

利用雄性不育特性制造玉米 杂交种的研究續报

楊允奎 杜世燦 段光輝 楊令貴

(四川省农业科学研究所)

提 要

統計連年所測驗的70个玉米自交系与雄性不育系杂交后的表現，其中具有极高度恢复力者1个，較高度恢复力者8个，共占总数12.86%。利用不育系所組成的杂交种，一般在植株高度上較差，而在果穗籽粒产量上較优。利用不育系与恢复系制造杂交种，其雄性不育和恢复植株的多寡，与亲本品系雌性不育和恢复力的強弱相关連，呈“剂量效应”的現象。恢复力特性可輸入到不育系中去。

我們研究利用雄性不育特性制造玉米杂交种，业已获得些不育系与恢复系，并进行了一些杂交組合比較試驗^[1]，但还有不少の較优自交系尚未測驗其与不育系杂交后的表現。又过去研究結果指出：在制造双交种时，其父本单交种除必須有恢复系外，不宜含有很穩固的不育系，以免子代不育者过多而影响花粉的供应。但关于这个問題，我們資料不多，尚待进一步研究。此外，据庫皮尔曼^[2-4]等报告，不育系与恢复系在生长发育上，特別在頂节間的长度上，有显著差异，这些我們过去未曾观察。恢复生育力特性，也須輸入于一些重要的自交系中。因此，在原有基础上，我們繼續研究了这些問題。

材料及方法

关于測驗另一些自交系与不育系杂交后的表現，系用在不育系特性上甚为穩固的可—36_甲作母本，将杂种在春、夏二季播种，与过去^[1]一样，观察其花粉状况。

我們用不育系及相应的自交系組成单交、三交及双交組合，于1962年春、夏二季播种，除观察其花粉生育力状况外，并測量了植株高度、果穗位高度（第一果穗为准）、頂节間长度、果穗长度、果穗籽粒重及淨粒率等性状。对于同一杂交組合之具有分离（就花粉生育力情况而言）現象者，又就不育与恢复植株同样地分別予以观察統計。

关于輸入恢复生育力特性，我們规划用杂交把它輸入于重要的不育系中，再不断选择其子代中具有恢复力植株的花粉与不育系回交。回交数代后，再行人工自交以穩定恢复特性。（例如将恢复系0—14与不育系可—36_甲杂交，再选择杂种子代具有正常花粉者与可—36_甲回交，照这样繼續回交下去，約在五代之后，再进行人工自交把恢复特性穩定下来，获得新的恢复系，除具有恢复特性外，所具其他特性，基本上与可—36_甲或可—36无大差

别)。在不育系可—36_甲中,近年来出现叶斑病,我们利用杂交,从0—14把恢复生育力特性输入于可—36_甲,在选育恢复系过程中,除观察不育与恢复植株间一些性状的差异外,并注意选择其无叶斑病或其它病害的恢复植株作回交之用。

结 果

把1962年与过去二年所用自交系与不育系杂交后,其杂种子代的表现结果,见表1。

表1 玉米自交系与雄性不育系杂交后的表现

1959—1962

组 别	父 本 自 交 系 名 称	自 交 系	
		数目	占总数%
1. 极高度恢复者	0—14	1	1.43
2. 具较高度恢复力者	15—1, 18—6—1, 門—5—3, 306, M. 14, 彭(1)—1, 江C—1, Bup—42—1*	8	11.43
3. 具部分恢复力者	紅1—3—3, 門—5—2, 永14, 156, 阴14, 宣—1, 糯—1, 杂—1, 华A—1, W 4640—1, 越60—1, 大白—1, IOC 197—1, 加14, V 1875, 銀后—1, 陈干—1*, S 138, W 595—1, 南—6, Hy, 南—6, 銅貫—1, 資白—1*, 叙B2, 仁—1, 可—67, 多白—1, P—1, 秋A1, S 288, HA 1, 燻—1, 都白—1*, IOC 303—1*	35	50.00
4. 完全未具有恢复能力者	可—36, 三台—1, 金14, 金57*, 2369*, 1186, 石B—1, Bup—156—1, 渠(II)—1, 井B—1, 成E1, 成E3, 威C—1, 銅14, 丰D—1, WF9, 乐A—1, 乐A—3, 黄—1, 鄆—5—1, 紐—1, tt—1—1, 金16, Bup 40—1。	26	37.14

注: 共测70个自交系,按其主要表现为四组,自交系上有*号者,因组合、播种季节不同而有些差异,如Bup—42—1除划在第二组外,又可划在第三组。IOC 303—1,都白—1,陈干—1,資白—1,除划在第三组外,又可划在第四组。金—57除划在第四组外,亦可划在第三组。

自交系金14,金16,三台—1,可—67等为北京农业大学李竞雄教授供给。

在成都自然环境条件下,各年所用较优的自交系共70个,其中具有极高度恢复力者仅1个,为0—14,占总数1.43%;具有较高度恢复力者有8个,占总数11.43%;具有部分恢复力者有35个,占总数50%。这类自交系多因生育的季节不同而有些差异;完全未具有恢复生育力者有26个,占总数37.14%。

用雄性不育系与相应的自交系组成的单交、三交及双交组合,进行比较观察,结果见表2。

可—36_甲 × 2369 与可—36 × 2369 及(可—36_甲 × 2369) × 0—14 与(可—36 × 2369) × 0—14相比较,一致表现用不育系制成的杂交种,比之用相应的自交系制成的杂交种,在株高、穗位高及顶节间长度上,前者一般不如后者,而在果穗籽粒重量和净粒率则前者略优于后者,至于果穗长度,则差异甚小。

在双交组合中如(金57_甲 × 陈干—1) × (可—36_甲 × 0—14),其母本单交种里的母本为不育系金57_甲,稳固性略较差,而父本单交种里母本为稳固的不育系,父本为极强的恢复系,双交种子代的恢复植株数在抽丝期占总数37.93%。在双交组合为(金57_甲 × 陈干—1) × (可—36 × 0—14),即父本单交种的母本改为一般相应的自交系,于是双交种子代的恢复植株数在抽丝期提高到占总数51.85%。至于(門—5—2_甲 × IOC 303—1) × (可—36_甲 × Hy) 与(門—5—2_甲 × IOC 303—1) × (可—36 × Hy)相比较,前者的恢复植株在抽丝期

表 2 雄性不育系与相应的自交系配制杂交組合的比較觀察

1962, 春播及夏播

杂交組合名称	观察项目		抽生 絲育 初期 恢复 总株数	抽生 絲育 初期 恢复 %	萎生 絲育 初期 恢复 总株数	萎生 絲育 初期 恢复 %	萎絲期花药外露			
	抽 雄 期	抽 絲 期					花药外露等級			
							0 %	2.5 %	50 %	100 %
可-36甲 × 2369	7/VI	10/VI	0/60	0.00	0/60	0.00	60	—	—	—
可-36 × 2369	8/VI	12/VI	47/47	100.00	47/47	100.00	—	—	—	47
可-36甲 × W. F. 9	7/IX	11/IX	0/25	0.00	0/25	0.00	25	—	—	—
可-36 × W. F. 9	6/IX	9/IX	69/69	100.00	69/69	100.00	—	—	—	69
可-36甲 × 15-1	7/VI	12/VI	33/48	68.75	36/48	75.00	11	1	4	32
可-36 × 15-1	7/VI	13/VI	58/58	100.00	58/58	100.00	—	—	—	58
門-5-2甲 × Hy	12/IX	19/IX	2/23	8.70	5/23	21.73	21	2	—	—
門-5-2 × Hy	12/IX	18/IX	88/88	100.00	88/88	100.00	—	—	—	88
(可-36甲 × 2369) × 0-14	8/IX	14/IX	21/31	67.74	30/31	96.77	1	1	—	29
(可-36 × 2369) × 0-14	7/IX	12/IX	93/96	100.00	96/96	100.00	—	—	1	95
(金57甲 × 陈干-1) × (可-36甲 × 0-14)	6/VI	13/VI	22/58	37.93	23/58	48.28	34	3	—	21
(金57甲 × 陈干-1) × (可-36 × 0-14)	8/VI	14/VI	14/27	51.85	14/27	51.85	13	—	1	13
(門-5-2甲 × IOC303-1) × (可-36甲 × Hy)	8/IX	14/IX	2/42	4.76	8/42	19.05	26	10	2	4
(門-5-2甲 × IOC303-1) × (可-36 × Hy)	8/IX	17/IX	9/45	20.00	14/48	31.77	28	12	4	1
(可-36甲 × 2369) × (18-6-1 × 0-14)	7/IX	13/IX	46/83	55.42	61/83	73.49	22	2	2	57
(可-36 × 2369) × (18-6-1 × 0-14)	7/IX	13/IX	89/89	100.00	89/99	100.00	—	2	3	84

及裂散等級			植 株 性 状			果 穗 性 状		
花药裂散等級			株 高 (厘米)	果 穗 位 高 (厘米)	頂 节 間 长 度 (厘米)	穗 长 (厘米)	果穗籽粒产量 (克)	淨 粒 率
全 裂	半 裂	不 裂						
—	—	60	78.46 ± 4.45**	84.97 ± 0.98*	14.05 ± 0.47**	13.86 ± 0.39	103.12 ± 4.42	78.65
47	—	—	202.59 ± 5.20	89.24 ± 1.51	20.17 ± 0.57	13.36 ± 0.44	92.50 ± 4.87	77.51
—	—	25	141.41 ± 2.20**	37.93 ± 1.56**	13.32 ± 0.43**	—	—	—
69	—	—	177.27 ± 1.86	52.24 ± 1.60	17.46 ± 0.40	—	—	—
34	2	12	179.13 ± 4.42*	64.80 ± 1.85**	17.76 ± 0.89*	13.85 ± 0.08	68.47 ± 5.04	77.06
58	—	—	192.07 ± 4.46	72.49 ± 2.25	20.13 ± 0.98	13.73 ± 0.12	67.30 ± 3.42	75.22
—	5	18	153.28 ± 5.80**	50.41 ± 1.98**	13.84 ± 1.04**	—	—	—
88	—	—	180.73 ± 2.54	56.28 ± 0.92	16.94 ± 0.08	—	—	—
28	2	1	113.34 ± 4.45**	31.20 ± 2.27	13.13 ± 0.89**	—	—	—
95	1	—	146.27 ± 3.36	38.81 ± 1.30	15.82 ± 0.08	—	—	—
21	2	35	187.71 ± 6.30	75.60 ± 3.68	16.63 ± 0.89	16.25 ± 0.18	105.69 ± 4.81*	79.04
12	2	13	195.37 ± 7.38	68.81 ± 9.81	17.52 ± 1.49	16.49 ± 0.58	90.50 ± 7.54	79.38
4	4	34	123.31 ± 2.82	29.25 ± 1.95	13.00 ± 0.67	—	—	—
1	13	31	129.69 ± 3.80	30.79 ± 1.01	14.05 ± 1.44	—	—	—
58	3	22	152.48 ± 3.13**	44.97 ± 2.12	15.37 ± 0.44**	—	—	—
88	1	—	164.51 ± 2.67	46.14 ± 1.53	17.97 ± 0.66	—	—	—

* 显著, ** 极显著

占总数4.76%，后者占20%。由于Hy所具的恢复力较差，虽然把父本单交种里的母本不育系改为相应的一般自交系，双交种恢复植株的百分率仍然不很高。以双交组合(可-36_甲 × 2369) × (18-6-1 × 0-14)与(可-36 × 2369) × (18-6-1 × 0-14)相比较，这两个双交组合的父本单交种是相同的，在母本单交种上前者为利用不育系可-36_甲与2369杂交所组成，后者为其相应的自交系可-36与2369杂交所组成，由于父本单交种里的母本为具有较高恢复力者而父本为具有极高度恢复力者，故前一双交种恢复植株，在抽丝期为55.42%，在蒴丝期为73.49%，而后一双交种的母本单交种并无不育者，因而这个双交种的植株均完全具有正常花粉，并且在株高及顶节间长度上，较前者为优。

同一杂交组合分离的不育与恢复植株的性状比较，见表3。

表3 同一杂交组合中不育植株与具

杂交组合名称	观察项目	组合总株数	不育或恢复株数	抽雄期	抽丝期
可-30 _甲 × 15-1		48	不育 15 恢复 33	8/VI 7/VI	15/VI 13/VI
(金57 _甲 × 陈干-1) × (可-36 _甲 × 0-14)		58	不育 30 恢复 28	10/VI 10/VI	15/VI 15/VI
(金57 _甲 × 陈干-1) × (可-36 × 0-14)		27	不育 13 恢复 14	10/VI 7/VI	14/VI 13/VI
(可-36 _甲 × 2369) × (门-5-2 _甲 × 0-14)		28	不育 16 恢复 12	9/IX 9/IX	13/IX 14/IX
(可-36 _甲 × 2369) × (门-5-2 × 0-14)		24	不育 10 恢复 14	9/IX 10/IX	15/IX 15/IX
(门-5-2 _甲 × IOC ₃₀₃₋₁) × 可-36 _甲 × 0-14)		42	不育 34 恢复 8	10/IX 9/IX	14/IX 17/IX
(门-5-2 _甲 × IOC ₃₀₃₋₁) × (可-36 × Hy)		45	不育 31 恢复 14	9/IX 9/IX	17/IX 17/IX

* 显著 ** 极显著

表4 输入恢复特性时，回交世代

回交组合名称	观察项目	回交组合总株数	不育或恢复植株总数	不育或恢复各占总株数%	抽雄期	抽丝期
可-36 _甲 × (可-36 _甲 × 0-14)回交一代		13	不育 8 恢复 5	61.54 38.46	13/VI 11/VI	18/VI 15/VI
可-36 _甲 × (可-36 _甲 ² × 0-14)回交二代		27	不育 17 恢复 10	62.96 37.04	7/VI 5/VI	11/VI 11/VI
可-36 _甲 × (可-36 _甲 ³ × 0-14)回交三代		27	不育 4 恢复 23	14.81 85.19	19/VI 19/VI	29/VI 30/VI

注：这个样本很少，局限性大，尚待进一步研究。回交二、三代无叶斑病 * 显著，** 极显著

在不育与恢复植株間，与前面所得結果尚相似，即在株高、果穗高及頂节长度上，前者一般略差于后者，而在果穗籽粒重与淨粒率上，則前者略优于后者，在果穗长度上，彼此亦无大差异。

关于輸入恢复力特性于不育系的选育进程中，現仅达回交三代，各回交世代一些性状的表现，见表 4。

在子代植株高度、果穗高度和頂节长度等性状上，有随世代的增进而递减，并呈現逐步与回交亲本相接近的趋势。但各世代中分离出的恢复植株，仍較高于不育系植株，又在这个选育过程中，由于选择无病植株回交，子代无叶斑病。

有恢复生育力植株的性状比較

1962, 春播及夏播

植 株 性 状			果 穗 性 状		
株 高 (厘米)	果 穗 位 高 (厘米)	頂 节 間 长 度 (厘米)	穗 长 (厘米)	单株籽粒产量 (克)	淨 粒 率
171.11±9.01	63.17±3.46	17.46±1.37	14.26±0.92	77.91±8.07	76.57
176.44±6.32	63.54±3.11	17.29±0.90	13.92±0.36	68.57±2.22	75.75
185.41±4.82	76.66±2.10	14.71±0.78 ^{**}	16.31±0.52	94.85±6.70	79.36
190.85±6.59	73.25±3.63	19.28±0.87	15.19±2.45	78.50±7.24	78.36
192.15±7.53	66.35±3.94	15.00±3.42	16.48±0.81	105.45±11.57 [*]	81.08
198.81±4.40	72.53±5.91	19.91±0.56	16.51±0.91	78.35±9.07	77.97
116.15±7.60	33.00±2.81	11.90±0.98	—	—	—
110.54±7.50	32.54±3.20	11.71±0.67	—	—	—
114.92±4.66	34.75±2.35	11.92±0.54 [*]	—	—	—
123.57±8.57	33.92±2.70	14.54±1.09	—	—	—
120.65±2.82 [*]	—	11.47±0.53 ^{**}	—	—	—
134.63±6.63	—	14.50±0.92	—	—	—
125.75±4.84	31.73±1.36	14.40±0.56	—	—	—
126.14±5.80	28.32±1.87	13.29±0.65	—	—	—

不育与恢复植株的比較观察

1961—1962

萎絲期花药外雾及裂散等級							植 株 性 状		
花药外雾等級				花药裂散等級			株 高 (厘米)	果 穗 位 高 (厘米)	頂 节 間 长 度 (厘米)
0%	25%	50%	100%	全裂	半裂	不裂			
8	0	1	4	4	1	8	179.00±6.40	74.75±3.38	14.25±1.04
							190.20±6.18	78.20±7.21	17.80±2.25
17	0	0	10	10	0	17	159.28±3.04	63.31±2.26	14.38±0.59
							162.40±6.59	64.00±3.71	16.70±0.97
4	6	0	17	19	4	4	128.50±11.02 ^{**}	42.83±11.51 ^{**}	10.88±0.94 ^{**}
							159.57±4.34	62.07±2.58	15.66±0.49

討論及結語

連年選用70个玉米自交系与雄性不育系杂交后,在成都自然环境条件下,表現具有极高度恢复力者1个,具有較高度恢复力者8个,共占总数12.86%。利用不育系組成的杂交种,較之用相应自交系組成的杂交种,一般在植株高度、果穗高度及頂节間长度上均較差,而在果穗籽粒粒重与淨粒率上則略較优。又在同一杂交組合分离的不育植株与恢复植株間,在統計上,各农艺性状的差异虽未达到显著水平,然亦比較一致地表現与前述有相类似的情况。这与庫皮尔曼^[2]罗杰斯及爱德华生^[3]和胡侖明^[4]等的报告有相符合之处。看来,玉米雄性不育与恢复特性之間,存在着比較深刻的代謝上的差异。利用雄性不育系与恢复系制造双交种,其恢复植株的多寡,与亲本品系的雄性不育和恢复特性的强弱有密切关連。再結合去年資料^[1],足見雄性不育与恢复特性的遗传方式,呈“剂量效应”的現象。为了使双交种子代具有足够的恢复植株,滿足花粉的供应,上述情况是利用雄性不育特性配制玉米杂交种时所需要考虑的。

雄性恢复生育力特性可輸入不育系中,并借回交和选择使逐步与原不育系或自交系相接近。

参考文献

- [1] 楊允奎, 杜世灿, 段光輝, 1962, 利用玉米雄性不育特性制造杂交种的研究, 作物学报, 1(1), 35—42。
 [2] 庫皮尔曼 P. M. 等, 1960, 玉米雄性不育的診斷, 农业科学譯报(2), 64—66。
 [3] Fleming, G. M. et al, 1960, Cytoplasmic effects on agronomic Characters in a double cross maize hybrid. *Agronomy Journal* 52:2:112—115。
 [4] Rogers, J. S. and J. R. Edwardson, 1952, The utilization of Cytoplasmic male sterile inbreds in the production of Corn hybrids. *Agronomy Journal* 44:8—13。

FURTHER STUDIES ON THE UTILIZATION OF MALE-STERILITY IN PRODUCING MAIZE HYBRIDS

Yang Yun-kuei et al

(The Szechuan Institute of Agricultural Sciences)

Summary

After testing 70 inbreds crossed with a male-sterile line, there were found 1 very strong restorer and 8 relatively strong restorers, comprising 12.86% of the total inbreds. Hybrids involving the male-sterile line usually showed a tendency lower in plant height than the normal ones but higher in kernel yield. The number of male-sterile and restorer plants, occurred in the hybrids from crossing the male-sterile and restorer lines was connected closely with the strength of male-sterility and restoring ability of the parental lines, bearing a phenomenon of "dosage effect". The characteristics of restoring ability might be introduced into the male-sterile line.