

主要气象因子与抗虫杂交棉纤维品质的关系

王朝晖¹, 钟林光¹, 李景龙²

(1 常德职业技术学院 生物系, 湖南 常德 415000; 2 湖南省棉花科学研究所, 湖南 常德 415101)

【摘要】 **【目的】** 研究不同年份主要气象因子与抗虫杂交棉纤维品质性状的量化关系, 为提高棉花纤维品质提供理论依据。 **【方法】** 采用灰色关联分析、相关分析和逐步回归法等, 对“中棉 29 号”和“湘杂棉 3 号”进行不同年份气象因子与纤维品质间的定量分析。 **【结果】** 在湖南省气候条件与栽培技术体系下, 棉花纤维品质指标中以麦克隆值的变异系数最大, 以 7 月中下旬至 8 月上旬所结棉桃的纤维品质最优; 相关分析表明, 光照时间长、温度高有利于棉纤维成熟, 麦克隆值、纤维长度、比强度同时增加; 灰色关联分析表明, 温度、日照时数是影响棉花纤维综合品质的主导因子; 棉花纤维长度、纤维整齐度、比强度三者的信息量占总信息量的 91.16%; 温度、日照时数对提高纤维品质有利, 空气湿度不利于纤维品质的提高, 降水量在一定的范围内对纤维综合品质起正作用, 超过一定范围后反而起负作用。 **【结论】** 温度在 30~31 ℃、光照时间在 6~10 h、空气湿度在 65%~74%、降水量均匀且在 2~4 mm 时, 棉花纤维品质最优。

【关键词】 气象因子; 抗虫杂交棉; 纤维品质; 湖南省

【中图分类号】 S162.5+4; S562

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)08-0101-08

Study on the relationship between main meteorological factors and fiber quality of insect-resistant hybrid cotton

WANG Zhao-hui¹, ZHONG Lin-guang¹, LI Jing-long²

(1 Biology Department of Changde Vocational Technical College, Changde, Hunan 415000, China;

2 Hunan Cotton Research Institute, Changde, Hunan 415101, China)

Abstract: **【Objective】** Study was done on the quantitative relationship between main meteorological factors and insect-resistant hybrid fiber quality in different years to supply theoretical basis for enhancing cotton fiber quality. **【Method】** The relationship was investigated between main meteorological factors and fiber quality of “Zhongmian No 29” and “Xiangzhamian No 3” in different years by using the interpretative methods of grey systematic theory, the correlation analysis and the gradual regression analysis. **【Result】** The results showed that: the fiber quality of summer bolls is the best and the variation coefficient of micronaire value is the largest in the fiber quality under the climate condition and cultivation technique in Hunan Province. Longer sunshine time and higher temperature are beneficial to fiber maturation and micronaire value, fiber length and specific strength are also increased by correlation analysis. The temperature and sunshine time are the dominant factors affecting the fiber comprehensive quality by the interpretative methods of grey systematic theory. The fiber length, the fiber uniformity and specific strength of cotton account for 91.16% of total information. Temperature and sunshine time are beneficial to improve the fiber quality, but the air humidity is not. The precipitation has positive effect on fiber comprehensive quality within a certain range and has negative effect when exceeding it. **【Conclusion】** The characteristics of cotton fiber are optimal when the temperature remain at 30—31 ℃, and the sunshine time 6—10 h, and the air humidity 65%—

* [收稿日期] 2008-11-25

[基金项目] 农业部全国优质棉基地县科技服务项目(2003-2); 湖南省常德市科技项目(2006ZD25)

[作者简介] 王朝晖(1973—), 男, 湖南汉寿人, 副教授, 硕士, 主要从事作物遗传育种、栽培学及植物种质资源研究。

74%, and the precipitation 2—4 mm.

Key words: meteorological factor; insect-resistant hybrid cotton; fiber quality; Hunan Province

棉纤维是棉花的重要组成部分,又是重要的纺织工业原料。棉花纤维品质与纺织品质量、国内外市场竞争力及整个植棉业的发展密切相关。现代纺织工业对原棉品质的要求,是在一定绒长基础上侧重强调纤维强度和麦克隆值等内在品质。而我国大部分棉区的原棉还难以满足这种要求,与国外优质棉的品质仍有一定差距。影响棉纤维品质的环境因子很多,主要有土壤、气象条件等。气象因子作为影响棉纤维品质的主要因子之一,对棉纤维品质形成和最终品质具有重要的调控作用。研究气象因子与棉花纤维品质的关系,对实现优质棉合理布局、生态育种和改进棉花品质具有一定指导意义^[1]。

有关气象单因子对棉花纤维品质影响的研究较多^[2-4],主要集中在气象单因子与棉花纤维单个品质指标的相关性等方面。但研究气象因子对棉花纤维品质的影响,应从综合气象因子对棉纤维综合品质的影响方面进行分析,分析也不仅是简单相关分析,还应运用多种统计方法深入分析影响棉花纤维品质的气象因子的动态变化及相对影响程度。目前,就不同年份综合气象因子对棉花纤维品质影响的研究较少,尤其在湖南省特殊气候条件下的研究尚未见报道。为此,本研究采用灰色系统、相关分析和逐步回归法,研究了湖南省不同年份影响棉花纤维品质的气象因子动态变化及相对影响程度,以期为进一步提高湖南省棉花纤维品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试棉花品种为“中棉 29 号”和“湘杂棉 3 号”,分别由中国棉花科学研究所和湖南省棉花科学研究所提供。

1.2 试验设计

试验于 2006~2007 年在湖南省常德职业技术学院生物科学园进行,试验地土壤为红壤,肥力中等。采用营养钵育苗,地膜覆盖栽培,04-15 播种,05-20 移栽,株行距 0.4 m×0.9 m,小区面积 21.6 m²,随机区组排列,重复 3 次。栽培管理按湖南省地方标准 DB/T-88 进行。

1.3 测定项目

在棉花开花之日起定期分批挂牌,每时期每处理选 300 朵挂牌,分批单独收获。空气湿度根据干

湿球测湿的原理自行测定,温度、降水量和日照时数由当地气象站提供。纤维样本送中国农业科学院棉花研究所农业部纤维检验检测中心,用美国 HV1900 测试系统测量纤维长度、纤维整齐度、比强度、纤维伸长率、麦克隆值、纺纱指数、反射率、黄度等 8 个主要指标,重复测定 3 次,取平均值。

1.4 数据处理

1.4.1 棉花纤维品质的综合评价 (1)由于表示纤维品质指标的量纲不一,很难进行直接加权比较,必须先进行标准化处理,然后再根据指标重要性加权综合评价。因此,首先利用 DPS 数据处理系统,对棉花纤维品质指标进行数据标准化处理^[5-6]。

$$X_{i(k)} = (X'_{i(k)} - \bar{X}_i) / S_i$$

式中: $X_{i(k)}$ 为原始数据标准化处理结果, $X'_{i(k)}$ 为各原始数据, $\bar{X}_i$ 为同一性状平均值, S_i 为同一性状标准差。

(2)根据重要性对棉花纤维品质的 6 个主要评价指标进行排序,排序结果为比强度>纤维长度>麦克隆值>纤维整齐度>纤维伸长率>纺纱指数。

(3)根据二项式系数法确定各指标权重系数。

$$W_i = 1/2^{m-1} \cdot C_{m-1}^{i-1}$$

式中: W_i 为第 i 个目标的权重系数,其中 $W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6$ 分别代表比强度、纤维长度、麦克隆值、纤维整齐度、纤维伸长率、纺纱指数的权重系数,其值分别为 0.312 5, 0.312 5, 0.156 25, 0.156 25, 0.031 25 和 0.031 25^[7]; m 表示纤维评价指标数。

(4)计算第 j 个方案的得分数,计算公式为:

$$U_{j(x)} = \sum_{i=1}^n W_i \cdot X_{ij}, (j=1, 2, \dots, n)$$

式中: X_{ij} 表示第 i 个纤维评价指标的标准化处理数据。

1.4.2 纤维品质贡献率 纤维品质贡献率是指某一时期综合品质得分占全期品质得分的比例,其计算公式为:

$$X' = X_j / \sum_{i=1}^n X_j, (j=1, 2, \dots, n)$$

1.4.3 灰色关联度分析 按照灰色系统理论,将不同气候条件下棉花的主要纤维性状作为一个灰色系统,每一个性状指标为系统中的一个因素,计算系统中各因素的关联度,其值越大,说明因素变化趋势越接近,其相互关系越密切;反之相互关系越远。

关联系数的计算公式为^[8]:

$$\xi_{i(k)} = \frac{\min_i \min_k \Delta i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta i(k)}{\Delta i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta i(k)}。$$

式中: $\Delta i(k) = |x_{0(k)} - x_{i(k)}|$,表示 X_0 (棉花纤维品质数列)与 X_1 (气候因子数列)在 K 点的绝对差值; $\min_i \min_k$ 为两极最小差, $\max_i \max_k$ 为两极最大差; ρ 为分辨系数,取值在 $[0,1]$,一般取 $\rho=0.5$ 。

1.4.4 主成分分析 按照主成分分析理论,采取一种降维方法,在纤维品质性状中找出几个综合因子来代表原来较多的变量,使这些综合因子尽可能反映原来的信息量,而且彼此之间互不相关,从而达到简化的目的。

1.4.5 回归分析法 由于影响棉花纤维品质的气象因素很多,而这些因素之间可能存在多重共线性,且这些因素存在高度依赖性关系,因而本研究在相关回归分析中采用多项式逐步回归分析法。

1.4.6 通径分析 在相关分析与回归分析的基础上,进一步研究因变量与自变量之间的数量关系,并

将相关系数分解为直接作用系数和间接作用系数。直接作用系数反映了各性状对目标性状在遗传上的直接作用,而一个性状通过另一个性状对目标性状在遗传上的间接作用,等于 2 个性状直接作用系数的乘积。

1.4.7 各气象因子编码 主要气象因子中温度、降水量、日照时数、空气湿度各因子是指挂花后 15 d 的日平均值,分别用 X_1, X_2, X_3, X_4 表示。

1.4.8 数据统计分析工具 采用的数据统计系统有 Excel 2000 和 DPS 数据处理系统^[9]。

2 结果与分析

2.1 不同时期棉花纤维品质的变异分析

变异系数是测定作物性状受一定环境条件影响发生变异程度的一个指标,也能够反映作物性状的遗传稳定性。从表 1 可知,纤维品质变异系数从高到低排序依次为麦克隆值、纺纱指数、黄度、比强度、纤维伸长率、反射率、纤维长度、纤维整齐度。

表 1 棉花主要纤维品质的平均效应和变异系数

Table 1 Average effects and variation coefficient of main cotton fiber quality

品质性状 Quality character	项目 Item	2006		2007	
		中棉 29 号 Zhongmian No 29	湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	中棉 29 号 Zhongmian No 29	湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3
纤维长度/mm Fiber length	平均值 Average	29.43±0.66	28.90±0.55	30.30±1.28	29.48±2.23
	变幅 Amplitude	28.10~29.83	28.10~29.97	29.30~32.00	28.20~31.90
	变异系数 C.V	0.027 536	0.025 707	0.037 412	0.050 621
纤维整齐度/% Fiber uniformity	平均值 Average	83.35±0.36	83.78±0.56	84.24±0.96	84.34±4.11
	变幅 Amplitude	82.35~84.20	82.77~84.67	83.30~85.60	82.90~87.80
	变异系数 C.V	0.007 223	0.008 945	0.011 619	0.024 046
比强度/ (cN·tex ⁻¹) Specific strength	平均值 Average	27.58±3.57	25.97±3.55	28.72±2.12	29.10±3.34
	变幅 Amplitude	25.40~30.70	23.85~29.20	27.20~30.60	26.60~31.20
	变异系数 C.V	0.068 535	0.072 529	0.050 661	0.062 803
纤维伸长率/% Fiber elongation percentage	平均值 Average	8.23±0.19	8.05±0.09	5.10±0.07	5.40±0.09
	变幅 Amplitude	7.50~8.75	7.73~8.57	4.80~5.40	5.10~5.80
	变异系数 C.V	0.053 552	0.038 135	0.049 990	0.053 990
麦克隆值 Micronaire value.	平均值 Average	4.52±0.15	4.71±0.13	4.76±0.15	4.74±0.25
	变幅 Amplitude	3.97~4.80	4.30~5.30	4.40~5.40	4.30~5.50
	变异系数 C.V	0.084 304	0.076 944	0.082 175	0.105 062
反射率/% Reflectivity	平均值 Average	73.21±15.68	73.64±20.95	72.48±10.77	72.28±21.14
	变幅 Amplitude	71.20~79.10	69.50~78.50	71.10~77.80	65.10~77.80
	变异系数 C.V	0.049 680	0.035 241	0.045 282	0.052 607
黄度 Yellowness	平均值 Average	7.45±0.22	7.25±0.20	7.96±0.23	7.36±0.27
	变幅 Amplitude	7.10~8.20	7.00~8.10	7.30~8.40	6.80~8.00
	变异系数 C.V	0.069 220	0.074 950	0.060 641	0.070 338
纺纱指数 Spinning index	平均值 Average	137.5±67.2	140.1±81.2	136.6±92.3	138.2±78.7
	变幅 Amplitude	123~145	126~150	125~147	129~149
	变异系数 C.V	0.071 352	0.075 970	0.070 332	0.074 192

2.2 不同时期棉花纤维品质的综合评价结果

从表 2 可以看出,2006-07-15(伏前桃)的棉花纤维品质最差,“中棉 29 号”在此期的纤维品质贡献

率为 3.26%,“湘杂棉 3 号”为 5.21%;2006-07-16 至 2006-08-09(伏桃)的棉花纤维品质最好,“中棉 29 号”在此期的纤维品质贡献率为 50.20%,“湘杂棉 3

号”为 58.57%；2006-08-10 至 2006-08-30(秋桃)，
“中棉 29 号”的纤维品质贡献率为 29.12%，“湘杂
棉 3 号”为 19.45%；2006-09-10 及以后(晚秋桃)，
“中棉 29 号”的纤维品质贡献率为 17.42%，“湘杂
棉 3 号”为16.78%。即随着棉花生育期推进,纤维品
质呈低-高-较低的变化趋势；2006 年的 07-16 至 09-
10,“中棉 29 号”和“湘杂棉 3 号”的纤维品质贡献率
分别为 79.32%和 78.02%；晚秋桃与秋桃纤维品质
相当。

2007 年,伏桃纤维品质最好,“中棉 29 号”和

“湘杂棉 3 号”的纤维品质贡献率分别为 75.82%和
67.94%；与 2006 年相比,伏前桃纤维品质反而较秋
桃、晚秋桃纤维品质好,这与 2007 年 8 月末和 9 月
份气温不高、光照时间不长有关。

2008 年也以伏桃纤维品质为最好,“中棉 29 号”
和“湘杂棉 3 号”的纤维品质贡献率分别为 62.30%和
62.20%。随着棉花生育期推进,纤维品质呈低-高-
较低的变化趋势,与 2006 年变化趋势相仿。

2006~2008 年棉花纤维品质均以 7 月中下旬
至 8 月上旬的伏桃最优。

表 2 各时期棉花纤维品质的综合评价结果

挂花日期 Burring date	纤维品质得分 Fiber quality score		纤维品质贡献率/% Fiber quality contribution rate	
	中棉 29 号	湘杂棉 3 号	中棉 29 号	湘杂棉 3 号
	Zhongmian No 29	Xiangzamian No 3	Zhongmian No 29	Xiangzamian No 3
2006-07-15	0.091	0.130	3.26	5.21
2006-07-26	0.779	0.769	27.86	30.80
2006-08-09	0.625	0.693	22.34	27.77
2006-08-19	0.321	0.235	11.50	9.40
2006-08-30	0.492	0.251	17.62	10.05
2006-09-10	0.487	0.419	17.42	16.78
2007-07-12	0.243	0.364	12.66	18.91
2007-07-27	0.841	0.841	43.78	43.72
2007-08-09	0.616	0.466	32.04	24.22
2007-08-26	0.089	0.067	4.64	3.50
2007-09-10	0.132	0.186	6.88	9.64
2008-07-15	0.107	0.109	4.24	4.66
2008-07-25	0.816	0.768	32.20	32.70
2008-08-09	0.763	0.693	30.10	29.50
2008-08-20	0.336	0.312	13.25	13.30
2008-08-30	0.288	0.291	11.35	12.38
2008-09-10	0.225	0.175	8.86	7.46

2.3 气象因子与棉花纤维品质的关系分析

2.3.1 相关分析 从表 3 可以看出,温度与纤维长
度、纤维整齐度、比强度、纺纱指数和棉花纤维综合
得分呈显著或极显著正相关,与黄度、纤维伸长率呈
显著负相关,与麦克隆值、反射率呈正相关；光照时
间与麦克隆值、比强度、纤维长度、纤维整齐度、纺纱
指数和棉花纤维综合得分呈显著或极显著正相关；

说明在一定范围内,光照时间长、温度高有利于棉花
纤维成熟,麦克隆值、纤维长度、比强度同时增加。
降水量与纤维长度、纤维整齐度、比强度、麦克隆值、
反射率和棉花纤维综合得分呈负相关,与黄度、纤维
伸长率呈正相关；空气湿度与纤维长度、纤维整齐
度、比强度、麦克隆值和棉花纤维综合得分呈负相
关,与其他指标呈弱的正相关或负相关。

表 3 棉花纤维品质与气象因子的相关分析

气象因子 Meteorological factor		年份 Year	品种 Variety	纤维长度 Length	纤维整齐度 Uniformity	比强度 Specific strength	纤维伸长率 Elongation percentage	麦克隆值 micronai-re	反射率 Reflectivity	黄度 Yellowness	纺纱指数 Spinning index	综合得分 Score
温 度 Tempera- ture	2006		中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.49	0.47	0.72	−0.70	0.57	0.42	−0.65	0.95**	0.59
			湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.75	0.89**	0.80*	−0.40	0.66	0.40	−0.71	0.93**	0.81*
	2007		中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.88*	0.94**	0.93**	−0.88*	0.79	0.58	−0.66	0.94**	0.92**
			湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.93**	0.78	0.98**	−0.79	0.77	0.39	−0.85*	0.93**	0.97**

续表 3 Continue table 3											
气象因子 Meteorological factor	年份 Year	品种 Variety	纤维长度 Length	纤维整齐度 Uniformity	比强度 Specific strength	纤维伸长率 Elongation percentage	麦克隆值 micronai-re	反射率 Reflectivity	黄度 Yellowness	纺纱指数 Spinning index	综合得分 Score
降水量 Precipitation	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	-0.85 *	-0.89 * *	-0.76 *	0.35	-0.39	-0.11	0.32	-0.60	-0.90 * *
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	-0.71	-0.33	-0.67	0.09	-0.50	-0.03	0.37	-0.58	-0.70
		中棉 29 号 Zhongmian No 29	-0.43	-0.56	-0.63	0.48	-0.54	-0.27	0.26	-0.56	-0.54
	2007	湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	-0.50	-0.28	-0.72	0.25	-0.56	0.08	0.35	-0.53	-0.58
		中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.38	0.55	0.69	-0.54	0.46	0.46	-0.49	0.62	0.56
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.67	0.93 * *	0.79 *	-0.27	0.55	0.39	-0.62	0.86 *	0.80 *
日照时数 Sunshine time	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.92 *	0.93 * *	0.93 * *	-0.68	0.96 * *	0.65	-0.54	0.77	0.93 * *
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.94 * *	0.78	0.88 *	-0.64	0.93 * *	0.25	-0.71	0.85 *	0.93 * *
	2007	中棉 29 号 Zhongmian No 29	-0.28	-0.47	-0.56	0.35	-0.08	0.22	-0.14	0.12	-0.46
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	-0.72	-0.96 * *	-0.57	-0.09	-0.38	-0.11	0.31	-0.23	-0.78 *
		中棉 29 号 Zhongmian No 29	-0.32	-0.22	-0.22	-0.37	-0.34	0.12	-0.41	0.10	-0.27
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	-0.15	0.01	0.07	0.10	-0.49	-0.32	0.05	-0.11	-0.03

2.3.2 关联分析

由表 4 可以看出,温度、日照时数与棉花纤维长度、纤维整齐度、比强度、麦克隆值、反射率、纺纱指数、综合得分的关联系数大,说明温

度、日照时间对这些性状的影响较降水量、空气湿度大,但降水量、空气湿度与黄度、纤维伸长率的关联系数较温度的大。

表 4 棉花纤维品质与气象因子的关联分析

Table 4 Result of correlation analysis between cotton fiber quality and meteorological factors

性 状 Character	年份 Year	品种 Variety	温度 X ₁ Temperature	降水量 X ₂ Precipitation	日照时数 X ₃ Sunshine time	空气湿度 X ₄ Air humidity	关联序 Relational order
纤维长度 Fiber length	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.407 01	0.239 93	0.338 54	0.315 48	X ₁ >X ₃ >X ₄ >X ₂
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.379 78	0.277 78	0.285 48	0.213 54	X ₁ >X ₃ >X ₂ >X ₄
		中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.438 70	0.264 37	0.526 49	0.194 28	X ₃ >X ₁ >X ₂ >X ₄
	2007	湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.457 29	0.340 14	0.547 88	0.250 77	X ₃ >X ₁ >X ₂ >X ₄
		中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.414 57	0.305 96	0.470 01	0.243 47	X ₃ >X ₁ >X ₂ >X ₄
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.494 84	0.213 26	0.513 66	0.309 56	X ₃ >X ₁ >X ₄ >X ₂
纤维整齐度 Fiber uniformity	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.514 22	0.342 26	0.525 48	0.285 74	X ₃ >X ₁ >X ₂ >X ₄
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.412 54	0.529 80	0.332 98	0.267 69	X ₂ >X ₁ >X ₃ >X ₄
		中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.376 06	0.240 86	0.380 30	0.252 00	X ₃ >X ₁ >X ₄ >X ₂
	2007	湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.415 36	0.296 39	0.441 68	0.220 75	X ₃ >X ₁ >X ₂ >X ₄
		中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.526 83	0.276 13	0.566 61	0.300 10	X ₃ >X ₁ >X ₄ >X ₂
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.745 51	0.349 60	0.427 69	0.240 94	X ₁ >X ₃ >X ₂ >X ₄
比强度 Specific strength	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0.188 08	0.374 82	0.193 66	0.320 90	X ₂ >X ₄ >X ₃ >X ₁
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0.347 88	0.257 22	0.229 93	0.327 79	X ₁ >X ₄ >X ₂ >X ₃
		中棉 29 号 Zhongmian No 29					

续表 4 Continue table 4

性 状 Characters	年份 Year	品 种 Variety	温度 X ₁ Temperature	降水量 X ₂ Precipitation	日照时数 X ₃ Sunshine time	空气湿度 X ₄ Air humidity	关联序 Relational order
纤维伸长率 Fiber elongation percentage	2007	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 205 70	0. 278 56	0. 300 42	0. 261 13	$X_3>X_2>X_4>X_1$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 186 49	0. 318 07	0. 207 53	0. 337 68	$X_4>X_2>X_3>X_1$
麦克隆值 Micronaire value	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 328 79	0. 251 40	0. 353 25	0. 245 50	$X_3>X_1>X_2>X_4$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 398 95	0. 295 05	0. 374 32	0. 217 10	$X_1>X_3>X_2>X_4$
	2007	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 362 67	0. 186 15	0. 581 25	0. 217 81	$X_3>X_1>X_4>X_2$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 502 94	0. 179 95	0. 488 56	0. 208 77	$X_1>X_3>X_4>X_2$
反射率 Reflectivity	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 356 81	0. 257 98	0. 392 45	0. 214 85	$X_3>X_1>X_2>X_4$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 379 25	0. 231 84	0. 319 27	0. 193 46	$X_1>X_3>X_2>X_4$
	2007	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 372 68	0. 237 61	0. 403 38	0. 221 07	$X_3>X_1>X_2>X_4$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 233 97	0. 277 42	0. 169 94	0. 161 51	$X_2>X_1>X_3>X_4$
黄度 Yellowness	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 203 45	0. 289 37	0. 238 97	0. 327 87	$X_4>X_2>X_3>X_1$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 211 34	0. 254 09	0. 266 93	0. 302 23	$X_4>X_3>X_2>X_1$
	2007	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 220 20	0. 220 24	0. 314 34	0. 290 19	$X_3>X_4>X_2>X_1$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 193 65	0. 325 12	0. 204 55	0. 337 14	$X_4>X_2>X_3>X_1$
纺纱指数 Spinning index	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 459 22	0. 348 53	0. 487 23	0. 239 01	$X_3>X_1>X_2>X_4$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 469 40	0. 381 90	0. 515 36	0. 242 71	$X_3>X_1>X_2>X_4$
	2007	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 508 15	0. 346 47	0. 401 67	0. 262 85	$X_1>X_3>X_2>X_4$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 550 54	0. 320 31	0. 476 78	0. 306 02	$X_1>X_3>X_2>X_4$
综合得分 Comprehen- sive score	2006	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 485 90	0. 236 05	0. 413 77	0. 245 55	$X_1>X_3>X_4>X_2$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 626 25	0. 237 96	0. 393 32	0. 230 09	$X_1>X_3>X_2>X_4$
	2007	中棉 29 号 Zhongmian No 29	0. 486 67	0. 331 90	0. 509 15	0. 252 59	$X_3>X_1>X_2>X_4$
		湘杂棉 3 号 Xiangzamian No 3	0. 594 94	0. 348 65	0. 688 15	0. 305 30	$X_3>X_1>X_2>X_4$

2.4棉花纤维品质性状之间的主成分分析

从表 5 可知,棉花纤维长度、纤维整齐度、比强度三者的信息量占总信息量的 91.157 1%,棉花纤维长度、麦克隆值、比强度三者的信息量只占总信息量的 78.465 9%。

表 5 棉花纤维品质性状之间的主成分分析

Table 5 Analysis of main components of cotton fiber quality characters

性 状 Character	特征值 Characteristic value	百分率/% Percentage	累计百分率/% Cumulative percentage
纤维长度 Fiber length	3.393 3	67.867 0	67.867 0
纤维整齐度 Fiber uniformity	0.768 3	15.365 7	83.232 7
比强度 Specific strength	0.396 2	7.924 4	91.157 1
纤维伸长率 Fiber elongation percentage	0.308 4	6.168 3	97.325 5
麦克隆值 Micronaire value	0.133 7	2.674 5	100.00

2.5气象因子对棉花纤维评价得分的影响

逐步回归分析得到如下方程：

2.5.1对 2006 年棉花纤维评价得分的影响通过中棉 29 号： $Y = 6.277\ 35 - 0.459X_1 -$

$$0.340\ 3X_2+0.009\ 1X_1^2+0.004\ 0X_2X_4;$$

$$\text{湘杂棉 3 号: } Y=0.387\ 54-0.001\ 351X_2^2+0.003\ 01X_3^2+0.014\ 389X_1X_2-0.005\ 37X_2X_4。$$

对回归方程进行检验,结果表明,尽管温度一次项系数与得分呈负相关,但未达到显著水平,其余因子的 P 值 <0.05 ,实际 t 检验值 $>t_{0.05}$,表明回归方程有效。

通过模型诊断得知,温度、日照时数对提高纤维品质有利,而空气湿度、降水量不利于纤维品质的提高。通径分析表明,温度通过降水量对棉花纤维品质的影响表现为正作用,日照时数通过降水量对棉花纤维品质的间接作用也表现为正作用。

根据回归模型模拟分析得知,湖南省在 2006 年当温度为 $30\ ^\circ\text{C}$ 、日照时数 $8\sim 10\ \text{h}$ 、降水量 $2\sim 4\ \text{mm}$ 、空气湿度为 $69\%\sim 74\%$ 时,棉花纤维品质可达到最优值。

2.5.2 对 2007 年棉花纤维评价得分的影响 通过逐步回归分析得到如下方程:

$$\text{中棉 29 号: } Y=-2.393\ 5+0.104\ 437X_1+0.009\ 7X_1X_3-0.004\ 9X_3X_4;$$

$$\text{湘杂棉 3 号: } Y=-0.042\ 89-0.116\ 04X_1+0.004\ 54X_1^2+0.000\ 172X_2^2。$$

对回归方程进行检验,结果表明, P 值 <0.05 ,实际 t 检验值 $>t_{0.05}$,表明回归方程有效。

通过方程和通径分析得知,对“中棉 29 号”,温度一次项系数、温度与日照时数交互效应为正值,表明温度、日照时数对提高“中棉 29 号”纤维品质有利;空气湿度与日照时数交互作用为负值,且通过模型诊断知空气湿度对棉花纤维品质的影响表现为负作用,表明空气湿度大不利于棉花纤维品质。对“湘杂棉 3 号”,温度一次项系数为负值,二次项系数为正值,通过模型诊断知,温度对棉花纤维综合得分起正作用;降水量二次项系数为正值,通过模型诊断知,其对棉花纤维综合得分起正作用,这与 2007 年降水量低有关。

根据回归模型模拟分析得知,湖南省在 2007 年当温度在 $31\ ^\circ\text{C}$ 左右、日照时数 $6\sim 8\ \text{h}$ 、降水量 $20\sim 30\ \text{mm}$ 、空气湿度为 $65\%\sim 70\%$ 时,棉花纤维品质可达到理论上的最优值。

3 结 论

3.1 高产栽培条件下棉花纤维品质的时间分布

棉花纤维品质变异系数从高到低排序为麦克隆值、纺纱指数、黄度、比强度、纤维伸长率、反射率、纤

维长度、纤维整齐度,说明麦克隆值受环境因子影响最大,而整齐度在不同时期不同气候环境条件下稳定性较好。

2006~2008 年均以 7 月中下旬至 8 月上旬结桃的棉花纤维品质最好。2006 年,随着棉花生育期推进,纤维品质呈低-高-较低的变化趋势,晚秋桃与秋桃纤维品质相当,这与湖南省 2006 年 9 月气温高、光照好有关,这种天气条件下棉株活动旺盛,光合效率高,故纤维品质好;而伏前桃处于多雨、高湿环境下,因而棉花纤维品质差。2007 年,伏前桃纤维品质反而较秋桃、晚秋桃纤维品质好,这与 2007 年 8 月末及 9 月份的气温不高、光照时间不长有关。2008 年研究结果与 2006 年相符,2008 年 9 月也是气温高、光照好,这进一步说明气象因子对棉花纤维品质影响很大。

纤维长度、整齐度、比强度三者的信息量占总信息量的 $91.157\ 1\%$,纤维长度、麦克隆值、比强度三者的信息量占总信息量的 $78.465\ 9\%$ 。综合分析认为,在湖南的棉花育种中,要注重低麦克隆值、高比强度材料的定向选择与培育,以提高棉花的遗传品质;在生产中可通过完善栽培技术措施,使棉桃的生长发育处在有利的环境条件下,达到减小麦克隆值的目的,从而提高棉花的整体品质。

3.2 气象因子对棉花纤维品质的影响

温度、光照时间与纤维长度、纤维整齐度、比强度、麦克隆值、反射率、纺纱指数、综合得分的关联系数大,说明温度、光照时间对这些性状的影响比降水量、空气湿度大。然而降水量、空气湿度对黄度、伸长率的影响比温度大。

温度、光照时间对纤维综合得分起正作用。降水量在降水量较少且不均匀的年份(2007 年)对纤维综合得分起正作用,在降水量较多且均匀的年份(2006 年)对纤维长度、纺纱指数、纤维综合得分起负作用;据此可以判定,降水量在一定范围内对纤维长度、纺纱指数、纤维综合得分起正作用,但超过一定范围后反而起负作用。

对回归模型的模拟分析表明,在湖南省特殊的栽培条件下,温度在 $30\sim 31\ ^\circ\text{C}$,日照时数在 $6\sim 10\ \text{h}$ 、空气湿度为 $65\%\sim 74\%$ 、降水量均匀且在 $2\sim 4\ \text{mm}$ 时,棉花纤维品质可达到最优。

4 讨 论

大量研究表明,气象因子对棉花纤维品质影响较大。王小龙^[10]认为,在所有气象因素中,温度对

纤维发育最为重要;单世华等^[11]认为,温度降低则纤维伸长率最大值降低;周治国等^[12]研究认为,日照时数和温度对纤维强度的影响表现为正效率;Sassenrath-Cole 等^[13]发现,在棉花开花和成熟期遮荫会使棉纤维品质下降;Pettigrew^[14]在花后 7 d 内对棉花叶片进行遮阴处理后发现,棉纤维长度下降了 2%;陆中华^[8]研究表明,影响浙江省棉花纤维品质的主要气候因子首先是降雨量,其次是日照时数。本研究表明,温度、日照时数对纤维长度、整齐度、比强度、麦克隆值、纺纱指数、棉花纤维的综合品质起正效应,且关联度最大,与上述部分研究结果相吻合,而与有些结果不符。气象因子对棉花纤维品质的影响可能存在地区差异,今后还应进一步研究不同生态点的差异。

马富裕等^[15]采用回归分析得到气象因子与棉花纤维品质各性状的关系,而本研究分析了温度、光照对纤维综合品质的影响,并分析了气象因子之间的互作关系,得到了棉花纤维品质综合得分与各气象因子间的回归模型,这是以往研究中未报道的。

李伟明等^[16]研究表明,高温欠雨年份为棉花纤维绒长和比强度的较优年型,本研究通过相关分析和关联分析得出的降水量对棉花纤维长度、比强度的影响结果与之相符。但通过降水量对纤维综合品质逐步回归得知,二者的关系不是简单正相关或负相关,而是降水量为一个限制因子,降水量较少年份(2007 年)对棉花纤维综合得分起正作用,在降水量较多年份(2006 年)则对棉花纤维品质起负作用,因而可以判定降水量在一定范围内对棉花纤维品质起正作用,超过一定范围后反而起负作用。

通过对回归模型的模拟分析,可得到纤维品质达到最优的各气象因子指标,这只是通过大气候模拟,若要求得各气象因子最优点,还应进行人工小气候试验。

[参考文献]

[1] 周桂生,封超年,陈后庆.气象因子对棉纤维品质影响的研究进展[J].棉花学报,2003,15(6):372-375.
Zhou G S,Feng C N,Chen H Q. Research development of the effects of meteorological factors on cotton fiber quality [J]. Cotton Science,2003,15(6):372-375. (in Chinese)

[2] 王秀珍,肖汉如,来源,等.棉纤维品质形成与气象条件的研究[J].中国农业气象,1994,15(2):8-11.
Wang X Z,Xiao H R,Lai Y,et al. The effect of water conservation in minimum tillage system under potato stubble harrowed in dry land farming fields [J]. Agricultural Meteorology,1994,15(2):8-11. (in Chinese)

[3] 王庆材,孙学振,郭英.光照对棉花生长与棉纤维发育影响的研究进展[J].中国棉花,2005,32(1):8-10.
Wang Q C,Sun X Z,Guo Y. Research progress of light effect on growth of cotton and cotton fiber development [J]. China Cotton, 2005,32(1):8-10. (in Chinese)

[4] 许乃银,陈旭升,狄佳春.长江流域棉花纤维品质的区域特征研究[J].棉花学报,2003,15(4):221-226.
Xu N Y,Chen X S,Di J C. Studies on the regional characteristics of cotton fiber quality in yangtze valley [J]. Cotton Science,2003,15(4):221-226. (in Chinese)

[5] 张志刚,李景龙,曾昭云.棉花新品种主要农艺及经济性状综合评价的研究[J].江西棉花,2003,25(5):11-14.
Zhang Z G,Li J L,Zeng Z Y. The comprehensive assessment on main agronomic and economic characters of new cotton varieties [J]. Jiangxi Cottons,2003,25(5):11-14. (in Chinese)

[6] 王仁祥,张志刚,陈金湘.栽培因子对棉株不同座果点主要农艺及经济性状影响的研究[J].棉花学报,2004,16(5):296-300.
Wang R X,Zhang Z G,Chen J X. Studies on effects of cultural factors on main agronomic and economic characters of different fruiting position in cotton [J]. Cotton Science,2004,16(5):296-300. (in Chinese)

[7] 陈金湘.农业系统工程学[M].长沙:湖南科学技术出版社,2001.
Chen J X. Agricultural science systems engineering [M]. Changsha:Hunan Sci-Technology Press,2001. (in Chinese)

[8] 陆中华.气候因子对浙江省棉花产量及品质的影响[J].浙江农业学报,2000(12):52-54.
Lu Z H. Effects of climatic factors on yield and quality of upland cotton in Zhejiang province [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis,2000(12):52-54. (in Chinese)

[9] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科技出版社,2002.
Tang Q Y,Feng M G. Statistical analysis & DPS data processing system [M]. Beijing:Science and Technology Press,2002. (in Chinese)

[10] 王小龙.影响棉纤维强度因素分析及解决途径[J].河南职业技术学院学报,1999,27(2):9-11.
Wang X L. Analysis on the factors of effecting cotton fiber strength and paths to increasing fiber strength of cotton [J]. Journal of Henan Vocation-Technical Teachers College,1999,27(2):9-11. (in Chinese)

[11] 单世华,孙学振.温度对棉纤维品质性状的影响[J].华北农学报,2002,15(4):120-125.
Shan S H,Sun X Z. Temperature effects on fiber quality of cotton [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica,2002,15(4):120-125. (in Chinese)

[12] 周治国,孟亚利,施培,等.棉麦两熟棉纤维强度与铃期气象因子关系研究[J].棉花学报,1999,11(3):134-140.
Zhou Z G,Meng Y L,Shi P,et al. Study of relationship between fiber strength and meteorological actors at boiling stage under cotton wheat double cropping system [J]. Cotton Science,1999,11(3):134-140. (in Chinese)