

王秀琴,吴婷芳. 敦煌气候条件及对棉花产量因素的影响[J]. 干旱气象, 2014, 32(6):1003-1006, [WANG Xiuqin, WU Tingfang. Climate Characteristics and Its Influence on Cotton Yield in Dunhuang of Gansu Province[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(6):1003-1006], doi:10.11755/j. issn. 1006-7639(2014)-06-1003

敦煌气候条件及对棉花产量因素的影响

王秀琴¹, 吴婷芳²

(1. 甘肃省敦煌市气象局, 甘肃 敦煌 736200; 2. 甘肃省天水市气象局, 甘肃 天水 741018)

摘 要:甘肃敦煌地区气候条件虽然适宜棉花生长,但热量条件处于棉花正常生长适宜指标的下线,对棉花的产量和质量具有较大影响。利用敦煌市国家基准气象观测站 1983~2012 年农业气象观测资料,统计分析敦煌棉花全生育期气象条件对棉花的株铃数、单铃重及僵烂铃率、蕾铃脱落率及产量的影响。结果表明:棉花花蕾期气温、花后热量和花期气温、裂铃吐絮阶段灌水量是造成棉花僵烂铃和蕾铃脱落的主要原因。花铃期的平均气温越高,热量越充足,越有利于棉铃数的增加;7月上旬至8月中旬夜温不足降低了棉株矿物质和贮存物的积累速率,导致花蕾及胚珠发育不良,单铃胚珠数减少;盛夏7月中旬高温造成棉铃代谢紊乱,导致单铃不孕,造成株铃数不足和单铃重下降,进而影响棉花产量。

关键词:敦煌;生态气候;棉花;产量;影响

文章编号:1006-7639(2014)-06-1003-04 doi:10.11755/j. issn. 1006-7639(2014)-06-1003

中图分类号:S162;S562

文献标识码:A

引 言

河西棉花主要分布于甘肃酒泉市敦煌地区,年种植面积 11 754 hm²,产值 51 998.23 万元,是当地农业主要支柱产业之一,产量的高低直接影响本地农村经济的发展和农民的收入。甘肃敦煌棉花生长季 4~10 月平均气温 18.6℃,日照时数 2 148.0 h,降水量 33.9 mm。降水虽稀少,但灌溉条件较好,且夏季热量充沛,6~8 月旬平均气温达 23.4~26.9℃,旬平均最高气温 34.6~39.0℃,旬平均最低气温 11.0~16.8℃,为该地棉花产量形成提供了充足的热量条件,所产棉花色白且纤维质量极优。然而,由于气温日较差极大、棉花花期异常高温及产量形成后期阴寡天气影响棉花单铃受孕和干物质积累,加之种植及管理水平所限,棉花株铃数和单铃重不足,造成蕾铃脱落和僵烂铃严重,成为限制当地棉花高产的主要因素。

目前,气候变化对棉花僵烂铃率、蕾铃脱落率、株铃数、单铃重等产量因素的影响研究虽然较为普遍,但棉花性喜热量充足并相对较为干燥的气候环境,全生育期对光、热、水、肥较为敏感,特别是现蕾

后的生殖生长阶段^[1-5]。因此,各地气候对棉花僵烂铃率、蕾铃脱落率、株铃数、单铃重等产量因素的影响也存在很大差异。本文研究分析了甘肃河西棉区棉花生态气候及对产量因素的影响,以为当地棉花的产业化发展提供一定的科技指导。

1 资 料

使用了敦煌市国家基准气象观测站 1983~2012 年农业气象观测资料,观测要素包括棉花发育期、产量因素(僵烂铃率、蕾铃脱落率、株铃数、单铃重)以及产量资料。另外还使用了同期的气象观测资料。

2 方 法

采用了逐步回归统计方法,将标准化处理后的各相关气象因子与棉花产量因素(僵烂铃率、蕾铃脱落率、株铃数、单铃重)及产量进行逐步回归统计。

棉花产量资料处理采用二次函数模拟棉花的趋势产量^[6](图 1),以达到对棉花气象产量的分离。为消除区域间农业水平和气象条件的时空差异,用

棉花气候产量动态相对偏差百分率来表征棉花气候产量对气象条件的适宜程度,其公式如下:

$$Y'_i = (Y_i - y_i)/y_i \times 100\% \quad (1)$$

其中, Y'_i 为棉花气候产量动态相对偏差百分率; Y_i 为棉花实际产量; y_i 为棉花逐年趋势产量; i 为年份。

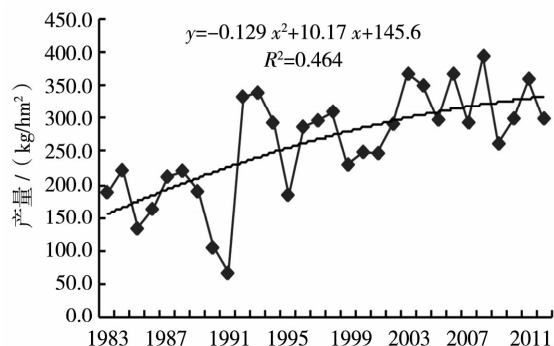


图1 1983~2012年敦煌棉花趋势产量图

Fig. 1 The change of trend yield for cotton in Dunhuang from 1983 to 2012

3 结果分析

3.1 敦煌棉花的气候适宜性

3.1.1 主要物候期分布

表1为敦煌农业气象观测站1983~2012年棉花发育期观测资料统计。通常敦煌棉花于4月中旬末开始播种,5月上旬出苗,6月上中旬进入五真叶至现蕾期,7月上旬末开花,9月中旬进入裂铃吐絮期,10月上旬停止生长,全生育期历时170 d左右。

3.1.2 气候适宜性

敦煌地处甘肃西部的灌溉农业区,日照丰富,早、晚霜冻出现时间较早,棉花多以早熟品种为主。据有关研究^[7],棉花喜光不喜阴,全生育期需要较多热量。早熟棉花全生育期约170~180 d,最适气温范围20~30℃,≥0℃积温3400~4200℃,适宜年降水量450~650 mm。日平均气温12℃以上种子发芽,16℃以上开始出苗,幼苗期适宜气温在17~30℃,19℃以上现蕾,适宜气温为25~30℃,24℃以上进入开花期,花铃期适宜气温在25~30℃。

表1 1983~2012年敦煌棉花平均发育期及相关气象要素值

Tab. 1 The growing period of cotton and the value of relative meteorological factors in Dunhuang from 1983 to 2012

发育期	播种	出苗	三叶	五真叶	现蕾	开花	裂铃	吐絮	停生
发育日期	04-19	05-04	05-26	06-03	06-15	07-10	09-16	09-18	10-06
间隔日数/d		15	22	8	12	25	68	2	18
平均气温/℃		15.9	18.4	20.7	22.7	24.0	23.4	18.7	14.5
≥0℃积温/℃·d		240.3	370.6	152.7	310.9	594.6	1532.6	53.6	369.4
日照时数/h		151.7	205.7	77.1	155.1	261.5	677.9	29.6	235.6
灌水日期				06-13	07-11	08-01	08-14	09-01	09-19
灌水量/mm				1200	1140	1140	1040	1562	921
降水量/mm	1.1	1.2	4.8	0.2	5.0	4.8	14.5	1.1	0.5

由表1可知,敦煌棉花全生育期平均气温20.8℃,≥0℃积温3623℃,播种—出苗期的平均气温15.9℃,幼苗期19.0℃,现蕾期23.6℃,花铃期23.8℃。气象条件虽然基本适宜棉花正常生长,但大多关键生育时段的地、气温度处于其适宜温度范围的下限,特别是花蕾至花铃期气温明显不足,成为当地棉花高产的主要限制因子。

3.2 气象条件对棉花产量的影响

气象条件主要影响棉花的株铃数、单铃重及僵烂铃率、蕾铃脱落率等产量构成要素,进而影响棉花的产量。利用敦煌市棉花不同生育期≥0℃积温、

平均气温、日照时数、降水量及全生育期旬、月气温(最高、最低)、日照时数、降水量等气象因子与棉花株铃数等产量要素进行逐步回归统计,建立的回归模型如下:

$$Y_1 = 27.00 - 3.673 \sum_{\geq 0^\circ\text{C}} T_{\text{开花-停生}} - 0.068 Q_{\text{开花-停生}} - 5.17 T_{\text{max}(6\text{中}-6\text{下})} \quad (2)$$

$$R = 0.726, F = 9.666 \geq F_{0.05} = 2.93 \quad \text{效果显著}$$

$$Y_2 = 11.367 - 1.896 Q_{\text{开花-停生}} - 3.703 T_{(7\text{上}-7\text{中})} + 0.101 G_9 \quad (3)$$

$$R = 0.576, F = 4.311 \geq F_{0.05} = 2.93 \quad \text{效果显著}$$

$$Y_3 = -5.45 + 0.933 T_{\min(7上-8中)} + 0.279 \sum_{\geq 0^{\circ}\text{C}} T_{\text{开花-停生}} + 0.676 Q_{\text{开花-停生}} \quad (4)$$

$$R = 0.790, F = 14.374 \geq F_{0.05} = 2.93 \quad \text{效果显著}$$

$$Y_4 = 10.716 + 0.462 T_{\text{五真叶-现蕾}} - 0.319 T_{\max(7中)} + 0.069 Q_{9下} \quad (5)$$

$$R = 0.733, F = 13.882 \geq F_{0.05} = 2.93 \quad \text{效果显著}$$

$$Y_5 = -2.693 - 13.298 T_{\max(6中-8中)} + 0.198 Q_{(8-9)} \quad (6)$$

$$R = 0.551, F = 5.881 \geq F_{0.05} = 3.57 \quad \text{效果显著}$$

公式(2)~(6)中, Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5 分别为棉花的僵烂铃率、蕾铃脱落率、株铃数、单铃重和气候产量动态相对偏差百分率; $\sum_{\geq 0^{\circ}\text{C}} T_{\text{开花-停生}}$ 、 $Q_{\text{开花-停生}}$ 、 $T_{\max(6中-6下)}$ 、 $T_{(7上-7中)}$ 、 G_9 、 $T_{\min(7上-8中)}$ 、 $T_{\text{五真叶-现蕾}}$ 、 $T_{\max(7中)}$ 、 $Q_{9下}$ 、 $T_{\max(6中-8中)}$ 、 $Q_{(8-9)}$ 分别表示为棉花开花—停生期 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、开花—停生期的日照时数、6月中旬至下旬平均最高气温、7月上旬至中旬平均气温、9月灌水量、7月上旬至8月中旬平均最低气温、五真叶—现蕾期平均气温、7月中旬平均最高气温、9月下旬日照时数、6月中旬至8月中旬平均最高气温、8~9月日照时数(下同)。

由于敦煌属灌溉农业区,土壤水、肥基本根据棉花正常生长需求进行浇灌、施用,因此棉花产量因素与降水量相关性不显著,主要受生育期时段的高、低温及因降水天气造成的日照条件不足等不利气候的影响。

3.2.1 对僵烂铃率和蕾铃脱落率的影响

棉花蕾铃脱落和烂铃是棉花生产上的一大障碍,它不仅导致减产,还降低棉花品质。公式(2)、(3)显示,棉花僵烂铃率与开花—停生期 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温和日照时数、6月中旬至下旬平均最高气温均呈显著负相关;蕾铃脱落率与开花—停生期日照时数、7月上旬至中旬平均气温为显著负相关,而与9月灌水量呈显著正相关。说明敦煌棉花花蕾期气温、花后热量条件优劣和花期气温、裂铃吐絮阶段灌水量的适宜程度是造成棉花僵烂铃和蕾铃脱落的主要原因。

6月中、下旬是敦煌棉花现蕾的关键期,是营养生长与生殖生长并进的时期;7月上旬至中旬进入开花期,转入生殖生长阶段,要求较高的热量条件以加快棉叶光合作用,为棉蕾提供充足的养分。棉花的光补偿点和光饱和点都比较高,只有在充足的阳光下才能壮苗,早发、增枝现蕾、光合作用的不足均可导致蕾铃僵烂和脱落;气温高、积温多,利于现蕾,增加蕾数,可相对减少棉花僵烂铃率。花后生殖生

长阶段的阴寡天气可使棉株生长受阻,影响有机养分的制造与转运,导致植株体内糖分减少、含氮物质增加,进而引起大量蕾铃脱落、棉株疯长。甘肃河西地区此时期虽然气温回升较快,但气温波动及日较差极大,平均气温处于棉花现蕾、开花及产量形成适宜温度指标的下限,花后较长时间的阴寡、低温天气,棉株代谢减慢,降低了光合产物从叶片向蕾铃输入的速度,使蕾铃得不到足够的营养而造成大量脱落。秋季气候虽然干燥,但过量浇灌常引起茎叶疯长,从而消耗较多营养,影响棉铃正常生长而导致僵烂铃增加。如1995年开花—裂铃期的7月上旬至9月中旬,由于阴寡日数较多,日照时数比历年偏少74.3 h,日照百分率小于75%,导致棉铃长势缓慢,加之当年秋灌略迟,灌后棉珠营养生长虽然较快,但大多发育缓慢蕾铃仍然得不到足够的营养而造成当年僵烂铃率和蕾铃脱落率均高达30%以上。

3.2.2 对株铃数和单铃重的影响

棉花性喜温暖干燥气候,整个生育期需要较多的热量。7~8月是棉花花铃生长的主要时期,丰富的热量资源有利棉花保铃增铃,易形成较高产量。公式(4)、(5)表明,棉花株铃数与7月上旬至8月中旬平均最低气温、开花—停生期 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温和日照时数显著正相关;棉花单铃重与五真叶—现蕾期平均气温、9月下旬日照时数显著正相关,而与7月中旬平均最高气温显著负相关。说明花铃期的平均气温越高,热量越充足,越有利于棉铃数的增加;极端性的高、低温可改变矿物质和贮存物的积累速率,导致花蕾及胚珠发育不良。敦煌地处甘肃河西地区,7~8月虽是当地热量条件最为充沛时期,但仍处于棉花生长热量需求的下限,昼夜温差大,夜温明显不足降低了棉株营养积累速率,导致花蕾及胚珠发育不良,单铃胚珠数减少;白天高温可造成棉铃代谢紊乱,显著地增大了单铃不孕籽率,进而影响棉花株铃数和单铃重^[8]。9月下旬棉花进入吐絮盛期,阴寡天气不仅影响棉花正常吐絮,弱光还会减慢光合产物从叶片输入花铃的速度,进而影响棉花单铃重和纤维质量。如2001年7月上旬至8月中旬平均最低气温 35.2°C ,较常年偏低 1.0°C ,棉花开花—停生期 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温 $2096.4^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,日照时数 924.9 h ,分别偏少 $44.6^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 和 78.7 h ,低温、寡照造成当年株铃数仅为4.5个/株,偏少2.2个/株。2000年棉花五真叶—现蕾期平均气温 23.0°C ,偏低 1.8°C ,7月中旬平均最高气温 38.0°C ,偏高 0.8°C ,9月下旬日照时数 83.3 h ,偏少 10.3 h ,单铃重 5.1 g/个 ,减少 0.6 g/个 。

3.2.3 对产量的影响

公式(6)显示,敦煌棉花产量与6月中旬至8月中旬平均最高气温显著负相关,而与8~9月日照时数显著正相关,说明热量条件是影响灌溉农业区棉花产量的主要气候因素。6月中旬至8月中旬平均最高气温越高,8~9月日照时数越少,棉花产量越低。6月中旬至8月中旬是当地棉花现蕾—裂铃生长关键期,也是一年中气温最高时期^[9],平均最高气温达35~42℃,一般超过35℃以上高温天气可使棉株光合作用受到抑制,超过40℃光合作用就会停止,同时高温还可降低花粉活力,使子房受精不良而脱落,进而影响产量。8~9月是棉花盛花后产量形成的关键期,如果此期间光照不足,光合作用减弱,可造成棉株有机养料供应不足,很难形成较高产量。如2010年,6月中旬至8月中旬平均最高气温37.8℃,偏高1.2℃;8~9月日照时数566.5h,偏少41.0h,减产150kg/hm²。

4 结论

(1)敦煌地区初夏以后虽然气温回升较快,但平均气温仍然处于棉花现蕾、开花及产量形成适宜温度指标范围的下限,气温日较差极大。初夏6月棉花现蕾期低温使矿物质和贮存物的积累速率下降,导致花蕾及胚珠发育不良;盛夏7月白天高温导致单铃胚珠数减少而提高了单铃不孕率,易造成蕾铃脱落;棉花吐絮盛期9月下旬阴寡天气不仅影响棉花正常吐絮,弱光还会减慢光合产物从叶片输入花铃的速度,影响棉花单铃重和纤维质量,而且光照

的明显不足和秋季过量浇灌,导致僵烂铃增加。

(2)敦煌属戈壁灌溉农业区,除气候因素外,水肥管理、农技措施等对棉花产量因素的影响也很大,实际生产中可根据棉花生长发育规律与外界气象条件的变化,采取合理的灌溉措施,保持光、温、水、肥等因素的适宜状态,以使棉株生理活动正常运行。此外,选用株型结构好,结铃率高,抗病力强,脱落率低的丰产品种,适当布设行株配置方式和密度,合理进行施肥和耕种管理,科学地使用生长调节剂,以及对病虫害的及时防治等,都可以减少蕾铃脱落,增加棉花产量。

参考文献:

- [1] 张永红,李湘阁,葛徽衍,等.气候变化对陕西棉花产量影响的情景分析[J].中国农业气象,2006,27(2):111-113.
- [2] 潘旭东,孙自武,冯亚静,等.新疆北疆不同积温条件下棉花生育进程及生长解析[J].中国农学通报,2011,27(5):274-280.
- [3] 冯利平,刘德章,韩学信.棉花生育阶段与温度、水分及日照的关系[J].华北农学报,1990,5(1):57-63.
- [4] 孟建朝,葛朝红,王玉纯,等.棉花烂铃的原因及防治办法[J].现代农村科技,2009(17):10.
- [5] 王建英,韩相斌,王超,等.豫东北主要农作物对气候变暖的响应[J].气象与环境科学,2009,32(1):43-46.
- [6] 欧阳海,郑步忠,王雪娥,等.农业气候学[M].北京:气象出版社,1990.282-289.
- [7] 邓振镛.高原干旱气候作物生态适应性研究[M].北京:气象出版社,2005.119-125.
- [8] 张洁,白青华,马鸿勇.气候变化对河西走廊中部地区主要农作物的影响[J].干旱气象,2013,31(2):309-312.
- [9] 王有恒,谭丹,赵红岩.近50a来甘肃省极端高温时间变化特征[J].干旱气象,2012,30(3):410-414.

Climate Characteristics and Its Influence on Cotton Yield in Dunhuang of Gansu Province

WANG Xiuqin¹, WU Tingfang²

- (1. Dunhuang Meteorological Bureau of Gansu Province, Dunhuang 736200, China;
2. Tianshui Meteorological Bureau of Gansu Province, Tianshui 741000, China)

Abstract: Though the climatic conditions of Dunhuang in Gansu Province are suitable for cotton growing, the heat is in the lower value of cotton normal growth, and it greatly affects on yield and quality of cotton in Dunhuang. This article analyzed the influence of meteorological conditions on cotton bolls number, single boll weight, rotting rate, dropping rate and yield of cotton during the whole growth period using the observation data of Dunhuang agricultural meteorological station from 1983 to 2012. Results are as follows: The temperature at the budding and flowering stages, the heat at the late flowering stage and irrigation amount at boll opening stage played important roles to the boll rotting and dropping. The higher average temperature and more heat at flowering and boll setting stages of cotton would be more beneficial to increase the quantity of bolls. From early July to middle August, the insufficient temperature at night reduced the accumulation rate of mineral and storage of cotton plant, which would lead to poorly developed flower buds and ovules, and then the quantity of ovules for single boll decreased. The high temperature in middle July can be easy to cause metabolic disturbance of cotton bolls, bring about sterility of single boll and make the quantity of bolls insufficiency and the weight decrease, and finally result in a decrease of yield.

Key words: Dunhuang; ecological climate; cotton; yield; impact