

雷蕾,胡晓黎,张鸿雁,等. 商洛冬小麦高产气候条件及措施[J]. 陕西气象,2026(3):44-48.

文章编号:1006-4354(2026)03-0044-05

商洛冬小麦高产气候条件及措施

雷蕾,胡晓黎,张鸿雁,李晓静,卢姣

(商洛市气象局,陕西商洛 726000)

摘要:利用 1991—2023 年商洛冬小麦单产资料、七县区气象观测资料、冬小麦生育期观测资料和商洛粮食作物病虫害监测资料,采用统计对比和相关性分析等方法,研究了商洛冬小麦单产与气温、降水、日照等气候条件之间的相关性。发现商洛冬小麦产量高低受气候条件影响较大,冬小麦要获得高产,在其关键生育期如播种、拔节、抽穗等时段需降水适宜、光温水匹配合理;确定了商洛冬小麦高产年全生育期降水量需要 250~350 mm,拔节到抽穗期降水量要达到 45~65 mm;影响商洛冬小麦高产的主要病虫害为条锈病、赤霉病、穗蚜虫和红蜘蛛;影响冬小麦产量的主要气象灾害为连阴雨、干旱和烂场雨。最后提出应对措施,为有效提高商洛冬小麦单产和品质提供科学参考。

关键词:冬小麦;高产;气候特征;措施

中图分类号:S512.1

文献标识码:A

冬小麦是商洛第二大粮食作物,近 5 年商洛冬小麦播种面积大约 3 万~4 万 hm^2 ,约占全年粮食作物种植总面积的 30%。商洛属土石山区,素有“八山一水一分田”之说,农业基础较为薄弱。由于特殊的山地立体小气候特征,干旱、连阴雨和烂场雨等气象灾害交替发生,多重危害,容易造成冬小麦单产不稳定。提高冬小麦的产量和质量对保障国家粮食安全,推动脱贫致富和乡村振兴具有重要意义。因此如何趋利避害,合理利用商洛气候资源,减轻气象灾害损失,提高冬小麦单产十分必要。

近年来,随着国家对粮食安全的高度重视,不少学者开展了天气气候对粮食产量影响的研究。张明捷等^[1]研究了气候季节变化对濮阳冬小麦产量的影响,尹贞铃等^[2]开展了冬小麦产量预报模型的研究,李克煌等^[3]研究了豫西地区降水变化对旱地粮食作物产量的影响。但系统全面地研究商洛气象条件对冬小麦优质高产影响,以及气候

条件变化引发的气象灾害和病虫害对冬小麦产量影响的研究还比较少。利用商洛市七县区的气象资料 and 全市冬小麦平均单产等资料,梳理出影响商洛冬小麦高产的气候指标,并提出相应的生产措施,为商洛冬小麦单产再上一个台阶提供技术支撑。

1 资料来源及处理

所用资料包括:商洛 1991—2023 年七县区国家气象观测站的气温、降水和日照数据,商洛市统计局发布的全市冬小麦产量数据,国家农气观测站商洛站冬小麦生育期观测、调查资料,以及商洛市植保站粮食作物病虫害监测资料。选择冬小麦高产年份不同的生育期,统计、对比分析气象条件和作物病虫害状况,找到冬小麦高产年份的气候指标和病虫害发生的气象指标。

2 结果分析

2.1 冬小麦产量变化

分析商洛冬小麦 1991—2023 年平均产量年际变化(图 1),33 a 平均产量 2 130 kg/hm^2 ,

收稿日期:2024-10-10

作者简介:雷蕾(1984—),女,汉族,陕西丹凤人,学士,工程师,从事农气观测、为农服务及其研究。

通信作者:胡晓黎(1970—),女,汉族,陕西商南人,大学本科,高工,从事为农服务和气候资源开发利用工作。

基金项目:商洛市科技计划项目(2023-农业(2023 年)-0045)

2001—2010 年平均产量 2 369 kg/hm²,2011—2020 年平均产量 2 433 kg/hm²,近 5 年平均产量 2 700 kg/hm²。发现冬小麦单产总体呈上升趋势,但并非直线上升,有个别年份单产仍偏低,如 2013 年冬小麦平均产量 2 220 kg/hm²,2019 年冬小麦平均产量 2 400 kg/hm²。

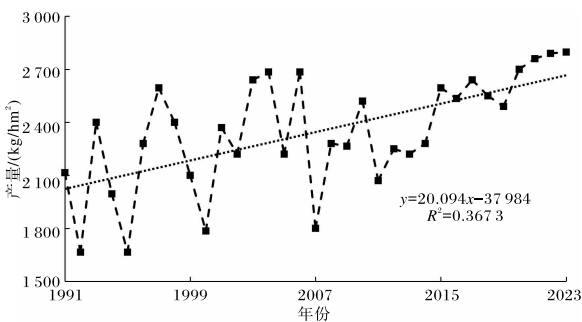


图1 商洛冬小麦 1991—2023 年平均产量年变化

2.2 降水量对冬小麦产量的影响

前人研究结果表明,商洛冬小麦单产主要受

天气气候条件制约^[4]。在分析气温、降水、光照对冬小麦产量影响时发现,冬小麦各生长时段中降水量变化对产量的影响最为显著(相关系数 0.537 9,通过 0.05 水平显著性检验)。冬小麦生育期降水量最多 401.9 mm,最少 176.6 mm,平均降水量 265.4 mm,33 a 中生育期降水量大于等于平均降水量的年份有 18 a,小于平均降水量的年份有 15 a;高产年份生育期降水量均在250~350 mm 之间,自然降水不能满足冬小麦高产需求的年份达到 45%。生育期内降水年际差异大是影响商洛冬小麦产量的主要原因^[5]。从冬小麦各发育时段水分供需差对照表(表 1)中可以看出,冬小麦生育期中水分供需矛盾相当突出,尤其在需水关键期即拔节到抽穗阶段,耗水量远远大于自然降水量,这对冬小麦产量的形成与提高将造成直接影响。因此商洛冬小麦多年单产低而不稳的一个重要原因就是春季降水偏少。

表 1 商洛冬小麦生育期各发育时段及其水分供需差对照表

发育时段	起止日期	发育期日数/d	自然降水量/mm	耗水量/mm	供需差/mm
播种—分蘖	10 月 11 日—12 月 10 日	61	77.2	94.4	—17.2
越冬期	12 月 11 日—2 月 21 日	73	19.4	37.4	—18.0
返青—拔节	2 月 22 日—3 月 31 日	38	31.1	64.2	—33.1
拔节—抽穗	4 月 1 日—4 月 29 日	29	41.7	68.7	—27.0
抽穗—开花	4 月 30 日—5 月 9 日	10	18.9	32.2	—13.3
开花—收获	5 月 10 日—6 月 10 日	32	78.7	98.8	—20.1

2.3 冬小麦高产年生育期气候指标和年型特征

通过分析 33 a 商洛冬小麦单产与气象条件之间的相关性,对 1997、2003、2004、2006、2010、2017、2020、2021、2022 年等高产年进行分生育期的气象条件分析,发现商洛冬小麦产量受降水量影响最大:与上年 10 月降水量呈负相关;与当年 4 月降水量成正相关,相关系数最高。高产年对应的 4 月降水量在 45~65 mm。基于冬小麦产量三要素^[6](亩穗数、穗粒数和千粒重),结合高产年份冬小麦生育期观测数据和相关气象要素资料,筛选出高产年冬小麦主要发育期气象条件指标,并确定了高产年冬小麦不同生育阶段的主要发育特征。

2.3.1 播种出苗期 商洛冬小麦主要集中在 10 月中下旬播种,此阶段适宜温度 12~14 ℃,降水量 30~40 mm,土壤相对湿度保持在 75%~85%;播前雨水充足,底墒适宜,适时播种,可实现苗齐苗匀,基本苗合理,群体密度达到高产需要的适宜区间,为小麦高产奠定基础。

2.3.2 分蘖期 分蘖期出现在 11 月下旬—12 月上旬。该阶段冬小麦适宜生长平均气温 5~8 ℃,降水量 10~15 mm,日照时数 90~110 h,土壤相对湿度 70%~75%;分蘖期土壤湿度适宜,热量条件好,越冬期推迟,可促进冬前分蘖,达到壮苗越冬,冬前三叶大蘖多,亩穗数(每亩 40 万茎左右)合理是高产的必要条件。

2.3.3 拔节—抽穗期 拔节期到抽穗期出现在4月,冬小麦生长适宜温度 $12\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$,降水量 $45\sim 65\text{ mm}$,日照 $160\sim 180\text{ h}$,土壤相对湿度 $75\%\sim 80\%$ 。如果此时段气温偏低,有利于冬小麦小穗分化,促进大穗形成;拔节到抽穗期降水充足,第一场透墒雨来得早,20 cm土壤相对湿度达 80% 左右,光照合理,冬小麦长势好,俗称“胎里富”,为大穗形成和穗粒数增加创造有利条件。研究表明,穗粒数增多是高产的第二大因素^[7]。

2.3.4 开花期 开花期出现在4月底—5月上旬,适宜温度 $15\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$,降水量 $15\sim 20\text{ mm}$,日照 $60\sim 80\text{ h}$,土壤相对湿度 $70\%\sim 75\%$ 。此时段要求天气晴好,不要出现大到暴雨,雨水过多易造成灌花,影响授粉。

2.3.5 乳熟—成熟收割期 5月下旬商洛大部分冬小麦进入乳熟期,此时段适宜的平均气温在 $18\sim 23\text{ }^{\circ}\text{C}$,降水 $25\sim 35\text{ mm}$,日照 $60\sim 80\text{ h}$ 。充足的光照,适宜的降水和气温日较差利于籽粒充分灌浆和干物质积累,利于千粒重增加和丰产。6月上旬起商洛冬小麦由南向北陆续进入收获期,该时期适宜温度 $20\sim 22\text{ }^{\circ}\text{C}$,降水 $10\sim 15\text{ mm}$,日照 $70\sim 90\text{ h}$,土壤相对湿度 $65\%\sim 70\%$ 。成熟收割时,天气晴朗,雨日少,也是达到高产目标的关键要素。

2.4 影响冬小麦高产的主要气象灾害

通过梳理分析商洛冬小麦33 a单产较低的年份(1992、1995、2000、2007、2011年)的气候条件和灾害发生情况,确定制约冬小麦高产的气象条件。

2.4.1 播种期连阴雨 10月中下旬如果出现 $\geq 0.1\text{ mm}$ 的降水在6 d以上,过程累计降水量 $\geq 60.0\text{ mm}$,对当年冬小麦播种会产生影响,容易导致冬小麦错过适宜播期,播种迟的田块冬前不能形成壮苗,分蘖少,直接导致密度不足,亩有效茎数减少,不利于产量形成^[8-9]。例如1999年9月27日—10月16日冬小麦播种期出现连阴雨,全市降水量 $81.7\sim 172.0\text{ mm}$,比常年偏多 $31\%\sim 180\%$ 。阴雨持续时间长,底墒过湿,播期较常年推迟一周左右,严重影响冬小麦出苗和冬前有效分蘖,多数田块达不到壮苗越冬,导致2000年冬

小麦平均产量 $1\,785\text{ kg/hm}^2$,单产为1996年以来最低。

2.4.2 抽穗期干旱 4月冬小麦孕穗到抽穗期如果降水量 $\leq 40.0\text{ mm}$,10 cm土壤相对湿度 $\leq 55\%$,就会出现干旱,造成小穗抽不出,小花大量退化,小穗结实率下降,粒重减轻,品质下降,冬小麦产量降低。例如2007年3月18日—6月17日,商洛市出现91 d较重春旱,期间降水量只有 $33.9\sim 92.3\text{ mm}$,比历年同期偏少 $48\%\sim 82\%$,此时正是冬小麦抽穗、扬花、灌浆、成熟的关键期,高温少雨,农田失墒严重,10~50 cm土壤相对湿度 $46\%\sim 63\%$,干土层厚度9 cm。干旱导致坡地冬小麦难以抽穗,部分田块冬小麦干枯死亡,该年成为近23年来单产最低年份。

2.4.3 收获期烂场雨 5月下旬末—6月上旬,商洛冬小麦由南到北陆续进入收获期。如果这个时段出现连续5 d以上连阴雨天气,过程累计降水量 $\geq 50\text{ mm}$,冬小麦就会出芽霉变,直接导致品质降低,产量下降。2023年5月25日—6月5日,商洛全境出现了一次连阴雨叠加暴雨的天气过程,降水量 $67.6\sim 209.5\text{ mm}$,比常年同期偏多1~4倍。这次阴雨过程持续时间长,为近30年来同期最强“烂场雨”,连续降雨致使商洛南部浅山区已成熟冬小麦无法正常收获,出现发芽霉变,严重影响了小麦品质,导致前期气候条件适宜有望高产的年份没有丰收。

2.5 冬小麦病虫害发生气象条件

气象要素的变化易引起冬小麦病虫害的发生和流行。冬小麦病虫害危害程度及发生面积直接关系到当年冬小麦的产量和品质。根据商洛市植保站冬小麦病虫害监测资料,并结合冬小麦当年产量及气象条件分析发现,在商洛境内常发生的冬小麦病虫害有条锈病、赤霉病、穗蚜虫和红蜘蛛等四种类型,它们的发生流行与气象条件关系较大,并有一定的时间和地域规律。

2.5.1 条锈病 条锈病一般出现在4—5月,在低温、多雨、多雾及湿度大的条件下易发生,降水越多,冬小麦条锈病越重。条锈病常发生于山阳、商南等浅山川道区。如2021年春季4月降水偏多 $134\%\sim 240\%$,导致当年商南富水、山阳漫川

等浅山区条锈病大面积发生,累计发生面积达 36 333.33 hm²,占播种面积的 67%。由于防控及时有效,对当年产量影响不大。

2.5.2 赤霉病 赤霉病一般出现于 5 月中下旬,冬小麦抽穗到灌浆期,特别是在扬花期,若遇连续 3 d 以上的阴雨天气,病害就会加重。降水持续时间越长,降水量越大、赤霉病发病越重。易发于商南、山阳和商州等县区。如 2002 年 5 月降水量偏多 20%~121%,阴雨日持续 18 d,导致当年商州夜村等地赤霉病暴发,累计面积 50 333.33 hm²,占播种面积的 57%,致使当年小麦产量比常年减产 4%。

2.5.3 穗蚜虫 穗蚜虫一般出现在 4 月下旬至 5 月上旬,喜中温不耐高温,温度 15~25 ℃、空气相对湿度 61%~71% 时易诱发穗蚜虫的蔓延和发展,中温低湿的气象条件易引起冬小麦穗蚜虫大爆发。易发于商州、洛南和柞水等中高山区。如 2011 年 3 月 1 日—4 月 30 日,全市降水量为 26.5~34.0 mm,比历年同期偏少 52.6%~72.9%,5 月平均气温偏低 0.2~1.2 ℃,造成洛南古城等地小麦穗蚜虫大面积发生。累计发生面积 50 666.67 hm²,占播种面积的 68%,导致当年小麦单产为 2 070 kg/hm²,比常年减产 6%。

2.5.4 红蜘蛛 红蜘蛛一般出现在 4 月上中旬,喜温暖干旱,存活适宜气温为 18 ℃ 左右,相对湿度 50% 以下,常发于商州、丹凤和洛南等河滩易旱地段。如 2013 年 4 月干旱,气温偏高,红蜘蛛在丹凤竹林关等地发生,累计发生面积 34 700 hm²,占播种面积的 56%,导致当年产量不高,单产比常年减少 3%。

3 冬小麦优质高产措施

由于地形地貌影响,当前商洛的农业生产主要还是雨养农业,基本上“靠天吃饭”。只有全面了解本地气候规律、气象灾害特征及农业气候特点,科学管理,有效利用当地气候资源,趋利避害,创造冬小麦高产所需的气候条件,方可达到丰产丰收的目的。

3.1 优选品种,科学种植

根据商洛气候特征,要选用抗性强的冬小麦品种,如小偃 15、小偃 22、西农 979 和近几年培育

的适宜商洛种植的优良品种,如商麦 1619 和川麦 30;同时结合间作套种、地膜栽培等模式使小麦生育期提前,有效躲避气象灾害。

3.2 适时播种,保证苗足

选择晴朗天气,适期适墒播种。根据不同县域小气候条件,结合不同品种特性,采用不同播期和播种量,高产播种期高寒山区为 10 月 2 日—10 月 10 日,中温区 10 月 10 日—18 日,低热区 10 月 15 日—25 日。坪地亩播种量 7~9 kg,坡塬地 8~10 kg,冬前基本苗 18 万~25 万茎。遇干旱结合灌溉造墒播种,阴雨时抓住雨中间歇适时播种,结合播种时段合理调整播量。

3.3 人工干预,确保关键期需水

商洛春季雨水总量少,十年九旱,冬小麦拔节到抽穗期需水量大,该时段降水适时充足是高产的重要保障^[10]。当地大多数年份自然降水满足不了冬小麦高产需要,因此要加强灌溉等基础设施和人工影响天气作业能力建设,在冬小麦关键需水期开展灌溉和人工增雨作业,增加农田土壤墒情,满足小麦关键期需水。同时在冬小麦生长后期,根据天气预报及时开展人工消雹,降低冰雹对成熟期小麦危害,确保小麦颗粒归仓。

3.4 加强科管,提质增效

播种时每亩施腐熟农家肥 1 500~2 000 kg 或有机肥 200 kg 以上,在目标产量为 200~300 kg 的中肥力田块加施小麦配方肥或三元素复混肥 40 kg,在目标产量大于 300 kg 的高肥力田块加施小麦配方肥或三元素复混肥 50 kg。起身到拔节期趁墒每亩追施尿素 4~6 kg,冬前和拔节前化学除草,抽穗到扬花期实施冬小麦“一喷三防”技术,达到一次喷药防病、防虫、增粒重的目的^[11]。

3.5 及时收割,确保丰收

山区夏收期间天气瞬息万变,要密切关注夏收期天气预报,“成熟一块,收割一块”,抢抓晴好天气,集中人力联合抢收,在雨天来临前昼夜作战,做到“龙口夺食”。

4 结论

(1)商洛冬小麦高产年的气候条件是:关键生育期,即播种、拔节到抽穗期、乳熟期的降水供应及时、适量,光温水匹配合理,拔节到抽穗期需要

降水量 45~65 mm,全生育期降水量在 250~350 mm。制约商洛冬小麦高产的不利条件主要包括连阴雨、干旱和烂场雨。与气象条件有关的主要病虫害有条锈病、赤霉病、穗蚜虫和红蜘蛛。商洛冬小麦优质高产除了要选育抗旱、早熟、抗病的冬小麦品种外,还要在生育关键期阶段合理施肥,及时防治病虫害,确保冬小麦各关键生育期养分充足、生长健壮。

(2)本研究主要聚焦气候条件对小麦产量的影响,但未考虑土壤类型、地形、人为管理等因素对冬小麦产量形成的影响。在后期研究中将考虑小尺度气候差异,进一步探讨土壤类型、地形坡度、种植技术等综合因素对小麦产量的影响,为小麦科学种植提供更全面的参考。

参考文献:

- [1] 张明捷,王运行,赵桂芳,等. 濮阳冬小麦生育期气候变化及其对小麦产量的影响[J]. 中国农业气象, 2009,30(2):223-229.
- [2] 尹贞铃,许伟峰,田中伟,等. 渭南市冬小麦产量预报模型研究[J]. 陕西气象,2014(5):35-37.
- [3] 李克煌,钟兆站. 豫西地区降水资源对旱地粮食作物产量的影响与对策[J]. 自然资源学报,1997,12(4):24-28.
- [4] 李明立,杨碧波. 商洛市水资源量分析[J]. 陕西水利,2014(1):29-30.
- [5] 胡晓黎,赵小宁,雷蕾,等. 商洛市降水量对冬小麦产量的影响[J]. 现代农业科技,2023(20):156-159.
- [6] 刘常青,丁磊. 平舆县气象因素对 2008 年冬小麦增产原因的分析[J]. 安徽农学通报,2008(22):33-35.
- [7] 张恒志,孙汉朝. 驻马店地区 1981 年小麦丰收有关气候条件的初步分析[J]. 河南农业科学,1982(3):21-22.
- [8] 都前进,许国庆,许庆娥. 主要气象灾害对小麦产量的影响及防御对策[J]. 现代农业新科技,2009(3):44-45.
- [9] 戴彤,王靖,赫迪,等. 1961—2010 年气候变化对西南冬小麦潜在和雨养产量影响的模拟分析[J]. 中国生态农业学报,2016,24(3):293-305.
- [10] 张旭东,孙仕军,闫瀛. 阜新地区主要粮食作物产量与降水量关系分析[J]. 农业科技与装备,2009(6):71-77.
- [11] 彭俊杰. 气候变化对全球粮食产量的影响综述[J]. 世界农业,2017(5):21-26.