

姜晓艳,张菁,高杰,等. 沈阳地区农作物生长季热量资源变化特征[J]. 气象与环境学报,2011,27(2):19-24.

JIANG Xiao-yan, ZHANG Jing, GAO Jie, et al. Characteristics of heat resources during crop growth season in Shenyang region, Liaoning province[J]. Journal of Meteorology and Environment, 2011, 27(2): 19-24.

沈阳地区农作物生长季热量资源变化特征

姜晓艳¹ 张菁¹ 高杰² 陈鹏狮³ 臧俏冰⁴ 姜森¹

(1. 沈阳市气象局, 辽宁 沈阳 110168; 2. 沈阳区域气候中心, 辽宁 沈阳 110015;
3. 辽宁省气象局, 辽宁 沈阳 110001; 4. 东北财经大学, 辽宁 大连 116023)

摘要:利用1958—2009年沈阳地区7个气象站逐日平均气温资料,采用常规统计方法分析了农作物生长季界限温度的热量资源变化趋势。以此为当地在气候变暖的环境下,调整农业种植结构,探讨因升温所带来的利弊关系,促进农业经济稳步发展。结果表明:沈阳地区农作物生长季各界限温度普遍存在始日提前、终日推后,持续时间延长,积温明显增多的变化趋势。 $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续日数趋势延长11 d,活动积温趋势增加 $340\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$; $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续日数趋势延长13 d,积温趋势增加 $359\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$; $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续日数趋势延长12 d,积温趋势增加 $305\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$; $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续日数趋势延长8 d,积温趋势增加 $326\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。初(终)日的地域分布特点为城市早(晚)于乡村、南部早(晚)于北部;不同界限温度下的积温变化特征为城市多于乡村、南部多于北部。

关键词:沈阳地区;热量资源;界限温度;持续日数;积温

中图分类号:S162.4⁺2 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-503X(2011)02-0019-06

引言

作物生长季及各发育阶段的生长状况,在很大程度上取决于周围环境的热量状况。作物的生长发育不仅需要一定的温度条件下进行,而且只有当热量累积到一定程度,才能完成其全生育期过程并获得产量。热量条件在很大程度上决定了当地的自然景观、栽培的作物种类、耕作制度以及各种农事活动,它是农业生产中有决定性意义的最重要的环境因子之一^[1]。近百年来,全球气候呈现变暖趋势,并得到了世界各国的广泛关注。国内外学者对热量资源变化进行了很多研究。IPCC第四次气候评估报告指出,预计21世纪末全球平均地表温度平均增温可能范围为 $1.1\text{--}6.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[2]。Peterson等^[3]研究了全球农村气温变化趋势。中国刘允芬^[4]分析了现代气候变化对中国热量资源的影响。屈振江^[5]、郑有飞等^[6]就农作物热量资源对气候变化的响应提出了应对措施。李菲^[7]分析了东北地区近58 a来东北地区夏季气温的变化趋势和突变特征。尹洪涛等^[8]在分析辽西热量资源基础上,利用GIS和数字模拟技术对热量资源条件进行栅格化。刘闯^[9]对本溪地区年和春、秋季及冬季平均气温均呈明显的增温趋势进行了探讨。很多研究对不同作物的气候资源变化进行了分析并为合理选择种植品种提供科学依据^[10-13]。纪瑞鹏等^[14]研究了农业气候资源综合评

价方法。

沈阳位于辽宁中部,地势平坦,平均海拔为50 m左右,山地丘陵集中在东北、东南部,属辽东丘陵的延伸部分。西部为辽河、浑河冲积平原,地势由东向西缓缓倾斜。2009年农作物播种面积为 $700\text{ }350\text{ hm}^2$,形成了以水田、旱田和特色农业、设施农业等灌溉为主的种植业结构。

沈阳地区气温呈南高于北、城市高于乡村、平地高于山区的地域分布特点,地域间年平均气温最多相差 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温南北相差 $300\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 左右。1958—2009年,年际间年平均气温变化为 $7\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$,存在明显的气候年际和地域上的差异,因此分析沈阳地区气候变化状况下热量资源变化特征,对充分利用热量资源、搭配适宜的作物和品种,争取农业的高产和稳产,提高热量资源利用率均具有重要意义。

1 资料与方法

1.1 资料来源

气象资料来源于1958—2009年沈阳市气象台、辽中、新民、法库、康平、苏家屯和沈北共7个气象台站的地面气象观测数据。

1.2 农业界限温度初终日和积温计算方法

依据《应用气候学》原理^[15],统计了各气象站农作物生长期 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 各界限温度的初、终日、持续日数及其对应的活动积温。初、终日期采用

收稿日期:2010-11-16;修订日期:2011-01-14。

基金项目:沈阳市科学技术局科研项目“沈阳市设施农业灾害性天气预报与预评估服务系统开发”(沈科发[2010]15号)资助。

作者简介:姜晓艳,女,1960年生,高级工程师,主要从事应用气象和气候资源等业务和科研工作,E-mail:syjxy@163.com。

5 d 滑动平均法求得。活动积温(简称积温)表达式:

$$A = \sum_{i=1}^n T_i (T_i \geq B; \text{当 } T_i < B \text{ 时, } T_i = 0),$$

式中, A 为活动积温; B 为某一界限温度; n 为某时段内日数; T_i 为日平均气温。

1.3 趋势分析

应用一元线性函数 $y = ax + b$ 来拟合数据序列 $T(t)$, $t = 1, 2, 3, \dots, n$, 按最小二乘法求出常数项 b 和趋势项 a 。趋势值 a 的符号表示气候变量的趋势倾向, a 值的大小反应了上升或下降的速率。 $a > 0$ 表示 y 随时间呈上升趋势; 反之, $a < 0$ 表示下降趋势。趋势

表1 沈阳地区各站 ≥ 0 °C 起止日期和持续日数及积温特征值

特征值	东陵	辽中	新民	法库	康平	苏家屯	沈北	平均
年平均	3月17日	3月17日	3月17日	3月22日	3月22日	3月15日	3月18日	3月18日
初日	最早	2月27日	2月26日	2月26日	3月3日	3月2日	2月26日	3月4日
	最晚	4月1日	4月5日	4月5日	4月10日	4月10日	4月1日	4月9日
年平均	11月12日	11月12日	11月10日	11月7日	11月8日	11月11日	11月10日	11月10日
终日	最晚	11月26日	11月26日	11月26日	11月21日	11月21日	11月23日	11月23日
	最早	10月29日	10月25日	10月22日	10月22日	10月21日	10月22日	10月25日
年平均	241	241	239	231	232	243	239	238
日数/d	最长	265	263	262	252	252	264	262
	最短	216	220	209	208	208	209	216

2008年 ≥ 0 °C 初日出现最早, 东陵区、苏家屯区、新民市和辽中县在2月26—27日气温就稳定通过了 0 °C, 最晚为1962年康平、法库 ≥ 0 °C 初日出现在4月10日。沈阳地区稳定通过 0 °C 初日虽然年际波动较大, 但总体而言出现日期趋于越来越早。在年代际变化上, 20世纪50—60、70年代出现日期分别为3月23日和24日, 80年代为3月18日, 90年代为3月21日。至21世纪初期(2001—2009年) ≥ 0 °C 的初日已提早到3月14日, 与20世纪70年代相比提早了10 d。经线性趋势分析:

$$y = -0.2142x + 40263 \quad (1)$$

序列相关系数为0.4110 ($r_{\geq 0.05} = 0.2732$), 达显著标准, 气候倾向率为2.142 d/10 a, 即大于等于 0 °C 初日出现日期趋势偏早约11 d。

沈阳地区 ≥ 0 °C 的终止日期平均在11月10日, 此时土壤开始冻结, 越冬作物停止生长, 田间耕作停止。1982年 ≥ 0 °C 终日, 新民、法库、康平出现最早在10月21—22日。1971年 ≥ 0 °C 终日, 东陵、辽中、新民出现最晚在11月26日(表1)。在年代际变化上, 20世纪50—60、80年代及21世纪初期 ≥ 0 °C 的终日出现日期为11月8—9日, 70年代和90年代出现稍晚为11月12日, 年代平均值变化幅度较小。线性趋势分析 ≥ 0 °C 终日推后趋势并不明显(序列

项乘以10, 则称为气候倾向率(d/10 a 或 °C/10 a)。

2 结果分析

2.1 冷凉作物生长期(气温 ≥ 0 °C) 持续日数及热量资源变化

2.1.1 气温稳定通过 0 °C 起止日期

通常以日平均气温稳定通过 0 °C 初日至终日之间的持续日数作为农业生产耕作期, 同时也是冷凉作物生长的初始、结束的温度指标^[14-16]。沈阳地区 ≥ 0 °C 初日平均出现在3月18日, 其地域分布规律为由南向北逐渐推迟, 城市早于乡村(表1)。其中

相关系数0.0263)。

2.1.2 气温稳定通过 0 °C 持续日数

沈阳地区 ≥ 0 °C 持续日数平均为238 d。其持续日数最长的年份为1975年, 东陵达到262 d; 最短为1982年法库、康平持续日数仅有208 d(表1)。在年代际变化上, 20世纪50—60年代 ≥ 0 °C 的持续日数为234 d, 70—80年代为236 d, 90年代为238 d。21世纪初期间隔日数最长为243 d, 与最短的20世纪50—60年代相比延长9 d。经线性趋势:

$$y = 0.196x + 231.96 \quad (2)$$

序列相关系数为0.3030 ($r_{\geq 0.05} = 0.2732$), 达显著标准, 气候倾向率为1.96 d/10 a。即 ≥ 0 °C 持续日数趋势延长11 d。

2.1.3 ≥ 0 °C 积温

积温是温度的积累, 代表某一时段总热量^[16]。沈阳地区 ≥ 0 °C 积温平均为3825 °C·d。最多出现在2004年, 东陵、苏家屯和新民均超过了4200 °C; 最少出现在1976年, 全区均少于3500 °C。分析其年代际变化, 20世纪50—60年代 ≥ 0 °C 积温为3780 °C, 70年代为3697 °C, 80年代为3819 °C, 90年代为3904 °C, 到了21世纪初期已增至4044 °C。 ≥ 0 °C 积温21世纪初期比20世纪70年代平均增加了347 °C。1958—2009年 ≥ 0 °C 积温总体上呈现起伏

式递增趋势(图1),经线性趋势分析:

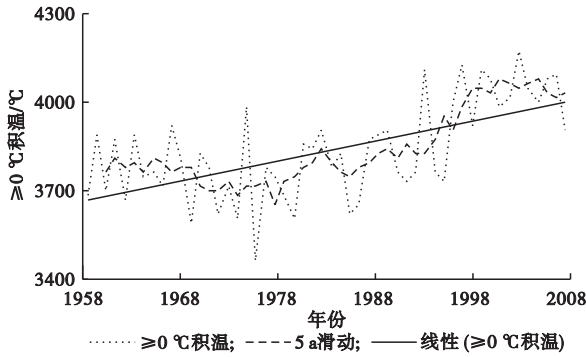


图1 沈阳地区历年 ≥ 0 °C积温趋势变化

$$y = 6.5337x + 3666.5 \quad (3)$$

序列相关系数为0.6011($r_{\geq 0.05} = 0.2732$),达显著标准,气候倾向率为 65.337 °C·d/10a,其趋势增温为 340 °C·d。

2.2 喜凉作物生长期(气温 ≥ 5 °C)持续日期及热量资源

日平均气温稳定通过 5 °C初日,是中晚熟品种水稻等播种育苗的界限指标,此时大地回春,草木开始萌动。秋季气温稳定通过 5 °C终止时,农作物及大多数果树停止生长,所以日平均气温 ≥ 5 °C以上持续期为喜凉作物生长期^[16]。

2.2.1 气温稳定通过 5 °C起止日期

沈阳地区 5 °C的初日平均在4月4日。最早出现在2003年3月20—21日;最晚出现在2006年4月18日。年代际变化上,20世纪50—70年代出现日期为4月7日,80年代已提早至4月2日,90年代为4月4日。至21世纪初期大于等于 5 °C的初日已提早到4月1日,与20世纪70年代相比提早了6 d。

稳定通过 5 °C的终止日期平均为10月25日,最早为1962年10月15日;最晚为1994年11月11日。其总体趋势趋于偏晚。在年代际变化上,20世纪60年代以前和90年代, ≥ 5 °C的终日为10月26—27日,70年代较早为10月23日,80年代10月24日。21世纪初期出现最晚为10月29日,比20世纪70年代推后6 d。

2.2.2 气温稳定通过 5 °C持续日数

日平均气温稳定通过 5 °C初日提前、终日推后,使其持续日数明显增加。沈阳地区 ≥ 5 °C平均持续日数为205 d。1959年最长,东陵、辽中、新民和法库均在226 d或以上;1980年最短为188 d。在年代际变化上,20世纪50—60年代为203 d,70年代较短为200 d,80年代为206 d,90年代为207 d。21世纪初期最长达213 d,与20世纪70年代相比延长13 d。

2.2.3 ≥ 5 °C积温及变化

沈阳地区 ≥ 5 °C积温平均为 3717 °C·d。1994年最多,全区均超过 4000 °C·d。1976年最少,全区均少于 3500 °C·d。在年代际变化上,20世纪50—60年代为 3640 °C·d,70年代热量条件较差为 3568 °C·d,80年代为 3700 °C·d,90年代接近 3800 °C·d。至21世纪初期已增至 3927 °C·d,与热量条件最差的20世纪70年代相比增多 359 °C·d。

2.3 喜温作物生长期(气温 ≥ 10 °C)持续日期及热量资源变化

日平均气温 ≥ 10 °C时,大多数喜温作物如水稻、玉米、大豆、高粱和花生等开始发芽生长,作物生长速度开始加快。 ≥ 10 °C是绝大多数乔木树种发芽和枯萎界限温度,即 10 °C气温持续期间正是各类作物光合作用制造干物质较为有利的时期,故该时期称为喜温作物生长期^[16-17]。

2.3.1 气温稳定通过 10 °C起止日期

沈阳地区日平均气温在4月20日前后稳定上升到 10 °C以上,正值“谷雨”节气,为大田作物播种盛期,林果处于活跃生长时期。 ≥ 10 °C初日平均日期为4月21日;1998年出现最早在4月4日就稳定通过了 10 °C。1972年最晚,东陵、新民、法库、康平到5月17日才稳定通过 10 °C,其年际间波动较大。分析各年代际变化,20世纪50年代 ≥ 10 °C初日出生在4月23日,60年代为4月20日,70年代较晚为4月24日,90年代较早为4月17日。21世纪初期 ≥ 10 °C初日出生日期为4月22日,比20世纪90年代晚5 d。总之,与 ≥ 0 °C和 ≥ 5 °C初日趋势变化不同,气候倾向率趋近于零,序列相关系数为 -0.1331 ($r_{\geq 0.05} = 0.2732$)不显著, ≥ 10 °C初日趋势基本无变化。

稳定通过 10 °C终日平均出现日期为10月10日前后,正值“寒露”节气,为水稻收割期。1993年出现最早,大部分地区在9月27—29日气温就已低于 10 °C。1988年出现最晚,东陵、新民和辽中出现在10月25日,法库、康平和沈北在10月22日。分析年代际变化,20世纪50年代为10月10日;60—70年代、90年代较早为10月8日;80年代为10月11日。21世纪初期出现的最晚,为10月16日,与90年代相比推后8 d。经线性趋势分析:

$$y = 0.1194x + 6.8 \quad (4)$$

序列相关系数为0.3361($r_{\geq 0.05} = 0.2732$),达到显著标准,稳定通过 10 °C终日气候倾向率为 1.194 d/10 a,58 a趋势推后7 a。

2.3.2 气温稳定通过 10 °C持续日数

沈阳地区 ≥ 10 °C气温平均持续日数为174 d。

1998年最长,全地区持续日数为197—204 d 不等;1972年最短,法库、康平、新民只有145 d。从

表2 沈阳地区各站 $\geq 10^\circ\text{C}$ 起止日期和持续日数及积温特征值

特征值	东陵	辽中	新民	法库	康平	苏家屯	沈北	平均	
年平均	4月20日	4月19日	4月20日	4月23日	4月22日	4月18日	4月21日	4月21日	
初日	最早	4月4日	4月4日	4月4日	4月4日	4月4日	4月4日	-	
	最晚	5月17日	5月9日	5月17日	5月17日	5月17日	5月11日	5月10日	-
年平均	10月11日	10月11日	10月11日	10月8日	10月10日	10月12日	10月9日	10月10日	
终日	最晚	10月25日	10月25日	10月25日	10月22日	10月22日	10月27日	10月22日	-
	最早	10月2日	9月29日	9月29日	9月28日	9月29日	9月27日	9月28日	-
年平均	175	176	174	169	172	178	173	174	
持续日数/d	最长	203	202	202	197	197	204	197	-
	最短	146	158	145	145	145	152	155	-

年代际变化来看(图2),20世纪50年代和70年代持

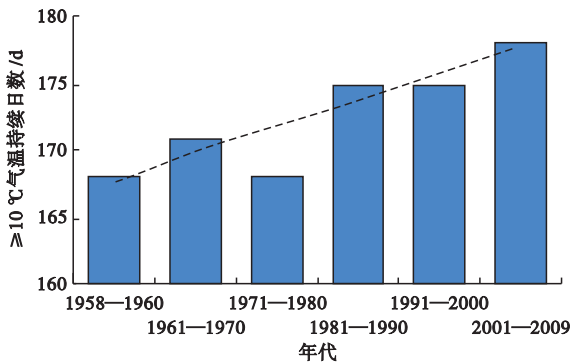


图2 沈阳地区各年代气温 $\geq 10^\circ\text{C}$ 持续日数平均值

续日数最短,平均为168 d,60年代为171 d,80年代和90年代为175 d。至21世纪初期, $\geq 10^\circ\text{C}$ 气温的持续日数增长至178 d,与20世纪70年代相比,共增长了10 d。经线性趋势分析:

$$y = 0.2057x + 167.48 \quad (5)$$

序列相关系数为0.3306 ($r_{\geq 0.05} = 0.2732$) 达到显著标准,气候倾向率为2.057 d/10 a, $\geq 10^\circ\text{C}$ 持续日数趋势延长12 d。

2.3.3 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温

沈阳地区 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温平均为3431 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ 。1998年热量条件最好,东陵、苏家屯区超过4000 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$;1972年热量条件最差,除辽中县以外,其他地区积温不足3000 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ 。 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温年际变化较大。分析各年代际变化,20世纪50—60年代分别为3348 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ 和3388 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$;70年代最少为3328 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$,80年代 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温为3425 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$,90年代为3505 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ 。21世纪初期为3598 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$,与20世纪70年代相比,增多270 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ 。经线性趋势分析:

$$y = 5.8698x + 3275.3 \quad (6)$$

序列相关系数为0.4473 ($r_{\geq 0.05} = 0.2732$),达到显著标准,气候倾向率为58.697 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}/10\text{ a}$ 。即 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积

温趋势增温为305 $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ (图3)。

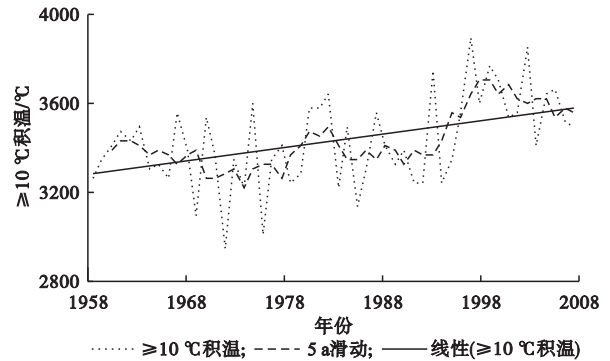


图3 沈阳地区 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温历年趋势变化

2.4 作物旺盛生长期(气温 $\geq 20^\circ\text{C}$)持续日期及热量资源变化

日平均气温稳定通过 20°C 的初日是各种作物和林果旺盛生长期,是光合作用最适宜的时段,也是作物和林果形成产量的关键时期。秋季 $\geq 20^\circ\text{C}$ 的终止日期是晚稻安全齐穗的下限温度。 $\geq 20^\circ\text{C}$ 气温持续期间,喜温作物很少受到低温的危害,该期可称为喜温作物安全生长期也是水稻有效分蘖和旺盛生长期^[16-17]。

2.4.1 气温稳定通过 20°C 起止日期

沈阳地区 $\geq 20^\circ\text{C}$ 的初日平均出现在6月12日前后,2001年东陵、苏家屯出现最早在5月11日,2006年康平、法库出现最晚在7月25日,其年际变化非常明显。分析其年代际变化,20世纪50—60年代 $\geq 20^\circ\text{C}$ 初日出现日期为6月14日,70年代和80年代为6月13日,90年代为6月8日。21世纪初期为6月9日。比20世纪50—60年代提前了5 d。

稳定通过 20°C 终日平均出现日期为8月31日。1965年康平、法库县出现最早在8月5日;1983年东陵、新民、辽中出现最晚为9月19—20日。在年代际变化上,20世纪50、60年代和80年代变化相

对稳定,平均为8月31日;70年代较早为8月25日;90年代较晚为9月3日。21世纪初期 $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的终日为9月2日,与20世纪70年代相比推后8 d。

2.4.2 气温稳定通过 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续日数

沈阳地区 $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 气温持续日数平均为81 d。2001年最长为127 d,出现在东陵和苏家屯区;1966年最短为38 d,出现在康平。从年代际变化可知,20世纪50、60年代和80年代平均为78—80 d,70年代较短为74 d,90年代较长为88 d。21世纪初期 $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 气温的持续日数为86 d,与持续日数最短的70年代相比,增长了12 d。

2.4.3 $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温

沈阳地区 $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温平均为1910.6 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。2000年最多,东陵和苏家屯区超过3000 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$;2006年最少,康平、法库只有916—925 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,其年际变化较大(图4)。从各月分布来看,沈阳地区7月平均气温

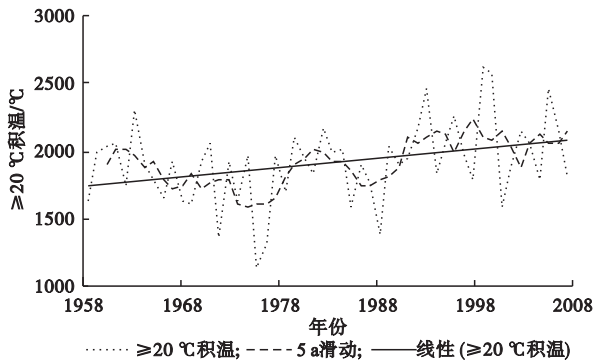


图4 沈阳地区历年 $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温趋势变化

均在 $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或以上,可满足喜温作物需求,而6月和8月大于等于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温的多少,对喜温作物生育和产量影响较大。分析各年代际变化,20世纪50—60年代、80年代 $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温介于1850—1890 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 之间,70年代较少为1710 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,90年代为2100 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。21世纪初期 $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温为2046 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,与20世纪70年代相比,增多336 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。经线性趋势分析:

$$y = 6.2606x + 1744.7 \quad (7)$$

序列相关系数为0.3176 ($r_{\geq 0.05} = 0.2732$),达到显著标准,气候倾向率为62.606 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}/10\text{ a}$, $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温趋势增温为326 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。

3 结论与讨论

(1)沈阳地区农作物各界限温度稳定初日提前,终日推后明显,延长了各界限温度持续日数,增加了活动积温,说明沈阳地区热量资源增加。这对沈阳地区水田、旱地、特色农业和设施农业等众多农业项目发展都十分有利。 $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续日数趋势延长11 d,积温趋势增加340 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$; $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续日数趋势延长13 d,积温趋势增加359 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$; $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续日数趋势

延长12 d,积温趋势增加305 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$; $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 持续日数趋势延长8 d,积温趋势增加326 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。初(终)日的地域分布特点为城市早(晚)于乡村、南部早(晚)于北部;不同界限温度下的积温变化特征为城市多于乡村、南部多于北部。

(2)气温升高,积温显著增多,使作物生长季明显延长,为大农业生产提供了比过去更好的热量条件,可促进植物生长发育加快,减少霜冻的危害,对调整农作物品种结构、改变耕作制度、发展设施农业,提高土地利用效率,增加单位面积上的生物产量和经济产量十分有利。但是,气候变暖有利于病虫害越冬、繁殖,造成越冬虫源基数增加,加重病虫害对农业生产的危害程度,同时热量增加将导致土壤潜在蒸散增大,使农业生产环境恶化,旱地农业受到威胁。

(3)气候变暖使得热量资源增加,对农业生产是有利的,但也存在不利的气候因素。在调整农业产业结构、改革耕作措施的同时,充分认识气候变暖所带来的气象灾害和威胁以及气候变暖所带来的利弊关系,增强防灾自觉性和主动性。增加对自然灾害的研究、监测、预报、预防的投入。在充分利用增加的热量资源的同时,要树立抗灾、减灾意识。

参考文献

- [1] 刘子凡,黄洁. 作物栽培学总论[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007.
- [2] IPCC. 政府间气候变化专门委员会第四次评估报告第一、第二和第三工作组的报告[R]. IPCC,瑞士,日内瓦,2007:104.
- [3] Peterson T C, Gallo K P, Lawrimore J, et al. Global rural temperature trends[J]. Geophysical Research Letters, 1999, 26(3): 329–332.
- [4] 刘允芬. 现代气候变化对中国热量资源的影响[J]. 自然资源学报, 1993, 8(2): 166–174.
- [5] 屈振江. 陕西农作物生育期热量资源对气候变化的相应研究[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(1): 75–79.
- [6] 侯球峰,季海滨,杨林燕,等. 温州市农业气候资源分析[J]. 中国农业气象, 2009, 30(增2): 260–263.
- [7] 李菲,李辑,管兆勇. 我国东北夏季气温年代际变化特征及与太平洋海温异常关系的研究[J]. 气象与环境学报, 2010, 26(3): 19–26.
- [8] 尹洪涛,刘新安,刘寿东,等. 辽西热量资源分析与栅格化[J]. 资源科学, 2006, 28(1): 169–173.
- [9] 刘闯. 1958—2009年本溪地区气候变化特征[J]. 气象与环境学报, 2010, 26(5): 57–60.
- [10] 贾建英,郭建平. 东北地区近46年玉米气候资源变化研究[J]. 中国农业气象, 2009, 30(3): 302–307.
- [11] 南瑞,高永刚,闫平,等. 黑龙江省水稻主栽品种热量

- 指标鉴定与应用[J]. 黑龙江气象, 2005(4): 18-20.
- [12] 刘景利, 杨扬, 史奎桥, 等. 1985—2005年锦州地区大豆物候期变化及气候响应[J]. 气象与环境学报, 2007, 23(4): 29-32.
- [13] 李荣平, 周广胜, 刘景利, 等. 基于水热因子的玉米物候模拟[J]. 气象与环境学报, 2009, 25(3): 19-23.
- [14] 纪瑞鹏, 陈鹏狮, 冯锐, 等. 农业气候资源综合评价方法研究[J]. 自然资源学报, 2010, 25(1): 242-246.
- [15] 高绍凤, 陈万隆, 朱超群, 等. 应用气候学[M]. 北京: 气象出版社, 2004: 40-46.
- [16] 冯秀藻, 陶炳炎, 编. 农业气象学原理[M]. 北京: 气象出版社, 1991: 72-127.
- [17] 云南大学生物系, 编. 植物生态学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1980.

Characteristics of heat resources during crop growth season in Shenyang region, Liaoning province

JIANG Xiao-yan¹ ZHANG Jing¹ GAO Jie² CHEN Peng-shi³ ZANG Qiao-bing⁴ JIANG Miao¹
 (1. Shenyang Meteorological Bureau, Shenyang 110168, China; 2. Shenyang Regional Climate Center, Shenyang 110016, China; 3. Liaoning Provincial Meteorological Bureau, Shenyang 110001, China; 4. Northeast University of Finance and Economics, Dalian 116023, China)

Abstract: Based on daily mean air temperature data from 7 weather stations in Shenyang from 1958 to 2009, the heat resources characteristics for the different critical temperatures during crop growth season were analyzed by the conventionally statistical method. Under the global warming background, the analytical results were favorable to regulate the agricultural planting structure, master the disadvantageous and advantageous relations caused by warming and promote the local development of agricultural economy. The results indicate that the beginning day and ending day of various critical temperatures during crop growth season is ahead and delays, respectively. The duration is prolonged and accumulated temperature increases obviously. The lasting days of $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ accumulated temperature extend 11 days, 13 days, 12 days and 8 days, and their active accumulated temperature increase $340\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$, $359\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$, $305\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ and $326\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ respectively. The beginning days of various critical temperatures are earlier in city or in the south than in county or in the north, while the ending days are later in city or in the south than in county or in the north. Accumulated temperature changes of different critical temperatures are larger in city or in the south than in county or in the north.

Key words: Shenyang region; Heat resources; Critical temperature; Lasting days; Accumulated temperature