

文章编号:1003-8701(2004)06-0003-06

玉米几个主要农艺性状的遗传研究

刘 鹏¹, 任 英¹, 王洪秋²

(1.吉林省洮南甜菜育种研究所, 吉林 洮南 137100; 2.大安市龙沼镇农业技术推广站)

摘 要:采用增广 NC II 设计, 研究玉米的株高、穗位高、穗长、穗粗、穗行数、粒长、百粒重和小区产量的遗传。结果表明, 穗位高和百粒重符合加性—显性遗传模型, 株高和穗行数除加性—显性效应外还有上位性效应, 粒长和小区产量除加性效应外还有上位性效应, 穗粗和穗长只有加性效应。显性性质: 株高和穗位高平均为部分显性, 百粒重和穗行数平均为超显性, 显性方向株高、穗位高、百粒重和穗行数均为双向显性。

关键词:玉米; 增广 NC II 设计; 遗传模型; Vr—Wr 分析

中图分类号: S513

文献标识码: A

影响玉米产量的构成因素从遗传因素考虑主要有株高、穗位高等株型性状, 穗长、穗粗、穗行数、穗粒长和百粒重等穗部性状。而就以往的遗传研究普遍认为, 穗长的遗传 F_1 都出现超亲现象, 属多种遗传效应互作的结果。遗传力较低, 易受环境的影响而发生变异。穗行数杂种优势低不明显, 变异范围小, 遗传稳定, 不易受环境影响, 加性遗传效应起主导作用, 平均遗传力高。百粒重的遗传则是加性效应较之显性效应所起作用大, 平均遗传力属中等。最新研究表明, 百粒重符合加性—显性模型。株高的遗传加性效应和显性效应都呈现显著状态。 F_1 超亲现象很普遍, 但其中以显性效应的作用最大, 株高的遗传力不高, 穗位高的遗传则超亲现象明显, 非加性效应的作用所占比重较小。粒长的遗传最新研究表明, 不符合加性—显性模型, 还存在上位性效应。以上这些研究结果为玉米育种起到了重要指导作用。为此, 本研究目的在于通过增广 NC II 设计, 对影响玉米产量性状的几个穗部性状和株型性状进行分析和模型检验, 以及配合力及遗传力估计等, 再用研究结果及综合分析, 指导育种实践, 同时也希望通过本研究能为玉米育种研究提供理论上的参考。

1 材料与方法

以自交系 99-49、99-63、99-11、99-14、99-99、99-74 和 99-78 为母本。以 99-41、99-39-1、99-77 和 99-100 为父本, 于 2002 年配制杂交组合 32 份, 2003 年用这 32 个组合及其 12 个亲本共 44 份材料, 在

表 1 供试材料及其编号

编 号	母本名称	编 号	父本名称
1	99-49	9	99-41
2	99-63	10	99-39-1
3	99-6	11	99-77
4	99-11	12	99-100
5	99-14		
6	99-99		
7	99-74		
8	99-78		

收稿日期: 2004-07-15

作者简介: 刘 鹏(1964-), 男, 吉林省松原人, 吉林省洮南甜菜育种研究所高级农艺师, 推广硕士, 主要从事玉米、甜菜及杂粮作物育种研究。

本所试验区内进行试验,随机区组设计,单行区,3次重复,行长5 m,行株距65 cm×30 cm,调查时在小区连续取10株,以10株平均值作为统计单位,小区产量以折14%标准水后的产量为准。

统计分析方法按参考文献[1、2]进行。

2 结果与分析

2.1 方差分析

结果列于表2。由表2看出,各性状基因型间、亲本间、杂种间以及雌亲间、雄亲间、雌雄互作均达到显著或极显著水平,说明这些性状的遗传差异普遍存在,可进一步作遗传分析。

表2 方差分析结果

性 状		株 高		穗 粗		穗 长		穗位高	
变异来源	df	Ms	F	Ms	F	Ms	F	Ms	F
区 组	2	66.10	1.05	0.023 0	0.779 7	0.143 9	0.175 8	25.19	0.63
基因型	43	269.68	4.28**	0.317 6	10.77**	29.15	35.62**	1 159.43	29.19
亲 本	11	4 159.79	66.04**	0.333 6	11.31**	24.33	29.73**	2 146.72	54.04
雌 亲	7	2 711.90	43.05**	0.358 8	12.16**	26.48	32.35**	747.02	18.81
雄 亲	3	7 624.31	121.04**	0.383 1	12.99**	20.75	25.35**	5 683.33	143.00
雌对雄	1	3 901.39	61.94**	0.008 8	0.298 3	20.06	24.51**	1 334.72	33.60
杂种(F ₁)	31	850.26	13.50**	0.219 1	7.43**	11.68	14.27**	506.32	12.75
由于雌	7	2 452.64	38.94**	0.480 4	16.28**	23.95	29.26**	888.10	22.36
由于雄	3	394.01	6.26**	0.263 8	8.94**	20.04	24.99**	2 350.69	59.18
雌×雄	21	381.31	6.05**	0.125 7	4.26**	6.39	7.81**	115.58	2.91
亲本杂种	1	43 840.35	695.99**	3.194 6	108.29**	723.00	883.43**	14 012.30	352.70
误 差	86	62.99		0.029 5		0.818 4		39.724 3	

性 状		穗行数		粒 长		百粒重		小区产量	
变异来源	df	Ms	F	Ms	F	Ms	F	Ms	F
区 组	2	1.12	0.734 6	0.003 0	4.29*	7.18	1.19	1.64	2.9
基因型	43	9.25	6.07**	0.056 2	80.29**	74.67	12.35**	7.69	13.98
亲 本	11	8.60	5.64**	0.052 3	74.71**	101.38	16.77**	2.25	4.08
雌 亲	7	7.98	5.23**	0.031 4	44.86**	70.82	11.64**	2.67	4.85
雄 亲	3	10.67	6.99**	0.007 5	10.71**	66.63	11.02**	0.33	0.59
雌对雄	1	6.73	4.42**	0.333 5	476.43**	419.54	69.41**	5.07	9.21
杂种(F ₁)	31	8.25	5.41**	0.016 1	23.00**	55.92	9.25**	3.50	6.36
由于雌	7	13.88	9.11**	0.027 1	38.71**	83.52	13.82**	4.63	8.42
由于雄	3	20.50	13.45**	0.023 4	33.43**	246.15	40.72**	7.10	12.89
雌×雄	21	4.61	3.02**	0.011 4	16.29**	19.52	3.23**	2.61	4.74
亲本杂种	1	47.52	31.18**	1.343 0	1 918.29**	362.14	59.92**	197.50	358.80
误 差	86	1.524 3		0.000 7		6.044 2		0.550 4	

2.2 遗传模型的测验

按 Hayman Vr-Wr 分析法,计算各公共亲本的方差 Vr 和协方差 Wr,将试验资料 3 个区组合并成各基因型总和数(表 3 略)。由各基因型总和数算出各公共亲本的方差 Vr 和协方差 Wr 列于表 4。以系列方差 Vr 为自变量 X,系列协方差 Wr 为因变量 Y,进行协方差分析得表 5。由表 5 的 F+M 行得到 Wr 依 Vr 的直线回归系数 b_{F+M} 。如此回归系数 b_{F+M} 能满足①与 0 有显著性差异。且②与 1 差异不显著,可以认为研究的性状符合加性-显性模型。否则,可能存在上位性效应或显性效应不存在。为区别这两种情况,还需对 $Wr+Vr$ 和 $Wr-Vr$ 作方差分析。株高、穗长和穗粗等几个性状的回归系数 b_{F+M} 的测验结果列于表 6。

表 4 各公共亲本系列诸性状的方差 Vr 和协方差 Wr

性 状		株 高		穗 粗		穗 长		穗位高	
	序列号	Vr=X	Wr=Y	Vr=X	Wr=Y	Vr=X	Wr=Y	Vr=X	Wr=Y
雌亲系列	1	1 541.67	3 870.83	0.680 0	0.710 0	42.25	-18.42	1 122.92	3 733.33
	2	439.58	1 110.42	0.080 0	0.260 0	44.92	5.25	556.25	2 358.33
	3	83.33	958.33	0.276 7	0.550 0	3.00	12.17	1 075.00	4 150.00
	4	33.33	-41.67	0.116 7	0.066 7	18.92	21.25	1 672.92	4 208.33
	5	1 789.58	5 922.92	0.320 0	0.586 7	9.67	17.83	3 133.33	7 133.33
	6	5 039.58	1 852.08	1.583 3	-0.176 7	60.33	-4.83	1 022.92	3 933.33
	7	189.58	-1 222.92	0.026 7	-0.006 7	11.67	7.83	872.92	3 308.33
	8	72.92	-572.92	0.346 7	0.540 0	3.58	6.08	22.92	533.33
和		9 189.57	11 877.07	3.430 1	2.530 0	194.34	47.16	9 479.18	29 358.31
雄亲系列	9	2 481.70	4 221.43	0.461 4	0.640 0	21.70	33.21	1 385.71	1 057.14
	10	1 483.93	2 771.43	0.398 6	0.365 7	17.12	26.21	405.36	1 162.5
	11	3 074.55	3 450.00	1.187 1	0.657 1	53.84	30.21	867.41	1 158.04
	12	3 749.55	4 350.00	0.522 9	0.330 0	36.70	25.79	1 045.98	879.46
和		10 789.73	14 792.86	2.570 0	1.992 8	129.36	115.42	3 704.46	4 257.14

性 状		穗行数		粒 长		百粒重		小区产量	
	序列号	Vr=X	Wr=Y	Vr=X	Wr=Y	Vr=X	Wr=Y	Vr=X	Wr=Y
雌亲系列	1	26.67	-5.33	0.063 3	-0.031 7	302.70	-60.72	12.72	1.79
	2	11.67	10.67	0.013 3	-0.016 7	206.79	-43.30	7.76	-0.68
	3	8.00	10.67	0.060 0	-0.030 0	229.54	-37.74	5.16	1.84
	4	1.00	2.67	0.016 7	-0.001 7	156.12	-143.87	12.40	1.53
	5	9.00	10.67	0.056 7	-0.015 0	144.22	197.02	6.58	2.16
	6	73.00	21.33	0.049 2	0.012 5	24.32	-27.35	18.35	-1.98
	7	12.00	16.00	0.020 0	0.006 7	2.43	-5.08	4.28	1.19
	8	17.33	21.33	0.030 0	-0.017 0	82.81	-6.26	8.84	2.28
和		158.67	88.01	0.309 2	-0.097 6	1 148.93	-127.30	76.09	8.13
雄亲系列	9	30.79	14.93	0.057 1	0.026 4	128.00	97.35	6.22	0.72
	10	16.00	9.14	0.029 8	0.030 9	101.93	62.69	0.78	-0.15
	11	14.79	5.79	0.057 0	-0.002 9	122.30	69.00	21.22	8.21
	12	21.71	6.00	0.039 8	-0.001 3	74.27	79.32	9.17	-4.69
和		83.29	35.86	0.183 7	0.053 1	426.50	308.36	37.39	4.09

由表 6 可知,穗位高 $b_{F,M}=1.176\ 2$ 、 $S_b=0.517\ 1$, 测验 $H_0:\beta=0$, $t=2.274\ 6$ 显著, $H_0:\beta=1$, $t=0.340\ 7$ 不显著,说明穗位高的遗传符合加性—显性模型。其他几个性状的遗传模型还有待于对 W_r+V_r 和 W_r-V_r 进一步方差分析来确定。

2.3 W_r+V_r 和 W_r-V_r 的方差分析

按 Hayman V_r-W_r 分析方法算出每一区组中各公共亲本系列的 W_r 和 V_r 值,得 W_r+V_r 和 W_r-V_r 其结果列于表 7(略),对表 7 作常规方差分析得表 8。

在表 8 中,如果不存在显性效应($h=0$)则雌亲内或雄亲内(W_r+V_r)均属同质,若存在显性效应($h\neq 0$)则 F 值显著。同理,若上位性效应($I=0$)不存在,则雌亲内、雄亲内(W_r-V_r)也属同质,反之,如 $I\neq 0$ 则 F 值显著,存在上位性效应。由表 8 结果看出:株高的 $H_0:h=0$, $F=4.609\ 9$ 显著, $H_0:I=0$, $F=3.498\ 5$ 极显著,这说明株高性状的遗传不仅有加性效应、显性效应,还有上位性效应;测验 $H_0:pq=uv$, $F=22.120\ 1$ 极显著,表明控制株高性状增、减效等位基因频率在雌、雄亲间是不相等的。同理,穗行数的遗传符合加性—显性—上位性模型,百粒重符合加性—显性模型,但控制该性状的雌、雄系的增、减效等位基因频率是不同的。粒长的 $H_0:h=0$, $F=0.746\ 3$ 不显著, $H_0:I=0$, $F=3.141\ 7$ 显著,表明粒长的遗传除加性效应外,还有上位性效应,显性效应不显著。小区产量的遗传除加性效应外,存在上位性效应,显性效应不显著。穗粗和穗长显性效应和上位性效应均不显著,只有加

性效应,但穗粗的 $H_0: pq=uv$, $F=29.772$ 极显著,表明控制穗粗的增、减效等位基因在雌、雄亲间是不相等的。

表 5 协方差分析

性 状	变异来源	df	SSX	SSY	SP	离回归分析			
						df	Q	Ms	F
株 高	Total	11	29 827 749.8	54 523 974.2	23 296 548.9	10	36 328 528.88		
	FvsM	1	6 396 223.9	13 066 511.9	9 126 820.2				
	F+M	10	23 431 525.9	41 457 462.3	14 169 728.7	9	32 888 613.12	3 654 290.35	
	Testing $H: pq=uv$					1	3 439 915.76		0.941 3
穗 粗	Total	11	2.343 4	0.925 2	-0.109 2	10	0.920 1		
	FvsM	1	0.121 8	0.088 4	0.103 7				
	F+M	10	2.221 6	0.836 8	-0.212 9	9	0.816 4	0.090 7	
	Testing $H: pq=uv$					1	0.103 7		1.143 4
穗 长	Total	11	4 329.870 9	2 570.9918	-752.914 2	10	2 440.07		
	FvsM	1	172.699 4	1 405.7643	592.721 6				
	F+M	10	4 157.171 5	1 165.2275	-1 245.635 8	9	791.99	87.999	
	Testing $H: pq=uv$					1	1 648.08		18.728 4**
穗位高	Total	11	6 598 239.5	42 433 902.6	13 209 539.1	10	15 988 678.4		
	FvsM	1	178 582.4	18 103 066.2	1 798 023.3				
	F+M	10	6 419 657.1	24 330 836.4	11 411 515.8	9	4 045 844.4	449 538.3	
	Testing $H: pq=uv$					1	11 942 834.0		26.57**
穗行数	Total	11	3 782.178 9	640.342 8	609.363 4	10	542.165 6		
	FvsM	1	475.371 5	11.056 8	-5.368 9				
	F+M	10	3 306.807 4	629.286 0	614.732 3	9	515.007 9	57.223 1	
	Testing $H: pq=uv$					1	27.157 7		0.474 6
粒 长	Total	11	0.003 8	0.004 5	-0.000 8	10	0.004 3		
	FvsM	1	0.000 2	0.001 6	0.000 4				
	F+M	10	0.003 6	0.002 9	-0.001 2	9	0.002 5	0.000 3	
	Testing $H: pq=uv$					1	0.001 8		6.0*
百粒重	Total	11	80 121.14	89 042.42	-21 829.46	10	83 094.86		
	FvsM	1	3 948.94	23 065.24	-9 174.07				
	F+M	10	76 472.20	65 977.18	-12 655.39	9	63 882.84	7 098.09	
	Testing $H: pq=uv$					1	19 212.02		2.706 6
小区产量	Total	11	379.416 1	102.090 6	69.096 4	10	89.51		
	FvsM	1	0.071 5	0.000 1	-0.003 0				
	F+M	10	379.344 6	102.090 5	69.099 4	9	89.50	9.944 4	
	Testing $H: pq=uv$					1	0.01		0.001 0

表 6 W_r-V_r 回归系数显著性测验

性 状	$b_{F,M}$	Sb	$\beta=0$	$\beta=1$
			T	t
株 高	0.604 7	0.394 9	1.531 3	1.001 0
穗 粗	-0.095 8	0.202 1	0.474 0	5.422 1**
穗 长	-0.299 6	0.145 5	0.059 1	8.932 0**
穗位高	1.176 2	0.517 1	2.274 6*	0.340 7
穗行数	0.185 9	0.131 5	1.413 7	6.190 9**
粒 长	-0.333 3	0.288 7	0.154 5	4.618 3**
百粒重	-1.165 5	0.304 7	0.543 2	3.825 1**
小区产量	0.182 2	0.161 9	1.125 4	5.051 3**

2.4 其他遗传信息

上述模型测验还含有多方面的遗传信息,其中最主要的是在加性—显性模型为适合时有关显性性质和显性方向的信息。为此,对具有显性效应的株高、穗位高、百粒重和穗行数的显性性质和显性方向作以判断。其标准是:显性性质分为①部分显性、②完全

显性和③超显性。当供试杂种为 F_1 时,这一区分可由 W_r-V_r 作出。即 $W_r-V_r>0$ 为①, $=0$ 为②, <0 为③。 W_r 与 V_r 之差的平均数也可以表示。显性方向分为①增效等位基因显性、②增效等位基因显性和③双向显性即增、减效等位基因均可能为显性或隐性。随位点而有不同。这一区分可通过对各公共亲本的平均数(或总和数)与该亲本系列的 W_r-V_r 的线性相关系数 r 的显著性分析作出判断:显著的负相关表示①,显著的正相关表示②,无显著相关表示③。

表 8 W_r+V_r 和 W_r-V_r 的方差分析

性 状	变异来源	df	W_r+V_r			W_r-V_r		
			SS	MS	F	SS	MS	F
株 高	区组	2	420 550.907 1	210 275.453 6	2.509 4	365 735.613	182 867.806 5	5.023 6*
	F+M	10	3 862 926.755	386 292.675 5	4.609 9*	1 273 531.931	127 353.193 1	3.498 5*
	FvsM	1	1 853 579.37	1 853 579.37	22.120 1**	135 483.549	135 483.549	3.721 9
	误差	22	1 843 518.088	83 796.276 7		800 842.513	36 401.932 4	
	总计	35	7 980 575.12			2 575 593.607		
穗 粗	区组	2	0.104 3	0.052 15	2.028 4	0.031 9	0.016 0	0.715 2
	F+M	10	0.084 5	0.008 45	0.328 7	0.276 7	0.027 67	1.236 9
	FvsM	1	0.017 2	0.017 2	0.669 0	0.666 0	0.666 0	29.772*
	误差	22	0.565 7	0.025 71		0.492 2	0.022 37	
	总计	35	0.771 7			0.867 4		
穗 长	区组	2	59.895	29.947 5	0.630 3	63.102 4	31.551 2	0.666 4
	F+M	10	529.23	52.923	1.113 8	566.491	56.649 1	1.196 5
	FvsM	1	51.495	51.495	1.083 7	8.418 2	8.418 2	0.177 8
	误差	22	1 045.345	47.515 7		1 041.600 8	47.345 5	
	总计	35	1 685.965			1 679.612 9		
穗行数	区组	2	19.770 9	9.885 5	1.279 4	0.262 1	0.131 1	0.030 6
	F+M	10	196.483 3	19.648 3	2.542 0*	120.634 8	12.063 5	2.818 5*
	FvsM	1	5.583 3	5.583 3	0.722 3	2.221 3	2.221 3	0.519 0
	误差	22	170.048 4	7.729 5		94.161 7	4.280 1	
	总计	35	391.885 9			217.279 9		
粒 长	区组	2	0.000 04	0.000 02	0.746 3	0.000 457	0.000 228 5	17.992 1
	F+M	10	0.000 2	0.000 02	0.746 3	0.000 399	0.000 039 9	3.141 7*
	FvsM	1	0.000 1	0.000 1	3.731 3	0.000 004	0.000 004	0.315 0
	误差	22	0.000 59	0.000 026 8		0.000 28	0.000 012 7	
	总计	35	0.000 93			0.001 14		
百粒重	区组	2	233.708 7	116.854 4	1.855	41.634 3	20.817 2	0.102 2
	F+M	10	2 028.390 1	202.839	3.220*	3 763.131 8	376.313 2	1.846 7
	FvsM	1	1 039.908 1	1 039.908 1	16.508 1**	3 369.931 3	3 369.931 3	16.537 5
	误差	22	1 385.866	62.993 9		4 483.064 6	203.775 7	
	总计	35	4 687.872 9			11 657.762		
小区产量	区组	2	2.883	1.441 5	1.339 7	2.136 7	1.068 4	1.485 1
	F+M	10	18.530 7	1.853 1	1.722 2	30.785 5	3.078 6	4.279 4*
	FvsM	1	1.732 9	1.732 9	1.610 5	0.357	0.357	0.496 2
	误差	22	23.672 2	1.076		15.825 7	0.719 4	
	总计	35	46.818 8			49.104 9		

因此,根据上述原理,对株高、穗位高,穗行数和百粒重进行 W_r 与 V_r 的平均数之差计算得株高和穗位高分别是 61.95 和 189.18 大于零,所以显性性质平均为部分显性,穗行数和百粒重分别是 -2.035 8 和 -12.910 8 小于零,所以它们的显性性质平均为超显性。同理,由表 3 和表 4 得 W_r+V_r 和总和数的相关系数分别是株高为 0.552 8、穗位高为 -0.455 8、百粒重为 0.282 和穗行数为 0.035 3,均不显著。因此,这几个性状的显性方向均为双向显性,即控制这几个性状的增、减效等位基因均可能为显性或隐性,随位点而不同。这表明控制株高、穗位高、百粒重和穗行数基因的显性方向,在不同的杂交组合

表现不同,这也是符合实际结果的。例如百粒重的 3×10 、穗行数的 5×9 、 1×12 、 6×11 等,表现负向超显性,即减效等位基因为显性,而百粒重的 2×9 、 4×9 、 8×12 、 1×11 和株高的 8×12 、 8×11 等则表现正向超显性,即增效等位基因为显性。

3 结论与讨论

通过本研究初步得出的结论是,穗位高和百粒重符合加性—显性遗传模型,株高和穗行数符合加性—显性—上位性模型,粒长和小区产量符合加性—上位性模型,穗粒和穗长只有加性效应,这些结果大部分与以往研究相符,如百粒重、株高和穗粗等,也有不同的地方,穗长的遗传本研究只有加性效应,这与以往受多种遗传效应互作是不同的,粒长的遗传也与杨伟光等研究略有不同。本研究显性效应不显著,小区产量按常理也应具有显性效应。但本研究也有差异,所有不同可能与本研究的试材、亲本材料的亲缘关系以及遗传模型假设的相符程度都有关系。因此,本结论仅限于本试验,有些结论有待于进一步的遗传分析来确定。

参考文献:

- [1] 莫惠栋,等. 增广 NC II 设计和遗传模型测验[J]. 作物学报,1991,17(1):1-9.
- [2] 杨伟光,等. 玉米子粒性状的遗传研究[J]. 玉米科学,2001,(3):37-39.
- [3] 刘来福,等. 作物数量遗传[M]. 北京:农业出版社出版,1984.

Genetic Studies on Main Agronomic Characters of Maize

LIU Peng¹, REN Ying¹, WANG Hong-qiu²

(1. Sugarbeet Breeding Research Institute of Taonan, 137100, China;

2. Agricultural Technology Extension Station of Longzhao Town, Daan City)

Abstract: The genetic model of maize including the plant height, ear diameter, ear length, ear placement, row number, grain length, 100 grain weight and plot yield was studied using augmented NC II design. The results show that the ear placement and 100 grain weight were inherited in accordance with additive-dominance effect. The plant height and row number were inherited in accordance with additive-dominance-epistatic effect. The grain length and plot yield were inherited in accordance with additive-epistatic effect. The ear diameter and length were inherited in accordance with additive effect. As to the character of dominance, the plant height and ear placement were part-dominance, the 100 grain weight and row number were over-dominance. These characters were both positive and negative in the direction of average dominance.

Key words: Maize; Augmented NC II design; Genetic model; Vr-Wr analysis