

建国以来我国黄淮棉区棉花品种的遗传改良

I. 产量及产量组分的改良^X

孔繁玲¹ 姜保功² 张群远¹ 杨付新³ 李如忠⁴ 刘永平⁵ 赵素兰⁶
郭腾龙⁷

(¹中国农业大学植物遗传育种系, 北京, 100094; ²中国科学院遗传研究所, 北京, 100101; ³中国农业科学院棉花研究所, 河南安阳, 455112; ⁴山东棉花研究中心, 山东济南, 250100; ⁵河北沧州市农科所, 河北沧州, 061001; ⁶河南西华黄泛农场农业科学研究所, 河南西华, 466632; ⁷山东菏泽市农业科学研究所, 山东菏泽, 274000)

提 要 本文是我国黄淮棉区棉花品种遗传改良和系列研究之一, 目的在于探讨建国以来我国黄淮棉区棉花品种在产量和产量组份性状(株铃数、铃重、衣分)上的遗传改良成效。对不同历史时期10个代表性品种2年5点的试验资料和30多年的区域试验资料的研究表明, 建国以来, 我国黄淮棉区棉花品种产量性状的遗传改良成效显著, 品种的产量潜力以每年 $8.00 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的速度增长, 1950~1994年间皮棉单产平均年增长速率为 $16.14 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 品种改良的实际贡献在30%以上; 近期育成的品种比早期品种产量提高68.69%, 株铃数提高2.4个/株, 衣分提高5%, 铃重变化不明显; 现在品种产量的提高主要通过提高株铃数和衣分来实现; 在不同的育种阶段, 产量组份(铃数、铃重、衣分)对产量的贡献不同, 这种变化反映出我国建国以来黄淮棉区育种策略和选择重点的变化。在产量与产量组份性状关系中, 铃重、株铃数和衣分的负相关已逐步成为进一步提高产量的限制因素, 需通过创造新的遗传群体等途径来解决。本文还就研究品种遗传改良的方法进行了讨论和评述。

关键词 棉花; 品种; 遗传改良

Genetic Improvements of Cotton Varieties in Huang-Huai Region in China Since 1950s

I Improvements on Yield and Yield Components

KONG Fanling¹ JIANG Baogong² ZHANG Qunyuan¹ YANG Fuxin³

(¹ Plant Genetics & Breeding Department, China Agricultural University, Beijing 100094; ² The Institute of Genetics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101; ³ The Institute of Cotton, Chinese Academy of Agricultural Science, Anyang, 455112)

Abstract This paper is the first part of the series reports about genetic improvements of cotton varieties in Huang-Huai Region (Cotton Region in the Valley of Yellow River and Huai River) in China, the purpose of which is to study the genetic improvements on yield and yield components (bolls per plant, boll size and lint percentage) of cotton varieties grown in Huang-Huai Region since 1950s. Experimental data of 10 representative varieties (both obsolete and current) at 5 sites over 2 years and archive data obtained from Huang-Huai Regional Trials in last 30 years were studied. Results indicated that a great genetic progress in cotton yield has been made by breeding programs since 1950s. The yield potential increased at the rate of $8.00 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ per year. The average rate of yield increase from 1950 to 1994 was

X 国家自然科学基金(项目号: A39770430)和农业部农业司种子专项基金资助项目。周有耀教授给予了热情指导和帮助, 特此致谢!

收稿日期: 1998207222, 接收日期: 1999203217

16 14 kgÖhm² per year, 30% or more of which attributed to genetic improvement. A new variety produced 68 69% higher lint yield, 2 4 more bolls per plant and 5% higher lint percentage than the old ones, but the significant change in boll size was not detected. The yield increase of current varieties was mainly accounted for the improvements of bolls per plant and lint percentage. The relative effects of bolls per plant and boll size and lint percentage on lint yield varied at different breeding stages, which reflected the change of breeding strategy and selection emphasis. The negative correlation between boll size and bolls per plant, and boll size and lint percentage was detected; such negative correlation would become a limit in cotton breeding. Methods of studying genetic improvement in crops were also reviewed and discussed in this paper.

Key words Cotton; Variety; Genetic improvement

建国前我国棉花生产发展缓慢, 1949年全国皮棉总产仅有44万 t, 皮棉单产162 kgÖhm²。建国后, 由于政府重视、政策指导和技术进步, 我国的棉花生产得到迅速发展, 1995年全国皮棉总产达476 6万 t, 皮棉单产达742 kgÖhm², 比1949年分别提高了9倍和4倍多^[1]。60年代中期以来, 我国棉花单产持续高于世界平均水平, 80年代中期我国皮棉总产达到世界第一^[1, 2]。从科技方面分析, 除生产条件和栽培水平提高外, 品种的遗传改良占有极其重要的地位。建国以来, 我国逐步以自育品种替换引进品种, 且自育品种已达世界先进水平^[1~4]。全国共育成推广面积在6 66万 hm²以上的品种50余个, 推广面积达0 66~ 6 66万 hm²的有129个^[1], 优良棉种覆盖全国棉区。品种改良现已成为棉业体系的龙头^[3], 及时总结和评价我国品种遗传改良的成就和不足, 对于棉花育种工作和棉业发展具有重要意义。

美国的Bridge等^[5, 6]曾在1967~ 1968年和1978~ 1979年对当时新育成的品种和老品种作比较试验, 评价了美国密西西比棉花品种改良的遗传潜势。其试验结果表明, 密西西比州在1922~ 1962年间棉花品种遗传改良的年增产潜势为10 2 kgÖhm², 1910~ 1978年间为9 46 kgÖhm², 1983年Bridge等在综合分析有关报道后认为, 美国棉花产量的年遗传改良速度平均为7 0~ 10 4 kgÖhm²。其资料还表明, 在本世纪初至60年代初密西西比州棉花品种的遗传改良一般伴随着衣分的提高, 衣分与皮棉产量的提高呈高度正相关, 但新品种一般铃较小, 种子较小, 马克隆值较高。80年代以来, 美国棉花育种在改良农艺性状的同时, 纤维品质改进方面也取得了显著的成就^[2, 3]。Bridge等^[6]援引Miller(1977)报道, 在1935~ 1965年棉花增产因素中有25%~ 30% 归因于品种改良。我国张金发等^[7]根据1950~ 1994年历年区试资料研究棉花育种对湖北省棉花产量的贡献与品种性能演变趋势时指出, 湖北省棉花产量虽年度间有起伏, 但平均以每年21 kgÖhm²的速度增长, 其中品种的产量潜力以每年7 5 kgÖhm²的速度增长, 棉花育种对湖北省棉花产量的贡献为1 63, 同时铃重有增加的趋势, 衣分也有增加, 但衣分的增长率与年份呈负相关。范万发和校百才^[8]依据已发表的历史资料研究陕西棉花所1949~ 1990年间育成品种的变化时, 也发现品种的丰产性得到了很大程度的提高, 铃重和衣分逐步提高, 株高变矮, 生育期变短。周有耀也有关于我国棉花育种进展的报道^[9]。需要指出的是张金发^[7]和范万发^[8]的研究是在个别省份进行的较小范围的研究, 不足以说明某个棉区乃至全国棉花品种改良的情况, 其所用方法也存在一定的不足。张金发等^[7]把历年棉花单产对年份作回归以估计品种的增产效应, 为了使各年的产量具有可比性, 作者根据上、下两轮区试中共同品种对育成品种进行调整, 在排除栽培等因素干扰后进行如上回归分析。具体

怎样调整,作者未作交代。这种调整能否包括基因型主效及基因型与环境互作的全部,也尚未可知。范万发等^[8]采用不同时期已发表的资料进行分析,也在相当程度上缺乏可比性。Bridge 等的方法^[5, 6]使品种具备一定的可比性,但一组试验可包括的品种数有限,很难反映历史全貌。若能辅之以历史区试资料分析,效果会更好。

黄淮棉区,皮棉总产曾占全国总产的1/3以上。该棉区在建国以来先后进行了6次大的品种更换和更新,每次更换和更新都使该区的产量得到不同程度的提高^[1],但纵观6次更换和更新,从1950~1995年,我国黄淮棉区育成新品种的增产潜势到底比老品种提高了多少?各性状改良程度如何?尚未见报道。本研究的目的是在对前人研究方法进行归纳、研究、改进的基础上,采用历史区试资料纵向比较和代表品种横向比较相结合的方法,从皮棉产量及产量组分、纤维品质、早熟性、抗病性和稳定性等方面探讨建国以来,我国黄淮棉区育成品种的遗传改良效果,评价该区40多年来的棉花育种成就,同时为今后棉花育种提高依据。本文报道的是有关产量及其组分性状的研究结果,其它性状的演变情况将另文报道。

1 材料与方 法

1.1 不同历史时期代表品种的比较试验 选择在不同历史时期曾占据主导地位的代表性品种10个(表1),由中国农业科学院棉花研究所原种库提供各品种的原种,经过一年的繁种,于1996和1997两年以统一的试验设计(随机完全区组设计,4次重复,小区面积20 m²,3行区)作两年多点比较试验,1996年的试点为河北沧州,河南安阳、西华和山东临清,1997年除以上4个试点外,增设山东菏泽试点。两年共9个试验点。由于早期品种一般不抗枯、黄萎病,为了能够正确合理地评价、比较各供试品种,特选用无病或轻病地进行试验。

表1 黄淮棉区不同历史时期10个代表品种

Table 1 Ten representative cotton varieties grown in Huang-Huai Cotton Region

品种名称 Variety	育成年份 Release year	育种单位 Institution	来源 Breeding source
石远321	1993	河北石家庄农科所 和中科院遗传所	8621 × [(吉扎45 × 瑟伯氏)F ₂ × A SJ 22]F ₃ × 中381
中棉所19号	1989	中国农科院棉花所	中17 × (中7263 × 中6429)
中棉所12号(对照)	1983后	中国农科院棉花所	中棉所12号原种改良加工而成
中棉所12号(原种)	1983	中国农科院棉花所	乌干达4号 × 邢台68271
冀棉8号	1983	河北石家庄农科所	冀邯5号 × (岱45A × 紫花棉) ⁶⁰ 钴辐照
鲁棉6号	1978	山东省棉花研究所	冀棉1号 × 114
鲁棉1号	1975	山东省棉花研究所	(中棉所2号 × 1195)C辐照
徐州142	1973	江苏徐州农科所	徐州58系统选育
徐州1818	1961	江苏徐州农科所	徐州209系统选育
岱字棉15号	1950	美国松滩种子公司	包克棉、美本棉、福字棉11号和快车棉15号杂交

调查生育性状(出苗期、开花期、吐絮期、生育期)、植株性状(株高、果枝数)、产量性状(收获株数、铃重、单株结铃数、子棉产量、皮棉产量、霜前皮棉产量、霜前花率、僵瓣率、衣分、子指、衣指、不孕籽率)和品质性状(2.5%跨长、长度整齐度、强度、伸长率和马克隆值等)。试验管理和性状观测记载均按国家棉花区域试验标准进行。

1.2 黄淮棉区棉花区域试验的历史资料

1956~1996年(缺1966~1973年)黄淮棉区棉花区域试验的产量、品质、抗病性等性状的

资料由中国农业科学院棉花研究所提供。1950~1994年历年棉花品种平均单产和总产资料引自《当代世界棉业》^[4]。以下简称1.1的资料为试验资料, 1.2的资料为历史资料。

1.3 分析方法

本试验目的在于评价品种, 试验结果分析时, 品种依固定效应, 地点、年份和区组依随机效应模型进行。单性状的方差分析、产量与其组分间的相关和回归分析, 以及产量组分性状对产量的通径分析依文献^[5]的方法。

基因型(G)、环境(E)和基因型与环境交互($G \times E$)效应的剖分采用 Simmonds 的方法^[10]:

	基因型		差异	环境效应= $\$1 = (b - a)$ 基因型效应= $\$3 = (c - a)$ 交互效应= $\$2 - \$1 = \$4 - \3 总效应= $\$1 + \$4 = \$2 + \3 其中 a 代表老品种 G_1 在原环境条件 E_1 下的 产量; b 代表老品种 G_1 在现代环境条件 E_2 下的产量; c 代表新品种 G_2 在原环境条件 E_1 下的产量; d 代表新品种 G_2 在现代环境条件 E_2 下的产量。
	G_1	G_2		
环境 E_1	a	c	$\$3$	
环境 E_2	b	d	$\$4$	
差异	$\$1$	$\$2$		

2 结果与分析

2.1 试验的气候情况及试验精确度 1996年气温接近常年, 降水较多, 日照相对不足, 棉花发育缓慢, 生育期延长; 1997年气温高于常年, 降水偏少, 旱情较重, 日照充足, 有利于棉花生长发育, 生育进程加快, 生育期缩短, 在灌溉条件下, 各品种的产量潜力得到发挥, 是对本研究极为有利的一年。在两年迥然不同的条件下, 品种特性得到充分表现, 有利于对品种的正确评价。

1996和1997年各试点的平均皮棉产量分别为690.0~1272.3 kg/öhm²和856.2~1367.9 kg/öhm², 两年9点试验中, 皮棉产量和霜前皮棉产量的RLSD_{0.05}^[11]分别为6.50%和5.85%, 说明本试验在皮棉产量和霜前皮棉产量上可以鉴别出与对照种相差6.50%和5.85%的差异。

2.2 产量及产量组分性状的改良 两年试验结果的方差分析均表明, 各品种皮棉产量、霜前皮棉产量和产量组分株铃数、铃重和衣分等性状的均方值都达到显著或极显著水平, 说明不同时期育成的品种在皮棉产量和产量组分性状上确实存在差异。为探讨不同历史时期育成品种群体的演变情况, 有必要对这些差异作进一步分析。

2.2.1 皮棉产量和霜前皮棉产量 供试品种的皮棉产量及产量组分性状的平均数和最小显著差数LSD_{0.05}列于表2。由表2的前两列可以看出, 随着品种的更替, 品种的增产潜力逐步提高, 近期育成的石远321的皮棉产量达1325.39 kg/öhm²。若以石远321、中棉所19号和中棉所12号(对照)代表近期品种, 以冀棉8号、鲁棉6号和鲁棉1号代表中期品种, 以徐州142、徐州1818和岱字棉15号代表早期品种, 则这三个时期的平均皮棉产量分别为1268.5、1023.2和986.1(kg/öhm²), 表现出近期品种产量水平显著优于中期品种, 中期品种又明显优于早期品种。近期育成的石远321的皮棉和霜前皮棉产量比早期品种徐州1818分别高68.7%和85.1%; 中期育成的冀棉8号的皮棉产量比徐州1818高38.6%。从各品种的产量变化还可看出, 不同

年代品种的产量水平并非完全直线上升, 早期品种徐州142的皮棉和霜前皮棉产量均较高, 甚至高于中棉所12号原种。另外, 中棉所12号对照种的产量显著高于中棉所12号原种, 说明中棉所12号品种在育成后使用中经过了选择改良。在本试验(无病或病轻)条件下, 中棉所12号原种的产量与中期的3个品种差异不显著且显著低于早期的徐州142。

表2 皮棉产量和产量组分性状的平均数和最小显著差数

Table 2 Means of yield and yield components and corresponding least significant differences(LSD)

品种 Variety	皮棉产量 Lint yield (kg \ddot{o} hm ²)	霜前皮棉产量 Frostless lint yield (kg \ddot{o} hm ²)	衣分 Lint percentage (%)	株铃数(个 \ddot{o} 株) Bolls per plant	铃重 Boll size (g)
石远321	1325.39	1031.04	41.729	15.142	5.381
中棉所19号	1252.14	1039.85	41.619	14.358	5.007
中棉所12号(对照)	1228.10	968.09	40.089	14.717	5.185
中棉所12号(原种)	1027.55	716.90	37.304	13.361	5.257
鲁棉6号	1016.15	801.54	38.446	15.083	4.647
冀棉8号	1088.64	837.44	39.194	13.819	5.605
鲁棉1号	964.74	792.80	36.288	13.775	4.882
徐州142	1135.79	907.64	39.266	13.772	5.217
徐州1818	785.69	557.46	36.568	12.775	5.331
岱字棉15号	1036.94	763.64	39.112	14.069	5.391
LSD _{0.05}	70.605	55.350	1.503	2.228	0.192

2.2.2 产量组分性状 由表2的后三列可以看出3个产量组分性状的变化。不同时期品种的株铃数呈现较明显的增加趋势, 近期3个品种(平均14.7个 \ddot{o} 株)比早期3个品种(平均13.5个 \ddot{o} 株)每株多成1.2个铃。石远321(平均15.14个 \ddot{o} 株)比徐州1818(12.77个 \ddot{o} 株)多2.4个 \ddot{o} 株, 提高了19%。品种对育成年份的直线回归系数为0.035个 \ddot{o} 株/年。对于铃重, 虽然F测验表明供试品种间差异极显著, 但时期上无明显变化规律。冀棉8号的铃重最高(5.605 g), 石远321(5.381 g)、岱字棉15号(5.391 g)和徐州1818(5.331 g)的次之, 鲁棉6号(4.882 g)最小。近期品种的衣分平均为41.15%, 显著地高于中期(平均38%)和早期(平均38.3%)的品种。供试品种中, 以石远321和中棉所19号的衣分为最高, 分别达41.7%和41.6%。其中石远321的衣分比岱字棉15号和徐州1818分别增加了2.6%和5.2%。

由表2还可看出, 品种产量水平的提高是以产量组分的综合改良为基础的, 近期育成品种石远321的株铃数和衣分最高, 铃重仅次于冀棉8号, 其三组分搭配比较好, 在供试品种中产量最高。中棉所19号和中棉所12号(对照)3个产量组分形状的搭配也较好, 产量也高。中12对照种比中12原种的衣分提高了2.8个百分点, 株铃数增加了1.3个。早期品种, 如岱字棉15号、徐州1818等铃重比较高, 但株铃数、衣分偏低, 产量比较低。中期育成品种如鲁棉6号, 其株铃数较高, 衣分中等, 但铃重偏低, 产量三组分不够协调, 产量不是很高。

2.3 产量及其组分性状间关系的变化 不同历史时期品种的演变不仅表现在各性状本身的变化上, 还表现在各性状之间关系的变化上。对于产量性状来说, 这种关系的变化主要表现为皮棉产量与产量组分性状的关系和产量组分性状间关系的变化两部分。

2.3.1 皮棉产量与产量组分性状间关系 首先探讨总的关系。由试验资料计算所得皮棉产量及其3个组分性状间的简单相关(上行)和偏相关系数(下行)见表3。由全部历史资料计算所得皮棉产量与3个产量组分性状间的简单相关及3个产量组分性状对皮棉产量的通径分析结果见表4最后3行。两套资料的简单相关系数(表3第1行和表4最后一列的倒1~倒3行)表明, 从

1950~1996年全程来看, 3个产量组分性状与皮棉产量之间均存在极显著的正相关。但从相关系数的大小来看, 株铃数与皮棉产量的相关系数最大($r = 0.7071^{3.3}$ 和 $0.6429^{3.3}$), 且显著地大于铃重和衣分与皮棉产量的相关系数。这说明黄淮棉区棉花产量的提高与三个组分性状均密切相关, 但其中株铃数对产量提高作用最大。该结果与周有耀^[13]的报道相一致。关于铃重和衣分对产量的贡献, 从简单相关系数看, 衣分和皮棉产量的相关系数(分别为 $0.3556^{3.3}$ 和 $0.4081^{3.3}$) 大于铃重和皮棉产量的相关系数(分别为 $0.3303^{3.3}$ 和 $0.2339^{3.3}$), 说明衣分对于产量的提高作用大于铃重。由此可认为, 建国以来, 产量组分性状对于皮棉产量提高的相对重要程度为株铃数 > 衣分 > 铃重。但从偏相关系数(表3第2行)和直接途径系数(表4最后两行)看, 铃重对于皮棉产量的贡献依然很重要。只是由于铃重与株铃数, 以及铃重与衣分间的负相关(表3)使铃重与皮棉产量的相关系数虚假地变小所致。

表3 皮棉产量与产量组分性状间的相关系数[§](1996~1997试验资料)

	株铃数 Bolls/plant	铃重 Boll size	衣分 Lint percentage
皮棉产量 Lint yield	$0.7101^{3.3}$ $0.7251^{3.3}$	$0.3303^{3.3}$ $0.4966^{3.3}$	$0.3556^{3.3}$ $0.2725^{3.3}$
株铃数 Bolls/plant		$-0.2627^{3.3}$ $-0.3316^{3.3}$	0.0332 -0.0221
铃重 Boll size			-0.0491 -0.1854

: 上行为简单相关, 下行为偏相关

: Upper, simple correlation lower, partial correlation

表4 产量组分性状对皮棉产量的通径分析(历史资料)

Table 4 Path analyses of yield components to lint yield (historical data)

时期 Period	性状 Trait	通径系数 Path coefficient			与皮棉产量的 相关系数 r to lint yield
		株铃数 Bolls per plant	铃重 Boll size	衣分 Lint percentage	
徐1818时期 1973~1977	株铃数	$0.2702^{3.3}$	-0.0399	0.0317	0.2820
	铃重	-0.0026	$0.4774^{3.3}$	0.0398	$0.4188^{3.3}$
	衣分	0.0429	0.0812	$0.1994^{3.3}$	$0.3235^{3.3}$
鲁棉1号时期 1978~1984	株铃数	$0.4443^{3.3}$	-0.1180	-0.0083	$0.3179^{3.3}$
	铃重	-0.1203	$0.4360^{3.3}$	0.1634	$0.4791^{3.3}$
	衣分	-0.0070	0.1340	$0.5314^{3.3}$	$0.6585^{3.3}$
冀棉8号时期 1985~1988	株铃数	$0.4692^{3.3}$	-0.0930	0.3448	$0.7210^{3.3}$
	铃重	-0.1510	$0.2889^{3.3}$	-0.0254	$0.1126^{3.3}$
	衣分	0.3103	-0.0141	$0.5213^{3.3}$	$0.8176^{3.3}$
中棉所12号时期 1989~1996	株铃数	$0.6795^{3.3}$	-0.0173	0.0648	$0.7270^{3.3}$
	铃重	-0.0791	$0.1487^{3.3}$	-0.0395	0.0301
	衣分	0.1160	-0.0155	$0.3798^{3.3}$	$0.4805^{3.3}$
4个时期平均 Average over 4 periods	株铃数	$0.5976^{3.3}$	-0.0173	0.0626	$0.6429^{3.3}$
	铃重	-0.0401	$0.2577^{3.3}$	-0.0063	$0.2339^{3.3}$
	衣分	0.1901	-0.0213	$0.1967^{3.3}$	$0.4081^{3.3}$

——直接途径系数 $^{3.3} 0.01$ 水平上显著—— Direct path coefficient $^{3.3}$ Significant at 0.01 level

下面分析性状间关系在不同历史时期的变化。把可用的历史资料(1972年前的资料缺失或无重复, 不作通径分析)依当时区试中对照品种的不同划分为4个时期: 徐1818时期(1973

~ 1977)、鲁棉1号时期(1978~ 1984)、冀棉8号时期(1985~ 1988)和中棉所12号时期(1989~ 1996)。对不同时期内的皮棉产量及其组分性状作相关和通径分析, 结果见表4。

对比不同历史时期同一性状对皮棉产量的相关和直接通径系数可以看出, 随着时间的推移, 株铃数对皮棉产量的贡献越来越大。铃重对皮棉产量的贡献在鲁1和徐1818时期较大, 在冀8时期较小, 在中棉所12号时期最小。衣分对产量的贡献在徐1818时期较小, 在鲁1时期和冀8时期最高, 中棉所12号时期有所下降。这些变化反映出各组分性状对于皮棉产量的贡献在不同历史时期的变化趋势。这种变化趋势还可以用每个组分性状对皮棉产量的偏回归平方和在产量总平方和中所占比例, 即相对贡献率来表示(图1)。对比表4和图1可以看出, 在徐1818时期皮棉产量的提高主要是通过增加铃重来实现的, 该时期三个组分性状对产量的相对贡献率依次为: 铃重57%、株铃数30%和衣分13%。鲁1和冀8时期三个组分性状的相对重要程度为衣分、株铃数和铃重。在这两个时期衣分的提高对皮棉产量的提高起了主要作用, 株铃数的作用大于铃重。中棉所12号时期三个组分性状的相对重要程度依次为株铃数、衣分和铃重。其突出特点是株铃数的贡献率显著提高(高达72%), 铃重的贡献率显著下降(低至3%)。程备久等^[12]以10个现代棉花品种研究产量组分性状对于皮棉产量的相对重要性时, 得出了与本研究中棉所12时期和总4时期的分析结果相近的结论。

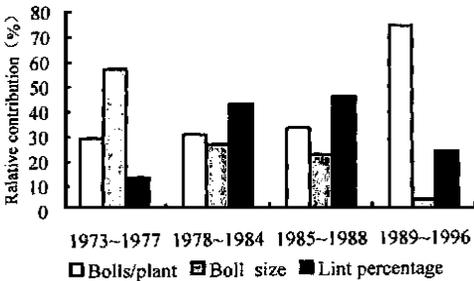


图1 产量组分性状对皮棉产量的相对贡献率
Fig. 1 Relative contribution of yield components to lint yield

以上相关系数和通径系数反映出不同历史时期参加区试的品种群体中皮棉产量与产量组分间关系的变化趋势, 这种变化趋势既反映了在不同历史时期产量组分性状的横向组合特点, 也反映出不同历史时期皮棉产量与产量组分性状关系的纵向变化规律。品种群体中性状组合特点与性状间关系的变化均是育种家工作的结果。表4和图1反映的综合信息应该是我国黄淮棉区棉花育种目标和选择重点在40多年的基本变化过程。徐州1818时期以前以改良铃重为主; 鲁棉1号和冀棉8号时期对三个因素并重而特别注重衣分的改进;

中棉所12号时期以改良株铃数为首要目标, 而不太注重对铃重的选择。

2.3.2 产量组分性状间的关系 由表3下半部分可以看出, 株铃数和铃重间存在极显著的负相关关系, 株铃数和衣分以及铃重和衣分间的相关系数均未达到显著标准。株铃数和铃重间的负相关性质也可由表4的间接通径系数反映出来。这说明在现有的品种群体中, 多铃与大铃仍然是相互制约的因素。要使铃既多又大, 需创造新的条件, 实现大铃和多铃在更高水平上的平衡。这些条件包括创造新的遗传群体, 提高土壤肥力和改进栽培措施等。另外, 从表4的铃重通过衣分(或衣分通过铃重)对皮棉产量的间接通径系数在不同历史时期的变化还可看出, 前两个时期铃重与衣分的关系为正, 而后两个时期铃重与衣分的关系为负。这可能反映出随着育种的进展, 着重提高衣分后带来的铃重与衣分的新矛盾, 同样值得育种家重视。

2.4 遗传改良对产量提高的贡献 根据《当代世界棉业》的资料, 把1950~ 1994年中国皮棉单产对年份作直线回归分析, 回归系数为 $16.14 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{年}^{-1}$, 表明我国皮棉单产在此期间以每年每公顷 16.14 kg 的速度增加, 这一速率包含使单产提高的全部社会和技术因素。其中

品种改良的贡献可结合本研究的试验资料分析获得。以全部10个品种的皮棉单产对年份求回归, 得到回归系数为 $8.00 \text{ kg}\ddot{\text{O}}\text{hm}^{-1} \text{ 年}$; 利用除石远321以外9个品种的皮棉单产对年份求回归, 回归系数为 $6.36 \text{ kg}\ddot{\text{O}}\text{hm}^{-1} \text{ 年}$ 。前者说明品种遗传改良的潜在可能贡献为每年 $8.00 \text{ kg}\ddot{\text{O}}\text{hm}^{-2}$ (因为石远321品种当时尚未大面积推广种植), 后者说明育成品种遗传改良的实际贡献为每年 $6.36 \text{ kg}\ddot{\text{O}}\text{hm}^{-2}$ 。由此可进一步算得1950~1994年皮棉单产总增量中品种遗传改良的实际贡献为 $6.36\div 16.14=39\%$ 。需说明的是, 由于缺乏黄淮棉区历年平均产量的确切资料, 本文以全国的资料近似代替。而黄淮棉区单产水平实际上略高于全国平均水平, 因此以全国单产增长率 $16.14 \text{ kg}\ddot{\text{O}}\text{hm}^{-1} \text{ 年}$ 来近似代表黄淮棉区单产增长率, 实为对后者的偏低估计, 致使品种贡献率39%成为偏高估计。扣除偏差因素外, 黄淮棉区品种遗传改良对皮棉单产的贡献率至少应在30%以上。

根据 Simmonds 的效应剖分方法^[10], 对试验中各品种产量的基因型效应(G)、环境效应(E)和基因型与环境的交互效应(GE)及其相对贡献率作具体剖分。本文所用的基础品种 G1 为徐州1818, 基础环境 E1 为低产环境(1996年的安阳), E2 为高产环境(1997年的西华)。即以早期品种徐州1818在 E1 中的产量 $352.2 \text{ kg}\ddot{\text{O}}\text{hm}^{-2}$ 为 a, 在 E2 中的产量 $1244.6 \text{ kg}\ddot{\text{O}}\text{hm}^{-2}$ 为 b, 以各品种在 E1 和 E2 的产量为 c 和 d, 计算各品种的 G、E 和 GE 以及各自在总产量效应中的相对贡献率, 列于表5。

由表5可知, 在各品种皮棉增产总量($Y = d - a = G + E + GE$)中, G、E 和 GE 所占的比重不同, 即各品种的增产途径不同。石远321的 G%、E% 和 GE% 分别为 18%、52.5% 和 29.5%, 在其皮

表5 皮棉产量的基因型、环境和基因型和环境交互效应及其相对贡献率(试验资料)

Table 5 Effects and relative contributions of Genotype (G), Environment (E) and GE interaction of lint yield (Experimental data)

品种 Variety	基因型效应 G Genotype effect (%)	环境效应 E Environment effect (%)	交互效应 GE Interaction effect (%)
石远321	292(18.0)	852(52.5)	479(29.5)
中棉所12号(对照)	233(14.7)	852(53.6)	504.5(31.7)
中棉所12号(原种)	100(8.3)	852(70.4)	257.5(21.3)
中棉所19号	324(23.4)	852(61.4)	216.5(15.2)
鲁棉6号	32.5(3.8)	852(99.0)	-26.5(-3.1)
鲁棉1号	207.5(19.1)	852(78.4)	27.50(2.5)
冀棉8号	-23.0(-1.6)	852(60.8)	571.5(40.8)
徐州142	97.0(6.79)	852(59.6)	343.5(24.0)
徐州1818	-	-	-
岱字棉15号	-41(-3.3)	852(68.3)	437.0(35)

棉单产中, 基因型改良所起的作用(包括基因型自身和基因型利用环境的能力)占47.5%。中19的 G% 最高, 为23.4%。冀8和岱15的产量高于徐州1818(见表2), 但实际上其基因型效应是负的, 它们比徐州1818增加的产量主要来自基因型与环境的交互。

3 讨论

3.1 本研究表明, 1950~1994年期间, 我国黄淮棉区产量的总增长量中, 品种遗传改良的潜在年增长率为 $8.00 \text{ kg}\ddot{\text{O}}\text{hm}^{-2}$, 实际年增长率为 $6.4 \text{ kg}\ddot{\text{O}}\text{hm}^{-2}$, 品种遗传改良的实际贡献率至少在30%以上。不同的品种增产的途径不同, 在试验范围内, 石远321的品种效应约占25%, GE 交互效应占31%。45年来, 黄淮棉区新育成品种在产量提高的同时, 产量组分性状取得了明显的提高。株铃数提高2.4个 $\ddot{\text{O}}$ 株、衣分提高5%, 铃重无显著变化, 说明现代品种产量的提高

主要是通过提高株铃数和衣分来实现的。对不同历史时期性状间关系的分析表明,三个产量组分性状对皮棉产量的贡献在不同历史时期存在明显的差异(表4)。反映出育种家选择重点和选择效果的变化过程。在研究三组分对产量贡献的变化时发现(表4,图1),到中棉所12号时期,铃重对产量的贡献已经变得很小,这警示在以后对产量组分的进一步改良时,应在对株铃数选择的基础上注意协调其与铃重的关系,否则,铃重将会限制产量的进一步提高。铃重与皮棉产量的偏相关系数(表3)和铃重与株铃数乃至与衣分在后期品种群体中的负相关,也提示我们同一问题。类似情况在冷苏凤等^[14]的报道中亦明显可见。

3.2 关于研究品种遗传改良效果的方法,美国Bridge等人^[5,6]采用不同历史时期的品种在相同条件下横向比较的方法,这样做可以排除环境差异对品种间比较的干扰,但其试验仅在一个试点上进行,品种均值的比较必然要受到基因型与地点互作的干扰,从而影响品种均值估计的精度。国内张金发等人^[7]采用历年区试材料,以共同对照品种作调整后研究品种的增产效应。其做法在品种均值中混杂了基因型与年份互作,因为用共同对照品种做调整必须假定品种与环境不存在交互作用。范万发等^[8]的方法也存在同样问题。

本研究把不同历史时期的代表品种置于相同条件下比较,且把同一试验方案置于多年多点实施,既解决了品种的可比性问题,又克服了估计品种贡献时基因型与环境互作的干扰,使品种效应的估计比较精确。本研究利用历年区试资料,按所用对照品种的不同把多年的区试资料分段。由于一个对照品种客观上代表了一个育种阶段,不同对照品种的使用大致反映了不同的育种阶段。在同一对照时期内研究性状变化及性状间关系,并对比不同时期的特点,既可较客观地了解性状的变化,又可通过性状间关系的变化探讨育种的进展与成就。本研究由于缺乏黄淮棉区历年单产的系统记载,以全国资料近似影响了品种贡献估计的精度。

参 考 文 献

- 1 黄滋康(主编). 中国棉花品种及其系谱 北京: 中国农业出版社, 1996 3~ 5
- 2 王淑民 棉花学报, 1996, 8(1): 1~ 9
- 3 王坤波 棉花学报, 1997, 9(6): 281~ 286
- 4 刘毓湘 当代世界棉业 北京: 中国农业出版社, 1995 345~ 355
- 5 Bridge R R, W R Meredith, J F Chism, et al *Crop Sci*, 1971, 1: 29~ 32
- 6 Bridge R R, W R Meredith *Crop Sci*, 1983, 23: 949~ 952
- 7 张金发, 刘金兰 湖北农业科学, 1993, (7): 1~ 5
- 8 范万发, 校百才 江西棉花, 1995, (3): 13~ 16
- 9 周有耀 中国棉花, 1996, 233(6): 2~ 5
- 10 Simmonds N W. *Experimental Agriculture*, 1981, 17: 355~ 362
- 11 孔繁玲, 张群远 作物学报, 1998, 24(5): 601~ 607
- 12 程备久, 赵伦一 安徽农学院学报, 1988, (4): 30~ 34
- 13 周有耀 北京农业大学学报, 1986, 12(3): 269~ 274
- 14 冷苏凤, 葛知男 江苏农业科学, 1992, (4): 18~ 19
- 15 莫惠栋 农业试验统计 第二版, 上海: 上海科学技术出版社, 1992