

气候变化对县域棉花物候期影响 ——以陕西大荔为例

彭维英¹, 殷淑燕¹, 鲍小娟¹, 李美荣², 王海燕^{1,3}

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 陕西省经济作物气象服务台, 陕西 西安 710014;

3. 西安交通大学附属中学, 陕西 西安 710048)

摘要: 利用陕西主要棉区大荔县 1960—2009 年气温、降水、日照等气候资料和陕西经济作物气象服务台 2001—2009 年棉花物候期观测资料, 运用线性趋势、Mann-Kendall 趋势检验等方法分析大荔县气候变化和棉花物候变化趋势, 并分析了气候变化对棉花物候期产生的影响。结果表明: 近 50 年来陕西大荔平均气温以 $0.16^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率呈显著上升, 年平均降水量略呈减少趋势, 日照时数呈增加趋势, 年最低气温和最高气温变化趋势不同步, 年最高气温呈下降趋势, 而年最低气温略呈上升趋势。气候变化趋势有利于大荔县开展棉花种植。气温和日照时数是影响棉花物候期的主要气候因子, 近 10 年气候向暖干化、日照时数增加的方向发展, 使得棉花物候期从出苗期到收获期均有所提前, 但各发育期提前程度不同, 出苗期和收获期提前最为显著, 同时生长期延长, 利于提高棉花品质。

关键词: 棉花; 物候期; 生长期; 气候变化; 陕西大荔

中图分类号: S162.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)02-0154-08

物候是气候变化最直接的指示物, 在确定植物响应区域气候和气候变化方面, 物候变化被认为是最敏感的重要感应器^[1]。近百年来, 全球平均气温升高了 0.74°C (1906—2005 年)^[2], 气候变暖, 全球物候发生了不同程度的改变。Menzal^[3] 研究表明欧洲多种植物春季物候期提前, 秋季物候期推迟, 植物生长季节延长。郑景云等^[4] 认为我国东北、华北及长江下游等地区的物候期提前, 西南东部、长江中游等地区的物候期推迟, 同时物候期随纬度变化的幅度减小。张福春^[5] 认为气温变化是影响我国木本植物物候的主要因子。高祺等^[6] 研究表明河北省草本植物物候总体提前。棉花是一年生或多年生草本植物, 是我国最重要的经济作物之一, 在国民经济中占有重要地位。王鹤龄等^[7] 研究表明西北地区极端低温的升高使棉花播种期明显提前, 棉花停止生长期延迟。棉花生产、植棉新方法的引进和采用、种植方式的改进与天气和气候的变化密切相关^[8-9]。前人的研究主要集中在大区域气候变化对全球气候变暖的响应研究, 而气候变化对县域棉花物候影响的研究较少, 本文拟选用关中棉区最大的植棉县——陕西省大荔县为例, 分析气候变化特征及其对棉花生育期的影响, 研究结果对于棉花生产如何趋利避害、提高产量与品质有重要意义。同时对充分合理

高效利用本区气候资源, 提高县域棉花生产对气候变化的适应性, 引进新品种、新技术, 预防棉花病虫害, 提高农民收入, 促进农村经济可持续发展也有重要意义。

1 资料与方法

1960—2009 年陕西大荔县气候数据来源于陕西省气象局, 包括气温、降水、日照、年极端低温和年极端高温等 5 个气候因子, 棉花物候观测资料源自陕西省经济作物气象服务台。2001—2009 年大荔县的棉花品种变化不大, 以中棉所 41 号和中植棉 2 号为主, 均为转基因抗虫棉。棉花物候资料经专业人员累年记录, 包括出苗期、第一真叶、第三真叶、第五真叶、第一节位、第二节位、现蕾期、花铃期、打顶、裂铃期、吐絮初期、吐絮期、收获期。记录数据较为完整, 作为一手观测资料, 对进行气候变化及其影响的定量分析研究有重要的意义。

分析方法: (1) 利用计算的气候要素时间序列, 运用最小二乘法原理建立时间(t)与气候要素(y)之间线性拟合: $y(t) = a_0 + a_1 t$, $10 \times a_1$ 为变化倾向率, a_1 的符号反映上升或下降的变化趋势。(2) 通过相关系数对回归模型进行显著性检验, 并结合 Mann-Kendall 法对各气候要素进行趋势分

收稿日期: 2011-10-17

基金项目: 国家社会科学基金重点项目(11AZS009); 国家自然科学基金重点项目(41030637); 中央高校基本科研业务费专项基金项目(CK201002015)

作者简介: 彭维英(1984—), 女, 重庆涪陵人, 硕士研究生, 研究方向为土地资源开发与环境演变。E-mail: pwy1798@stu.snnu.edu.cn。

通讯作者: 殷淑燕, 副教授, 博士, 研究方向为环境变迁。E-mail: yinshy@snnu.edu.cn。

析^[10-12]。(3) 采用 Julian 日换算方法^[4,13]对棉花生育期进行换算,并在 SPSS17.0 软件中对棉花各生育期与气候要素进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 气候总体变化趋势分析

为了揭示近 50 年来气候变化规律,分别建立了气温、降水、日照、年极端低温、年极端高温与时间的

一元线性回归模型,运用相关系数进行显著性检验。表 1 可知,年平均气温以 0.16℃/10a 的速率呈显著上升,降水量呈下降的趋势,但不显著,日照略呈上升趋势,年极高气温呈下降趋势,年极低气温略呈上升趋势。运用 Mann-Kendall 法检验各气候要素的趋势变化(图 1)。当 UF > 1.96 或 UF < -1.96 时,表明序列的趋势变化通过 0.05 显著性水平检验。

表 1 气温、降水、日照、年极端低温和年极端高温的线性回归模型
Table 1 Linear regression of temperature, precipitation, sunlight, extremely low and high temperatures

气候要素 Meteorological element	线性回归方程 Linear regression	倾向率 Tendency rate	相关系数 Correlation coefficient
年平均气温 Annual mean temperature	$y = 0.0164t + 13.101$	0.16℃/10a	0.485**
年平均降水 Average annual precipitation	$y = -2.1822t + 562.38$	-21.82mm/10a	0.237
年平均日照 Average annual sunlight	$y = 0.3457t + 2315.5$	3.46h/10a	0.024
年极高气温 Annual extremely high temperature	$y = -0.0171t + 39.29$	-0.17℃/10a	0.166
年极低气温 Annual extremely low temperature	$y = 0.012t - 11.839$	0.12℃/10a	0.082

注: ** 表示通过 r=0.01 极显著性检验。
Note: ** means correlation is significant at the 0.01 level.

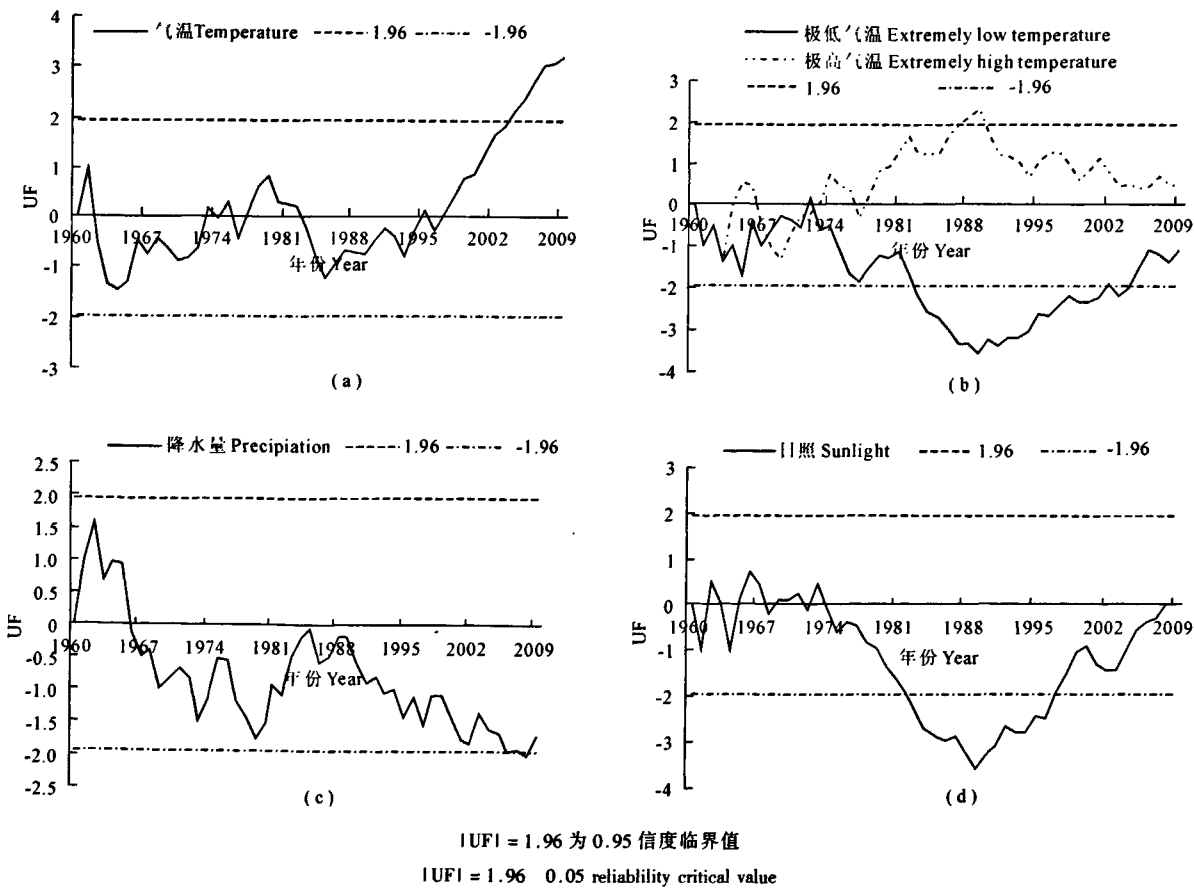


图 1 1960—2009 年陕西大荔各气候要素趋势检验

Fig.1 Trend test analysis of various meteorological elements in Dali of Shaanxi from 1960—2009

1960—1996 年气温(图 1a)年际波动比较大,1997 年至今气温波动较小,持续小幅升温,并在

2004—2009 年 6 年间达到 0.05 显著性水平。气温统计量在 1997—2009 年均为正值,这说明平均气温处

在历史上较高的时期。1960—1989 年极低气温(图 1b)呈波动上升,1990 至今波动下降,年际变化较大,其中 1978—2009 年极低气温统计量均为正值,处于历史上较高的时期,在 1988、1989 年达到 0.05 显著性水平。1960—1989 年极高气温呈波动下降的趋势,1990 至今波动中上升,年际变化较大,其中除了 1972 年为正值外,极高气温统计量均为负值,处于历史上偏低的时期,在 1983—2004 年 22 年间达到 0.05 显著性水平。据以上分析知,极低气温和极高气温变化趋势不同步。1960—1965 年降水量(图 1 c)以正值为主,先上升后波动下降,1966—2009 年降水量呈波动中下降后上升又下降的单峰曲线,以负值为主,说明降水量处于历史偏少的时期,2008 年达到 0.05 显著性水平。1960—1974 年日照(图 1 d)年际波动比较大,1974—1989 年呈下降趋势,1990—2009 年呈波动上升趋势,并在 1983—1996 年

14 年间达到 0.05 显著性水平。

综上所述,近 50 年来大荔气温整体呈显著上升趋势,平均降水量略呈减少趋势,日照时数呈增加趋势,年极高温呈下降趋势,而年极低气温略呈上升趋势。尤其是近 10 年气候变化趋向暖干化、日照时数增多的趋势发展。

2.2 2001—2009 年陕西大荔棉花物候变化

根据棉花物候资料(表 2),选择出苗期、现蕾期、花铃期、裂铃期、吐絮期、收获期等重要的棉花生育关键期进行分析。近 10 年来平均从 4 月 11 日棉花出苗;6 月 4 日棉花现蕾;7 月 3 日进入花铃期;8 月 25 日棉桃开始裂铃;9 月 1 日吐絮;9 月 20 日采摘。棉花各生育期最晚与最早日期之间差异较大,出苗期最早与最晚日期相差 13 d,现蕾期 33 d,花铃期 19 d,裂铃期 25 d,吐絮期 29 d,收获期 72 d,收获期日期差异最大,其次是现蕾期。

表 2 2001—2009 年陕西大荔棉花物候期(月 - 日)

Table 2 Cotton phenophase in Dali of Shaanxi from 2001—2009(M - d)

生育期 Growth period	出苗期 Seeding period	现蕾期 Squaring period	花铃期 Flowering and boll-setting period	裂铃期 Cracked boll period	吐絮期 Boll opening period	收获期 Harvest period
平均日期 Average date	04 - 11	06 - 04	07 - 03	08 - 25	09 - 01	09 - 20
最早日期 Earliest date	04 - 06	05 - 15	06 - 26	08 - 16	08 - 16	08 - 26
最晚日期 Latest date	04 - 19	06 - 17	07 - 15	09 - 10	09 - 14	11 - 06

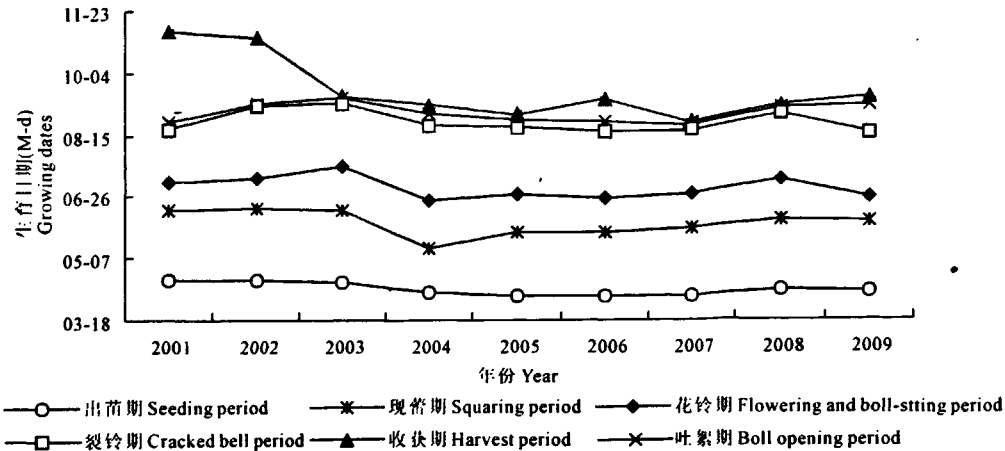


图 2 2001—2009 年陕西大荔棉花生育期变化趋势

Fig.2 The trend of cotton growth period in Dali of Shaanxi from 1960—2009

图 2 为近 10 年棉花生育期变化趋势图,各生育期年际变化不同。2001—2007 年出苗期逐渐提前,2007 年比 2001 年提前了 13 d,2008 年比 2007 年推后 5 d,2009 年相对于 2008 年提前了 1 d;现蕾期波动较大,2001—2004 年现蕾期总体提前,2005—2009 年逐年推迟,2004 年最早,2005、2006 年现蕾期在五月下旬。花铃期集中在 6 月下旬—7 月上旬,波动

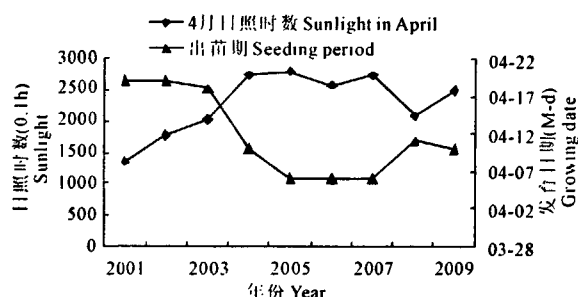
相对较小。2003 年最早,2009 年最晚;裂铃期大约在 8 月中旬—9 月上旬,2003—2007 年裂铃时间逐渐提前,2009 年最早;8 月底—9 月初为棉花吐絮期,2003—2007 年逐年提前,与裂铃期变化趋势一致;收获期波动最大,2001 年和 2002 年 11 月初为收获期,2003—2009 年集中在 8 月底和 9 月份,收获期的平均日期受人为因素影响较大。由一元线性拟合

趋势线知,棉花从出苗期到收获期均随着时间的推移而有所提前,但不同发育期提前程度不同。出苗期和收获期提前最为显著,分别为 -1.47 d/a 和 -6.9 d/a ,现蕾期、花铃期、裂铃期和吐絮期略微提前,但未通过显著性检验。

结合表 2 和图 2 可知棉花各物候期持续日数的变化情况。出苗~现蕾期平均持续日数为 53.7 d ,除 2004 年 35 d 最短外,其余年份差异较小,均在 55 d 左右;现蕾期、花铃期、裂铃期和吐絮期年际波动基本一致,现蕾~花铃期平均持续日数为 29.2 d ,2009 年最短(19 d),2004 年最长(40 d);花铃~裂铃期平均持续日期为 52.7 d ,2001 年最短,2004 年最长;裂铃~吐絮期 7.2 d ,2009 年持续日数最长。

2.3 气候变化与棉花物候期变化的关系分析

大荔是关中棉区霜冻结束最早的县,适宜播种期的选择应综合考虑地温和霜冻情况,一般在 4 月 5 日—10 日之间。棉花播种后,5~9 d 棉苗出土。



棉花的生长与该区域的气温、降水、日照等气候因子密切相关,运用 Julian 日对棉花生育期进行换算^[4,13],并在 SPSS17.0 软件中实现棉花各生育期与气候要素的相关分析。

2.3.1 出苗期 棉苗出土需要较高的温度和适宜的湿度和日照。根据物候资料,4 月为大荔抗虫棉出苗普遍期,将出苗期与 4 月的气温、降水和日照时数进行相关性分析,结果发现出苗期与 4 月气温、日照均呈显著负相关关系,相关系数分别达 -0.769 、 -0.894 ,其中出苗期与 4 月日照的相关程度最高,达到 99% 的置信水平,即 4 月日照时数增加有使出苗期提前的影响;同时,气温升高也有使棉花出苗期提前的影响,达到 95% 的置信水平。出苗期与 4 月降水量之间呈弱的正相关关系,相关系数为 0.572 (未通过显著性检验),这表明 4 月降水量对棉花苗期的影响不大,但有使其推迟的微弱影响。

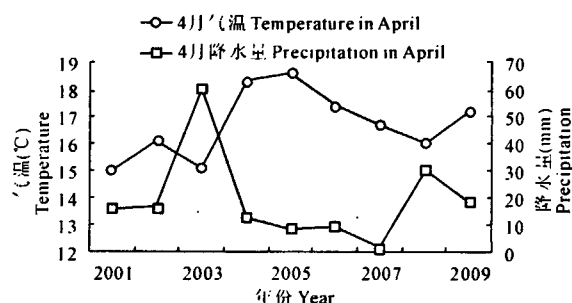


图 3 4 月日照时数与出苗期年际变化与 4 月平均气温和降水量年际变化

Fig.3 Sunlight hours in April and seedling period with the interannual variability/ Average temperature and precipitation in April with the interannual variability

从以上统计分析可知,4 月气候变化对棉花苗期提前或推迟有影响。将 4 月的气温、降水量和日照时数变化趋势与出苗期对应分析,以期了解 4 月的气候指标对苗期的影响程度。近十年出苗期总日照时数为 228.3 h ,能满足苗期对日照的要求。2001—2005 年日照时数逐年增加,棉花出苗普遍日期逐年提前,2005 年比 2001 年提前了 13 d ,2004—2007 年日照时数相差不大,棉花出苗期相同,2008 年日照时数减少,棉花出苗期推迟,2009 年日照时数回升,棉花出苗期提前。4 月平均气温为 $16.71\text{ }^{\circ}\text{C}$,图 3 反映了近 10 年来气温总体呈波动上升趋势,2001 年最低,2005 年最高,对照出苗期物候变化来看,2001 年出苗期最晚,2005 年出苗期最早,这说明 4 月气温升高,出苗期提前;4 月气温降低,出苗期推迟,平均而言,在 4 月份,大约气温升高 $3.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,物候期提前 13 d 。降水量增多有使出苗期推

迟微弱的影响,与物候之间没有明显的相关性。由图 3 可知,近年来,降水量的变化与气温呈反向变化,表现为暖干与冷湿相结合。4 月平均降水量较少,为 19.36 mm ,不能满足棉花出苗期的需水要求。因此,4 月份气候变化及其对棉花物候与生产的主要影响是:气温升高、日照时数增加,棉花的物候期明显提前;降水量较少,不能满足棉花出苗期的需水要求,但对蹲苗有利,利于壮苗、防早衰。

2.3.2 现蕾期 大荔县棉花现蕾期大约在 5 月中旬—6 月中旬,将现蕾期与气候因子进行相关性分析(表 3)。现蕾期与 5 月和 6 月的气温、降水量及日照时数呈弱的负相关关系。即 5 月和 6 月气温升高、降水增多和日照时数增加对现蕾普遍期的提前有微弱影响,其中,5 月的气候指标与现蕾期的关系更为密切。

表 3 5 月、6 月气候指标与现蕾期的相关性系数

Table 3 The correlation coefficients of weather indexes in May & June and squaring period

生育期 Growth period	5 月气温 Temperature in May	5 月日照 Sunlight in May	5 月降水量 Precipitation in May	6 月气温 Temperature in June	6 月日照 Sunlight in June	6 月降水量 Precipitation in June
现蕾期 Squaring period	- 0.346	- 0.415	- 0.158	- 0.019	- 0.302	- 0.074

与其他气候因子相比,日照时数与现蕾期之间的相关性较大。5 月和 6 月平均日照总数分别为 249.6 h、250.2 h,此期间日照充足。2001—2004 年 6 月日照时数基本上逐年增加(图 4),现蕾期提前。其中 2002 年 5 月日照时数最少,现蕾期最晚,2004 年 5 月日照时数最多,现蕾期最早。2005—2009 年 5 月和 6 月日照时数年际变化较大,与现蕾期之间的相关性减弱。说明棉花现蕾期并不是单一的气候因子对物候期产生影响,而是多个气候因子综合的结果。气温日较差影响棉花花芽分化,5 月和 6 月的气温波动上升,6 月明显高于 5 月,适宜于棉花的生长发育。降水量 5 月比 6 月年际波动大,2001—2006 年变化趋势基本一致,2007—2009 年则相反,5 月和 6 月降水量分别为 52.99 mm、47.89 mm,略少于棉花的生育需要,但有利于减少二代棉铃虫的数量,提高棉花的产量和品质。

2.3.3 花铃期 棉花花铃普遍日期在 6 月下旬—7

月,将花铃期与 6 月和 7 月气候因子进行相关性分析(表 4)。6 月日照时数增加、7 月气温升高、7 月降水量增多有使花铃期提前的微弱影响,6 月气温升高、6 月降水量增多、7 月日照时数增加有使花铃期推后的微弱影响,其中 7 月的日照时数、6 月降水量与花铃期的关系更为密切。

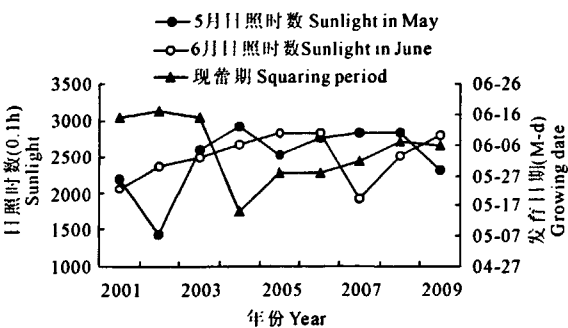


图 4 5 月和 6 月平均日照时数与现蕾期年际变化

Fig.4 Average sunlight hours in May & June and squaring period with the interannual variability

表 4 6 月、7 月气候指标与花铃期的相关性系数

Table 4 The correlation coefficients of weather indexes in June and July and flowering and boll-setting period

生育期 Growth period	6 月气温 Temperature in June	6 月日照 Sunlight in June	6 月降水量 Precipitation in June	7 气温 Temperature in July	7 月日照 Sunlight in July	7 月降水量 Precipitation in July
花铃期 Flowering and boll-setting period	0.008	- 0.341	0.392	- 0.097	0.396	- 0.051

近 10 年来日照时数除 2001、2007、2009 年 6 月比 7 月少之外,其余年份均 6 月多于 7 月(图 5)。7 月平均日照总数为 235.7 h,比 6 月少 14.5 h。6 月的日照时数增加有利于花铃期提前,7 月的日照时数增加则会使花铃期推后,两者作用强度不同,如 2009 年 6 月日照时数比 7 月的日照时数对花铃期的影响大。平均气温 7 月为 26.76℃,比 6 月高 0.94℃,适宜于花铃期的温度要求。降水量 6 月和 7 月分别为 47.89 mm、79.26 mm,不能满足棉花花铃期对水分的需求,因此要注意引水灌溉。花铃期气候因子组合复杂,不单是一个气候因子对棉花物候期起主导作用,是多个要素综合作用的结果。2003 年花铃期最晚,其原因可能是 6 月的日照时数偏少,7 月的日照时数偏多,6 月和 7 月气温偏低和 7 月的降水量偏多综合作用的结果;2009 年花铃期最早,

可能是由于 6 月日照充足、气温较高、降水偏少,晴天多的缘故。

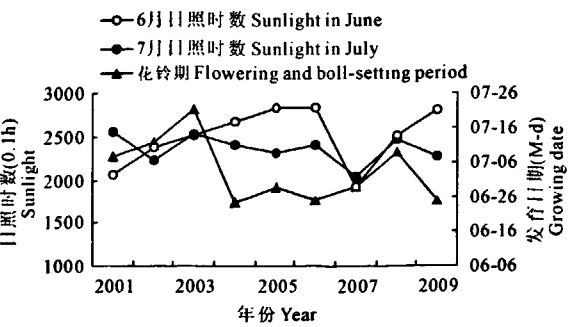


图 5 6 月和 7 月平均日照时数与花铃期年际变化

Fig.5 Average sunshine hours in June and July and flowering and boll-setting period with the interannual variability

2.3.4 裂铃期和吐絮期 棉花裂铃和吐絮普

遍日期在 8 月中旬—9 月中旬,将物候期与此期间的气候因子进行相关性分析(表 5)。结果表明:8 月的气温升高、日照时数增加有使裂铃期和吐絮期提前的微弱影响,8 月和 9 月降水量增多、9 月气温升高、9 月日照时数增加有使裂铃期和吐絮期推后的微弱影响。

表 5 8 月、9 月气候指标与裂铃期、吐絮期的相关性系数
Table 5 The correlation coefficients of weather indexes in August & September and Cracked boll and boll opening period

生育期 Growth period	8 月气温 Temperature in August	8 月日照 Sunlight in August	8 月降水量 Precipitation in August	9 月气温 Temperature in September	9 月日照 Sunlight in September	9 月降水量 Precipitation in September
裂铃期 Cracked boll period	- 0.301	- 0.420	0.344	0.316	0.514	0.478
吐絮期 Boll opening period	- 0.568	- 0.427	0.630	0.322	0.373	0.492

除 2009 年,裂铃期与吐絮期年际波动基本一致(图 6),而 8 月和 9 月的降水量变化趋势基本相同(除 2006 年),降水量 2001—2003 年、2007—2008 年增多,棉花裂铃期与吐絮期推后,2004 年减少,裂铃期与吐絮期提前。8 月和 9 月降水量分别为 77.56 mm、95.47 mm。此期间降水量偏多,应注意秋淋对棉花产生的影响,据调查大荔县秋淋出现的频率为每年 0.53 次^[9]。秋淋会使棉花伏桃、秋桃数量减少,落铃、烂铃现象十分严重,从而使棉花的产量和品质均大幅度下降。

近 10 年 8 月和 9 月平均气温为 22.34℃,8 月比 9 月高 4.85℃。8 月气温有略微增加的趋势,9 月气温略呈下降趋势。8 月和 9 月平均日照总数分别为 204.8 h、167.9 h,日照充足。除了 2002、2003 年 8 月日照时数多于 9 月,两者增加和减少的逐年变化趋势相同。2003 年棉花裂铃期和吐絮期最晚,可能是由于 8 月和 9 月的降水量偏多,日照时数偏少,气温

相对较低造成的。

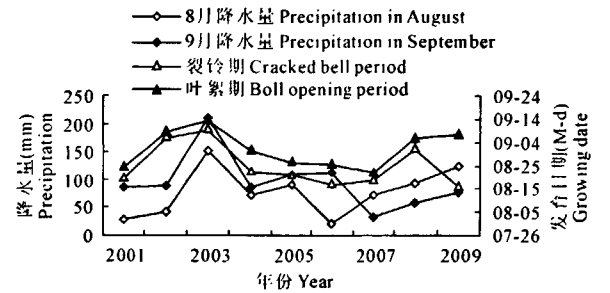


图 6 8 月和 9 月降水量与裂铃期和吐絮期年际变化
Fig.6 Precipitation in August & September and cracked boll and boll opening period with the interannual variability

2.4 气候变化对棉花物候与品质的可能影响

棉花的生长需要充足的阳光,较多的热量和干燥的空气。棉花最适宜的生长条件^[14],如表 6 所示。

表 6 棉花适宜生长的气候条件
Table 6 Suitable weather conditions for cotton growth

最适宜温度 Suitable temperature	所需最低温度 Min. temperature required				停止生长 Growth stopping	植株死亡 Plant dying	平均日照时数 Average daily sunlight hours
	种子发芽 For germination	出苗 For seedling	开始现蕾 For boll - setting	棉铃发育 For boll growing			
25℃ ~ 30℃	10.5℃ ~ 12℃	16℃ ~ 17℃	19℃ ~ 20℃	20℃	低于 - 1℃	- 2℃ ~ 3℃	8 小时

结合当地的气候特点和适宜棉花生长的条件,大荔是陕西最适宜棉花种植的区域之一,但气候变化对棉花生长发育及其品质造成了一定的影响。近 50 年大荔县年平均气温和极端低温升高,热量充足,有利于棉花早播、早发、形成壮苗^[15-16]。同时棉花各生育期提前,尤其是出苗期和收获期,棉花生长期延长(图 7)。但花铃期的高温天气易造成蕾铃大量脱落,幼铃发育不良^[17],极端高温呈下降趋势,

有利于花铃期棉花成蕾保蕾,保证棉桃的数量,提高产量。日照时数也是影响棉花生长重要气候因子之一,棉花正常生长要求平均日照时数 8 h,大荔平均日照时数为 8.4 h,最多达到 9.9 h。近 50 年日照时数波动中增加,有利于棉株生长健壮,节间紧凑,铃多铃大,提高纤维品质。降水量呈减少趋势,略显不足,棉花种植过程中需注意田间土壤水分含量,以防旱苗。

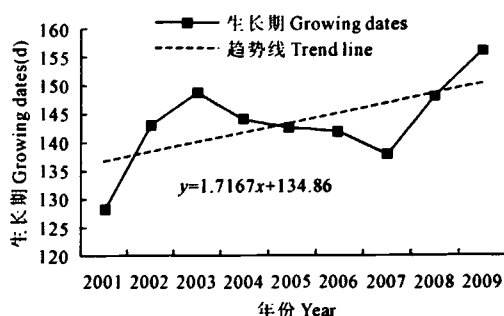


图 7 棉花生长期(出苗期~吐絮期)年际变化

Fig.7 The interannual variability of cotton growth period (seedling period ~ boll opening period)

3 结 论

1) 通过对陕西大荔近 50 年来气候变化趋势分析得出,平均气温以 $0.16^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率呈显著上升趋势,处在历史上较高的时期;极低气温和极高气温变化趋势不同步,年极高气温呈下降趋势,处在历史偏低时期,而年极低气温略呈上升趋势,处于历史偏高时期;平均降水量略呈减少趋势;日照时数年际波动比较大,呈不显著增加趋势。

2) 2001—2009 年棉花各生育期最晚与最早日期之间差异较大,收获期 > 现蕾期 > 吐絮期 > 裂铃期 > 花铃期 > 出苗期。气温和日照时数是影响棉花物候期的主要气候因子,气候向暖干化方向发展,使得棉花物候期从出苗期到收获期均有所提前,不同发育期提前程度不同,其中出苗期和收获期提前最为显著。

3) 通过气候变化与棉花物候期变化的关系分析得出:出苗期与 4 月气温、日照均呈显著负相关关系。4 月气温升高,出苗期提前;4 月气温降低,出苗期推迟,4 月气温大约升高 3.6°C ,物候期提前 13 d;现蕾期、花铃期、裂铃期和吐絮期不是单一的气候因子对物候期产生影响,是多个气候因子综合的结果。

4) 大荔县棉花生长期内的气候指标要求基本能满足,气候变化趋势有利于大荔县开展棉花种植和生产。农业部门在合理利用气候资源的同时,面对气候变化的暖干化趋势,还需加强学习灾害的应变技术措施。注意气候暖干化对棉花产生的不利影

响,如成株期棉花发育延迟,落花落蕾;在棉花生产过程中,不仅要充分利用洛惠渠和东雷抽黄工程防止干旱影响棉花生长和产量,还要及时防治温度升高促发的病虫害危害,尤其是棉盲蝻害的发生与蔓延。从而促进大荔棉花高产高质量的生产,提高农民收入,促进农村经济可持续发展。

参 考 文 献:

- [1] 裴顺祥,郭泉水,辛学兵,等.国外植物物候对气候变化响应的研究进展[J].世界林业研究,2009,22(6):31-37.
- [2] IPCC. Summary of Policymakers of Climate Change 2007. The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.
- [3] Menzel A, Fabian P. Growing season extended in Europe[J]. Nature, 1999, 397:659.
- [4] 郑景云,葛全胜,郝志新,等.气候变暖对我国近 40 年植物物候变化的影响[J].科学通报,2002,20(10):1582-1587.
- [5] 张富春,陈效述.气候变化对中国木本植物可能影响[J].地理学报,2003,50(5):402-410.
- [6] 高 祺,车少静,韩军彩,等.河北省气候变化特征及其对物候的影响[J].安徽农业科学,2010,38(32):18319-18323.
- [7] 王鹤龄,王润元,赵 涛,等.中国西北冬小麦和棉花生长对气候变暖的响应[J].干旱地区农业研究,2009,27(1):258-264.
- [8] 刘琰琰,潘学标.中国棉花生产县域比较优势分析[J].中国棉花,2007,19(1):64-68.
- [9] 葛徽衍,张永红,郭建侠,等.大荔县棉花生育期气候分析[J].中国棉花,2003,(2):43-44.
- [10] 钱锦霞,王振华,郝玉峰,等.山西省春季气候变化及其对农业生产的影响[J].干旱区研究,2008,25(1):64-69.
- [11] 符淙斌,王 强.气候突变的定义与检测方法[J].大气科学,1992,16(4):482-493.
- [12] 孙自武,任 岗,周 君,等.1956—2006 年玛纳斯河流域棉花生长季气候变化分析[J].石河子大学学报(自然科学版),2008,26(10):552-556.
- [13] 李美荣,杜继稳,李星敏,等.陕西果区苹果始花期预测模型[J].中国农业气象,2009,30(3):417-420.
- [14] 丁 诺.棉花[M].山东:山东科技出版社,1990:7-30.
- [15] 唐湘玲,刘姣娣,吕 新,等.石河子地区近 48 年气候变化对棉花产量影响分析[J].中国农学通报,2010,26(20):324-329.
- [16] 周美燕,徐青文,崔晓霞,等.信阳县近 10 年热量变化对棉花生产的影响分析[J].山东农业科学,2010,5:59-61.
- [17] 葛徽衍,张永红.高温气温气候变化特征及对棉花的影响[C]//中国棉花学会.2007 年年会论文集汇编,2007:143.

Impacts of climate change on cotton phenophase of a county

— Take Dali in Shaanxi Province for example

PENG Wei-ying¹, YIN Shu-yan¹, BAO Xiao-juan¹, LI Mei-rong², WANG Hai-yan^{1,3}

(1. College of Tourism and Environmental Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;

2. Shaanxi Meteorological Service Observatory for Economical Crops, Xi'an 710014, China;

3. Middle School Affiliated to Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710048, China)

Abstract: According to meteorological information in recent 50 years and cotton phenological data in last 10 years in the main cotton producing area of Dali County in Shaanxi Province, the methods of linear trend and Mann-Kendall inspection were used to analyze the trend of climate and cotton phenological change and the impacts of climate change on cotton phenophase. The results revealed that, in recent 50 years, the average temperature increased considerably, while precipitation decreased slightly, sunlight hours increased, and the trends of extremely low and high temperature were not in synchronization, extremely high temperature dropped, while extremely low temperature rose slightly. Temperature and sunlight hours were the main weather factors to cotton phenophase. The climate turned warming and drying, and sunlight hours increased in last 10 years, which made cotton phenological phase (from seedling period to harvest period) partly advance with different levels, and the seedling period and harvest period showed the most significant advance, which resulted in the extension of cotton growth period and was conducive to improving the quality of cotton.

Keywords: cotton; phenophase; growth period; climate change; Dali County in Shaanxi Province

(上接第153页)

Effects of inducing treatment on photosynthetic characteristics and fruit yield and quality of muskmelon

KANG En-xiang^{1,2,3}, NAI Xiao-ying¹, CHEN Nian-lai¹, ZHANG Yu-xin⁴, QIAO Chang-ping¹, HAN Guo-jun¹

(1. Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. Institute of Dryland Agriculture, Gansu Academy of

Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China; 3. Key Laboratory of Northwest Drought-resistant Cultivation of Crops and

Farming, Lanzhou, Gansu 730070, China; 4. Vegetable Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Disease-resistance induced by phytoextraction is one of the new disease-prevention methods. Natural virus-resistant substances from plants are hot spots of researches on bio-prevention in recent years. Two varieties of muskmelon (*Cucumis melo* L.) Yindi and Kalakesai were exposed under different inductors to investigate the responses of photosynthetic characteristics and fruit yield and quality in Gansu Province. The results indicated that the inductor could significantly enhance net photosynthetic rate (P_n) and stomatal conductance (G_s) of the two varieties in the process of growth and development of melon and it could improve the yield and solubility of fruit. The P_n increased by 39.6% and 32.0% respectively in Yindi and Kalakesai under the treatment of BTH + SA at the early flowering stage. Under the treatment before harvest, the yield and solubility of fruit was enhanced significantly. The effect was the best when BTH + SA was sprayed at early flowering stage, in which the yield and solubility of fruit of Yindi increased by 22.6% and 9.0%, and those of Kalakesai increased by 22.6% and 9% compared with control. The effect of all the treatments was more remarkable on the solubility of fruit of Kalakesai than that of Yindi. There was no significant difference either between twice and once spraying, or between mixed inductor and single inductor.

Keywords: inducing treatment; *Cucumis melo* L.; photosynthetic characteristics; fruit