

气候变化对棉花产量影响的实证分析——以昆玉市为例

曾晓红, 冯丽红, 刘国昊, 王鹏程* (塔里木大学经济与管理学院, 新疆阿拉尔 843300)

摘要 为了研究气候变化对新疆昆玉市棉花产量的影响, 根据 2000—2016 年的气象资料, 并选取年均以及棉花生长期的最低气温、平均气温、最高气温、日照时数、降水量以及若干年的棉花产量数据, 运用相关分析和逐步回归方法分析了气候变化趋势及其对棉花产量的影响。结果表明, 最低气温、平均气温、最高气温、日照时数、降水量对棉花产量都具有一定的影响, 其中最重要的是平均气温, 与棉花产量呈极显著正相关。

关键词 气候变化; 棉花产量; 影响; 昆玉市

中图分类号 S 162 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)20-0234-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.20.061



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of the Effects of Climate Change on Cotton Yield—Taking Kunyu City as an Example

ZENG Xiao-hong, FENG Li-hong, LIU Guo-hao et al (School of Economics and Management, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300)

Abstract In order to study the effect of climate change on cotton yield in Kunyu City, Xinjiang, according to the meteorological data from 2000 to 2016, and select the minimum temperature, average temperature, maximum temperature, sunshine duration, precipitation and cotton yield data of several years, the trend of climate change and its effect on cotton yield were analyzed by using correlation analysis and stepwise regression method. The results showed that the minimum temperature, average temperature, maximum temperature, sunshine duration and precipitation all had a certain effect on cotton yield. The most important one was the average temperature, which had a very significant positive correlation with cotton yield.

Key words Climate change; Cotton yield; Effect; Kunyu City

气候变暖问题是当前人类社会所面临的重大环境问题之一。联合国政府间气候变化专门委员会(intergovernmental panel on climate change, IPCC)在第五次评估报告中指出, 气候变化有 95% 以上的可能是人类活动造成的^[1-3], 目前大气中 CO₂、CH₄ 和 N₂O 3 种最主要的温室气体浓度比工业化前的 1750 年分别升高了 40%、150% 和 20%, 1880—2012 年全球海陆表面平均温度呈上升趋势, 升高了 0.85 °C, 预计到 2100 年大气增温达 4.8 °C^[4]。近年来, 随着全球的气候变暖, 气温升高对于各行各业都有不同程度的影响, 尤其是对气候变化最为敏感的农业。气候变化对于作物产量有着举足轻重的作用, 尤其在新疆地区, 由于特殊的干旱缺水地理环境以及独一无二的气候特点, 对于种植选择极为重要, 棉花成为了当地的一个重要种植产品^[5-6]。

该研究选取的研究地点为新疆第十四师生产建设兵团昆玉市, 地处昆仑山北麓, 位于和田地区塔里木盆地的西南部, 属于塔克拉玛干沙漠腹地, 境内地形地貌以沙丘型地貌为主。全市现辖 5 个农牧场, 其中包括四十七团、皮山农场、一牧场、二二四团以及新成立的二二五团。由于地区偏远, 身居内陆, 自然条件恶劣, 棉花这种既能获得收益又能防风固沙的植物得到当地人的青睐。当地全年降水量较少, 蒸发量较大, 日照时间长, 光热条件充足, 且种植棉花已有多, 研究气候变化对棉花产量的影响对当地居民具有一定的价值。

1 资料与方法

1.1 数据来源 使用的气象数据来源于和田地区统计年鉴气象部分^[7], 选取了昆玉市 2000—2016 年逐年的最低气温、平均气温、最高气温、日照时数、降水量和棉花生长期 4—8 月份的最低气温、平均气温、最高气温、日照时数、降水量等共 2 组数据^[8]。棉花产量的相关数据来自于新疆生产建设兵团第十四师昆玉市统计年鉴 2000—2016 年^[9]。

1.2 分析方法 采用 EXCEL 软件, 对新疆生产建设兵团第十四师昆玉市的年最低气温、年平均气温、年最高气温、总降水量及日照时数进行了数据的整理, 同时提取出昆玉市的棉花生长期(4—8 月)同样的因素数据进行了归纳和整理。采用 DPS 数据处理软件, 对 2 组数据分别利用逐步回归法对各因子与棉花产量之间的关系进行相关分析和回归分析。

2 结果与分析

2.1 气温变化特征 对 2000—2016 年新疆生产建设兵团第十四师昆玉市棉花产区的逐年和生长期的最低气温、平均气温、最高气温进行趋势分析, 从图 1 可以看出, 近 17 年来昆玉市年平均气温有较小的上升趋势, 平均增幅为 0.441 °C/10 a; 最高气温有明显的下降趋势, 下降幅度较大; 最低气温的年际波动幅度较大, 整体上也有微小的下降趋势, 变化不是很明显。当地最高气温处于下降趋势, 最低气温也是略有下降, 说明近几年新疆昆玉市的天气状况有所改善, 而近些年的年温差变小, 更有利于植物的生长, 温度对棉花的生长应存在着一定的影响。2000—2008 年年平均气温有明显的上升趋势, 而 2009—2016 年平均气温有下降的趋势, 但年平均气温波动幅度变化不大, 幅度在 2 °C 上下; 年平均气温与棉花生长期平均气温比较, 棉花生长期的平均气温与年平均气温增幅基本持平, 但生长期平均气温的变化幅度较大。年最高气温多数出现在 6、7、8 月, 正属于生长期所取

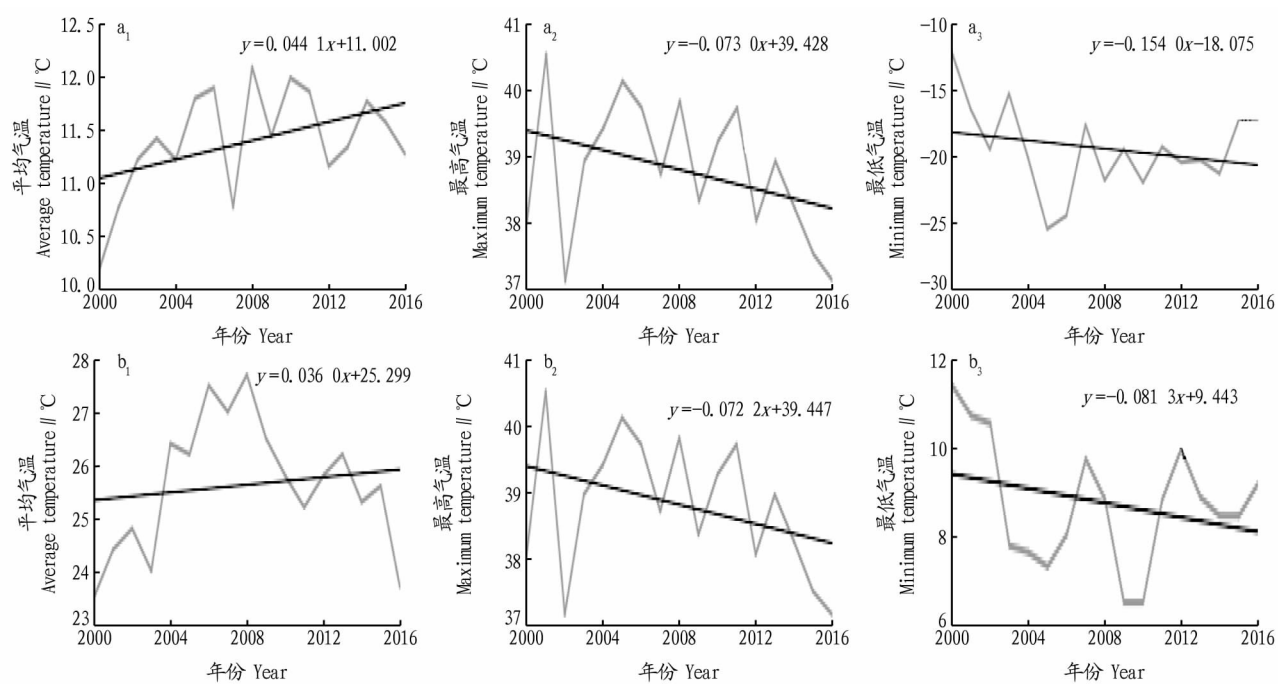
基金项目 国家社会科学基金重点项目(20AZD091); 2019 年度党中央治新疆方略理论与实践研究课题重点项目(19ZJFLZ05); 兵团社科基金重点项目(19ZD03)。

作者简介 曾晓红(1989—), 女, 重庆人, 硕士研究生, 研究方向: 干旱区资源与环境经济。* 通信作者, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事农业经济理论与政策、干旱区资源与环境经济研究。

收稿日期 2020-05-25; **修回日期** 2020-06-15

月份,所以全年和生长期最高气温的变化趋势几乎一样,均呈现下降的趋势;生长期的最低气温,由于 2004—2006 年出现了较为严重的低温,其整体呈现下降趋势。从最低气温幅度变化来看,2000—2005 年棉花生长期最低气温的波动幅度

变化较大,且持续在降低,到 2006 年之后,最低气温的波动幅度明显变小,且有上升的趋势。在极端最低气温出现时,棉花生长周期缩短,可能会对棉花生产产生一定的影响。



注: a_1 、 b_1 为平均气温; a_2 、 b_2 为最高气温; a_3 、 b_3 为最低气温
Note: a_1 、 b_1 are the average temperature; a_2 、 b_2 are the maximum temperature; a_3 、 b_3 are the minimum temperature

图 1 2000—2016 年昆玉市全年 (a) 和生长期 (b) 气温变化

Fig.1 Temperature changes in Kunyu City during the whole year (a) and growth period (b) from 2000 to 2016

2.2 降水量变化特征 由于新疆昆玉市地处内陆地区,总降水量不大,但年降水量变化的年际变化波动很大,如图 2 所示,波动幅度可达 120 mm,其中年降水量超过 100 mm 的年份有 2000 和 2007 年,降水量少于 10 mm 的年份为 2009 年,除去这 3 个特殊年份外,其他年份较为平均,多数在 60 mm

上下,但总体降水量趋于下降趋势。生长期降水量与年降水量的波动幅度相比更加平稳,棉花生长期的总降水量占年总降水量的 68.4% 左右。由于降水具有时间的不确定性,当采摘期的降水过大时会导致棉花产量的下降,所以生长期的降水量也是影响棉花生产的重要因素之一。

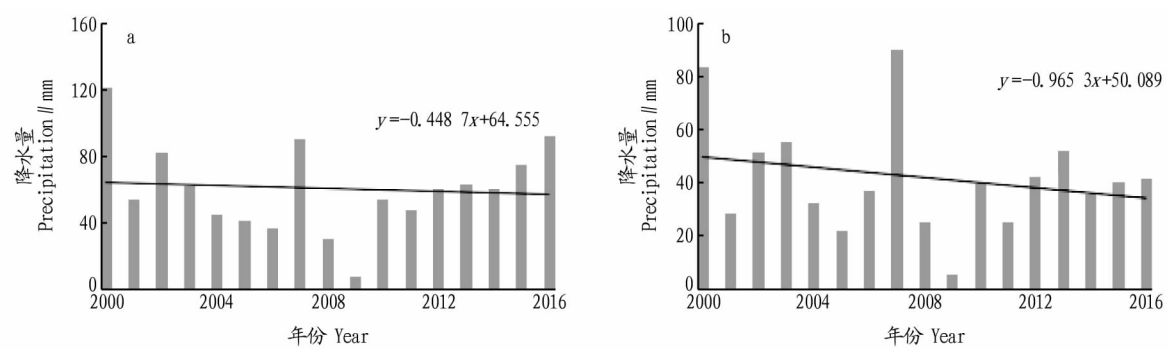


图 2 2000—2016 年昆玉市全年 (a) 和生长期 (b) 降水量变化

Fig.2 Precipitation changes in Kunyu City during the whole year (a) and growing season (b) from 2000 to 2016

2.3 日照时数变化特征 从图 3 可以看出,2000—2016 年昆玉市年日照时数的变化幅度总体波动不大,其中最大的年日照时数约 8.1 h/d 左右,最低年份也有 7.2 h/d 左右,整体呈略微降低的趋势。而近 17 年棉花生长期的日照时数变化则恰恰相反,趋势呈递增性,与降水量的拟合趋势正好相反,呈负相关性,可见生长期日照时数通过降水量可能对于棉花生

产存在着一定的影响或间接影响。

2.4 不同气候因子对棉花产量的可能影响 选取 2000—2016 年昆玉市年均及棉花生长期的最低气温 (X_1)、平均气温 (X_2)、最高气温 (X_3)、日照时数 (X_4)、降水量 (X_5),利用 DPS 分析软件对两组数据分别与棉花产量 (Y , kg/hm²) 进行逐步回归分析。

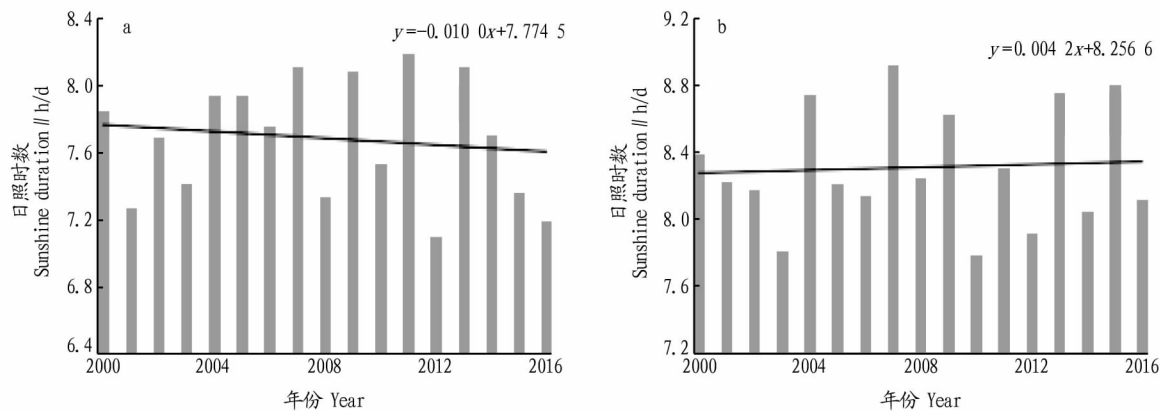


图3 2000—2016年昆玉市全年(a)和生长期(b)日照时数变化

Fig.3 Changes of sunshine duration in Kunyu City during the whole year (a) and growing season (b) from 2000 to 2016

第一组,年均气候因子与棉花产量进行逐步回归分析,得到回归方程为 $Y=-1\ 004.08-43.15X_1+302.24X_2-35.32X_3+34.58X_4-4.66X_5$ 。分析年均气候因子与棉花产量之间的相关关系(表1)发现,在年最低气温、年平均气温、年最高气温、日照时数、降水量5个气候因子中,年最低气温、年平均气温和降水量与棉花产量呈极显著相关,而日照时数和年最高气温与棉花产量的相关性并不显著。在年均气候因子与棉花产量的偏相关关系(表2)中,年最低气温、年平均气温、年最高气温、日照时数、降水量与棉花产量的偏相关关系均不显著,但这并不能说明各因子就与棉花产量无关。

表1 2000—2016年昆玉市气候因子与棉花产量的相关关系
Table 1 Correlation between climatic factors and cotton yield in Kunyu City from 2000 to 2016

气候因子 Climatic factor	全年 Whole year		棉花生长期 Cotton growing season	
	相关系数 Correlation coefficient	P 值	相关系数 Correlation coefficient	P 值
最低气温 Minimum temperature	-0.827 2	0.000 1	-0.762 6	0.000 4
平均气温 Average temperature	0.837 0	0.000 1	0.720 4	0.001 1
最高气温 Maximum temperature	0.344 0	0.176 4	0.345 1	0.174 9
降水量 Precipitation	-0.759 4	0.000 4	-0.554 3	0.020 9
日照时数 Sunshine duration	0.057 0	0.828 0	-0.161 4	0.536 1

第二组,棉花生长期的气候因子与棉花产量进行逐步回归,得到的回归方程为 $Y=2\ 004.08-115.32X_1+196.89X_2-31.11X_3-343.49X_4-2.20X_5$ 。分析棉花生长期各气候因子与棉花产量之间的相关关系(表1)发现,棉花生长期的最低气温和平均气温与棉花产量呈极显著相关,降水量与棉花产量呈显著相关,最高气温和日照时数与棉花产量的相关关系不显著,可见棉花生长期与年均气候因子的相关关系结果大致相同,只有降水量由极显著变为显著。在棉花生长期气候因子与棉花产量的偏相关关系(表2)中,棉花生长期平均气温与棉花产量的偏相关关系呈现极显著,最低气温和日照时数

与棉花产量的偏相关关系呈显著,降水量和最高气温与棉花产量的偏相关关系均不显著。最低气温与棉花产量的偏相关性由不显著变为显著,且相关系数比日照时数更为显著,说明棉花生长期最低气温是影响棉花产量增长的一个重要因素,并且日照时数对棉花产量也产生了一定的影响,但最为显著且影响最大的因素还是平均气温,与棉花产量呈极显著相关。

表2 2000—2016年昆玉市气候因子与棉花产量的偏相关关系
Table 2 Partial correlation between climate factors and cotton output in Kunyu City from 2000 to 2016

气候因子 Climatic factor	全年 Whole year		棉花生长期 Cotton growing season	
	相关系数 Correlation coefficient	P 值	相关系数 Correlation coefficient	P 值
最低气温 Minimum temperature	-0.475 4	0.098 3	-0.641 4	0.016 9
平均气温 Average temperature	0.493 8	0.084 1	0.788 2	0.001 1
最高气温 Maximum temperature	-0.184 1	0.546 0	-0.180 3	0.554 6
日照时数 Sunshine duration	0.073 0	0.812 4	-0.577 0	0.037 2
降水量 Precipitation	-0.449 3	0.121 2	-0.238 8	0.430 7

3 讨论

2000—2016年昆玉市年平均气温年际之间存在一定的波动幅度,但总体波动幅度不大,在接受范围内呈现出增加的趋势,全年平均气温的增幅为 $0.441\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。而棉花生长期的增温幅度为 $0.360\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,由于小于年平均气温增温幅度,说明在4—8月份平均温度正在下降。年最高气温和年最低气温都呈现出一定程度的下降趋势,且波动幅度变化较大,在一些年份易出现极端天气,影响棉花产量。最近几年新疆昆玉地区的增温幅度有放缓的趋势,通过大面积的植树造林、植被保护等措施,在大环境下整体的温差缩小了,气候条件有所改善。从相关性中可以看出,最低气温对棉花产量也有一定的影响,从早几年数据中可以看出存在着一定的极端低气温情况,从近几年的数据来看极端低气温情况有了很大的改善,并且存在着一定的上升趋势。气候变化条件下气温

是导致棉花产量增加的最主要因子,偏相关结果进一步揭示了影响棉花产量最密切的是温度^[10]。

2000—2016 年昆玉市年降水量较少,平均年降水量仅有 60.5 mm,且年际波动幅度较大,年降水量的变化除几个特殊年份的降水量相对较多或较少以外,多数年份的降水量处于 40~80 mm。从长远的周期来看,降水量呈现出较大的周期性波动。2000—2009 年降水量呈下降趋势,而 2010—2016 年降水量呈上升趋势,2 个时间段形成了一个周期。降水量整体增加或减少的趋势并不是特别明显,从年降水量的线性分析看,年降水量整体上还是有略微的下降。在棉花生长期的降水量,约占全年降水量的 60%,生长期降水量与棉花产量呈现出显著的负相关关系。棉花在采摘季节时突发降水对棉花产量会产生很大的影响。

昆玉市年日照时数较高,平均日照时数 7.7 h/d,棉花生长期更是达 8.3 h/d。日照时数与棉花产量的偏相关性结果显示,棉花生长期日照时数与棉花产量呈负相关关系,其与棉花生产所形成的气象条件有关。由于降水量与日照时数是一对大体上此消彼长的气候因子,棉花生长期的水分胁迫会造成棉花产量的下降,日照时数的增加意味着降水量会相对减少,并且棉花喜阳,日照时数的增加意味着棉花生长受降水量胁迫的可能性就会减少,但是却会加剧田间蒸发,加剧水分胁迫,造成产量的下降,这可能是造成其与产量负相关的一个原因。

4 结论

年平均气温是影响新疆生产建设兵团第十四师昆玉市棉花产量最重要的气候因素,与棉花产量呈极显著正相关,昆玉市的最低气温与棉花产量呈显著相关,低温冷害在春、

夏、秋各个季节均会发生,需要合理调整种植结构和布局,确保棉花持续健康发展,及早预防^[11]。

(2)降水量与棉花产量呈极显著负相关,其对棉花产量的影响主要是在气温增加的前提下才能发挥作用,并且在采摘月份的降水对棉花产量也具有一定的影响。

(3)日照时数对昆玉市棉花产量会产生一定的负面影响,由于不同生长期对日照的需求也会不同,适量的日照时数才是棉花生长的重要因素之一,所以日照时数的增加并不是棉花生长的重要因素,但总体的影响并不是很大。

参考文献

- [1] 万运帆,李玉娥,高清竹,等.西藏气候变化趋势及其对青稞产量的影响[J].农业资源与环境学报,2018,35(4):374-380.
- [2] IPCC. Climate change 2013: The physical science basis[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- [3] 艾尔肯江·阿布力提甫,石勇,曲艺.资源型城市主导产业选择方法研究:以新疆巴州为例[J].科技促进发展,2018,14(3):175-181.
- [4] 黄远山.基于 Mann-Kendall 法的寿县气温变化趋势和突变分析[J].现代农业科技,2016(10):228-231,237.
- [5] 阿布都克日木·阿巴司,胡素琴,努尔帕提曼·买买提热依木.新疆喀什气候变化对棉花发育期及产量的影响分析[J].中国生态农业学报,2015,23(7):919-930.
- [6] 王雪姣.气候变化对新疆棉花物候、产量和品质的影响与适应措施[D].北京:中国农业大学,2015.
- [7] 和田地区统计局.和田统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [8] 杨福成.第十四师昆玉市经济发展问题研究[J].兵团党校学报,2017(4):20-23.
- [9] 新疆生产建设兵团第十四师统计局,国家统计局新疆生产建设兵团第十四师调查队.新疆兵团第十四师昆玉市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [10] 王太祥,董舒婷.气候变化对我国棉花产量的影响:基于 C-D-C 模型的实证分析[J].江苏农业科学,2018,46(24):383-386.
- [11] 张燕,赖军臣,傅玮东.2013 年北疆垦区不同棉区棉花产量波动的气候因素对比分析[J].安徽农业科学,2014,42(34):12177-12179,12183.