中国生态农业学报(中英文)
Chinese Journal of Eco-Agriculture
中文核心期刊
中国科技核心期刊
中国精品科技期刊
百种中国杰出学术期刊
中国科学引文数据库源刊

不同熟性棉花品种纤维品质特征分析与评价

唐淑荣，魏守军，郭瑞林，韦京艳，孟俊婷，杨长琴

引用本文:
唐淑荣, 魏守军, 郭瑞林, 等. 不同熟性棉花品种纤维品质特征分析与评价[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(10): 1564–1577.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.190130

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于同异性分析的不同类型棉花品种纤维品质特征与分类评价

Classification evaluation and fiber quality characteristics of different types of cotton varieties using similarity–difference analysis method

中国生态农业学报(中英文). 2019, 27(6): 890–900 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.181011

我国主产棉区棉花纤维品质性状的区域分布特征

Regional distribution characteristics of cotton fiber quality in main cotton production areas in China

中国生态农业学报. 2016, 24(11): 1547–1554 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.160485

基于GGE分析的西北内陆棉区纤维品质生态区划分

Ecological regionalization of cotton fiber quality in the Northwest Inland Region using GGE analysis

中国生态农业学报. 2016, 24(12): 1674–1682 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.160634

GGE双标图在陆地棉高产稳产和适应性分析中的应用——以长江流域棉区国审棉花新品种'鄂杂棉30'为例

Evaluation of upland cotton yield stability and adaptability using GGE–biplot analysis: A case study of 'Ezamian 30' cotton cultivar in Yangtze River Valley

中国生态农业学报. 2017, 25(6): 884–892 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.161119

播期对麦(油)后直播棉产量、品质及氮磷钾利用的影响

Effects of sowing dates on lint yield, fiber quality, and use of nitrogen, phosphorus and potassium in cotton field–seeded after barley or oilseed rape harvest in Yangtze River Valley, China

中国生态农业学报(中英文). 2020, 28(1): 42–49 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.190534

中国生态农业学报(中英文) 2019 年 10 月 第 27 卷 第 10 期
Chinese Journal of Eco-Agriculture, Oct. 2019, 27(10): 1564−1577

DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.190130

唐淑荣, 魏守军, 郭瑞林, 韦京艳, 孟俊婷, 杨长琴. 不同熟性棉花品种纤维品质特征分析与评价[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(10): 1564−1577

TANG S R, WEI S J, GUO R L, WEI J Y, MENG J T, YANG C Q. Evaluation and analysis of fiber quality characteristics of different maturity cotton varieties[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2019, 27(10): 1564−1577

不同熟性棉花品种纤维品质特征分析与评价*

唐淑荣[1], 魏守军[1], 郭瑞林[2], 韦京艳[1], 孟俊婷[1], 杨长琴[3]

(1. 中国农业科学院棉花研究所/棉花生物学国家重点实验室 安阳 455000; 2. 安阳工学院 安阳 455000; 3. 江苏省农业科学院经济作物研究所 南京 210014)

摘 要: 采用灰色多维综合评估方法, 对 2005—2014 年长江流域棉区、黄河流域棉区和西北内陆棉区国家级棉花品种区域试验早熟、中熟和早中熟类型棉花品种纤维品质性状进行分析, 为建立棉花优势生产区, 实现棉花品种布局、生态育种和品质改良提供指导。本研究结果表明: 1)达到国家审定标准高产优质(Ⅰ型)、普通优质(Ⅱ型)品种数量, 中熟品种分别占其参试品种总数的 0.54%和 12.63%, 早中熟品种为 0.57%和 17.14%, 早熟品种为 7.09%和 18.44%。2)棉花品种纤维长度和比强度与理想品种性状灰色关联系数较高, 其次是纺纱均匀性指数, 再次为马克隆值。3)灰色关联度分析表明, 黄河流域棉区中熟棉纤维品质优于长江流域棉区; 西北内陆棉区早熟棉品质综合性状表现最佳, 其次是黄河流域和长江流域棉区中熟棉。4)我国棉花品种中熟类型主要分布在长江流域和黄河流域, 近 5 年西北内陆棉区中熟品种有所增加。中熟品种纤维长度分布在 28.7~30.3 mm, 可适纺中高档纱。黄河流域棉区中熟品种长度和比强度有所下降, 比强度为 29.6~31.0 $cN\cdot tex^{-1}$, 属中等偏上水平。三大棉区马克隆值差异明显, 长江流域棉区高于黄河流域棉区, 而黄河流域棉区中熟品种又高于西北内陆棉区早中熟品种; 黄河流域棉区马克隆值在 2010—2014 年提高幅度较大, 出现马克隆值 6.0 现象。5)研究表明≥10 ℃有效积温是影响棉花中熟品种纤维品质最主要因素, 气象因子影响纤维长度和马克隆值顺序为≥10 ℃有效积温、降雨量和日照时数; 影响比强度和纺纱均匀性指数的顺序为≥10 ℃有效积温、日照时数和降雨量。棉花纤维品质的优劣与纺织品质量及植棉业的发展密切相关, 精确分析我国棉花纤维品质的区域特征分布规律和开展纤维品质综合性评价, 对我国棉花育种方向和产业发展具有重要意义。

关键词: 棉花; 熟性类型; 纤维品质; 灰色多维综合评估; 三大棉区

中图分类号: S562.03

文章编号: 2096-6237(2019)10-1564-14 开放科学码(资源服务)标识码(OSID):

Evaluation and analysis of fiber quality characteristics of different maturity cotton varieties*

TANG Shurong[1], WEI Shoujun[1], GUO Ruilin[2], WEI Jingyan[1], MENG Junting[1], YANG Changqin[3]

(1. Institute of Cotton Research of Chinese Academy of Agricultural Sciences / State Key Laboratory of Cotton Biology, Anyang 455000, China; 2. Anyang Institute of Technology, Anyang 455000, China; 3. Institute of Industrial Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: Fiber quality traits of different maturity cotton varieties were analyzed with Grey Multidimensional Comprehensive

* 国家棉花产业技术体系项目(CARS-15-25)和中国农业科学院科技创新工程项目(CAAS-ASTIP-2019-CCRI)资助
唐淑荣, 主要研究方向为棉花纤维检测技术与质量安全监控研究。E-mail: tangshurong2008@126.com
收稿日期: 2019-02-22 接受日期: 2019-04-04

* This study was supported by the National Cotton Industry Technology System Project of China (CARS-15-25) and the Science and Technology Innovation Project of the Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS-ASTIP-2019-CCRI).
Corresponding author, TANG Shurong, E-mail: tangshurong2008@126.com
Received Feb. 22, 2019; accepted Apr. 4, 2019

Assessment (GMCA). Data sets were collected from the cotton national regional trials from 2005 to 2014, including early-maturing, early-medium maturing, and medium maturing variety trials, in three cotton areas of China — the Northwest Inland Valley (NWIV), the Yellow River Valley (YeRV), and the Yangtze River Valley (YaRV). It is of great significance for establishing dominant cotton production areas and ascertains the distribution, ecological breeding, and quality improvement methods for all cotton varieties. Results showed that: 1) there were 0.54% and 12.63% of all candidate varieties of medium maturity cotton divided into the high yield and good quality (type Ⅰ) and common quality (type Ⅱ) according to the national cotton fiber quality standards, respectively. The proportions of early-maturing cotton were 7.09% and 18.44%, and proportions of early-medium maturing cotton were 0.57% and 17.14%, respectively. 2) Fiber length and strength of the tested varieties was higher in grey correlation coefficient with those of ideal varieties characters, followed by spinning consistency index, again for micronaire. 3) By comparing fiber quality to ideal trait via grey relational analysis, we found that the fiber quality of medium maturing varieties in the YeRV were better than those of medium maturing varieties in the YaRV. The comprehensive characteristics of fiber quality of early-maturing cotton were the best in the NWIV, and followed by the medium maturing cotton in the YeRV and YaRV. 4) Medium-maturing varieties were mainly distributed in the YeRV and YaRV in China, though medium maturing cotton varieties had increased in the NWIV over the past 5 years. Overall, the range of fiber length for medium maturing varieties was 28.7–30.3 mm, which reached standards for high quality yarn. In recent years, there had been a downward trend on fiber length and strength of cotton varieties in the YeRV, with a strength range of 29.6–31.0 $cN\cdot tex^{-1}$, at medium to upper level. Micronaire in three cotton areas with different maturity types exhibited significant difference; the micronaire of the YaRV was higher than that of the YeRV, and that of YeRV from medium maturing varieties was higher than that of the NWIV for early-medium maturing varieties. The micronaire in the YeRV had greatly improved from 2010 to 2014, where more than 6.0 micronaire had been observed. 5) This study showed that the accumulated temperature of above 10 ℃ was the primary factor affecting fiber quality of conventional and hybrid cotton of medium-maturing varieties. The order of meteorological factors affecting cotton fiber length and micronaire was accumulated temperature above 10 ℃, rainfall, and sunshine hours; however, that impacting strength and spinning consistency index was accumulate temperature above 10 ℃, sunshine hours, and rainfall.

Keywords: Cotton (*Gossypium* spp.); Maturing type; Fiber quality; Grey multidimensional comprehensive assessment; Three major cotton areas

我国幅员辽阔，自然环境类型多样，宜棉区域广阔，经度从 73°E 至 125°E，纬度从 18°N 至 46°34N，按流域划分，目前主要有黄河流域、长江流域和西北内陆三大棉区。棉区间由于气候条件的差异，演变出不同的种植制度，相应地形成了不同的棉花品种熟性类型。黄河流域棉区有中熟、早中熟和早熟 3 种类型，西北内陆棉区南疆地区以早中熟类型为主，北疆地区以早熟类型为主，而长江流域棉区中熟类型占绝对优势[1]。研究不同熟性棉花的纤维品质表现及其地域分布规律，对于国家建立棉花优势生产区和发展优势熟性类型具有指导意义。

前人对我国棉花纤维品质的现状做了较多研究。郭香墨等[2]通过比较我国与世界主产棉国的主要纤维品质指标，指出我国棉花纤维长度类型单一，比强度与国外有明显差距，其他品质指标与国外相当。杨伟华等[3]分析指出，我国棉花品种的纤维长度和强度只能满足加工 32~42 支纱的质量要求，相对缺乏长度 31.0 mm 以上、比强度 32.0 $cN\cdot tex^{-1}$ 以上、马克隆值在 3.7~4.2 的可加工 60 支以上细纱的优质棉。现在新疆大力推广机采棉，对棉花品种的长度、比强度又提出新的要求。要提高纤维品质，需从棉花生长过程着手，研究纤维品质指标与气象因子、地理环境因素之间的关系。气象因子是影响棉花纤维品质的重要生态因子，对纤维品质的形成和最终品质有重要影响，棉纤维品质主要受遗传特性影响外，生态因子在很大程度上影响纤维品质的形成[4-5]。熊宗伟等[6]研究指出棉花品质指标与气候因子(温度、光照、降水、湿度)有较好的相关性，日照充足、降水量小、平均相对湿度较低的西北内陆棉区是我国优质棉生产区域，其棉纤维长度、马克隆值、品级等品质指标均居国内各棉区首位。影响棉花生产最主要的气候因素是温度、水分和日照时数。温度影响棉花的生育进程，水分影响土壤温度，日照时数通过光合作用影响棉花的有机养分合成[7]。汪若海[8]明确指出≥10 ℃积温不足 3 100 ℃，无霜期不足 150 d, 7 月平均气温低于 24 ℃的地方不能种棉。新疆棉区气候的研究认为，新疆棉花产量高低和纤维品质的主要气象要素是热量状况，温度和日照时数是影响纤维综合品质的主要因子，棉花生育中后期降水偏多，光照较少，多雨寡照的年份会显著影响棉花的产量及纤维品质[9-11]。张丽娟等[12]研究气象因子对棉纤维品质性状的影响，表明降雨量、空气湿度等对纤维

品质有一定影响，但温度和光照影响更显著。Gipson 等[13]认为温度通过调节纤维素的合成与沉积影响比强度、成熟度、细度的形成。Reddy 等[14]研究认为 26~32 ℃的日均温有利于纤维马克隆值和成熟度的形成，32 ℃是纤维发育及纤维品质形成的温度上限。蒋光华等[4]研究认为日均温 24 ℃左右是高强纤维形成的最适温度。王庆材等[15]研究表明光照不足会影响棉叶光合产物的形成，减少碳水化合物向棉铃的输出，降低了棉纤维品质。汪若海等[16]早期曾研究安阳地区纤维品质与气象因子关系。本文从两个方面分析，首先以国家棉花品种区试分析黄河流域棉区、长江流域棉区、西北内陆棉区早熟、中早熟、中熟棉品种品质规律分布和评价。其次以国家棉花品种中熟常规棉对照品种‘中植棉 2 号’和中熟杂交棉对照品种‘瑞杂 816’为例，研究 2009—2014 年连续 6 年河南省安阳试点的纤维品质与当地主要气象因子的相关关系，通过灰色关联分析方法研究同一熟性对照品种纤维品质与主要气象因子的关系，以点和面结合的研究方法，分析纤维品质受气象因子影响的程度和规律性分布，寻找影响纤维品质形成的最主要气象因子，对实现棉花品种布局、生态育种和棉花品质改良具有指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1.1.1 试验地点的设置

国家棉花区域试验由全国农技推广中心组织实施，自 2005—2014 年在黄河流域、长江流域和西北内陆棉区布置试验点进行田间试验。黄河流域中熟棉区域试点有安徽省的淮北，河北省的沧州、邯郸、临西、石家庄，河南省的安阳、商丘、西华、新乡、郑州，山东省的昌邑、惠民、临清、宁津，山西省的运城，陕西省的杨凌，和天津市。2005—2010 年黄河流域中早熟棉区域试验在河北省的邯郸，山东省的临清、梁山，河南省的安阳、商丘、西华、杞县，江苏省的徐州，和安徽省的淮北进行。2005—2014 年(其中 2009—2011 年试验暂停)黄河流域早熟棉区域试验在河北省的邯郸，山东省的临清、夏津、梁山、德州，河南省的安阳、新乡、西华和山西省的运城进行。长江流域棉花区域试点有安徽省的安庆、合肥，湖南省的常德、岳阳、益阳，浙江省的慈溪，湖北省的武汉、黄冈、江陵、荆州，江西省的九江，江苏省的南京、南通、盐城，四川省的成都、射洪，以及河南省南阳。2005—2014 年西北内陆棉区早中熟棉区域试验地点有新疆的喀什麦盖提、疏附、莎车、库车，新疆建设兵团第一师塔河种业(简称第一师，下同)和巴州。西北内陆棉区早熟棉区域为新疆的乌苏、石河子、精河、和田，新疆建设兵团第八师 121 团农业技术推广站、新疆建设兵团第七师 125 团农业技术推广中心、新疆建设兵团第六师昌吉农业科学研究所，和甘肃的敦煌。

1.1.2 试验品种类型

资料来自 2005—2014 年国家棉花区域试验中黄河流域棉区中熟组、早中熟组和早熟组，长江流域棉区中熟组以及西北内陆棉区早熟组和早中熟组的汇总结果。国家区域试验的安排均采用随机区组设计，重复 3 次。参试品种共 1 060 个，其中黄河流域棉区中熟组参试品种 406 个，对照品种为‘中棉所 41’‘鲁棉研 21’‘中植棉 2 号’‘鲁棉研 15 号’和‘瑞杂 816’；早中熟组参试品种 77 个，对照品种为‘中棉所 45’和‘鲁棉研 28 号’；早熟组参试品种 50 个，对照品种为‘中棉所 30’‘中棉所 50’和‘鲁棉研 19 号’。长江流域棉区中熟组品种共 338 个，对照品种为‘湘杂棉 2 号’‘湘杂棉 8 号’和‘鄂杂棉 10 号’。西北内陆棉区参试品种共 189 个，其中早熟组参试品种 91 个，对照为‘新陆早 13 号’‘新陆早 36 号’；早中熟组参试品种 98 个，对照为‘中棉所 35’‘中棉所 49’(表 1)。考察品质性状包括纤维长度、比强度、马克隆值和纺纱均匀性指数。

1.1.3 田间试验设计

田间种植均采用随机区组排列，重复 3 次，小区面积 20 m^2，4~6 行区种植，行距 0.80~1.12 m，株距依密度而定。密度按照不同生态区、不同类型设置。所有类别区域试验棉花参试品种均采取密码编号。黄河流域棉区采用直播与营养钵育苗移栽两种种植方式，长江流域棉区采用营养钵育苗移栽方式，西北内陆棉区均采用直播方式，其他管理参照当地大田高产管理。

1.2 测定内容与方法

农业农村部棉花品质监督检验测试中心负责区试纤维样品的收集、整理、检测、数据处理及汇总分析，纤维测试指标包括纤维上半部平均长度(简称纤维长度，下同)、断裂比强度(简称比强度，下同)、马克隆值、纺纱均匀性指数。把样品放在温度为(20±2) ℃、相对湿度(65±3)%的恒温恒湿实验室环境下平衡 48 h，用 USTER 公司生产的 HVI1000 大容量纤维测试仪进行测试。采用 HVICC 标准棉样校准

表 1　2005—2014 年不同棉区不同熟性棉花参试品种数

Table 1　Number of different maturing cotton varieties of the national regional trails in different cotton areas from 2005 to 2014

年份 Year	黄河流域棉区 Yellow River Valley			长江流域棉区 Yangtze River Valley	西北内陆棉区 Northwest Inland Valley	
	中熟 Medium maturing	早中熟 Early-medium maturing	早熟 Early-maturing	中熟 Medium maturing	早熟 Early-maturing	早中熟 Early-medium maturing
2005	32	10	7	30	8	10
2006	46	11	11	31	9	9
2007	48	13	7	31	8	7
2008	37	19	4	34	7	6
2009	37	12	—	42	8	10
2010	50	12	—	40	7	11
2011	47	—	—	36	6	7
2012	30	—	6	38	12	12
2013	47	—	8	32	11	14
2014	32	—	7	24	15	12
合计 Total	406	77	50	338	91	98

仪器, 充分保证检测的可靠性, 每份样品重复测定 4 次, 依据 GB/T 20392—2006《HVI 棉纤维物理性能试验方法标准》进行测试。评价分析依据 GB 1103.1—2012《棉花 第 1 部分: 锯齿加工细绒棉》和 GB 1103.2—2012《棉花 第 2 部分: 皮辊加工细绒棉》标准。根据纤维长度、比强度、马克隆值 3 项指标的综合表现, 将棉花品种分为Ⅰ型品种、Ⅱ型品种、Ⅲ型品种 3 种主要类型(表 2)。

表 2　我国棉花纤维品质审定标准Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型概况

Table 2　Review of cotton fiber quality standards of type I, Ⅱ, Ⅲ in China

类型 Type	类型描述 Type description	纤维长度 Fiber length (mm)	比强度 Strength ($cN\cdot tex^{-1}$)	马克隆值 Micronaire
Ⅰ	高产优质 High yield and good quality	≥31.0	≥32.0	3.7~4.2
Ⅱ	普通优质 Common quality	≥29.0	≥30.0	3.5~5.0
Ⅲ	普通高产 Common high yield	≥27.0	≥28.0	3.5~5.5

1.3　数据统计与分析方法

采用灰色关联度多维综合分析法, 对不同熟性类型棉花品种 4 个品质性状进行灰色关联度分析和综合评价[17]。按照灰色系统理论, 把不同气候的主要纤维性状作为一个灰色系统, 每 1 个性状指标为系统中的 1 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; 反之则说明相互关系越远[18]。灰色关联分析方法是根据因数之间发展态势的相似或相异程度来衡量因数间关联程度的方法, 是从系统内多因素中确定主要因素进行优势对比的一种理论[19]。

品种灰色关联度多维综合评估是一种依据参试品种各性状与理想品种各性状之间的灰色关联度来评价品种综合性状表现的数学方法。具体分析方法与步骤如下:

步骤一: 搜集整理品种区域试验的试验数据。

步骤二: 构造参考品种类型数列与比较品种类型数列。将目标性状最优值(理想值)的集合作为参考品种类型数列, 各品种类型性状值的集合则构成比较品种类型数列。

步骤三: 计算各比较品种类型数列与参考品种类型数列的灰色关联度(r_i)。

$$r_i=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{m}r_{0i} \tag{1}$$

式中: n 指 n 个类型品种, m 指 m 个性状, r_{0i} 表示比较品种类型数列第 i 个性状与参考品种类型数列相应性状(理想性状)的灰色关联系数。

$$r_{0i}=(m+0.5M)/(\Delta_{ik}+0.5M) \tag{2}$$

式中: Δ_{ik} 表示第 i 个比较品种类型第 k 个性状与参考品种类型相应性状的差值, m 表示在所有 Δ_{ik} 中的最小值, M 则表示在所有 Δ_{ik} 中的最大值。

$$\Delta_{ik}=|x_{0k}-x_{ik}| \tag{3}$$

式中: x_{ik} 表示第 i 个比较品种类型第 k 个性状无量纲化后的值, x_{0k} 则表示参考品种类型数列第 k 个性状的无量纲值。

步骤四: 根据灰色关联度, 确定各比较品种类型的优劣顺序。

上述计算过程可在作物灰色育种决策系统下运行。

1.4 气象因子数理统计与分析

本文对国家棉花品种区试黄河流域中熟(常规组、杂交组)组别对照品种, 2009—2014 年连续 6 年的安阳试点纤维品质数据进行整理汇总, 结合安阳试点的地理因子(经度、纬度、海拔高度)等数据, 将安阳试点 2009—2014 年连续 6 年的有效积温、降雨量、日照时数等气象数据进行统计分析, 将 4—10 月份的气象数据统计汇总, 计算得出棉花生长期各气象因子的数据, 主要包括≥10 ℃有效积温、日照时数、降雨量等 3 个主要气象因子, 并采用灰色关联度分析方法, 研究纤维品质主要指标与 3 个主要气象因子之间的相关关系。其中气象数据来源于国家气象信息中心。

1.5 同一熟性对照品种纤维品质与主要气象因子关系研究

灰色关联分析是一种发展态势的量化比较分析方法, 而关联度是 2 个因数关联性大小的量度。如果两者在发展过程中, 相对变化基本一致, 则认为两者关联度大; 反之, 两者关联度就小, 影响力则小。下面以黄河流域国家棉花品种区域试验中熟常规棉区试组别对照品种‘中植棉 2 号’和中熟杂交棉区试组别对照品种‘瑞杂 816’为例, 研究单一品种在 2009—2014 年连续 6 年的安阳试点不同年份间纤维品质与相应年份间 4—10 月份≥10 ℃有效积温、日照时数、降雨量 3 个主要气象因子之间的相关关系。

河南省安阳地区是黄河流域重要植棉区, 位于黄河流域棉区的中心地带, 生态代表性较强, 国家棉花品种区试多年来把安阳作为重要的试点。安阳位于 114°35′E、36°10′N, 海拔高度 76.0 m, 属暖温带大陆性季风气候, 年平均温度 13.6 ℃, 年降水量 650 mm, 无霜期 200 d。日照时数和气温适中, 昼夜温差小, 温光资源丰富, 适合棉花生长, 国家级棉花研究所就选址于此。连续 6 年安阳试点整个棉花生长季节(4—10 月)的主要气象因子数据如表 3。

表 3 2009—2014 年黄河流域棉区安阳试点棉花生长季节(4—10 月)气象因子观察数据汇总

Table 3 Observational data of meteorological factors during cotton growing season (Aprile to October) in Anyang in the Yellow River Valley from 2009 to 2014

年份 Year	≥10 ℃有效积温 Accumulated temperature above 10 ℃ (℃)	日照时数 Sunshine hours (h)	降雨量 Precipitation (mm)
2009	2 460.7	1 337.0	366.8
2010	2 373.7	1 163.9	529.3
2011	2 348.3	1 164.9	444.5
2012	2 638.4	1 091.6	471.3
2013	2 330.5	990.8	365.7
2014	2 575.4	1 410.8	450.5

2009—2014 年国家黄河流域棉花品种区试安阳试点中熟常规组对照‘中植棉 2 号’和中熟杂交组对照‘瑞杂 816’连续 6 年纤维品质主要指标数据如表 4。

表 4 2009—2014 年黄河流域棉区对照品种在安阳试点纤维品质性状观察值

Table 4 Observed value of fiber quality of control varieties of Anyang in the Yellow River Valley from 2009 to 2014

类型 Type	对照品种 Control variety	年份 Year	纤维长度 Fiber length (mm)	比强度 Strength ($cN\cdot tex^{-1}$)	马克隆值 Micronaire	纺纱均匀性指数 Spinning consistency index
中熟常规棉 Medium maturing conventional cotton	中植棉 2 号 Zhongzhimian 2	2009	28.9	29.5	4.6	151
		2010	28.9	30.2	5.4	141
		2011	29.4	29.7	5.0	134
		2012	30.0	28.0	5.0	136
		2013	27.9	29.8	5.4	129
		2014	29.6	32.8	5.1	144
中熟杂交棉 Medium maturing hybrid cotton	瑞杂 816 Ruiza 816	2009	31.0	31.8	4.5	163
		2010	32.2	30.2	4.9	162
		2011	31.3	32.1	5.2	143
		2012	30.3	32.6	5.3	151
		2013	28.9	34.7	5.6	148
		2014	30.4	32.7	5.5	146

2 结果与分析

2.1 不同熟性类型符合审定标准的品种的纤维品质评价

2.1.1 不同熟性类型品种棉花纤维品质性状

同一棉区内, 不同熟性类型品种纤维品质有差异(表5)。黄河流域棉区不同熟性品种纤维长度、比强度、马克隆值及纺纱均匀性指数随品种熟性的生育期提早各项指标均呈降低的趋势; 如中熟、早中熟和早熟类型品种棉纤维比强度分别为30.2 $cN\cdot tex^{-1}$、29.5 $cN\cdot tex^{-1}$和28.7 $cN\cdot tex^{-1}$。西北内陆棉区不同熟性品种随熟性的提早纤维马克隆值变化与

黄河流域棉区相似, 而纤维长度、比强度和纺纱均匀性指数差异则相反。不同棉区间, 同一熟性类型相比, 中熟棉类型纤维比强度以黄河流域棉区略高, 纤维长度均值则以长江流域棉区较高; 早中熟和早熟棉纤维长度、比强度及纺纱均匀性指数以西北内陆棉区较高, 而马克隆值均以西北内陆棉区较优。与理想类型相比, 以西北内陆棉区棉花纤维品种较优。

表 5　2005—2014 年不同棉区不同熟性类型棉花品种主要品质性状

Table 5　Main quality characters of different maturing cotton varieties at different cotton planting areas from 2005 to 2014

生态区 Ecology valley	熟性类型 Maturing type	纤维长度 Fiber length (mm)	比强度 Strength ($cN\cdot tex^{-1}$)	马克隆值 Micronaire	纺纱均匀性指数 Spinning consistency index
黄河流域棉区 Yellow River Valley	中熟 Medium maturing	29.7	30.2	5.0	143
	早中熟 Early-medium maturing	29.7	29.5	5.0	143
	早熟 Early-maturing	28.4	28.7	4.8	133
长江流域棉区 Yangtze River Valley	中熟 Medium maturing	29.9	29.9	5.1	145
西北内陆棉区 Northwest Inland Valley	早中熟 Early-medium maturing	30.1	30.1	4.5	151
	早熟 Early-maturing	30.4	30.4	4.2	156
理想类型 Ideal type		30.4	30.4	3.7~4.2	156

2.1.2　不同熟性棉花品种符合审定标准的类型评价

按照我国棉花纤维品质Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型标准, 对2005—2014年间我国不同熟性类型品种进行归类, 结果如表 6 所示。

黄河流域中熟组参试品种中, 达到Ⅰ型和Ⅱ型标准的品种分别有 3 个和 74 个, 分别占本组参试品种的 0.74%和 18.23%; 早中熟组参试品种中, 达到Ⅱ型标准的品种有 13 个, 占本组参试品种的 16.88%; 早熟组参试品种中达到国家Ⅰ型和Ⅱ型品种标准的分别有 1 个和 3 个, 分别占本组参试品种的 2.0%和 6.0%。

长江流域中熟组参试品种中, 达到国家Ⅰ型品种标准的仅 1 个品种, 占本组参试品种的 0.30%; 属于国家Ⅱ型品种的有 36 个, 占本组参试品种的 10.65%。

西北内陆早熟组参试品种中, 达到Ⅰ型标准的品种有 9 个, 占本组参试品种的 9.1%; 属于Ⅱ型品种的有 21 个, 占本组参试品种的 23.1%。早中熟组参试品种中, 达到国家Ⅰ型和Ⅱ型品质标准的品种分别为 1 个和 21 个, 分别占本组参试品种的 1.02%和 21.43%。

表 6　2005—2014 年国家棉花区域试验达到Ⅰ型、Ⅱ型标准的不同熟性类型品种

Table 6　Varieties of different mature types of cotton in national regional trials up to the national standards of type Ⅰ and type Ⅱ from 2005 to 2014

生态区 Ecology valley	熟性类型 Maturing type	Ⅰ型品种 Type Ⅰ varieties	Ⅱ型品种 Type Ⅱ varieties
黄河流域棉区 Yellow River Valley	中熟 Medium maturing	‘中农 8503’ ‘郑育棉 2 号’ ‘MB4608’ ‘Zhongnong 8503’ ‘Zhengyumian2’ ‘MB4608	‘鲁 2015’ ‘GK50’ ‘鑫秋 2 号’ ‘中植棉 8 号’ ‘欣杂 15’等共 74 个品种 ‘Lu 2015’ ‘GK 50’ ‘Xinqiu 2’ ‘Zhongzhimian 8’ ‘Xinza 15’ etc., a total of 74 varieties
	早中熟 Early-medium maturing	/	‘嘉星 5 号’ ‘豫宝杂 4 号’ ‘鲁棉研 28’等共 13 个品种 ‘Jiaxing 5’ ‘Yubaoza 4’ ‘Lumianyan 28’ etc., a total of 13 varieties
	早熟 Early maturing	‘淮超省工棉 1 号’ ‘Huaichaoshenggongmian 1’	‘中 603’‘中棉所 50’ ‘锦科 707’共 3 个品种 ‘Zhong 603’ ‘Zhongmiansuo 50’ ‘Jinke 707’
长江流域棉区 Yangtze River Valley	中熟 Medium maturing	‘银宇 1 号’ ‘Yinyu 1’	‘荆杂 01-80’ ‘慈杂 1 号’ ‘瑞杂 816’ ‘川杂棉 30’等共 36 个品种 ‘Jingza 01-80’ ‘Ciza 1’ ‘Ruiza 816’ ‘Chuanzamian 30’ etc., a total of 36 varieties
西北内陆棉区 Northwest Inland Valley	早熟 Early maturing	‘768’ ‘A01-272’ ‘中棉所 584’等共 9 个品种 ‘768’ ‘A01-272’ ‘Zhongmiansuo 584’, etc., a total of 9 varieties	‘新陆早 13 号’ ‘金垦 91’ ‘新石 K21’ ‘天云 661’等共 26 个品种 ‘Xinluzao 13’ ‘Jinken 91’ ‘Xinshik 21’ ‘Tianyun 661’ etc., a total of 26 varieties
	早中熟 Early-medium maturing	‘6802’	‘H038’ ‘汇丰台 97’ ‘新桑特 6 号’ ‘创棉 501’ ‘中棉所 49’等共 21 个品种 ‘H038’ ‘Huifengtai 97’ ‘Xinsangte 6’ ‘Chuangmian 501’ ‘Zhongmiansuo 49’ etc., a total of 21 varieties

2.2 不同熟性类型棉花品种纤维品质性状灰色关联度分析

灰色关联度是建立在多性状量化的基础上，采取综合性状的全部优良信息所得的目标品种作为同一对比标准，用于综合评价棉花品种的优劣。通过数据进行灰色多维综合评估分析，结果如表 7。

2.2.1 黄河流域棉区

黄河流域棉区中熟组棉花品种 4 个品质性状与理想性状的综合灰色关联度为 0.653 8，居 6 种熟性类型的第 3 位，综合表现一般。其中纤维比强度与理想性状的灰色关联系数最高，达到 0.941 7；其次是纤维长度，与理想性状的灰色关联系数 0.796 9；而纺纱均匀指数和马克隆值与理想性状的灰色关联系数较低，分别为 0.527 8 和 0.348 9。因此，该熟性类型棉花品质育种的主攻方向应当是继续改良纤维长度和比强度，进一步加强对纺纱均匀指数特别是马克隆值的选育。

表 7 不同熟性类型棉花品质性状与理想性状之间灰色关联系数及综合灰色关联度

Table 7 Grey correlation coefficients and overall grey correlation degree of different maturing cotton varieties between quality traits and ideals traits

生态区 Ecology valley	熟性类型 Maturing type	纤维长度 Fiber length	比强度 Strength	马克隆值 Micronaire	纺纱均匀指数 Spinning consistence index	综合灰色关联度 Grey correlation degree	位次 Order
黄河流域棉区 Yellow River Valley	早熟 Early maturing	0.572 7	0.610 6	0.396 2	0.382 6	0.490 5	6
	早中熟 Early-medium maturing	0.792 3	0.757 2	0.353 7	0.515 1	0.604 6	5
	中熟 Medium maturing	0.796 9	0.941 7	0.348 9	0.527 8	0.653 8	3
长江流域棉区 Yangtze River Valley	中熟 Medium maturing	0.838 3	0.843 3	0.333 3	0.517 5	0.633 1	4
西北内陆棉区 Northwest Inland Valley	早熟 Early maturing	1.000 0	1.000 0	0.922 9	1.000 0	0.980 7	1
	早中熟 Early-medium maturing	0.898 6	0.904 4	0.593 7	0.736 1	0.783 2	2

黄河流域棉区中早熟类型棉花 4 个品质性状与理想性状的综合灰色关联度为 0.604 6，居 6 种熟性类型的第 5 位，综合表现差。其中纤维长度和比强度与理想性状的灰色关联系数分别为 0.792 3 和 0.757 2，而纺纱均匀指数和马克隆值与理想性状的关联系数更低，分别为 0.515 1 和 0.353 7。因此，该熟性类型棉花品质育种的主攻方向应当是进一步加强对纤维长度和比强度的改良，尤其应当重视对马克隆值和纺纱均匀指数的选择。

黄河流域棉区早熟类型棉花品种 4 个品质性状与理想性状的综合灰色关联度为 0.490 5，在 6 种熟性类型中表现最差。该熟性类型中，4 个品质性状均表现较差，与理想性状的灰色关联系数均较小，最大的也仅达 0.610 6。因此，该熟性类型棉花品质育种的主攻方向应当是四管齐下，4 个性状的选择均不能忽视。

2.2.2 长江流域棉区

长江流域棉区中熟类型棉花 4 个品质性状与理想性状的综合灰色关联度为 0.633 1，居 6 种熟性类型的第 4 位，综合表现一般。其中纤维长度、比强度与理想性状的灰色关联系数分别为 0.838 3 和 0.843 3；纺纱均匀指数与理想性状的灰色关联系数较低，为 0.517 5，而马克隆值表现最差，仅为 0.333 3。因此，该熟性类型棉花品质育种的主攻方向与上述黄河流域中熟性类型类同。

2.2.3 西北内陆棉区

西北内陆棉区早熟棉类型 4 个品质性状与理想性状的综合灰色关联度最大，为 0.980 7，说明该类型综合品质性状表现最好。其中，纤维长度、比强度和纺纱均匀指数 3 个品质性状与理想性状的灰色关联系数均为 1.000 0，即 3 个品质性状整体上已达到理想状态；马克隆值与理想性状的灰色关联系数略低，也达 0.922 9，基本接近理想值。可见，西北内陆早熟棉是我国 4 个棉花纤维品质性状表现最优的一种类型，该熟制棉花品质育种选育的主攻方向应该是在保持现有育种水平的基础上，加强对马克隆值的选育。

西北内陆棉区早中熟类型 4 个品质性状与理想性状的综合灰色关联度为 0.783 2，居 6 种熟性类型的第 2 位，综合表现较好。其中，纤维长度、比强度和纺纱均匀指数的灰色关联系数分别为 0.898 6、0.904 4 和 0.736 1，但马克隆值灰色关系系数略低，为 0.593 7。因此，该熟性类型棉花品质育种的主攻方向应当是进一步提高纤维长度、比强度和纺纱均匀性指数，尤其应当重视对马克隆值的选育。

2.3 不同熟性类型棉花纤维品质性状分布差异性比较

2.3.1 黄河流域棉区

由图 1 可知，2005—2014 年黄河流域中熟棉类

型纤维长度主要位于 29 mm、30 mm 两档, 随年份增长呈下降趋势; 早中熟棉类型 2005—2010 年纤维长度也处于 29 mm、30 mm 两档; 早熟棉类型纤维长度主要位于 27 mm、28 mm、29 mm 3 档。可见, 早熟棉类型纤维长度明显低于中熟棉和早中熟棉品种。

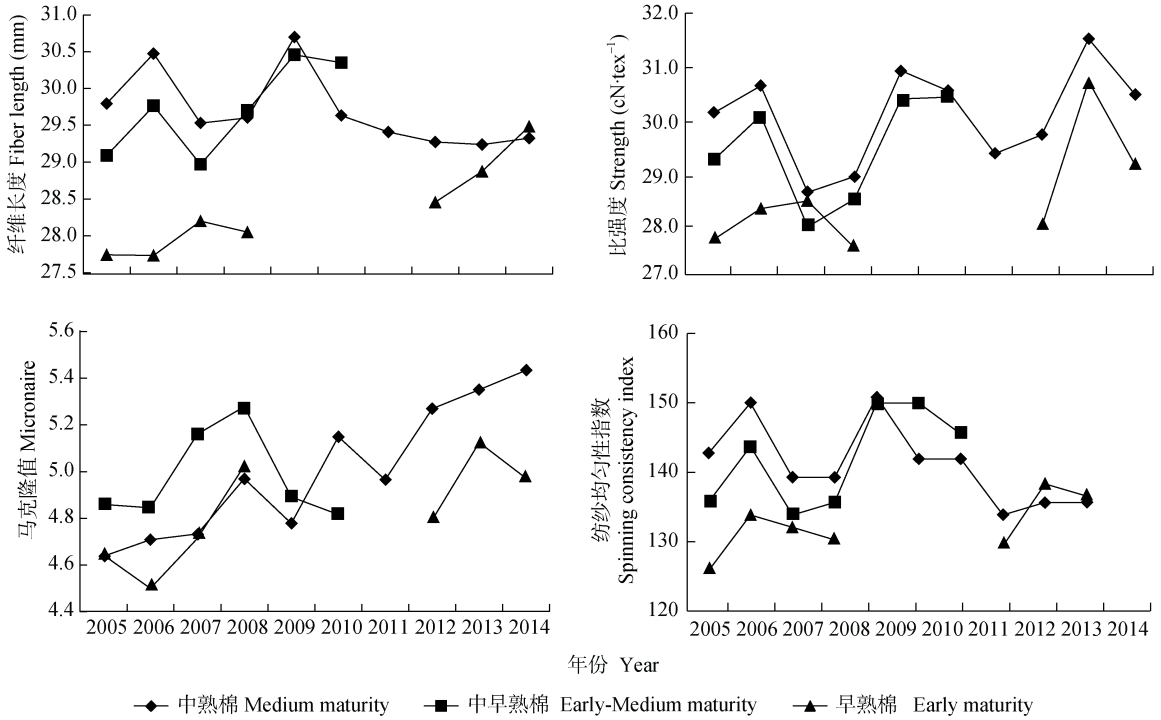


图 1　2005—2014 年黄河流域棉区不同熟性棉花品种纤维品质比较分析图

Fig. 1　Comparative analysis of cotton fiber quality of different maturing cotton varieties in Yellow River Valley from 2005 to 2014

2005—2014 年中熟棉类型纤维比强度分布在 28.7~31.9 cN·tex^{-1}, 但年份间波动较大; 2005—2010 年中早熟棉类型纤维比强度与中熟棉相似, 但略低于中熟棉; 早熟棉类型纤维比强度则明显低于中熟棉和中早熟棉。

2005—2014 年中熟棉类型纤维马克隆值随年份增长呈升高趋势, 2012 年后纤维马克隆值明显升高。早熟棉类型纤维马克隆值明显低于中熟棉, 可能与早熟棉类型生育期相对较短、纤维成熟度较低有关。中早熟棉马克隆值高于早熟棉和中熟棉。

2005—2014 年中熟棉类型纤维纺纱均匀性指数为 135~154, 但 2009 年后呈降低趋势; 早中熟棉类型 2005—2010 年纺纱均匀性指数为 137~153, 总体上低于中熟棉; 早熟棉品种纺纱均匀性指数为 126~140。可见, 早熟棉类型纤维综合纺纱性能均低于早中熟棉和中熟棉; 但中熟棉品种则呈下降趋势, 主要与中熟棉品种纤维长度下降、马克隆值升高有关。

2.3.2　长江流域棉区

2005—2014 年由于长江流域棉区参加试验的品种都是中熟品种, 只有一个熟性类型, 同一个流域内不再做比较分析。

2.3.3　西北内陆棉区

西北内陆棉区不同熟性品种之间的纤维品质显著性差异比较见图 2。结果表明: 西北内陆棉区棉花纤维长度自 2008 年呈下降趋势, 但早熟棉品种纤维长度 30.4 mm, 显著高于早中熟棉品种。早熟棉品种纤维比强度平均值虽高于早中熟棉品种类型, 但差异未达显著水平。西北内陆棉区早熟棉品种和早中熟棉品种纤维的马克隆值差异达显著水平, 早熟棉品种马克隆值显著低于早中熟类型。西北内陆棉区早熟棉品种和早中熟棉品种纤维纺纱均匀性指数差异较大, 早熟棉品种类型纺纱均匀性指数显著大于早中熟棉类型。

西北内陆棉区早熟棉和早中熟棉类型纤维长度均主要位于 29 mm、30 mm 两档, 且以早熟棉类型纤维长度略高于早中熟棉; 西北内陆棉区早熟棉类型纤维比强度为 28.5~32.3 cN·tex^{-1}; 早中熟棉类型则分布在 28.6~31.6 cN·tex^{-1}, 但其均值略低于早熟棉类型; 不同熟性类型纤维比强度随年份增长总体呈下降趋势。

2005—2014 年早熟棉品种纤维马克隆值在 4.1~4.6, 而早中熟棉类型在 4.2~4.8, 且早熟棉类型纤维马克隆值总体上低于早中熟棉类型。可能与早

中熟棉品种种植时生育期相对较长，纤维成熟度较好有关。

2005—2014 年西北内陆棉区早熟棉类型纤维纺纱指数为 148~164，早中熟棉类型为 138~164；不同类型纤维纺纱均匀指数自 2008 年后随年份增长总体呈下降趋势。

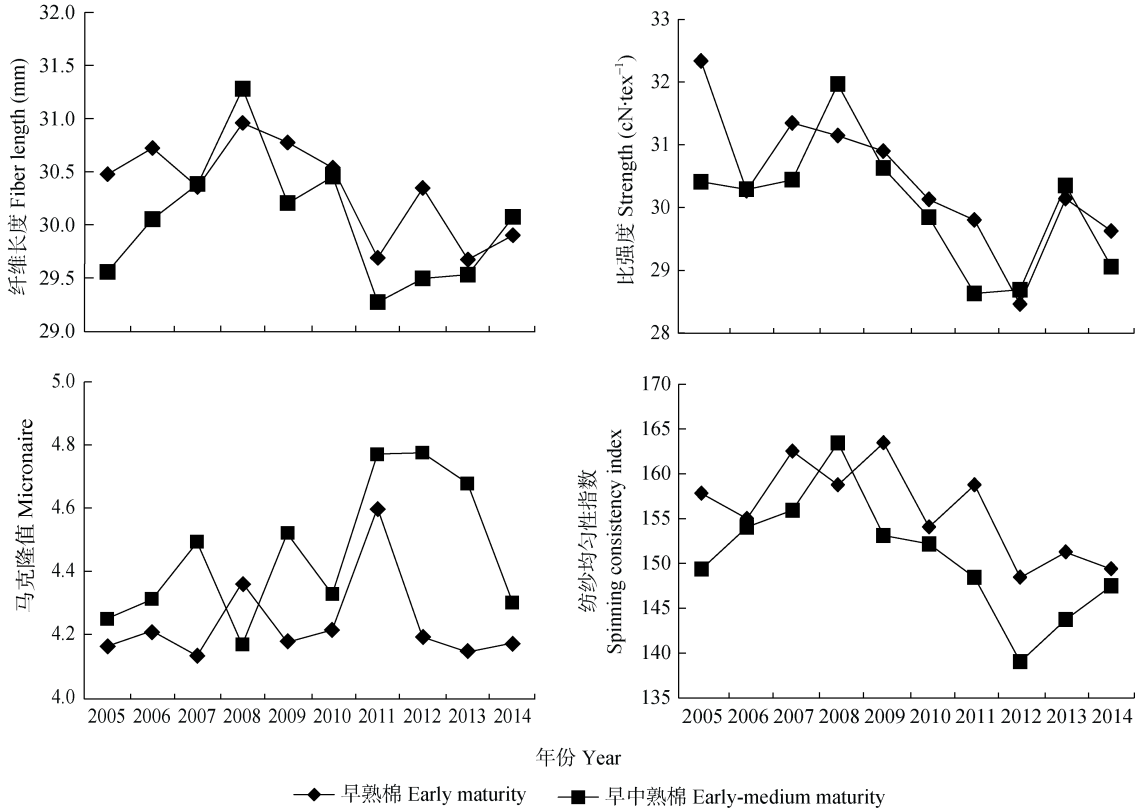


图 2 2005—2014 年西北内陆棉区不同熟性棉花品种纤维品质比较分析

Fig. 2 Comparative analysis of cotton fiber quality of different maturing cotton varieties in Northwest Inland Valley from 2005 to 2014

2.4 同一熟性对照品种纤维品质与主要气象因子的关系

2.4.1 中熟常规棉品种纤维品质性状与主要气象因子关系研究

2009—2014 年‘中植棉 2 号’连续 6 年作为国家黄河流域区试中熟常规组别对照品种，该品种生育期 125 d，品种审定时纤维上半部平均长度为 29 mm，断裂比强度 29.2 cN·tex^{-1}，马克隆值 4.7，纺纱均匀性指数 139。中熟常规棉对照品种主要纤维品质性状与气象因子的灰色关联结果如表 8 所示。在 3 个主要气象因子中，≥10 ℃有效积温对‘中植棉 2 号’的纤维长度影响最大(灰关联度为 0.836 8)，其次为纺纱均匀性指数，再次为比强度，对马克隆值影响最小。降雨量对‘中植棉 2 号’纤维长度影响最大(灰关联度为 0.657 7)，其次为马克隆值，再次为纺纱均匀性指数，对比强度影响最小(灰关联度为 0.559 6)。日照时数对‘中植棉 2 号’比强度影响最大(灰关联度为 0.724 3)，其次为纺纱均匀性指数，再次为纤维长度，对马克隆值影响最小。

同时可知，通过灰色关联度分析，在 4 个主要纤维品质性状中，对中熟常规棉‘中植棉 2 号’纤维长度影响最大的气象因子是≥10 ℃有效积温(灰关联度为 0.836 8)，其次为降雨量，日照时数影响最小。对其比强度影响最大的气象因子是≥10 ℃有效积温(灰关联度为 0.779 7)，其次是日照时数，降雨量影响最小。对其马克隆值影响最大的气象因子是≥10 ℃有效积温(灰关联度为 0.653 0)，其次是降雨量，日照时数影响最小。对其纺纱均匀性指数影响最大的气象因子依然是≥10 ℃有效积温(0.801 5)，其次为日照时数，降雨量影响最小。

≥10 ℃有效积温对‘中植棉 2 号’纤维长度影响最大，对纤维品质主要指标的影响顺序自大到小为：纤维长度、纺纱均匀性指数、比强度、马克隆值。降雨量对纤维长度影响最大，其大小顺序为：纤维长度、马克隆值、纺纱均匀性指数、比强度。日照时数对比强度影响最大，其大小顺序为：比强度、纺纱均匀性指数、纤维长度、马克隆值。

从整体上看来，≥10 ℃有效积温是影响中熟常

表 8　黄河流域棉区中熟常规棉品种和杂交棉品种纤维品质性状与气象因子间的灰色关联度

Table 8　Grey correlation degrees of main meteorological factors and fiber quality of medium maturing conventional varieties in the Yellow River Valley

品种 Variety	纤维品质 Fiber quality	≥10 ℃有效积温 Accumulate temperature above 10 ℃	降雨量 Precipitation	日照时数 Sunshine hours
中植棉 2 号 Zhongzhimian 2	纤维长度 Fiber length	0.836 8	0.657 7	0.596 7
	比强度 Strength	0.779 7	0.559 6	0.724 3
	马克隆值 Micronaire	0.653 0	0.633 9	0.569 8
	纺纱均匀指数 Spinning consistency index	0.801 5	0.613 7	0.722 3
瑞杂 816 Ruiza 816	纤维长度 Fiber length	0.727 2	0.596 2	0.541 7
	比强度 Strength	0.828 6	0.669 4	0.663 2
	马克隆值 Micronaire	0.746 2	0.694 5	0.600 4
	纺纱均匀指数 Spinning consistency index	0.770 0	0.584 3	0.654 3

规棉品种‘中植棉 2 号’主要纤维品质性状的最主要气象因子。

2.4.2　中熟杂交棉品种纤维品质性状与主要气象因子关系研究

2009—2014 年‘瑞杂 816’连续 6 年作为国家黄河流域区试中熟杂交组别对照品种，该品种生育期 125 d，品种审定时纤维上半部平均长度为 30.2 mm，断裂比强度 31.2 cN·tex^{-1}，马克隆值 4.9，纺纱均匀性指数 147.7。

由表 8 可知，通过灰色关联度分析，在 3 个主要气象因子中，≥10 ℃有效积温对品种‘瑞杂 816’比强度影响最大(灰关联度为 0.828 6)，其次为纺纱均匀性指数，再次为马克隆值，对纤维长度影响最小。降雨量对‘瑞杂 816’马克隆值影响最大(灰关联度为 0.694 5)，其次为比强度，再次为纤维长度，对纺纱均匀性指数影响最小。日照时数对比强度影响最大(灰关联度为 0.663 2)，其次为纺纱均匀性指数，再次为马克隆值，对纤维长度影响最小。

从 4 个纤维品质性状的角度看，对‘瑞杂 816’纤维长度、比强度、马克隆值三者影响最大的气象因子是≥10 ℃有效积温(灰关联度为分别 0.727 2、0.828 6 和 0.746 2)，其次为降雨量(灰关联度分别为 0.596 2、0.669 4 和 0.694 5)，日照时数影响最小(灰关联度分别为 0.541 7、0.663 2 和 0.600 4)；对‘瑞杂 816’纺纱均匀性指数影响最大的气象因子是≥10 ℃有效积温(灰关联度为 0.770 0)，其次为日照时数(0.654 3)，降雨量影响最小(0.584 3)。

整体上看来，≥10 ℃有效积温同样是影响中熟杂交棉品种‘瑞杂 816’纤维主要品质性状的最主要气象因子。

由此可见，影响中熟常规棉品种和中熟杂交棉品种主要品质性状的主要气象因子既有相同的一面，又有不同的一面。相同的是，无论常规棉还是杂交棉，影响纤维品质性状的最主要气象因子均是≥10 ℃有效积温；不同的是，降雨量和日照时数对 4 个纤维品质性状影响的重要程度有所差别。

3　讨论与结论

3.1　讨论

3.1.1　不同熟性类型符合品种审定标准的纤维品质评价

棉花不同熟性类型是棉花科学研究者在长期生产实践中，依据自然生态条件、种植制度、科研成果等要素与棉花生长发育特点完美结合划分形成的。May[20]、Berger 等[21]认为棉花品质性状的形成是基因与环境共同作用的结果，环境与不同熟性类型有着密切的相关性，这就决定了不同熟性类型在棉花品质性状形成与差异中的重要作用。本文通过采用灰色多维综合评估方法，对我国黄河流域中熟、早中熟和早熟组，长江流域中熟组以及西北内陆早熟和早中熟组等 6 种棉花熟性类型的国家棉花品种区域试验参试品种纤维品质性状进行综合分析，弥补了传统统计分析方法只能考虑单一因素性状的局限性。因此，研究结论更加客观、全面和科学，对于我国棉花品质育种和棉花生产不同熟制类型发展及棉花品种布局无疑具有一定的指导作用。

从 2005—2014 年不同熟性类型品种纤维品质性状分析结果来看，纤维品质指标差异明显，与熊宗伟等[6]、郭柏林[22]的研究结果基本一致。西北内陆棉区早熟和早中熟品种纤维品质与黄河流域中熟、中早熟、早熟以及长江流域中熟棉相比较而言，表现为纤维长度好，比强度高，整齐度较好，马克隆值适中。黄河流域早熟棉品种纤维品质综合纺纱性能明显低于中早熟棉、中熟棉品种，但中熟棉品种

纤维综合纺纱性能最近几年则呈下降趋势。早熟棉新品种的培育，应注重提高纤维品质，进一步提高早熟性，适应黄河流域麦后直播棉要求。国家棉花品种区域试验的西北内陆棉区早熟和早中熟类型相比，早熟棉品种纤维品质纺纱均匀性指数显著大于早中熟类型，是西北内陆棉区较适宜的棉花品质发展类型。但是，这两种熟制类型纤维品质呈劣质化的发展趋势，导致这种下降趋势的直接原因与这两种熟制类型品种纤维长度下降、比强度下降、马克隆值升高的趋势有关，此发展趋势与黄河流域棉区问题类似，同样应该引起棉花育种工作者、区试审定和纺织用棉等部门的足够重视。

3.1.2 三大棉区不同熟性棉花品种纤维品质指标分析和建议

对西北内陆棉区早熟棉、早中熟棉不同熟性棉花品种纤维品质指标进行分析，纤维长度和比强度均呈下降趋势，马克隆值呈上升趋势，纺纱均匀性指数呈下降趋势。产生上述结果的原因是多方面的：一是与该棉区片面追求产量提高有直接关系。张金发[23]、郭香墨等[2]和金文林等[24]研究表明，棉花产量性状与纤维品质性状呈高度负相关，在一定范围内产量的提高必然导致品质性状的降低，这启示我们在培育和选择高产品种的同时，一定要注意与纤维品质性状同步改良，建议种子管理部门审定品种时，对棉花优质纤维生产区域，主要纤维品质指标应设置下限，如纤维长度应在 30.0 mm 以上，比强度应在 30.0 $cN\cdot tex^{-1}$ 以上，即所指的“双 30”品种，马克隆值应在 3.6~4.9。二是与该棉区棉花优质种质资源材料较缺乏及品种引进有关。西北内陆早熟棉类型品种主要纤维品质指标优于早中熟类型品种，主要由于早熟棉品种为新疆本土培育，对纤维品质把关较严；而早中熟类棉花品种是新疆棉花种植主体，随着最近几年内地棉花面积急剧萎缩，黄河流域和长江流域中熟、早中熟棉花品种大量引进，其中不乏引进了高产、抗病而纤维品质较差的品种，从而降低了西北内陆棉区早中熟棉的整体品质，这对于新疆棉区正迅速扩大棉花机械化采收十分不利，因为棉花在机采和清花过程中可能会使纤维品质进一步变劣，纺织用棉品质会受到严重影响。针对上述结果，建议种子管理部门从严掌握新疆棉花新品种引进门槛，重点把握新引进棉花品种的纤维品质。

3.1.3 不同熟性类型棉花纤维品质改良

不同种植制度下不同熟性棉花品种的棉花品质存在较大差异。韩迎春等[25]研究指出早熟棉品种品质低于中熟及早中熟品种。这与本研究的黄河流域棉区早熟棉品质相对较差的结论相一致。毛树春等[26]以早熟、早中熟和中熟品种为材料研究不同类型品种在河北省南部棉区的适应性，表明在冀南棉区不适宜种植早熟品种，中熟品种的适应性好于早中熟品种，与本研究的不同熟性品种棉花品质中熟品种的适应性好于早中熟品种相一致。早熟和早中熟品种应合理搭配，根据适宜生态区划分种植不同的早熟和早中熟品种。长江流域棉区、黄河流域棉区近几年纤维长度和比强度有增强的趋势，说明在纤维长度和比强度方面的品质改进成效显著。但黄河流域、长江流域、西北内陆三大棉区 6 类不同熟性类型品种均表现出纤维马克隆值增大、纤维变粗的趋势。目前寻求降低马克隆值的育种途径和方法是棉花育种家们应尽快解决的问题。

3.1.4 棉花纤维品质与气象因子的关系

大量研究表明，气象因子对棉花纤维品质影响较大。王朝辉等[10]认为温度与纤维长度、整齐度指数、比强度和纺纱均匀性指数呈显著或极显著正相关，与马克隆值正相关；光照时数与纤维长度、整齐度指数、比强度、马克隆值和纺纱均匀性指数呈显著或极显著正相关；降水量与纤维长度、整齐度指数、比强度、马克隆值和纺纱均匀性指数呈负相关。王小龙[27]认为在所有气象因子中，温度对纤维发育最为重要。李伟明等[28]认为降水量是一个限制因子，降水量较少年份对纤维品质起正作用，降水量对纤维品质起副作用。王朝晖等[29]表明温度是影响纤维品质的主导因子，温度、光照时数与纤维品质呈正相关，而与降水量、空气湿度呈负相关。这说明在一定范围内，光照时间长、温度高有利于纤维成熟，马克隆值、纤维长度、比强度同时增加。温度在 30~31 ℃、光照时间在 6~10 h、空气湿度在 65.0%~74.0%、降水量均匀且在 2~4 mm 时，棉花纤维品质最优。研究表明温度对纤维品质的影响，在 20~30 ℃时温度越高成熟度越好，棉纤维强度随日平均气温的上升而增强。韩慧君[30]研究发现棉花成熟度和细度主要受热量和日照时数的影响。赫云理[31]认为中熟棉花品种的纤维强力与细度呈负相关，与成熟系数呈正相关。中熟品种达到同样品质指标所要求的气象因子条件比早熟棉花品种略低，因为早熟棉花品种播种较晚，铃期温度偏低，温度对纤维发育的有效性较差，达到同样品质所需积温、光照要求更多一些。而铃期以前的情况刚好相反，早熟品种和中熟品种播种至开花所需积温分别为 1 500 ℃和 1 900 ℃。马富裕等[32]对纤维发育与气象因子的关联有一定的研究，认为随纬度升高，由南疆中熟棉区

向北疆早熟棉区推移过程中, 纤维加长, 比强度下降, 马克隆值降低, 可溶性糖含量增加。孙东磊等[33]认为从棉纤维整个发育期分析, 纤维品质指标受气象因子影响大小顺序为: 比强度>马克隆值>长度。而本研究表明, 无论中熟常规棉品种‘中植棉 2 号’, 还是中熟杂交棉品种‘瑞杂 816’, ≥10 ℃有效积温均是影响纤维品质性状的最主要气象因子; 而不同的是, 降雨量和日照时数对 4 个纤维品质性状影响的重要程度有所差别。这些结论与 Gipson 等[13]和马富裕等[32]的研究结果基本一致。

随着科技的发展和育种水平的不断提高, 我国“六五”至“十二五”期间, 棉花纤维品质总体趋势不断提高[34]。棉花育种品质的长度分布范围在 27~32 mm, 以 29 mm 和 30 mm 为主, 所占比例达 60%左右; 比强度主要分布在 25.0~31.0 cN·tex^{-1}, 以 28.0~29.0 cN·tex^{-1} 为主, 比强度有逐年增大的趋势; 麦克隆值多分布在 4.3~4.9。尤其最近 10 年, 三大棉区的纤维麦克隆值都有偏高趋势, 纤维表现越来越粗, 这与黄河流域近年来的平均气温升高有很大关系, 尤其 7 月中下旬至 8 月份的高温干旱, 对棉花造成不利影响, 建议棉花育种专家在品种选育时, 适当调整选育指标。

3.2　结论

分析不同熟性类型纤维品质表明, 2005—2014 年国家棉花参试品种中达到国家Ⅰ型、Ⅱ型标准的品种, 中熟棉品种分别占其参试品种总数的 0.54%和 12.63%, 早熟棉为 7.09%和 18.44%, 早中熟棉为 0.57%和 17.14%。

不同纤维品质指标以纤维长度和比强度与理想性状的灰色关联系数较高, 其次是纺纱均匀性指数, 再次为马克隆值, 且在不同棉区间、不同熟性类型间表现一致。西北内陆早熟棉和早中熟棉综合品质性状最佳, 其次是黄河流域与长江流域棉区的中熟棉类型, 再次是黄河流域早中熟棉和早熟棉类型。

分析不同熟性品种纤维品质地域分布可见, 黄河流域棉区中熟棉纤维品质分布略优于长江流域棉区。西北内陆棉区早熟棉纤维品质综合性状表现最佳, 是我国棉花品质育种和生产的首选熟性类型, 是我国棉花品质最具发展潜力的一种熟性类型, 其品质发展育种策略应当是在保持现有品种品质性状的基础上, 加强对纤维长度和比强度的改良。其次为西北内陆早中熟类型, 是我国棉花品质育种和生产的重要熟性类型, 但要进一步提高纤维长度、比强度和纺纱均匀指数的选育力度。

我国棉花品种中熟棉类型主要分布在长江流域和黄河流域棉区, 近 5 年西北内陆棉区的中熟品种有所增加。总体上中熟棉品种纤维长度分布范围在 28.7~30.3 mm, 达到纺中高档纱所需长度标准要求。黄河流域的中熟品种近几年纤维长度有所下降, 长江流域的纤维长度表现较好。黄河流域北部近几年中熟品种的比强度指标有所下降, 但长江流域棉区的比强度有所提高, 分布在 29.6~31.0 cN·tex^{-1}, 属中等偏上水平。三大棉区马克隆值差异明显, 长江流域棉区的马克隆值高于黄河流域棉区, 而黄河流域棉区马克隆值高于西北内陆棉区。黄河流域的马克隆值在 2010—2014 年提高幅度较大, 出现马克隆值超过 5.5 的现象。

本研究表明棉花生育期 4—10 月份≥10 ℃有效积温是影响中熟常规棉和杂交棉纤维品质的最主要因子。不同的是降雨量和日照时数对 4 个纤维品质性状影响的重要程度有所差别。对中熟常规棉而言, 气象因子影响纤维长度和马克隆值的顺序为≥10 ℃有效积温>降雨量>日照时数; 影响比强度和纺纱均匀性指数的顺序为≥10 ℃有效积温>日照时数>降雨量。对中熟杂交棉而言, 气象因子影响纤维长度、比强度、马克隆值的顺序均为≥10 ℃有效积温>降雨量>日照时数; 而影响纺纱均匀性指数的顺序为≥10 ℃有效积温>日照时数>降雨量。

参考文献 References

[1] 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2013
Cotton Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences. Chinese Cotton Cultivation[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2013

[2] 郭香墨, 刘正德, 罗云佳. 我国面向 21 世纪棉花纤维品质改良对策[J]. 棉花学报, 1999, 11(6): 321–325
GUO X M, LIU Z D, LUO Y J. The improvement strategy of cotton fibre quality for the 21st Century in China[J]. Acta Gossypii Sinica, 1999, 11(6): 321–325

[3] 杨伟华, 项时康, 唐淑荣, 等. 20 年来我国自育棉花品种纤维品质分析[J]. 棉花学报, 2001, 13(6): 377–383
YANG W H, XIANG S K, TANG S R, et al. Analysis on fiber quality of the cotton varieties released in the last 20 years in China[J]. Cotton Science, 2001, 13(6): 377–383

[4] 蒋光华, 孟亚利, 陈兵林, 等. 低温对棉纤维比强度形成的生理机制影响[J]. 植物生态学报, 2006, 30(2): 335–343
JANG G H, MENG Y L, CHEN B L, et al. Effects of low temperature on physiological mechanisms of cotton fiber strength forming process[J]. Journal of Plant Ecology, 2006, 30(2): 335–343

[5] 杨长琴, 刘瑞显, 张国伟, 等. 花铃期渍水对棉纤维糖代谢的影响及其与纤维比强度的关系[J]. 作物学报, 2014, 40(9): 1612–1618
YANG C Q, LIU R X, ZHANG G W, et al. Sugar metabolism

and its relationship with fiber strength affected by waterlogging during flowering and bolling stage in cotton[J]. Acta Agronomica Sinica, 2014, 40(9): 1612–1618

[6] 熊宗伟, 顾生浩, 毛丽丽, 等. 中国棉花纤维品质和气候因子的空间分布特征[J]. 应用生态学报, 2012, 23(12): 3385–3392
XIONG Z W, GU S H, MAO L L, et al. Spatial distribution characteristics of China cotton fiber quality and climatic factors based on GIS[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2012, 23(12): 3385–3392

[7] ATLIN G N, MCRAE K B, LU X. Genotype × region interaction for two-row barley yield in Canada[J]. Crop Science, 2000, 40(1): 1–6

[8] 汪若海. 充分利用热量资源是我国棉花生产和科研的关键[J]. 中国棉花, 1991, (5): 2–4
WANG R H. Making full use of heat resources is the key to cotton production and scientific research in China[J]. China Cotton, 1991, (5): 2–4

[9] 阿布都克日木·阿巴司. 气候对新疆棉花产量的影响分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2007, 1(6): 29–34
ABDKRM·ABASI. Analysis of climatic factors impacting cotton output in Xinjiang[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2007, 1(6): 29–34

[10] 王朝辉, 钟林光, 李景龙. 主要气象因子与抗虫杂交棉纤维品质的关系[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(8): 101–108
WANG Z H, ZHONG L G, LI J L. Study on the relationship between main meteorological factors and fiber quality of insect-resistant hybrid cotton[J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2009, 37(8): 101–108

[11] 王士红, 杨中旭, 李秋枝, 等. 中后期多雨寡照天气对棉花产量和品质的影响[J]. 中国棉花, 2014, 41(3): 24–26
WANG S H, YANG Z X, LI Q Z, et al. Effect of overabundant rain and poor sunshine on cotton yield and quality in mid-later growth stage[J]. China Cotton, 2014, 41(3): 24–26

[12] 张丽娟, 熊宗伟, 陈兵林, 等. 气候条件变化对棉纤维品质的影响[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(2): 79–84
ZHANG L J, XIONG Z W, CHEN B L, et al. Sensitivity analysis of cotton fiber quality to climate condition[J]. Journal of Natural Disasters, 2006, 15(2): 79–84

[13] GIPSON J R, JOHAM H E. Influence of night temperature on growth and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Ⅲ. fiber elongation[J]. Crop Science, 1969, 9(2): 127–129

[14] REDDY K R, DAVIDONIS G, JOHNSON A, et al. Temperature regime and carbon dioxide enrichment alter cotton boll development and fiber properties[J]. Agronomy Journal, 1999, 91(5): 851–858

[15] 王庆材, 孙学振, 郭英, 等. 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, et al. Research progress of light on cotton growth and cotton fiber development[J]. China Cotton, 2005, 32(1): 8–10

[16] 汪若海, 张淑玲, 张文庆. 安阳地区棉花产量及品质与若干气象因素关系初析[J]. 农业气象, 1985, (1): 1–5
WANG R H, ZHANG S L, ZHANG W Q. Preliminary analysis on the relationship between cotton yield and quality and some meteorological factors in Anyang area[J]. China Agro meteorology, 1985, (1): 1–5

[17] 郭瑞林. 作物灰色育种学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995: 257–261
GUO R L. Crop Grey Breeding[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1995: 257–261

[18] 郭瑞林, 王占中. 作物灰色育种电脑决策系统及其应用[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 160–168
GUO R L, WANG Z Z. Computer Decision System for Crop Grey Breeding and Its Application[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2008: 160–168

[19] 王旭东, 侯琼, 刘克利, 等. 基于灰色关联法的阿拉善盟棉花气候适宜度细分[C]//2011 年第二十八届中国气象学会年会论文集. 厦门: 中国气象学会, 2011: 11
WANG X D, HOU Q, LIU K L, et al. Climate suitability breakdown of Alxa League cotton based on grey correlation method[C]// Proceedings of the 28th Annual Meeting of the China Meteorological Society in 2011. Xiamen: China Meteorological Society, 2011: 11

[20] MAY O L. New strategies to improve cotton yield and quality[J]. Cotton Science, 2001, 13(1): 54–58

[21] BERGER J D, ROBERTSON L D, COCKS P S. Genotype × environment interaction for yield and other plant attributes among undomesticated Mediterranean *Vicia* species[J]. Euphytica, 2002, 126(3): 421–435

[22] 郭柏林. 我国棉花品质的地理评价[J]. 上海农业学报, 1996, 12(3): 43–47
GUO B L. Geographic evaluation of the quality of cotton produced in China[J]. Acta Agricul Turae Shanghai, 1996, 12(3): 43–47

[23] 张金发. 陆地棉农艺性状稳定性的相关分析[J]. 华中农业大学学报, 1989, 8(3): 223–226
ZHANG J F. Correlation analysis for stability of agronomic traits in *Gossypium hirsutum* L.[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1989, 8(3): 223–226

[24] 金文林, 白琼岩. 作物区试中品种产量性状评价的秩次分析法[J]. 作物学报, 1999, 25(5): 632–638
JIN W L, BAI Q Y. The analysis based on ranks of crop varieties in regional trials[J]. Acta Agronomica Sinica, 1999, 25(5): 632–638

[25] 韩迎春, 毛树春, 王香河, 等. 温光和种植制度对棉花早熟性和纤维品质的影响[J]. 棉花学报, 2004, 16(5): 301–306
HAN Y C, MAO S C, WANG X H, et al. Effects of climate and planting system on cotton pre-maturity and fiber quality[J]. Cotton Science, 2004, 16(5): 301–306

[26] 毛树春, 宋美珍, 邢金松, 等. 套种棉花苗期弱光照低热量和干旱胁迫机制[J]. 棉花学报, 1996, 8(4): 224
MAO S C, SONG M Z, XING J S, et al. Mechanism of cotton under low sun light energy, low heat and drought stress during the co-growing period interplanted with wheat[J]. Acta Gossypii Sinica, 1996, 8(4): 224

[27] 王小龙. 影响棉花纤维强度因素分析及解决途径[J]. 河南职技师范学报, 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

[28] 李伟明, 刘素恩, 王志忠, 等. 棉花纤维品质年际间变化及气象因素影响分析[J]. 棉花学报, 2005, 17(2): 103–106
LI W M, LIU S E, WANG Z Z, et al. Annual variance of cotton fiber quality and influence by climatic-ecologic factors[J]. Cotton Science, 2005, 17(2): 103–106

[29] 王朝晖, 李景龙. 气象因子对湖南省棉花纤维品质的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2006, 32(2): 111–115
WANG Z H, LI J L. Effects of meteorological factors on main fiber quality characters of cotton in Hunan Province[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences, 2006, 32(2): 111–115

[30] 韩慧君. 气候生态因素对棉花产量与纤维品质的影响[J]. 中国农业科学, 1991, 24(5): 23–29
HAN H J. Effects of climatic-ecologic factors on cotton yield and fibre quality[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1991, 24(5): 23–29

[31] 赫云理. 棉花纤维品质与气象因子关系的分析[J]. 山东气象, 1985, (3): 28–30
HE Y L. Analysis of the relationship between cotton fiber quality and meteorological factors[J]. Journal of Shandong Meteorology, 1985, (3): 28–30

[32] 马富裕, 曹卫星, 李少昆, 等. 棉花纤维品质与气象因子的定量分析[J]. 应用生态学报, 2005, 16(11): 2102–2107
MA F Y, CAO W X, LI S K, et al. Quantitative analysis on the relationships between cotton fiber quality and meteorological factors[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(11): 2102–2107

[33] 孙东磊, 梁钰, 李存东, 等. 气象因子对棉花纤维品质的影响[J]. 气象与环境学报, 2009, 25(2): 68–72
SUN D L, LIANG Y, LI C D, et al. Effects of meteorological factors on cotton fiber quality[J]. Journal of Meteorology and Environment, 2009, 25(2): 68–72

[34] 唐淑荣 金石桥 付小琼, 等. “六五”至“十二五”期间我国棉花品种纤维品质评价分析[J]. 中国棉花, 2015, 42(9): 18–24
TANG S R, JIN S Q, FU X Q, et al. Evaluate on the cotton fiber quality in China during the sixth and the twelfth Five-year Plan period[J]. China Cotton, 2015, 42(9): 18–24

扫码关注

《落叶果树》

欢迎订阅、欢迎投稿、欢迎发布广告

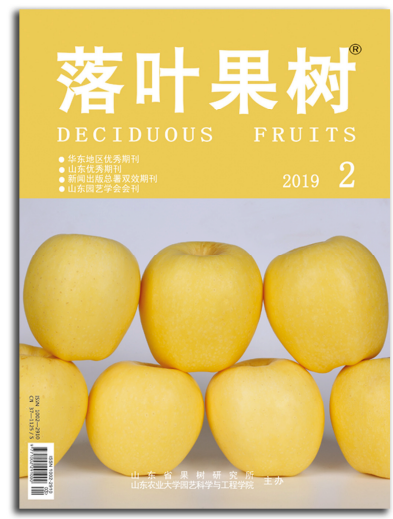
《落叶果树》1969年创刊，是山东省果树研究所、山东农业大学园艺科学与工程学院主办的山东果树业唯一的省级科研、教学与生产的交流平台。

近年来《落叶果树》与新媒体融合创新发展，抓产业热点与果农关注的焦点，及时报道国内外在本领域内的新成果、新动态、新技术，为全国果树科研、生产、科技经营服务。

50年来我刊始终站在果树科研与生产的前沿，紧跟果树产业体系的建设，影响力日益扩大；连年入选中国学术期刊影响因子年报，是果树科研、教学和果农朋友喜爱的专业科学技术期刊。

订阅指南：

本刊为双月刊，大16开，国内统一刊号：CN 37-1125/S 国际标准刊号：ISSN 1002-2910，全国各地邮局均可订阅，也可随时拨打订阅电话：0538-8266538。全年只需48元，方便快捷！



地址：山东省泰安市龙潭路66号山东省果树研究所《落叶果树》杂志社　邮编：271000
订阅热线：0538-8266538 8334077　广告热线：0538-8204076
电子邮箱：lygsbj@163.com　　微信号：lygsbj