

玉米品种性状遗传改进研究初报

李玉田 陈国平

(北京市农林科学院作物所, 北京 100081)

建国以来,北京市的玉米品种工作有了长足发展,先应用和推广农家种,以后又推广杂交种,到 80 年代末,已进行了生产用种的三次更新换代。但有关玉米品种性状遗传改进研究,未见报道。

本研究通过目前生产上推广使用的玉米杂交种,与 50、60 年代种植的优良农家种主要生育性状对比试验,用以评价杂交种性状遗传改进效果及在发展玉米生产中的作用,为选育新的杂交种提供依据。

1 材料与方法

试验选用早、晚两类生育型品种。早熟种:杂交种掖单 52、唐单 5 号;农家种华农 2

号和墩子黄。晚熟种:杂交种掖单 13、农大 3527;农家种白马牙和金皇后。设两种密度:早熟种每公顷留苗 45000 和 75000 株;晚熟种每公顷留苗 37500 和 67500 株。裂区试验、密度作主处理,品种为副处理。随机区组,重复 4 次。试验安排在本所试验场。土质中壤,耕层有机质 2.843%,速效氮、磷、钾含量分别 66.00mg/kg、55.54mg/kg、116.25mg/kg。早熟种夏播,播期 6 月 19 日;晚熟种春播,播期 5 月 20 日,按目前生产要求管理。

2 结果和分析

2.1 产量结果

表 1 产 量

项 目	早 熟 种			晚 熟 种		
	公顷产	增 减 产	%	公顷产	增 减 产	%
	(公斤)	公斤/公顷		(公斤)	公斤/公顷	
低 密 度	农家种	2586.0	0.0	4041.0	0.0	0.0
	杂交种	5581.5**	2995.5	5433.0*	1392.0	34.5
高 密 度	农家种	2572.5	0.0	3840.0	0.0	0.0
	杂交种	7354.5**	4782.0	6189.0*	2349.0	61.2
高比低增减	农家种	—	-13.5	—	-201.0	-5.0
	杂交种	—	1773.0	—	756.0	13.9
平 均	农家种	2578.5	0.0	3940.5	0.0	0.0
	杂交种	6474.0**	3895.5	5811.0*	1870.5	47.5
总平均	农家种	3259.5	0.0	—	—	—
	杂交种	6142.5*	2883.0	—	—	—

注:1、低密度、早熟种 45000 株/公顷,晚熟种 37500 株,以下同。

2、高密度早熟种 75000 株/公顷,晚熟种 67500 株,以下同。

3、* 代表 5% 差异显著标准, ** 代表 1% 差异显著标准。

4、总平均为早、晚及密度总平均数。

从表 1 看出,杂交种较原农家种的产量有较大幅度提高,每公顷多产 2883.0 公斤,增长 88.5%。早熟和晚熟杂交种同样表现较大增产效果。杂交种还表现增加密度、产量进一步提高,而农家种则相反,高密度较低密度产量降低。其产量差异达到显著水平。

2.2 生育期和生育阶段

目前推广使用的夏播杂交种,比原农家种的生育天数延长;春播杂交种与原农家种生育期相当(表 2)。

注:参加研究工作还有张静梅,边淑玉、张增华。

表 2 生育天数及生育阶段差异比较

项 目		早熟种		晚熟种	
		农家种	杂交种	农家种	杂交种
播种—收获	(天)	91.0	102.0	118.0	118.0
播种—抽雄	占 天 数	48.0	51.0	71.5	66.0
	占总天%	52.7	50.0	60.6	56.0
抽雄—收获	占 天 数	43.0	51.0	46.5	52.0
	占总天%	47.3	50.0	39.4	44.0
播种—吐丝	占 天 数	52.5	52.0	78.5	70.0
	占总天%	57.7	51.0	66.5	59.3
吐丝—收获	占 天 数	38.5	50.0	39.5	48.0
	占总天%	42.3	49.0	33.5	40.7

观测结果,无论以抽雄期或吐花丝期,划分营养生长和生殖生长两大生育阶段,早熟和晚熟杂交种一致表现较农家种营养生长所占天数缩短,生殖生长所占天数增长。玉米籽粒产量 90%以上在灌浆期形成。灌浆期的延长,为果穗性状改进创造了良好条件。这是杂交种比原农家种产量提高的重要生育基础。

表 4 叶片数及主要生育时期叶面积等调查结果

		拔节期(7/7)				抽雄期(8/8)				乳熟期(9/7)				成熟期	
		叶片数		绿叶数单株叶面积		叶片数		绿叶数单株叶面积		叶片数		绿叶数单株叶面积		叶片数	
早熟种	低密度 农家种	18.0	4.9	121.10	0.055	12.8	3332.78	1.500	8.8	2664.87	1.199	3.3	615.55	0.277	
	杂交种	18.5	4.9	140.16	0.063	13.0	5048.61	2.322	12.0	4653.18	2.094	9.5	3790.22	1.706	
	高密度 农家种	18.0	4.5	96.61	0.072	12.5	2902.93	2.178	8.0	2334.76	1.751	3.0	548.68	0.412	
	杂交种	18.5	5.0	132.60	0.100	12.75	4659.42	3.495	11.3	4282.38	3.212	8.5	3867.55	2.901	
	平均 农家种	18.0	4.7	108.86	0.064	12.7	3117.86	1.839	8.4	2499.82	1.475	3.2	582.15	0.345	
	杂交种	18.5	5.0	136.38	0.082	12.9	4854.02	2.909	11.7	4467.78	2.653	9.0	3828.89	2.304	
	杂比农 数量	0.5	0.3	27.52	0.018	0.02	1736.16	1.07	3.3	1967.96	1.178	5.8	3246.77	1.959	
	增加 %	2.80	6.40	25.28	28.13	0.20	55.68	58.18	39.29	78.72	79.86	181.25	557.75	567.83	
	低密度 农家种	23.5	6.9	743.33	0.279	14.8	7072.47	2.652	12.3	4637.52	1.739	6.2	2272.42	0.852	
	杂交种	22.0	7.4	1048.33	0.393	14.5	7967.13	2.988	12.0	7438.63	2.790	11.3	6173.78	2.315	
晚熟种	高密度 农家种	23.5	7.1	770.88	0.521	14.5	5971.11	4.031	12.3	5172.26	3.491	4.0	1327.49	0.896	
	杂交种	22.0	7.8	1167.82	0.789	14.0	7182.62	4.848	11.8	6849.64	4.624	10.3	4711.12	3.180	
	平均 农家种	23.5	7.0	757.11	0.400	14.7	6521.79	3.342	12.3	4904.88	2.615	5.1	1799.96	0.874	
	杂交种	22.0	7.6	1108.08	0.591	14.3	7574.88	3.918	11.9	7144.14	3.707	10.8	5442.45	2.748	
	杂比农 数量	-1.5	0.6	350.97	0.191	-0.4	1053.09	0.576	0.4	2239.26	1.092	5.7	3642.49	1.874	
	增加 %	-6.40	8.60	46.36	47.75	-2.72	16.15	17.24	3.25	45.65	41.76	111.76	202.37	214.42	

2.4 单株叶片数、叶面积和叶面积系数

与农家种相比,早熟杂交种的叶片数稍有增加,晚熟杂交种有所减少(表 4)。

从几个生育时期叶面积消长调查结果

2.3 生长势

出苗后目测,杂交种较农家种幼苗健壮色泽深绿,长势明显要好。拔节期调查结果,无论苗高,可见叶,展开叶及单株叶面积,更表现出明显差异(表 3)。

表 3 幼苗生长状况调查结果

项 目		苗高 (厘米)	可见叶 (片)	展开叶 (片)	单株叶面积 (平方厘米)
早熟种	农家种	41.30	7.43	4.65	108.86
	杂交种	43.19	7.73	4.95	136.38
	杂比农(数量)	1.89	0.30	0.30	27.52
	增加 (%)	4.58	4.04	6.45	25.28
晚熟种	农家种	91.29	11.15	6.98	757.11
	杂交种	100.18	11.87	7.55	1108.08
	杂比农(数量)	8.89	0.72	0.57	350.97
	增加 (%)	9.74	6.46	8.17	46.36

玉米的生长与发育是交互作用的。杂交种生长势强,生长速度快,从而加快了发育进程。杂交种较农家种,从播种至抽雄或吐丝期,即营养生长所占用时间相对缩短,其原因在于此。

看,杂交种较农家种表现有三大改进:

- a. 杂交种较农家种单株最大叶面积、叶面积系数都大。
- b. 杂交种的单株叶面积和叶面积系数,

生育前期增长快,生育后期下降慢。特别是在整个籽粒灌浆期,有较大叶面积,为获取优良果穗性状创造良好的基础条件。

c. 增加密度,杂交种较农家种,单株叶面积和叶面积系数下降慢。单株叶面积和叶面

积系数明显增大。

2.5 叶片夹角

将玉米植株划分为下、中、上三组叶,分别于抽雄期测量叶片与植株夹角(表 5)。

从表 5 看出,杂交种的各组叶片夹角都

表 5 杂交种与农家种各部位叶片夹角比较

项 目		早熟种			晚熟种		
		下组叶	中组叶	上组叶	下组叶	中组叶	上组叶
低密度	农家种	42.85	39.46	31.21	48.59	45.05	37.40
	杂交种	40.03	33.80	17.14	38.34	30.01	20.53
	杂比农±%	-6.58	-14.34	-45.08	-21.09	-33.39	-45.15
高密度	农家种	43.18	33.55	25.42	44.67	39.94	36.89
	杂交种	42.05	31.13	16.97	37.59	29.25	19.16
	杂比农±%	-1.57	-7.21	-33.24	-15.85	-26.77	-48.06
平 均	农家种	43.02	36.51	28.32	46.63	42.50	37.15
	杂交种	41.04	32.47	17.06	37.97	29.63	19.85
	杂比农±%	-4.60	-11.07	-39.76	-18.57	-30.28	-46.57
总平均	农家种	44.83	39.51	32.74			
	杂交种	39.51	31.05	18.46			
	杂比农±%	-11.87	-21.41	-43.62			

注:单位:度 中组叶、穗位叶+上、下各 2 叶,以下为下组叶,以上为上组叶。

比农家种小,以上组叶更加明显。早、晚熟杂交种表现相一致。两种密度相比较,高密度较低密度的表现更加显著。玉米叶片由“平展”变为“上举”,进入 80 年代以来的发展和变化愈加明显,是我国玉米育种科学技术一大突破。

表 6 几个主要生育时期单株干物质积累

		早 熟 种				晚 熟 种			
		播种至拔节	拔节至抽雄	抽雄至乳熟	乳熟至收获	经济系数	播种至拔节	拔节至抽雄	抽雄至乳熟
低密度	农家种	0.056	1.217	2.995	2.687	0.43	1.680	1.810	3.590
	杂交种	0.080	2.254	4.364	6.293	0.48	2.210	2.390	4.080
	杂比农±%	42.9	85.2	45.7	134.0	11.6	31.5	32.0	13.6
高密度	农家种	0.044	1.083	2.726	2.526	0.42	1.580	1.640	3.380
	杂交种	0.076	2.202	4.112	5.033	0.47	2.090	2.380	3.750
	杂比农±%	72.7	103.3	50.8	99.2	11.9	32.3	45.1	10.9
高比低±%	农家种	-21.4	-11.0	-9.0	-6.0	-2.3	-6.0	-9.4	-5.8
	杂交种	-5.0	-2.3	-5.8	-20.0	-2.0	-5.4	-0.4	-8.0
	杂比农±%	-328.0	-378.3	-55.2	233.3	-15.0	-10.0	-95.7	37.9
品种平均	农家种	0.050	1.150	2.861	2.607	0.43	1.630	1.730	3.490
	杂交种	0.078	2.228	4.238	5.663	0.48	2.150	2.390	2.920
	杂比农±%	56.0	97.74	48.13	117.11	11.63	53.37	38.16	12.32
总平均	农家种	0.840	1.440	3.176	2.607	0.43			
	杂交种	1.114	2.309	4.079	5.663	0.48			
	杂比农±%	32.6	64.9	28.4	117.1	11.6			

2.6 干物质的积累与运转

从表 6 干物质积累测定结果,表现为杂交种较农家种干物质积累数量多的特点。两种类型品种相比较,早熟较晚熟杂交种更加显著,而本试验设计的两种密度相比较,无论早熟或晚熟种,杂交种均表现较农家种,具有

密度影响干物质积累小的特点。
杂交种较农家种,不仅表现生产和积累干物质数量多,还表现出干物质向果穗及籽粒运转快的特点,籽粒灌浆速率增高和获取更高经济系数,在高密度中表现更加突出(表 7.8)。

表 7 晚熟杂交种与农家种几个生育时期干物质积累及运转比较

项 目		拔节期(6/25)			抽雄期(8/5)			乳熟期(8/26)		
		总干重	果 穗		总干重	果 穗		总干重	果 穗	
			干重	占总干 ±%		干 重	占总干 ±%		干 重	占总干 ±%
低密度	农家种	60.50	0.53	0.88	132.50	12.91	9.73	204.28	74.17	35.72
	杂交种	79.50	1.15	1.44	175.00	37.89	21.72	256.61	117.20	47.61
	杂比农±%	31.40	116.98	63.64	32.08	193.49	123.23	25.62	58.02	33.29
高密度	农家种	57.00	0.45	0.80	122.50	9.78	7.99	190.00	70.17	36.89
	杂交种	75.00	1.05	1.40	170.00	35.83	21.08	245.00	108.98	44.51
	杂比农±%	31.58	133.33	75.00	38.78	266.36	163.83	28.95	55.31	20.66
平均	农家种	58.80	0.49	0.84	127.50	11.35	8.86	197.14	72.17	36.31
	杂交种	77.30	1.10	1.42	172.50	36.86	21.40	250.81	113.09	46.06
	杂比农±%	31.46	124.49	69.05	35.29	224.76	141.53	27.22	56.70	26.85

注:单位:克/日

表 8 夏播早熟杂交种与农家种灌浆期干物质运转比较

项 目		乳 熟 期			完 熟 期		
		总干重	果 穗		总干重	果 穗	
			干 重	占总干%		干重	占总干%
低密度	农家种	107.91	57.69	53.39	149.00	64.94	43.29
	杂交种	165.76	106.87	64.53	307.50	144.95	47.00
	杂比农±%	53.61	85.25	20.87	106.38	123.21	8.57
高密度	农家种	107.78	57.10	53.04	141.50	60.39	42.39
	杂交种	155.79	89.78	57.64	239.25	112.46	46.78
	杂比农±%	44.54	56.04	8.67	69.08	86.22	9.73
平均	农家种	107.85	57.40	53.22	145.25	62.67	42.96
	杂交种	160.78	98.33	61.09	273.38	128.71	46.89
	杂比农±%	49.08	71.31	14.79	88.21	105.38	9.15

注:单位:克/日

2.7 植株和果穗性状

植株和果穗性状调查结果列于表 9。与农家种相比,早熟杂交种的株高和结穗部位有所升高,晚熟杂交种有所降低。杂交种的抗逆性表现有明显改进与提高,突出的是空秆率和倒折率明显降低。

考种结果表明,杂交种的果穗性状较原农家种有较大改进。构成产量主要要素,每穗粒数,穗粒重和千粒重的增加或提高更加显著,早熟杂交种的表现尤为突出。此外,穗长、

出籽率和容重也都表现有所增加或提高。在两种密度处理中,高密度较低密度,早、晚熟杂交种较农家种,一致表现有更大增加和提高的趋势。

3 小结和讨论

通过选用早、晚两类生育型,不同来源 4 个代表性品种,高、低两种密度处理的试验,所得结果完全一致,遗传改进作用明显表现在:

表 9 杂交种和农家种的植株及果穗性状比较

项 目		植株性状				果穗性状					
		株高 cm	穗位高 cm	空秆 (%)	倒折 (%)	穗长 cm	穗粒数 (个)	穗粒重 (g)	出籽率 (%)	千粒重 (g)	容重(克 /毫升)
早	农家种	184.4	69.3	9.3	28.2	13.0	327.9	63.2	85.5	193.4	419.2
	低密度 杂交种	194.8	86.4	2.4	7.0	16.1	431.1	124.5	87.1	288.6	431.7
	杂比农±%	5.6	24.7	-77.2	-75.2	23.8	31.5	97.0	1.9	49.2	3.0
熟	农家种	181.8	75.7	16.9	29.7	12.4	255.3	41.4	85.1	162.2	415.9
	高密度 杂交种	210.8	91.8	4.9	10.7	15.3	365.2	98.3	86.3	273.4	431.7
	杂比农±%	16.0	21.3	-71.0	-64.0	25.4	43.0	138.2	1.4	68.6	3.8
种	农家种	183.1	72.5	13.1	29.0	12.7	291.6	52.3	86.3	177.8	417.5
	平 均 杂交种	202.8	89.1	3.7	8.9	15.7	389.2	111.6	86.7	281.0	431.7
	杂比农±%	10.8	22.9	-71.6	-69.2	23.6	33.5	113.4	1.6	58.0	3.4
晚	农家种	275.5	132.0	12.7	56.4	16.6	335.0	121.0	78.5	272.2	383.3
	低密度 杂交种	245.5	101.4	5.8	12.2	17.7	501.2	152.6	83.7	328.9	408.2
	杂比农±%	-10.9	-23.2	-54.3	-78.4	6.6	49.6	26.0	6.6	20.8	6.5
熟	农家种	217.5	136.3	25.3	62.2	15.8	210.0	77.6	75.9	271.0	377.4
	高密度 杂交种	241.1	101.8	7.5	17.8	16.5	332.6	98.9	83.6	336.4	404.8
	杂比农±%	-11.2	-25.3	-70.4	-71.4	4.4	58.4	27.5	10.0	24.1	7.3
种	农家种	273.5	134.2	19.0	59.3	16.2	272.5	99.4	77.2	271.6	380.4
	平 均 杂交种	243.3	101.6	6.7	15.0	17.1	416.9	125.8	83.7	332.7	406.5
	杂比农±%	-11.0	-24.3	-64.7	-74.7	5.6	53.0	26.6	8.4	22.5	6.9

3.1 杂交种的丰产性有较大提高

是否要推广使用玉米杂交种,50、60 年代北京市曾引起一场较大争论,焦点是杂交种不如农家种产量高,品质又不好,时过 30 年,已得出肯定结论。本试验结果表明,杂交种较农家种丰产性有较大提高。从 1962 年推广至今 30 年计算,杂交种较农家种,平均每公顷产量每年递增 96 公斤,增长 2.95%。其中夏播早熟杂交种增产作用更加显著。春播晚熟杂交种平均公顷产量每年递增 62.4 公斤,夏播早熟杂交种递增 129.9 公斤。从 1972 年推广单杂交种至今 20 年计算,杂交种较农家种,平均公顷产每年递增 144.15 公斤,增长 4.43%。高密度条件下杂交种较农家种表现出更大增产优势。与美国 D、N、Duvick 试验结果相一致。表明我国玉米杂交种的遗传改进,提高产量速率,接近世界先进国家水平。

杂交种遗传改进产量增益,占各项栽培技术措施首位,占全部产量增益 40%左右。

3.2 杂交种的株型改造有了较大突破

突出表现:第一,改进了株高和结穗部位,使株型趋向合理。晚熟杂交种株高和结穗部位有所降低,早熟杂交种由于生育期延长,较型体矮小农家种,株高和穗位有所提高。

第二,中、上部叶片着生角度有明显改进。近年生产上推广使用玉米杂交种,株型发展成为“半紧凑型”或“紧凑型”。这是我国玉米育种技术一大进展。较“平展型”农家种和杂交种,推广应用新的栽培技术具有诸多优点,

3.3 杂交种的耐密性有了改进与提高

大量试验表明:平展型杂交种较农家种可增加种植密度,而紧凑型较平展型杂交种种植密度还可进一步提高,以提高耐密性,增加“穗容量”杂交育种进展及作用是较显著的。随着育种工作进展和生产用种的更新换代,使“密植”这项技术措施在提高玉米产量中发挥了越来越大作用。据统计,北京市目前推广杂交种较原农家种的耐密性提高 50~80%。

3.4 杂交种的抗逆性有了改进

杂交种之所以较原农家种表现有较大丰产性和较好的稳产性,抗逆性遗传改进起了重要作用。突出表现:第一是杂交种空秆率降低,结实率提高;第二是抗倒折性大大增强,一般情况下达到了高产不倒;第三在高密植条件下能获取较好果穗性状,使之较好发挥密植增产作用。

3.5 在光能利用方面有了新的进展

突出表现是前期壮苗早发封行早,后期叶片保绿性增强,有效叶面积下降慢,提高了群体光能利用率。此外,延长了生殖生长时间,为增产创造良好条件。

参 考 文 献

- [1]李玉田,京郊玉米品种工作三十年,《北京农业科学》,1984,9:12
- [2]吴绍宇,京郊玉米单交种第三次更换历程及经验,《北京农业科学》,1991,5:20
- [3]D. N'Duvck 遗传改良在美国 1930~1980 年杂交种增产中作用,《国外农学—杂粮作物》,1987,4:1
- [4]李登海,应用紧凑型玉米优良杂交种是夏玉米高产再高产的有效途径,《第三届玉米栽培学会汇编》,1988,12:99
- [5]刘绍楙,紧凑型玉米生理性状,《第三届玉米栽培学会汇编》,1988,12:46
- [6]王忠孝,玉米群体库源关系研究,《第四届玉米栽培学会汇编》
- [7]佟屏亚,我国玉米生产的成就和展望,《种子世界》,1989,2:5