

王琳,倪闻,张淑敏,等.铜川市玉米生长季气象因子变化特征及其对气象产量的影响[J].陕西气象,2024(2):45-49.

文章编号:1006-4354(2024)02-0045-05

铜川市玉米生长季气象因子变化特征及其对气象产量的影响

王琳^{1,2},倪闻²,张淑敏²,张雄²,杨亚利²,任钰卿²

(1. 陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室,西安 710016;

2. 铜川市气象局,陕西铜川 727000)

摘要:利用铜川市1964—2021年国家气象观测站玉米生长季逐日平均气温、降水量、日照时数等资料及1990—2020年各区县玉米产量资料,采用气候倾向率方法、累积距平法及滑动平均法分析 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、降水量、日照时数变化特征及其对玉米气象产量的影响。结果表明:近58 a来各区县 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温随时间均呈显著上升趋势($P < 0.01$),且均在1993年发生了由偏冷到偏暖的转折;空间上南部耀州多,北部宜君少。降水量随时间变化趋势不明显,空间上降水量丰富区位于北部宜君县。耀州日照时数随时间呈显著减少趋势($P < 0.01$),其余区县变化不明显;空间上各区县日照时数差别小。气象因子中,降水量对玉米气象产量影响最大,日照时数影响次之, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温影响最小,其中降水量和玉米气象产量呈显著正相关($P < 0.01$)。

关键词:铜川;玉米;气象因子;气象产量

中图分类号:S16

文献标识码:A

IPCC第六次评估报告指出2011—2020年全球平均地表温度上升约 1.09°C ^[1]。近100 a中国年平均气温上升 $0.78 \pm 0.27^{\circ}\text{C}$ ^[2-3],农业是对气候变化敏感度最高的行业之一^[4-5],过去几十年气候变暖使全球水稻、小麦、玉米和大豆产量分别减产0.1%、5.5%、3.8%和1.7%^[6]。玉米是中国三大粮食作物之一,在保障国家粮食安全中担当着重要角色^[7]。热量资源是玉米生产的重要自然资源,直接决定玉米的生长发育和产量^[8]。水分是玉米生长发育的基础条件,是影响玉米生长和产量形成的主导因素^[9]。太阳辐射是植物进行光合作用的必要条件^[10],日照时数是太阳辐射最直观的表现。尹海霞等^[11]和肖登攀等^[12]分析西北地区春玉米生长季气象因子的变化特征,表明1961—2010年甘肃省河东地区春玉米生长季内平均气温上升趋势为 $0.36^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,降水量略下

降,气候生产潜力略增加。杨笛等^[13]分析1981—2008年中国玉米单产的变化趋势,发现玉米单产增速变缓,降水对玉米单产表现为促进作用,而气温和太阳辐射则对玉米单产产生负面影响。高娟等^[14]、陆伟婷等^[15]、王柳等^[16]认为热量是影响玉米产量的主要因子,曹士亮等^[17]、马耀绒等^[18]认为降水是限制玉米产量的主要因子。

铜川市地处渭北旱塬,粮食作物中玉米种植面积仅次于小麦,因此玉米产量在铜川粮食安全生产中发挥重要作用。前人有对西北地区玉米产量与气象因子之间关系进行了研究^[19],但对铜川市气象因子变化特征及对玉米气象产量影响的研究较少。本研究利用1964—2021年铜川市三个区县气象观测站逐日日平均气温、降水量、日照时数及各区县1990—2020年玉米产量资料,分析玉米生长季气候资源变化特征及其对气象产量的影

收稿日期:2023-01-07

作者简介:王琳(1994—),女,汉族,陕西长武人,硕士,工程师,从事天气预报与农业气象服务。

基金项目:陕西省气象局秦岭与黄土高原生态环境气象重点实验室开放基金课题(2023Y-12)

响,为应对气候变化、合理开发利用气候资源、合理调整玉米种植结构等提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究使用的气象资料来源于铜川市气象局,包括铜川市3个国家气象站1964—2021年的日平均气温($^{\circ}\text{C}$)、日降水量(mm)、日照时数(h)。1990—2020年铜川市各区县玉米产量(kg/hm^2)资料来源于铜川市统计局。结合铜川市玉米生产实际,选取玉米生长季为4—9月,研究地处北部宜君县、中部王益区、南部耀州区3个区县的气象因子变化特征以及其对各区县玉米气象产量的影响。

1.2 研究方法

利用气候倾向率方法^[20]和累积距平法分析玉米生长季各气象因子的变化趋势。根据王秀芬等^[21]研究方法计算玉米气象产量:用5 a滑动平均法对实际产量数据进行连续滑动处理求得趋势产量,从原始产量中减去趋势产量,得到气象产量。采用DPS 7.5统计软件对数据进行相关分析。

2 结果分析

2.1 玉米生长季气象因子变化特征

2.1.1 热量资源变化特征 1964—2021年铜川

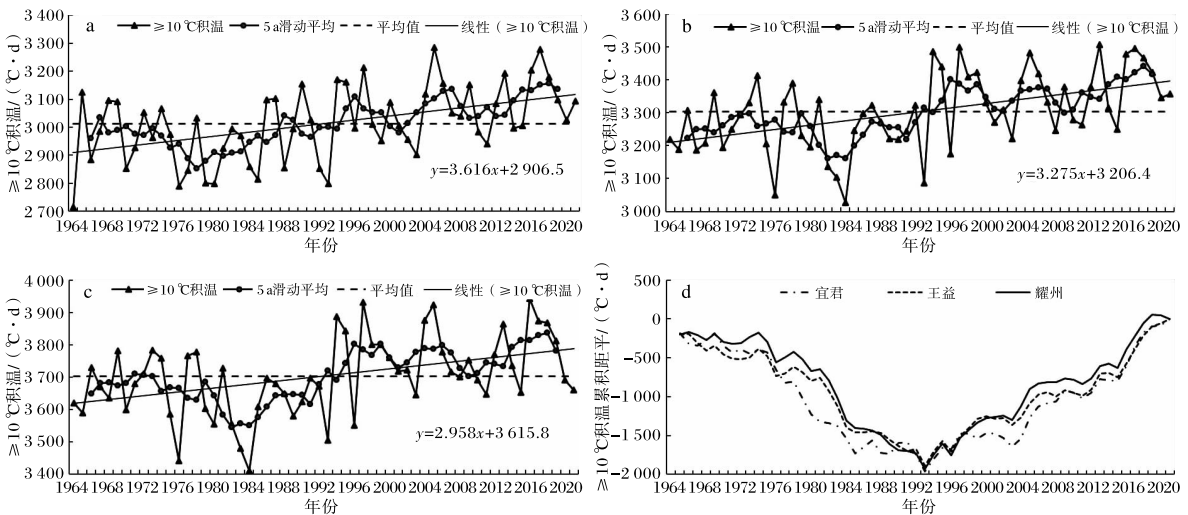


图1 1964—2021年铜川各区县玉米生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温年际变化趋势(a 宜君;b 王益;c 耀州)和累积距平变化趋势(d)

市各区县玉米生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的年际变化趋势和累积距平变化趋势如图1所示。从年际变化来看,铜川市各区县玉米生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温均呈显著上升趋势($P < 0.01$),宜君、王益、耀州玉米生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温的气候倾向率分别为36.2、32.8、29.6($^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}/10\text{a}$)。5 a滑动平均曲线宜君在1976—1981年、2006年、2016—2019年附近波动较明显,王益、耀州在1983年、2019年附近波动较明显,三区县的5 a滑动平均曲线均在1964—1993年基本位于58 a来 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温平均线以下,在1994—2021年则基本位于平均线以上。由各区县积温累积距平变化图(图1d)可看出,三区县58 a间 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温变化趋势较为相似,可分为偏冷、偏暖2个阶段:1964—1993年间整体呈现波动下降趋势,即该年间各区县处于偏冷期,且均在1993年达到累积距平最小值,表明各区县 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温在1993年发生转折,之后1994—2021年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温呈现波动上升趋势,即进入偏暖期。

从空间分布来看(表1),铜川市玉米生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温南北差异明显,总体为西北部 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温少;东南部积温多。按区县来看,南部耀州积温最多,中部王益次之,北部宜君最小。这可能是由纬度因素和海拔高度因素共同造成的。

表 1 1964—2021 年铜川市各区县玉米生长季 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、降水量、日照时数

区县名	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温/ $(^{\circ}\text{C} \cdot \text{d})$	降水量/mm	日照时数/h
宜君县	3 013.1	553.5	1 256.8
王益区	3 303.0	475.9	1 245.3
耀州区	3 703.1	429.3	1 258.3

2.1.2 降水资源变化特征 1964—2021 年铜川市各区县玉米生长季降水量年际变化趋势和累积距平变化趋势如图 2 所示。从年际变化来看,宜君、王益玉米生长季降水量呈不显著增长趋势,耀州为不显著减少趋势,宜君、王益、耀州玉米生长季降水量气候倾向率分别为 7.4、0.9、 -0.9 mm/10 a。5 a 滑动平均曲线宜君波动小,王益在 1979—1985 年附近波动较明显,耀州在 1982—1995 年、2017—2018 年变化较大。由图 2d 可看出三区县 58 a 间降水量变化趋势较为相似,均在

1974—1980 年、1997—2013 年呈小幅波动变化,在 1981—1985 年呈上升趋势,即该年间各区县降水量处于偏多阶段,在 1966—1973 年、1986—1996 年、2014—2018 年呈下降趋势,表明该年间各区县降水量处于偏少阶段。

从空间分布来看(表 1),铜川市玉米生长季降水量分布为北多南少。按区县来看,北部宜君地区玉米生长季降水丰富,中部王益次之,南部耀州年均降水量相对较少,可能是因海拔高度由北向南逐渐降低引起的。

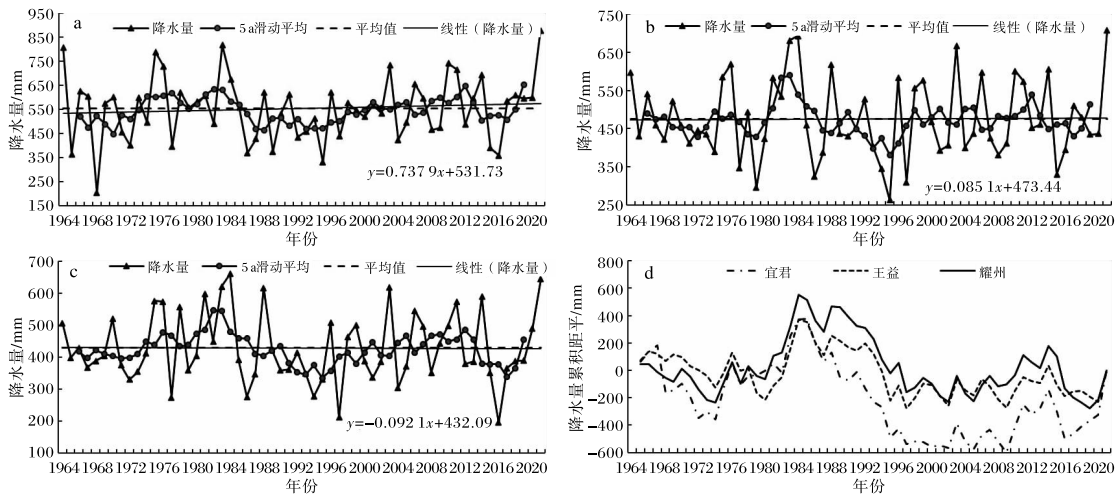


图 2 1964—2021 年铜川各区县玉米生长季降水量年际变化趋势 (a 宜君;b 王益;c 耀州)和累积距平变化趋势(d)

2.1.3 总日照时数变化特征 1964—2021 年铜川市各区县玉米生长季日照时数年际变化趋势和累积距平变化趋势如图 3 所示。从年际变化看,宜君玉米生长季日照时数随时间呈不显著增长趋势,王益呈不显著减少趋势,耀州呈显著减少趋势 ($P < 0.01$),宜君、王益、耀州玉米生长季日照时数气候倾向率分别为 0.1、 -15.4 、 -24.9 h/10 a。5 a 滑动平均曲线宜君在 1981—1999 年、2017—2019 年波动较明显,王益在 1981—1992 年、

2000—2012 年波动较明显,耀州在 1970 年、1983 年、2018 年前后波动较明显。由图 3d 可看出,三区县 58 a 间日照时数变化趋势大体一致,均在 1965—1981 年、1993—2007 年呈波动上升趋势,表明各区县在该年间日照时数处于偏多阶段,1982—1992 年、2008—2021 年呈波动下降趋势,即该年间各区县日照时数处于偏多阶段。

从空间分布来看(表 1),铜川市玉米生长季日照时数整体差异较小,南部和北部大于中部。

从不同区县来看:北部宜君、南部耀州玉米生长季日照时数常年平均大于中部王益,可能是由王益

两山夹一川的地形和气象观测站的位置造成的。

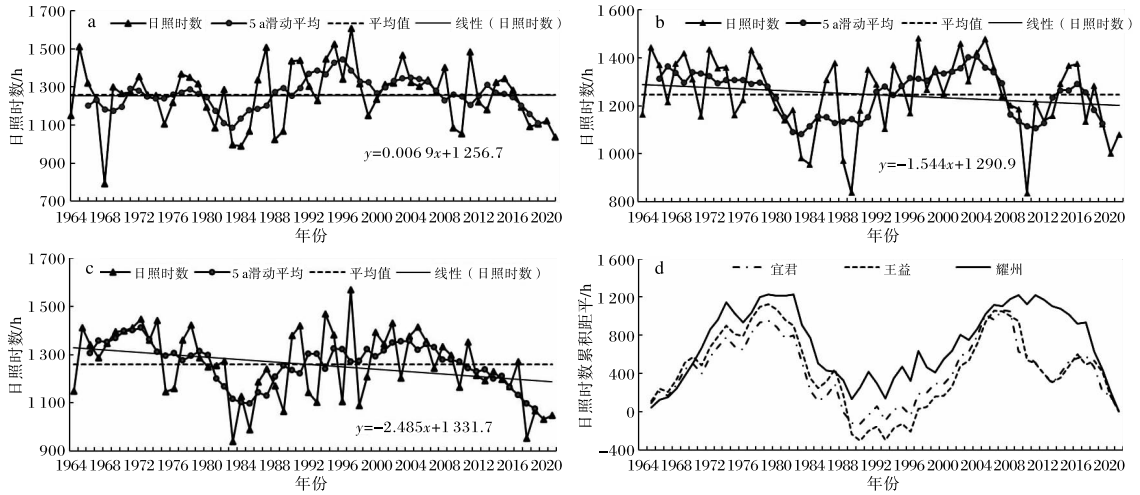


图3 1964—2021年铜川各区县玉米生长季日照时数年际变化趋势 (a 宜君;b 王益;c 耀州)和累积距平变化趋势(d)

2.2 玉米气象产量变化趋势

基于1990—2020年铜川地区各区县玉米产量数据,采用产量分解法计算各区县玉米的气象产量,图4为铜川市各区县31 a玉米气象产量变化趋势。如图可见,31 a来铜川地区各区县玉米气象产量均随时间呈现不显著减少趋势,各区县在1993—2002年、2009—2013年的气象产量曲线波动明显。从不同地区来看,宜君玉米气象产量变化最平缓,减小幅度小于王益、耀州。宜君玉米气象产量最高值出现在1993年,为690.8 kg/hm²,最低值出现在1995年,为-1 165.8 kg/hm²。王益区和耀州区玉米气象产量波动较大。王益区最高值出现在1998年,为2 064 kg/hm²,最低值出现在1997年,为-1 755.1 kg/hm²;耀州区最高值在1996年,为1 479.8 kg/hm²,最低值也在1997年,为-2 111.7 kg/hm²。

2.3 玉米生长季气象因子与玉米气象产量的关系

利用1990—2020年铜川地区各区县玉米气象产量和气象因子数据分析两者间的相关性。由表2可知,铜川各区县玉米气象产量与≥10℃积温的相关性均为不显著,其中宜君、王益为正相关,耀州为负相关。各区县玉米气象产量与降水量均呈现显著的正相关($P < 0.01$),其中王益、耀州玉米气象产量与降水量的相关系数大于宜君,即王益和耀州玉米气象产量受降水量的影响较宜君明显。各区县玉米气象产量与日照时数均呈负相关,其中耀州玉米气象产量与日照时数呈较显著负相关($P < 0.05$)。总体来看,降水量对铜川各区县玉米气象产量的影响最大,日照时数次之,积温最小,且降水量与玉米气象产量为显著正相

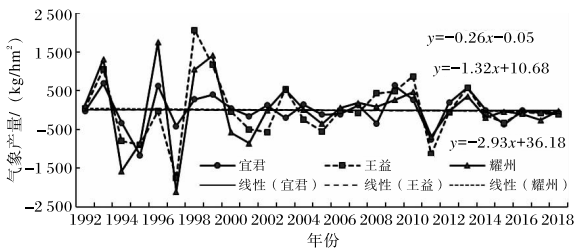


图4 铜川市各区县1990—2020年玉米气象产量变化趋势

表2 1990—2020铜川市各区县气象因子与玉米气象产量的相关系数

气象因子	宜君县	王益区	耀州区
≥10℃积温	0.075	0.774	-0.192
降水量	2.939**	6.235**	6.439**
日照时数	-0.742	-0.290	-1.290*

注:*表示通过0.05显著性检验;**表示通过0.01显著性检验。

关。其原因可能是由于铜川市地处渭北旱塬,降水量常年不足,玉米气象产量主要受制于降水量的多寡;光照与积温充足,能够满足玉米生长需求。

3 结论与讨论

(1)1964—2021年铜川市各区县玉米生长季 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温均呈显著上升趋势($P < 0.01$),且均在1993年发生了由偏冷到偏暖的转折;空间上各区县 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温有明显的纬向差异,高值区位于铜川市东南部。58 a来各区县玉米生长季降水量随时间变化趋势不显著;空间上降水量丰富区位于铜川海拔较高的宜君。58 a来耀州玉米生长季日照时数随时间呈显著减少趋势($P < 0.01$),其余区县变化不显著,均无显著转折;空间上各区县日照时数差别较小,王益最低。

(2)1990—2020年铜川地区玉米气象产量与 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温相关性较小,因此积温不是影响铜川各区县玉米气象产量的主要原因。各区县玉米气象产量与降水量均呈显著的正相关($P < 0.01$),即铜川市玉米气象产量主要影响因素是降水量,其中宜君地区的相关系数小于王益、耀州。各区县玉米气象产量与日照时数呈负相关,铜川市玉米生长季日照时数丰富,可满足玉米生长发育对辐射条件的需求,而过多的日照会导致玉米气象产量减少。综合来看,影响铜川市玉米气象产量的气象因子依次为降水量、日照时数、积温。

参考文献:

- [1] 翟盘茂,周佰铨,陈阳,等. 气候变化科学方面的几个最新认知[J]. 气候变化研究进展,2021,17(6): 629-635.
- [2] 高晓荻,江志红,杨金虎. 全球变暖情景下中国气温分区的未来变化[J]. 气象与环境学报,2009,25(5):1-6.
- [3] 唐国利,丁一汇,王绍武,等. 中国近百年温度曲线的对比分析[J]. 气候变化研究进展,2009,5(2):71-78.
- [4] 崔耀平,路婧琦,刘素洁,等. 我国春玉米物候变化趋势及其与水热条件的关系[J]. 水土保持通报,2018,38(2):82-86.
- [5] 成林,李彤霄,刘荣花. 主要生育期气候变化对河南省冬小麦生长及产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2017,25(6):931-940.
- [6] 郭佳,张宝林,高聚林,等. 气候变化对中国农业气候资源及农业生产影响的研究进展[J]. 北方农业学报,2019,47(1):105-113.
- [7] 何奇瑾,周广胜. 我国夏玉米潜在种植分布区的气候适宜性研究[J]. 地理学报,2011,66(11):1443-1450.
- [8] 冯喜媛,王宁,刘实. 1961—2014年东北三省热量资源变化特征[J]. 气象与环境学报,2018,34(1):91-98.
- [9] 徐延红. 夏玉米产量动态预报方法研究[J]. 陕西气象,2017(3):1-5.
- [10] 王馥棠,赵宗慈,王石立. 气候变化对农业生态的影响[M]. 北京:气象出版社,2005:10-13.
- [11] 尹海霞,张勃,张建香,等. 甘肃省河东地区春玉米气候因子及气候生产潜力时空变化[J]. 生态学杂志,2013,32(6):1504-1510.
- [12] 肖登攀,齐永青,王仁德,等. 1981—2009年新疆小麦和玉米物候期与气候条件变化研究[J]. 干旱地区农业研究,2015,33(6):189-194+202.
- [13] 杨笛,熊伟,许吟隆,等. 气候变化背景下中国玉米单产增速减缓的原因分析[J]. 农业工程学报,2017,33(增刊1):231-238.
- [14] 高娟,冯灵芝,张建康,等. 毛乌素沙漠与黄土高原过渡带气候变化对玉米产量的影响[J]. 中国农业资源与区划,2016,37(12):118-124+135.
- [15] 陆伟婷,于欢,曹胜男,等. 近20年黄淮海地区气候变暖对夏玉米生育进程及产量的影响[J]. 中国农业科学,2015,48(16):3132-3145.
- [16] 王柳,熊伟,温小乐,等. 温度降水等气候因子变化对中国玉米产量的影响[J]. 农业工程学报,2014,30(21):138-146.
- [17] 曹士亮,于芳兰,王成波,等. 降水量与积温对玉米气象产量影响的综合分析[J]. 作物杂志,2009(3):62-65.
- [18] 马耀绒,许伟峰,韩蓓蓓,等. 近30年渭南夏玉米气候适宜度研究[J]. 陕西气象,2023(3):49-54.
- [19] LIU H J, LIU Y, ZHANG L W, et al. Quantifying extreme climatic conditions for maize production using RZWQM in Siping Northeast China[J]. International Journal of Agricultural and Biological Engineering,2019,12(2):1128-1134.
- [20] 岳伟,陈金华,阮新民,等. 安徽省沿江地区双季稻光热资源利用效率变化特征及对气象产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2019,27(6):929-940.
- [21] 王秀芬,杨艳昭,尤飞. 近30 a黑龙江省气候变化及其对玉米产量的影响[J]. 干旱区研究,2012,29(6):1105-1111.