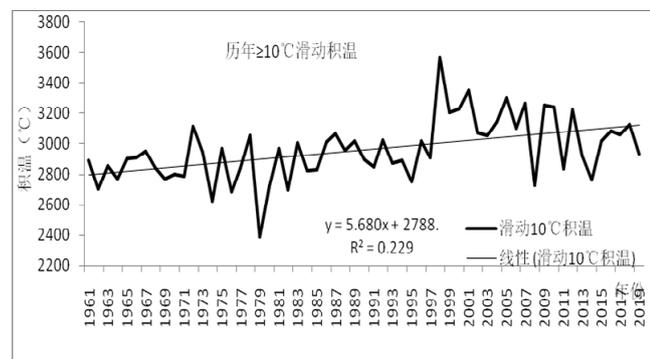


图2 1961-2019年≥10℃积温曲线变化图

研究区≥10℃(滑动)初日平均为4月26日,最早出现在1998年的4月4日,最晚出现在1979年5月18日。≥10℃(滑动)终日平均为9月30日,最早出现在2011年9月15日,最晚出现在2006年10月21日。≥10℃(滑动)初终日数总体趋势为弱的增加趋势,

倾向率为2.0d/10a。平均158d,最短为1979年127d,最长为1998年193d。≥10℃积温历年趋势总体为增加趋势(图2),倾向率为56.8℃·d/10a;历年平均为2959.2℃·d,较常年同期偏少77.8℃·d,其中最多3547.4℃·d(出现在1998年),最少2647.5℃·d(出现在1995年)。

2.1.3降水量变化特征

研究区域近59年来年降水量总的趋势在增加(图3),趋势倾向率为4.78mm/10a,多年平均降水量为380.4mm,较累年均值偏多11.0mm。进入本世纪以来,降水量偏多的年份在增加。从各季节降水变化趋势来看:除夏季为减少趋势外,其余季节均为增加趋势。夏季减少趋势也较为明显,趋势倾向率为-2.7mm/10a;春季、秋季和冬季变化中,秋季较春季增加趋势较为明显,秋季趋势倾向率为5.51mm/10a,冬季增加趋势则较为平缓;各季节变化趋势除夏季外,其余季节降水量变化趋势与年平均降水量变化趋势一致。因此,年降水量的增加秋季降水量贡献最大,其次是春季,冬季最小。

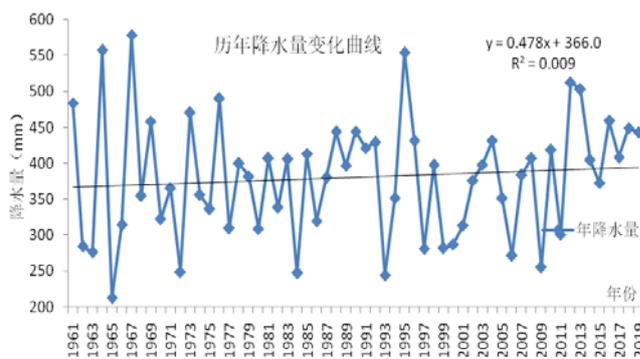


图3 1961-2019年降水量变化曲线

2.1.4日照时数变化特征

研究区近60年来年日照时数总体呈下降是趋势,减少趋势倾向率为18.8小时/10a,多年日照时数平均约为2716.0小时左右,较累年均值偏多88.8小时。年日照时数在80年代到90年代初下降趋势明显,进入本世纪以来上升趋势明显。

2.2晋北区谷子生育期和产量的变化特征

2.2.1晋北区谷子生育期的变化特征

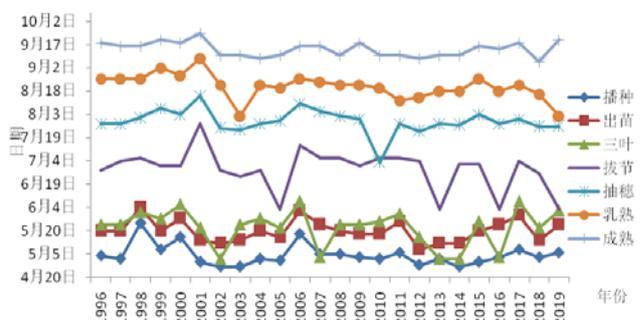


图4 1961-2019年大同谷子各发育期曲线图

研究区谷子播种、出苗、三叶、拔节、抽穗、乳熟、成熟各发育期呈提前趋势(图4);乳熟期提前趋势明显。尤其是2000

年代以来明显提前,本世纪播种、出苗、三叶、成熟发育期接近2000年代,拔节、抽穗、乳熟、较2000年代提前4~7d。

2.2.2 晋北区谷子产量变化分析

(1) 研究区谷子理论产量变化特征

研究区历年谷子理论产量总的趋势呈上升趋势,增长率为 $57.34\text{g}/10\text{a}$,增长趋势不显著,未通过 $P(<0.05)$ 显著性检验。23年来平均产量为 $399.87\text{g}/\text{m}^2$,产量最大值出现在2013年,为 $709.56\text{g}/\text{m}^2$,最小值出现在2001年,为 $150.94\text{g}/\text{m}^2$ 。

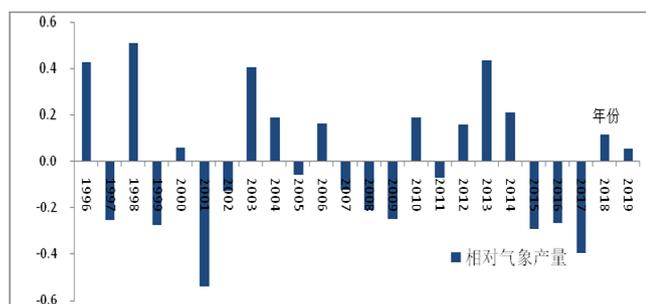


图5 1996-2019年相对气象产量变化图

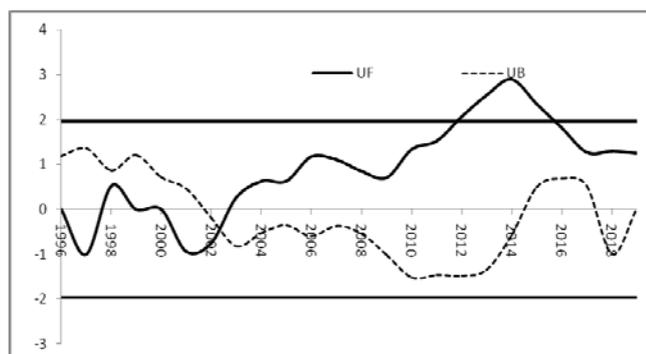


图6 1996-2019年研究区谷子实际产量M-K统计量曲线

(2) 研究区相对气象产量分析

从相对气象产量变化曲线图看(图5),1990、2010年际间起

伏较大,正负差异明显,产量极不稳定,进入2000年代,相对气象产量趋于稳定。

(3) 产量突变检验

研究区谷子产量M-K统计量曲线(显著性水平 $\alpha=0.05$, $U_{0.05}=\pm 1.96$ 从UF曲线可以看出(图6),大部分时段大于0,整体上呈上升趋势,期间与UB相交1次,从2002年开始呈波动式增产趋势,2012-2016超过 $U_{0.05}$ 的显著性水平界限。

3 结论与讨论

随着全球气候变暖^[4],研究区气候发生了一些改变,相应的谷子发育期及产量亦发生变化。研究区的气温呈升高趋势,谷子总的生长期延长,春季播期提前,有利于中晚熟谷子的大面积播种和早播^[5-6];降水减少不利于谷子丰产,尤其是夏季降水减少,对谷子产量形成有较大影响,建议选用抗旱品种、覆膜播种;日照时数减少,对谷子产量有一定影响,但总体影响不大。谷子理论产量总体呈增加趋势,谷子理论产量在2003年发生了突变,从2003年开始呈波动式增产趋势,2012-2016超过 $U_{0.05}$ 的显著性水平。

[参考文献]

- [1]李春光,孙继光.朝阳实施突破辽西北战略研究[M].北京:经济科学出版社,2009:73.
- [2]魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].第二版,北京:气象出版社,2007.
- [3]古士禄,独俊娥.温度与谷子生长发育关系的研究[J].山西农业科学,1981,4(11):33-36.
- [4]许小峰,王守荣,任国玉,等.气候变化应对战略研究[M].北京:气象出版社,2006:87-89.
- [5]李建兵,侯守国,王彩萍.山西省谷子生产及产业发展的思考[J].山西农业科学,2015,43(11):1508-1510,1522.
- [6]冯婧,任月梅,杨忠,等.不同播期对谷子产量及主要农艺性状的影响[J].安徽农学通报,2016,22(2):20-21.