

濮阳市多时间尺度气温变化及 对粮食生产的影响

贾金明 王运行 王树文 吴建河
李金刚 徐巧真 李汉浸

(河南省濮阳市气象局, 457000)

提 要: 利用线性分析方法, 分析濮阳多时间尺度气温的变化特征及气候趋暖对粮食生产的影响。结果表明: 冬、夏季和年平均气温升、降温趋势分别为 $0.23 \sim 0.46^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $-0.05 \sim -0.11^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.14^{\circ}\text{C}/10\text{a}$; 年高 ($\geq 35^{\circ}\text{C}$)、低 ($\leq -10^{\circ}\text{C}$) 温日数分别以 3.36 天/ 10a 和 2.35 天/ 10a 的趋势减少; 日平均气温稳定通过 0°C 的初日提前 $4.91/10\text{a}$ 、终日推后 1.02 天/ 10a , 日平均气温稳定通过 20°C 的终日延长 2.0 天/ 10a ; 1987 年以来濮阳相继出现 17 个暖冬, 严重暖冬年份皆出现在 1995 年以后。当地引种的小麦品种冬性减弱, 播种期推后, 越冬期缩短, 生育期延长。病虫害有加重趋势, 农药、化肥用量增加。

结论认为: 当地气候变化具有冬趋暖夏趋凉的特征, 高低温危害减少, 积温的有效性增加, 作物生长期与灌浆期延长; 自上世纪 90 年代中期以来, 异常暖冬事件增多, 近 10 年是 50 年以来最暖的 10 年。同时冬季平均气温年际间波幅增大, 春季气温不稳定, 气温变化的不确定性增加。气候变暖对当地粮食生产有利因素较多, 但不利因素也很突出, 如何趋利避害, 确保粮食安全是需要进一步研究的问题。

关键词: 气候倾向率 暖冬 极端气温 界限温度 粮食生产

Multi-timescale Temperature Change in Puyang, Henan Province and Its Effects on Grain Production

Jia Jinming Wang Yunhang Wang Shuwen Wu Jianhe
Li Jingang Xu Qiaozhen Li Hanjin

(Puyang Meteorological Office, Henan Province 457000)

Abstract: The characteristics of multi-timescale temperature change in Puyang, Henan Province and its effects on grain production caused by the warming-up climate are analyzed. The results are as follows. The temperatures in winter and in summer float respectively with the value $0.23-0.46^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ and $-0.05-0.11^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, while the annual average is $0.14^{\circ}\text{C}/10\text{a}$. The annual high temperature (daily maximum temperature as high as or higher than 35°C) / low temperature (daily minimum temperature as low as or lower than -10°C) day decrease at 3.36 days per 10-year and 2.35 days per 10-year. The first day when the average daily temperature keeps above 0°C steadily shifts 4.91 days earlier per 10-year, while the last day shifts 1.02 days later per 10-year. Besides, the last day when the average daily temperature keeps above 20°C steadily shifts 2.0 days later per 10-year. There have been 17 warm winters ever since 1987 in puyang, with the most typical ones happening after 1995. The breed of wheat introduced to Puyang gets weaker in winter nature with postponed sowing date, shorter overwintering period and longer growing period. As a consequence, plant diseases and insect pests tend to be more serious and much agricultural chemical and fertilizer have to be applied. It shows that the local climate is changing with the tendency of warmer winter and cooler summer. Therefore, the damage caused by high or low temperature decreases, the efficiency of accumulated temperature increases and plants obtain a longer growing and milking period. Ever since the mid-1990s, more events of unusual warm winter happen. The last ten-year are the warmest one for the last 50 years. Mean while, the annual change of the average temperature in winter is with larger amplitude, while the temperature in spring tends to be poor in stability. Although there exist more advantages for the local grain production in warmer climate, disadvantages stand out at the same time. It is necessary to study how to ensure grain safety by pursuing gains and avoiding losses.

Key Words: climate tendency warm winter extreme temperature limite temperature grain production

引 言

气候变暖已是一个不争的事实,近百年

来全球和中国的气候正经历一次以变暖为主要特征的显著变化,它对世界和我国的生态系统及社会经济产生了并将持续产生重大影响^[1]。近年来,一些学者曾对全国及全球近

百年气温变化趋势作过深入研究,从宏观角度分析了增温趋势及时空变化特征^[2],还有些学者从理论上分析了气候趋暖对粮食生产的可能影响^[3],有关气候变暖的论著已有很多,其研究角度也各不相同,但结合生产实际,揭示气候趋暖对粮食作物生长发育阶段及主要生产环节影响的文章较少。

濮阳市地处华北平原南部,位于黄河北岸,东与山东省相邻,北与河北省接壤,这里是国家粮食生产基地,当地主要粮食作物是小麦和玉米。本文分析了濮阳多时间尺度气温的变化特征,并结合当地粮食生产过程,研究了气候趋暖对粮食生产的利弊影响。

1 资料来源与方法

选用濮阳 1954—2004 年多时间尺度的气温资料,春、夏、秋、冬季分别为 3—5 月、6—8 月、9—11 月、12 月—次年 2 月。

在计算气温变化倾向率 a 时,采用线性方法,即:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$$

式中, t 为时间, y 为气候要素值, i 为时间序号, n 为样本长度(单位为年),此文中 $n=51$ (年), \bar{t} 与 \bar{y} 表示平均,变化趋势 a 的单位为 $^{\circ}\text{C}/\text{年}$ ^[4]。

分析各时段气温变异情况时,采用变异

系数 30 年滑动平均方法,变异系数计算式为:

$$C_v = \frac{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 / (k - 1)}}{\sum X_i / k} \cdot 100\%$$

式中, C_v 变异系数, X_i 为样本, \bar{X} 为每步长内平均值, k 为滑动步长(取 $k=30$)。

2 结果与分析

2.1 气温变化倾向率分析

分别计算濮阳近 51 年 1—12 月份气温变化倾向率,其结果见表 1 和图 1。

从表 1 和图 1 中可以看出,近 50 年濮阳年内各季节气温变化趋势有所不同,冬、春季气温呈明显上升趋势,平均每 10 年气温升高 $0.23 \sim 0.46^{\circ}\text{C}$,是气候变暖最突出的时段;5—8 月份气温呈略降趋势,平均每 10 年降低 $0.05 \sim 0.11^{\circ}\text{C}$,是气候趋凉时段;秋季各月气温从略升到略降,平均每 10 年升、降趋势为 $-0.03 \sim 0.14^{\circ}\text{C}$,是上述两个气温降、升阶段的过渡期;全年升温月份多于降温月份,且升温月份的升温幅度远大于降温月份的降温幅度。年平均气温呈增温趋势,平均每 10 年增温 0.14°C 。就四季气温而言,冬、春季升温趋势明显,夏季降温趋势明显,秋季气温无明显趋势变化。由此可见,所谓的气候变暖,主要是冬、春季气温升高所致。

表 1 各月气温倾向率 ($^{\circ}\text{C}/10$ 年)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
倾向率	0.36	0.46	0.36	0.23	-0.08	-0.11	-0.05	-0.06	0.06	0.14	-0.03	0.31	0.14

2.2 气温离散度分析

变异系数是衡量一个气象要素时间序列

离散程度的指标,表 2 是 1954 年以来,濮阳春季、夏季、秋季、冬季与全年气温的 30 年滑动变异系数。

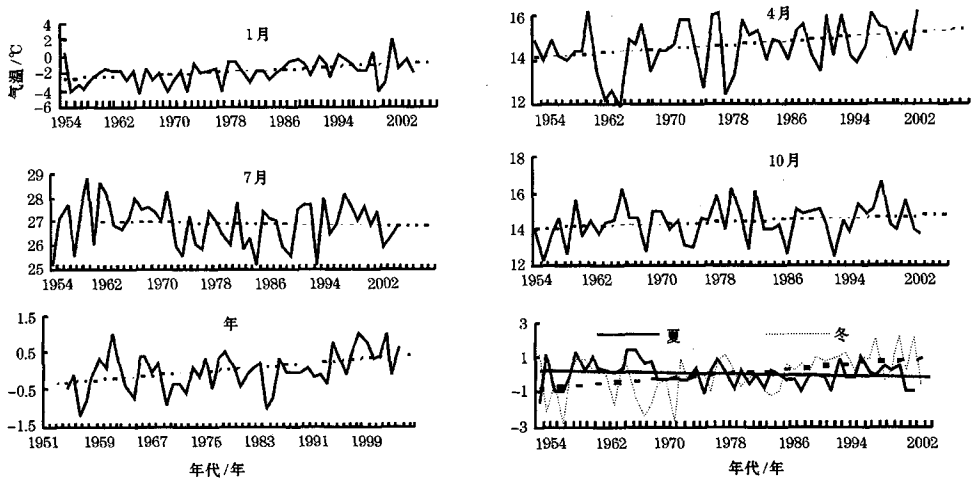


图 1 濮阳各月及季、年气温曲线图

表 2 濮阳气温变异系数/%

年份	春季	夏季	秋季	冬季	全年
1954—1983 年	5.96	2.94	4.06	273	3.54
1955—1984 年	6.00	2.75	3.98	226	3.72
1956—1985 年	6.00	2.67	4.05	232	3.81
1957—1986 年	5.90	2.57	4.05	226	3.50
1958—1987 年	5.77	2.47	4.03	275	3.36
1959—1988 年	5.82	2.49	4.02	284	3.35
1960—1989 年	5.85	2.48	4.18	277	3.32
1961—1990 年	5.87	2.48	4.13	261	3.12
1962—1991 年	5.55	2.38	4.41	284	2.96
1963—1992 年	5.94	2.37	4.46	295	2.92
1964—1993 年	5.69	2.47	4.47	333	2.91
1965—1994 年	5.50	2.54	4.08	466	3.05
1966—1995 年	5.52	2.52	4.08	504	3.02
1967—1996 年	5.51	2.26	4.00	496	2.95
1968—1997 年	5.30	2.14	4.92	808	3.05
1969—1998 年	5.18	2.09	5.00	999	3.36
1970—1999 年	5.00	2.00	5.01	865	3.33
1971—2000 年	4.94	2.04	5.09	789	3.32
1972—2001 年	5.19	2.06	5.14	659	3.32
1973—2002 年	5.40	2.09	5.16	283	3.43
1974—2003 年	5.55	2.14	5.14	298	3.44
1975—2004 年	5.51	2.26	5.16	244	3.47

从表 2 可以看出,各季节气温的变异系数以冬季最大,其次是春季,夏季气温的变异系数最小,这说明濮阳冬季的平均气温年际间波幅大,也说明春季气温多变化,不稳

定。夏季平均气温年际间波幅小,气温较为稳定。就四季和全年平均气温变异系数的变化趋势而言,除夏季的变异系数呈减小趋势外,其余季节的变异系数均呈增加趋势,这说明气温的年际间波动幅度有加大趋势。

2.3 暖冬分析

暖冬在以往的气象学上没有定义,是随着近些年气候变暖而产生的新的气象名词。目前各地对暖冬的划定尚无统一标准,我国气候专家通常把某年某一区域整个冬季平均气温高于气候平均值时,称该年该区域为暖冬^[5]。不同时期的气候值各不相同,划出的暖冬年份也不同,本文采用 1971—2000 年濮阳冬季的气温平均值 -0.1°C 作为划分当地暖冬的气候标准,若某年冬季平均气温高于 -0.1°C 即为暖冬。以此标准划分,1954—2004 年 51 年中共出现 29 个暖冬,其中 1987 年以来相继出现 17 个暖冬年份,是近 51 年来最暖的时期。

2.4 严重冷、暖事件分析

根据 WMO 的规定,月平均气温距平大于或等于两个标准差为异常暖,小于或等

于两个标准差为异常冷。如果要素序列符合正态分布,则异常冷暖事件出现的几率约为 44 年一遇,考虑到出现异常气候的几率较小,中国气候学家将出现几率约为 10 年一遇的距平大于 1.3 个标准差的事件定义为严重气候异常^[6]。以此为标准计算出濮阳近 51 年的严重冷暖冬年份见表 3。

表 3 濮阳近 51 年的严重冷暖年份表 (°C)

严重冷冬		严重暖冬	
年 份	气温距平	年 份	气温距平
1954—1955 年	-2.1*	1994—1995 年	1.3
1956—1957 年	-2.8*	1998—1999 年	2.1*
1963—1964 年	-1.7	2001—2002 年	2.2*
1966—1967 年	-1.4	2003—2004 年	2.2*
1967—1968 年	-2.4*		
1968—1969 年	-1.7		
1971—1972 年	-2.6*		
1984—1985 年	-1.3		

注: * 表示异常年份

由表 3 可知,濮阳近 51 年来共出现过严重的冷冬 8 次,暖冬 4 次(其中异常冷冬 4 次,异常暖冬 3 次)。异常冷冬全出现在 1972 年以前,严重冷冬全出现在 1985 年以前,异常暖冬全出现在 1999 年以后,严重暖冬全出现在 1995 年以后,这充分说明,自 20 世纪 90 年代中期以来,濮阳已进入严重暖冬事件多发期,同时还说明近 10 年是 50 年以来最暖的 10 年。

2.5 高、低温日数分析

由图 2 可知,濮阳的年高温日数和低温日数均呈减少趋势,平均每 10 年分别减少 3.36 天和 2.35 天,另据统计,近 50 年来濮阳年极端最高气温高于 40°C 的年份有 12 年,其中有 10 年出现在 1980 年以前,占 83%,近 25 年仅出现 2 年,只占 17%。极端最低气温低于 -15°C 的年份有 18 年,其中出现在 1980 年以前的年份有 13 年,占

72%,近 25 年仅出现 5 年,只占 28%。

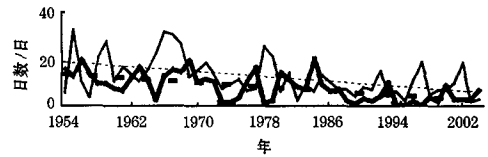


图 2 年高温 (≥35°C, 细实线) 低温 (≤-10°C, 粗实线) 日数曲线图

极端温度日数减少,极端温度中的高温趋低,低温趋高,这说明极端气温变化趋于缓和。

2.6 主要界限温度初终日分析

对图 3 分析可知,日平均气温稳定通过 0°C 的初日呈提前趋势,平均每 10 年提前 4.91 天,日平均气温稳定通过 0°C 的终日呈推后趋势,平均每 10 年推后 1.02 天,二者相加,平均每 10 年日平均气温 ≥0°C 的持续日数增加 5.93 天,这说明农作物生长季明显延长。图 4 显示,日平均气温稳定通过 20°C 的终日呈后延趋势,平均每 10 年延长 2 天,秋作物适宜灌浆时间延长。

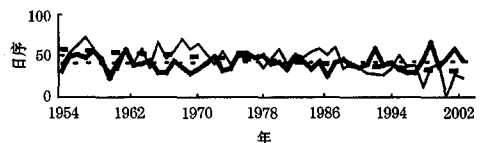


图 3 日平均气温稳定通过 0°C 初 (细实线)、终 (粗实线) 日期曲线图

初日日序: 1 月 1 日记为 1, 1 月 2 日记为 2, ……

终日日序: 11 月 1 日记为 1, 11 月 2 日记为 2, ……

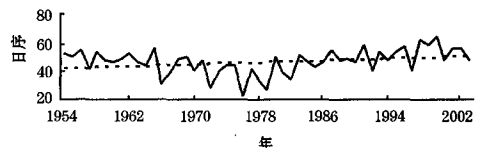


图 4 日平均气温稳定通过 20°C 的终日曲线图
日序 8 月 1 日记为 1, 8 月 2 日记为 2, ……

3 气温变化对粮食生产的影响

3.1 对小麦引种的影响

农作物引种与当地的气温条件密切相关, 1950—1960 年代濮阳种植的小麦品种多为冬性品种, 如中原 5 号、蚰子麦、阿夫、北京 8 号等^[7]。1970—1990 年代当地种植的小麦品种多为半冬性品种, 如小偃 4 号、百农 3217、西安 8 号、濮阳 5 号、宝丰等。1990 年代后期至今, 当地种植的小麦品种多为半冬性和弱春性品种, 如豫麦 34、郑麦 9023、周麦 16、新宝丰等, 当地引种的小麦品种属性其冬性明显减弱, 偏春性化趋势明显, 这种变化趋势也是人们对气候趋暖的响应。

3.2 对小麦播种期的影响

随着气候的变暖, 农作物的生育期也发生了明显变化。关于小麦播种期, 从前在濮阳一带流传着这样的农谚, “白露早, 寒露迟, 秋分种麦正当时。”依此推算, 小麦播种始期为 9 月 23 日前后, 若按小麦播种期适宜温度指标 (适宜播种温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$, 冬前积温 $550^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$) 推算, 现在当地小麦适宜播种的始期为 10 月 3 日, 已后推了 10 天左右。

3.3 小麦越冬期缩短

初冬日平均气温稳定通过 0°C 的初始日期推后, 小麦冬前生长期延长, 有利于培育冬前壮苗。冬末日平均气温稳定通过 0°C 的终止日期提前, 小麦越冬期缩短, 有利小麦安全越冬, 同时麦苗恢复生长早, 幼穗分化时间相对延长, 还有利于成大穗。

3.4 对小麦生育中期的影响

3、4 月份濮阳的小麦进入生育中期,

此期气温偏高, 小麦茎、叶生长快, 田间郁蔽加重, 是小麦病虫害的多发期, 病虫害有加重趋势。

3.5 对小麦生育后期的影响

5 月份濮阳的小麦进入生育后期, 这一阶段的气温呈下降趋势, 高温和干热风危害趋于减少, 可使小麦植株衰变速度减缓, 籽粒灌浆时间延长, 有利提高小麦粒重, 据当地历年小麦千粒重资料分析, 小麦千粒重呈明显逐年上升趋势, 上世纪 80 年代初期小麦平均千粒重为 35 克左右, 近几年已上升到 40 克以上。

3.6 气温变化对秋粮的影响

夏季气温呈降低趋势, 高温日数减少, 极端最高气温趋低, 增加了积温的有效性, 同时减少了高温对秋作物叶片的灼伤危害, 对秋作物生长有利。秋作物子粒成熟期适宜气温下限为 20°C , 秋季日平均气温稳定通过 20°C 的日期明显延后, 秋作物灌浆时间延长, 有利于籽粒增重。

3.7 对作物病虫害的影响

据统计, 我国农业产值因病虫害造成的损失大约为农业总产值的 $20\%\sim 25\%$ 。气候变暖会使农业病虫害的分布区发生变化, 低温往往限制某些病虫害的分布范围, 气温升高后, 这些病虫害的分布区可能扩大, 从而影响农作物生长, 同时还使一些病虫害的生长季节延长, 使害虫的繁殖代数增加, 一年中危害时间延长, 另外, 暖冬背景下病虫害原体越冬存活基数大, 作物受害可能加重。近些年来, 濮阳的农作物病虫害, 如蚜虫、黏虫、红蜘蛛、吸浆虫、蛱蝶、蝼蛄等危害有加重趋势。以前在南方麦区才能见到的小麦赤霉病、锈病、白粉病、纹枯病也不断在濮阳出现, 这预示着气候变暖后, 农业病虫

害的危害区域在扩大。

3.8 气候变暖对肥料、农药使用的影响

气候变暖后,土壤有机质的微生物分解加快,这需要施用更多的肥料以满足作物的需要,同时肥效对环境温度的变化十分敏感,尤其是氮肥,温度增高 1°C ,能被植物直接吸收利用的速效氮释放量将增加约4%,释放期将缩短3.6天。因此,要想保持原有肥效,每次的施肥量将增加4%左右。

气候变暖后,危害农作物的病虫害、草害加重,必然导致农药、除草剂用量增加,这将使农业生产成本增加的同时还会使粮食受农药污染的机会增多,给另一种意义上的粮食安全带来隐患。

4 结 论

(1) 近50年来濮阳的年平均气温变化总趋势是升温,但月平均气温有升有降,升温最明显的月份是12月、1月、2月、3月和4月,而5月、6月、7月和8月的平均气温略有降低趋势。另外夏季 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温日数与冬季 $\leq -10^{\circ}\text{C}$ 的低温日数皆呈减少趋势,气候变化具有冬暖夏凉特征,积温的有效性增加。

(2) 季、年平均气温的波动幅度有增大趋势,气温变化的不确定性增加,异常冷暖

事件增多。

(3) 1987年以来濮阳相继出现17个暖冬,严重暖冬年份皆出现在1994年以后,近10年是濮阳近50年来最暖的10年。

(4) 气候变暖的事实使农业生产中的热量条件更加充足,农作物生长季延长,有利于农作物产量的提高。但农业病虫害加重,农药及化肥用量增加,粮食生产成本上升的同时还使粮食受农药、化肥污染的机会增多。

从分析结果和当地粮食生产现状看,气候变暖后对当地粮食生产有利因素较多,但不利因素也很突出,如何趋利避害,确保粮食安全是需要进一步研究的问题。

参考文献

- 1 秦大河. 气候变化: 科学、影响和对策. 中国气象年鉴 [M]. 北京: 气象出版社, 2004: 119.
- 2 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来的温度变化 [J]. 气象, 1994, 20 (12): 19-25.
- 3 高素华, 潘亚茹, 郭建平. 我国近40年温度变化及其对农业生产的影响 [J]. 气象, 1994, 20 (5): 36-41.
- 4 贾金明, 王运行, 王树文等. 豫东北沙区近50年风沙气候的统计特征. 推进气象科技创新加快气象事业发展 [M]. 北京: 气象出版社, 2004: 454-458.
- 5 张强, 何谓暖冬 [J]. 气象知识, 2005, (1): 63.
- 6 王绍武, 龚道溢, 陈振华等. 近百年来中国的严重气象灾害 [J]. 应用气象学报, 1999, (增刊): 43-53.
- 7 河南省小麦高、稳、优低研究推广协作组. 小麦生态与生产技术 [M]. 河南: 科技出版社, 410-411.