

刘艳,吕阳,杨婷婷.渭北旱腰带近60年气候变化及其对农作物的影响[J].陕西气象,2023(4):37-42.

文章编号:1006-4354(2023)05-0037-06

渭北旱腰带近60年气候变化及其对农作物的影响

刘 艳^{1,2},吕 阳¹,杨婷婷^{2,3}

(1. 咸阳市气象局,陕西咸阳 712000;

2. 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;

3. 宝鸡市气象局,陕西宝鸡 721000)

摘要:利用渭北旱腰带地区24个国家气象站1961—2020年逐月气温、地表温度、降水、相对湿度等气象观测资料,采用气候倾向率和相关分析等方法研究近60 a以来渭北旱腰带地区的气候变化特征,并探讨区域气候变化对渭北地区主要农作物(小麦、玉米和苹果)的影响。结果表明:(1)近60 a平均地表温度和气温分别为13.4 ℃和11.1 ℃,且呈显著上升趋势(通过了0.01的显著性检验);四季的地表温度和气温均缓慢上升,且冬季、春季、秋季的地表温度和气温上升显著(通过了0.01的显著性检验)。(2)年降水量呈缓慢增多趋势,年平均相对湿度缓慢减小;冬季和夏季降水量缓慢增多而春季和秋季明显减少,以春季最显著;春季、冬季和秋季平均相对湿度呈减小趋势,以春季最显著(通过了0.01的显著性检验),夏季缓慢增大。(3)渭北旱腰带地区可以利用气候变暖带来的热量资源提高复种指数,在农业选种育种方面应培育晚播早熟小麦品种与晚熟玉米品种,苹果主产区可以向黄土高原迁移。

关键词:渭北旱腰带;气候变化;冬小麦;春玉米;苹果

中图分类号:P467:S162.5

文献标识码:A

在全球变暖的大背景下,气候变化已发展为当今社会普遍关注的全球性问题。近年来,国内外学者利用不同气象要素对各地的气候变化进行了大量研究。IPCC报告指出,1880—2012年全球平均地表温度大约升温0.85 ℃^[1],而2010—2019年全球平均地表温度升高约1.07 ℃^[2]。范孟泽等^[3]研究发现全国年平均气温总体呈持续上升趋势,平均每10 a上升近0.28 ℃,而全国平均降水量变化幅度不大。杨明等^[4]研究表明近50 a我国西部地区年平均气温呈上升趋势,除了河套地区外年平均降水量均增加。商沙沙等^[5]研究表明近54 a西北地区平均气温呈波动上升趋势,其中冬季的增温速率最大,降水量呈上升趋势且降水主要集中在夏季,进入21世纪后冬季降水

增加。高蓓等^[6]研究发现陕西平均气温有明显的上升趋势,自20世纪90年代以后冬季降水量明显增加,夏季降水量减少。气候变化对作物种植制度、生产结构和区域布局都有较大的影响^[7]。农业尤其是粮食生产,直接依赖于水热土等自然要素,对气候变化非常敏感^[8],因此农业是我国受气候变化影响较大的行业^[9]。渭北旱腰带是重要的粮食生产基地及我国最大的优质苹果生产基地。本文通过研究渭北旱腰带地区气候变化特征,以期为科学调整农业结构以及制定合理的水热资源利用策略提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究区域概况

陕西渭北旱腰带地处陕北丘陵沟壑区的南

收稿日期:2022-11-25

作者简介:刘艳(1985—),女,汉族,陕西彬州人,硕士,高级工程师,从事农业及生态气象服务工作。

通信作者:吕阳(1980—),男,汉族,陕西咸阳人,大学,工程师,从事农业气象服务工作。

基金项目:陕西省气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室开放基金课题(2022M-31)

部、关中平原的北部,海拔高度600~1 300 m,在黄土高原中属地势较为平坦的区域。该地区土层厚度深达30~100 m,土壤主要以黑垆土和黄绵土为主,土壤较为肥沃,有机质含量1%左右。该区包括宝鸡市的陈仓区、凤翔、陇县、千阳、麟游等5县(区),咸阳市的长武、彬州、永寿、淳化、旬邑等5县(市),渭南市的富平、蒲城、澄城、合阳、白水、韩城等6县,延安市的黄龙、洛川、富县、宜川、

黄陵等5县,铜川的耀州、宜君、铜川新区等3县(区),共24个县(区市)。

1.2 数据来源

选用的资料是渭北旱腰带地区24个国家气象站(图1)1961—2020年的逐月气温、地表温度、降水、平均相对湿度和日照时数。资料来源于陕西省气象局。其中3、4、5月为春季,6、7、8月为夏季,9、10、11月为秋季,12、1、2月为冬季。

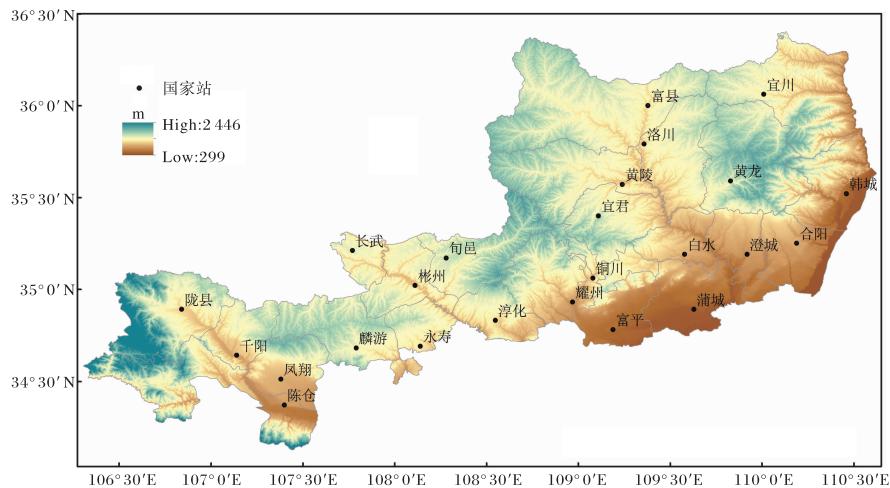


图1 渭北旱腰带气象站分布(审图号为GS(2019)1822号)

2 渭北旱腰带气候特征

2.1 地表温度和气温变化

2.1.1 年际变化 渭北旱腰带地区近60 a的年平均地表温度和气温均缓慢上升且通过了0.01的显著性检验(图2),气候倾向率分别为0.31、0.27 °C/10 a,且地表温度的上升趋势较气温明显。近60 a年平均地表温度和气温分别为13.4、11.1 °C,其中,1991年以前年平均气温低于近

60 a平均值,而年平均地表温度在1988年以前低于近60 a平均值。

2.1.2 月变化 渭北旱腰带地区近60 a地表温度和气温的月平均值变化见图3。可以看出,1月地表温度和气温开始逐渐上升,2月上升到0 °C以上,7月地表温度和气温同时达到峰值,分别为27.7 °C和23.8 °C,之后开始逐渐下降,12月降至0 °C以下。

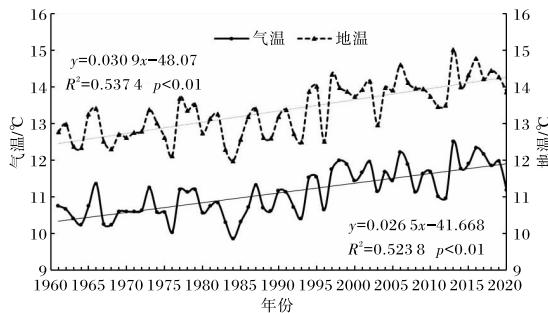


图2 1961—2020年渭北旱腰带地区气温和地表温度年际变化

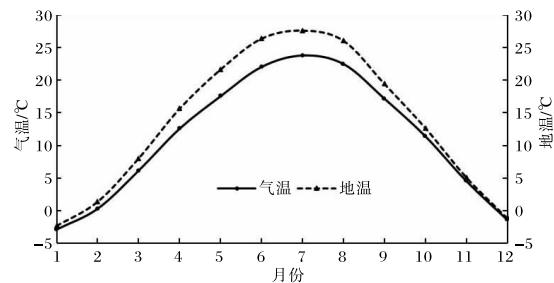


图3 1961—2020年渭北旱腰带地区气温和地表温度月变化

2.1.3 季节变化 渭北旱腰带地区近60 a四季的地表温度和气温均缓慢上升(图4),且冬季、春季、秋季的地表温度和气温均通过了0.01的显著性检验,其中,冬季和春季的上升趋势较为明显,

冬季的地表温度、气温气候倾向率分别为0.44、0.36 °C/10 a,春季分别为0.51、0.39 °C/10 a,夏季分别为0.04、0.08 °C/10 a,秋季二者均为0.24 °C/10 a。

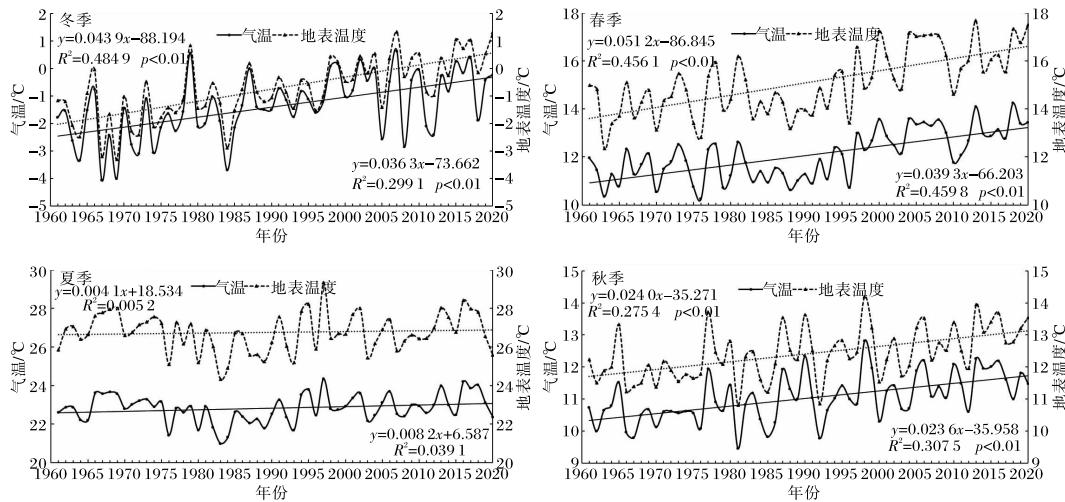


图4 1961—2020年渭北旱腰带地区各季节气温和地表温度年际变化

2.2 降水量和相对湿度变化

2.2.1 年际变化 近60 a年平均降水量为588.4 mm。降水量年际变化呈缓慢增多趋势,气候倾向率为0.7 mm/10 a。2003年为近60 a最多(878.0 mm),1997年最少(364.2 mm),1990年以前年降水量在平均值以下。近60 a年平均相对湿度为65%,且呈缓慢减小趋势,1964年平均相对湿度最大(74.2%),1995年最小(58.2%),1984年以前平均相对湿度在平均值以上(图5)。

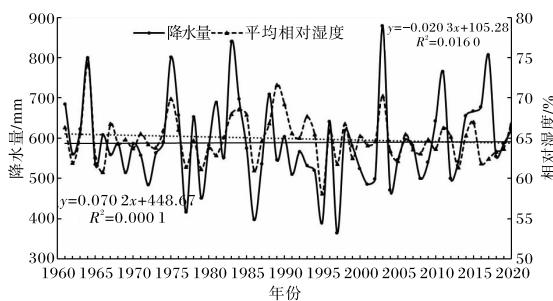


图5 1961—2020年渭北旱腰带地区降水量和平均相对湿度年际变化

2.2.2 月变化 图6为旱腰带地区近60 a降水量月变化。降水量从1月开始增多,7、8月的平均降水量均超过了100 mm,7月达到了峰值

(113.6 mm),之后开始减少。1、2、12月降水量均少于10 mm,其中12月降水量最少,为4.3 mm。而平均相对湿度全年维持在56%~78%,7—9月的平均相对湿度较高,均在70%以上。

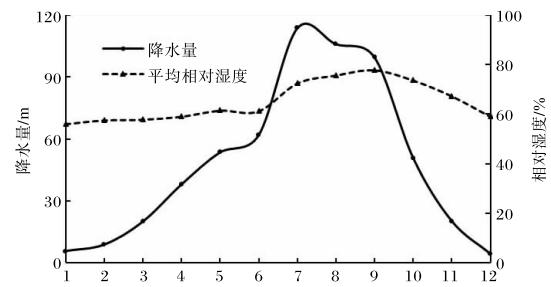


图6 1961—2020年渭北旱腰带地区降水量和平均相对湿度月变化

2.2.3 季节变化 旱腰带地区近60 a冬季和夏季降水量呈缓慢增多趋势,气候倾向率分别为0.58、5.3 mm/10 a;而春季和秋季降水量呈明显减少趋势,气候倾向率分别为-6.8、-8.2 mm/10 a,且春季通过了0.05的显著性检验。近60 a冬季、秋季平均相对湿度呈缓慢下降趋势,气候倾向率分别为-0.05%/10 a、-0.02%/10 a,春季呈明显下降趋势,气候倾向率为-1.3%/10 a,通

过了 0.01 的显著性检验;而夏季呈缓慢增大趋势,气候倾向率为 0.59%/10 a,通过了 0.05 的显

著性检验(图 7)。

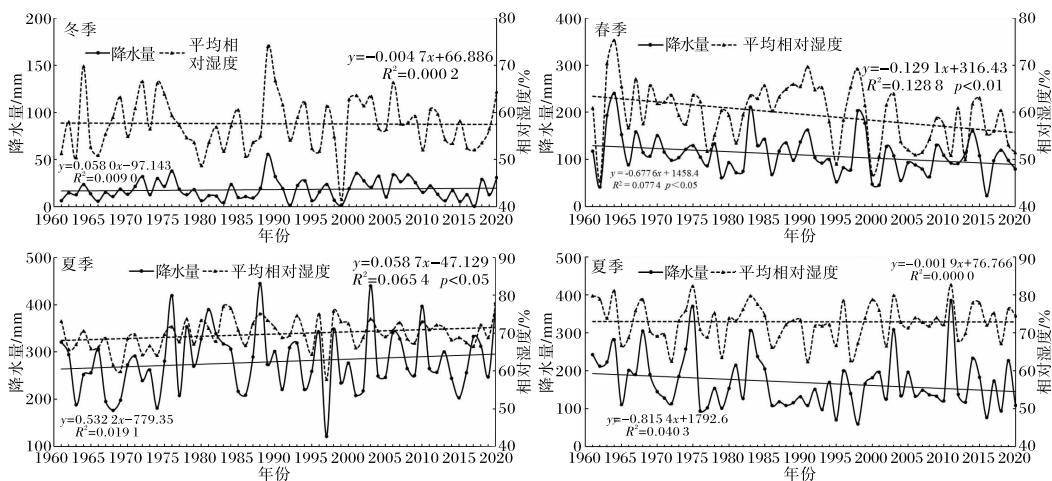


图 7 1961—2020 年渭北旱腰带地区各季节降水量和平均相对湿度年际变化

3 气候变化对主要农作物的影响及生产建议

气候条件与粮食作物和经济作物的生长密切相关,气候变化极大改变了中国气候资源的时空分布特点、农业种植制度、作物结构和产品品质^[10]。渭北旱腰带地区既是陕西省优质苹果生产的主要基地,又是全省冬小麦、春玉米的主要产区。近 60 a 来,渭北旱腰带平均气温、降水量等气象要素均发生了变化,气候变化对粮食作物和苹果的影响是不可忽视的。本研究通过分析气候变化对渭北旱腰带地区主要农作物的影响,结合当地种植结构布局,提出生产建议。

3.1 气候变化对主要农作物的影响

3.1.1 冬小麦 气候变化对小麦产量的影响已成为公认的事实,冬小麦的生长主要受气温和降水的影响,气温和降水量的变化直接影响小麦的产量和品质。气候变暖,冬小麦从返青期到成熟期普遍提前,拔节期提前最明显,抽穗以后各生育期提前程度较少,而冬季生育期、全生育期明显缩短^[11-13]。小麦生长期温度升高使小麦粒重、容重和蛋白质含量降低,品质变劣^[14-16]。自然降水是冬小麦产量形成的限制因素^[17],播前贮水量对小麦产量的贡献大于生育期降水,而灌浆期降水对小麦产量贡献率大于拔节期和返青期^[18]。气温升高的情况下,通过拔节期增加灌溉量可以减缓气温升高引起的小麦减产^[19]。气温和降水量

呈同时升高的“暖湿型”气候有利于冬小麦产量的提高^[20]。结合前文气候变化分析,近 60 a 渭北气温和地温普遍升高,且冬季和春季的上升趋势较为明显,使渭北地区冬小麦适宜播种期普遍推后、生育期缩短,这与咸阳渭城农试站近 10 a 农气观测记录一致;降水量增加会对小麦产量呈正效应变化。因此,渭北旱塬区随着气候变暖和降水量的增加,整体有利于冬小麦产量增加。

3.1.2 春玉米 气温和降水是影响玉米生育进程的重要气象因子,玉米是喜温作物,一般认为玉米生长的适宜气温是 25~30 ℃ 或 30~34 ℃^[21]。近 30 a 陕西关中玉米气象产量减少与生长季平均气温关系紧密^[22],渭北春玉米生长后期低温和伏旱影响了产量^[23]。气候变暖,积温增加,春玉米生长发育速度加快,生育期日数缩短,主要发育期提前,提前幅度最大的是乳熟期和成熟期^[24]。玉米虽然具有较强的耐高温特点,但生育后期的高温会使玉米植株早衰,促其早熟,灌浆缩短,使千粒重和容重下降^[25]。1979—2016 年气温每升高 1 ℃,玉米产量减少 5.19 kg/667 m²,而降水量每增加 1 mm,玉米产量增加 0.043 kg/667 m²^[26]。1981—2008 年降水对玉米单产表现为促进作用,当降水每增加 1%,玉米产量会增长 0.21%;而气温对玉米单产产生负面影响,当气温每增加 1%,将导致玉米单产下降 0.99%^[27]。因此,通过对比

渭城和旬邑近 10 a 农气观测记录发现:渭北气温升高使春玉米生育期缩短,品质和产量下降;但降水量增多有利于春玉米增产,且降水量变化对春玉米气候生产潜力的影响远大于气温变化的影响^[28]。

3.1.3 苹果 苹果是典型的温带落叶果树,气候条件是苹果地带性适生分布和品质优劣的前提和基础。全球气候变暖背景下,苹果物候期与气温变化表现出了明显的相关性,并出现花期等生育期提前,成熟期推迟,生长周期延长等特点^[29-30]。温度升高使苹果主要生长季积温增加,生长期速度加快,在一定程度上加快了果树的老化速度,缩短了苹果盛产期的年限^[31]。随着近 60 a 来气温普遍升高,渭北旱塬地区苹果栽培面积不断扩张,渭北果区北缘已由原来的延安以南,北移至安塞至延川及其以北地区^[32],同时果区产量不断上升,已发展成为黄土高原地区中心苹果产业带,也奠定了陕西作为世界级优质苹果生产基地的地位^[33]。以洛川县苹果生产生态气候适应性综合评分为标准,陕北苹果种植北扩区光、热资源优势明显^[34]。综上所述,渭北地区气温升高使果树花期明显提前,这与近 5 a 咸阳市苹果始花期评估结果一致,而花期提前遭遇花期冻害的可能性增大^[35]。如 2018 年苹果树始花期与往年相比提前 15 d,树叶比往年同期生长发育快而大,但 4 月 6—7 日遭遇强降温,造成花、早熟品种幼果均受冻,减产严重。同时,随着渭北地区气候变暖,果区栽培面积也在不断北扩,渭北果区气候优势明显。

3.2 生产建议

随着渭北旱腰带地区农业生产水平的提高,农作物对气象条件的要求更加严格,对不利气象条件的反应更加敏感。为了使农业生产能较快的适应气候变化,增强渭北旱腰带地区农业生产的抗逆性和适应能力,实现农业可持续发展,深入了解作物生长发育、产量形成和气象条件的关系,充分利用农业气候资源,防御农业气象灾害方面的研究尤为重要。

渭北旱腰带地区近 60 a 平均气温、地表温度、降水量均呈现缓慢上升趋势,相对湿度呈现缓慢下降趋势。渭北旱腰带地区可以利用气候变暖

带来的热量资源提高复种指数,多熟制种植向高纬度高海拔地区扩展,一年两熟制取代两年三熟制。根据当地地形地貌和气候特点,充分利用气候资源,加大对农业种植结构的调整力度,如苹果主产区向黄土高原迁移、渭北种植一年三收冷凉蔬菜等。随着气候的变化,渭北旱腰带地区在农业选种育种方向应培育晚播早熟小麦品种与晚熟玉米品种^[6],从而提高光热资源的利用率。

4 结论

(1) 渭北旱腰带地区近 60 a 平均地表温度、气温分别为 13.4、11.1 °C,且呈上升趋势,并通过了 0.01 的显著性检验。四季的地表温度和气温均缓慢上升,其中,冬季和春季的上升趋势较为明显,且冬季、春季、秋季的地表温度和气温均通过了 0.01 的显著性检验。

(2) 近 60 a 年降水量呈缓慢增多趋势,而平均相对湿度呈缓慢减小趋势。冬季和夏季降水量呈缓慢增多趋势,而春季和秋季呈明显下降趋势且春季通过了 0.05 的显著性检验;平均相对湿度冬季和秋季呈缓慢减小趋势,春季呈明显减小趋势且通过了 0.01 的显著性检验,夏季呈缓慢增大趋势。

(3) 渭北旱腰带地区随着气温升高,小麦和春玉米生育期均缩短、品质降低,苹果树花期明显提前遭遇花期冻害风险加大,而降水量变化对春玉米气候生产潜力的影响远大于气温变化的影响;因此,该地区可以利用气候变暖带来的热量资源提高复种指数,在农业选种育种方向应培育晚播早熟小麦品种与晚熟玉米品种,苹果主产区可以向黄土高原迁移。

参考文献:

- [1] 沈永平,王国亚. IPCC 第一工作组第五次评估报告对全球气候变化认知的最新科学要点[J]. 冰川冻土,2010,35 (5) :1068-1076.
- [2] 樊星,秦圆圆,高翔. IPCC 第六次评估报告第一工作组报告主要结论解读及建议[J]. 环境保护,2021,2 (8),44-48.
- [3] 范泽孟,岳天祥,陈传法,等. 中国气温与降水的时空变化趋势分析[J]. 地球信息科学学报,2011,13 (4):526-533.

- [4] 杨明,李维亮,刘煜等. 近 50 年我国西部地区气象要素的变化特征[J]. 应用气象学报,2010,21(2):198-204.
- [5] 商沙沙,廉丽姝,马婷,等. 近 54 a 中国西北地区气温和降水的时空变化特征[J]. 干旱区研究,2018,35(1):68-76.
- [6] 高蓓,栗珂,李艳丽. 陕西近 40 年气候变化特征的分析[J]. 成都信息工程学院学报,2006,21(2):290-295.
- [7] 李祎君,王春乙. 气候变化对我国农作物种植结构的影响[J]. 气候变化研究进展,2010,6(2),123-129.
- [8] 罩志豪,唐华俊,李文娟,等. 气候变化对农业和粮食生产影响的研究进展与发展方向[J]. 中国农业资源与区划,2013,34(5):1-7.
- [9] 周义,罩志豪,包刚. 气候变化对农业的影响及应对[J]. 中国农学通报,2011,27(32):260-267.
- [10] 代姝玮,杨晓光,赵孟,等. 气候变化背景下中国农业气象资源变化Ⅱ:西南地区农业气候资源时空变化特征[J]. 应用生态学报,2011,22(2):442-452.
- [11] 万信,王润元. 气候变化对陇东冬小麦生态影响特征研究[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(4):80-84.
- [12] 车少静,智利辉,冯立辉. 气候变暖对石家庄冬小麦主要生育制度影响及对策[J]. 中国农业气象,2005,26(3):180-183.
- [13] 余卫东,赵国强,陈怀亮. 气候变化对河南省主要农作物生育期的影响[J]. 中国农业气象,2007,28(1):9-12.
- [14] 王东,于振文,贾效成. 播期对优质强筋冬小麦籽粒产量和品质的影响[J]. 山东农业科学,2004(2):25-26.
- [15] 王宝良,潘贤章,梁音,等. 渭北旱原区域气候变化及其对冬小麦产量的潜在影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(1):227-232.
- [16] 李永庚,蒋高明,杨景成. 温度对小麦碳氮代谢、产量及品质影响[J]. 植物生态学报,2003,27(2):164-169.
- [17] 魏瑞江,张文宗,李二杰. 河北省冬小麦生育期气象条件定量评价模型[J]. 中国农业气象,2007,28(4):367-370.
- [18] 李月英,柳斌辉,刘全喜,等. 河北低平原气候条件对冬小麦产量的影响[J]. 麦类作物学报,2009,29(2):330-334.
- [19] 张康,聂志刚,王钧,等. 温度升高下降水和施氮对旱地春小麦产量和生物量影响的模拟与分析[J]. 干旱区研究,2022,39(6):1966-1975.
- [20] 史本林,朱新玉,李红忠,等. 中原腹地气候变化对冬小麦产量的影响:以商丘地区为例[J]. 地理研究,2012,31(1):14-22.
- [21] 马春红,赵霞. 玉米简化栽培[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2014.
- [22] 王水霞. 秦岭南北地区农业气候资源变化时空特征、影响与有效利用研究[D]. 西安:陕西师范大学,2018.
- [23] 路海东,薛吉全,张德华,等. 陕西不同生态区玉米超高产的潜力和途径探索[J]. 西安文理学院学报,2007,10(4):20-24.
- [24] 段金省,牛国强. 气候变化对陇东塬区玉米播种期的影响[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(2):235-238.
- [25] 陈朝辉,王安乐,王娟娟,等. 高温对玉米生产的危害及防御措施[J]. 作物杂志,2008(4):90-92.
- [26] WU J Z, ZHANG J, GE Z M, et al. Impact of climate change on maize yield in China from 1979 to 2016[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2021, 20(1):289-299.
- [27] 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.
- [28] 赖荣生,余海龙,黄菊莹. 宁夏中部干旱带气候变化及其对春玉米气候生产潜力的影响[J]. 中国农业大学学报,2014,19(3):108-114.
- [29] 樊晓春,王位泰,杨晓华等. 六盘山东西两侧苹果物候期对气候变化的响应[J]. 生态学杂志,2010,29(1):50-54.
- [30] 殷淑燕,张钰敏,李美荣,等. 气候变化对洛川苹果物候期的影响[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2011,39(6):86-90+95.
- [31] 蒲金涌,姚小英,姚晓红. 气候变暖对甘肃黄土高原苹果物候期及生长的影响[J]. 中国农业气象,2008,29(2):181-183.
- [32] 蔡新玲,张永红,高红艳. 陕北地区近 46 年气候变化分析[J]. 陕西气象,2005(4):21-24.
- [33] 王文玺,温淑萍. 主要国家农业生产结构现状与调整的主要原因分析[J]. 农业图书情报学刊,2001(6):1-4.
- [34] 李艳莉,王景红,李鹏利. 陕西苹果种植区北扩气候资源及气象灾害风险分析[J]. 陕西气象,2011(3):15-17.
- [35] 李星敏,柏秦风,朱琳. 气候变化对陕西苹果生长适宜性影响[J]. 应用气象学报,2011,22(2):241-248.