

玉米单双交种主要生物学特性比较研究

张文忠, 芦明, 王慧慧, 连培红, 申海斌 (山西省农业科学院谷子研究所, 山西长治 046011)

摘要 [目的]研究双交种的基本特性及双亲之间的规律。[方法]将单交种潞玉13和先玉335组配成双交种,研究全生育期双交种的生物学特性特征。[结果]双交种苗期长势基本整齐,叶片颜色与单交种父本存在一定相关性;成株期株型特征与单交种母本较接近,株高和穗位具有明显偏母本倾向,植株整齐度较差,雄穗分枝、花丝颜色、花药颜色等性状发生分离;果穗不均匀,穗行数、行粒数、轴色等性状分离明显;出籽率和千粒重介于2个单交种之间,产量较单交种有一定优势。[结论]该研究可为优良玉米双交种的选育提供科学依据。

关键词 双交种;杂种优势;性状分离

中图分类号 S33 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)27-0045-04

Comparative Study on Main Biological Characteristics of Single and Double Cross Maize Hybrids

ZHANG Wen-zhong, LU Ming, WANG Hui-hui et al (Millet Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Changzhi, Shanxi 046011)

Abstract [Objective] To study the basic characteristics of double cross and the law between parents. [Method] The single cross Luyu 13 and Xianyu 335 groups with double crossing, the biological characteristics of double crosses were observed in the whole growth period. [Result] The results showed that the growth potential of the double seedling stage was basically neat, and the leaf color was related to the single backcross parent. The characteristics of plant height and ear position showed that the plant height and ear position were obviously skewed, and the plant uniformity was poor, and the traits such as branching, filament color and anther color were separated. Fruit ear was not uniform, the number of ear rows, row grain number, axis color and other characteristics were distinct; The seed yield and TKW weight were between the two Single, and the yield was superior to that of Single. [Conclusion] The study can provide a scientific basis for the breeding of good maize double cross.

Key words Double pay; Heterosis; Character separation

双交种是用2个单交种杂交配制的杂交种,可表示为(A×B)×(C×D)。双交种具有遗传基础广泛、杂种优势强、产量相对稳定的优点;同时双交种的父母本均为单交种,在花期协调的前提下制种产量会明显提高,种子生产成本随之降低^[1]。当然由于双交种涉及4个血缘不同的自交系,所得杂交种的整齐度存在不同程度的下降^[2]。我国玉米双交种的选育和推广时期是20世纪五六十年代,期间全国选育高产双交种50余个,代表性品种有李竞雄选育的农大3号、农大4号;杨允奎选育的川农7号、川农15号;陈启文选育的双跃3号、双跃4号;张庆吉选育的新双1号、新双2号。据统计,1965年全国推广双交种30余个,一般比品种间杂交种增产20%左右,比农家品种增产30%以上,真正体现了杂种优势在玉米生产上的应用价值^[3]。先玉335和潞玉13是2个优良单交种,在东北和西南玉米区推广面积很大,具有一定代表性。笔者于2015年冬季在海南将两者正反杂交后组成双交种,2016年种植在谷子研究所试验地,以2个单交种为参照,记录其主要时期的性状表现并进行对比分析,重新认识双交种的基本特性及与双亲之间的一些规律。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况 试验地位于山西省农业科学院谷子研究所院内(长治市),海拔950 m,属典型暖温带半湿润大陆性季风气候,年降水550~650 mm,年平均无霜期在156.8~181.9 d。试验地属半砂壤性土质,耕作为玉米连作,地势平坦,地力均匀,地力条件与农民大田相当。有专人负责整个生育期的管理,能够保证试验的一致性和数据的可靠性。

1.2 试验品种 先玉335,潞玉13,双交种A(先玉335×潞玉13),双交种B(潞玉13×先玉335)。

1.3 试验设计 试验共安排种植4个小区。小区面积15 m²,行长5 m,小区行距0.6 m,行数5行。4个试验品种两边为单交种,中间为双交种A和双交种B。生产种植密度:先玉335为60 000株/hm²,潞玉13为45 000株/hm²,2个双交种为52 500株/hm²。

1.4 种植、管理、记载和收获 种植时间为4月25日,种前施硝酸磷750 kg/hm²作底肥,采用点播方式,小区行距不变,根据试验要求调整株距大小。在拔节期施尿素430 kg/hm²作追肥。田间人工除草,药剂治虫。田间对双交种A和双交种B的中间3行每行连续选8株,2个单交种第3行连续选10株进行定株观察,测定与记录每株株高、穗位高、抽雄期、吐丝期、雄穗分枝数,花药颜色、花丝颜色。9月29日采收,4个品种收获中间3行全部果穗测产,室内对双交种A和双交种B取样果穗全部考种,2个单交种随机取10穗考种。

2 结果与分析

2.1 植株观察结果 先玉335出苗期5月5日,双交种A和双交种B出苗期5月6日,潞玉13出苗期5月7日。5月15日观察,4个品种叶龄为4叶1心,2个双交种的幼苗基本一致,长势与单交种无明显差异。6月9日观察,4个品种叶龄为10叶1心,2个双交种的长相比较整齐,双交种A的叶片颜色和潞玉13接近,双交种B的叶片颜色和先玉335相仿。

先玉335抽雄期7月14—16日,吐丝期7月14—16日,雄穗分枝数3~5个,花丝浅紫色,花药紫色,株高平均值308.1 cm,以平均值为基准变动幅度±2.0 cm,穗位高平均值110.0 cm,以平均值为基准变动幅度±2.0 cm(表1)。

基金项目 山西省农业科学院玉米种业专项(2016zyzx03)。

作者简介 张文忠(1973—),男,山西襄汾人,副研究员,从事玉米遗传育种研究。

收稿日期 2017-08-15

表1 先玉335田间部分性状调查

Table 1 Investigation of field partial character of Xianyu 335

序号 No.	株高 Plant height cm	穗位高 Ear height cm	抽雄期 Recruitment stage	吐丝期 Silking	雄穗分枝 Tassel branch 个	花丝颜色 Filament color	花药颜色 Anther color
1	311.0	112.0	07-15	07-15	3	浅紫色	紫色
2	311.0	112.0	07-14	07-14	4	浅紫色	紫色
3	307.0	108.0	07-16	07-16	4	浅紫色	紫色
4	309.0	110.0	07-15	07-15	3	浅紫色	紫色
5	310.0	111.0	07-15	07-15	3	浅紫色	紫色
6	306.0	109.0	07-15	07-15	5	浅紫色	紫色
7	306.0	109.0	07-16	07-16	3	浅紫色	紫色
8	308.0	110.0	07-14	07-14	5	浅紫色	紫色
9	306.0	109.0	07-15	07-15	4	浅紫色	紫色
10	307.0	110.0	07-15	07-15	4	浅紫色	紫色
平均值 Average	308.1 ± 2.0	110.0 ± 2.0					

潞玉13抽雄期7月14—16日,吐丝期7月13—16日, 284.7 cm,以平均值为基准变动幅度 ± 2.7 cm,穗位高平均值雄穗分枝数16~20个,花丝青色,花药黄色,株高平均值 128.8 cm,以平均值为基准变动幅度 ± 2.8 cm(表2)。

表2 潞玉13田间部分性状调查

Table 2 Investigation of field partial character investigation of Luyu 13

序号 No.	株高 Plant height cm	穗位高 Ear height cm	抽雄期 Recruitment stage	吐丝期 Silking	雄穗分枝 Tassel branch 个	花丝颜色 Filament color	花药颜色 Anther color
1	287.0	130.0	07-16	07-15	17	青色	黄色
2	286.0	131.0	07-15	07-14	19	青色	黄色
3	287.0	131.0	07-15	07-14	20	青色	黄色
4	284.0	127.0	07-15	07-13	20	青色	黄色
5	285.0	129.0	07-16	07-13	18	青色	黄色
6	286.0	129.0	07-14	07-14	16	青色	黄色
7	283.0	128.0	07-15	07-16	19	青色	黄色
8	283.0	129.0	07-15	07-15	20	青色	黄色
9	284.0	128.0	07-15	07-14	18	青色	黄色
10	282.0	126.0	07-14	07-14	18	青色	黄色
平均值 Average	284.7 ± 2.7	128.8 ± 2.8					

双交种A抽雄期7月13—18日,吐丝期7月14—17日, 66.7%,黄色占33.3%,株高平均值304.2 cm,以平均值为基准变动幅度 ± 8.8 cm,穗位平均值105.5 cm,以平均值为基准变动幅度 ± 6.5 cm(表3)。

表3 双交种A田间部分性状调查

Table 3 Investigation of field partial character of Double pay A

品种 Varieties	株高 Plant height cm	穗位高 Ear height cm	抽雄期 Recruitment stage	吐丝期 Silking	雄穗分枝 Tassel branch 个	花丝颜色 Filament color	花药颜色 Anther color
A ₁	306.0	111.0	07-16	07-16	8	浅紫色	紫色
A ₂	305.0	112.0	07-16	07-16	7	浅紫色	黄色
A ₃	309.0	109.0	07-15	07-16	11	粉色	紫色
A ₄	298.0	104.0	07-18	07-17	13	粉色	紫色
A ₅	304.0	100.0	07-16	07-15	12	浅紫色	紫色
A ₆	306.0	106.0	07-14	07-16	6	浅紫色	黄色
A ₇	311.0	102.0	07-15	07-17	13	粉色	黄色
A ₈	308.0	107.0	07-17	07-15	14	青色	紫色
A ₉	300.0	99.0	07-14	07-14	8	浅紫色	紫色
A ₁₀	299.0	105.0	07-14	07-16	7	青色	紫色
A ₁₁	296.0	106.0	07-13	07-15	6	粉色	黄色
A ₁₂	308.0	105.0	07-18	07-17	12	粉色	紫色
A ₁₃	297.0	101.0	07-17	07-16	13	青色	黄色
A ₁₄	313.0	105.0	07-15	07-15	10	浅紫色	紫色
A ₁₅	311.0	106.0	07-15	07-16	9	粉色	黄色

接下表

续表 3

品种 Varieties	株高 Plant height cm	穗位高 Ear height cm	抽雄期 Recruitment stage	吐丝期 Silking	雄穗分枝 Tassel branch 个	花丝颜色 Filament color	花药颜色 Anther color
A ₁₆	308.0	105.0	07-14	07-16	11	浅紫色	紫色
A ₁₇	306.0	100.0	07-15	07-16	8	青色	黄色
A ₁₈	305.0	106.0	07-17	07-15	8	粉色	紫色
A ₁₉	309.0	102.0	07-14	07-15	6	浅紫色	紫色
A ₂₀	302.0	107.0	07-14	07-16	12	青色	黄色
A ₂₁	296.0	111.0	07-13	07-17	9	浅紫色	紫色
A ₂₂	299.0	112.0	07-18	07-16	13	粉色	黄色
A ₂₃	301.0	109.0	07-17	07-14	10	浅紫色	紫色
A ₂₄	303.0	104.0	07-15	07-16	7	粉色	紫色
平均值 Average	304.2 ± 8.8	105.5 ± 6.5					

双交种 B 抽雄期 7 月 14—18 日,吐丝期 7 月 14—17 日, 58.3%,紫色占 41.7%,株高平均值 286.4 cm,以平均值为基准变动幅度 ± 8.5 cm,穗位平均值 125.1 cm,以平均值为基准变动幅度 ± 7.1 cm(表 4)。

表 4 双交种 B 田间部分性状调查

Table 4 Investigation of field partial character of Double pay B

品种 Varieties	株高 Plant height cm	穗位高 Ear height cm	抽雄期 Recruitment stage	吐丝期 Silking	雄穗分枝 Tassel branch 个	花丝颜色 Filament color	花药颜色 Anther color
B ₁	288.0	131.0	07-16	07-16	13	青色	黄色
B ₂	287.0	132.0	07-17	07-15	12	粉色	黄色
B ₃	292.0	129.0	07-14	07-16	16	粉色	紫色
B ₄	280.0	124.0	07-18	07-16	18	浅紫色	黄色
B ₅	286.0	120.0	07-16	07-16	17	粉色	黄色
B ₆	290.0	126.0	07-14	07-15	11	青色	紫色
B ₇	293.0	123.0	07-15	07-15	18	青色	紫色
B ₈	291.0	127.0	07-17	07-16	19	浅紫色	黄色
B ₉	282.0	119.0	07-14	07-17	13	粉色	紫色
B ₁₀	281.0	125.0	07-14	07-16	12	粉色	黄色
B ₁₁	278.0	126.0	07-15	07-14	11	粉色	紫色
B ₁₂	290.0	125.0	07-18	07-16	17	青色	黄色
B ₁₃	279.0	118.0	07-17	07-16	18	粉色	黄色
B ₁₄	297.0	125.0	07-16	07-16	15	青色	紫色
B ₁₅	293.0	121.0	07-17	07-16	14	青色	紫色
B ₁₆	290.0	125.0	07-16	07-17	16	粉色	紫色
B ₁₇	288.0	120.0	07-15	07-15	13	浅紫色	黄色
B ₁₈	287.0	126.0	07-17	07-16	13	青色	紫色
B ₁₉	291.0	119.0	07-15	07-17	11	粉色	黄色
B ₂₀	284.0	127.0	07-16	07-15	17	青色	紫色
B ₂₁	278.0	131.0	07-16	07-14	14	粉色	黄色
B ₂₂	281.0	132.0	07-18	07-16	18	粉色	黄色
B ₂₃	283.0	129.0	07-17	07-15	15	浅紫色	黄色
B ₂₄	285.0	124.0	07-15	07-17	12	粉色	黄色
平均值 Average	286.4 ± 8.5	125.1 ± 7.1					

田间观察和调查数据表明,双交种苗期长势基本整齐,与单交种相比苗势无明显差别,叶片颜色与单交种父本存在一定相关性;成株期双交种的株型特征与单交种母本较接近,株高和穗位具有明显偏母本倾向,植株整齐度较差,抽雄和吐丝的时段较单交种拉长 1~2 d,雄穗分枝变动幅度过宽,花丝颜色出现 3 种类型分化,花药颜色出现 2 种类型分化。整体上看,双交种植株性状在当代已经发生不同程度的分离现象,一致性不好。

2.2 果穗观察结果 按照试验设计,先玉 335 共收获 45

穗,潞玉 13 共收获 36 穗,双交种 A 和双交种 B 分别收获 42 穗。考种主要测定穗长、穗粗、穗行数、行粒数、穗型、粒型、粒色、轴色 8 项。对比显示,单双杂交种在穗型、粒型、粒色上表现基本一致,其余性状存在不同程度差异。因穗长、穗粗的变化可通过行粒数、穗行数反映,故只对穗行数、行粒数、轴色 3 项进行分析,结果见表 5~8。

由表 5、6 可知,先玉 335 穗行数平均 16.4,变幅 16~18,行粒数平均 43.2 粒,变幅 42~44,穗轴粉色;潞玉 13 穗行数平均 18.8,变幅 18~20,行粒数平均 48.4 粒,变幅 48~50,穗

轴白色。单交种的穗行数、行粒数、轴色整齐一致。

表 5 先玉 335 果穗部分性状调查

Table 5 Investigation of ear part character of Xianyu 335

序号 No.	穗行数 Ear row number	行粒数 Grain number per row	轴色 Color of axis
1	16	42	粉色
2	16	44	粉色
3	18	44	粉色
4	16	42	粉色
5	16	44	粉色
6	16	42	粉色
7	16	42	粉色
8	18	44	粉色
9	16	44	粉色
10	16	44	粉色
平均值 Average	16.4	43.2	

表 6 潞玉 13 果穗部分性状调查

Table 6 Investigation of ear part character of Luyu 13

序号 No.	穗行数 Ear row number	行粒数 Grain number per row	轴色 Color of axis
1	20	48	白色
2	18	48	白色
3	18	50	白色
4	20	48	白色
5	18	48	白色
6	18	50	白色
7	18	50	白色
8	20	50	白色
9	20	50	白色
10	18	50	白色
平均值 Average	18.8	48.4	

由表 7、8 可知,双交种 A 穗行数平均 19.2 行,变幅 16~22,行粒数平均 43.4 粒,变幅 38~50,穗轴粉色占 45.2%,白色占 54.8%;双交种 B 穗行数平均 18.9 行,变幅 16~22,行粒数平均 41.2 粒,变幅 34~50,穗轴白色占 47.6%,粉色占 52.4%。可见,双交种的果穗特征分离现象较明显。

2.3 产量测定结果 表 9 是 4 个组合小区干穗重、干籽重和千粒重测得值,由此计算出品种的出籽率及产量增减情况。可以看出,双交种 A 和双交种 B 的出籽率和千粒重介于 2 个单交种之间,但产量均高于 2 个单交种,双交种 A 产量优势大于双交种 B。

3 结论与讨论

双交种在我国玉米发展历程中曾发挥了重要作用,其选育与推广真正体现了杂种优势在玉米生产上的应用价值^[4]。该试验目的在于重新认识双交种的优缺点,探求其中的一些规律和方法并与现代商业育种有机结合,为优良品种选育注入新内容。

从试验结果看,最佳单交种预示着最佳双交种的表现,双交种利用了最佳单交种的显性和上位性效应^[5],如果选材得当,双交种的杂种优势会得到有效发挥,比对应单交种有

表 7 双交种 A 果穗部分性状调查

Table 7 Investigation of Ear part character of Double pay A

轴色 Color of axis	穗行数 Ear row number	行粒数 Grain number per row	个数 Number
白 White(<i>n</i> = 23)	18	42	2
	18	44	3
	20	40	1
	20	42	5
	20	44	5
	20	46	1
	22	38	1
	22	44	3
	22	46	2
	22	46	2
粉 Pink(<i>n</i> = 19)	16	42	2
	16	44	1
	18	38	2
	18	42	2
	18	46	4
	18	48	3
	18	50	1
	20	34	1
	20	42	2
	20	46	1
平均值 Average	19.2	43.4	

表 8 双交种 B 果穗部分性状调查

Table 8 Investigation of Ear part character of Double pay B

轴色 Color of axis	穗行数 Ear row number	行粒数 Grain number per row	个数 Number	
白 White(<i>n</i> = 20)	18	40	1	
	18	42	2	
	18	46	1	
	18	48	1	
	20	38	3	
	20	44	4	
	22	34	1	
	22	38	1	
	22	42	5	
	22	44	1	
	粉 Pink(<i>n</i> = 22)	16	40	1
		16	46	1
		16	50	1
		18	38	1
18		40	2	
18		42	2	
18		44	4	
18		46	3	
20		34	1	
20		40	2	
20		42	1	
20		46	1	
平均值 Average	18.9	41.2		

表2 柿子酒发酵工艺条件优化正交试验结果与分析

Table 2 Results and analysis of orthogonal experiments optimization of fermentation conditions of persimmon wine

试验号 Test No.	因素 Factor					酒精度 Alcohol content//%
	A	B	C	D	E	
1	1	1	1	1	1	0.08
2	1	2	2	2	2	1.01
3	1	3	3	3	3	8.79
4	1	4	4	4	4	7.79
5	2	1	2	3	4	7.62
6	2	2	1	4	3	0.80
7	2	3	4	1	2	8.03
8	2	4	3	2	1	3.73
9	3	1	3	4	2	6.86
10	3	2	4	3	1	8.71
11	3	3	1	2	4	0.92
12	3	4	2	1	3	5.78
13	4	1	4	2	3	11.24
14	4	2	3	1	4	9.62
15	4	3	2	4	1	1.49
16	4	4	1	3	2	3.53
K_1	17.67	25.80	5.33	23.51	14.01	
K_2	20.18	20.14	15.90	16.90	19.43	
K_3	22.27	19.23	29.00	28.65	26.61	
K_4	25.88	20.83	35.77	16.94	25.95	
R	2.05	1.64	7.61	2.93	3.15	

参考文献

- [1] LEE S O, CHUNG S K, LEE I S. The antidiabetic effect of dietary persimmon (*Diospyros kaki* L. Cv. Sangjudungsi) peel in streptozotocin-induced diabetic rats[J]. Journal of food science, 2006, 71(3): 293-298.
- [2] TÁRREGA A, GURREA M D C, NAVARRO J L, et al. Gelation of persimmon puree and its prevention by enzymatic treatment[J]. Food Bioproc

- Tech, 2012, 6(9): 2399-2405.
- [3] AKTER M S, EUN J B. Characterization of insoluble fibers prepared from the peel of ripe soft persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Daebong)[J]. Food Sci Biotech, 2009, 18(6): 1545-1547.
- [4] CHEN X N, FAN J F, YUE X, et al. Radical scavenging activity and phenolic compounds in persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Mopan)[J]. J Food Sci, 2008, 73(1): 24-28.
- [5] VEBERIC R, JURHAR J, MIKULIC - PETKOVSEK M, et al. Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.)[J]. Food Chem, 2010, 119(2): 477-483.
- [6] 王春霞, 王敏, 王建玲, 等. 半干型柿子果酒工艺的探讨[J]. 天津轻工业学院学报, 2001(4): 24-27.
- [7] 白美丹, 吴昊, 李秀秀, 等. 发酵类保健果酒行业发展存在问题与对策研究[J]. 饮料工业, 2017, 20(1): 74-77.
- [8] 宋慧, 马利华, 陈学红, 等. 发酵条件对草莓果酒抗氧化性的影响[J]. 徐州工程学院学报(自然科学版), 2016, 31(2): 79-83.
- [9] 高翔, 王蕊. 柿子果酒的生产工艺与质量控制[J]. 中国酿造, 2006(1): 66-69.
- [10] 张永凤, 卢红梅, 张难, 等. 柿子果酒稳定性研究[J]. 酿酒科技, 2007, 34(4): 94-96.
- [11] 陈振林, 杨惠玲, 黄志强, 等. 柿子发酵果酒的酿造和营养成分分析[J]. 食品科学, 2007, 28(3): 377-381.
- [12] 马长路, 刘小飞, 罗红霞, 等. 发酵柿子酒的研究进展[J]. 酿酒科技, 2016(5): 96-98.
- [13] 江荣, 沈卫荣, 韩丽萍, 等. 有机酸及相关盐类在果蔬护色、防褐变中的应用研究[J]. 应用化工, 2007, 36(6): 534-536.
- [14] 孙俊良, 高晗, 宋志强. 利用固态发酵法生产营养型柿醋的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(8): 246-248.
- [15] 程双, 胡文忠, 马跃, 等. 鲜切果蔬酶促褐变机理及控制研究进展[J]. 食品与机械, 2009, 25(4): 173-176.
- [16] 连志超, 何仁, 周晶晶, 等. 百香果汁褐变抑制剂的选取及应用[J]. 中国食品添加剂, 2011(6): 190-195.
- [17] 郝惠英, 赵光莹. 苹果酒中多酚及其褐变[J]. 酿酒, 2002, 29(2): 63-65.
- [18] 易建华, 董新玲, 朱振宝, 等. 褐变抑制剂对苹果多酚氧化酶抑制机理研究[J]. 食品与机械, 2015(4): 122-125.
- [19] 刘淑敏, 张兴龙, 邵兴峰, 等. 裂褶菌多糖抑制枇杷果汁褐变的工艺优化[J]. 食品科学, 2016, 37(6): 58-63.
- [20] 宋洪波, 安凤平, 王慧娟, 等. 荔枝果醋液态发酵工艺优化[J]. 农业机械学报, 2010, 41(1): 146-152.

(上接第48页)

表9 单双交种产量结果对比

Table 9 Yield comparison of Single and Double pay

品种 Varieties	干穗重 Dry panicle weight//kg	干籽重 Dry seed weight//kg	出籽率 Seed yield %	千粒重 1 000-grain weight//g	干籽重比先玉 335 ± Increase or decrease of dry seed weight compared with Xianyu335//%	干籽重比潞玉 13 ± Increase or decrease of dry seed weight compared with Luyu13//%
先玉 335 Xianyu 335	22.4	19.9	88.8	385	—	—
双交种 A Double pay A	25.5	22.3	87.5	372	+12.1	+16.8
双交种 B Double pay B	25.1	21.8	87.0	368	+9.5	+14.1
潞玉 13 Luyu 13	22.9	19.1	83.4	350	—	—

一定增产潜力^[6]。同时双交种在当代许多性状发生了不同程度的分离,如株高、穗位、雄穗分支、花丝花药颜色及穗行数、行粒数、轴色等表现尤为明显,植株整齐度和果穗的一致性不如单交种,难以满足主产区机械化操作的生产需求。如何进行技术和手段上的改进与创新,使其分离程度在可控范围之内,需要做很多探索性研究。

由于试验品种单一,试验规模小,缺少品种和年度间的重复结果,该论文试验数据和结论不具备完全代表性,仍须进一步求证与完善。

参考文献

- [1] 赵克明. 我省玉米双交种繁殖制种的现状及改进意见[J]. 山西农业科学, 1964(6): 30-32.
- [2] 李竞雄. 玉米双交种[M]. 北京: 北京出版社, 1965.
- [3] 王振华. 我国玉米品种发展历程及展望[J/OL]. [2017-05-11]. <http://www.doc88.com/p-7394374918773.html>.
- [4] 潘传忠, 金尚甫. 关于在生产上应用玉米双交种第二代的问题[J]. 东北农业科学 1965(1): 55-58, 70.
- [5] Walden D B, Greyson R I, Bonmineni V R, et al. Maize meristem culture and recovery of mature plants[J]. Maydica, 1989, 34(3): 263-275.
- [6] 刘纪麟. 玉米育种学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 2002.