

温度对棉花产量结构及发育速度的可能影响*

张建华 余行杰 李迎春

(新疆气象科学研究所, 乌鲁木齐 830002)

提 要

该文利用新疆农业气象观测资料, 在构建棉花品种熟性指数的基础上, 建立了温度对不同品种棉花产量结构及发育速度影响的模式, 进一步分析了温度变化对不同品种棉花单株铃数、单铃重、霜前花比例及发育速度的可能影响. 该文对棉花生产气象监测、预测及评价工作有重要参考价值.

关键词: 棉花 温度 可能影响

引 言

棉花是新疆主要经济作物. 新疆气候干燥, 日照充足, 日较差大, 病虫害相对较少, 棉花品级和产量较高, 经济效益高, 有着发展棉花生产的巨大优势和潜力. 国家决定把新疆建成商品棉和优质棉的重要基地. 但是, 新疆年度间热量资源不稳定, 春秋季霜冻冷害和夏季低温对棉花产量和品质有很大影响^[1, 2], 因此, 必须明确温度变化对棉花生产的影响, 进一步搞好棉花生产气象监测、预报及评价工作, 为自治区党政部门和农业生产部门宏观与微观决策提供科学依据.

1 材料和方法

本文选取新疆 23 个棉花气象监测台站 1980~1993 年的农气表-1 资料. 各站地理位置涉及 $36^{\circ}52' \sim 44^{\circ}54'N$, $75^{\circ}57' \sim 93^{\circ}14'E$ 的范围, 海拔高度在 $-49.1 \sim 1427.0$ m 之间. 棉花生长期间热量条件差异较大, 最热月(7月)平均温度在 $22.6 \sim 32.7$ $^{\circ}C$, ≥ 10 $^{\circ}C$ 积温在 $3311 \sim 5391$ $^{\circ}C$, 无霜期 175~242 天. 种植的棉花包括早熟, 中熟及中晚熟陆地棉和早熟, 中早熟长绒棉等 20 多个品种.

利用数理统计分析方法, 首先构建品种熟性指数, 进而建立温度影响模式, 最后分析温度变化对棉花产量结构及发育速度的可能影响.

* 1996-05-20 收到, 1996-09-11 收到再收稿.

2 棉花品种熟性指数

棉花品种类型繁多, 就其熟性(即生育期天数)而言, 一般可分为特早、早、中早、中晚、晚熟等, 这些品种从播种至吐絮期间生育天数相差较大. 即使熟性相同的品种, 对陆地棉、长绒棉来说, 其全生育期天数也不同, 而各发育阶段的天数变化就更大. 并且, 不同品种棉花单株结铃数、单铃重是不同的, 因此在分析环境因素对棉花生长发育及产量形成的影响时, 不能忽略品种间的差异.

本文提出一个棉花品种熟性指数(H), 其计算方法如下:

$$H_{jk} = \frac{\bar{N}_j}{\bar{N}_{jk}} \quad (1)$$

$$\bar{N}_j = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M \bar{N}_{jk} \quad (2)$$

$$\bar{N}_{jk} = \frac{1}{n_{jk}} \sum_{i=1}^{n_{jk}} N_{jki} \quad (3)$$

其中 H_{jk} 为 k 品种 j 发育阶段的品种熟性指数, \bar{N}_j 为不同品种 j 生育期天数的平均值, \bar{N}_{jk} 为 k 品种 j 生育期天数平均值, n_{jk} 为 k 品种 j 生育期天数的样本数, N_{jki} 为 k 品种 j 生育期第 i 样本的天数, M 为品种样本数.

由上式可以看出, H 的意义有以下几点:

① H 是定量描述品种熟性的一种尺度, H 既可区分不同品种棉花整个生育期长短, 也可描述不同品种棉花某发育期天数的不同; ② H 值越大, 说明某品种全生育期或某生育期天数越少, 反之, 则越多; ③ H 可作为品种熟性因子嵌入棉花模式, 尤其是发育模式.

把棉花分成播种至开花($j=1$), 开花至吐絮($j=2$)两个阶段, 并考虑播种至吐絮($j=3$), 分别计算了新疆棉花主要品种的 H 值(见表 1).

表 1 部分棉花品种熟性指数计算值

品 种	N_1	N_2	N_3	H_1	H_2	H_3	n	品种熟性
108	94	67	161	0.88	1.01	0.93	28	中熟
大铃棉	86	67	153	0.97	1.00	0.98	15	中熟
军海一号	75	74	150	1.11	0.91	1.01	16	早熟长绒棉
军棉一号	86	74	159	0.97	0.91	0.94	47	中熟
新海棉系	78	64	141	1.07	1.06	1.07	20	早熟长绒棉
新陆早一号	78	63	140	1.07	1.07	1.07	62	早熟

上表中 N_1 、 N_2 、 N_3 分别指各品种播种至开花、开花至吐絮、播种至吐絮期间生育天数的平均值, H_1 、 H_2 、 H_3 为相应阶段的品种熟性值, n 为样本数.

在确定棉花品种的熟性时, 可用 H_3 值来划分, 早熟品种的 H_3 值大于 1, 中晚熟品种的 H_3 值小于等于 1, 应该注意的是, 划分陆地棉和长绒棉熟性的 H_3 值不一样, 同样的熟性, 长绒棉的生育期长度大于等于陆地棉. 利用 H_1 、 H_2 值可确定棉花品种从播种

至开花, 开花至吐絮生育阶段的长短。

3 温度影响模式

3.1 温度影响棉花产量结构的模式

棉花皮棉产量主要取决于种植密度、单株铃数、单铃重及衣分率 4 个要素, 种植密度在定苗后就基本确定, 衣分率(μ)主要取决于品种类型, 晚熟品种衣分率往往较高。 μ 与 H 有良好的线性关系, μ 与 $H_1 \sim H_3$ 的相关系数在 0.2416~0.3018, 其中与 H_3 的相关系数最高:

$$\mu = 0.6411 - 0.2788 H_3 \quad (4)$$

$$n = 153, R = 0.3018^{**}, E = 9.0\%$$

n 为样本数, R 为相关系数, E 为历史拟合的平均相对误差, ** 指在 $\alpha=0.01$ 信度水平上显著(下文同)。

因此, 研究温度对棉花产量的影响, 主要是分析温度对单株铃数(B_N)、单铃重(B_W)的影响。另外, 本文也分析了温度对霜前花比例的影响。

(1) 温度影响单株铃数的模式

统计分析表明, 棉花单株铃数与播种至开花、开花至吐絮、播种至吐絮期间的平均气温有良好的线性关系。其中以开花至吐絮阶段平均气温(T_2)的相关系数最高。单株铃数与此阶段的品种熟性指数(H_2)呈正相关。说明早熟品种往往以多铃争高产。其统计方程如下:

$$B_N = -17.4978 + 0.6013 \bar{T}_2 + 10.2518 H_2 \quad (5)$$

$$R = 0.6133^{**}, E = 8.2\%, n = 153$$

(2) 积温影响单铃重的模式

棉铃发育与开花至吐絮阶段 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温 ΣT_2 有密切关系, 单铃重随积温的增加而增加^[3], 而与品种熟性指数(H_2)呈负相关。说明晚熟品种往往以增加铃重争高产。其统计方程如下:

$$B_W = 11.9837 + 2.5579 \times 10^{-4} \Sigma T_2 - 7.8642 H_2 \quad (6)$$

$$R = 0.4368^{**}, E = 9.5\%, n = 153$$

(3) 积温影响霜前花比例的模式

吐絮至停止生长期 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温 ΣT 越多, 霜前花比例(ϵ)越高, 同时品种熟性指数(H_3)越大, 即品种越早熟, 霜前花比例也越高。统计结果如下:

$$\epsilon = 0.4476 + 1.4747 \times 10^{-4} \Sigma T + 0.3017 H_3 \quad (4)$$

$$R = 0.3856^{**}, E = 10.4\%, n = 153$$

3.2 温度影响发育速度的模式

作物发育速度(v)与气象条件(x)、作物品种熟性指数(H)的关系可表示为:

$$V = F(x, H) \quad (8)$$

棉花播种至开花、开花至吐絮、播种至吐絮期间的发育速度与温度、品种熟性指数的关系, 可用下式描述:

$$V_i = \frac{1}{N_i} = a_i + b_i \bar{T}_i + c_i H_i \quad (9)$$

式中 $i=1, 2, 3$ 分别指播种至开花, 开花至吐絮, 播种至吐絮 3 个阶段, N_i 指相应阶段的生育天数. 各阶段模式系数确定及检验见表 2.

从表 2 可以看出, 棉花生育期间各阶段发育速度与该期间平均温度呈正相关, 与品种熟性指数呈正相关. 说明早熟品种的发育速度快于晚熟品种.

表 2 温度影响棉花发育速度模式的检验及参数确定

发育阶段	模式参数			统计量		
	a	b	c	R	E	n
播种至开花	-6.3361×10^{-3}	4.0191×10^{-4}	1.0096×10^{-2}	0.7513 **	7.5%	153
开花至吐絮	-4.9118×10^{-3}	4.2202×10^{-4}	9.8200×10^{-2}	0.6635 **	8.9%	153
播种至吐絮	-1.1006×10^{-3}	1.0768×10^{-4}	5.4481×10^{-3}	0.6488 **	6.5%	153

4 温度可能影响分析

将温度、品种因子输入上文建立的模式, 即可分析不同品种棉花对温度时空分布变化的反应. 根据新疆各站农气表-1 资料, 取各发育阶段平均气温从 15°C 增至 35°C 、开花至吐絮期间积温从 1000°C 增至 2000°C 、吐絮至停止生长期积温从 0°C 增至 1700°C 时, 分析温度变化对不同品种棉花的影响. 本文选新陆早一号(早熟陆地棉), 大铃棉(中熟陆地棉)、军海一号(早熟长绒棉)进行分析.

4.1 温度对棉花产量结构的可能影响分析

(1) 温度对单株铃数的可能影响

由式(5)可看出, 当开花至吐絮期间平均气温从 15°C 增至 35°C 时, 单株铃数随温度升高而增加, 并因品种而异. 期间平均温度每变化 1°C , 不同品种棉花单株铃数变化 0.6 个. 在相同温度条件下, 各品种影响单株铃数的位次是: 新陆早一号 > 大铃棉 > 军海一号. 也就是说, 开花至吐絮期间生育日数越长的品种, 在期间温度条件相同的情况下, 其单株铃数越少.

(2) 温度对单铃重的可能影响

从式(6)可以看出, 当开花至吐絮期间 $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温从 1000°C 增至 2000°C 时, 单铃重随积温增加而增加, 但增加幅度较小. 对同一品种, 积温每变化 100°C , 单铃重仅变化 0.0256g . 品种因素对单铃重影响较大, 在相同积温条件下, 品种影响单铃重的位次是: 军海一号 > 大铃棉 > 新陆早一号. 说明开花至吐絮期间生育天数越长的品种, 在期间积温条件相同时, 其单铃重越重.

(3) 积温对霜前花比例的可能影响

由式(7)可以看出, 当吐絮至停止生长期 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温从 0°C 增至 1700°C 时, 霜前花比例随积温增加而增加, 且因品种而异. 期间积温每变化 100°C , 霜前花比例变化 1.5% . 在同样积温条件下, 各品种霜前花比例的变化位次是: 新陆早一号 > 军棉一号 > 大铃棉. 要达到 90% 的霜前花, 新陆早一号从吐絮至停止生长需积温 $850 \sim 900^\circ\text{C}$, 大

铃棉需积温 1050~1100 °C, 军棉一号需积温 1000~1050 °C.

4.2 温度对发育速度的可能影响分析

从表 2 可以得出, 当棉花发育各阶段平均气温从 15 °C 增至 35 °C 时, 发育速度随温度升高而加快, 发育期天数随温度升高而缩短. 温度每变化 1 °C, 生育期天数变化 1~5 天, 具体情况因品种而异. 在同样的温度条件下, 品种影响发育速度的位次是: 在播种至开花阶段, 军海一号; 新陆早一号 > 大铃棉; 在开花至吐絮阶段, 新陆早一号 > 大铃棉 > 军海一号; 在播种至吐絮阶段, 新陆早一号 > 军海一号 > 大铃棉.

对同一品种, 不同阶段发育速度随温度的变化位次是: $\Delta V_2 > \Delta V_1 > \Delta V_3$. 可见, 棉花发育速度因品种、发育阶段、温度而异, 并与温度、品种熟性指数呈正相关.

5 结束语

(1) 模式分析表明, 在灌溉用水充足的条件下, 温度在一定范围内升高, 可使棉花生育期缩短, 棉花产量、品质提高; 如果温度降低, 结果则相反. 温度对棉花的影响因品种而异, 单株铃数、霜前花比例、发育速度与品种熟性指数呈正相关, 单铃重、衣分率与品种熟性指数呈负相关.

(2) 新疆棉区分布范围广, 气候迥异, 品种布局尤为关键. 北疆棉区受热量条件的限制, 应提倡种植优质特早熟、早熟陆地棉品种. 南疆棉区热量资源较丰富, 应提倡种植优质早熟, 中熟陆地棉及早熟、特早熟长绒棉. 东疆棉区热量资源丰富, 应提倡种植优质中熟、中晚熟陆地棉和中熟、中早熟长绒棉^[1].

(3) 针对新疆冬夏长、春秋短、秋季降温快、空气干燥的气候特点, 在栽培技术上要充分作到趋利避害, 继续全面推行以“矮密早”为中心的地膜植棉技术路线, 遵循“前期积极促进, 中期促控结合, 后期适当控制”的原则, 确保新疆棉花生产稳步发展.

参考文献

- 1 徐德源主编. 新疆农业气候资源及区划. 北京: 气象出版社, 1989. 147~157.
- 2 郑维, 林修碧编著. 新疆棉花生产与气象. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1993. 13~80.
- 3 张建华, 李迎春. 棉铃生长发育的积温模式. 见: 张建华, 黄敬峰等主编, 农牧业生产模拟研究. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1996. 53~56.

THE POTENTIAL INFLUENCE OF TEMPERATURE ON COTTON YIELD STRUCTURE AND DEVELOPMENT RATE

Zhang Jianhua Yu Xingjie Li Yinchun

(Xinjiang Research Institute of Meteorological Science, Urumqi 830002)

Abstract

On the basis of variety maturity index of cotton, a model of the influence of temperature on yield structure and development rate for different cotton varieties is set up. by using agro meteorological observational data from Xinjiang, agrometeorological stations during 1980~1993. The potential influences of temperature change on ball number of single plant, single ball weight, the percentage of flower before frosting and development rate of different cotton varieties are analyzed. This work is significant in the agrometeorological monitoring, prediction and assessment of cotton production.

Key words: Cotton Temperature Potential influence