

玉米雄性不育性测交反应及恢复性遗传

刘大文

(贵州大学农学系,贵阳 550025)

摘要:用 16 个玉米自交系同 C 型、Y 型和 Y_{II} 型雄性不育系测交、回交,以了解不育系的恢保关系;将 C 型不育系测交 F_1 中的可育株自交,同时与 C 型不育系回交。以分析 C 型不育系恢复性的遗传行为。结果表明,5003、330、白 330、035-6、木 6-11 等 5 个自交系为 C 型不育系的恢复系,32-2、贞 367、i-1 等 3 个自交系保持 C 型不育系的不育性;TR3702、77-1、承 10-9、5003、449、交 51 等 6 个自交系保持 Y 型不育系的不育性;贞 367、107-1 为 Y_{II} 型不育系的恢复系,TR3702、青 C₂、035-6、330、5003 等 5 个自交系保持 Y_{II} 型不育系的不育性。32-2 对 C 型、承 10-9 对 Y 型、5003 对 Y 型和 Y_{II} 型的回交 F_1 全部不育,可用连续回交法转育成新不育系。C 型不育系测交 F_2 出现可育与不育的 3:1 育性分离,回交一代出现 1:1 的育性分离,表明恢复性受一对显性基因控制。

关键词:玉米;雄性不育性;育性恢复

中图分类号:S 513.0351

在玉米大面积杂交制种中要及时、彻底、干净地去掉母本雄穗决非易事。据河北省种子公司鉴定 27 个杂交种、114 份来源不同的种子发现,达到标准纯度 96% 以上的仅占 18.5%,纯度为 90%~95% 的占 24.3%,纯度为 80%~89% 的多达 51.5%,尚有 5.7% 的种子纯度为 38.8%~79.9%^[4],这种低纯度的种子应用于生产,必然导致减产。在杂交制种中应用雄性不育系,(不育单交种)作母本,不仅可以免去人工去雄的劳动,降低种子生产成本,还可以防止因去雄不及时、不彻底、不干净而影响种子纯度,从而保证种子质量。在生产上已成功地应用了雄性不育系,1984 年美国用不育系生产的种子占 11.6%^[4]。利用雄性不育系(不育杂交种)来制种,必须培育不育化杂交种,这就要求弄清不育系的恢保关系和恢复性的遗传行为。本研究对 C 型、Y 型和 Y_{II} 型不育系的育性恢保关系和 C 型不育系的恢复性遗传进行研究,为玉米不育化杂交种的选育提供依据。

1 材料与方法

供研究的不育系为 C 型不育系 CmsB37、Y 型不育系 YmsB37 和 Y_{II} 型不育系 Y_{II} msB37, Y、 Y_{II} 型不育系由不同自交系间杂交选育而成^[1,2]。以 330、5003、32-1、i-1、苏 37 等 16 个自交系与 3 种不育系测交得测交 F_1 ,鉴定其育性表现。测交时以同一植株的花粉与 3 种不育系测交,以消除同一自交系内可能存在的株间基因型差异。对测交 F_1 表现不育的组合,以相应父本与其回交产生回交一代,鉴定其育性表现。对 C 型不育系测交 F_1 表现可育和育性分离的组合,将可育株自交产生 F_2 ,同时其花粉与不育系回交得回交 F_1 ,鉴定 F_2 和回交一代的育性表现。

育性鉴定采用 Beckett 的方法^[6],1、2 级为不育,3 级为部分不育,4、5 级为可育。在散粉期统计 3 种植株的数量。同时取部分花药镜检,以 I-KI 染色,观察各类植株中花粉染色情况。在 F_2 和回交一代分离世代中,将 3 级植株各以一半计入不育株和可育株中,以 χ^2 测验确定分离比例。

2 结果与分析

2.1 测交 F_1 的育性反应

从表 1 可见,在 C 型不育系的测交 F_1 中,32-2、贞 367、交 51、苏 37、i-1、青 C_2 等 6 个自交系的测交 F_1 表现出花药小而干瘪,开花期不外露,不开裂的不育特征,镜检无染色花粉,表明它们对 C 型不育系具有保持能力。5003、330、白 330、035-6、木 6-11 等 5 个自交系的测交 F_1 全部表现出正常开花散粉的特性,I-KI 花粉染色百分率在 85.6%~87.8%之间,与正常自交系 B37(88.7%)和杂交种三交(86.4%)相当,它们对 C 型不育系具有恢复能力,为恢复系。TR3702、449、承 10-9 等 3 个自交系的测交 F_1 出现不育株与可育株的分离,不育株无染色花粉,可育株花粉染色率为 86.3%~88.4%,同正常自交系。

表 1 C、Y、 Y_{II} 型不育系测交一代育性反应

测交父本	CmsB37			YmsB37			Y_{II} msB37		
	不育株	部分不育株	可育株	不育株	部分不育株	可育株	不育株	部分不育株	可育株
TR3702	16	0	18	18	0	0	14	0	0
承 10-9	12	0	6	19	0	0	13	0	0
青 C_2	14	0	0	6	0	12	34	0	0
5003	0	0	18	15	0	0	28	0	0
330	0	0	19	16	1	0			
32-2	17	0	0						
贞 367	17	0	0				0	0	18
交 51	17	0	0	10	0	0			
白 330	0	0	18						
苏 37	23	0	0	13	0	0	16	0	0
i-1	33	0	0	18	0	13			
035-6	0	0	30				33	0	0
木 6-11	0	0	32						
449	17	0	14	27	0	0	26	0	2
77-1				18	0	0			
107-1							0	0	30

Y 型不育系测交 F_1 的育性表现有两种情况:TR3702、77-1、承 10-9、5003、苏 37、449、交 51 等 7 个自交系的测交 F_1 全部不育,无 I-KI 染色花粉,对 Y 型不育系具有保持能力。青 C_2 、i-1 的测交 F_1 出现不育株与可育株的育性分离,不育株无 I-KI 染色花粉,可育株染色花粉率在 86.8%~88.3%之间。330 的测交 F_1 大部分表现不育,仅有 1 株部分不育。

对于 Y_{II} 型不育系,5003、苏 37、TR3702、承 10-9、青 C_2 、035-6 等 6 个自交系的测交 F_1 全部不育,镜检无染色花粉,对 Y_{II} 型不育系具有保持能力。贞 367、107-1 的测交 F_1 全部可育,I-KI 染色花粉率为 86.1%~87.6%,为 Y_{II} 型不育系的恢复系。449 的测交 F_1 出现不育株与可育株的育性分离,但不育株占绝大多数。

2.2 回交一代的育性反应

在 C 型、Y 型、 Y_{II} 型不育系的 12 个回交一代中(表 2),32-2 对 C 型、承 10-9 对 Y 型、5003 对 Y 型、 Y_{II} 型不育系的回交一代全部不育,镜检无 I-KI 染色花粉,这些组合的回交二代中全部植株皆为不育,性状与相应的自交系相似,表明这些自交系不具有相应不育系的恢复基因,可用相应自交系连续回交转育成不育系。承 10-9、交 51、苏 37、青 C_2 对 C 型,苏 37 对 Y

型,苏 37、承 10-9 对 Y_{II} 型不育系的回交一代出现不育株与可育株的分离,但无部分不育株。青 C_2 对 Y 型不育系的回交一代全部可育。

表 2 C、Y、 Y_{II} 型不育系回交一代育性反应

轮回亲本	CmsB37			YmsB37			Y_{II} msB37		
	不育株	部分不育株	可育株	不育株	部分不育株	可育株	不育株	部分不育株	可育株
承 10-9	22	0	8	28	0	0	5	0	24
32-2	30	0	0						
交 51	8	0	22						
苏 37	13	0	15	19	0	5	7	0	19
青 C_2	15	0	12	0	0	32			
5003				26	0	0	28	0	0

2.3 C 型不育系恢复性遗传

从表 3 可见,5 个组合的 F_2 和回交一代都发生了育性分离。在 F_2 群体中,有 4 个组合出现少量部分不育株,回交一代中则没有出现部分不育株。经 χ^2 测验,5 个组合 F_2 代可育株与不育株的育性分离比例符合 3:1,回交一代可育株与不育株的分离比例符合 1:1,这说明 C 型不育系恢复性的遗传受一对显性基因控制,330、5003、白 330、承 10-9、TR3702 等 5 个自交系具有一对恢复基因。结合测交 F_1 的育性表现可以看出,330、5003、白 330 所持有的恢复基因是纯合的,而承 10-9 和 TR3702 所具有的恢复基因是杂合的。这与以往的研究结果类似^[3]。

表 3 F_2 和 BC_1 育性分离

组 合	株数	育性分级					期望比例 可育:不育	χ^2
		1	2	3	4	5		
(CmsB37 $\times$ 330) F_2	183	54		2	2	125	3:1	2.23
(CmsB37 $\times$ 330) BC_1	62	36			3	24	1:1	0.52
(CmsB37 $\times$ 白 330) F_2	158	45		2	3	108	3:1	1.22
(CmsB37 $\times$ 白 330) BC_1	68	32				36	1:1	0.03
(CmsB37 $\times$ 承 10-9) F_2	127	36	1		1	89	3:1	0.95
(CmsB37 $\times$ 承 10-9) BC_1	56	30				26	1:1	0.04
(CmsB37 $\times$ 5003) F_2	157	44	2	1	1	109	3:1	1.55
(CmsB37 $\times$ 5003) BC_1	58	34			2	22	1:1	0.55
(CmsB37 $\times$ TR3702) F_2	64	19			1	44	3:1	0.52
(CmsB37 $\times$ TR3702) BC_1	60	36				24	1:1	0.83

$$\chi^2_{0.05, 1} = 3.84; \chi^2_{0.01, 1} = 6.63$$

3 讨 论

(1)测交 F_1 和回交后代育性分离。在 C 型、Y 型、 Y_{II} 型不育系的测交 F_1 中都出现了育性分离,主要表现为不育株与可育株两极分离。这可能与自交系在恢复基因位点呈杂合状态有关。如基因型为 $RfRf$ 的自交系与不育系测交, F_1 代便发生育性分离。同时,该基因型的自交系通过自交或姊妹交产生的后代,形成 $RfRf$ 、 $Rf rf$ 、 $rf rf$ 3 种基因型,它们存在于同一自交系群体中,在表现型上没有区别。如果用于测交的植株基因型为 $RfRf$,则测交 F_1 表现恢复;如果用于测交的植株基因型为 $Rf rf$,则测交 F_1 表现育性分离;如果用于测交的植株基因型为 $rf rf$,则测交 F_1 表现不育。这种自交系内基因型的异质性,往往使得测交 F_1 和回交一代的育性表现不一致。如青 C_2 、苏 37、交 51 对 C 型不育系的测交 F_1 不育,而回交一代发生育性分离。苏 37 对 Y 型、 Y_{II} 型不育系的测交 F_1 不育,而回交一代亦发生育性分离。青 C_2 对 Y 型不育系的测交 F_1 表现育性分离,其不育株的回交一代全部可育。承 10-9 对 Y_{II} 型不育系的测交 F_1 不育,而回交一代也出现育性分离。因此,在转育不育系过程中,父本植株应套袋自交和编号,对于测交

F_1 有分离的组合,应采取成对测交和自交的方法,选育出同一核背景的不育系和恢复系。

(2)恢保关系专效性的应用。不同类型的不育系,其育性恢保关系不尽相同。5003、330、035-6对C型不育系恢复,而对Y、 Y_{II} 型不育系保持。 $i-1$ 对C型不育系保持,而对Y型不育系则部分恢复。利用这种恢保关系的专效性,可针对不同的杂交组合,采用不同的不育类型,培育出不育化杂交种。另外,有的自交系,如苏37、对C型、Y型、 Y_{II} 型的测交 F_1 表现不育,回交一代表现育性分离,可通过连续回交和选择,培育出一组同核异质不育系,再用对几种不育系均具恢复能力的多型恢复系组配出多胞质杂交种,以增加杂交种中细胞质的多样性^[5]。

参 考 文 献

- [1] 秦泰辰,等. 利用恢复系创造新不育系. 江苏农业科学, 1984, (6): 6-10.
- [2] 秦泰辰,等. Y_{II} 型不育系若干特性. 江苏农业学报, 1986, 3(1): 1-10.
- [3] 陈伟程,等. 玉米C型胞质雄性不育性恢复性遗传研究. 河南农业大学学报, 1986, 20(2): 124-139.
- [4] 沈菊英,等. 玉米雄性不育的转育及应用研究. 作物学报, 1990, 16(2): 168-175.
- [5] 刘大文. 玉米雄性不育性的研究与应用. 贵州农业科学, 1991, (1): 45-49.
- [6] Beckett, J. B. Classification of male-sterile cytoplasms in maize crop sci., 1971, 11: 724-727.

Fertility Reaction and Inheritance of Fertility Restoration in Cytoplasmic Male-sterility in maize

LIU Da-wen

(Department of agronomy, Guizhou university, Guiyang 550025)

Abstract: Sixteen corn inbred lines were crossed for fertility reaction to C, Y and Y_{II} cytoplasmic male-sterile lines of maize, followed by backcross in male-sterile combinations, selfing (F_2) and backcross to C male-sterile lines were conducted for inheritance of fertility restoration. The results indicated that inbred lines 5003, 330, white kernel 330, 035-6 and Mu 6-11 were the restorers of C male-sterile lines, while 32-2, Zhen 367 $i-1$ were the maintainers. Tr3702, 77-1, Cheng 10-9, 5003, 449 and Jiao 51 can maintain the male sterility of Y type male-sterile line, Zhen 367 and 107-1 restored the male fertility of Y_{II} male-sterile line, which were maintained by 5003, Tr3702, Qing C₂, 035-6 and 330. BC_1 involving 32-2 for C type, Cheng 10-9 for Y type and 5003 for both Y and Y_{II} male-sterile lines were male-sterile, suggesting that new male-sterile lines can be obtained by recurrent backcross. Fertility segregation took place with the ratio of 3:1 for fertile plants against male-sterile plants in F_2 and of 1:1 BC_1 , indicating that one dominant gene was responsible for the inheritance of C type fertility restoration.

Key words: Corn; Male sterility; Fertility restoration