

Wnafstu 棉花雄性不育系遗传类型研究

范万发, 邢宏宜, 贺道华, 杨安民, 左田夫

(西北农林科技大学农学院棉花所, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以中棉所 41、陕 7359(系)、陕 2089(系)、陕 2234、陕 024(系)5 个陆地棉种质和 8046-1、8046-2、8046-3 三个与不育系具相同遗传背景的可育种质为测试父本,采用连续多代和多父本分别株对株测交,对西北农林科技大学发现的暂定名 Wnafstu 的雄性不育系进行研究。结果表明,5 个陆地棉种质父本与不育系测交后,子代均为 100%不育株;3 个与不育株具相同遗传背景的可育株分别与不育株测交后,子代有不育和可育株两种类型,分离没有规律。据此认为,该不育系属细胞质雄性不育类型。一般陆地棉种质与其杂交,都可保持其不育性。与其具相同遗传背景的可育种质对不育系育性有恢复功能。提出了对该不育系下一步研究的方向。

关键词:棉花;Wnafstu 胞质不育系;杂种优势

中图分类号:S562.032 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2008)02-0137-04

Characterization of Inheritance on Fertility of a New Male-sterile Line Wnafstu of Cotton

FAN Wan-fa, XING Hong-yi, HE Dao-hua, YANG An-min, ZUO Tian-fu

(Cotton Reserch Institute of Agronomy College of Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The male sterile line, temporarily designated as Wnafstu developed by NWSUAF, was characterized through several successive backcrossing(plant to plant)using five accessions of *G. hirsutum* Cv. CCRI 41, Shaan 7359, Shaan 2089, Shaan 2234 and Shaan 204 as recurrent male parents, and crossed with three male-fertile lines (8046-1,8046-2 and 8046-3) with the same genetic background as Wnafstu. The progenies of Wnafstu backcrossed with five accessions were stable in male sterility with 100% plants; but the F₁ population of crosses with 8046 was partially fertile with irregular segregation ratio. It inferred that the male sterility was controlled by cytoplasmic genetic factor(s).

Key words: cotton (*Gossypium*); cytoplasmic male sterile (CMS) line Wnafstu; heterosis

棉花雄性不育性状在棉花杂种优势利用中具有很重要的价值^[1-2]。棉花雄性不育性状有细胞核不育、细胞质不育、温敏不育多种类型^[3-4]。在这些类型中,一旦核不育系三系的保持系、细胞质不育系三系的恢复系在选育上有重大突破,就可以利用不育系通过昆虫(如蜜蜂)等传粉方式大量配制杂种^[5,6],降低制种成本,使棉花杂种优势得到广泛推广应用。因此,发现和培育理想的棉花雄性不育系,理清所获不育系的遗传方式,并实行三系配套,是目前棉花杂种优势利用研究的重点之一。自上

世纪 80 年代以来,国内外在这方面已有不少研究报告,但实际进展缓慢,应用较少^[1,2,7-11]。2001 年在西北农林科技大学棉花育种试验地的杂交后代材料 8046 行中分离出两个雄性不育植株。其外型与相同遗传背景的其他植株相似。花冠略小,开花后不撒粉,自交不结铃。当年对其进行测交,暂定名 Wnafstu 不育系。2002—2004 年,对两雄性不育植株的不育性遗传类型做了初步研究。旨在理清该雄性不育系的遗传特征,为在棉花杂种优势研究中应用提供依据。

收稿日期:2007-01-24 作者简介:范万发(1952—),男,副教授,fanwanfa@yahoo.com.cn

基金项目:农业部“948”项目[991025(A)]

1 材料和方法

1.1 材料

不育系为2001年西北农林科技大学棉花育种试验地陆海杂交后代材料,8046行中分离的两个雄性不育植株。测试父本使用中棉所41,陕棉7359(系)、陕2089(系)、陕棉2234、陕024(系)5个陆地棉种质,及与不育株具相同遗传背景的可育株8046-1、8046-2、8046-3。

1.2 方法

1.2.1 实施经过。2001年把两个不育植株分别编号为Wnafstu-1和Wnafstu-2。棉花开花期以中棉所41、陕棉7359(系)、陕棉2089(系)三材料为测交父本,从各父本种植行中确定1株作为该父本代表株,定株对Wnafstu-1和Wnafstu-2分别进行株对株测交。同时对两个不育株的部分花朵做了自交,对测交父本代表株自交留种。2002年4月10日将2001年的6个测交组合种子及3个测交父本代表株的自交铃种子,按顺序排列,每测试组合(或父本)1行,种植于西北农林科技大学棉花育种试验地。植株开花期各测试组合行每植株做自交铃3铃以上,用于确认和统计不育株数,并从行中确定一株做为该测试组合2002年测交代表株。同时,在各父本自交铃种植行同样确定一株,做为该父本2002年测交代表株。棉花开花期,以各测试组合行测交代表株,分别与各父本行测交代表株做株对株重复测交。2003年4月8日,将2002年各重复测试组合的种子和当年用做测试父本的陕棉2234、陕024(系),8046-1、8046-2、8046-3的自交种子,按顺序排列,每组合(或父本)1行,植于西北农林科技大学棉花育种试验地。开花期测试组合行每单株做3个以上自交铃,用于确认和统计不育株数。并从每组合行中选出2株,作为测交代表株分别编号,用于2003

年继续测交。其中一株分别用陕棉2234和陕棉024(系)两个父本测交;另一株分别用8046-1、8046-2和8046-3为父本测交。开花期从测试各父本种植行中每行确定一株,作为该父本测交代表株,与组合行相应代表株进行株对株测交。

1.2.2 田间操作。试验地行长7m,平均行距0.6m,株距0.28m。顺序排列,不设重复。试验地栽培措施力求均匀一致,管理及时,没有严重病虫害。参试各材料的自交铃均在当天下午5~7h以扎花法自交。测交组合均在每天上午6~12h进行。具体操作为:植株开花前(上午6~7h),把各组合行中用做测交的雄性不育株,即将开放花朵的花冠,用手指轻轻分开,给柱头套上蜡管以防串粉。待花朵开放时(上午8~12h),先从父本代表株的自交花朵中取得父本花粉,然后轻轻拔去不育系花朵柱头上的蜡管,将花粉授与柱头,重新套上蜡管,做好标记。待棉铃成熟后采摘,按标记归类保存,翌年种植鉴定。

1.2.3 统计方式。雄性不育系植株以不撒花粉,没有形成自交铃为标准;可育株以花粉多,并形成自交铃为标准。不育株百分率,以当年测交组合材料行,雄性不育植株,占测试组合行总株数百分比值表示。即不育株率(%) = $\frac{ST}{St+Fer} \times 100\%$ 。式中:ST为雄性不育株数;Fer为雄性可育株数。

2 结果与分析

2001年对Wnafstu-1和Wnafstu-2分别自交后,两个植株均未形成自交铃。证实两个植株均为性状可靠的雄性不育株。2002年对两个雄性不育株在2001年测交组合子代植株育性鉴定结果,如表1所示。

表1 2002年Wnafstu雄性不育性测鉴结果
Table 1 Results for Wnafstu male sterility in 2002

测试组合	可育株数/个	不育株数/个	总株数/个	不育株率/%
WN-1×中棉所41	0	25	25	100.0
WN-1×陕7359	0	26	26	100.0
WN-1×陕2089	0	25	25	100.0
WN-2×中棉所41	0	25	25	100.0
WN-2×陕7359	0	24	24	100.0
WN-2×陕2089	0	26	26	100.0

注:表1中“WN-1”、“WN-2”分别代表Wnafstu-1和Wnafstu-2(下同)。

表1表明,Wnafstu-1和Wnafstu-2分别以中棉所41、陕棉7359(系)、陕棉2089(系)三父本测交后,子代植株均为雄性不育株。各测交组合

子代植株的不育株率均为100%。2002年对2001年各测试组合子代,再以原测试父本继续重复测试,鉴定结果见表2。

表 2 2003 年 Wnafstu 雄性不育性测鉴结果
Table 2 Results for Wnafstu male sterility in 2003

测试组合	可育株数/个	不育株数/个	总株数/个	不育株率/%
(WN-1×中棉所 41)×中棉所 41	0	26	26	100.0
(WN-1×陕 7359)×陕 7359	0	26	26	100.0
(WN-1×陕 2089)×陕 2089	0	25	25	100.0
(WN-2×中棉所 41)×中棉所 41	0	25	25	100.0
(WN-2×陕 7359)×陕 7359	0	26	26	100.0
(WN-2×陕 2089)×陕 2089	0	26	26	100.0

表 2 结果显示,2002 年用原测交父本对 2001 年测试组合子代,继续重复测试后,各测试组合子代种植行所有植株均表现雄性不育性状,不育株率 100%。2003 年更换测试父本,再以陕棉

2234、陕棉 024(系),以及与 Wnafstu 雄性不育系,具相同遗传背景的可育选株 8046-1、8046-2、8046-3,对 2002 年各回交测试组合子代进行测交。结果见表 3。

表 3 2004 年 Wnafstu 雄性不育性测鉴结果
Table 3 Results tested for Wnafstu male sterility in 2004

测试组合	可育株数/个	不育株数/个	总株数/个	不育株率/%
[(WN-1×中棉所 41)×中棉所 41]×陕 2234	0	25	25	100.0
[(WN-1×中棉所 41)×中棉所 41]×陕 024	0	26	26	100.0
[(WN-1×陕 7359)×陕 7359]×陕 2234	0	25	25	100.0
[(WN-1×陕 7359)×陕 7359]×陕 024	0	25	25	100.0
[(WN-1×陕 2089)×陕 2089]×陕 2234	0	25	25	100.0
[(WN-1×陕 2089)×陕 2089]×陕 024	0	25	25	100.0
[(WN-2×中 41)×中棉所 41]×陕 2234	0	26	26	100.0
[(WN-2×中 41)×中棉所 41]×陕 024	0	25	25	100.0
[(WN-2×陕 7359)×陕 7359]×陕 2234	0	26	26	100.0
[(WN-2×陕 7359)×陕 7359]×陕 024	0	26	26	100.0
[(WN-2×陕 2089)×陕 2089]×陕 2234	0	25	25	100.0
[(WN-2×陕 2089)×陕 2089]×陕 024	0	26	26	100.0
[(WN-1×中棉所 41)×中棉所 41]×8046-1	4	21	25	84.0
[(WN-1×中棉所 41)×中棉所 41]×8046-2	14	11	25	44.0
[(WN-1×中棉所 41)×中棉所 41]×8046-3	8	18	26	69.2
[(WN-1×陕 7359)×陕 7359]×8046-1	2	23	25	92.0
[(WN-1×陕 7359)×陕 7359]×8046-2	12	14	26	53.8
[(WN-1×陕 7359)×陕 7359]×8046-3	8	17	25	68.0
[(WN-1×陕 2089)×陕 2089]×8046-1	6	19	25	76.0
[(WN-1×陕 2089)×陕 2089]×8046-2	14	12	26	46.2
[(WN-1×陕 2089)×陕 2089]×8046-3	7	19	26	73.1

从表 3 看出,更换测试父本材料后,各测试组合的所有子代植株均为雄性不育植株,不育株率为 100%,与 2002 年和 2003 年测试结果一致。使用与 Wnafstu 雄性不育系具有相同遗传背景的可育株为父本,对 Wnafstu-1 回交组合的代表株测试时,其子代中出现了雄性不育株和可育株两种类型。不同父本测试的结果也不同。以 8046-1 为父本测试的三个组合平均不育株率为 84.0%,以 8046-2 测试的三个组合,平均不育株率为 47.7%。以 8046-3 测试的三个组合,平均不育株率为 70.0%。

3 结论与讨论

3.1 棉花不育系制种,将是今后杂交棉发展的一

个方向^[12]。利用“三系”配制棉花杂交种,是实现棉花杂种优势利用较为理想的方法。目前虽然已有不少关于棉花“三系”配套方面的研究报道,但可利用的雄性不育类型尚不多^[14]。Wnafstu 雄性不育系的出现,无疑为这一领域增加了新的资源。

3.2 本文研究结果显示,以一般的陆地棉种质做父本与 Wnafstu 雄性不育系测交,均能使 Wnafstu 雄性不育性在子代得到完全保持。说明该雄性不育性状,具有细胞质雄性不育的遗传特点,属细胞质雄性不育类型。这为进一步研究利用提供了重要信息。张进忠认为^[13],要尽快解决杂种棉制种繁琐问题,主要有赖于细胞质雄性不育系的研究利用。华金平等认为^[1],细胞质雄性不育系

如果能在恢复系的研究方面有所突破,就可能利用不育系,通过昆虫传粉等方式大量制种。Wnafstu 胞质雄性不育系的出现,符合了这一目标,如果能在 Wnafstu 雄性不育系的恢复系研究方面有所突破,利用 Wnafstu 雄性不育系大量配制棉花杂交种,将成为可能。

3.3 本文以三个与 Wnafstu 雄性不育系具相同遗传背景的可育材料,对 Wnafstu-1 不育株测交组合后代再次测交时,子代出现比例不同的雄性不育和可育两类植株。这说明与 Wnafstu 雄性不育株有相同遗传背景的可育种质,对 Wnafstu 胞质雄性不育系有恢复育性的能力。但不同植株之间恢复育性能力不同。8046-2 平均恢复株率 52.3%,恢复力最强;8046-3 平均恢复株率 29.9%,恢复力次之;8046-1 平均恢复株率为 16.0%,恢复力最弱。这种差异可能是因为各材料间在种质遗传上差异所致,但其结果都证实,从与 Wnafstu 雄性不育系有相同遗传背景的后代可育材料中,筛选具有高恢复力的强恢复系是可能的。因此,进一步的研究,应以与 Wnafstu 雄性不育系有相同遗传背景的可育种质为原始材料,创造和筛选经济性状配合力高,抗逆性强,恢复率高的恢复系,实现三系配套。

近年来针对这一重点,采取了遗传过滤技术进行筛选,取得了不菲进展,有待进一步总结。

致谢:苏元贵、马卫平、李清芳协助部分调查工作,顺致感谢。

参考文献:

[1] 华金平,易先达,韦国贞. 杂交棉制种研究与实践

[J]. 棉花学报, 1996, 8(3):120-122.

- [2] 王学德,李悦有. 细胞质雄性不育棉花转基因恢复系的选育[J]. 中国农业科学, 2002, 35(2):137-141.
- [3] 周有耀. 棉花遗传育种学[M]. 北京:北京农业大学, 1988.
- [4] 马小定,邢朝柱. 棉花雄性不育研究和应用进展[J]. 棉花学报, 2006, 18(5):309-314.
- [5] MOFFET J O, Stith L S. Pollination by honey bees of male sterile cotton in cages [J]. Crop Sci. 1972, 12:476-478.
- [6] MOFFET J O, Stith L S. Producing hybrid cotton seed on a field scalt using honey bees as pollinators [J]. Proc Beltwide Cotton Prod Res Conf. 1978, 78-80.
- [7] 冯纯大,张金发,刘金兰. 棉花雄性不育性研究进展[J], 棉花学报, 1998, 10(4):169-177.
- [8] 俞志华. 棉花细胞质雄性不育的研究及改良[J]. 棉花学报, 1999, 11(5):268-274.
- [9] CHAKRESH KUMAR, Joshi P R. Bhardwaj Heterosis in Inter-*Gossypium Arboreum* L. Cotton Hybrids Indian [J]. Genetics, 1992, 52(2): 183-186.
- [10] 邢朝柱,靖深蓉,郭立平,等. 转 Bt 基因棉杂种优势及性状配合力研究[J]. 棉花学报, 2000, 12(1):6-11.
- [11] HAVAL M. Verhalen, 陆地棉胞质雄性不育系育性恢复的研究[E]. 缪世才,译. 国外农业科技资料, 1979, 9-11.
- [12] 李根源,刘金海. 我国杂交棉生产概况与发展展望[J]. 中国棉花, 2005, 32(9):2-4.
- [13] 张进忠. 棉花雄性不育杂种优势利用研究及进展[J]. 中国棉花, 2005, 32(8): 6-8.
- [14] 孙济中,刘金兰,张金发,等. 棉花杂种优势的研究和利用[J]. 棉花学报, 1994, 6(3):135-139. ●