

夏玉米杂交种主要农艺性状与产量的遗传相关和通径分析

李军虎

(河北省农科院粮油作物研究所, 石家庄 050031)

摘要 本文通过对夏玉米杂交种几个主要农艺性状的遗传相关与通径分析表明, 果穗长、行粒数、千粒重在影响单株子粒产量诸因素中占主导地位。认为在育种实践中, 以这 3 个农艺性状作为直接选择指标, 并协调好行粒数与千粒重的关系, 在此基础上适当增加穗粗, 可望选出单株产量较高的杂交种。

关键词 玉米杂交种 遗传相关 通径分析 农艺性状

高产育种是玉米的主要育种目标之一。玉米产量是一个受多基因控制的数量性状, 是多个农艺性状共同作用的结果。研究各农艺性状与产量的关系并进一步剖析其在产量构成中的真正作用, 对提高选择效果具有重要意义。本文在玉米主要农艺性状与产量遗传相关分析的基础上, 利用通径分析, 将遗传相关系数分解为直接作用和间接作用, 以进一步明确各农艺性状对产量的相对重要性, 为高产育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

河北、山西、陕西、北京 4 省市联合试验组提供的优良玉米杂交种 16 个, 组合名称如下: 武 314 × 南 2332、武 314 × P₁₂、武 314 × 53、武 314 × 高加 031、京 404 × 南 2332、京 404 × P₁₂、京 404 × 53、京 404 × 高加 031、9101 × 南 2332、9101 × P₁₂、9101 × 53、9101 × 高加 031、南 2332 × GY237、P₁₂ × GY237、53 × GY237、高加 031 × GY237。

1.2 方法

试验于 1993 ~ 1994 年连续两年在本所试验地进行。分别于 6 月 12 日、15 日播种,

随机区组设计, 重复 3 次。6 行区、行长 5m、行距 0.6m、1993 年株距 0.32m、1994 年株距 0.28m, 两年密度分别为 52 080 株/hm²、59 520 株/hm²。每小区取中间 4 行 20 株测量株高、穗位, 收获取中间 4 行 40 株, 晒干后选择有代表性的 10 个果穗进行穗长、穗粗、穗行数、行粒数和千粒重的测验。将 40 株全部脱粒计小区产量。

上述各性状均以小区平均数进行方差、协方差分析, 然后根据下述公式分别估算表型相关系数 r_p , 遗传相关系数 r_g 和环境相关系数 r_e , 并依遗传相关系数进行通径分析。

统计分析借助微机进行

$$r_p(x_{ij}) = \text{COV}_p(x_{ij}) / \sqrt{\delta_p^2(x_i) \cdot \delta_p^2(x_j)}$$

$$r_g(x_{ij}) = \text{COV}_g(x_{ij}) / \sqrt{\delta_g^2(x_i) \cdot \delta_g^2(x_j)}$$

$$r_e(x_{ij}) = \text{COV}_e(x_{ij}) / \sqrt{\delta_e^2(x_i) \cdot \delta_e^2(x_j)}$$

2 结果与分析

2.1 遗传相关分析

2.1.1 各农艺性状与单株子粒产量的相关性

表 1 结果表明,所研究的 7 个农艺性状均不同程度的与单株子粒产量呈正相关。穗长(X_3)、株高(X_1)、千粒重(X_7)与单株子粒产量呈极显著正相关,遗传相关系数分别为 0.565 3、0.393 7、0.365 7;行粒数(X_6)与单株子粒产量相关显著 $r_{6y} = 0.325 0$;穗粗(X_4)和

穗位(X_2)与单株子粒产量接近显著水平 $r_{4y} = 0.246 1$ 、 $r_{2y} = 0.220 4$;而穗行数(X_5)与单株子粒产量呈极弱正相关 $r_{5y} = 0.068 9$,由此可见:株高适宜、果穗较长、行粒数多、千粒重高的品种一般单株子粒产量也较高。

表 1 玉米杂交种 7 个性状间的表型、遗传和环境相关系数

性状	单株子粒 产量 Y	株高 X_1	穗位 X_2	穗长 X_3	穗粗 X_4	穗行数 X_5	行粒数 X_6
P	0.374 4						
株高 x_1	G 0.393 7**						
E	0.230 6						
P	0.212 1	0.725 4					
穗位 x_2	G 0.220 4	0.731 2**					
E	0.231 1	0.207 1					
P	0.567 8	0.876 4	0.548 5				
穗长 x_3	G 0.565 3**	0.907 1**	0.567 6**				
E	0.646 9	0.066 3	-0.017 8				
P	0.266 1	-0.676 2	-0.679 6	-0.520 5			
穗粗 x_4	G 0.246 1	-0.7019**	-0.700 8**	-0.552 9**			
E	0.527 9	0.129 7	0.050 8	0.054 4			
P	0.122 3	-0.726 9	-0.708 8	-0.452 3	0.848 9		
穗行数 x_5	G 0.068 9	-0.764 2**	-0.744 5**	-0.503 9**	0.877 9**		
E	0.619 7	0.118 7	0.216 2	0.288 2	0.413 3		
P	0.345 6	0.769 0	0.784 7	0.783 4	-0.600 8	-0.584 3	
行粒数 x_6	G 0.325 0*	0.785 8**	0.804 4**	0.790 8**	-0.652 6**	-0.640 4**	
E	0.640 0	0.273 8	0.110 3	0.652 7	0.434 4	0.310 1	
P	0.376 9	-0.045 4	-0.221 8	-0.1638	0.397 9	0.130 0	-0.506 2
千粒重 x_7	G 0.365 7**	-0.056 5	-0.236 4	-0.191 0	0.406 8**	0.119 5	-0.541 8**
E	0.570 5	0.379 5	0.442 1	0.345 2	0.219 0	0.307 1	0.242 6

注:P为表型相关 G为遗传相关 E为环境相关

* 为相关显著($r_{0.05} = 0.2805$) ** 为相关极显著($r_{0.01} = 0.3630$)

2.1.2 各农艺性状间的相关性

由表 1 结果可见,株高(X_1)和穗位(X_2)间、穗长(X_3)和行粒数(X_6)间都为极显著正相关,四者两两之间亦呈极显著正相关,且均和穗粗、穗行数呈极显著负相关,和千粒重呈不同程度的负相关,其中行粒数和千粒重达极显著水平;穗粗(X_4)和穗行数(X_5)呈极显著正相关,两者均和千粒重呈正相关,其中穗粗和千粒重达极显著水平。所以,在进行性状选择时,应充分注意性状间的相互制约关系使之协调,在改良某一性状的同时,注意防止其它性状变劣。

相关分析表明,各农艺性状与单株子粒产量存在着不同程度的相关,但相关系数的大小并不完全代表提高单株子粒产量的重要性,因相关分析测定的只是两个性状间的密切程度,在具有多个性状(特别是这些性状存在着相关)时,这种相关只能反映其复合关系,并不能表明各性状对子粒产量作用的原因和效应的大小,为了进一步明确各性状间对子粒产量的关系,进行通径分析。

2.2 通径分析

通径分析剖析了遗传相关系数,把它分解为直接作用和间接作用两部分,从而更加

明确了各性状对子粒产量作用的相对重要性。

通径分析结果(表 2)表明,各性状对单株子粒产量直接贡献的大小依次为穗长(X_3) > 穗粗(X_4) 千粒重(X_7) 行粒数(X_6) > 穗位(X_2) > 穗行数(X_5) > 株高(X_1),其中后两者

对产量的直接作用为负向效应。

2.2.1 株高与子粒产量的关系

株高与子粒产量的遗传相关系数 $r_{1y} = 0.3937$ 达极显著水平,但对于子粒产量的直接通径系数 $P_{1y} = -2.0408$ 却为负值最大。是

表 2 玉米杂交种 7 个农艺性状对单株子粒产量的直接和间接通径系数

性状	相关系数 r_{iy}	直接 通径 系数 P_{iy}	间接通径系数						
			株高 x_1	穗位 x_2	穗长 x_3	穗粗 x_4	穗行数 x_5	行粒数 x_6	千粒重 x_7
株高 X_1	0.393 7	-2.040 8		0.319 9	1.875 1	-0.576 0	0.474 9	0.383 2	-0.042 6
穗位 X_2	0.220 4	0.437 4	-1.492 2		1.173 3	-0.575 1	0.462 7	0.392 3	-0.178 1
穗长 X_3	0.565 3	2.067 1	-1.851 2	0.248 3		-0.453 7	0.313 2	0.385 7	-0.143 9
穗粗 X_4	0.246 1	0.820 6	1.432 5	-0.306 6	-1.143 0		-0.545 6	-0.318 3	0.306 4
穗行数 X_5	0.068 9	-0.621 4	1.559 7	-0.325 7	-1.041 6	0.720 4		-0.312 3	0.090 0
行粒数 X_6	0.325 0	-0.487 7	-1.603 6	0.351 9	1.634 6	-0.535 5	0.398 0		-0.408 1
千粒重 X_7	0.365 7	0.753 3	0.115 4	-0.103 4	0.394 9	0.333 8	-0.074 2	-0.264 2	

因为株高通过穗长、穗行数、行粒数、穗位对子粒产量所起的间接作用为较大正向效应,使它与产量的相关达极显著,而其本身对产量的直接作用却实为负效应。且其它性状通过株高对子粒产量所起的间接作用也多为负值,所以增高株高不利于单株子粒产量的提高。

2.2.2 穗位与子粒产量的关系

穗位与子粒产量的相关系数 $r_{2y} = 0.2204$ 居第 6 位,而对产量的直接作用略大 $P_{2y} = 0.4374$ 居第 5 位。主要是因它通过株高、穗粗对产量的间接作用为负效应,削弱了通过其它性状的正向效应所致。可是适当增加穗位会使单株子粒产量得到相应提高。但单纯增加穗位而不注意对穗长、穗行数、行粒数的选择,则对增产效果不显著。

2.2.3 穗长与子粒产量的关系

穗长与子粒产量相关系数为 0.565 3 达极显著,对产量的直接通径系数为 2.067 1 居首位。说明穗长影响子粒产量的程度很大,增加穗长有利于单株子粒产量的提高。从间接通径系数看,株高、穗粗、千粒重是制约穗长发挥增产作用的主要因素,穗长与株高、穗

粗、千粒重的相关系数分别为 0.970 1^{**}、-0.552 1^{**}、-0.191 0,穗长增加会引起株高增高、穗粗、千粒重降低而不利单株产量的提高,所以在注重选择长穗的同时,应协调好其与株高、穗粗、千粒重的关系。

2.2.4 穗粗与子粒产量的关系

穗粗与子粒产量的相关系数 $r_{4y} = 0.2461$ 未达显著水平,而其直接通径系数 $P_{4y} = 0.8206$ 居第 2 位。这是因为穗粗通过其它性状对子粒产量所起的间接作用中除株高、千粒重外均为负值而造成的,掩盖了穗粗对产量的正向作用。因而适当增加穗粗对提高产量有一定作用。当然穗粗包括轴粗和粒深两个因素,单纯由轴粗而造成的穗粗对产量是无益的。穗粗与穗长、行粒数呈极显著负相关,通过两者对产量的间接作用为较大负值,所以应协调好三者间的关系,在不降低穗长和行粒数的前提下适当增加穗粗,而不能顾此失彼。

2.2.5 穗行数与子粒产量的关系

相关分析穗行数与子粒产量几乎无相关 $r_{5y} = 0.0689$,对子粒产量的直接作用又为较大负值 $P_{5y} = -0.6214$,通过多数性状对产量

所起的间接作用亦为负值。选择穗行数过多的杂交种必然影响到果穗长和行粒数的提高。所以穗行数对玉米单株产量并不十分重要,甚至起负向作用,盲目追求穗行数的提高不是最佳方案。

2.2.6 行粒数与子粒产量的关系

行粒数与子粒产量呈显著正相关 $r_{gy} = 0.3250$, 对产量的直接通径系数也为正值 $P_{gy} = 0.4877$, 均居第4位。说明行粒数对子粒产量的影响很大。从间接通径系数看, 行粒数通过其它性状对产量的作用正、负效应相平衡, 可见行粒数对产量的直接作用主要来自于自身, 行粒数的增加会造成千粒重显著降低 ($r = -0.5418^{**}$), 而千粒重与单株子粒产量相关极显著。因此, 选择行粒数多的品种并协调好其与千粒重的关系也是提高单株子粒产量的关键。

2.2.7 千粒重与子粒产量的关系

千粒重与子粒产量相关极显著 $r_{ky} = 0.3657$, 对产量的直接通径系数为较大正值 $P_{ky} = 0.7533$ 均居第3位。说明千粒重对子粒产量的提高具有决定性作用, 通过千粒重的选择可以达到提高单株产量的目的。

3 结论与讨论

3.1 从相关和通径分析的结果可以看出, 有些性状(穗位、穗长、穗粗、行粒数、千粒重)的

相关系数和直接通径系数结果一致, 而有些性状(株高、穗行数)两种分析结果却截然相反。这说明: 在育种研究中, 只进行相关分析是不够的, 还必须进行通径分析, 才能揭示各性状对产量作用的实质。

3.2 分析结果表明, 穗长对提高单株子粒产量是至关重要的, 其次是行粒数、千粒重; 穗粗、穗位虽对单株子粒产量的直接作用较大, 但多受其它性状的制约, 特别是单纯由轴粗而造成的穗粗对提高单株子粒产量将是无利的, 因此, 在对两者进行选择时应注意协调好它们与穗长、行粒数的关系, 不能盲目追求高穗位和穗粗; 而过高的株高和过多的穗行数对单株子粒产量的提高无益。综上述, 高产杂交种的选择原则应是在保持穗位有一定高度的前提下, 适当降低株高, 着重对穗长, 行粒数、千粒重进行选择, 并协调好行粒数与千粒重的关系, 在此基础上适当选择轴细而穗子较粗的品种但穗行数不可过多, 这样才能获得产量较高的杂交种。

参 考 文 献

- 1 黄开健. 玉米主要农艺性状的相关及通径分析. 广西农业科学, 1993(1): 12-14
- 2 徐占宏等. 玉米主要农艺性状的通径分析. 作物杂志, 1986(1): 14-16
- 3 张全德、胡箫民. 农业试验统计模型和 BASIC 程序. 浙江科学技术出版社, 1985, 444-477