

河北省中南部棉纤维品质与气象因子相关性研究

杨永胜¹, 孙东磊¹, 杨雪川², 李春强³, 李存东⁴

(¹河北省邢台市气象局, 河北邢台 054000; ²河北省涉县气象局, 河北涉县 056400;

³河北省气象科学研究所, 石家庄 050000; ⁴河北农业大学农学院, 河北保定 070001)

摘要:以鲁棉研27号为材料, 2007—2008年在南宫、辛集和保定三个生态点设置田间实验, 采用“异开花期法”研究了气象因子对河北省中南部棉纤维品质影响, 研究表明: 不同生态点、开花期间棉纤维比强度、2.5%跨长、马克隆值差异呈显著水平($p < 0.05$); 不同开花期棉铃纤维伸长率差异呈显著水平; 同比强度相关性呈显著水平的气象因子共5项, 分别为日均温、日温差、日最低气温、日最高气温和平均相对湿度; 2.5%跨长同日照时数呈显著正相关; 同伸长率相关性呈显著水平的气象因子为日照时数和平均相对湿度; 马克隆值同平均相对湿度和日温差呈显著负相关, 与日最高气温呈正相关。棉纤维各项指标与气象因子多项式拟合表明, 当棉铃发育期日均温为25~26℃纤维比强度较好, 日照时数为6.5~7.0 h, 棉纤维伸长率最大, 马克隆值适宜的日最高气温为27~28℃或30~31℃。同时, 建立了气象因子与纤维品质动态回归模型。研究结果将为棉纤维品质生态区划和品质生态模型量化提供依据。

关键词:棉花; 纤维品质; 气象因子

中图分类号: S162.5+4

文献标识码: A

论文编号: 2009-1537

A Research on Correlation of Cotton Fiber Quality with Meteorological Factors in the Middle and Southern Area of Hebei Province

Yang Yongsheng¹, Sun Donglei¹, Yang Xuechuan², Li Chunqiang³, Li Cundong⁴

(¹Meteorological Bureau of Xingtai City, Xingtai Hebei 054000;

²Shexian Meteorological Bureau, Hebei Province, Shexian Hebei 056400;

³Hebei Meteorological Institutes, Shijiazhuang 050000;

⁴College of Agronomy, Agricultural University of HeBei, Baoding Hebei 070001)

Abstract: The study on the effects of meteorological factors at different flowering and boll-forming stage on cotton fiber quality in the middle and southern area of HeBei Province, a field experiment was conducted in Nangong, Xinji and Baoding in 2007–2008. The result showed that the difference of fiber strength, 2.5% fiber length and micronaire value reached significant level ($p < 0.05$) in different ecological areas and different flowering stage. There was significant difference in elongation rate between cotton bolls of different flower stage. There were significant correlation between meteorological factors of daily mean temperature, daily temperature difference, daily minimum temperature, daily maximum temperature and relative humidity and fiber strength. Elongation rate significantly correlated to average sunshine hours and the mean relative humidity. Micronaire value was negatively correlated with the daily range of temperature and the mean relative humidity, whereas daily maximum temperatures exhibit a positive correlation with micronaire value. With polynomial fit method, the experimental relationships between cotton fiber qualities with the most influential meteorological factors were obtained. it indicated that, when the daily mean temperature during boll maturation

基金项目: 河北省气象局科研项目“冀中南棉纤维品质与气象因子相关性研究”(07ky26)。

第一作者简介: 杨永胜, 男, 1969年出生, 高级工程师, 主要从事气象预报与应用气象研究。通信地址: 054000 河北省邢台市守敬路76号, Tel: 0319-2211396, E-mail: yangys01@126.com。

收稿日期: 2009-07-29, 修回日期: 2009-08-31。

period was in the range of 25°C to 26°C, the fiber strength were better, when average sunshine time was in the range of 6.5 to 7.0 hours, the value of cotton fiber elongation rate was bigger, the optimal daily mean maximum temperature affecting micronaire value was 27–28°C or 30–31°C. Meanwhile, the dynamic regression model between meteorological factors and fiber quality traits was built. These results would provide the references for ecological division and ecological model of fiber quality.

Key words: cotton, fiber quality, meteorological factor

0 引言

棉花纤维品质性状受遗传控制,其品质能否达到或保持遗传上的潜在限度,则是生态因子和栽培因子共同作用的结果。在最优耕作、栽培模式下,气象因子作为影响棉纤维品质的主要生态因子,对品质的形成起着重要的作用。环境因素对棉纤维各性状影响的效应和贡献率大小,不同学者观点不尽相同。过兴先等^[1]认为,夜温过低对棉纤维强度和细度具有明显影响;王秀珍等^[2]认为纤维素沉积变化与日最低气温关系密切。王小龙等^[3]认为,在所有的气象因子中,温度对纤维的发育特别重要,15℃以上的活动积温多少是衡量棉铃能否正常发育的重要指标;刘静等^[4]则认为,纤维2.5%跨长与15℃以上的活动积温和花铃期耗水量具有显著相关性;马富裕等^[5]认为,日均温及最低温与比强度呈正相关,较长的日照时数与纤维比强度呈负相关。国外学者也广泛开展了气象因子对棉纤维品质机理方面的研究。Bradow等^[6]指出,气象因子等生态因子造成马克隆值和成熟度的变异高达11%~34%,2.5%跨长和比强度的变异高达10%~24%;Hesketh等^[7]认为,铃期的温度影响纤维2.5%跨长和纤维强力。Xie等^[8]强调温度是唯一影响纤维伸长率因素,但不改变最终纤维2.5%跨长,Gipson^[9]、Thaker^[10]认为纤维早期伸长与温度关系十分密切,纤维后期伸长与温度关系

不大,与昼温相比,夜温明显影响棉纤维伸长;Hanson^[11]研究认为,纤维强度与最高温度、平均温度和日温差呈显著的正相关,最低温度对纤维强度没有影响。

在冀中南生态环境下,气象因子对棉纤维的影响的研究少见报道。该试验通过设置不同生态点、不同播期和不同开花期营造气候生态条件在时间上的连续、广泛的变异,以研究不同气候生态条件下棉花品质的变异规律及棉纤维品质与气象因子的关系,将为进一步揭示冀中南气候条件对棉纤维发育的影响以及品质生态区划提供定量化、精细化依据。

1 材料与方法

试验于2007—2008年在河北省南宫市、辛集、保定三个生态点进行。品种为鲁棉研27号,每个生态点播期为:南宫4月25日、辛集5月10日和保定5月20日。棉田为连茬田,粘质壤土,基础养分含量见表1,田间管理同生产上的高产田。中部果枝(第3果枝至第7果枝)内围铃(第1、2果位铃)开花后,每隔10日标记当日开花棉铃30个,吐絮期逐一登记已标记开花期棉铃吐絮日期,收取定位棉铃。棉纤维品质由农业部棉花品质监督检验测试中心统一用HVI900仪测定。气象要素数据由各生态点气象局提供。数据分析采用通径分析、方差分析、曲线拟合和逐步回归等方法,数据处理采用SPSS11.5软件。

表1 试验地基础养分含量

生态点	有机质/%	全氮/%	有效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)	碱解氮/(mg/kg)
南宫	1.393	0.101	21.72	67.918	45.687
辛集	1.393	0.101	21.72	67.918	45.687
保定	1.213	0.128	20.46	72.17	55.53

2 结果与分析

2.1 棉铃发育期气象因子变化

7月16日—8月16日,每隔10日,逐一标记当日开花中部果枝内围棉铃,定位棉铃吐絮期为9月4日—10月18日,均为霜前花。棉铃发育期日均温、日最高气温最大值、最小值均出现在保定,开花期分别为7月16日和8月16日;日最低气温最大值出现在保定,开花期为7月16日,最小值出现在南宫,开花期为8月16日;

日照时数最少为保定,开花期为8月16日,最多为辛集,开花期为8月6日;日温差最小为辛集,开花期为7月16日,最大值为南宫,开花期为8月16日; $\geq 15^\circ\text{C}$ 有效积温最大、最小值均出现在保定,开花期分别为7月16日和8月16日;平均相对湿度最大值、最小值均出现在南宫,开花期为7月16日和8月16日。不同生态点、开花期间棉铃发育期气象因子方差分析表明(见表2),不同生态点、不同开花期营造了棉铃发育期气象因

表2 棉铃发育期气象因子方差分析表明

差异源	最大值	最小值	变异系数	F值	
				生态点	开花期
日均温	22.52	26.68	6.1	9.11**	231.1**
日最高气温	27.44	31.13	4.4	0.03	141.32**
日最低气温	18.09	23.08	8.1	210.77**	2292.51**
日照时数	4.97	7.93	18.4	40.22**	1.05
日温差	7.90	9.64	6.7	28.38**	19.33**
>15℃有效积温	485	584	6.2	3.07	24.95**
平均相对湿度	71.64	78.08	2.3	2.17	1.94

子在时间上连续广泛的变异,变异系数由大到小依次为:日照时数、日最高气温、日温差、≥15℃有效积温、日均温、日最高气温和平均相对湿度。定位棉铃发育期,不同生态点间日最高气温、不同开花期间日照时数、不同生态点和开花期间平均相对湿度、不同生态点间≥15℃有效积温差异均不显著,其他棉铃发育期的气象因子在不同生态点、开花期间均呈显著水平。同时,不同开花期棉铃发育期≥15℃有效积温随开花日期的延后逐渐增多。

2.2 棉纤维品质变化

不同生态点、开花期定位棉铃纤维品质及方差分析结果(表3)表明:棉纤维品质各指标变异系数大小为:比强度>伸长率>马克隆值>2.5%跨长>整齐度。生态点间纤维比强度差异显著,最大值出现保定,最小值出现在南宫,开花期越早纤维比强度越高,不同开花期棉铃纤维比强度变异表现为保定>辛集>

南宫,符合随纬度升高比强度变异也随之加大的规律;不同生态点2.5%跨长差异呈显著水平,最大值出现辛集,最小值出现在保定,不同开花期间以8月6日最长,其次为7月26日;不同开花期间棉纤维伸长率呈显著差异,各生态点间差异不显著;不同生态点、开花期间马克隆值差异显著,最大值、最小值均出现在保定,变化范围为3.31-5.06。按国家标准GB1103-1999棉花《(细绒棉)》的规定:A级(范围为3.7~4.2)、B1级(范围为3.5~3.6)、B2级(范围为4.3~4.9)、C1级(范围为3.4及以下)、C2级(范围为5.0及以上)。其中,A级最优,B1,B2次之,C1,C2较差。不同生态点间,南宫马克隆值为最优,其次为辛集,其次为保定,不同开花期间7月26号和8月6日最优,其次为7月16日和8月16日。综合分析表明,棉纤维2.5%跨长、马克隆值、比强度变化受生态点和开花期影响,棉纤维伸长率主要受开花期影响。

表3 棉纤维品质方差分析表明

差异源	最小值	最大值	变异系数	F值	
				生态点	开花期
比强度(cN/tex)	23.5	32.2	30.4	5.36**	8.26**
马克隆值	3.31	5.06	21.5	4.71**	3.54**
整齐度(%)	83.3	86.3	3.3	1.12	0.97
伸长率(%)	5.7	6.9	26.2	1.28	1.25
2.5%跨长(mm)	28.51	31.69	15.6	7.72**	2.36*

2.3 棉纤维品质与气象因子的关系分析

铃期日均温(x_1)、日照时数(x_2)、日最低气温(x_3)、平均相对湿度(x_4)、日温差(x_5)、日最高气温(x_6)、≥15℃有效积温(x_7)等7个因子,同棉纤维品质各指标相关分析表明,同比强度相关性达到显著水平的气象因子共5项,分别为日均温、日温差、日最低气温、日最高气温和平均相对湿度,其中日均温同比强度的相关性最大。同伸长率相关性呈显著水平的气象因子为日照时数和平均相对湿度。马克隆值与平均相对湿度呈显著正相

关,同日最高气温呈和日温差呈负相关。纤维2.5%跨长与日照时数呈显著正相关。整齐度与>15℃有效积温和日均温呈正相关,但未达显著水平。

由于各气象因子之间存在紧密地相关关系,为明确各气象因子分别对棉纤维品质的直接贡献大小并确定主要影响因子,将纤维品质各指标同气象因子作通径分析,结果表明:气象因子对比强度贡献率由大到小依次为日均温>日最高气温>日温差>日最低气温>平均相对湿度。其中日均温、日最高气温的直接通径系

数远远大于其它气象因子,表明对比强影响最大的气象因子为日均温,其次为日最高气温。日照时数对伸长率的直接影响效应明显,且为正向效应,平均相对湿度对伸长率的影响是通过其他气象因子间接影响的综合作用的结果。马克隆值主要受铃期最高气温的影响,呈负向效应,平均相对湿度和日温差直接效应不明显。日照时数同纤维2.5%跨长直接正效应明显。

2.4 棉纤维品质与铃期气象因子定量分析

在定性分析的基础上,以铃期气象因子为自变量,纤维品质指标为依变量,对铃期气象因子与纤维品质各指标进行逐步回归,建立动态回归模型(见表5)。

同时,棉纤维各项指标与影响其最大气象因子的多项式拟合表明,随着棉铃日平均气温升高棉纤维强度几乎呈直线增长,当铃期日平均气温升高至25~26℃纤维比强度最强,此后随温度继续升高,比强度有所下降;棉纤维伸长率随平均日照时数的升高呈单峰曲线变化,平均日照为6.5~7.0h,棉纤维伸长率最大,当平均日照时数大于7.5h,纤维伸长率开始降低;马克隆值:A级适宜平均日最高气温27~28℃或30~31℃,但日均最高气温为28~30℃,纤维马克隆值偏高。棉纤维2.5%跨长随日照时数增加呈对数增长,当日照时数大于7h以后,纤维2.5%跨长增长不明显。

表4 气象因子与纤维品质相关系数及通径系数

气象因子	2.5%跨长/mm		比强(cN/tex)		马克隆		伸长率/%	
	r	P	r	P	r	P	r	P
日均温	0.223	0.371	0.7219**	0.5174	-0.312	-2.104	-0.066	-0.058
平均日照时数	0.536**	0.327	-0.316	-0.242	-0.272	-0.842	0.412*	0.363
日均最低温	-0.127	-0.462	-0.513**	-0.324	-0.323	-0.007	0.388	2.362
平均相对湿度	-0.271	-0.418	-0.715**	-0.372	0.431*	0.149	0.513**	0.202
日较差	-0.023	-0.218	0.506**	0.217	-0.339	-0.470	-0.275	1.521
日均最高温	0.211	0.162	0.479**	0.360	-0.540**	-1.540	0.236	1.262
≥15℃有效积温	0.321	0.279	-0.227	-0.192	-0.169	-2.243	0.224	-1.140

注:r代表相关系数,p代表直接通径系数。

表5 气象因子对棉花纤维品质的逐步回归模型

品质指标	模型(α=0.05)	决定系数	标准误	残差分析
比强(cN/tex)	$Y=28.761+0.071 x_1+0.0269 x_6$	0.853	0.314	2.157
马克隆值	$Y=4.712+0.0216 x_6-0.0318 x_5-0.00461 x_4$	0.962	0.104	2.112
2.5%跨长(mm)	$Y=26.765+0.256 x_2$	0.943	0.228	2.048
伸长率(%)	$Y=5.714+0.135+0.0669x_2-0.011x_5$	0.895	0.112	2.101

3 结论与讨论

棉纤维整齐度为50%跨长和2.5%跨度之比,纤维长度整齐度值越高,表示纤维中长纤维数越多,纤维的一致性越好。整齐度变异在不同生态点、不同开花期间差异不显著,且变异系数较小,表明整齐度受气象因子影响较小。

棉纤维品质生态区划可以科学指导棉花产业结构调整 and 品质定位,纤维品质指标选择是区划的关键^[12]。比强度受气象因子影响最为显著,比强度越高,成纱强度越高,是衡量棉纤维品质的主要指标之一。棉花生产过程中,日均温,日最高气温对纤维比强度影响明显^[13-15],在基于气象因子对棉花纤维品质生态区划中,日均温,日最高气温应作为主要的参考因子之一。

纤维品质主要受基因型决定。同时,气象因子对不同品种纤维性状的影响效应和敏感程度,也受到选

育过程的生态环境影响^[16-18]。因此,笔者建立的气象因子对棉纤维品质模型受到品种和生态点环境的制约,要建立体现品种遗传特性和环境影响的统一模型需要进一步研究。

由于此研究营造了棉纤维发育过程中不同的气象条件,虽定位棉铃均为中部果枝内围棉铃,但中部果枝和果枝间影响程度未被考虑,因此对于影响棉纤维品质的关键气象因子及影响程度的不能作为唯一的结论。

参考文献

[1] 过兴先,曾伟,付小琼,等.新疆棉区气温对棉纤维发育的影响.新疆农业科学,1991,6:253-256.
 [2] 王秀珍,肖汉如,来源,等.棉纤维品质形成与气象条件研究.中国农业气象,1994,15(2):8-11.

- [3] 王小龙. 影响棉纤维强度因素分析及解决途径. 河南职技示范学报, 1999, 27(2): 9-11.
- [4] 刘静, 翟朝勋, 张淑琴. 棉花产量及品质与气象条件关系. 新疆气象, 1998, 21(50): 32-33.
- [5] 马富裕. 棉铃发育及纤维品质形成生态效应与模拟[D]. 南京: 南京农业大学, 2004.
- [6] Bradow J M, Johnson R M, Bauer P J, et al. Preharvest spatial and temporal variability in short fiber content in relation to processing success. Proc Beltwide cotton conf, 1999: 716-718.
- [7] Hesketh J D, Low A. The effect of temperature on components of yield and fiber quality of cotton varieties of diverse origin. Cotton Growing Rev, 1968, 45: 243-257.
- [8] Xie W, Haigler C H, Huang J Y. Effects of cycling temperatures on cotton fiber development. Proc. Beltwide Cotton Conf. National Cotton Council. Memphis, TN. 1991: 1029.
- [9] Gipson J R, Joham H E. Influence of night temperature on growth and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) fiber elongation. Crop Sci. 1969, 9: 127-129.
- [10] Thaker V S, Saroop S, Vaishnav P P, et al. Genotypic variation and influence of dual temperature on cotton fiber development. Field crops Res, 1989, 22: 1-13.
- [11] Hanson R G, Ewing E C. Effect of environmental factors on fiber property and yield of deltapine cottons. 1956, 48: 546-581.
- [12] 周关印, 杨付新, 付小琼. 长江流域气候差异对棉花产量和纤维品质的影响. 中国棉花, 1996, (10): 15-18.
- [13] 肖松华, 狄佳, 夏如冰, 等. 浙江棉区棉花纤维品质生态分布的研究. 浙江农业科学, 1994, (1): 3-5.
- [14] 孙东磊, 梁钰, 李存东, 等. 气象因子对棉花纤维品质的影响. 气象与环境学报, 2009, 25(2): 68-72.
- [15] 葛知男, 冷苏凤. 长江流域棉花品种产量与纤维品质发展趋势预测的研究. 棉花学报, 1990, 12(1): 22-25.
- [16] 叶彩铃, 霍治国, 丁胜利, 等. 农作物病虫害气象环境成因研究进展. 自然灾害学报, 2005, 14(1): 90-95.
- [17] 杨修, 孙芳, 林而达, 等. 我国水稻对气候变化的敏感度和脆弱性. 自然灾害学报, 2004, 13(5): 85-90.
- [18] 陈学求, 李殿申, 何文安, 等. 关于作物生态育种涉及的若干问题的探讨. 吉林农业大学学报, 1999, 21(2): 99-102.