

文章编号: 1005-0906(2003)04-0067-05

玉米单交种产量指示性状分析

邢吉敏, 蔡春泉

(中种集团承德长城种子有限公司, 河北 承德 067000)

摘要: 按NC II 遗传交配设计, 组配84个正反杂交组合, 随机区组种植后, 对16个玉米产量构成性状进行了遗传相关、线性回归和通径系数分析。结果表明: 穗位、株高、穗位/株高、穗长、穗粗、结实长、穗行数、行粒数、百粒重、子粒长、子粒长/宽比11个性状与子粒产量的遗传相关系数为正值, 除穗行数与子粒产量的遗传相关未达显著水平外, 其余10个性状皆达极显著水平; 以决策系数来确定16个产量性状的相对重要性排序为穗长>子粒长>穗粗>行粒数>结实长>穗位>百粒重>穗行数>容重>叶角>子粒厚>子粒宽>出籽率>子粒长/宽>穗位/株高>株高。从中选出前7个主要性状组成回归方程, 作为北方春播区玉米子粒产量的选择指示性状。

关键词: 玉米; 产量; 指示性状; 线性回归; 决策系数

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Yield Indicating Traits Analysis of Maize Hybrids

XING Ji-min, CAI Chun-quan

(Great Wall Seeds Company Ltd, Chinese Seeds Group, Chengde 067000, China)

Abstract: 84 crosses and reverse crosses were made according to NCII genetic mating design. After they had been planted with random blocks, analysis of genetic correlation, linear regression and path coefficient were conducted to 16 traits which constitute the yield or related with it. The results indicated that the genetic correlation coefficients are all positive between grain yield and ear position, plant height, ear position/plant height, ear length, ear width, length of the ear with kernels, ear rows, kernels per row, hundred kernel weight, kernel length, kernel length/width. All of those correlation were extremely significant in statistic except the one between yield and ear rows. On the basis of their determining coefficients, the rank of importance for the 16 yield related traits was as follow: ear length> kernel length> ear width> kernels per row> length of ear with kernels> ear insertion> hundred kernel weight> ear rows> unit weight> leaf angle> kernel thickness> kernel width> kernel ratio> kernel length> ear position/plant height> plant height. The upper 7 important traits were chosen to built a regression equation which could be as a indicative character for yield selection in Northern spring sowing maize zone.

Key words: Maize; Yield; Indicative charactes; Linear regression; Determining coefficient

高产是当前及今后相当长一段时期玉米育种的主要目标。玉米子粒产量的高低, 与其株型、穗型、粒型构成性状密切相关。本研究的目的是对玉米产量及其构成因素的16个农艺性状进行遗传相关分析, 通过线性回归、通径系数和决策系数来确定玉米小区子粒产量的指示性状, 以指导高产育种实践。

1 材料与方法

1.1 试验设计和性状测定

2001年冬季, 选用自选和引入的13个普通玉米

自交系, 按 $p=7(N_1=丹 3130, N_2=CKX1, N_3=1172, N_4=543, N_5=9413-4, N_6=C110, N_7=马长)$ 和 $q=6(N_8=1177, N_9=王 69, N_{10}=NDCH2, N_{11}=F349, N_{12}=丹 232, N_{13}=K22)$, 组配 84 个正反交组合。2002 年春季在承德种植, 随机区组设计, 3 次重复, 每小区双行, 行长 4 m, 行距 0.5 m, 每小区 22 株。

成熟期测量株高、穗位和叶夹角, 每小区测量 5 株; 收获小区全部果穗, 待子粒风干后选取 5 穗考种, 穗长=5 穗长/5, 穗粗=5 穗粗/5, 结实长=平均穗长-平均秃尖; 用游标卡尺测量粒长、粒宽和粒厚(精确到 0.01 cm), 每份样测 30 粒, 求小区平均数; 测小区实产、子粒含水量和小区收获果穗数, 把小区实产折算到小区相同果穗 13% 标准含水量时的产量。公式为理论产量=小区产量 $\times(1-实际含水量+13\%) \times \{1+$

收稿日期: 2003-07-09

基金项目: 国家 863 计划(2001AA241051)

作者简介: 邢吉敏(1965-), 男, 河北平泉人, 高级农艺师, 主要从事玉米遗传育种的研究。Tel: 13932469278

E-mail: cexjm@sohu.com

(22-实收果穗数)×0.7/实收果穗}。百粒重用十分之一托盘天平称重。

1.2 数据统计

多元线性回归和通径分析的有关参数和计算方法见参考文献[1]和[2]。试验数据在DPS数据处理系统软件和Excel上处理。

2 结果与分析

2.1 各性状与子粒产量的相关分析

由玉米杂种F₁的株型、穗型和粒型各性状考种均值(略)得到16个性状间、以及与子粒产量的相关系数。

表1结果表明:①性状间遗传相关为显著或极显著水平正相关的有:穗位与株高、穗位/株高、穗粗、穗行数、行粒数、子粒长、子粒长/宽;株高与穗位/株高、穗长、穗粗、结实长、穗行数、行粒数、子粒长、子粒长/宽;穗位/株高与穗粗、穗行数、子粒长、子粒长/宽;叶角与出籽率、百粒重、容重、子粒宽;穗长与结实长、行粒数、百粒重、子粒宽、子粒厚;穗粗与穗行数、子粒长/宽;结实长与行粒数、百粒重、子粒长、子粒宽;出籽率与容重、穗行数与子粒长/宽;行粒数与子粒长;百粒重与子粒长、子粒宽、子粒厚;子粒长

与子粒长/宽。②性状间遗传相关为显著或极显著负相关水平的有:穗位与出籽率、株高与出籽率、叶角与穗行数、叶角与子粒长/宽、穗长与穗粗、穗长与穗行数、穗粗与结实长、穗粗与出籽率、穗粗与子粒宽、结实长与穗行数、出籽率与穗行数、出籽率与子粒厚、穗行数与行粒数、穗行数与百粒重、穗行数与子粒宽、子粒宽与子粒长/宽。③遗传相关系数较高的相关性状有:穗位与株高、穗位/株高、株高与穗位/株高、穗长与结实长、穗粗与穗行数、结实长与行粒数、子粒宽与子粒长/宽。④穗位、株高、穗位/株高、穗长、穗粗、结实长、穗行数、行粒数、百粒重、子粒长、子粒长/宽11个性状与子粒产量呈正相关,除穗行数相关不显著、子粒长/宽相关显著外,皆呈极显著水平;而叶角、出籽率、容重、子粒宽、子粒厚与产量呈负相关,但不显著;各产量组成因素与子粒产量的遗传相关依次为株高>穗位>结实长>子粒长>穗长>行粒数>穗粗>穗位/株高>百粒重>子粒长/宽>穗行数>容重>子粒宽>叶角>子粒厚>出籽率。相关系数虽然表明了各性状间的相关程度,但要弄清各性状对子粒产量的作用大小,还必须进一步进行回归分析才能分清各产量组成因素对子粒产量所起的真正作用。

表1 杂交种各性状间的相关系数

因子	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
X ₂	0.897**							
X ₃	0.869**	0.568**						
X ₄	-0.187	-0.222	-0.114					
X ₅	0.160	0.369**	-0.079	-0.026				
X ₆	0.437**	0.379**	0.369**	-0.232	-0.288*			
X ₇	0.173	0.336**	-0.020	-0.019	0.891**	-0.363*		
X ₈	-0.235*	-0.344*	-0.071	0.363**	-0.193	-0.464*	0.048	
X ₉	0.286*	0.238*	0.246*	-0.466*	-0.386*	0.794**	-0.465*	-0.522*
X ₁₀	0.313**	0.402**	0.157	-0.222	0.438**	-0.086	0.670**	0.149
X ₁₁	0.083	0.059	0.100	0.386**	0.444**	-0.032	0.283*	-0.082
X ₁₂	0.068	-0.064	0.180	0.357**	-0.185	-0.222	-0.030	0.449**
X ₁₃	0.439**	0.358**	0.428**	0.060	0.226	0.220	0.293*	0.079
X ₁₄	-0.117	-0.052	-0.148	0.391**	0.275*	-0.244*	0.229	0.067
X ₁₅	0.238*	0.145*	0.274*	-0.280*	-0.123	0.242*	-0.052	0.010
X ₁₆	-0.013	0.076	-0.091	0.021	0.422**	-0.001	0.203	-0.406*
y	0.540**	0.591**	0.347**	-0.089	0.533**	0.407**	0.539**	-0.108

因子	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆
X ₁₀	-0.246*							
X ₁₁	-0.337*	-0.118						
X ₁₂	-0.190	-0.055	0.169					
X ₁₃	-0.033	0.364**	0.468**	0.157				
X ₁₄	-0.391*	-0.062	0.271*	-0.137	-0.030			
X ₁₅	0.233*	0.216	0.003	0.199	0.425**	-0.904*		
X ₁₆	-0.006	-0.165	0.408**	-0.106	0.029	0.060	-0.020	
y	0.136	0.501**	0.310**	-0.046	0.535**	-0.046	0.238*	-0.094

注: ①X₁=穗位 X₂=株高 X₃=穗位/株高 X₄=叶角 X₅=穗长 X₆=穗粗 X₇=结实长 X₈=出籽率 X₉=穗行数 X₁₀=行粒数 X₁₁=百粒重 X₁₂=容重 X₁₃=子粒长 X₁₄=子粒宽 X₁₅=子粒长/宽 X₁₆=子粒厚 y=产量。下表同。②r_{67,005}=0.232, r_{67,001}=0.302。

2.2 产量构成因素与子粒产量的回归分析

2.2.1 线性回归分析 以84个杂种的16个性状为自变量,小区子粒产量为因变量进行线性回归分析。方差结果表明, $F=23.191$ 达极显著水平,各性状与子粒产量线性回归极显著。复相关系数 $R=0.920\ 353$,决定系数 $RR=0.847\ 050$,调整后复相关 $R'=0.900\ 292$,模型有效。以各性状的回归系数建立回归方程为:

$$Y = -10.805 + 0.320X_1 - 0.014X_2 - 6.573X_3 + 0.006X_4 + 0.251X_5 + 1.206X_6 + 0.026X_7 + 6.692X_8 + 0.037X_9 + 0.019X_{10} + 0.013X_{11} + 0.016X_{12} + 1.863X_{13} - 2.769X_{14} - 1.035X_{15} - 2.979X_{16}$$

但回归方程自变量过多,实际操作较麻烦,这些因素之间可能存在多重共线性,且回归系数有负值,与实际愿望不符。为了得到一个可靠的回归模型,需

要从众多影响子粒产量的因素中挑选出对子粒产量贡献大的变量,在这些性状和子粒产量的观测数据基础上建立“最优”的回归方程。

2.2.2 通径分析 各产量组成因素对子粒产量的直接和间接通径系数见表2。

计算各性状的决策系数并据此作重要程度排序如下:穗长>子粒长>穗粗>行粒数>结实长>穗位>百粒重>穗行数>容重>叶角>子粒厚>子粒宽>出籽率>子粒长/宽>穗位/株高>株高。各个性状与子粒产量的遗传相关通径分析表明:剩余因子的通径系数为0.391 088,在遗传关系上各性状对子粒产量有显著的决定作用,这说明上述16个产量构成因素基本决定了玉米子粒产量。

表2 各性状通径系数分析

因子	直接作用	通过 X_1	通过 X_2	通过 X_3	通过 X_4	通过 X_5	通过 X_6	通过 X_7	通过 X_8
X_1	1.009		-0.538	-0.398	-0.011	0.126	0.282	0.014	-0.068
X_2	-0.599	0.905		-0.260	-0.013	0.290	0.245	0.027	-0.099
X_3	-0.458	0.877	-0.340		-0.007	-0.062	0.238	-0.002	-0.021
X_4	0.061	-0.189	0.133	0.052		-0.021	-0.150	-0.002	0.105
X_5	0.785	0.162	-0.221	0.036	-0.002		0.186	0.072	-0.056
X_6	0.646	0.441	-0.227	-0.169	-0.014	-0.226		-0.029	-0.134
X_7	0.081	0.174	-0.202	0.009	-0.001	0.700	-0.234		0.014
X_8	0.289	-0.237	0.206	0.032	0.022	-0.152	-0.300	0.004	
X_9	0.119	0.289	-0.143	-0.113	-0.028	-0.303	0.513	-0.038	-0.151
X_{10}	0.120	0.316	-0.241	-0.072	-0.013	0.344	-0.055	0.054	0.043
X_{11}	0.091	0.084	-0.036	-0.046	0.023	0.349	-0.021	0.023	-0.024
X_{12}	0.048	0.069	0.038	-0.083	0.022	-0.145	-0.143	-0.002	0.130
X_{13}	0.129	0.443	-0.215	-0.196	0.004	0.178	0.142	0.024	0.023
X_{14}	-0.289	-0.118	0.031	0.068	0.024	0.216	-0.158	0.018	0.019
X_{15}	-0.213	0.240	-0.087	-0.126	-0.017	-0.097	0.156	-0.004	0.003
X_{16}	-0.170	-0.013	-0.045	0.042	0.001	0.332	-0.006	0.016	-0.117
因子	通过 X_9	通过 X_{10}	通过 X_{11}	通过 X_{12}	通过 X_{13}	通过 X_{14}	通过 X_{15}	通过 X_{16}	$R^2_{(i)}$
X_1	0.034	0.038	0.008	0.003	0.057	0.034	-0.051	0.002	0.073
X_2	0.028	0.048	0.005	-0.003	0.046	0.015	-0.031	-0.013	-1.068
X_3	0.029	0.019	0.009	0.009	0.055	0.043	-0.059	0.015	-0.527
X_4	-0.056	-0.027	0.035	0.017	0.008	-0.113	0.060	-0.004	-0.014
X_5	-0.046	0.053	0.040	-0.009	0.029	-0.079	0.026	-0.072	0.220
X_6	0.095	-0.010	-0.003	-0.011	0.028	0.070	-0.052	0.002	0.108
X_7	-0.055	0.081	0.026	-0.001	0.038	-0.066	0.011	-0.035	0.081
X_8	-0.062	0.018	-0.007	0.021	0.010	-0.019	-0.002	0.069	-0.146
X_9		-0.030	-0.031	-0.009	-0.004	0.113	-0.050	0.001	0.018
X_{10}	-0.029		-0.011	-0.003	0.047	0.018	-0.046	0.028	0.106
X_{11}	-0.040	-0.014		0.008	0.061	-0.078	-0.001	-0.070	0.048
X_{12}	-0.023	-0.007	0.015		0.020	0.040	-0.042	0.018	-0.007
X_{13}	-0.004	0.044	0.042	0.008		0.009	-0.091	-0.005	0.122
X_{14}	-0.047	-0.008	0.025	-0.007	-0.004		0.193	-0.010	-0.057
X_{15}	0.028	0.026	0.000	0.010	0.055	0.261		0.003	-0.147
X_{16}	-0.001	-0.020	0.037	-0.005	0.004	-0.017	0.004		-0.043

但由于性状太多,育种选择操作不便,可通过决策系数进行性状筛选。株高对子粒产量的决定作用最大($b^*=-0.013\ 772$ 、 $R_2^2=-59.9\%$ 、 $R_{(2)}^2=-106.82\%$),然而它限制了其他各性状的形成。

决策系数大于零的8个性状是:穗位、穗长、穗

粗、结实长、穗行数、行粒数、百粒重和子粒长。用这8个性状作自变量与子粒产量因变量进行回归分析,回归方程检验 $F=28.810\ 64$,各性状与子粒产量的回归方程极显著。相关系数 $R=0.868\ 861\ 3$,决定系数 $RR=0.754\ 89$,调整相关 $R'=0.853\ 406$,遗传相

关亦极显著。计算回归系数,得到下面的回归方程:

$$Y = -9.136 + 0.003X_1 + 0.070X_2 + 1.093X_3 + 0.131X_4 - 0.013X_5 + 0.016X_6 + 0.006X_7 + 1.994X_8$$

其中, X_1 =穗位, X_2 =穗长, X_3 =穗粗, X_4 =结实长, X_5 =穗行数, X_6 =行粒数, X_7 =百粒重, X_8 =子粒长。

穗行数的回归系数为负值,不符合育种期望,必须进行重新拟合。这样分两种情况:一是继续保留穗行数,再对增加其它性状进行拟合,结果增加出籽率后,回归方程检验 $F=33.301$, 相关系数 $R=0.905\ 560$, 决定系数 $RR=0.820\ 040$, 调整相关 $R'=0.893\ 394$, 三个系数相应增加,接近16个自变量时的水平,各性状回归系数为正值。进行通径分析(略)。剩余通径系数 $=0.424\ 217$, 直接作用皆为正值。另一是由于穗行数与穗粗高度相关,去掉穗行数,保留7个决策系数 >0 的其它性状,以这7个性状作自变量,与子粒产量因变量再进行回归分析。回归方程检验 $F=33.301$, 各性状与子粒产量的回归方程极显著。相关系数 $R=0.868\ 407$, 决定系数 $RR=0.754\ 130$, 调整相关 $R'=0.855\ 269$, 计算回归系数,各性状回归系数为正值。对保留的穗位、穗长、穗粗、结实长、行粒数、百粒重和子粒长7个性状进行通径分析(略),剩余通径系数为 $0.495\ 852$, 直接作用皆为正值。如果再减少性状,相关系数、决策系数大幅度减小,剩余通径系数大于50%。说明上述7个产量构成因素是临界值,基本决定了玉米子粒产量,符合育种期望。回归方程为:

$$Y = -9.106\ 4 + 0.003\ 01X_1 + 0.670\ 6X_2 + 1.033\ 88X_3 + 0.131\ 25X_4 + 0.018\ 91X_5 + 0.004\ 55X_6 + 1.928\ 06X_7$$

其中, X_1 =穗位, X_2 =穗长, X_3 =穗粗, X_4 =结实长, X_5 =行粒数, X_6 =百粒重, X_7 =子粒长, Y =产量。

现结合表2,对16个性状分析如下:

穗位对子粒产量的效应:穗位与子粒产量的直接通径系数为1.009,通过穗长、穗粗、结实长、穗行数、行粒数、百粒重、容重、子粒长、子粒宽和子粒厚所起作用均为正值,通过株高、穗位/株高、叶角、出籽率、子粒长/宽5个性状所起作用为负值。说明增加穗位高度可以提高玉米子粒产量。

株高对子粒产量的效应:株高与子粒产量的直接通径系数为-0.599,说明株高并不能表明子粒产量的高低,其通过穗位、穗长、穗粗、结实长、穗行数、行粒数、百粒重、子粒长和子粒宽所起作用为正值,通过穗位/株高等6个性状所起作用为负值。株高直接效应为负值的原因是通过穗位所起的间接效应有很大的正值(0.955)。说明株高性状与穗位高度相关,可以通过穗位来起作用。

穗长对子粒产量的效应:穗长与子粒产量的直

接通径系数为0.785,排在穗位之后列第2位,其通过穗位等7个性状所起作用为正值,通过株高等8个性状所起作用为负值。说明增加果穗长度可提高玉米子粒产量。

穗粗对子粒产量的效应:穗粗与子粒产量的直接通径系数为0.646,其通过穗位等5个性状所起作用为正值,株高等10个性状为负值。说明适当增加穗粗可以提高玉米子粒产量。

结实长对子粒产量的效应:结实长与子粒产量的直接通径系数为0.081,其通过穗位等8个性状所起作用为正值,通过株高等7个性状所起作用为负值。说明增加穗长,减小秃尖可提高玉米子粒产量。

行粒数对子粒产量的效应:行粒数与子粒产量的直接通径系数为0.120,其通过穗位等7个性状所起作用为正值,通过株高等8个性状所起作用为负值。说明增加行粒数可以提高玉米子粒的产量。

百粒重对子粒产量的效应:百粒重与子粒产量的直接通径系数为0.091,其通过穗位等5个性状所起作用为正值,通过株高等11个性状所起作用为负值。说明适当提高百粒重,可增加玉米子粒产量。

子粒长对子粒产量的效应:子粒长与子粒产量的直接通径系数为0.129,其通过穗位等10个性状所起作用为正值,通过株高等5个性状所起作用为负值。说明增加子粒长度,是增加玉米子粒产量的有效途径。

穗位/株高、子粒宽、子粒长/宽、子粒厚对子粒产量的效应:穗位/株高、子粒宽、子粒长/宽、子粒厚与子粒产量的直接通径系数为负值,分别为-0.458、-0.289、-0.213和-0.170。穗位/株高通过穗位所起间接作用有很大的正值0.877,与穗位高度相关,可以通过穗位来起作用。子粒宽、子粒长/宽、子粒厚3个性状的决策系数亦是负值,总的作用是限制其他性状的作用,但不显著,育种时可不予考虑。

叶角、容重、出籽率对子粒产量的效应:叶角、容重、出籽率与子粒产量的直接通径系数为正值,分别为0.061、0.129和0.289。但其决策系数为负值,总的作用是限制其他性状的作用,且与子粒产量负相关,但不显著,育种时可不予考虑。

3 讨论

3.1 玉米子粒产量构成因素的组成及其相关

本研究对玉米株型、穗型和粒型共16个产量构成性状与玉米子粒产量的关系进行了遗传相关分析。结果表明,穗位、株高、穗位/株高、穗长、穗粗、结实长、穗行数、行粒数、百粒重、子粒长、子粒长/宽11

个性状与子粒产量的遗传相关系数为正值,除穗行数与子粒产量的遗传相关未达显著水平外,其余10个性状皆达极显著水平。汪朝明等(2000)认为,株高、穗位高、行粒数、穗株(高)比值四者间相互存在极显著的正相关,即“穗株(高)比值”受株高、穗位高直接影响,同时株高、穗位高和“穗株(高)比值”皆对行粒数的增加起到正向效应。与本研究一致。汤国民等(2002)认为,穗高系数与穗长、行粒数、千粒重、产量呈正相关,与穗行数、穗粗呈负相关,穗高系数与株高、穗位高均呈正相关,穗位高对穗高系数的影响作用更大,也就是说,对穗位高的选择可能获得较大的遗传效应。与本研究基本一致,只是在穗高系数与穗长、穗粗、穗行数的相关上有些出入。

3.2 玉米子粒产量构成因素的重要性

线性回归+通径分析+决策系数的分析方法结果表明,穗长、子粒长、穗粗、行粒数、结实长、穗位、百粒重是较为重要的产量性状,可作为高产杂种选择的指示性状。汪朝明等(2000)从几个考察的主要性状对产量形成的相对重要性排序为:行粒数>千粒重>穗行数,说明在种植密度一定时,行粒数对产量的影响最大,千粒重稍次,二者共同起主导作用,穗行数的贡献最小。与本研究结果一致。广成等(2002)对8个产量组成性状通径分析认为,对子粒产量的相对重要性依次为结实长>穗粗>出籽率>千粒重>行粒数>穗行数>结实性>穗长。与本研究结果不太一致,有两种可能:一是其种植环境为夏播试验,二是本研究试验采用了正反交杂交组合为试验基本材料,而其他只为正交或反交。梁晓玲等(2001)认为,各性状对产量的作用由大到小排序为千粒重>出籽率>行粒数>穗长>穗行数>穗粗>茎粗>生育

期>株高>秃尖>穗位。田守芳等(2001)对河南省18年夏玉米区试255个杂交种的产量和穗部性状进行分析,认为选育7500 kg/hm²以上的杂交种,应在稳定、提高穗行数和穗粗的基础上,主攻千粒重、行粒数和穗长。李惠智(1999)用灰色关联度分析了常规育种选育的玉米杂交组合单株产量与果穗性状,其关联度从大到小是穗行数>穗粗>行粒数>百粒重>穗长。董家璞等(1998)对1975~1997年河南省玉米区试材料中主要产量性状与小区产量的关系进行了相关和通径分析,认为行粒数、千粒重在玉米产量构成因素中占主导地位,不宜过多追求穗行数。这些结论的个别性状的重要性与本研究还存在着某些不一致,主要是研究方法和取材的不同。

参考文献:

- [1] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其DPS数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.294-302.
- [2] 袁志发,周静芋.试验设计与分析[M].北京:高等教育出版社,2001.178-197.
- [3] 汪朝明,等.高海拔生态条件下玉米杂交种性状与产量的相关性[J].杂粮作物,2000,20(6):7-10.
- [4] 汤国民,龙丽萍,等.玉米穗高系数对产量性状的影响[J].莱阳农学院学报,2002,19(2):95-97.
- [5] 广成,薛雁.玉米8个产量构成因素的通径分析[J].玉米科学,2002,10(3):33-35.
- [6] 梁晓玲,阿布来提.玉米杂交种的产量比较及主要农艺性状的相关和通径分析[J].玉米科学,2001,9(1):16-20.
- [7] 田守芳,张学舜,等.玉米不同产量水平下穗粒结构分析[J].玉米科学,2001,9(3):58-60.
- [8] 李惠智.玉米杂交种果穗指示性状选育初探[J].内蒙古农业科技,1999,(增刊):47-48.
- [9] 董家璞,贾延钊.玉米杂交种产量性状的演变及其对育种目标的影响[J].河南农业科学,1998,(10):3-4.