

文章编号: 1005-0906(2007)01-0001-04

玉米高频率单倍生殖诱导系 吉高诱系 3 号的选育

才 卓, 徐国良, 刘向辉, 董亚琳, 代玉仙, 李淑华

(吉林省农业科学院玉米研究所, 吉林 公主岭 136100)

摘 要: 对单倍体诱导系 Stock6 进行改良, 从 Stock6 与 M278 的杂交后代中连续 6 代测交和选择, 育成了高频率单倍体诱导系吉高诱系 3 号。通过对 20 个不同基因型材料的单倍体诱导结果表明, 单倍体诱导率介于 5.50% ~ 15.94%, 平均单倍体诱导率为 10.40%, 是 Stock6 的 10 倍; 子粒 Navajo 标记性状明显、稳定, 花粉量大、结实性好、抗病性强, 是优良的单倍体诱导系。

关键词: 玉米; 单倍体诱导系; 吉高诱系 3 号

中图分类号: S513.024

文献标识码: A

The Breeding of JAAS3-Haploid Inducer with High Frequency Parthenogenesis in Maize

CAI Zhuo, XU Guo-liang, LIU Xiang-hui, DONG Ya-lin, et al.

(Maize Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: We developed JAAS3 which is the high frequency haploid inducer through the improvement of haploid inducer Stock6, testcrosses and selections of successive six generations from the hybrids between Stock6 and M278. The induction results of 20 haploid inducers with different genotypes showed that the induction rate of haploid was from 5.50% to 15.94%, the average induction rate of haploid was 10.4%, about 10 times as that induced by Stock6. JAAS3 has a more obvious Navajo marker, large pollen shedding and strong resistance. It is a good material for haploid induction.

Key words: Maize; Haploid inducer; JAAS3 inducer

利用单倍体方法进行玉米自交系选育, 可以实现配子体选择, 显著缩短育种年限, 是能够给玉米育种进程带来飞跃的育种新技术。但是由于获得单倍体技术上的原因一直未能实际应用。

1959 年 Coe 发现玉米单倍体诱导系 Stock6, 使玉米单倍体育种方法由设想过渡到实施。Stock6 在诱导率、繁殖性能等方面存在严重缺陷, 制约了该项技术的应用。因此, 国内外许多育种家相继对其进行了改良。Lashermes(1998)从 Stock6 × w23(ig)后代中选育出诱导系 SW14; Sarkar(1994)从 Stock6 的回交后代中获得了诱导率超过 5% 的新材料; 宋同明(1999)

从 Stock6 × BHO (高油群体) 后代中获得诱导率达 5.34% 的诱导系农大高诱 1 号。目前德国、法国和美国的一些大公司已经选育出诱导率 6% 以上的诱导系, 并已开始商业化应用。一些改良成功的诱导系都申请了专利, 限制了这些高频诱导系在国内的利用。本研究从 1996 年对 Stock6 进行了遗传改良, 成功地获得了诱导率 10% 以上、遗传标记明显的新诱导系吉高诱系 3 号。

1 材料和方法

1.1 基础材料

1996 年从美国引入诱导系 Stock6, 带有 2 个明显的标记性状: ①子粒 Navajo 斑纹, 由 A1A2C1C2R-nj 互补基因控制; ②植株紫色, 由 A1A2C2BPI 互补基因控制。对于绝大部分玉米材料表现为显性, 但具有高感病、结实难等一系列缺点。1997 年从一批国

收稿日期: 2006-12-11

基金项目: 吉林省科技发展计划重点项目(20050217)

作者简介: 才 卓(1956-), 男, 研究员, 从事作物育种研究工作。

E-mail: zhuocai@sohu.com

外材料后代中发现 M278 子粒带有紫斑, 田间可自发产生单倍体株。配制 M278 × Stock6 组合作为选系的基础群体。

1.2 选育方法

1998 年以 Stock6 与 M278 杂交获得的 F₁ 代基础材料, 采用系谱法连续进行 6 个世代的选育。各代以单倍体诱导率、子粒 Navajo 标记选择为主, 同时兼顾植株 ABPI 标记、花粉量、结实性及抗病性等。

S₁: 对子粒的 Navajo 标记进行重点选择, 筛选 Navajo 标记明显的子粒单粒播种, 入选单株自交的同时利用其花粉进行单株诱导率测定, 每株用 3 个以上测交材料, 每个组合测交 3 穗以上。

S₂~S₄: 入选株、粒按系谱点播种植穗行, 自交的同时, 以适合选系的杂交种和群体为测验种, 测用结合, 连续进行单株诱导率测定和子粒标记选择, 每株 5 个以上测验种, 每个测验种测 5 穗以上。

S₅: 在对 S₄ 的单株诱导率测定的基础上, 选择诱导率最高、标记性状明显、综合性状好、基本纯合的优良穗进行广泛的诱导率测定。

S₆: M278/Stock6-8-2-1-7-1-1 穗行诱导率高、标记性好、综合性状优良, 定名为吉高诱系 3 号。

1.3 单倍体诱导频率的测定方法

测交子粒顶端糊粉层为紫色, 胚芽无色, 且胚面较小, 呈三角形, 凹陷较深为“单倍体子粒”; 子粒顶端糊粉层和胚均为紫色, 则是正常的杂交二倍体子粒。

将筛选出的“单倍体子粒”精细播种, 到拔节期根据幼苗长势、植株高度、叶片长度、叶片颜色以及叶片着生角度等即可完全确认。

诱导率 = 单倍体苗数 / 测交结实子粒 (带标记) × 100%

1.4 诱导系诱导单倍体的效率

2004 年分别以四 444、丹 340、齐 319、黄早四群 1、Mo17 群、丹 340 群、78599 群、8902 群及 12 份国外杂交种为测验材料, 以吉高诱系 3 号为授粉者测定诱导率, 每个组合授粉 5 穗以上。

2 结果与分析

2.1 单倍体诱导性状和子粒标记性状的选择

表 1 吉高诱系 3 号选育过程部分家系诱导率

Table 1 Part of genealogy induction rate in the process of JAAS3 breeding						%
S ₁ 诱导率	S ₂ 诱导率	S ₃ 诱导率	S ₄ 诱导率	S ₅ 穗行诱导率	S ₆	备注
S ₁ induction rate	S ₂ induction rate	S ₃ induction rate	S ₄ induction rate	S ₅ ear row induction rate		Note
-8 (3.08)	-8-2 (5.35)	-8-2-1 (14.05)	-8-2-1-2 (9.41)	-8-2-1-2-1 (9.88)		
			-8-2-1-5 (4.79)			
			-8-2-1-6 (8.20)	-8-2-1-7-1 (11.84)	-8-2-1-7-1-1	
			-8-2-1-7 (9.94)		定名吉高诱系 3 号	
			-8-2-1-8 (9.64)	-8-2-1-8-1 (9.98)		
		-8-2-4 (10.11)	单株诱导率 1.32% ~ 6.75%			淘汰
		-8-2-7 (8.40)	-8-2-7-1 (8.00)			
			-8-2-7-2 (8.76)			
			-8-2-7-3 (9.49)	-8-2-7-3-1 (9.78)		
			-8-2-7-4 (9.36)	-8-2-7-4-1 (9.64)		
			-8-2-7-5 (5.78)			
			-8-2-7-6 (4.52)			
			-8-2-7-7 (7.59)			
			-8-2-7-8 (8.07)			
			-8-2-7-9 (7.33)			
	-8-6 (4.97)	-8-6-8 (13.11)	单株诱导率 3.68% ~ 7.69%			淘汰
	-8-7 (3.99)	-8-7-3 (12.23)	单株诱导率 3.33% ~ 7.99%			淘汰
	-8-9 (4.59)	-8-9-1 (7.52)	-8-9-1-1 (9.15)			
			-8-9-1-2 9.64)	-8-9-1-2-1 (10.23)		
			-8-9-1-3 (3.54)			
			-8-9-1-5 (7.63)			
			-8-9-1-6 (9.92)	-8-9-1-6-1 (10.85)		
			-8-9-1-9 (8.30)			
			-8-9-1-10 (3.18)			
			-8-9-1-11 (3.92)			
-8-10 (4.18)	诱导率 1.55% ~ 5.66%					淘汰

通过对 M278/Stock6 后代连续 5 代选择发现,S₁ 代果穗子粒的标记性状和单倍体诱导率都有超亲现象发生,其中第 8 株具有 3.08%的单倍体诱导率。因此对其后代加强了单倍体诱导率和子粒 Navajo 标记的选择,选留诱导率高、标记深、性状优良的株系,凡诱导率偏低或有致命缺陷的均淘汰。

S₂ 代 M278/Stock6-8-2 的单倍体诱导率达 5.35%, 是最高的单株; 其后代 S₃ 中(M278/Stock6)-8-2-1 的诱导率达 14.05%, 表现突出;S₄ 中(M278/Stock6)-8-2-1-7 的诱导率达 9.94%, 且子粒标记性状和株型性状已基本稳定; 在 S₅ 代将其种植成穗行 (M278/Stock6)-8-2-1-7-1, 并对其诱导率进行了重点测定,平均诱导率达 11.84%(表 1);S₆ 代将此穗行定名为吉高诱系 3 号,并大量应用于玉米自交系选育。从表 1 中可以看出,吉高诱系 3 号的单倍体诱导率 10%以上。Stock6 经过多年的试验,其诱导率最高 1%左右,吉高诱系 3 号的单倍体诱导率是 Stock6 的 10 倍。

从 S₁ 代开始,对于自交子粒和测交子粒的

Navajo 斑纹标记逐代进行严格筛选。在各代穗行中,选留诱导率高、自交子粒和测交子粒 Navajo 斑纹标记明显的单株,直到 S₄ 代所有自交果穗子粒的 Navajo 斑纹标记基本纯合,但测交子粒的 Navajo 斑纹标记还有分离,不同子粒间仍然存在着色斑深浅和斑块大小程度上的差异,一些色素修饰基因可能还未完全纯合。因此 S₅ 代选择诱导率高、子粒 Navajo 斑纹标记明显的单株繁殖。吉高诱系 3 号除具有良好的标记性状外,还具有花粉量大、结实性好、抗病性强等特点,在各方面都超过了原始单倍体诱导系 Stock6。

2.2 吉高诱系 3 号的诱导率验证

用吉高诱系 3 号对 20 个基因型材料进行单倍体诱导,通过子粒标记鉴别和田间植株性状确认,结果见表 2。吉高诱系 3 号对各种材料均具有高频诱导能力,平均诱导率为 10.40%,最低为 5.50%,最高达到 15.94%,两者相差接近 3 倍,说明母本基因型对单倍体诱导率具有重要影响。

表 2 吉高诱系 3 号的单倍体诱导率
Table 2 Haploid induction rate of JAAS3

测验种 Test seed	授粉穗数 Pollination ear number	单倍体株数 Haploid plant number	测交子粒总数 Testercrosses grain number	田间伪单倍体株 Bogus haploid plant number in the field	平均诱导率(%) The average induction rate
杂交种 1	5	109	1254	5	8.29
杂交种 2	5	62	402	6	13.93
杂交种 3	6	76	726	8	9.37
杂交种 4	6	130	1 028	4	12.26
杂交种 5	6	106	986	10	9.74
杂交种 6	6	109	720	8	14.03
杂交种 7	6	101	1 126	12	7.90
杂交种 8	5	161	1 288	6	12.03
杂交种 9	5	123	1 105	8	10.41
杂交种 10	7	85	508	4	15.94
杂交种 11	7	95	1 002	12	8.28
杂交种 12	7	100	751	10	11.98
丹 340 群	5	80	532	9	13.35
Mo17 群	6	86	628	8	12.42
78599 群	5	116	1 193	10	8.89
8902 群	5	100	998	14	8.62
黄早四群 1	6	61	764	12	6.41
丹 340	7	92	682	10	12.02
齐 319	6	44	453	14	6.62
四 444	6	49	654	13	5.50
平均					10.40

3 讨 论

选育玉米高频率单倍体诱导系的初衷是改造 Stock6 的抗病性、散粉性和结实性。在选择的过程中

发现,单倍体诱导率和子粒标记性状都具有较好的遗传性,并有超亲现象发生,因此对其进行了严格的重点选择。通过大量的单株测定,从中筛选出诱导频率高、子粒标记明显,并集抗病性强、散粉性和

结实性等诸多有利性状于一身的优良株系吉高诱系 3 号。

吉高诱系 3 号对 20 份不同基因型材料的诱导率鉴定表明:对不同基因型材料都具有较高的单倍体诱导能力,诱导率平均达到 10.40%,是 Stock6 的 10 倍。但其诱导率与被诱导材料的基因型有很大关系,不同母本基因型对单倍体诱导率的影响相差数倍。往往容易发生单倍体的基因型不一定符合育种目标需要,而获得的单倍体也不一定是来自最好的配子,并且每一个配子体只有一套染色体组,每一个基因都是以单一形式存在,在承受自然选择压力时,具有不良基因的个体很难发育长大成株。因此在实际育种操作中,良好的基础群体至关重要。Chase 认为这种影响是由于母本基因型所产生的配子中有害基因的频率不同造成的,但是否如此还需进一步研究。

高频率玉米单倍体诱导系吉高诱系 3 号集高诱导率、标记性状明显、花粉量大、结实性好、抗病性强、综合性状好等优良性状于一身,是理想的单倍体诱导系,它的育成缩小了我国在该领域与先进国家的差距,达到了国际先进水平,为我国开展玉米单倍

体诱导选系奠定了基础。利用吉高诱系 3 号进行玉米自交系的选育,如果以被诱导材料的结实粒数为 500 粒计算,则每个杂交诱导穗可获得 $500 \times 10.40\% = 52$ 粒单倍体。单倍体的自然加倍率为 10%,用吉高诱系 3 号杂交一个果穗即可获得 $52 \times 10\% = 5$ 株纯系,有很高的利用价值。

参考文献:

- [1] 刘纪麟. 玉米育种学(第二版)[M]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [2] 张铭堂. 玉米之遗传(续)[J]. 科学农业(台湾),1996,44(3-4): 101-108.
- [3] 刘纪麟,马克军. 诱发单倍体快速选系育种[J]. 玉米科学,2003,11(专刊): 70-72.
- [4] 刘志曾,等. 玉米孤雌生殖诱导系的选育方法研究[J]. 中国农业大学学报,2000,5(3): 52-57.
- [5] 刘志曾,等. 玉米高频率孤雌生殖单倍体诱导系的选育与鉴定[J]. 作物学报,2000,26(5): 570-574.
- [6] 刘治先. 玉米育种新技术[J]. 玉米科学,1995,3(4): 12-15.
- [7] 才卓,等. 玉米单倍体诱导选系研究(简报)[J]. 玉米科学,2004,12(1): 10-11.
- [8] 陈绍江,宋同明. 利用高油分的花粉直感效应鉴别玉米单倍体[J]. 作物学报,2003,29(4): 587-590.

(责任编辑:李万良)