不同流域棉花品种纤维品质分布和地域分异研究

唐淑荣[1],魏守军[1],孟俊婷[1],韦京艳[1],孙福来[2*]

(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,河南安阳 455000;2.山东省滨州市种子管理站,山东滨州 256600)

摘要 采用地理信息系统为信息处理技术方法,以黄河流域棉区、长江流域棉区、西北内陆棉区的早熟、中熟和早中熟类型的杂交棉和常规棉品种为试验材料,通过2005—2014年国家级棉花品种区域试验对棉纤维4个主要纤维品质性状(长度、马克隆值、比强度和纺纱均匀性指数)进行地域性分析研究。结果表明,中熟棉品种纤维长度达到纺中高档纱所需长度标准要求;黄河流域的河北北部中熟品种近几年纤维长度下降,长江流域的长江中下游地区纤维长度表现较好;中熟品种的纤维比强度分布大致呈自西向东、由北向南增加的趋势。三大棉区不同熟性类型马克隆值有明显差异。此外,黄河流域棉区的华北平原一带是适宜种植推广中长绒、高比强和高马克隆值的长强粗纤维的常规棉品种的区域,黄河流域棉区的黄土高原一带是适宜种植推广普通高产型的短弱粗纤维的常规棉品种的区域。长江流域中下游棉区是适宜种植推广中长绒、高比强和高马克隆值的长强粗纤维的杂交棉品种区域。而西北内陆棉区的东疆地区是适合推广种植长强细的优质常规棉品种或长绒棉品种的区域,可以作为我国棉纺工业纺高支纱的重要优质棉生产基地。总之,西北内陆棉区常规棉仍然是我国棉花品质性状表现最具发展潜力的品种类型。

关键词 棉花(*Gossypium hirsutum* L.);熟性类型;纤维品质;地理信息系统

中图分类号 S562 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)02-0040-09

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.02.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Distribution of Fiber Quality and Regional Differentation of Cotton Varieties in Different Regions

TANG Shu-rong, WEI Shou-jun, MENG Jun-ting et al (Institute of Cotton Research of Chinese Academy of Agricultural Sciences / State Key Laboratory of Cotton Biology, Anyang, Henan 455000)

Abstract The 4 major fiber quality traits of fiber length, micronaire, strength and spinning consistency index of different maturity cotton types were analyzed by Geographic Information System (GIS) method. Datasets were collected from national cotton regional trials in China during 2005-2014, fiber quality of hybrid and conventional cotton varieties including early-maturing, early-medium maturing and medium maturing variety trial groups in the Northwest Inland Valley (NWIV), the Yellow River Valley (YeRV) and the Yangtze River Valley(YaRV). The results showed that the range of fiber length distribution of medium mature cotton varieties reached the requirement of the standard of high quality yarn. Fiber length of medium maturing varieties in north Hebei of YeRV declined in recent years. The fiber specific strength of medium maturing varieties was distributed in the decreasing trend of west to east and north to south. Besides, the YeRV of North China plain area was suitable to plant velvet length, high specific and high values for clones long strong crude fiber of conventional cotton varieties, the YeRV of the Huangtu Plateau area was suitable planting region of ordinary high yield promotion in the short weak crude fiber of conventional cotton varieties. In the middle and lower reaches of the Yangtze River cotton area was suitable to plant velvet length, high specific and high values for clones long strong crude fiber hybrid cotton variety. And northwest inland region of eastern Xinjiang region was suitable to plant long fine quality of conventional cotton varieties or cotton variety, which can be used as an important high-quality cotton production base for China´s cotton industry spinning high yarn. In general, the northwest inland conventional cotton was the most promising variety.

Key words Cotton(*Gossypium hirsutum* L.);Maturing types;Fiber quality;Geographic information system

棉花是我国重要的经济作物,是纺织工业的主要原料,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。我国幅员辽阔,自然环境类型多样,宜棉区域广阔,目前按大的流域划分,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品种熟性类型。明确分析我国棉花纤维品质的区域特征分布规律及纤维品质地域分异对我国棉花育种方向和产业发展具有重要意义。地理信息系统(Geographic Information System,GIS)作为一种重要的信息处理技术,自1997年开始被广泛应用于农业生产的空间分布和变异研究[1-2]。朱大威等[3]、周留根等[4]基于GIS建立了棉田精准施肥和土壤养分管理和棉花生产潜力和空间分布,并对棉花施肥及肥力综合评价。王飞飞等[5]建立棉铃品质预测与地域分异评价系统,对棉铃品质地域分异评价系统,对长江和黄河中下游棉区的棉铃品质预测和地域分异进行评价。潘学标等[6-8]通过GIS建立了区域棉花生产管理信息系统,分析了棉花生产空间区域分布与变异状况等。上述研究主要集中在棉花施肥、种植区划、生产空间布局、生产潜力分析、棉铃品质预测及地域分异评价等领域。

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[9]。研究不同熟性棉花的纤维品质表现及其地域分布,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性的意义。已有的研究也表明,棉纤维品质除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[10-15],熊宗伟等[16]研究进一步指出,棉花品质指标与各生态区气候因子(温度、光照、降水、湿度)有较好的相关性,如日照充足、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、麦克隆值、品级等品质指标均居国内各棉区首位。此外,棉花生长过程中环境条件如土壤类型、海拔高度、

基金项目 国家棉花产业技术体系项目(CARS-15-25)和中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(2019年度所长基金项目)。

作者简介 唐淑荣(1969—),女,河南中牟人,副研究员,博士,从事棉花纤维检测技术与质量安全监控研究。*通信作者,推广研究员,硕士,从事农业技术推广研究。

收稿日期 2019-08-16

气候条件、栽培措施等多因素的影响,在年际间和不同生态点间的表现差异很大[17-18]。该研究从宏观角度对我国三大主产棉区早熟、早中熟、中熟不同熟性类型棉花品种纤维品质和气候因子的空间分布规律进行研究,以 2005—2014 年我国国家级棉花区域试验 531 个参试品种的纤维品质主要性状指标(上半部平均长度、断裂比强度、马克隆值和纺纱均匀性指数)为分析对象,结合近 10 年全国 48 个试验站点的气象数据资料,系统研究我国近 10 年间棉花不同品种类型(杂交棉、常规棉)、不同熟性类型(早熟、中熟、早中熟)、不同生态区(黄河流域棉区、长江流域棉区及西北内陆棉区)棉花纤维品质时空分布的规律。根据 GIS 系统制作不同熟性的棉花品种在区域尺度上的品质差异,揭示不同熟性的棉花品种纤维品质的地域分异规律,对合理安排国家棉花品种区试不同熟性类型参试品种的地域分组试验以及棉花一熟制、两熟制种植结构调整具有重要参考价值,可明确不同生态区棉纤维品质发育最有利的熟性类型,实现资源有效利用,有利于棉花生产的区划发展。

1　材料与方法

1.1　试验设计

1.1.1　试验地点的设置。2005—2014 年黄河流域中熟棉区域试验在安徽淮北、河北沧州、邯郸、临西、石家庄、河南安阳、商丘、西华、新乡、郑州、杞县、山东昌邑、惠民、临清、宁津、夏津、梁山、德州、山西运城、陕西杨凌、江苏徐州和天津试验点进行。

2005—2014 年长江流域棉花区域试验在安徽安庆、合肥、湖南常德、岳阳、益阳、浙江慈溪、湖北武汉、黄冈、江陵、荆州、江西九江、江苏南京、南通、盐城、四川成都、射洪和河南南阳 8 个省市 17 个试验点进行。

2005—2014 年西北内陆棉区早中熟棉区域试验在新疆自治区和兵团麦盖提、疏附、莎车、库车、农一师、巴州 6 个试验点进行。西北内陆棉区早熟棉区域试验在新疆乌苏、石河子、精河、农八师、农七师、和田和甘肃敦煌 7 个试验点进行。

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(次)。其中,黄河流域棉区中熟组参试品种 406 个。早中熟组参试品种 77 个,早熟组参试品种 50 个,长江流域棉区中熟组品种共 338 个;西北内陆棉区参试品种共 189 个,其中早熟组参试品种 91 个;早中熟组参试品种 98 个(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。

表 1　2005—2014 年不同熟性棉花参试品种数的比较

Table 1　Comparison of the number of different maturing cotton varieties from 2005 to 2014

年份 Years	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 Region	
	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

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和类型设置。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 2 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。

1.1.4　不同熟性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 2)。黄河流域棉区,不同熟性品种纤维长度、比强度、麦克隆值及纺纱均匀性指数均值随品种熟性的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均值分别为 30.24、29.53 和 28.66 cN/tex。西北内陆棉区,不同熟性品种随熟性的提早纤维马克隆值均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均值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;中早熟和早熟棉纤维长度、纤维比强度及纺纱均匀性指数均值以西北内陆棉区较高,而麦克隆值均值均以西北内陆棉区较优。与理想类型相比,西北内陆棉区棉花纤维品种较优。

1.2　取样方法和测定内容

1.2.1　取样方法。在棉花生长期间,对每个区试点所有参试

棉花品种选择小区中间行 20 株生长正常的棉株挂牌标记，于吐絮盛期选取中部果枝上吐絮正常的 50 个棉铃，晒干轧花后的皮棉作为纤维品质样品，按照全国农业技术推广服务中心的统一编码，送农业部棉花品质监督检验测试中心进行检测。每个样品测试纤维上半部平均长度、比强度、麦克隆值、伸长率、反射率、黄度、整齐度指数、纺纱均匀性指数 8 个纤维品质指标。

表 2 2005—2014 年不同熟性类型棉花品种主要品质性状的比较

Table 2 Comparison of the main quality characters of different maturing cotton varieties from 2005 to 2014

流域名称 Valley name	熟性类型 Maturing types	长度 Length mm	比强度 Strength cN/tex	麦克隆值 Micronaire	纺纱均匀指数 Spinning consistency index
河流域棉区	中熟	29.74	30.24	5.00	143.45
Yellow River	早中熟	29.72	29.53	4.98	142.79
Valley	早熟	28.39	28.66	4.83	133.32
长江流域棉区 Yangtze River Valley	中熟	29.91	29.90	5.07	142.92
西北内陆棉区	早中熟	30.13	30.12	4.46	151.00
Northwest	早熟	30.44	30.41	4.23	156.05
Inland Region	理想类型	30.44	30.41	3.7~4.2	156.05

1.2.2 测试方法。纤维品质检测时，首先把样品放在恒温恒湿条件下进行，即温度为(20±2)℃、相对湿度(65±3)%平衡 48 h调试样品后，用国际先进 HVI 大容量纤维测试仪测试。采用 HVICC 校准棉样校准仪器，充分保证检测的可靠性。每份样品至少测定 3 次重复试样，计算出每份样品的平均值。试验方法统一采用 GB/T 20392—2006《HVI 棉纤维物理性能试验方法标准》。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。

1.3 数理统计与制作空间分布图 该研究汇总黄河流域棉区 17 个试验点，长江流域棉区 19 个试验点，西北内陆棉区 12 个试验点，总共 48 个站点(或接近试验点的站点)的经度、纬度、海拔高度的数据，并将各站点的气象数据进行统计分析得出各站点 2005—2011 年的年平均气温、年平均降雨量和年平均日照时数。其中，气象数据来源于国家气象信息中心，经纬度等地理信息数据来源于国家基础地理信息中心的 1∶400 万中国地理数据。这些站点代表了各棉区棉花的主要生产情况，通过建立棉花各生态区的纤维品质和气象因子的数据库，利用 ArcGIS 10.2 和 1∶400 万中国地理数据库，将纤维品质数据导入 ArcGIS 制作空间分布图，运用克里金插值法进行空间插值处理[19]，建立基于全国三大棉区的纤维品质指标的空间分布信息系统，制作并输出各棉区 2005—2011 年试点间的年平均气温、年平均降雨量和年平均日照时数的空间分布图。用 Excel 2007 处理数据，用 ArcGIS 10.2 按 2005—2009 年和 2010—2014 年 2 个 5 年时间段绘制空间分布图。按 2005—2014 年的不同熟性品种纤维品质指标进行空间分布特征分析。

2 结果与分析

2.1 基于不同类型品种的纤维品质地域分异

2.1.1 2005—2011 年试验点气象因子时空分布。

2.1.1.1 2005—2011 年 48 个试验点年均温度、日照时数和降水量统计。收集黄河流域 16 个试验点，长江流域 20 个试验点，西北内陆棉区 12 个试验点的 48 个试验点的地理信息数据(经度、纬度、海拔高度)和气象数据(表 3)，根据 48 个试验站点 2005—2011 年的日平均温度、日平均日照时数、降水量等地理信息数据，通过统计分析得出各站点年平均气温、年平均降雨量和年平均日照时数，建立棉花各生态区的纤维品质和气象因子的数据库，利用 Arcgis 10.2 和 1∶400 万中国地理数据库，将纤维品质数据导入 GIS 制作空间分布图，运用克里金插值法进行空间插值处理，建立了全国三大棉区不同熟性下的杂交棉与常规棉纤维品质指标的空间分布信息系统，制作并输出我国各棉区 2005—2014 年试点间的平均气温、平均日照时数和平均降雨量的空间分布图。

表 3 2005—2011 年 48 个试验站点的平均温度、平均降水、平均日照时数的比较

Table 3 Comparison of the average temperature, average precipitation and average sunshine hours of 48 test sites from 2005 to 2011

流域 Region	试验点 Site	纬度 Latitude	经度 Longitude	海拔 Altitude m	平均温度 Temperature ℃	平均降水量 Precipitation mm	日照时数 Sunshine hours//h
黄河流域棉区	河北石家庄	38°02′	114°25′	81.00	14.9	534.5	2 266.0
Yellow	河北邯郸	37°04′	114°30′	77.30	15.1	521.0	2 009.4
River Valley	河北唐山	39°40′	118°09′	27.80	12.4	601.9	2 520.6
	河北故城	38°14′	115°44′	19.00	13.5	498.7	2 599.5
	河南安阳	36°03′	114°24′	62.90	14.4	544.3	1 838.7
	河南新乡	35°19′	113°53′	73.20	15.6	531.4	1 961.8
	河南郑州	34°43′	113°39′	110.40	15.9	677.9	1 762.8
	河南开封	34°47′	114°18′	73.70	15.9	640.0	1 672.1
	河南西华	33°40′	114°31′	52.60	15.8	778.6	1 788.6
	河南商丘	34°27′	115°40′	50.10	15.2	746.2	1 853.9
	山东惠民	37°29′	117°32′	11.70	13.9	561.9	2 451.0
	山东昌邑	36°45′	119°11′	22.20	13.7	603.9	2 398.2
	山东嘉祥	35°34′	116°51′	51.70	14.5	811.6	2 285.8

接下表

续表 1

流域 Region	试验点 Site	纬度 Latitude	经度 Longitude	海拔 Altitude m	平均温度 Temperature ℃	平均降水量 Precipitation mm	日照时数 Sunshine hours//h
	陕西咸阳	34°15′	108°13′	447.80	14.3	668.0	1 639.1
	山西运城	35°03′	111°03′	365.00	14.8	517.6	1 967.6
	安徽淮北	37°08′	116°59′	25.90	16.3	908.6	2 115.6
	平均	35°80′	114°60′	98.91	15.0	645.0	2 043.0
长江流域棉区	安徽滁州	32°18′	118°18′	27.50	14.8	783.1	2 148.6
Yangtze	河南南阳	33°02′	112°35′	129.20	16.3	817.3	1 609.7
River Valley	安徽合肥	31°47′	117°18′	27.00	17.1	1 023.7	1 827.1
	安徽安庆	30°32′	117°03′	19.80	18.1	1 330.8	1 695.3
	湖北襄阳	32°23′	111°40′	90.00	6.9	837.4	1 564.6
	湖北黄冈	31°11′	115°01′	59.30	18.0	1 157.8	2 075.9
	湖北荆州	30°21′	112°09′	32.20	14.8	783.1	2 148.6
	湖北武汉	30°37′	114°08′	23.10	14.8	783.1	2 148.6
	湖南安乡	29°35′	111°22′	116.90	18.1	1 209.1	1 513.7
	湖南岳阳	29°23′	113°05′	53.00	18.5	1 179.2	1 803.0
	湖南常德	29°03′	111°41′	35.00	18.7	1 240.0	1 588.2
	湖南沅江	28°51′	112°22′	37.00	18.5	1 160.2	1 443.0
	江苏启东	32°04′	121°36′	5.50	16.4	1 014.3	2 067.9
	江苏徐州	34°17′	117°09′	41.20	15.6	849.4	2 014.7
	江苏南京	32°00′	118°48′	7.10	17.0	1 126.3	1 851.5
	江苏东台	32°52′	120°19′	4.30	15.9	1 064.4	2 013.6
	江苏南通	31°59′	120°53′	6.10	16.8	1 143.5	1 907.8
	江苏常州	31°26′	119°29′	7.70	17.3	1 068.1	1 864.5
	浙江慈溪	30°12′	121°16′	4.50	18.2	1 310.9	1 891.7
	四川遂宁	30°30′	105°33′	355.00	8.0	918.8	1 059.8
	平均	30°95′	115°59′	50.12	16.0	1 052.0	1 822.0
西北内陆棉区	新疆 博乐	45°11′	82°34′	336.10	10.0	125.1	2 509.2
Northwest	新疆 精河	44°37′	82°54′	320.10	9.4	113.1	2 496.9
Inland Region	新疆 乌苏	44°26′	84°40′	478.70	9.4	198.6	2 544.0
	新疆 石河子	44°19′	86°03′	442.90	7.5	164.7	2 799.9
	新疆 吐鲁番	42°56′	89°12′	34.50	16.6	10.8	2 757.6
	新疆 阿克苏	41°10′	80°14′	1 103.80	12.4	72.7	2 776.1
	新疆 库车	41°43′	82°58′	1 081.90	11.5	69.4	2 872.2
	新疆 巴州	41°45′	86°08′	931.50	12.9	50.2	2 942.1
	新疆 喀什	39°28′	75°59′	1 289.40	13.3	87.3	2 946.1
	新疆 莎车	38°26′	77°16′	1 231.20	13.1	57.0	2 774.8
	新疆 和田	37°08′	79°56′	1 375.00	14.6	47.2	2 696.9
	甘肃 敦煌	40°09′	94°41′	1 139.00	11.1	44.4	3 308.3
	平均	41°60′	83°30′	813.68	12.0	87.0	2 785.0
全国年平均 National annual average		35°33′	107°18′	258.29	15.0	666.0	2 142.0

2.1.1.2　2005—2011 各试验点年平均日照时数空间分布图。由图 1 可知,平均日照时数分布没有规律性,但年均日照时数呈增加变化。黄河流域、长江流域和西北内陆棉区年平均日照时数分别为 2 043、1 822 和 2 785 h,年平均日照时数分布分别为 1 609~2 599、1 059~2 149、2 497~3 308 h。2005—2011 年全国年平均日照时数为 2 142 h,其中全国年平均日照时数最高的甘肃敦煌点年平均日照时数高达 3 308 h,而四川的遂宁年平均日照时数最低为 1 060 h。

2.1.1.3　2005—2011 各试验点年平均降水量空间分布图。由图 2 可知,平均降水量自西向东,呈增加变化,其中长江流域是全国平均降水量最大的棉区。2005—2011 年黄河流域、长江流域和西北内陆棉区年平均降水量分别为 645、1 052、86 mm;分布范围分别是 499~909、783~1 311 和 44~198 mm。2005—2011 年全国年平均降水为 680 mm,新疆吐鲁番年平均降水量只有 10 mm,而浙江的慈溪年平均降水量达到 1 330 mm。

2.1.1.4　2005—2011 各试验点年平均温度空间分布图。由图 3 可知,平均温度分布没有规律性,但年平均温度呈逐渐升高的变化。黄河流域、长江流域和西北内陆棉区年平均温度分别为 15、16、12 ℃,年平均温度范围分布分别为在 12~16、7~19、7~16 ℃。2005—2011 年全国年平均温度为 15 ℃,以长江流域的年平均温度最高,黄河流域的试验点年平均温度分布在 14~18 ℃的较高温度范围。温度的过高会导致马克隆值加粗,这是近些年来黄河流域马克隆值逐年增加的原因之一。

2.1.2　基于不同类型品种的纤维品质地域分异。

2.1.2.1　2005—2014 年常规棉品种纤维品质的空间分布。

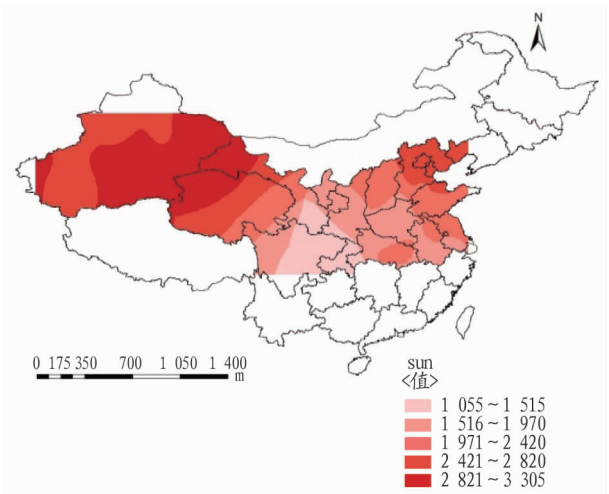

图 1 2005—2011 年中国主产棉区 48 个试验点平均日照时数空间分布

Fig.1 Spatial distribution of average sunshine hours in 48 test sites of the major cotton producing regions in China from 2005 to 2011

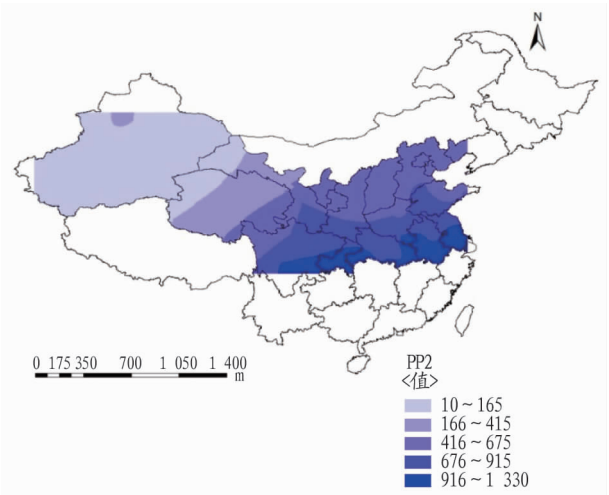

图 2 2005—2011 年中国主产棉区 48 个试验点年平均降水空间分布

Fig.2 Spatial distribution of average precipitation in 48 test sites of the major cotton producing regions in China from 2005 to 2011

由图 4 和 5 可知,我国常规棉品种区域试验主要布置在黄河流域和西北内陆棉区。分析表明,多数参试品种纤维长度为 28.0～30.9 mm,达到中绒棉的长度标准;而纤维长度达到 31.0～33.9 mm 的品种属于中长绒棉标准,主要分布在西北内陆棉区的东疆吐鲁番地区,为适宜生产中长绒棉的常规种主要种植区域。南疆和北疆的常规棉品种纤维长度分布主要在 28.8～29.6 mm,达到中绒长度标准。在黄河流域棉区的华北一带,河北石家庄、沧州、故城、邯郸、天津及河南安阳、新乡等地区常规棉品种纤维长度在 29.6～30.4 mm,达到了中长绒长度标准,为适宜种植生产中长绒的常规种种植区域;黄河流域棉区的黄土高原一带如山西的运城、陕西的渭南及河南西部一带纤维长度偏短,落在 26.4～27.2 mm 范围,属于短绒棉长度标准,这一区域是适宜推广种植短绒棉的常规种种植区域。西北内陆的新疆地区纤维长度总体大于黄河流域棉区。

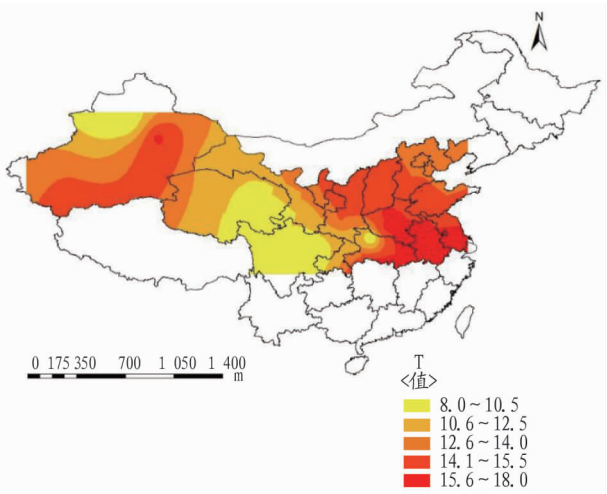

图 3 2005—2011 年中国主产棉区 48 个试验点年平均温度空间分布

Fig.3 Spatial distribution of average temperature in 48 test sites of the major cotton producing regions in China from 2005 to 2011

纤维比强度分布在 26.6～30.5 cN/tex,多数常规棉品种的纤维比强度达到中等水平,如西北内陆的南疆和北疆地区、山东东部一带地区,纤维比强度达到中等偏上 29.0～29.8 cN/tex,高比强的地区主要是新疆的东部和甘肃的敦煌及河北北部、山东北部地区,达到 29.8～30.5 cN/tex,而陕西的咸阳、渭南一带比强度偏低,为 26.6～27.4 cN/tex。

马克隆值变化在棉区间有差异,总体上以黄河流域棉区的马克隆值高于西北内陆棉区。黄河流域棉区马克隆值在 5.0～6.0。西北内陆棉区则在 2.6～5.0。且黄河流域近年来马克隆值提高幅度较大,成为马克隆值最高的棉区。

总之,黄河流域棉区的河南北部、河北境内、山东北部地区,纤维长度分布主要在 28.8～29.6 mm,马克隆值分布阈值在 5.0～6.0,比强度分布值在 29.8～30.5 cN/tex。而黄河流域棉区的河南西部地区、山西和陕西境内的产棉区的常规棉品种品质表现为长度在 26.4～27.2 mm 短棉标准范围,低档比强 26.6～27.4 cN/tex,马克隆值分布阈值在 4.9～5.5,达到国家审定标准的普通高产要求的纤维品质。西北内陆棉区由于特殊的地理特点和气候差异,使得西北内陆常规棉品种纤维品质性状明显优于黄河流域常规棉品种的品质。西北内陆棉区年均温度与黄河流域相当,平均降水量和日照时数均略高于西北内陆棉区;此外,由于地理特点不同,气候日变化差异也较大。西北内陆常规棉品种品质性状明显优于黄河流域常规棉品种。

2.1.2.2 2005—2014 年杂交棉品种纤维品质的空间分布。我国杂交棉品种主要分布在黄河流域和长江流域棉区,西北内陆棉区近几年不断向新疆引进杂交棉品种。从图 6 和 7 可以看出,杂交棉品种纤维长度分布在 29.3～30.7 mm,达到中绒棉的标准。近年来黄河流域的杂交棉品种纤维长度下

降,在 48 个试点中表现偏短;以长江流域纤维长度最长,达到 30.7 mm 以上;西北内陆杂交棉纤维长度 2005—2009 年、2010—2014 年分布在 29.9~30.2 mm 和 29.5~29.8 mm。

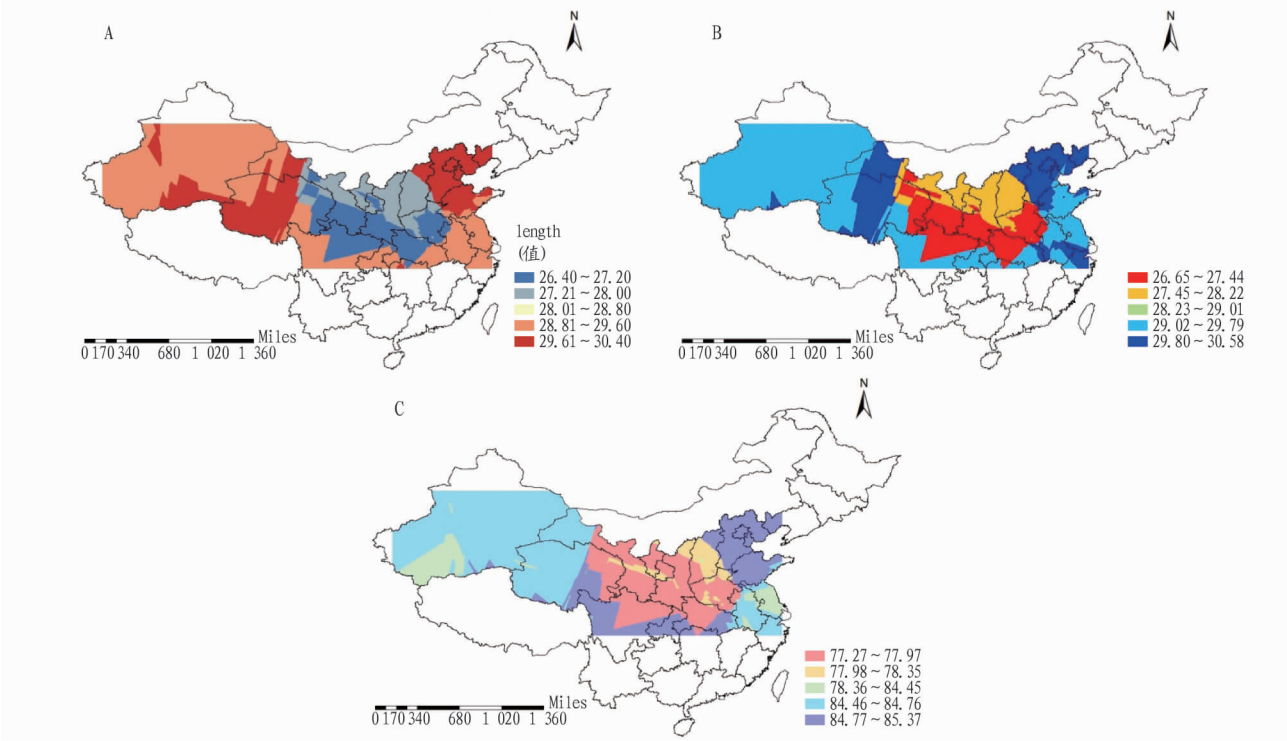

图 4　2005—2009 年常规棉品种纤维长度(A)、比强度(B)、整齐度指数(C)的空间分布

Fig.4　Spatial distribution of fiber length(A),strength(B) and uniformation index(C) for conventional cotton varieties from 2005 to 2009

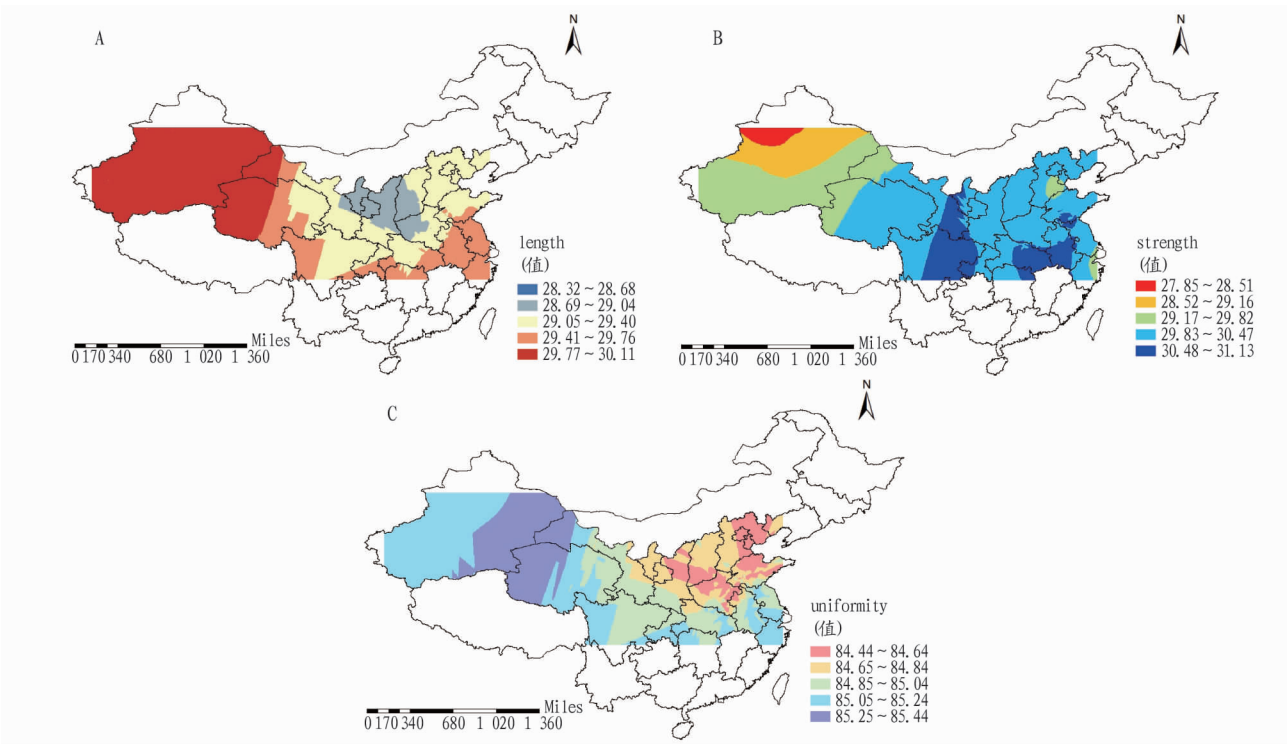

图 5　2010—2014 年常规棉品种纤维长度(A)、比强度(B)、整齐度指数(C)的空间分布

Fig.5　Spatial distribution of fiber length(A),strength(B) and uniformation index(C) for conventional cotton varieties from 2010 to 2014

杂交棉品种的纤维比强度分布大致呈自西向东增加的趋势,分布在 28.7~31.0 cN/tex。但近几年黄河流域的纤维比强度受高温影响,强度下降。

三大棉区麦克隆值差异明显,长江流域棉区的麦克隆值高于黄河流域棉区,而黄河流域棉区麦克隆值高于西北内陆棉区。黄河流域棉区马克隆值在 5.0~6.0,且在 2010—2014

年马克隆值提高幅度较大。

黄河流域的年平均日照时数(2 043 h)比长江流域高221 h;黄河流域的年平均降水为645 mm,比长江流域少407 mm。鉴于杂交棉品种前期生长势较强,器官发育建成速度较快,霜后花率低,纤维发育好,成熟较早。而长江流域棉花种植密度低,造成棉珠上部棉铃发育受温度的限制,影响纤维品质。黄河流域的杂交棉纤维品质优于长江流域的杂交棉品种。

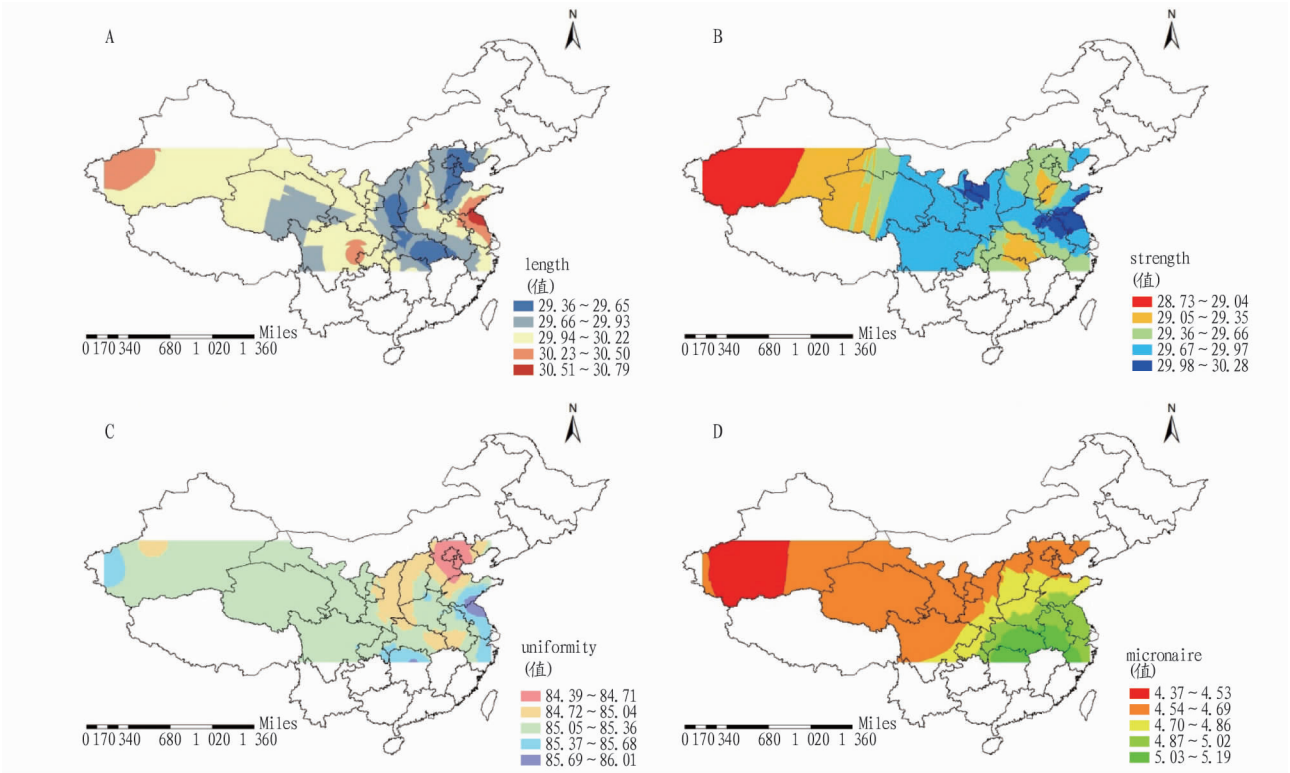

图 6 2005—2009 年杂交棉品种种纤维长度(A)、比强度(B)、整齐度指数(C)、马克隆值(D)的空间分布

Fig.6 Spatial distribution offiber length(A),strength(B),uniformation index(C) and micronaire(D) for hybrid cotton varieties from 2005 to 2009

2.2 基于不同熟性类型品种的纤维品质空间分布

2.2.1 熟棉类型纤维各性状指标的空间分布。早熟棉类型主要分布在西北内陆棉区的北疆地区和黄河流域棉区,2005—2009 年间西北内陆棉区早熟棉类型的纤维长度好于黄河流域,大多分布在 31.0~31.9 mm,而黄河流域纤维长度平均分布在中等范围 26.0~29.9 mm,即纤维长度以西北内陆棉区较高;比强度和整齐度指数分布自西向东呈逐步减弱的变化趋势;马克隆值分布趋势自西向东逐渐有走高的趋势,2010—2014 年西北内陆棉区与黄河流域棉区纤维品质差异与 2005—2009 年相似,但区域间的差异变小。北疆区域早熟棉的纤维长度、比强度近几年略有下降,2010—2014 年西北内陆的马克隆值也比 2005—2009 年稍有增高。

2.2.2 早中熟类型纤维各性状指标的空间分布。我国的早中熟棉类型主要分布在西北内陆棉区的南疆地区和黄河流域整个棉区。2005—2009 年间西北内陆棉区早中熟棉类型纤维长度大多分布在高长度级范围,为 30.0~31.9 mm,黄河流域纤维长度则分布在中等偏下范围 26.0~29.9 mm,分析表明西北内陆早中熟棉纤维长度高于黄河流域棉区;比强度分布自西向东呈逐渐增大的变化趋势;马克隆值的空间分布与早熟棉相似,马克隆值分布趋势自西向东逐渐有走高的趋势。

黄河流域棉区早中熟棉类型纤维品质分布特征与早熟棉相似。马克隆值变化在棉区间有差异,总体上以黄河流域棉区的马克隆值高于西北内陆棉区。黄河流域棉区马克隆值在 5.0~6.0。西北内陆棉区则在 2.6~5.0。且黄河流域近年来马克隆值提高幅度较大,成为马克隆值最高的棉区。

2005—2009 年早中熟的纤维长度分布自东向西逐步增大,而在 2010—2014 年早中熟的纤维长度分布变成自西向东逐步增大,出现品质倒转的现象,说明新疆棉区的纤维长度近年来纤维长度变短的分布现状,应引起育种专家们得高度重视。

2.2.3 中熟品种纤维各性状指标的空间分布。我国的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。黄河流域的河北北部中熟品种近几年纤维长度有所下降,但平均分布在 28.7~29.0 mm,山东东部和长江流域的浙江省区、江苏东部沿海一带纤维长度最长分布在 30 mm 以上。可见,纤维长度以长江流域的长江中下游地区表现较好。

中熟品种的比强都在黄河流域的河北北部的石家庄、沧州、故城,近几年纤维比强度有所下降,但长江流域棉区的比

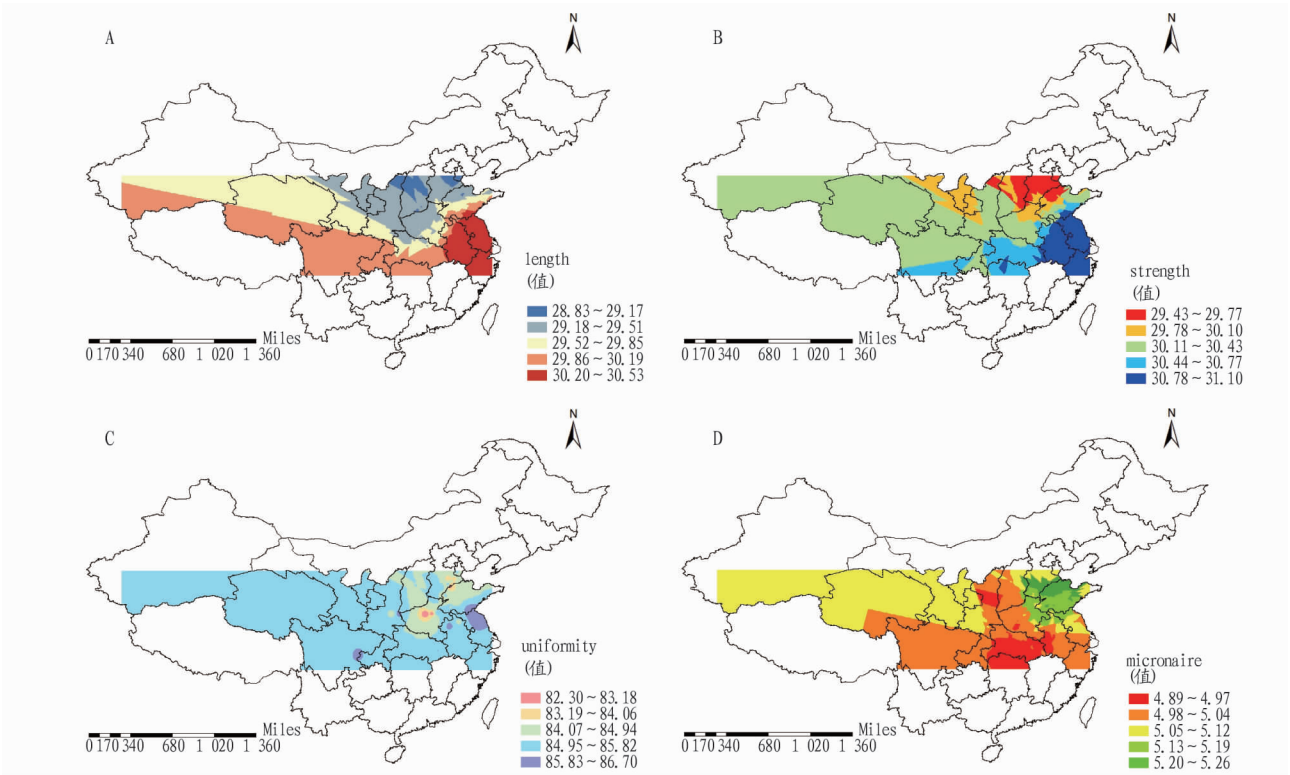

图 7　2010—2014 年杂交棉品种纤维长度(A)、比强度(B)、整齐度指数(C)、马克隆值(D)的空间分布

Fig.7　Spatial distribution of fiber length(A), strength(B), uniformation index(C) and micronaire(D) for hybrid cotton varieties from 2010 to 2014

强度有所提高,中熟品种的纤维比强度分布大致呈自西向东、由北向南增加的趋势,分布在 29.6～31.0 cN/tex,属中等偏上的水平。

三大棉区麦克隆值差异明显,长江流域棉区的麦克隆值高于黄河流域棉区,而黄河流域棉区麦克隆值高于西北内陆棉区。呈现自西向东、由北向南逐渐增大的分布情况,但黄河流域棉区麦克隆值在 5.0～5.5,且在黄河流域的麦克隆值在 2010—2014 年提高幅度较大,出现麦克隆值超过 6.0 的现象。

中熟品种的综合品质表现如下:2005—2009 年纤维长度和比强度黄河流域棉区高于长江流域棉区,整齐度指数以长江流域棉区较高,麦克隆值以长江流域最高。2010—2014 年纤维长度仍以黄河流域棉区高于长江流域棉区,整齐度指数以长江流域棉区较高,但黄河流域麦克隆值越来越高。

3　讨论

GIS 地理信息系统用在不同熟性类型品种棉花纤维品质空间分布图的制作上,可以更好地从宏观角度研究棉花纤维品质的地域分异规律。该研究是在谢莉婷等[19]、朱大威等[3]、潘学标等[8]研究棉花施肥、种植区划、生产空间布局、生产潜力分析、棉铃品质预测及地域分异评价基础上,从宏观角度根据 GIS 系统制作不同熟性的棉花品种在区域尺度上的品质差异对我国三大主产棉区早熟、早中熟、中熟不同熟性类型棉花品种纤维品质和气候因子的空间分布规律进行研究,揭示不同熟性的棉花品种纤维品质的地域分异规律,对合理安排国家棉花品种区试不同熟性类型参试品种的地域分组试验以及棉花一熟制、两熟制种植结构调整具有重要参考价值。

(1)棉花不同熟性类型品种是我国棉花科技人员和广大棉农在长期生产实践中,根据自然生态条件、种植制度等要素将棉花生长发育特点与其完美结合而形成的,在我国棉花生产中占居重要地位。从 2005—2014 年间的纤维品质空间分布来分析,纤维品质指标逐年变化趋势明显,西北内陆棉区早熟和早中熟品种 2005—2009 年间纤维长度最好、比强度高、整齐度较好,且马克隆值分布在最佳范围。但在 2010—2014 年间西北内陆棉区的纤维长度降低,参试品种的纤维长度渐渐变短,马克隆值在 2010—2014 年间逐年增大,几个纤维主要指标的品质越来越差。黄河流域的马克隆值受气候影响,在 2010—2014 年间参试品种的马克隆值越来越高,品种表现偏粗,极大地影响了纺纱品质。近年来我国棉花参试品种的纤维长度出现品质倒转的现象,2005—2009 年早中熟的纤维长度分布自东向西逐步增大,而在 2010—2014 年早中熟的纤维长度分布变成自西向东逐步增大,说明新疆棉区近年来纤维长度变短,应引起育种专家们的高度重视。棉花纤维品质的整体提高对提升纺织品质量有较大影响,因此育种家应注重纤维品质方面选育,国家和省级品种审定机构在审定品种时,更应从严把握品种、提高优质棉品种的比例,从而有利于提高棉产品国际竞争力。

(2)与长江流域相比较,黄河流域光热资源有限,杂交棉品种一般为中熟品种,由于前期生长势较强,器官发育建成速度较快,棉花生育后期霜后花率较低,纤维发育较好,成熟较早,纤维品质较优。而长江流域采用“小、壮、高”栽培技术

途径,发挥棉花个体优势和延长有效花铃期以获得高产[20-21]。但这种技术途径势必增加棉株上部铃和晚秋桃比例,而这部分棉铃发育受温度限制,进而影响纤维品质形成,这可能是长江流域棉纤维品质略差于黄河流域的原因。因此,长江流域棉区除了加强纤维品质的改良,还应在栽培上调整技术,如增加种植密度而适当提前打顶,减少植株上部果枝和成铃数,从而提高纤维品质。

(3)不同棉区常规棉与杂交棉纤维品质性状比较表明,西北内陆棉区常规棉品质性状优于黄河流域杂交棉;而黄河流域杂交棉又优于黄河流域常规棉和长江流域杂交棉,且黄河流域常规棉与长江流域杂交棉纤维品质性状差异不显著。总之,西北内陆棉区常规棉是我国棉花品质性状选育最具发展潜力的品种类型,研究结果对优化我国优质棉区域布局和种植结构调整有重要的参考价值[22]。西北内陆棉区以种植常规棉为主,该区实行独具特色的"矮、密、早"栽培技术。近年来大面积采用机械化采收技术,造成原棉杂质含量高、纤维长度下降。为了适应机械化采收,品种的纤维长度需要提高 1~2 mm,比强度也需要进一步提高。为此,建议该棉区审定棉花品种时,严格控制长度达不到 30 mm、比强度达不到 30 cN/tex 的品种审定通过率,并加强采收机械研究和工艺流程改进,以保持优良纤维品质。

(4)通过 GIS 进行地域分异研究表明,我国常规棉参试品种主要布置在黄河流域和西北内陆棉区,多数常规棉品种纤维长度达到中绒棉的长度标准,其阈值分布在 28.0~30.9 mm。而纤维长度达到 31.0~33.9 mm 的常规棉品种属于中长绒棉标准,主要在西北内陆棉区的东疆吐鲁番地区,为适宜生产中长绒棉的常规种主要种植区域,此地区也属于高比强度区域,其比强度阈值在 29.8~30.5 cN/tex,而且马克隆值处于最佳的 A 和 B 级范围,适合推广种植优质的常规棉品种,可以农场化"订单农业"模式作为纺织企业优质棉生产基地。西北内陆棉区以种植早中熟常规棉为主,该区实行独具特色的"矮、密、早"栽培技术,随着近年来棉花大面积采用机械化采收技术,造成原棉杂质含量高,纤维长度下降。为了适应机械化采收,品种的纤维长度需要提高 1~2 mm,比强度也需要进一步提高,因此,建议西北内陆棉区参加国家棉花品种区域试验的常规棉品种最好先参加新疆自治区棉花品种区域试验,长度达不到 30 mm、比强度达不到 30 cN/tex(即"双 30"品质要求)的品种不得参加西北内陆国家棉花品种区试,以应对棉花机械化采收对纤维品质的不利影响。而黄河流域棉区的华北平原一带,包括河南北部、河北境内、山东北部地区,常规棉的纤维长度分布阈值在 28.8~29.6 mm,达到中长绒长度标准,马克隆值分布阈值在 5.0~6.0,比强度分布阈值在 29.8~30.5 cN/tex,这一带可以作为适宜推广生产上的中长绒棉、高比强、高马克隆值的常规棉品种;黄河流域棉区的黄土高原一带包括河南西部地区、山西和陕西的产棉区。常规棉品种长度分布阈值在 26.4~27.2 mm,才达到短绒棉长度标准范围,比强度分布阈值在 26.6~27.4 cN/tex,才达到"低档"比强度范围,马克隆值分布阈值在 4.9~5.5,达到 B2 级及以上标准范围,适合推广普通高产型的常规棉品种。

4 结论

(1)黄河流域棉区的华北平原一带,适宜推广中长绒、高比强和高马克隆值的长强粗的常规棉品种,黄河流域棉区的黄土高原一带适合推广普通高产型的短弱粗的常规棉品种,而西北内陆棉区的东疆地区适合推广种植长强细的优质常规棉品种,可以作为优质棉生产基地。黄河流域的杂交棉纤维品质优于长江流域的杂交棉品种。西北内陆棉区引进棉花品种,先参加新疆自治区区域试验,严格控制品质指标及品种审定通过率,以应对机械花采收对纤维品质的要求。总之,西北内陆棉区常规棉是我国棉花品质性状选育最具发展潜力的品种类型,研究结果对优化我国优质棉区域布局和种植结构调整有重要的参考价值。

(2)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。黄河流域的河北北部中熟品种近几年纤维长度有所下降,长江流域的长江中下游地区纤维长度表现较好。近几年纤维比强度中熟品种的比强度指标在黄河流域北部的石家庄、沧州、故城地区有所下降,但长江流域棉区的比强度有所提高,中熟品种的纤维比强度分布大致呈自西向东、由北向南增加的趋势,分布在 29.6~31.0 cN/tex,属中等偏上的水平。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,呈现自西向东、由北向南逐渐增大的分布情况,且 2010—2014 年黄河流域的马克隆值提高幅度较大,出现马克隆值超过 6.0 的现象。

参考文献

[1] 阎守邕,肖春生,田青,等.中国农业统计地理信息系统及其应用研究[J].遥感学报,1997,1(2):152-156.

[2]危常州,侯振安,朱和明,等.基于 GIS 的棉田精冷施肥和土壤养分管理系统的研究[J].中国农业科学,2002,35(6):678-685.

[3]朱大威,黄耀,金之庆,等.基于模型和 GIS 的江苏省氮肥施用适宜性分析:以 2000 年为例[J].中国农业科学,2008,41(5):1373-1382.

[4] 周留根,周治国,曹卫星,等.基于知识模型和 GIS 的棉花生产潜力评价系统[J].棉花学报,2005,17(2):117-121.

[5]王飞飞,陈兵林,周治国,等.基于模型和 GIS 的棉铃品质地域分异评价系统[J].棉花学报,2010,22(6):561-567.

[6] 潘学标.基于 GIS 的中国县域棉花生产空间分布与变异研究[J].中国农业科学,2003,36(4):382-386.

[7] 潘学标,李克让.基于 GIS 的新疆棉花生产发展时空变异分析[J].干旱区地理,2000,23(3):199-206.

[8] 潘学标.基于 GIS 的中国作物生产信息系统研究[J].中国农业科学,2000,33(2):110.

[9]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.

[10] PERCY R G,CANTRELL R G,ZHANG J F.Genetic variation for agronomic and fiber properties in an introgressed recombinant inbred population of cotton [J].Crop science,2006,46(3):1311-1317.

[11] YEATES S J,CONSTABLE G A,MCCUMSTIE T.Irrigated cotton in the tropical dry season.III:Impact of temperature,cultivar and sowing date on fibre quality[J].Field crops research,2010,116(3):300-307

[12] ZHAO D L,OOSTERHUIS D M.Cotton responses to shade at different growth stages:Growth,lint yield and fibre quality[J].Experimental agriculture,2000,36(1):27-39.

[13] PETTIGREW W T.Environmental effects on cotton fiber carbohydrate concentration and quality [J].Crop science,2001,41:1108-1113.

(下转第 72 页)

2.5 补光时间与补光强度对微型月季红宝石阳台和芳香王阳台花径的影响 由图 5 可知,对芳香王阳台而言,花径随着补光强度和补光时间的增加有少量增加,在光照强度 6 000 lx下补光 6 h(处理⑩)达到最大,为 7.6 cm;对红宝石阳台而言,从光照强度 4 000 lx 补光 6 h 到 6 000 lx 补光 2 h,该品种花径明显增加,随后保持平稳,处理⑪(8 000 lx 补光 2 h)最大为 6.9 cm。

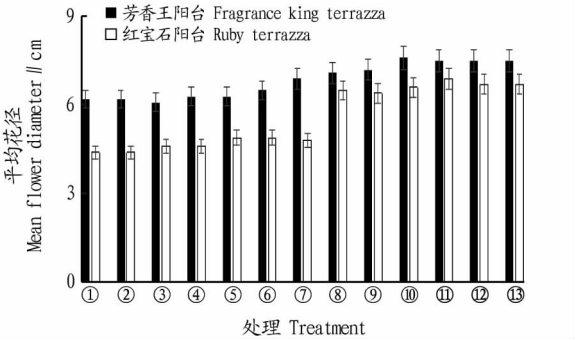

图 5 不同补光处理下微型月季芳香王阳台和红宝石阳台的平均花径

Fig.5 Mean flower diameter of the miniature rose fragrance king terrazza and ruby terrazza under different supplementary light treatments

3 结论

该研究结果表明,补光处理对 2 种微型月季的生长均有促进作用,主要表现在植株冠幅和花径的增大,株高的增高和花量的增多。但在生产实践中,温室大棚用的补光灯功率较大,人工补光会增加生产成本。为了使微型月季能够终年生产,人工补光措施是不可或缺的,从生产者角度而言则应选择以较低成本的操作获得较高的收益。从植物本身而言,月季的光饱和点为 10 000 lx,为了使植株正常生长或者长得更好,补光时参考自然条件下的光照强度采取不同补光处理使其达到其光补偿点。同时,是否采取补光措施以及采取何种补光措施还可根据市场、节日等灵活选择。

4 讨论

近年来,微型月季以其株型优美、花色艳丽、香味怡人且易于移动的特点越来越受大众欢迎[5]。但微型月季在温室大棚中以盆栽为主要栽培形式,由于根系活动范围小,因此在实际生产栽培过程中需精细化管理,才能保证植株生长旺盛、株型丰满、花朵大、花色艳[6]。微型月季是喜阳植物,光照在其生长发育过程中扮演着重要角色。月季叶片光补偿点为 10 000 lx,只有光照强度大于光补偿点植物才能正常生长开花。而微型月季的产量与品质也随着光照强度的增加而增加[7]。在夏季,光强太强易灼伤叶片与花瓣,需进行遮阴处理。而冬季日光条件较差,不能满足微型月季正常生长所需的光照强度,此时植株容易徒长、产生盲花、抗病性减弱。为保证微型月季正常生长,同时缩短生长周期、实现周年化规模化生产,在冬季必须进行人工补光[8-10]。试验证明,人工创造补光条件能够促进芳香王阳台和红宝石阳台的生长。不同的光照强度与补光时长对这 2 种微型月季的生长也会产生不同的影响。在实际生产过程中,种植者可根据实际所需进行合理补光安排,如红宝石阳台在 6 000 lx 的光照强度下补光 6 h 可达最大株高,在 8 000 lx 的光照强度下补光 6 h 才能达到最大冠幅。生产中需要考虑的成本等因素决定了人工补光操作应根据实际情况来决定。

参考文献

[1] 刘忠权,洪智强.微型月季及其研究进展[J].黑龙江农业科学,2016(1):170-172.
[2] 华莹,弓清秀,陈洪菲.微型月季生产关键技术[J].中国花卉园艺,2018(8):40.
[3] 闫海霞,邓杰玲,关世凯,等.南方地区月季盆花的栽培管理技术[J].农业研究与应用,2017(2):80-83.
[4] 顾俊杰,王习习,张栋梁,等.盆栽小月季温室栽培[J].中国花卉园艺,2013(2):20-22.
[5] 孟永禄,胡慧慧,曾力,等.4 种微型月季的盆花栽培生长性状对比试验[J].贵阳学院学报(自然科学版),2018,13(4):28-31.
[6] 赵小娟,雷利锋,刘新伟,等.文洛型智能温室微型盆栽月季植株形态建成研究[J].农业科学研究,2018,39(3):92-96.
[7] 岳汀. 微型月季如何持续绽放[N]. 中国花卉报,2016-04-05(005).
[8] 刘和风,孟吉强,代经亮.盆栽微型月季栽培[J].中国花卉园艺,2009(6):32-33.
[9] 张勇,程怡,王清明,等.遮荫对月季光合特性及生长发育的影响[J].西北植物学报,2014,34(1):162-168.
[10] 刘明强.月季全光照快速育苗法[J].中国花卉盆景,1993(10):18.

(上接第 48 页)

[14] SHU H M,ZHOU Z G,XU N Y,et al.Sucrose metabolism in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) fibre under low temperature during fibre development [J].European journal of agronomy,2009,31:61-68.
[15] 袁有禄,张天真,郭旺珍,等.棉花高品质纤维性状的主基因与多基因遗传分析[J].遗传学报,2002,29(9):827-834.
[16] 熊宗伟,顾生浩,毛丽丽,等.中国棉花纤维品质和气气候因子的空间分布特征[J].应用生态学报,2012,23(12):3385-3392.
[17] 欧·荣幽德·梅.棉花产量与品质改进新对策[J].棉花学报,2001,13(1):54-58.
[18] 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):377-384.
[19] 胡莉婷,胡琦,潘学标,等.气候变暖和覆膜对新疆不同熟性棉花种植区划的影响[J].农业工程学报,2019,35(2):90-99.
[20] 纪从亮.棉花高产优质高效栽培实用技术[M].北京:中国农业出版社,2002
[21] 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.
[22] 唐淑荣,魏守军,韦京艳,等.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[J].中国生态农业学报,2019,27(6):890-900.