

朔州市近 45 a 气温变化及对农业生产的影响

刘瑞兰, 吴占华, 韩 虹

(山西省朔州市气象局, 山西 朔州 036002)

摘要: 利用 1961~2005 年朔州市 6 个气象观测站的气温资料, 用气候倾向率、滑动平均等方法, 对朔州市近 45 a 气温变化特征作了统计分析。结果表明: 45 a 来, 朔州市的年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温自 20 世纪 70 年代中期以来呈上升趋势, 平均气温以 0.43 /10 a 的速度上升; 平均最低气温升温幅度明显高于平均最高气温; 进入 20 世纪 90 年代后, 这种趋势有所加快, 尤其以冬季升温最为明显。1987 年以来朔州相继出现了 15 个暖冬, 较强的暖冬年份出现在 1995 年以后。气候变暖对农业生产互有利弊。如何趋利避害, 确保当地农业高产优产是需要进一步研究的问题。

关键词: 气候变化; 暖冬; 农业生产

中图分类号: P468.0⁺21

文献标识码: A

引 言

朔州市位于山西省北部, 地处雁门关外, 西、北、南 3 面环山, 中为平地, 属温带半干旱大陆性气候。气候及其变化在很大程度上制约着地区经济的发展。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^[1], 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^[2], 汪青春等人对柴达木盆地近 40 a 气候变化及其对农业的影响作了研究^[3], 姚晓红等人研究了气候变暖对天水玉米生长发育的影响并提了相应对策^[4]。为了进一步了解朔州市的气候变化规律特别是近 15 a 来的气候变化特点, 我们利用朔州市 6 个观测站近 45 a 来的气温、降水资料, 对其作了分析和研究, 对深入了解朔州气候变化规律及成因有十分重要的意义。

1 资料处理和分析方法

选用了朔州市 6 个气象台站 1961~2005 年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温资料, 由于各站建站时间不同, 其中怀仁、应县资料年限为 1972~2005, 根据实测站数计算平均气温。以 12~2 月为冬季、3~5 月为春季、6~8 月为夏季、9~11 月为秋季。以 1971~2000 年气象要素平均值为气

候值, 对不同年代、不同季节的要素特征进行了统计分析, 历年变化趋势采用了 3 阶正交函数拟合, 其拟合系数由最小二乘法求得。

2 气温的气候变化特征

2.1 气温变化特征

从年平均气温曲线图可以看到 (图 1), 自 20 世

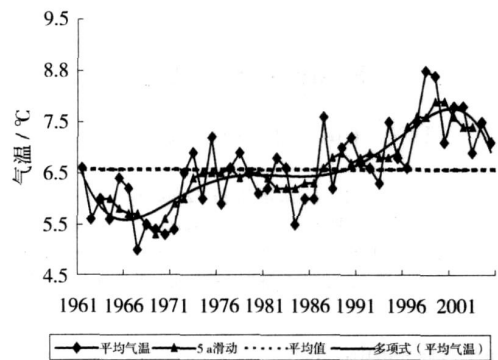


图 1 朔州市 1961~2005 年年平均气温变化曲线

Fig 1 Mean annual air temperature change in Shuozhou during 1961 - 2005

纪 60 年代年平均气温呈逐渐下降趋势, 70 年代初呈现上升趋势。进入 90 年代, 气温上升速度明显加快, 在 1998 年达到最高, 创下了 45 a 来的最高值。

收稿日期: 2007 - 10 - 22; 改回日期: 2007 - 11 - 12

作者简介: 刘瑞兰 (1969 -), 女, 山西省朔州市人, 理学学士, 现从事短期预报工作。

从线性倾向率看,年平均气温以 $0.43\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 的速度上升,冬季为 $0.78\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,春季为 $0.44\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,夏季为 $0.26\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,秋季为 $0.32\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。

表 1 为朔州市 1961~2005 年各年代年平均气温和 4 季平均气温。

从表 1 可见,20 世纪 60 年代气温(与 45 a 平均

表 1 朔州市 1961~2005 年各年代 4 季及年平均气温(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Tab 1 Mean seasonal and annual air temperature in Shuozhou in every decade during 1961 - 2005 (Unit: $^{\circ}\text{C}$)

	春 季	夏 季	秋 季	冬 季	年 均
1961~1970	7.4	19.7	6.1	-10.7	5.8
1971~1980	7.9	20.2	6.6	-9.0	6.5
1981~1990	8.1	20.1	6.6	-9.1	6.5
1991~2000	8.7	20.7	7.1	-7.7	7.2
2001~2005	9.3	21.0	7.2	-8.0	7.4
1961~2005	8.3	20.4	6.8	-8.7	6.7

气温相比,下同)偏冷,70、80 年代接近气候值,90 年代明显偏暖。近 15 a(1991~2005 年,下同)的平均气温较前 30 a(1971~2000 年,下同)平均气温增高 $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,其中春季增高 $1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$,夏季增高 $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,秋季增高 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,冬季增高 $1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。各季的气温变幅冬季最大。由此可知,朔州市 20 世纪 90 年代以来气温迅速升高的原因主要是冬季气温增高较快所致。近 15 a 来不仅冬季平均气温增暖,就是春、夏、秋季的平均气温也呈增暖趋势,导致年平均气温急剧变暖。

春 2 季大于年倾向率分别为 $0.86\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.51\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$;夏、秋 2 季小于年倾向率分别为 $0.36\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、 $0.34\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。

2.2 最低气温变化特征

从朔州市年平均最低气温曲线图(图 2)可见,年平均最低气温整体呈上升趋势,以 20 世纪 80 年代后期为界,可分为冷、暖 2 个阶段,前段为冷期,后段为暖期。60 年代至 80 年代中期,一直处于偏冷阶段,80 年代后期逐渐上升,特别是 1988 年以来急剧增暖,1998 年达最高值。近 15 a 除 1993 年低于常年,其余 14 a 均为偏暖年份。从线性倾向率看,年平均最低气温以 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 速度上升,其中冬、

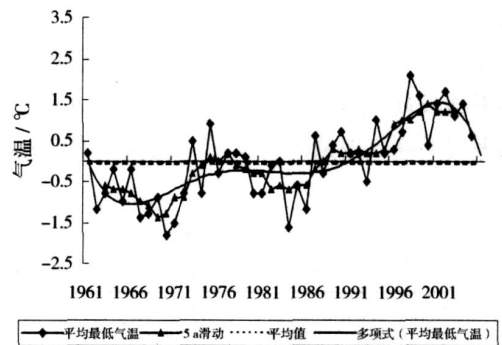


图 2 朔州市 1961~2005 年年平均最低气温曲线

Fig 2 Mean annual minimum air temperature in Shuozhou during 1961 - 2005

统计朔州市 1961~2005 年各年代 4 季平均及年平均最低气温,其结果见表 2。

表 2 朔州市 1961~2005 年各年代 4 季及年平均最低气温(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Tab 2 Mean seasonal and annual minimum air temperature in Shuozhou in every decade during 1961 - 2005 (Unit: $^{\circ}\text{C}$)

	春 季	夏 季	秋 季	冬 季	年 均
1961~1970	-0.1	13.2	-0.1	-17.1	-0.9
1971~1980	0.5	13.7	0.5	-15.2	-0.2
1981~1990	0.5	13.7	0.2	-15.6	-0.3
1991~2000	1.3	14.4	0.8	-14.2	0.6
2001~2005	2.2	14.8	1.5	-13.7	1.2
1961~2005	0.9	14.0	0.6	-15.0	0.2

由表 2 可知,较前 30 a,近 15 a 来年平均最低气温高 1.3,其中春季高 1.3,夏季高 1.0,秋季高 0.8,冬季高 2.0。与年平均气温一样,年平均最低气温升温尤以冬季明显。

2.3 最高气温变化特征

从朔州市 1961~2005 年年平均最高气温变化曲线图上可见(图 3),年平均最高气温也呈上升趋势,20 世纪 60~70 年代平均最高气温为偏低趋势,80 年代接近气候值,近 15 a 呈偏高趋势。除 1992、1993 年略低于常年,其它 13 a 均为偏暖年份,1998 年平均最高气温达到了 1960 年以来最高值,从 4 季变化曲线看,冬季变幅最大。从线性倾向率看,年平均最高气温以 0.36/10 a 速度上升,冬季大于年倾向率为 0.61/10 a,春、秋季小于年倾向率,夏季倾向率最小,为 0.26/10 a。表明平均最高气温夏季增温幅度最小。

经分析朔州市 1961~2005 年各年代 4 季平均及年平均最高气温发现(表 3),20 世纪 90 年代以来年平均最高气温最高为 15.7,80 年代年平均

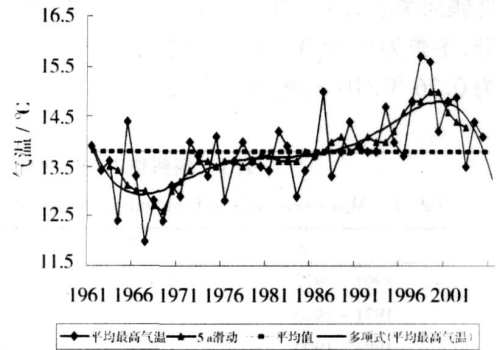


图 3 朔州市 1961~2005 年年平均最高气温曲线

Fig 3 Mean annual maximum air temperature in Shuozhou during 1961 - 2005

最高气温最低为 13.3,最高与最低值差 2.4。近 15 a 年平均最高气温较前 30 a 上升 0.9,其中冬季增高 1.4,春季增高 0.9,夏季增高 0.7,秋季增高 0.6。可见 90 年代以来年平均最高气温迅速升高贡献最大的是冬季。

表 3 朔州市 1961~2005 年各年代 4 季及年平均最高气温(单位:)

Tab 3 Mean seasonal and annual maximum air temperature in Shuozhou in every decade during 1961 - 2005 (Unit:)

时 间	春 季	夏 季	秋 季	冬 季	年 均
1961~1970	15.0	26.3	13.5	-2.9	13.1
1971~1980	15.3	26.5	13.8	-1.4	13.6
1981~1990	15.7	26.6	14.1	-0.9	13.8
1991~2000	16.0	27.2	14.4	0.0	14.4
2001~2005	16.5	27.3	14.3	-1.0	14.3
1961~2005	15.7	26.8	14.1	-1.1	13.9

3 暖冬分析

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 年朔州冬季的气温平均值 -8.6 作为划分当地暖冬的气候标准,若某年冬季平均气温高于 -8.6 即为暖冬。以此标准划分,1961~2005 年 45 a 中共出现过 22 个暖冬,其中 1987 年以来相继出现 15 个暖冬年份,是近 45 a 来较暖的时期。

4 严重冷、暖事件分析

根据 WMO 的规定,月平均气温距平 2 个标准

差为异常暖,2 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 a 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 a 一遇的距平 >1.3 个标准差的事件定义为严重气候异常^[6]。以此标准计算出朔州近 45 a 的严重冷暖冬年份见表 4。

由表 4 可知,朔州近 45 a 来共出现过严重的冷冬 6 次,暖冬 1 次(其中异常冷冬 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,严重暖冬出现在 1995 年以后,这充分说明,自 20 世纪 90 年代中期以来,朔州已进入严重暖冬事件多发期。

表 4 朔州近 45 a 的严重冷暖年份表 (单位:)

Tab 4 Heavy warm and cool year in Shuozhou in the latest 45 years(Unit)

严重冷冬		严重暖冬	
年 份	气温距平	年 份	气温距平
1963 ~ 1974	- 3. 3	1998 ~ 1999	2. 4
1966 ~ 1967	- 3. 5*		
1967 ~ 1968	- 6. 3*		
1970 ~ 1971	- 2. 5		
1971 ~ 1972	- 3. 5*		
1983 ~ 1984	- 2. 3		

注: *表示异常年份

5 气温变化对当地农业生产的影响

5.1 玉米生育期气温的变化

玉米是喜温作物,整个生育过程中要求较高的温度。朔州市 5 月上旬播种,5 月末出苗,7 月初拔节,7 月下旬抽雄、开花,8 月下旬乳熟,9 月下旬成熟。图 4 为朔州玉米区 6~9 月平均气温变化曲线,从图中可以看出,1981~2006 年玉米生长季(6~9 月,下同)平均气温经历了一个由低到高的过程。1998、1999、2005 年生长期平均气温最高达 20.5;1982 年生长期平均气温最低为 18.2。从多年平均来看 20 世纪 90 年代后期至 2002 年生长期平均气温较高;20 世纪 80 年代生长期平均温度较低,整个生长期内增温速率为 0.5 /10 a。在玉米的整个生育期内,拔节到抽雄期平均温度最高,其次是苗期,最低的是成熟期。

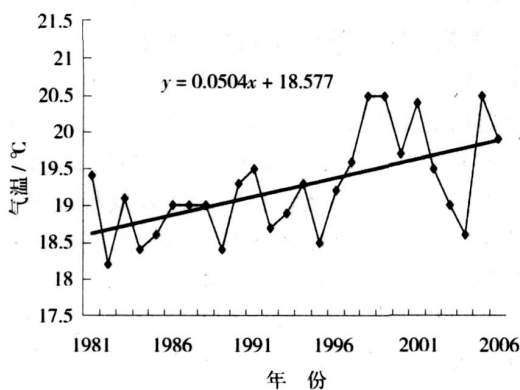


图 4 朔州 1981~2006 年玉米区 6~9 月平均气温变化曲线
Fig 4 Mean air temperature variation from June to September in maize area of Shuozhou during 1981 - 2006

5.2 气温变化对当地玉米产量的影响

分析朔州玉米区 1981~2006 年的单产情况(图 5),玉米单产的年际波动较大,玉米高产年与低产年单产差可达 504 g/m²。产量的历史趋势演变是一致向上的;在较大的空间尺度内,只有气象条件和病虫害的发生消长才能导致作物产量产生明显的年际波动^[7]。而病虫害如玉米螟(玉米发生面积最大的病虫害)令玉米减产最大幅度为 20%,病虫害低发年不对产量造成影响^[8]。因此令玉米大幅度减产的决定因素是气候条件的波动。将玉米产量与 6~9 逐旬平均温度进行相关分析,从玉米产量与气温的相关系数来看(表 5),玉米产量与 9 月上旬平均气温的相关系数通过了 =0.05 显著性检验,与 9 月平均气温的相关系数也通过了 =0.05 的显著性检验。显然 9 月平均气温的高低,特别是 10 的积温是玉米产量形成的决定因子。玉米产量与 6 月中旬、8 月下旬、9 月下旬的相关系数分别为 0.252、0.257 和 0.341,通过了 =0.1 显著性检验。说明一方面朔州初夏(6 月中旬)常出现干旱,气温高,蒸发、蒸腾加大,导致农田水分亏缺加剧;另一方面玉米处于出苗、拔节期,气温偏高发育速度加快,生长量不足导致减产。9 月玉米处于成熟期,气温越高,有利于干物质的积累。而且玉米产量与 6~9 月平均气温也有明显的相关关系,且相关系数通过了 =0.1 的信度检验,可据下式由 6~9 月气温拟合出玉米产量(图 6):

$$Y = - 81.912T^2 + 3244.1T - 31546$$

表 5 朔州玉米区产量与 6~9 月气温的相关系数

Tab 5 The correlative coefficients between maize output and air temperature from June to September in Shuozhou

6月		7月		8月		9月	
中旬	下旬	中旬	下旬	中旬	下旬	中旬	下旬
0.25	-0.12	-0.09	0.10	-0.02	0.16	0.13	0.21
0.21	0.21	0.257	0.341	0.444	0.055	0.341	0.42

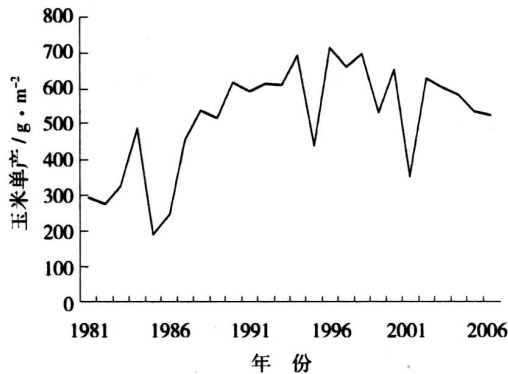


图5 朔州玉米区近26 a玉米单产的年际变化

Fig. 5 The interannual variation of maize output during the latest 26 years in Shuozhou maize area

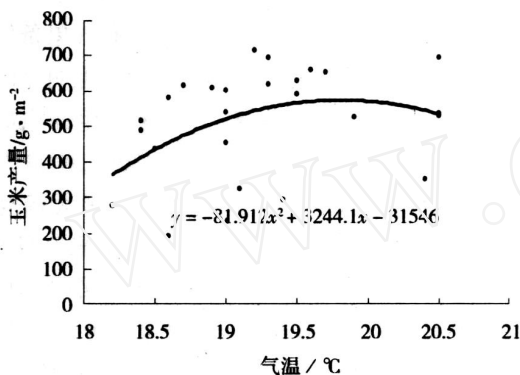


图6 朔州玉米区6~9月的气温拟合玉米产量

Fig. 6 Fitting maize output of mean air temperature from June to September in Shuozhou maize area

5.3 暖冬对农业生产的影响

冬季气候变暖,越冬作物种植区北界向北扩展。朔州地区1991~2006年冬季平均气温比1971~2000年气温平均升高1.8、2.0、1.4。冬季气温升高,负积温减少,越冬农作物受冻害的几率大大减少,便于作物安全过冬,而且为种植区北界北移提供了有利的气候条件;另外,可以促进越冬农作物苗情转化升级;暖冬还有利于冬季农业设施生产,暖冬年份光照比较充分,利于温室、大棚、地膜等保护的蔬菜和花卉等农作物生长发育,使这些作物的供应量充足;同时会使冬季农业生产耗能减少,节约生产成本。

暖冬年由于气温偏高,使得冬小麦越冬期变短,易造成麦田失墒快,出现麦苗旺长现象,越冬小麦会提前返青,由于抗寒能力弱,提前返青的小麦在突来的寒潮中易受冻害;同时,由暖冬带来的气温和降水

量变化,还将进一步影响各种农作物病虫害的发生、分布、生育、存活、迁移、生殖、种类动态,甚至加剧一些灾难性病虫害的大爆发,尤其是对受温度控制的病虫害活动的影响更甚。

5.4 气候变暖喜温作物面积扩大,多熟制向北推进

朔州地区1987~2006年日平均气温 0°C 积温比1961~1986年平均增加110,农耕期的热量资源显著增加。日平均气温 10°C 积温平均增加105,喜温作物生长期资源也显著增加。气候变暖使作物生长期延长,由于春播期也较过去提前,种植制度也在发生变化。作物品种的熟性由早熟向中晚熟发展,单产增加。

5.5 气候变暖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%~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,暖冬背景下病虫害越冬存活基数大,作物受害可能加重。近些年来,朔州市的农作物病虫害的危害有加重趋势,如1998年冬季为严重暖冬,冬季平均气温大部分地区比常年偏高1~2,气温偏高使得病虫害越冬基数大,我市蚜虫、蝗虫等病虫害呈现出发生面积大、范围广、病虫害交替重叠的特点,严重影响了当年的粮食产量。

5.6 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,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3.6d。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。

6 总结

(1) 近45 a来朔州市年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温均呈上升趋势,特别是近15 a增暖幅度更加明显。近15 a年平均较前30 a升高了1.0。年平均最低气温升高了1.3,年平均

最高气温升高了 0.9。各季气温变化趋势与年的变化一致,但各季增温幅度差异较大,对气候变暖贡献最大的是冬季。平均最低气温升温幅度为平均最高气温的 1.4 倍。

(2) 1987 年以来朔州相继出现 15 个暖冬,严重暖冬年份皆出现在 1995 年以后,近 10 a 是朔州近 45 年来最暖的 10 a。

(3) 冬季气候变暖,越冬作物种植区北界向北扩展。喜温作物面积扩大,多熟制向北推进。

(4) 气候变暖的事实使农业生产中热量条件更加充足,农作物生长季延长,有利于农作物产量的提高。但加重了农业病虫害,增加了农药及化肥用量,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。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 汪青春,张国胜,李林,等. 柴达木盆地近 40 a 气候变化及其对农业影响的研究 [J]. 干旱气象, 2004, 22 (4): 32.
- [4] 姚晓红,李侠. 气候变暖对天水市川灌玉米生长发育的影响及对策研究 [J]. 干旱气象, 2006, 24 (3): 30.
- [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] 王馥棠. 农业气象预报概论 [M]. 北京: 农业出版社, 1991.
- [8] 《植物保护手册》编委会. 植物保护手册 [M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1997.

Temperature Variation Characteristic of Shuozhou in Recent 45 Years and Its Effects on Agricultural Production

LIU Ruilan, WU Zhanhua, HAN Hong

(Shuozhou Meteorological Bureau of Shanxi Province, Shuozhou 036002, China)

Abstract: Based on the annual average air temperature data during 1961 - 2005 from six stations in Shuozhou, the air temperature change characteristics were analyzed statistically with methods such as climate inclination rate and sliding average in recent 45 years. The result indicated that during the past 45 years, the annual mean temperature, the annual mean maximum temperature and the annual mean minimum temperature presented an uptrend since the middle of the 1970s, and the annual mean temperature rose with the rate of 0.43 /10 a, in addition, the mean minimum temperature rise overtopped the mean maximum temperature obviously. This uptrend is accelerated to some extent after the 1990s, especially obvious in winter's temperature. There have been 15 warm winters since 1987 in Shuozhou, with the most typical ones occurring after 1995. The plant diseases and insect pests tended to be more serious with climate warming, so it is necessary to study how to ensure high production and quality of the local agriculture.

Key words: climate change; warm winter; agricultural production