

东北地区农作物生长期内温度变化的时空特征*

刘晓英,林而达

(中国农科院农业气象研究所,北京 100081)

摘要:利用温度变化的实际历史资料,并与主要农作物生长期相结合,研究了 50~90 年代东北地区作物生长期内平均温度变化趋势。结果表明,本区各省作物生长期内温度均呈上升趋势,上升幅度随地理纬度减小趋于下降。其中以黑龙江省的克山温度增幅最大,达 1.55~2.09;辽宁省的本溪温度增幅最小,仅为 0.06~0.33。从全区平均来看,春小麦生长期内温度增幅大于春玉米,前者增加 1.35,后者增加 0.93。60 年代和 90 年代是本区作物生长期内温度快速上升的时期。

关键词:温度;作物生长期;东北地区;时空特征

20 世纪 80 年代以来,大量研究结果表明全球年平均地表温度持续上升。大气中 CO₂ 等温室气体含量不断增加,温室效应不断加强,人们对未来气候变化将造成的不良后果十分关心。尽管目前世界各国有许多模式预测未来气候变化情景,但由于气候系统本身的复杂性和人们目前对气候系统内部的相互作用了解还不够,使预测结果具有很大的不确定性^[1~5]。因此,统计分析以往历史资料寻求其变化趋势就显得十分重要。此类研究有助于验证和促进现有模式的改进。

气温是作物生长发育最重要的驱动因子。它不仅直接影响作物的生长发育进程及生长期长短,而且还影响光、水资源的利用效率和作物生产布局。本文主要分析作物生长期内的温度变化趋势,为区域气候变暖对农业生产影响的评估提供基础依据。

我国东北地区包括黑龙江和吉林省全部,辽宁省大部以及内蒙古的呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市和赤峰,共 4 省区、204 个县。耕地面积 1191.5 万 hm²,人均 0.247hm²,仅次于新疆。全区小麦面积 221.5 万 hm²,在全国各春麦区中,面积最大,总产最多,分别占全国的 46.7% 及 49.7%^[6],是重要的粮食产区。因此,研究本地区作物生长期内温度变化趋势,对评价气候变化对本区农业生产的影响及相应对策的制定具有重要现实意义。

1 研究区域气象站分布情况

整个研究区选用了 27 个气象站点,其中黑龙江省 14 个,吉林省 5 个,辽宁省 8 个。纬度在 38°54'N~51°43'N 之间,经度在 120°27'E~131°59'E 之间,见表 1。这些站点基本已包括了东北粮食产地各种气候类型,可以代表整个东北地区的情况。

东北地区全区温度南北跨越寒温、中温两个气候带。10 积温北部通常为 1500 ℃d 左右,南部接近 3000 ℃d。无霜期较短,一般只有 120d 左右,最长地区 150d。主要种植作物包括春小麦、春玉米和大豆。春小麦、大豆生长期为 4~7 月,春玉米生长期为 5~8 月^[7]。本文主要分析春小麦和春玉米生长期内平均温度变化情况。

2 结果分析

2.1 黑龙江省温度变化趋势

图 1 为黑龙江省作物生长期内平均温度变化的时空分布,图中横坐标对应的序号见表 1。图 1a 表明,黑龙江省作物生长期内的温度呈明显上升趋势。从不同作物的变化趋势来看,春小麦比春玉米生长期内温度的升高幅度大。与 50 年代的平均温度相比,春小麦生长期内温度上升 1.01~2.09;春玉米生长期内温度上升 0.6~1.55。

黑龙江省作物生长期内的温度变化经历了两个显著的快速上升阶段。第一个快速上升阶段是 60 年代,此期间春小麦和春玉米生长期内的温度比 50 年代分别增加 0.76 和 0.38。第二个快速上升

* 基金项目:国家重点基础研究发展规划项目(G1999043404)
作者简介:刘晓英(1964-),女,河北定兴人,博士,副研究员,主要从事农业干旱及节水研究。

阶段是 90 年代,两种作物生长期内的温度比 80 年代分别增加 0.56 和 0.55 。70 年代和 80 年代增温都比较缓慢,可见,春小麦生长期内的温度变化具有如下特点:60 年代是温度增加最快的时期,90 年代

次之,而 70 年代增温幅度最小。春玉米生长期内的温度变化过程以 90 年代温度增加最快,60 年代次之,70 年代增温幅度最小。

表 1 各站点按纬度从大到小排序的地理分布

序号	站名	纬度	经度	资料长度	序号	站名	纬度	经度	资料长度
黑龙江省					吉林省				
1	呼玛	51°43'	126°39'	46	1	前郭尔罗斯	45°07'	124°50'	47
2	嫩江	49°10'	125°14'	50	2	长春	43°54'	125°13'	50
3	孙吴	49°26'	127°21'	47	3	四平	43°11'	124°20'	50
4	克山	48°03'	125°53'	49	4	延吉	42°53'	129°28'	47
5	海伦	47°26'	126°58'	47	5	临江	41°48'	126°55'	46
6	齐齐哈尔	47°23'	123°55'	50	辽宁省				
7	富锦	47°14'	131°59'	47	1	彰武	42°25'	122°32'	46
8	安达	46°23'	125°19'	46	2	沈阳	41°44'	123°27'	46
9	通河	45°58'	128°44'	47	3	朝阳	41°33'	120°27'	46
10	哈尔滨	45°45'	126°46'	50	4	本溪	41°19'	123°47'	45
11	鸡西	45°17'	130°57'	49	5	锦州	41°08'	121°07'	50
12	尚志	45°13'	127°58'	47	6	营口	40°40'	122°16'	50
13	牡丹江	44°34'	129°36'	50	7	丹东	40°03'	124°20'	50
14	绥芬河	44°23'	131°09'	47	8	大连	38°54'	121°38'	50

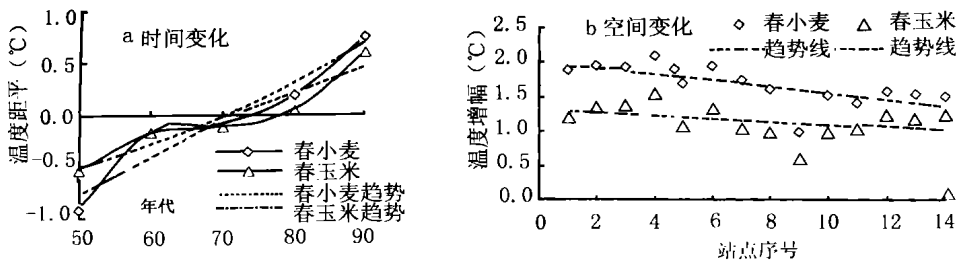


图 1 黑龙江省作物生长期温度变化的时空分布

从温度变化的空间分布(图 1b)来看,以黑龙江北部的克山温度增加幅度最大。与 50 年代的平均水平相比,克山 90 年代春小麦生长期内的平均温度升高 2.09 ,春玉米平均温度升高 1.55 ,成为整个黑龙江省作物生长期温度上升幅度最大的地区。相反,位于黑龙江中部的通河,此 2 项数值分别仅为 1.01 和 0.6 ,成为黑龙江省作物生长期升温幅度最小的地区。

图 1b 还显示,作物生长期温度增加趋势为随地理纬度的减小温度增幅下降。如最北部的呼玛、嫩江、孙吴、克山 4 个站春小麦生长期内的温度增幅依次为 1.87 、1.96 、1.94 和 2.09 ,位于最南部的鸡西、尚志、牡丹江、绥芬河 4 个站的温度增幅依次为 1.43 、1.59 、1.55 和 1.51 ;同样,北部 4 个站春玉米生长期温度增幅依次为 1.20 、1.34 、1.37 和 1.55 ;相应南部 4 个站的温度增

幅依次为 1.05 、1.25 、1.19 和 1.23 。

2.2 吉林省温度变化趋势

图 2a 同样表明,从 50 年代至 90 年代,吉林省作物生长期温度均呈上升态势,而且春小麦生长期内的温度比春玉米生长期内的温度上升幅度大。与 50 年代的平均水平相比,90 年代春小麦生长期温度增加 0.5 ~ 1.36 ;春玉米生长期温度增加 0.46 ~ 0.97 。生长期内的温度同样有两个快速上升阶段。第一个是 60 年代,此期间春小麦和春玉米生长期内的温度比 50 年代分别增加 0.69 和 0.51 。第二个是 90 年代,此 2 项数值比 80 年代分别增加 0.50 和 0.48 。70 年代温度略有下降,80 年代温度增幅很小。因此,无论春小麦还是春玉米,60 年代都是生长期内温度增加最显著的时期,90 年代次之,而 70 年代温度没有增加。

从温度变化的空间分布(图 2b)来看,位于吉林

北部的郭尔罗斯温度上升幅度最大。与 50 年代的平均水平相比,该地区 90 年代春小麦生长期内平均温度增加 1.95 ,春玉米平均温度增加 1.39 。

相反,位于吉林省南部的临江温度上升幅度最小。此 2 项数值分别仅为 0.67 和 0.41 。

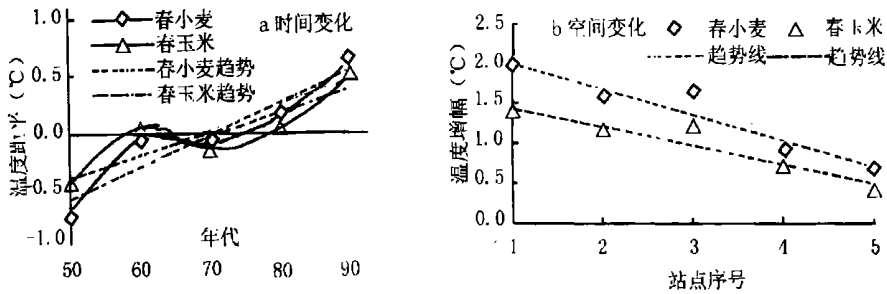


图 2 吉林省作物生长期温度变化的时空分布

从吉林全省来看,温度增加趋势呈现出北部增温高、南部增温低的规律;从北部的郭尔罗斯、长春,到中部的四平、延吉最后到南部的临江,春小麦生长期内的温度依次增加 1.95 、1.59 、1.66 、0.92 和 0.67 ,春玉米生长期内温度依次增加 1.39 、1.15 、1.20 、0.71 和 0.41 ,温度增幅下降的趋势很明显。

2.3 辽宁省温度变化趋势

图 3 清楚地揭示了两个方面的问题。第一,与 50 年代的平均水平相比,90 年代辽宁省作物生长期内的温度均呈上升趋势,且春小麦生长期内的温度比春玉米生长期内的温度上升幅度大。春小麦生长期内温度上升 0.33 ~ 1.39 ;春玉米生长期内温度上升 0.06 ~ 1.19 。

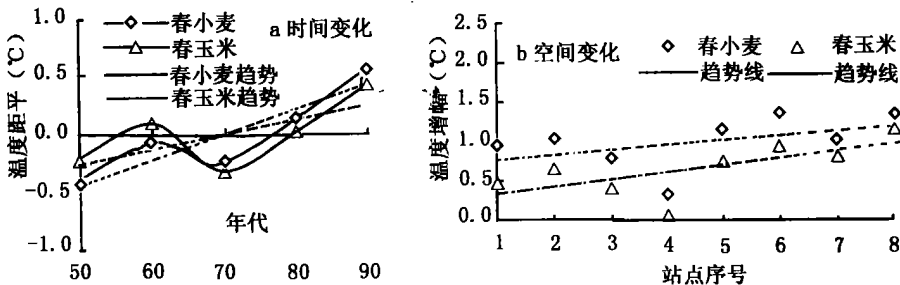


图 3 辽宁省作物生长期温度变化的时空分布

第二,从全省各个站点的空间分布来看,与 50 年代的平均水平相比,90 年代辽宁省各地的温度均呈上升趋势,其中以辽宁南部的大连和营口温度升幅最大,达到 1.19 ~ 1.39 和 0.95 ~ 1.39 ;相比之下,位于中北部的本溪温度上升幅度最小,只有 0.06 ~ 0.33 。从辽宁全省范围看,温度上升程度随地理纬度递减而降低,这与东北地区其它两个省份的空间分布趋势完全相反。

、- 0.43 、0.36 和 0.41 。

将 3 个省的情况综合分析,温度增加趋势存在很明显的地域分布规律,即增幅存在以下顺序:黑龙江 > 吉林 > 辽宁。黑龙江和吉林省主要在 60 和 90 两个年代中温度增加迅速,而辽宁省在 60、80、90 3 个年代内温度比较均匀的增加。

图 3a 表明,从 50 年代到 90 年代,除 70 年代温度出现下降外,60、80 和 90 年代作物生长期内的温度均呈上升趋势,而且增加速度类似,但均以 90 年代的增加速度最快。在春小麦生长期内,50 ~ 90 年代的温度依次增加 0.37 、- 0.17 、0.40 和 0.42 ;在春玉米生长期内,这些时期温度依次增加 0.33

2.4 整个东北地区温度变化趋势

图 4 是整个东北地区作物生长期温度变化的平均情况。不难看出,从 50 年代到 90 年代,全区作物生长期内的温度呈上升趋势。与 50 年代相比,春小麦和春玉米生长期内的温度在 90 年代依次增加 1.35 和 0.93 ,其中春小麦在 60、70、80、90 年代温度依次增加 0.61 、- 0.06 、0.30 和 0.50 ,说明在 60 年代温度上升幅度最大,90 年代次之,70 年

代略有下降;春玉米在4个年代温度依次增加0.41、-0.19、0.24和0.48,表明90年代春

玉米生长期温度增加幅度最大,60年代次之,70年代温度下降。

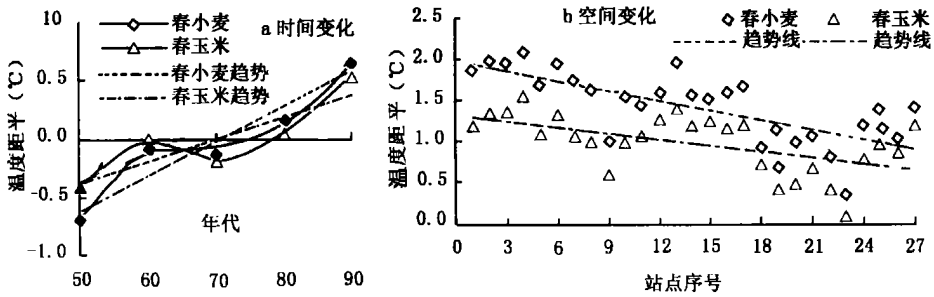


图4 整个东北地区温度变化的时空分布

将3个省所有站点按纬度递减顺序重新排序,绘出整个东北地区作物生长期温度变化的空间分布,见图4b。总体趋势表明,随地理纬度减小,作物生长期温度上升幅度随之下降。

年代次之,70年代温度下降。

3 讨论与结论

作物生长期温度的升高固然有其正面影响,如较暖的温度使生长季节延长,从而使某些地区的粮食产量增加^[8]。但其负面影响也不容忽视。在我国北方,温度上升增加了水分蒸发,有可能加速气候干暖化过程。另外温度上升使病虫害生存和发育的温度条件变优,这不仅使农作物病虫害的发生界限、越冬北界北移,而且使农作物害虫繁殖代数增加^[9]。温度上升对农业究竟将产生怎样的潜在影响,仍需要进行大量的研究工作。

黑龙江、吉林、辽宁3个省份均为春小麦生长期内的温度增幅大于春玉米。黑龙江省春小麦生长期温度增加1.01~2.09,全省平均1.68,春玉米为0.60~1.55,全省平均1.16;吉林省春小麦生长期温度增加0.67~1.95,全省平均1.36,春玉米为0.41~1.39,全省平均0.97;辽宁省春小麦生长期温度增加0.33~1.39,全省平均1.01,春玉米为0.06~1.19,全省平均0.67。从全区平均来看,春小麦生长期温度增加1.35,春玉米增加0.93。以往大量的观测事实表明,我国气候变暖的季节主要在冬季^[8]。由于春小麦生长期始于4月,比春玉米生长始期(5月)早,这可能是春小麦生长期平均温度增幅大于春玉米的主要原因。

参考文献:

作物生长期温度增幅。随地理纬度减小下降。温度增加趋势为黑龙江>吉林>辽宁,其中以黑龙江省的克山温度增加幅度最大,与50年代相比,90年代作物生长期平均温度升高1.55~2.09;以辽宁省的本溪温度增加幅度最小为0.06~0.33。

黑龙江和吉林省主要在60年代和90年代温度增加迅速,而辽宁省在60、80、90年代内温度比较均匀的增加。从全区平均情况来看,春小麦生长期60年代温度增加最显著,90年代次之,70年代略有下降;春玉米生长期90年代温度增加最显著,60

- [1] 施雅风. 气候变化对西北华北水资源的影响[M]. 济南:科学技术出版社,1995.
- [2] 张厚耀. 气候变暖对我国农业气候资源利用的影响[A]. 气候变化对农业影响及其对策[C]. 北京:北京大学出版社,1993.
- [3] 金之庆. 全球气候变化对中国粮食生产影响的模拟研究[D]. 南京:南京农业大学,1996.
- [4] 章基嘉,徐祥德,等. 气候变化对中国农业生产光温条件的影响[J], 中国农业气象,1993,(2):11~16.
- [5] 丁一汇. 气候变化的研究进展及其对策[A]. 环境和气候变化对中国的挑战[C]. 北京:气象出版社,1993.
- [6] 中国农业科学院《中国农作物种植区划论文集》编写组. 中国农作物种植区划论文集[C]. 北京:科学出版社,1987.
- [7] 陈玉民,郭国双. 中国主要农作物需水量等值线图研究[M]. 北京:中国农业科技出版社,1993.
- [8] 信乃诠. 气候变化对我国农业的影响与基本对策[A]. 气候变化对农业影响及其对策[C]. 北京:北京大学出版社,1993.
- [9] 叶彩玲,霍治国. 气候变暖对我国主要农作物病虫害发生趋势的影响[J]. 中国农业信息快讯,2001,(4).

生物冰核与灾害防御的研究进展*

冯玉香,何维勋

(中国农业科学院农业气象研究所,北京 100081)

摘要:综述了生物冰核方面的研究进展,特别是有关灾害防御的内容。引起霜敏感植物体内的水在 -2 ~ -5 结冰而诱发霜冻,除去生物冰核是这类植物防霜的一条途径。生物冰核能显著提高昆虫的过冷却点,可能成为冬季使用的促冻杀虫剂。生物冰核促进细胞间冰晶形成而降低冰点,可能提高越冬植物的耐结冰能力。

关键词:生物冰核;防霜;害虫控制;耐结冰

自从发现冰核细菌以后,许多国家先后进行生物冰核的研究。我国从 1986 年开始,在国家自然科学基金资助下,由中国农科院植保所、农业气象所和中国气象科学研究院合作,开展这方面研究。本文侧重灾害防御方面的一些应用基础研究,作一简要综述。

1 生物冰核的种类

冰核是水结成冰的必要条件。通常把冰核分为同质核和异质核。体积 10 μ l 的纯水滴需冷却到 -38.1 才能产生同质核。农业植物体内的水是溶液,产生同质核一般在 -41 以下。当过冷却的水

中加入某种异源物质后,冰晶簇与异源物质结合,加快了其聚合的速率,在 -38.1 以上形成冰核诱发结冰,形成异质核。无机矿物中碘化银起冰核作用的温度较高,在 -8 左右,广泛用于人工增雨作业;高岭土为 -9;泥土颗粒为 -15。有机化合物中亮氨酸、异氨酸等的结晶态在 -5 就有冰核作用,但在自然界里极少以结晶态存在。

1972 年气象学家发现腐烂的叶片放出的冰核有很高的活性^[1],核化温度在 -1 ~ -2。后来鉴定这些冰核是细菌产生的^[2],它们广泛存在于植物体表。我国各种植物上能产生冰核的细菌有 3 个属 20

*基金项目:国家自然科学基金项目:除冰核减轻霜害应用基础研究(3927046)

作者简介:冯玉香(1938-),女,河北山海关人,大学本科,研究员,主要从事农业气象灾害防御的研究。

Temporal and Spatial Distribution of Temperature During Crowing Season of Crops in Northeast China

LIU Xiao-ying, LIN Er-da

(Institute of Agro-meteorology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the data of average temperature during the growing season of main crops in the last five decades (1950 - 1990) in 27 meteorological stations in northeast China, the temporal and spatial changes of the temperature were studied. The Results showed that the temperature during the growing season of crops was an increased trend in all of three provinces. The increasing range of temperature declined as the latitude decreased. The maximum temperature increase was as high as 1.55 ~ 2.09 in Keshan, Heilongjiang province, while the minimum temperature increase was with 0.06 ~ 0.33 in Benxi, Liaoning province. By the regional average, the temperature during the growing period of spring wheat increased by 1.35 and higher than the temperature increase with 0.93 during the growing period of spring maize. There were two rapid temperature increased periods during the growing season of crops in the 60's and 90's of the last century. Results of the study have great implications in evaluating the effects of drying and warming tendency on agricultural production and in taking measures to combat its disadvantage effects.

Key words: Temperature; Crop growing season; Northeast region; Temporal and spatial pattern