

陆地棉新型核雄性不育系 21A 的初步研究

冯雪梅, 刘 峰, 刘玉栋, 阴祖军, 韩秀兰, 沈法富

(山东农业大学农学院, 泰安 271018)

摘要: 利用辐射诱变和回交育种成功培育出 21A 雄性不育系, 经遗传分析和等位性测验发现, 该不育性受 1 对隐性基因控制, 它与国内发现的 msc_1 、 msc_2 、 msc_3 、 msc_7 4 个陆地棉隐性不育基因彼此是非等位基因; 采用 NC II 遗传交配设计, 用 21A 不育系作母本, 5 个常规棉品种作父本, 配制杂交组合, 对 10 个组合的 F_1 产量和品质性状的竞争优势和配合力进行分析, 结果表明, 该不育系杂种优势明显, 一般配合力高, 易于筛选优良的杂交组合, 在生产优质杂交种方面具有很大的利用价值。

关键词: 陆地棉; 核雄性不育系; 遗传鉴定; 杂种优势; 配合力

Studies of New Genic Male Sterility Cotton Named “21A” in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

FENG Xue-mei, LIU Feng, LIU Yu-dong, YIN Zu-jun, HAN Xiu-lan, SHEN Fa-fu

(College of Agronomy, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018)

Abstract: Utilization of male sterility in heterosis has a good developmental prospect. In this study, the male sterility of 21A has been observed successfully by induced mutation breeding and back cross breeding. Genetic and allelic tests for 21A male-sterile line were made and the results showed that the male sterility in 21A was controlled by a pair of single-recessive gene and its male-sterility was in none-allelic to msc_1 , msc_2 , msc_3 and msc_7 discovered in P. R. China. Crosses were made by NC II, using 21A male sterility line as female parent and five normal cultivars as male parent, to analyze competitive heterosis and combining ability of F_1 hybrids. The results indicated that 21A male sterile line showed obvious heterosis and general combining ability (GCA). It is easy to observe better cross combinations and product hybrid seeds using 21A male sterile line.

Key words: *Gossypium hirsutum* L.; Genic male sterility line; Genetic analysis; Heterosis; Combining ability

棉花品种间杂种具有十分明显的杂种优势^[1], 优良的杂种一代通常能比常规品种增产 15% ~ 30%^[2]。据统计^[3], 到 2006 年全国杂交棉种植面积达 179 万 hm^2 , 占棉花播种面积 33.2%。我国长江流域棉区杂交棉已基本普及, 黄河流域及新疆棉区正在大力发展杂种棉。

目前人工去雄生产杂交种仍为主要方式, 人工去雄制种存在劳动强度大、费工费时等缺点, 而利用核雄性不育系生产杂交种则免去人工去雄的程序, 省时省力。目前我国, 核雄性不育在棉花杂种优势上得到了应用, 四川省利用洞 A 核雄性不育系配置了川杂 1 号、川杂 2 号、川杂 3 号、川杂 4 号等优

良组合, 而中棉所 38、南农 98-4 等则是利用 ms_3 、 ms_6 双隐性核雄性不育系配制的杂种棉组合^[4]。

利用核雄性不育系配制更多的优良杂种, 前提是选育综合性状好、配合力效应显著的核雄性不育系。本研究通过辐射诱变、回交转育, 选育出 21A 雄性不育系, 并对该不育系进行了遗传鉴定、杂种优势分析和配合力测定, 为该不育系的利用和杂优利用中亲本的选择提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

单隐性核雄性不育系 21A。1997 年引进美国的

收稿日期: 2009-11-24

修回日期: 2010-04-26

基金项目: 国家转基因重大专项 (2008ZX005-004-5); 现代农业产业技术体系建设专项资金资助

作者简介: 冯雪梅, 在读硕士, 主要从事棉花育种工作。E-mail: xmfeng@163.com

通讯作者: 沈法富, 教授, 博士生导师。E-mail: fshen@sdau.edu.cn

陆地棉 (*Gossypium hirsutum* L.) 转基因抗虫棉 33B, 经过辐射后, 获得的雄性不育株, 并用 33B 可育花粉进行授粉, 收获的种子 (F_1) 1998 年开花期发现全部为可育株, 自交所得 F_2 植株, 可育株与不育株分离比例为 3:1, 拔除可育株, 保留不育株; 自 1999 - 2005 年, 以鲁棉研 21 号作为父本, 连续与之回交, 获得了鲁棉研 21 号不育株, 用 F_1 (不育株 \times 鲁棉研 21 号) 花粉对该不育株进行授粉, 收获不育株上的种子, 次年开花期发现 1:1 分离的可育株和不育株, 该可育株和不育株互称为兄妹株, 经多次兄妹杂交获得了鲁棉研 21 号雄性不育系, 将该不育系命名为 21A。

不育基因的受体品种为鲁棉研 21 号。4 个单隐性核雄性不育系分别为洞 A (msc_1)、1355A (msc_2)、闽 A (msc_3) 和 81A (msc_7)。5 个常规品种分别是山农圣棉 1 号、鲁棉研 28 号、邯鄹 109、中棉所 45 号、冀丰 106。1 个杂交种为鲁棉研 15。

1.2 不育株和可育株花器官的比较

田间调查不育株和可育株花器官的性状, 包括苞叶、花瓣、花药、子房和胚珠的长度和宽度, 花萼和花丝的长度等指标; 显微镜下观察不育株和可育株的花粉粒。

1.3 育性遗传分析试验

2006 - 2008 年, 在山东农业大学济宁试验基地, 对不育株和可育株分别进行扣线 (授粉前, 用细线系住棉花花瓣) 自交, 调查成铃数; 同时不育系 21A 后代中不育株和可育株进行兄妹交 (可育株花粉授予不育株), 调查成铃数; 2006 年用可育株作父本, 对鲁棉研 21 号去雄授粉, 同时用不育株作父本, 撕破花药后, 用其花粉粒状物对鲁棉研 21 号去雄授粉, 分别调查成铃数。

用不育系 21A 的不育株作母本, 山农圣棉 1 号、鲁棉研 28 号、邯鄹 109、中棉所 45 号和冀丰 106 作父本, 进行杂交, 杂交 F_1 自交, 观察 F_2 育性分离表现。

1.4 测定 21A 不育基因的等位性

2008 年在山东农业大学济宁试验基地, 以不育系 21A 的不育株作母本, 分别与鲁棉研 21 号、山农圣棉 1 号、鲁棉研 28 号、邯鄹 109、中棉所 45 号和冀丰 106 等杂交, 收获种子于 2008 年冬天种在海南岛, 以获得的育性基因杂合可育株作父本, 对洞 A、1355A、闽 A、81A 等核不育系授粉, 观察杂交 F_1 育性分离表现。

1.5 21A 的杂种优势和配合力分析

2008 年在山东农业大学济宁试验基地, 用 21A、鲁棉研 21 号作为母本, 代号分别是 A1、A2; 5

个常规品种山农圣棉 1 号、鲁棉研 28 号、邯鄹 109、中棉所 45 号、冀丰 106 作为父本, 代号分别为 B1、B2、B3、B4、B5; 按 NC II 遗传交配设计, 配制 10 个组合。2009 年将这 10 个组合的杂交种和对照鲁棉研 15 号, 在山东圣丰种业有限公司的试验田种植。

试验采用 3 行区, 3 次重复, 随机区组试验, 小区面积 18m^2 , 密度为 $31500\text{株}/\text{hm}^2$, 4 月 18 日播种。

从 8 月 20 日开始收花, 到 10 月 26 日结束, 收花分小区进行, 分别称重、轧花, 计算皮棉产量、子棉产量。从每个小区收正常吐絮铃 20 个, 供室内考种和检验纤维品质用, 室内考种项目包括衣分、单铃重、子指和衣指等指标。

棉花纤维品质由农业部棉花品质监督检验测试中心 (中国农业科学院棉花研究所) 检测。纤维品质检测仪为 HIV900 系纤维检测仪, 检验的项目包括 HVICC 纤维上半部平均长度、纤维整齐度、断裂比强度、伸长率和马克隆值等指标。

1.6 数据处理和计算方法

杂种优势计算: 竞争优势 $CH = (F_1 - CK) / CK \times 100\%$

其中 F_1 和 CK 分别为杂交种和对照鲁棉研 15。方差分析和配合力测定按照文献 [5]、[6] 方法, 采用固定模型进行分析。数据处理和差异显著性 F 、 t 测验, 用 DPS3.01 软件完成。

2 结果与分析

2.1 不育系 21A 的形态鉴定

2.1.1 不育株和可育株花观察 不育系 21A 分离的雄性不育株和正常可育株花前的生长情况、株型、叶型和叶色等植株性状基本一致, 不易区别。只是在开花时, 不育花在形态上表现为花冠偏小, 花冠张开角度略小, 不育株雄蕊的花丝极短, 花药不开裂, 花药小而干瘪且紧缩在花柱下部。不育株的花药呈褐色, 用手指捻碎花药无花粉粒; 另有部分不育株的花药呈淡黄色, 干瘪程度不及褐色花药, 用手指捻碎可见少量小花粉粒但不萌发, 从表型上很易辨别不育系的不育株和可育株。

2.1.2 不育株和可育株花器官形态比较 不育系 21A 的不育株和可育株在花器官形态上不同, 不育株的花小。通过对花器官各性状的比较 (表 1) 得出, 花萼、花药和胚珠的长度以及子房的长度和宽度差异均不显著, 苞叶的长度达到差异显著水平, 花瓣的长度和宽度, 苞叶、花药和胚珠的宽度以及花丝的长度差异极显著, 达到肉眼可以辨别的程度。

表 1 不育株和可育株花器官形态比较

| Table 1 Morphological comparison of flower between 21A male sterile and fertile plants | | | | | | | | | | | (cm) | |
|--|----------|------|----------|----------|------|-----------|------|-------------|----------|------|----------|------|
| 植株 Plant | 苞叶 Bract | | 花萼 Calyx | 花瓣 Petal | | 花药 Anther | | 花丝 Filament | 子房 Ovary | | 胚珠 Ovule | |
| | 长 | 宽 | 长 | 长 | 宽 | 长 | 宽 | 长 | 长 | 宽 | 长 | 宽 |
| 不育株 | 4.50 | 3.48 | 1.30 | 3.65 | 3.31 | 0.13 | 0.14 | 0.43 | 4.30 | 1.50 | 0.18 | 0.13 |
| 可育株 | 4.90 | 3.96 | 1.30 | 4.53 | 3.97 | 0.14 | 0.16 | 0.52 | 4.40 | 1.40 | 0.18 | 0.15 |

2.1.3 花粉镜检结果 在显微镜下观察不育株花药和可育株花药,发现不育株花药内没有花粉或仅有空瘪的花粉粒,花粉粒形状不规则,且大小不等,有的形状饱满,但没有生活力,花粉粒棘状物小,短而粗,用碘化钾染色,多数不着色或着色浅。可育株花药正常散粉,花粉粒饱满,形态大小一致,用碘化钾染色时着色深。以上结果表明,可育株花粉生活力高,育性正常,不育株花粉完全败育,没有生活力。

2.2 不育系 21A 的遗传鉴定

2.2.1 自交试验 2006 - 2008 年,不育株扣线自交 982 朵,均未成铃,表明不育株花粉完全败育。开花后每隔 10d 对可育株进行一次扣线自交,成铃率达 44.8%。对可育株的自交棉铃产生的后代育性调查分析表明:可育株 1654 株,不育株 558 株,经 χ^2 测验, F_2 群体可育株和不育株符合 3:1 分离比例($\chi^2 = 0.06, 0.750 < P < 0.900$),说明了该不育系是由单隐性基因控制的核雄性不育系。

2.2.2 不育株和可育株兄妹交 不育系 21A 后代中不育株和可育株兄妹交,结果表明:兄妹交产生可育株 564 株,不育株 548 株,经 χ^2 测验, F_1 群体中出

现可育株与不育株比例符合 1:1 ($\chi^2 = 0.23, 0.5 < P < 0.75$),这进一步说明了该雄性不育系为单隐性核雄性不育系。

2.2.3 异交试验 2006 年用可育株作父本,分别对鲁棉研 21 号和不育株进行授粉,成铃率分别为 59.2% 和 65.1%;用不育株作父本,撕破花药后,用其花粉粒状物对鲁棉研 21 号去雄授粉 100 朵,未成铃。这一结果再次表明,可育株花粉生活力高,育性正常,不育株花粉完全败育,无生活力,不育度高。同时表明,以不育株为母本,异交结铃率高。因此可以将该可育株作为保持系,实现一系两用。

用山农圣棉 1 号、鲁棉研 28 号、邯郸 109、中棉所 45 号和冀丰 106 作父本,不育系 21A 的不育株作母本,成铃率分别为 66.4%、62.8%、60.5%、63.6%、59.3%,表明 21A 雌性正常可育,雄性易被恢复育性。杂交所得杂合可育株 F_1 自交,所得可育株与不育株见表 2,经 χ^2 检验, F_2 群体可育株和不育株符合 3:1 的分离比,进一步表明该雄性不育系的育性是由 1 对单隐性基因控制的,并能稳定遗传。

表 2 不育株与常规种杂交 F_2 育性分离表现

| F_2 群体 Population of F_2 generation | 总株数 No. of plants | 可育株 No. of fertile plants | 不育株 No. of sterile plants | χ^2 | P |
|--|----------------------|------------------------------|------------------------------|-------------|---------------|
| 21A × 山农圣棉 1 号 | 2613 | 1965 | 648 | 0.049 (3:1) | 0.750 ~ 0.900 |
| 21A × 鲁棉研 28 号 | 2980 | 2237 | 743 | 0.007 (3:1) | 0.900 ~ 0.995 |
| 21A × 邯郸 109 | 2215 | 1659 | 556 | 0.016 (3:1) | 0.750 ~ 0.900 |
| 21A × 中棉所 45 号 | 3007 | 2259 | 748 | 0.024 (3:1) | 0.750 ~ 0.900 |
| 21A × 冀丰 106 | 2743 | 2065 | 678 | 0.031 (3:1) | 0.750 ~ 0.900 |

2.3 21A 不育基因的等位性测验

到目前为止,国外共鉴定出 $ms_1^{[7]}$ 、 $ms_2^{[8]}$ 、 $ms_3^{[9]}$ 3 个陆地棉单隐性核不育基因,国内也正式鉴定了洞

$A(msc_1)^{[10]}$ 、1355A(msc_2)^[11]、闽 A(msc_3)^[10]、81A(msc_7)^[12-13] 4 个陆地棉核雄性不育系,后张天真等^[14]对这 7 个核不育基因进行了等位性测验,发现

除 msc_2 与 ms_2 是等位基因外,洞 A、閩 A 和 81A 是新型不育系,并把这 3 个新的不育基因符号分别定名为 ms_{14} 、 ms_{15} 、 ms_{16} 。

为了确定 21A 核雄性不育基因与已鉴定的不育基因的等位性,笔者对其进行了等位性测验,鉴于 ms_1 和 ms_3 是部分不育,而 21A 是完全不育,初步推定 21A 核不育基因与 ms_1 、 ms_3 可能是非等位基因。而用 msc_1 、 msc_2 、 msc_3 、 msc_7 4 个完全不育系配制成 4 组三交组合 24 个(表 3)。

表 3 21A 不育系的等位性测验
Table 3 Allelic test of 21A male-sterile line

| 组别 Group | 组合 Crosses | 可育株数 No. of fertile plants | 不育株数 No. of sterile plants |
|-------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| I | 洞 A × (21A × 鲁棉研 21 号) | 135 | 0 |
| | 洞 A × (21A × 山农圣棉 1 号) | 138 | 1 |
| | 洞 A × (21A × 鲁棉研 28 号) | 146 | 0 |
| | 洞 A × (21A × 邯郸 109) | 127 | 0 |
| | 洞 A × (21A × 中棉所 45 号) | 186 | 0 |
| | 洞 A × (21A × 冀丰 106) | 189 | 0 |
| II | 1355A × (21A × 鲁棉研 21 号) | 156 | 0 |
| | 1355A × (21A × 山农圣棉 1 号) | 148 | 0 |
| | 1355A × (21A × 鲁棉研 28 号) | 162 | 0 |
| | 1355A × (21A × 邯郸 109) | 115 | 0 |
| | 1355A × (21A × 中棉所 45 号) | 178 | 0 |
| | 1355A × (21A × 冀丰 106) | 165 | 0 |
| III | 閩 A × (21A × 鲁棉研 21 号) | 145 | 0 |
| | 閩 A × (21A × 山农圣棉 1 号) | 135 | 0 |
| | 閩 A × (21A × 鲁棉研 28 号) | 148 | 0 |
| III | 閩 A × (21A × 邯郸 109) | 167 | 0 |
| | 閩 A × (21A × 中棉所 45 号) | 148 | 0 |
| | 閩 A × (21A × 冀丰 106) | 133 | 0 |
| IV | 81A × (21A × 鲁棉研 21 号) | 164 | 0 |
| | 81A × (21A × 山农圣棉 1 号) | 201 | 0 |
| | 81A × (21A × 鲁棉研 28 号) | 187 | 0 |
| | 81A × (21A × 邯郸 109) | 23 | 0 |
| | 81A × (21A × 中棉所 45 号) | 189 | 0 |
| | 81A × (21A × 冀丰 106) | 197 | 0 |

如果 21A 不育基因与国内已鉴定的 msc_1 、 msc_2 、 msc_3 、 msc_7 4 个中的任一个是等位的,则三交组合 F_1 的群体就会表现出 1:1 的雄性可育株和不育株的分离;如果两者间是非等位的,则三交组合后代群体的植株就应都表现为雄性可育。21A 雄性不育系的等位测验结果见表 3,除组合洞 A × (21A × 山农圣棉 1 号) 的植株后代中出现了 1 株不育株外,其他所有三交组合后代的植株均是可育的,这表明 21A 雄性不育基因与国内所鉴定的 msc_1 、 msc_2 、 msc_3 、 msc_7 4 个单隐性核雄性不育基因是非等位基因,因此应把它列为一个新的隐性雄性不育基因。

2.4 21A 不育系的杂种优势表现 以鲁棉研 15 为对照,对以 21A 为母本配制的 5 个组合(A1B)和以鲁棉研 21 号为母本配制的 5 个组合(A2B)的杂交种分别进行了竞争优势分析,结果见表 4。A1B 杂交种竞争优势中有 8 个性状表现为正向竞争优势,其中子棉产量和皮棉产量达极显著水平,优势组合率为 100%,增产幅度分别为 0.64% ~ 10.21% 和 1.62 ~ 9.62,伸长率达显著水平,增长幅度为 -1.54 ~ 16.92,优势组合率为 80%,而衣分和子指的竞争优势为负值,具有负向的竞争优势。在 A2B 杂交种中,除子指的平均竞争优势为负值,且达极显著水平外,其余 9 个性状都表现为正向的优势,其中子棉产量、皮棉产量、铃重和伸长率优势达极显著水平,其优势组合率都超过了 80%。比较两组的平均优势发现,A1B 杂交种在铃重上的竞争优势不及 A2B 的优势明显,而在子指方面却降低了鲁棉研 21 号的负向竞争优势。

以上结果表明,21A 不育系杂种在子棉产量、皮棉产量和伸长率等性状上优势明显,与鲁棉研 21 号的杂种优势表现基本一致,在铃重方面的杂种优势不如鲁棉研 21 号的表现显著,在子指上却显著改善了鲁棉研 21 号的杂种优势,在衣分、纤维长度、断裂比强度、马克隆值和整齐度等性状上,两者的杂种优势都不明显。因为两个母本是仅在育性位点上有差异的 1 对近等基因系,由此推测,不育基因的导入仅仅影响到受体鲁棉研 21 号的铃重和子指的杂种优势,具体效应为显著降低了受体鲁棉研 21 号的铃重的杂种优势,明显改善子指的负向杂种优势。

表 4 F₁产量性状和品质性状的竞争优势表现

Table 4 Competitive heterosis of yield characters and fiber quality of F₁ (%)

| 性状 Trait | A1B | | | A2B | | |
|----------|---------------------------|--|----------------------------|---------------------------|--|----------------------------|
| | 平均优势 Average heterosis | 优势组合率 Percentage of combinations with heterosis | 增长幅度 Range of heterosis | 平均优势 Average heterosis | 优势组合率 Percentage of combinations with heterosis | 增长幅度 Range of heterosis |
| 子棉产量 | 5.68** | 100.00 | 0.64~10.21 | 5.98** | 100.00 | 1.61~9.48 |
| 皮棉产量 | 5.18** | 100.00 | 1.62~9.62 | 7.20** | 100.00 | 1.36~11.34 |
| 铃重 | 3.79 | 60.00 | -3.89~10.62 | 7.04** | 80.00 | -0.18~12.39 |
| 衣分 | -0.44 | 40.00 | -2.47~1.73 | 1.14 | 80.00 | -0.25~3.46 |
| 子指 | -3.14 | 40.00 | -7.84~3.92 | -6.47** | 0.00 | -9.80~-3.92 |
| 纤维长度 | 1.66 | 80.00 | -0.99~4.65 | 1.40 | 80.00 | -1.66~3.65 |
| 断裂比强度 | 0.20 | 60.00 | -2.31~2.97 | 1.78 | 100.00 | 0.33~3.96 |
| 马克隆值 | 1.33 | 60.00 | -6.67~8.89 | 1.78 | 60.00 | -8.89~8.89 |
| 伸长率 | 7.38* | 80.00 | -1.54~16.92 | 9.84** | 100.00 | 3.07~18.46 |
| 整齐度 | 0.41 | 40.00 | -0.96~2.39 | 0.74 | 80.00 | -0.48~1.91 |

** 表示差异达到 0.01 显著水平,* 表示差异达到 0.05 显著水平。下同
** ;Significant at probability level of 0.01 , * ;Significant at probability level of 0.05. The same as below

2.5 21A 不育系的配合力分析

2.5.1 方差分析 对 NC II 设计的 10 个组合的 10 个性状进行了方差分析(表 5)。组合中各个性状基因型间差异均达极显著水平,表明这些组合性状之间存在明显的遗传差异。对亲本和组合配合力作进一步分析,结果表明,GCA 均方除子指和断裂比强度在母本间达差异显著水平外,其他性状均差异不显著,说明 21A 不育系和鲁棉研 21 号的 GCA 表现一致率达到 80%,差异不大。由于两者只在育性位点上有差异,推测两者间 GCA 均方在子指和断裂比

强度上的显著差异可能是由于不育基因的导入而引起的加性效应的差异。父本间 GCA 均方除衣分外,其他 9 个性状都达到显著或极显著差异水平。母本和父本互作效应均方中,除铃重外,有 9 个性状达到极显著水平,说明这 9 个性状除受加性基因控制外,还有非加性效应影响。另外,从亲本的 GCA 方差和 SCA (specific combination ability) 方差的百分比看,所有性状 GCA 方差百分比均超过 50%,说明在这些性状的遗传变异中,加性效应起主导作用。

表 5 F₁代性状方差分析及亲本配合力效应

Table 5 Variance analysis of characters of F₁ and the GCA effects of the parents

| 变异来源 Variation source | 子棉产量 (kg/hm ²) Seed-lint yield | 皮棉产量 (kg/hm ²) Lint yield | 铃重 (g) Boll weight | 衣分 (%) Lint percentage | 子指 (g) Seed index | 纤维长度 (mm) Fiber length | 断裂比强度 cN/tex Fiber strength | 马克隆值 Fiber micro- naire | 伸长率 (%) Elongation percentage | 整齐度 (%) Fiber uniformity |
|-----------------------------|---|---|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------------|
| 组合 | 1216.15** | 1153.02** | 8.93** | 38.15** | 108.72** | 219.76** | 478.13** | 208.14** | 133.91** | 257.13** |
| 母本(A) | 0.45 | 12.60 | 6.42 | 5.15 | 10.91* | 0.55 | 9.85* | 0.05 | 7.11 | 1.89 |
| 父本(B) | 41.31** | 40.13** | 18.58** | 3.32 | 7.49* | 21.83** | 9.62* | 10.62* | 54.56** | 19.39** |
| A×B | 64.50** | 58.59** | 0.95 | 15.31** | 21.81** | 21.53** | 82.27** | 40.25** | 5.26** | 27.73** |
| 误差 | 0.735 | 0.202 | 0.042 | 0.039 | 0.003 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | 0.005 | 0.011 |
| 母本 GCA | A1 | -0.15 | -0.95 | -1.54 | -0.79 | 1.75 | 0.15 | -0.78 | -0.22 | -1.13 |
| | A2 | 0.15 | 0.95 | 1.54 | 0.79 | -1.75 | -0.15 | 0.78 | 0.22 | 1.13 |
| GCA 方差 (%) | 95.34 | 95.70 | 100.00 | 68.04 | 84.56 | 91.61 | 86.02 | 83.15 | 97.19 | 90.67 |
| SCA 方差 (%) | 4.66 | 4.30 | 0.00 | 31.96 | 15.44 | 8.39 | 13.98 | 16.85 | 2.81 | 9.33 |

2.5.2 21A 不育系的 GCA 效应分析 21A 不育系和鲁棉研 21 号的 GCA 效应值列于表 5, 21A 的 GCA 效应值在子指上表现为正值, 其正效应达到显著水平, 在断裂比强度上表现为负值, 其负效应达到显著水平。表明不育基因导入受体鲁棉研 21 号可能引起了子指的正向加性效应增强, 断裂比强度的负向加性效应变大。

在本试验材料中, 性状的遗传仍以加性效应为主, 因此在为 21A 不育系选配组合时, 另一亲本的 GCA 要尽可能的高, 同时应注意其断裂比强度的 GCA, 以弥补 21A 不育系 GCA 在断裂比强度上表现较差的不足。

3 讨论

3.1 诱变育种和回交育种相结合创造新型不育材料

诱变育种和回交育种相结合是创造新型不育材料的有效途径。辐射诱变极易诱发雄性不育株产生^[15], 然后选择一个综合性状优良的品种作为受体品种(轮回亲本), 通过连续多代回交将该不育性状导入受体品种, 育成新的不育系, 从而为杂种优势利用提供服务。本试验中 21A 不育系的成功培育就有赖于诱变育种和回交育种的有效结合, 经对该不育基因进行等位性测验发现, 该基因与国内所鉴定的 *msc₁*、*msc₂*、*msc₃*、*msc₇* 4 个单隐性核雄性不育基因是非等位的, 因此把它列为一个新的隐性雄性不育基因。21A 不育系的选育丰富了我国棉花不育材料的种质资源。

3.2 不育基因导入对受体鲁棉研 21 号的影响

21A 不育系和鲁棉研 21 号是一对仅在育性位点上有差异的近等基因系。本研究通过比较 21A 不育系和鲁棉研 21 号的杂种优势和配合力效应, 客观的反映了不育基因的转入对受体鲁棉研 21 号存在影响。就植株形态而言, 不育基因的转入仅仅是引起了花器官异常、花粉败育, 对其他形态性状几乎没有影响。就不同性状的杂种优势而言, 不育基因所施加的效应表现为铃重的竞争优势明显下降, 子指的竞争优势得到显著改善。不育基因导入受体鲁棉研 21 号使子指的正向加性效应增强, 提高了子指

的 GCA, 使断裂比强度的负向加性效应变大, 显著降低了断裂比强度的 GCA。

3.3 利用 21A 不育系配制杂交种的可行性

21A 不育系的育性是由 1 对单隐性核基因控制的, 不育株的花粉完全败育, 且能稳定遗传, 开花期通过田间观察并结合用手指捻碎花药观察花粉粒的有无或多少很容易鉴定不育株和可育株, 为杂交种的配制提供了有利的条件。

该不育系的不育株和可育株兄妹交, 成铃率高, 子指表现优异, 且后代分离出的不育株占到 50%, 因此将可育株用作保持系繁殖不育系, 成为保持核不育传递的有效方法。

21A 不育系恢复源广泛, 综合性状良好, 杂种优势明显, 一般配合力较高, 易于筛选优良的杂交组合, 在生产优质杂交种方面具有很大的利用价值。

参考文献

- [1] 黄晋玲, 李炳林, 安泽伟, 等. 棉花晋 A 细胞质雄性不育系的细胞形态学观察[J]. 植物遗传资源科学, 2001, 2(3): 28-31
- [2] 陈冬妍. 陆地棉核雄性不育基因的分子标记定位及相关基因的克隆和功能分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2008
- [3] 毛树春. 中国棉花生产景气报告 2006[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 18-19
- [4] 盖钧镒. 作物育种学各论第 2 版[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 436-441
- [5] 李加纳. 数量遗传学概论第 2 版[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 2007: 201-206
- [6] 顾万春. 统计遗传学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 292-298
- [7] Norman J, Leinweber C L. A heritable partially male sterile character in cotton[J]. Hered, 1960, 51: 191-192
- [8] Richmond T R, Kohel R J. Analysis of a completely male-sterile character in American upland cotton[J]. Crop Sci, 1961, 1: 397-401
- [9] Norman J, Meyer J R, Roux J B, et al. A partially male-sterile character in upland cotton[J]. Crop Sci, 1963, 3: 428-429
- [10] 黄观武, 张东铭, 苟云高, 等. 对我国陆地棉雄性不育基因的初步分析[J]. 四川农业科技, 1982 (2): 1-4
- [11] 黄观武. 陆地棉高强度纤维雄性不育系的培育[J]. 棉花学报, 1985, 试刊(1): 41-46
- [12] 冯福祯. 棉花雄性不育新种质系简介[J]. 中国棉花, 1988, 15(3): 15-16
- [13] 张天真, 潘家驹, 冯福祯. 一个有芽黄标记的棉花雄性不育系的遗传学鉴定[J]. 中国农业科学, 1989, 22(4): 17-21
- [14] 张天真, 冯义军, 潘家驹. 我国发现的 4 个棉花核雄性不育系的遗传分析[J]. 棉花学报, 1992, 4(1): 1-8
- [15] 胡延吉. 植物育种学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 184-190

陆地棉新型核雄性不育系21A的初步研究

作者: 冯雪梅, 刘峰, 刘玉栋, 阴祖军, 韩秀兰, 沈法富, FENG Xue-mei, LIU Feng,
LIU Yu-dong, YIN Zu-jun, HAN Xiu-lan, SHEN Fa-fu
作者单位: 山东农业大学农学院, 泰安, 271018
刊名: 植物遗传资源学报 ISTIC PKU
英文刊名: JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES
年, 卷(期): 2010, 11 (4)

参考文献(15条)

1. 毛树春 [中国棉花生产景气报告2006](#) 2007
2. 陈冬妍 [陆地棉核雄性不育基因的分子标记定位及相关基因的克隆和功能分析](#) 2008
3. 黄晋玲;李炳林;安泽伟 [棉花晋A细胞质雄性不育系的细胞形态学观察](#)[期刊论文]-[植物遗传资源科学](#) 2001 (03)
4. 胡延占 [植物育种学](#) 2003
5. 张天真;冯义军;潘家驹 [我国发现的4个棉花核雄性不育系的遗传分析](#) 1992 (01)
6. 张天真;潘家驹;冯福祯 [一个有芽黄标记的棉花雄性不育系的遗传学鉴定](#) 1989 (04)
7. 冯福祯 [棉花雄性不育新种质系简介](#) 1988 (03)
8. 黄观武 [陆地棉高强纤维雄性不育系的培育](#) 1985 (01)
9. 黄观武;张东铭;苟云高 [对我国陆地棉雄性不育基因的初步分析](#) 1982 (02)
10. Norman J;Meyer J R;Roux J B [A partially male-sterile character in upland cotton](#) 1963
11. Richmond T R;Kohel R J [Analysis of a completely male-sterile character in American upland cotton](#) 1961
12. Norman J;Leinweber C L [A heritable partially male sterile character in cotton](#) 1960
13. 顾万春 [统计遗传学](#) 2004
14. 李加纳 [数量遗传学概论](#) 2007
15. 盖钧镒 [作物育种学各论](#) 2006

引证文献(1条)

1. 姜家生, 何金铃, 蔡永萍, 林毅 [棉花核雄性不育系研究进展及应用](#)[期刊论文]-[安徽农业大学学报](#) 2011 (5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201004009.aspx