

气候变暖对陇东塬区冬小麦成熟期的影响与适宜收获期预报

段金省^{1,2}

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020;

2. 甘肃省西峰农业气象试验站, 甘肃 西峰 745000)

摘要: 通过对陇东塬区近 35 年来的气温资料分析发现, 平均气温随年代呈明显增加趋势, 年平均气温上升幅度为 $0.0528^{\circ}\text{C}/\text{a}$, 且以冬春季增幅最大, 夏秋季增幅较小。气候变暖使陇东塬区冬小麦春季各发育期整体提前, 是冬小麦成熟期提前的主要原因; 春末夏初气温偏高、降水偏少, 高温持续时间长, 加快了冬小麦的生殖生长阶段的发育进程, 使发育期间隔天数缩短, 也是冬小麦的成熟期明显提前的另一原因。同时根据西峰农试站近 10 年来对陇东塬区冬小麦灌浆速度的测定结果, 结合冬小麦拔节抽穗期的天气气候、作物生长发育进程、相似年型分析, 建立了冬小麦成熟期的预报思路和方法, 预测了 2006 年庆阳市冬小麦适宜收获期, 并对庆阳市近 5 年来适宜夏收期间的降水日数进行了分析, 做出了 2006 年庆阳市冬小麦适宜收获期为 6 月 15~25 日的预报结论, 预报结论和冬小麦的实际成熟期相吻合。

关键词: 气候变暖; 陇东塬区; 冬小麦; 成熟期

中图分类号: S512.1⁺¹ **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)01-0158-04

陇东塬区冬小麦从播种到成熟历经 275~285 d 左右。所谓“麦熟一晌, 龙口夺粮”。适时收割打碾, 避免不利天气形势影响, 达到颗粒归仓, 是冬小麦生产过程中最关键的环节。如果收获过早或过晚都会影响产量, 不利于丰产增收, 如果遇到连阴雨或灾害性天气发生, 将对夏收工作造成十分不利的影 响, 因此, 做好冬小麦成熟期预报, 分析确定适宜收获期, 进一步做好夏收期天气预报服务工作, 对夏收工作安全顺利进行可以起到指导作用。

1 资料来源

冬小麦发育期、生长量资料来源于西峰农业气象试验站和环县气象站。资料序列为 1981~2005, 共 25 年。气象资料来源于西峰国家基准气象站, 资

料序列为 1971~2005, 共 35 年。冬小麦灌浆速度测定按照《农业气象观测规范》进行操作, 资料序列为 1995~2005, 共 9 年。

2 结果与分析

2.1 平均气温变化特征

2.1.1 年、月变化 通过对陇东塬区 1971~2005 年的平均气温和年代线形相关分析, 35 年来平均气温随年代递增均呈上升趋势, 年平均气温上升幅度为 $0.0528^{\circ}\text{C}/\text{a}$; 逐月平均气温也呈上升趋势, 增温幅度最大的是 2 月份, 增幅为 $0.1125^{\circ}\text{C}/\text{a}$; 增幅最小的是 8 月和 10 月, 其它各月平均气温增幅为 $0.0405\sim 0.0657^{\circ}\text{C}/\text{a}$ (详见表 1)。

表 1 陇东塬区 1971~2005 年逐月、年平均气温变化

Table 1 The mean temperature of month and year from 1971 to 2005 on Loess Plateau in east of Gansu Province

项目 Item	月份 Month												全年 Whole year
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
增幅 Increase range	0.0610	0.1125	0.0657	0.0591	0.0549	0.0525	0.0405	-0.0008	0.0639	0.0123	0.0542	0.0627	0.0528

2.1.2 年代、季变化 表 2 计算了各年代和 35 年来各月平均气温。从表中可以看出, 从 20 世纪 70 年代开始, 年代间年平均气温持续上升, 上升幅度最

大的是 80 年代到 90 年代, 上升幅度达 $0.8^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。80 年代到 90 年代, 除 10 月份温度比较稳定, 其余各月温度均呈上升趋势; 从 70 年代开始, 各年代间

1 月、2 月、5 月温度持续上升, 表明冬季和春末变暖 比较明显。

表 2 陇东塬区年代、月平均气温(°C)

Table 2 The mean temperature of months of years on Loess Plateau

年代 Age	月份 Month												均值 Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1971~1980	-5.4	-3.2	2.9	9.9	14.4	19.2	20.7	19.9	14.3	9.0	2.1	-3.7	8.4
1981~1990	-4.6	-2.8	2.5	9.7	14.9	18.5	20.8	19.5	14.6	9.0	2.1	-3.0	8.4
1991~2000	-4.4	-1.1	3.6	10.7	15.5	19.4	21.7	20.1	15.6	8.8	2.7	-2.1	9.2
2001~2005	-3.2	0.2	5.3	11.5	16.0	20.9	21.9	19.5	15.5	9.3	3.7	-3.2	9.8
1971~2005	-4.6	-2.0	3.3	10.3	15.1	19.3	21.2	19.8	14.9	9.0	2.5	-3.0	8.8

从温度变化的季节特点分析, 冬季温度持续上升, 其中 20 世纪 70 年代到 80 年代和 80 年代到 90 年代升温较快, 达到 0.6~0.9°C/10a, 70 年代到 2000 年以来的近 35 年, 冬季气温上升了 2.0°C。70 年代到 80 年代, 春季气温比较平稳, 80 年代以来春季气温上升比较快, 其中 80 年代到 90 年代及 90 年代到 2005 年, 气温增幅均达到 0.9~1.0°C。

表 3 不同年代四季平均气温(°C)

Table 3 The mean temperature of four seasons of different years

年代 Age	冬季 Winter	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn
1970s'	-4.1	9.1	19.9	8.5
1980s'	-3.5	9.0	19.6	8.6
1990s'	-2.6	10.0	20.4	9.1
2000~2005	-2.1	10.9	20.8	9.5

夏季温度变化和气候变暖趋势表现出一定程度的不一致, 70 年代到 80 年代呈下降趋势, 下降速度为 0.3°C/10a, 80 年代到 90 年代呈快速上升趋势, 升温幅度达 0.8°C/10a, 90 年代以来夏季气温增幅为 0.4°C/10a。秋季温度 70 年代到 80 年代比较稳定, 80 年代到 90 年代上升 0.5°C/10a, 90 年代以来秋季气温也呈上升趋势。

2.2 历年冬小麦成熟期变化规律

通过对西峰农试站和环县气象站 1981~2005 年冬小麦发育期观测资料分析, 陇东塬区近 25 年的冬小麦平均成熟日期为 6 月 30 日, 近 10 年的平均成熟日期为 6 月 25 日, 近 5 年的平均成熟日期为 6 月 23 日。最早成熟期出现在 2000 年的 6 月 16 日, 最晚成熟期出现在 1993 年 7 月 8 日, 最早与最晚相差 23 d。冬小麦的成熟日期和年代回归分析, 如图 2 所示, 随着年代增加, 冬小麦的成熟期明显提前。20 世纪 80 年代成熟期为 7 月 4 日, 90 年代为 6 月 29 日, 2001 年来为 6 月 25 日, 平均每 10 年提前了 5.6 d。北部半干旱区的环县川区冬小麦成熟期变

化规律和陇东塬区基本一致, 每 10 年提前 5.5 d, 成熟期较陇东塬区提前 1~3 d。

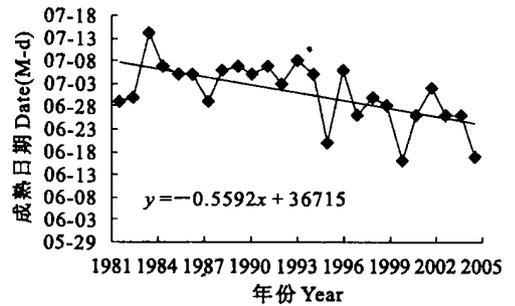


图 1 陇东塬区历年冬小麦成熟期

Fig. 1 The mature date of winter wheat past year on loess plateau

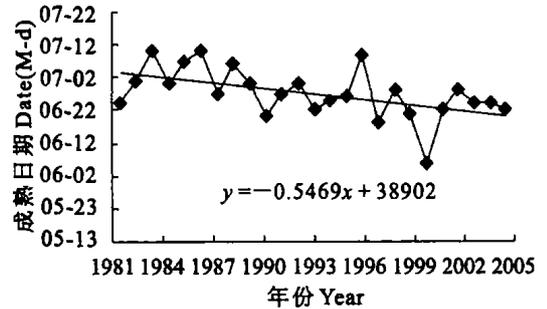


图 2 环县历年冬小麦成熟期

Fig. 2 The mature date of winter wheat past year in Huanxian

2.3 气候变暖使冬小麦的成熟期提前

陇东塬区冬小麦一般在 9 月中下旬播种, 到次年的 6 月中下旬成熟, 全生育期长达 275~285 d, 通过前面分析, 近 35 年来陇东塬区年、季、月平均气温呈升高趋势, 尤其是冬春各月都变暖了, 加快了冬小麦的发育进程, 使冬小麦从起身到成熟之间的各发育期整体提前, 从而导致成熟期也提前。表 4 显示各发育期的提前幅度, 发育期提前幅度最大的是起身期, 每 10 年提前 10.1 d, 而乳熟期提前幅度最小, 每 10 年提前 1.2 d, 其它发育期提前幅度为每 10 年提前 4~6 d。

表 4 陇东塬区历年冬小麦春季各发育期随年代变化

Table 4 The growth period change of winter wheat in spring of past years on Loess Plateau

项目 Item	起身 Rising	拔节 Jointing	孕穗 Pregnant spike	抽穗 Tasseling	开花 Blooming	乳熟 Milk mature	成熟 Mature
变幅 Range	-1.067	-0.401	-0.519	-0.472	-0.52	-0.119	-0.56

另据分析,在冬小麦进入开花灌浆期的 5 月中下旬和乳熟至成熟期的 6 月上中旬的这一时期,陇东塬区气温偏高,降水偏少,特别是高温持续时间长,大气干旱和土壤干旱同时并存,造成高温逼熟现象突出(表略),使开花至乳熟期的天数略有延长,但乳熟至成熟期的间隔日数明显缩短,每 10 年平均缩短 4.4 d,也使成熟期提前的一个重要原因,如图 3 所示。

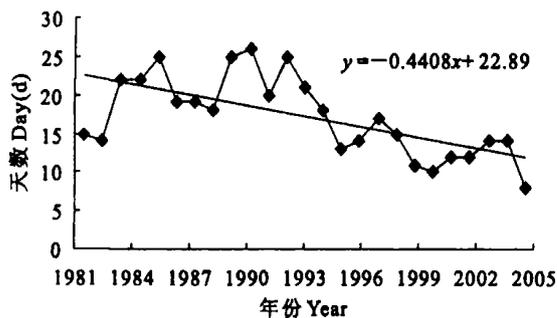


图 3 冬小麦乳熟至成熟间隔天数

Fig. 3 Days from milk mature to mature of winter wheat

2.4 冬小麦适宜收获期预报

西峰农试站对冬小麦在开花以后大约 10 天开始测定灌浆速度,每隔 5 d 测一次,直至成熟。通过对近 10 年的测定结果分析,冬小麦从灌浆到成熟,需要测定 5~7 次,历时 24~32 d,冬小麦灌浆结束,进入成熟收割期。陇东塬区冬小麦灌浆速度测定的平均始日为 5 月 28 日,观测结束日期为 6 月 25 日。根据陇东塬区冬小麦从开花后 10 天至成熟期灌浆,测定次数、历时日数的变化规律建立冬小麦成熟期预报思路,结合拔节抽穗期的天气气候、冬小麦生长特点和发育进程,用相似年型比较法预报冬小麦成熟期日期和适宜收获期。思路清晰,方法简单,所用的资料生物意义明确,预报结果和冬小麦实际成熟期吻合。现以 2006 年冬小麦适宜收获期的预报为例详细说明。

2006 年 5 月 23 日开始测定冬小麦灌浆速度,测定的始日和 2005 年(5 月 21 日)接近;拔节至抽穗期前期的气象条件和 2005 年的相似,早春干旱,5 月中旬全市降春季第一场透雨,且气温偏高,日照充足,冬小麦发育进程基本同步;拔节、抽穗期的叶面积指数 2005 年为 1.9 和 1.5,2006 年为 1.8 和 1.9,观测结果比较接近。2005 年从开花到灌浆结束共

测定了 7 次灌浆速度,历时 27 d,到 6 月 17 日冬小麦进入成熟期。由于 2005 年冬小麦后期长势比 2006 年差,加之 5 月 30 日冰雹危害,6 月上、中旬气温明显偏高,后期出现高温逼熟现象,因此,2005 年冬小麦抽穗期的叶面积指数低于拔节期的叶面积指数,而 2006 年冬小麦后期生长无灾害性天气发生,抽穗期的叶面积指数高于拔节期。

综合分析,2006 年陇东塬区的冬小麦成熟期预测在 6 月 20~25 日,实际成熟日期为 6 月 20 日;环县、华池、庆城川台地和宁县川区成熟期预测在 6 月 17~22 日左右,实际成熟日期为 6 月 18~20 日;正宁、合水塬区、早胜塬、屯志塬、平泉塬预测与陇东塬区接近,实际成熟期在 6 月 23 日左右。整体来说,2006 年庆阳市冬小麦适宜收获期为 6 月 15~25 日,预报日期和实际成熟期接近。

2.5 适宜夏收期的历年降水分析

庆阳市的冬小麦一般从 6 月下旬开始到 7 月上中旬由南向北收割,历时 20 多天收割结束。在夏收和打碾期间,我市各地降水量较多,多阵性天气发生,往往对收割打碾造成不利影响。为了做好夏收期的气象服务工作,避免不利天气的影响,通过对庆阳市近 5 年来 6 月 15~25 日时段降水日数统计分析(表 5),结果显示,在此期间全市各地平均降水日数只有 2~4 d,北部地区最少仅为 2 d,中南部地区平均为 3~4 d,降水日数少,多以晴好天气为主,是冬小麦适宜收割打碾的最佳时期,可有效地避免不利天气形势的影响。随着气候变暖,各地的冬小麦成熟期不同程度提前,收获期也应适当提前。

表 5 庆阳市近 5 年 6 月 15~25 日降水日数统计

Table 5 The precipitation days during 15~25 June in recent five years in Qingyang City

区域 Area	2001	2002	2003	2004	2005
北部 North	1	3	5	2	0
中部 Middle	4	6	5	1	2
南部 South	4	5	5	3	3

2006 年庆阳市各地 6 月 15~25 日降水实况为:6 月 20 日出现小雨,6 月 23 日小雨,6 月 25 日阵雨,共出现 3 次降水日数,其它时间为高温晴好天气,对夏收工作非常有利。

3 结论与建议

1) 陇东塬区处于陇东黄土高原中部,海拔相对较高,过度性气候特征比较明显,近35年来年平均气温增幅为 $0.0528^{\circ}\text{C}/\text{a}$,年平均气温以80年代到90年代升温幅度最大,70年代以来冬季气温持续上升,80年代以来春季气温持续上升,90年代以来夏季和秋季气温增幅较小,月平均气温以1、2、5月增幅最大。气候变暖使陇东塬区的主要农作物——冬小麦的春季主要发育期整体提前,使冬小麦的成熟期明显提前;春末夏初气温偏高,高温持续时间长,出现高温逼熟现象,缩短了乳熟到成熟期之间的天数,也是冬小麦成熟期提前的主要原因。

2) 庆阳市传统的夏收期为6月下旬至7月上中旬,当气候变暖后,使冬小麦的成熟期明显提前,因而传统的夏收时期已经不利于现行气候背景条件下开展冬小麦收获工作,因此根据陇东塬区和环县川区历年冬小麦成熟期日期的变化规律和今年冬小麦灌浆速度进程,与历史相似年份进行比较,建立预报思路和方法,预测庆阳市今年冬小麦成熟日期,实际成熟日期和预测日期相吻合,效果较好。并对历年适宜夏收期间的降水日数分析,结合今年夏收期间的天气预报,适时确定适宜收获期,有效地避开了

6月25日以后阴雨天气较多,对夏收工作造成不利影响,使我市今年夏收工作安全顺利进行,取得了较好的服务效果。

3) 针对历年夏收期多局地性对流性天气和灾害性天气系统发生,对夏收工作的正常开展造成困难,建议各地抓住适宜收获期的晴好天气条件,提早计划安排,采取机械化的收割方式及时收割打碾,达到安全收获、颗粒归仓。

4) 目前庆阳市冬小麦的适宜收获期预报思路和方法,只是建立在探索和经验思维形式上,要具体化和模式化,还需在今后的具体预报工作当中不断检验和完善。

参考文献:

- [1] 郭海英,赵建萍,索安宁,等.陇东黄土高原农业物候对全球气候变化的响应[J].自然资源学报,2006,21(4):608-614.
- [2] 张谋草,赵满来,李锦萍,等.陇东塬区气象要素变化对冬小麦产量影响[J].干旱地区农业研究,2004,22(4):52-235.
- [3] 胡毅,李萍,杨建功,等.应用气象学[M].北京:气象出版社,2005.1-87.
- [4] 雷水铃.全球气候变化对宁夏春小麦生长和产量的影响[J].中国农业气象,2001,22(2):22-36.
- [5] 徐斌,辛小平,唐华俊.气候变化对我国农业地理分布的影响及对策[J].地理科学进展,1999,18(4):89-94.
- [6] 韩永祥,董安详,王卫东.气候变暖对中国西北主要农作物的影响[J].干旱地区农业研究,2005,23(4):179-185.

Effect of climate warming on mature date of winter wheat and forecast of harvest in Eastern Gansu Province

DUAN Jin-sheng^{1,2}

(1. Institute of Arid Meteorology, CMA, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730020, China; 2. Xifeng agro-meteorological experiment station in Gansu Province, Qingyang, Gansu 745000, China)

Abstract: The temperature data in past 35 years for east Gansu Province were analyzed. The result showed that the average temperature had a tendency to obviously increase with years, the increase range of the yearly average temperature was $0.0469^{\circ}\text{C}/\text{a}$, the increase scope was the largest in spring and winter, and relatively small in summer and autumn. Climate warming made winter wheat growth early in spring, which is the main reason that the mature period of winter wheat became early. The high temperature at the beginning of summer and at the end of spring, little precipitation and long duration of high-temperature accelerated the development process of winter wheat and shortened growth days, which is another reason that the mature period of winter wheat became early. According to the measurement data of winter wheat in past 10 years at agri-meteorological experiment station of Xifeng, weather data from jointing to ear period of winter wheat, crop development process and year type analysis, prediction thinking and method of mature period of winter wheat were set up. The suitable reaping date of winter wheat for Qingyang in 2006 was predicted. The number of precipitation days suitable for Qingyang in summer harvest in past 5 years was analyzed. It was predicted that the suitable reaping date of winter wheat for Qingyang in 2006 was 15~25 June. The prediction is identical with really mature period.

Keywords: climate warming; east of Gansu Province; winter wheat; mature period