

长江流域油(麦)后直播短季棉新品系选育

叶泗洪^{1,2}, 添长久¹, 路曦结¹, 仇朋¹, 潘宗瑾³, 吴德祥^{2*} (1. 安徽省农业科学院棉花研究所, 安徽安庆 246003; 2. 安徽农业大学农学院, 安徽合肥 230036; 3. 江苏沿海地区农业科学研究所, 江苏盐城 224002)

摘要 [目的]为长江流域农业生产提供优良的短季棉品系资源。[方法]以黄河流域、西北内陆和长江流域等地区短季棉种质资源为基础,通过杂交、回交等常规育种手段,从后代筛选出适合长江流域种植的短季棉新品系。[结果]新品系 A₃(从皖 Z0912 × 中棉所 50 后代选育)在产量、抗性、纤维品质、霜前花率等综合性状方面具备较强的竞争力。[结论]短季棉可有效缓解粮棉争地矛盾、策应农业供给侧结构性改革,应大力推广发展。

关键词 短季棉;种质资源;长江流域;选育

中图分类号 S562 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)10-0022-03

Breeding of New Lines of Direct-Sowing Short-Season Cotton after Rapeseed (Wheat) Harvest in the Yangtze River Basin

YE Si-hong^{1,2}, TIAN Chang-jiu¹, LU Xi-jie¹, WU De-xiang^{2*} et al (1. Cotton Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Anqing, Anhui 246003; 2. Department of Agriculture, Anhui Agriculture University, Hefei, Anhui 230036)

Abstract [Objective]To provide elite lines of short-season cotton for agricultural production in the Yangtze River Basin. [Method] Short-season cotton germplasm from the Yellow River Basin, the Northwest Inland and the Yangtze River Basin were performed through hybridization, back-cross breeding. Ultimately, the short-season cotton lines which were suitable for the Yangtze River Basin from the offspring were screened. [Result]The line of A₃ (Anhui Z0912 × CCRI 50 progeny selection) has more competitive power in comprehensive traits such as yield, resistance, fiber quality and the boll ratio before frost. [Conclusion]Short-season cotton should be vigorously promoted because it can effectively alleviate the contradiction between grain and cotton and coordinate the agricultural supply side structural reform.

Key words Short-season cotton; Germplasm resources; Yangtze river basin; Breeding

长江流域棉区一直是我国棉花三大主产区之一, 90%以上实行粮(油)棉一年两熟耕作制度, 以育苗移栽棉为主, 棉田布局较集中, 种植品种多为中熟品种。与黄河流域棉区和西北内陆棉区比较, 长江流域棉区光照充足、热量丰富、水热同步, 夏季的高温、高湿, 造成病虫害较重; 春末夏初有梅雨、秋季会出现连阴雨, 所以日照时间少, 导致棉苗生长不利, 棉花吐絮不畅、烂铃等。

当前长江流域棉花生产面临极大的困境^[1]: ①用工多、生产周期长、环节多、技术复杂; ②机械化程度低, 尤其是多次收获, 手工采摘, 劳动效率低; ③农村劳动力不足, 棉区劳动力大量转移, 植棉“老龄化”“妇女化”“兼职化”和“副业化”现象严重; ④成本增加, 生产资料价格上涨, 效益下降, 国家对棉花生产的补贴相对较少, 粮棉比较效益降低。短季棉种植可在一定程度上缓解以上矛盾。短季棉较春棉具备以下优点: ①提高复种指数, 容易衔接茬口, 可油(麦)后直播, 又不影响下茬油(麦)播种; ②避开病虫害高峰期, 病虫害较轻; ③对水肥要求较低, 施肥量是春棉 1/2 左右; ④施肥、打药、收花次数少, 节省劳力; ⑤机械化播种、收获成为可能, 容易实现棉花生产的机械化。但也存在许多问题, 如晚发迟熟, 产量偏低, 霜前花率偏低, 纤维品质不稳定等。当前应重点

选育优良的短季棉品种^[2]。

根据长江流域气候特征和农业栽培模式, 笔者针对当前棉花生产上遇到的困难, 制定育种目标, 通过征集黄河流域、西北内陆和长江流域等省份短季棉种质资源, 利用杂交、回交等常规育种手段, 选育出一些适合长江流域种植的新品系, 与黄河流域、西北内陆的品种在产量、抗性、纤维品质、霜前化率等关键农艺性状上进行比较, 以筛选适合长江流域种植、综合性状优良的新品系^[3]。

1 材料与方法

1.1 供试材料 2009 年以新陆早 33 号(H₁)、新陆早 36 号(H₂)、中棉所 50(H₃)、鲁棉研 35 号(H₄)为父本, 与长江流域自选早熟品系绿 12(M₁)、盐 3042(M₂)、皖 Z0912(M₃)、皖 Z0903(M₄)杂交, 共得杂交组合 16 个, 部分组合回交 1 次, 通过 3 年 7 代南繁北育, 2013 年性状基本稳定, 每组合选出 1 个优系, 得到 16 个品系。2014 年对这些品系进行品系间比较试验, 淘汰 12 个有缺陷的品系, 选出 4 个综合性状优异的品系(A₁~A₄)。

1.2 试验设计 试验在安徽省农业科学院棉花研究所试验地进行。2015 年开展 4 个新品系 M₁ × H₂(A₁)、M₂ × H₄(A₂)、M₃ × H₃(A₃)、M₄ × H₁(A₄)与 3 个品种新陆早 53 号(A₅)、鲁 54(A₆)、中棉所 50(A₇)的比较试验, 小区面积 20 m², 3 次重复, 完全随机排列, 5 月 17 日播种, 密度 7.5 万株/hm², 行距 60 cm, 初花期施菜籽饼和棉花专用缓释肥(N、P₂O₅、K₂O 含量分别为 18%、9%、18%)各 375 kg/hm², 全生育期用缩节胺化学调控 4 次, 免整枝, 8 月 15 日打顶^[4-5]。

1.3 测定内容与方法 调查记录出苗期、开花期和吐絮期; 每小区选取具代表性的、长势一致的棉株 20 株调查农艺性状; 吐絮盛期每小区收正常吐絮铃 50 个, 用于测定铃重、衣

基金项目 国家科技重大专项——转基因生物新品种培育(2016ZX08005001-009); 安徽省油菜棉花产业技术体系专家岗位项目(2016—2020); 人才发展专项资金项目(17F0711); 国家星火计划(2015GA690024); 江苏沿海地区农业科学研究所所长基金项目(YHS201510)。

作者简介 同等贡献作者, 叶泗洪(1983—), 男, 安徽长丰人, 助理研究员, 在读硕士, 从事棉花育种及区试研究; 添长久(1980—), 男, 安徽桐城人, 助理研究员, 在读硕士, 从事棉花育种研究。* 通讯作者, 教授, 从事棉花遗传育种研究。

收稿日期 2017-01-19

分和纤维品质等;分小区计产量。参试品种(系)纤维品质由安徽省农业科学院棉花研究所使用 HVI9000 系统测试。霜前花计产截至 10 月 20 日,总产量统计截至 11 月 10 日。

1.4 数据处理 试验数据利用 Excel、DPS 和“农作物区域试验管理系统”等软件进行统计分析^[6]。

2 结果与分析

2.1 早熟性 不同品种(系)生育期为 106~120 d,果枝始节位为 5.5~6.6 节,霜前花率为 64.40%~89.69%(表 1)。方差分析结果显示,品种(系)间生育期、果枝始节位和霜前

花率差异显著,区组间差异不显著。由表 1 可以看出, A₁~A₄ 生育期显著长于 A₆ 和 A₇,显著短于 A₅;果枝始节位 A₁ 显著高于 A₆ 和 A₇,与 A₅ 差异不显著, A₂ 和 A₃ 显著高于 A₇,显著低于 A₅,与 A₆ 差异不显著, A₄ 显著高于 A₆ 和 A₇,与 A₅ 差异不显著;霜前花率 A₁ 和 A₃ 显著高于 A₅,显著低于 A₇,与 A₆ 差异不显著, A₂ 和 A₄ 显著高于 A₅,显著低于 A₆ 和 A₇。结果显示, A₆ 和 A₇ 相对早熟, A₅ 相对晚熟, A₁~A₄ 介于两者之间。

表 1 不同品种(系)早熟性

Table 1 Early maturity of different varieties (lines)

品种(系)编号 Varieties (lines) No.	播种至出苗时间 Time of sowing to seedling emergence d	出苗至开花时间 Time of seedling emergence to flowering//d	开花至吐絮时间 Time of flowering to boll opening d	生育期 Growth period//d	果枝始节位 Node for first fruit branch	霜前花率 The boll ratio before frost %
A ₁	5	53	57	110 d	6.5 ab	85.00 b
A ₂	6	54	61	115 b	6.0 c	80.19 c
A ₃	5	53	59	112 c	6.1 bc	82.65 bc
A ₄	5	55	61	116 b	6.5 a	74.46 d
A ₅	5	55	65	120 a	6.6 a	64.40 e
A ₆	5	53	55	108 e	5.8 cd	85.42 b
A ₇	5	52	54	106 f	5.5 d	89.69 a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant difference ($P < 0.05$)

2.2 农艺性状 不同品种(系)株高为 85.1~103.2 cm,品种(系)间差异达显著水平,区组间差异不显著。其中 A₁、A₃ 和 A₄ 显著高于 A₆ 和 A₇,显著矮于 A₅; A₂ 显著比 A₇ 高,显著矮于 A₅,与 A₆ 差异不大(表 2);单株果枝数为 9.5~10.6 个,品种(系)间差异达显著水平,区组间差异不显著。其中 A₁ 和 A₄ 单株果枝数显著多于 A₆ 和 A₇,与 A₅ 差异不显著; A₂ 和 A₃ 显著少于 A₅,与 A₆ 和 A₇ 差异不显著;单株结铃数为 8.9~9.6 个,品种(系)间差异达显著水平,区组间差异不

显著。其中 A₃ 显著多于 A₆ 和 A₇,与 A₅ 差异不显著; A₁ 显著多于 A₆,与 A₅ 和 A₇ 差异不显著; A₂ 显著少于 A₅,与 A₆ 和 A₇ 差异不显著; A₄ 与 A₅、A₆ 和 A₇ 差异不显著;铃重为 5.1~5.8 g,不同品种(系)间差异不显著, A₂ 较大, A₇ 较小;籽指为 9.1~10.1 g,品种(系)间差异达显著水平,区组间差异不显著,其中 A₁ 和 A₃ 显著大于 A₇,显著小于 A₅ 和 A₆; A₂ 和 A₄ 显著大于 A₇,显著小于 A₆,与 A₅ 差异不显著。

表 2 不同品种(系)农艺性状

Table 2 Agronomic traits of different varieties (lines)

品种(系)编号 Varieties (lines) No.	株高 Height cm	单株果枝数 Fruit branch number per plant//个	单株结铃数 Boll number per plant//个	铃重 Boll weight g	籽指 Seed index g
A ₁	98.5 b	10.4 a	9.5 ab	5.6 ab	9.5 d
A ₂	90.2 c	9.5 b	8.9 d	5.8 a	9.6 cd
A ₃	95.6 b	9.9 b	9.6 a	5.6 ab	9.5 d
A ₄	98.3 b	10.5 a	9.3 abc	5.3 bc	9.8 b
A ₅	103.2 a	10.6 a	9.5 ab	5.3 bc	9.7 bc
A ₆	88.3 cd	9.5 b	9.1 cd	5.5 abc	10.1 a
A ₇	85.1 d	9.8 b	9.2 bcd	5.1 c	9.1 e

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant difference ($P < 0.05$)

2.3 丰产性 不同品种(系)籽棉产量为 2 818.8~3 345.5 kg/hm²,皮棉产量为 1 162.0~1 408.6 kg/hm²,霜前皮棉产量为 885.5~1 164.1 kg/hm²(表 3)。方差分析结果显示,不同品种(系)籽棉产量、皮棉产量和霜前皮棉产量的差异达到显著水平。A₃ 籽棉、皮棉和霜前皮棉产量最高,但

与西北内陆和黄河流域品种差异未达显著水平, A₅ 籽棉产量较高,但霜前花率低,僵瓣率较高;各品种(系)衣分为 40.07%~43.68%,不同品种(系)间差异显著,流域之间差异不显著,说明衣分主要由各品种(系)特性决定;各品种(系)僵瓣率为 4.5%~7.5%,不同品种(系)间差异显著,生

育期短的品种(系)僵瓣率较低,生育期长的较高。

表3 不同品种(系)产量性状

Table 3 Yield traits of different varieties (lines)

品种(系)编号 Varieties (lines) No.	籽棉 Seed cotton		皮棉 Lint cotton		霜前皮棉 Lint cotton before frost		衣分 Lint percent %	僵瓣率 Broken flap rate//%
	产量 Yield kg/hm ²	位次 Rank	产量 Yield kg/hm ²	位次 Rank	产量 Yield kg/hm ²	位次 Rank		
A ₁	3 061.3 bcd	4	1 337.3 a	3	1 136.7 a	3	43.68 a	5.1 c
A ₂	2 899.6 de	6	1 162.0 c	7	931.8 b	5	40.07 d	6.6 b
A ₃	3 345.5 a	1	1 408.6 a	1	1 164.1 a	1	42.10 bc	6.2 b
A ₄	2 818.8 e	7	1 189.3 bc	6	885.5 b	7	42.19 bc	6.7 b
A ₅	3 225.0 ab	2	1 390.6 a	2	895.6 b	6	43.12 ab	7.5 a
A ₆	3 108.8 bc	3	1 330.8 a	4	1 136.8 a	2	42.81 ab	6.1 b
A ₇	3 013.0 cd	5	1 241.3 b	5	1 113.4 a	4	41.20 cd	4.5 c

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant difference ($P < 0.05$)

2.4 抗病性 抗枯萎病田间调查病株率为0~8.33%;黄河流域在抗病性上略差。卡那霉素田间鉴定抗虫株率为98.7%~100.0%,不同品种(系)间差异不显著(表4)。较好,A₁抗病性较差。总体来看,长江流域品种(系)比其他

表4 不同品种(系)田间抗性鉴定结果

Table 4 Resistance identification results of different varieties (lines) in the field

品种(系)编号 Varieties (lines) No.	大田枯萎病病株率 The rate of plants infected by fusarium wilt in the field	大田黄萎病病株率 The rate of plants infected by verticillium wilt in the field	卡那霉素鉴定抗虫株率 The rate of insect resistance by Kanamycin identification
A ₁	8.33 a	16.67 a	99.3 a
A ₂	0 b	6.67 b	100 a
A ₃	1.67 b	5.00 b	100 a
A ₄	3.33 b	3.33 b	99.3 a
A ₅	1.67 b	1.67 b	98.7 a
A ₆	0 b	1.67 b	100 a
A ₇	1.67 b	3.33 b	99.0 a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant difference ($P < 0.05$)

2.5 纤维品质 不同品种(系)间的主要纤维品质指标差异指标来看,A₁各项指标较协调,其他大多数参试品种(系)间不大。从上半部平均长度、断裂比强度和马克隆值3项关键纤维品质指标差异不大(表5)。

表5 不同品种(系)纤维品质

Table 5 Fiber quality of different varieties (lines)

品种(系)编号 Varieties (lines) No.	上半部平均长度 Upper half average length//mm	断裂比强度 Specific breaking strength//cN/tex	马克隆值 Micronaire	长度整齐度指数 Length uniformity index//%	纺纱均匀性指数 Spinning consi- stency index
A ₁	29.0 a	26.9 a	4.6 b	85.4 a	130.7 a
A ₂	29.2 a	26.7 a	5.2 ab	85.2 a	124.7 ab
A ₃	29.1 a	27.2 a	5.1 ab	84.5 a	122.7 b
A ₄	29.0 a	26.3 a	5.5 a	85.6 a	122.3 b
A ₅	29.7 a	27.0 a	5.3 ab	85.7 a	128.3 ab
A ₆	29.3 a	27.0 a	5.2 ab	86.1 a	129.0 ab
A ₇	29.1 a	27.3 a	4.9 ab	84.7 a	125.7 ab

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant difference ($P < 0.05$)

3 结论与讨论

该研究中,新品系A₃籽棉、皮棉和霜前皮棉产量最高,抗病性较好,纤维品质较好,综合性状好,具有较强的竞争力;新陆早53号产量较高,但霜前花率低,僵瓣率较高,熟性

太迟;鲁54和中棉所50早熟性好,霜前花率高,但产量略低;A₁、A₂和A₄表现不突出,需要继续改良。

建议对适合长江流域油(麦)直播短季棉新品系选育着

(下转第66页)

3 结论

磷酸盐对 Pb、Zn、Cd 污染的土壤具有较好的钝化能力,其中对 Pb、Zn 的钝化能力比对 Cd 的钝化能力更好。主要是磷酸钙的加入可提高土壤的碱性,对 Pb、Zn、Cd 的钝化能力增强的同时提高了土壤负离子的吸附性及表面络合能力,磷酸根水解的酸根离子也可以与 Pb、Zn、Cd 形成络合物,从而降低 Pb、Zn、Cd 在土壤中的有效态含量,减少了 Pb、Zn、Cd 在植物生长中的循环使用,直接限制了重金属对人类健康、环境保护带来的毒害,达到了重金属稳定钝化治理的效果。

参考文献

- [1] ARTHUR E L, RICE P J, RICE P J, et al. Phytoremediation: An overview [J]. *Critical reviews in plant sciences*, 2005, 24(2): 109 - 122.
- [2] MA L Q, KOMAR K M, TU C, et al. A fern that hyperaccumulates arsenic [J]. *Nature*, 2001, 409(6820): 579.
- [3] 骆永明. 中国主要土壤环境问题与对策[M]. 南京: 河海大学出版社, 2008: 26 - 29.
- [4] LEE W J, SHIH S I, CHANG C I, et al. Thermal treatment of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans from contaminated soils [J]. *Journal of hazardous materials*, 2008, 160(1): 220 - 227.
- [5] JONES D A, LELYVELD T P, MAVROFIDIS S D, et al. Microwave heating applications in environmental engineering: A review [J]. *Resources conservation and recycling*, 2002, 34(2): 75 - 90.
- [6] DI P K, CHANG D P Y, DWYER H A. Modeling of polychlorinated biphenyl removal from contaminated soil using steam [J]. *Environmental science & technology*, 2002, 36(8): 1845 - 1850.
- [7] 骆永明. 污染土壤修复技术研究现状与趋势 [J]. *化学进展*, 2009, 21(2/3): 558 - 565.
- [8] MA G, GARBERS-CRAIG A M. A review on the characteristics, formation mechanisms and treatment processes of Cr(VI)-containing pyrometallurgical wastes [J]. *Journal of South African institute of mining and metallurgy*, 2006, 106(11): 753 - 763.

- [9] DERMONT G, BERGERON M, MERCIER G. Soil washing for metal removal: A review of physical/chemical technologies and field applications [J]. *Journal of hazardous materials*, 2008, 152(1): 1 - 31.
- [10] RIVAS F J. Polycyclic aromatic hydrocarbons sorbed on soils: A short review of chemical oxidation based treatments [J]. *Journal of hazardous materials*, 2006, 138(2): 234 - 251.
- [11] HIGARASHI M M, JARDIM W F. Remediation of pesticide contaminated soil using TiO₂ mediated by solar light [J]. *Catalysis today*, 2002, 76(2): 201 - 207.
- [12] SAICHEK R E, REDDY K R. Electrokinetically enhanced remediation of hydrophobic organic compounds in soils: A review [J]. *Critical reviews in environmental science and technology*, 2005, 35(2): 115 - 192.
- [13] GUO G L, ZHOU Q X, MA L Q. Availability and assessment of fixing additives for the in situ remediation of heavy metal contaminated soils: A review [J]. *Environmental monitoring and assessment*, 2006, 116(1/2/3): 513 - 528.
- [14] 曹心德, 魏晓欣, 代革联, 等. 土壤重金属复合污染及其化学钝化修复技术研究进展 [J]. *环境工程学报*, 2001, 5(7): 1441 - 1453.
- [15] WANG B L, XIE Z M, CHEN J J, et al. Effects of field application of phosphate fertilizers on the availability and uptake of lead, zinc and cadmium by cabbage (*Brassica chinensis* L.) in a mining tailing contaminated soil [J]. *Journal of environmental sciences*, 2008, 20: 1109 - 1117.
- [16] CHOJNACKA K, CHOJNACKI A, GÓRECKA H, et al. Bioavailability of heavy metals from polluted soils to plants [J]. *Science of the total environment*, 2005, 337(1/2/3): 175 - 182.
- [17] TESSIER A, CAMPBELL P G C, BISSON M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals [J]. *Analytical chemistry*, 1979, 51(7): 844 - 851.
- [18] 朱奇宏, 黄道友, 刘胜平, 等. 改良剂对镉污染酸性水稻土的修复效应与机理研究 [J]. *中国生态农业学报*, 2010, 18(4): 847 - 851.
- [19] 智颖颀, 王再岚, 马中等. 鄂尔多斯地区公路沿线土壤重金属形态与植物有效性 [J]. *生态学报*, 2007, 27(5): 2030 - 2039.
- [20] 赵转军, 南忠仁, 王兆炜, 等. Cd、Zn 复合污染菜地土壤中重金属形态分布与植物有效性 [J]. *兰州大学学报(自然科学版)*, 2010, 46(2): 1 - 6.

(上接第 24 页)

重考虑以下方面:①生育期适中,长江流域后期光热条件好于其他 2 个流域,所以过分强调早熟性而牺牲产量的育种目标是不可取的,生育期以 110 ~ 115 d 较好;②株型紧凑,耐密植,叶片较小,叶功能好,开花结铃吐絮集中,霜前花率高;③抗病虫性好,纤维品质较好,后期不早衰;④含絮力强,不掉絮,为后期实现机械化收获奠定基础^[7]。

短季棉可有效缓解粮棉争地矛盾、策应农业供给侧结构性改革,应大力推广发展。长江流域油(麦)直播短季棉种植和新品系选育才开始起步,育种者的育种目标存在很大差别,且对于适合长江流域种植的品种类型研究还处于摸索阶段,需要综合考虑品系、环境和栽培措施三者的协调关系,以充分发掘品系潜力、克服种植模式和气候条件等不利因素^[8]。随着长江流域棉区耕作制度、种植模式的不断优化,棉花轻简化、机械化以及绿色环保、可持续生产技术的不断

发展,对品系的要求也会发生变化,长江流域油(麦)直播短季棉的育种思路需要与之相适应,以满足棉花生产和纺织工业的需求。

参考文献

- [1] 路曦洁, 叶洒洪, 江本利, 等. 安徽省棉花生产现状及轻简化植棉技术 [J]. *中国棉花*, 2012, 39(7): 10 - 12.
- [2] 喻树迅, 宋美珍, 范术丽. 我国短季棉遗传育种研究进展 [J]. *棉花学报*, 2007, 19(5): 331 - 336.
- [3] 宋美珍, 喻树迅, 范术丽, 等. 短季棉主要农艺性状的遗传分析 [J]. *棉花学报*, 2005, 17(2): 94 - 98.
- [4] 李汝忠, 王景会, 王宗文, 等. 转基因抗虫短季棉新品种: 鲁 54 [J]. *中国棉花*, 2015, 42(5): 32.
- [5] 周关印, 王维, 郑曙峰, 等. 长江流域棉区油后直播棉品种筛选试验 [J]. *中国种业*, 2015(11): 41 - 43.
- [6] 农业部种子管理局, 全国农业技术推广服务中心. 2015 年棉花国家区试品种报告 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2016.
- [7] 范正旺. 安徽沿江棉区棉花育种方向探讨 [J]. *安徽农学通报*, 2011, 17(13): 70 - 71.
- [8] 赵伟杰, 钟应山, 陈金书. 谈谈短季棉的好处与栽培技术 [J]. *江西棉花*, 1994, 94(2): 38 - 39.