

文章编号: 1005-0906(2005)03-0047-03

夏玉米主要穗部性状结构分析和高产育种探索

岳竞之, 张莉, 张春荣, 李家富, 牛燕燕

(济源市农业科学研究所, 河南 济源 454652)

摘要: 利用 17 个玉米杂交种通过对 7 个穗部性状与产量进行相关和通径分析, 结果表明: 结实长、出籽率、穗长、行粒数、穗行数、千粒重与产量的相关系数均为正值且较大; 出籽率、结实长、千粒重、穗粗、穗长对产量的直接通径系数也为正值且较大。因此, 对产量影响较大的因素有出籽率、结实长和千粒重, 提高出籽率和千粒重, 增加结实长兼顾其它穗部性状是玉米高产的有效途径。

关键词: 玉米; 产量; 穗部性状; 相关分析; 通径分析

中图分类号: S513.035

文献标识码: A

Analysis on Main Ear Characteristics Structure and Discussion on High-yield Breeding of Summer Maize Hybrids

YUE Jing-zhi, ZHANG Li, ZHANG Chun-rong, et al.

(Jiyuan Institute of Agricultural Sciences, Jiyuan 454652, China)

Abstract: Correlation analysis and path analysis of maize yield and 7 major ear characteristics were made in 17 maize hybrids. The results indicated that the interrelation coefficients with length of the ear with kernel, produced grain percentage, ear length, kernels per row, rows per ear, 1000-grain weight showed positive value and more greatly than the other. The results of path analysis indicated that the most directly path coefficients to the yield is from produced grain percentage, the following is length of the ear with kernel, 1 000-grain weight, ear diameter and ear length. Therefore the bigger influencing factors to the yield are shelling percentage, length of bearing kernel and 1 000-grain.

Key words: Maize; Yield; Ear character; Correlation analysis; Path analysis

选育高产玉米杂交种, 是玉米研究的主攻方向和主要的育种目标。玉米子粒产量是杂交种在一定条件下生长发育的综合体现, 是一个受多基因控制的数量性状。因此, 人们就玉米主要农艺性状与子粒产量的相互关系做了大量的研究工作。由于气候与遗传背景的差异, 其结果各有异同, 甚至大相径庭。本研究旨在对影响玉米子粒产量的几个主要穗部性状进行相关和通径分析, 将各穗部性状与子粒产量的相关部分线性分解为直接效应和间接效应, 明确各穗部性状在子粒产量构成要素中的相对重要性, 从而为本地区玉米高产育种提供理论依据。

1 材料和方法

收稿日期: 2004-08-25

作者简介: 岳竞之(1975-), 男, 河南南阳人, 助理农艺师, 从事玉米遗传育种工作。Tel: 0391-6609255 13938176576

E-mail: jzhyue@21cn.com

选用黄淮海地区近年来推广的玉米杂交种 13 个和本所新育成的杂交种 4 个为研究材料。即: 浚单 18、浚单 98-3、浚单 20、郑单 18、郑单 19、郑单 598、鲁单 981、登海 3 号、登海 3303、安玉 8 号、安玉 12、济单 94-2、济单七号、济单八号、济试 37、济试 56、济试 2012。

2003 年在河南省济源市农业科学研究所选择肥力中上、地势平坦的冬闲地进行夏播试验。试验采用随机区组排列, 3 次重复, 4 行区, 行长 8 m, 宽窄行种植, 宽行 0.83 m, 窄行 0.50 m, 株距 0.28 m, 密度为 3 500 株/666.7 m²。前茬绿肥, 试验管理同大田。收获时以中间两行计产, 收获后室内进行穗长、穗粗、行粒数、穗行数、秃尖长、千粒重、出籽率的测定, 并按(穗长-秃尖长)计算果穗的结实长。对小区子粒产量(Y)进行方差分析, 对穗部性状穗长(X₁)、结实长(X₂)、穗粗(X₃)、穗行数(X₄)、行粒数(X₅)、千粒重(X₆)、出籽率(X₇) 7 个性状进行相关和通径分析。

方差分析、相关分析、通径分析均采用国际通用统计软件 SAS 进行。

2 结果与分析

2.1 产量结果分析

将各杂交种的小区产量进行方差分析(表 1)。结果表明:重复间的 F 值是 1.343 2,差异不显著,品种间的 F 值是 16.931 6,达极显著水平,说明各杂交种间子粒产量存在极显著差异。

表 1 各杂交种小区产量的方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	F _{0.05}	F _{0.01}
区组间	2	0.281 8	0.140 9	1.343 2	3.30	5.34
品种间	16	84.035 0	5.252 2	16.931 6	1.97	2.62
误差	32	9.926 4	0.310 2			
总变异	50	94.243 2				

2.2 子粒产量与各穗部性状的相关分析

子粒产量与各穗部性状的相关系数(表 2)。结果表明:穗部主要性状与子粒产量均呈正相关,子粒产量与结实长达到 0.01 水平显著正相关,与出籽率、穗长达到 0.05 水平显著正相关,与穗行数、行粒数、

千粒重存在较高的正相关,但未达到显著水平。穗长与结实长等 13 对穗部性状相互间存在正相关,其中穗长与结实长,出籽率与穗行数、行粒数间正相关达到 0.01 的极显著水平,行粒数与结实长、穗粗间正相关达到 0.05 的显著水平;穗长与穗粗等 8 对性状相互间存在遗传负相关,其中穗粗与穗长、结实长,千粒重与行粒数、出籽率 4 对性状间负相关较大,但未达到显著水平。

在玉米高产育种工作中,对穗部性状可据此进行相关性状的选择。对相互间存在较大负相关,如千粒重与穗行数(R=-0.479)、穗粗与结实长(R=-0.457)等性状,选择时不要强求,要把彼此间的关系协调到最佳程度。子粒产量与 7 个性状的相关系数依次为结实长>出籽率>穗长>行粒数>穗行数>千粒重>穗粗。

相关系数虽然能表明各对性状间的相关程度,但是要搞清各对性状对子粒产量的作用大小,还必须进一步进行通径分析,才能分清各穗部性状对产量所起的真正作用。

表 2 玉米杂交种主要穗部性状间的相关系数

性 状	穗长(X ₁)	结实长(X ₂)	穗粗(X ₃)	穗行数(X ₄)	行粒数(X ₅)	千粒重(X ₆)	出籽率(X ₇)	产量(Y)
X ₁	1	0.907**	-0.467	-0.199	0.381	0.315	0.046	0.576*
X ₂	0.907**	1	-0.457	-0.217	0.519*	0.226	0.163	0.624**
X ₃	-0.467	-0.457	1	0.542*	0.063	-0.085	0.173	0.069
X ₄	-0.199	-0.217	0.542*	1	0.367	-0.132	0.679**	0.420
X ₅	0.381	0.519*	0.063	0.367	1	-0.479	0.700**	0.475
X ₆	0.315	0.226	-0.085	-0.132	-0.479	1	-0.358	0.366
X ₇	0.046	0.163	0.173	0.679**	0.700**	-0.358	1	0.594*
Y	0.576*	0.624**	0.069	0.420	0.475	0.366	0.594*	1

注: *为 0.05 水平显著, **为 0.01 水平显著。

2.3 穗部主要性状对玉米子粒产量的通径分析

穗部主要性状对子粒产量的直接作用和间接作用(表 3),按直接通径系数大小依次为出籽率(P=

0.662 6)、结实长(P=0.506 0)、千粒重(P=0.372 1)、穗粗(P=0.265 2)、穗长(P=0.186 1)、穗行数(P=0.093 8)、行粒数(P=-0.195 1)。

表 3 玉米杂交种主要穗部性状与子粒产量的通径系数

性 状	相关系数	直接通径系数	间接通径系数					
			穗 长	结实长	穗 粗	穗行数	行粒数	千粒重
X ₁	0.575 7	0.186 1		0.458 8	-0.123 9	-0.018 6	-0.074 4	0.117 2
X ₂	0.623 8	0.506 0	0.168 8		-0.121 1	-0.020 4	-0.101 3	0.083 9
X ₃	0.068 8	0.265 2	-0.087 0	-0.231 1		0.050 8	-0.012 2	-0.031 6
X ₄	0.419 8	0.093 8	-0.037 0	-0.110 0	0.143 6		-0.071 6	-0.049 0
X ₅	0.475 0	-0.195 1	0.071 0	0.262 7	0.016 7	0.034 4		-0.178 4
X ₆	0.366 5	0.372 1	0.058 6	0.114 1	0.022 6	-0.012 4	0.093 5	
X ₇	0.593 7	0.662 6	0.008 6	0.082 5	0.046 0	0.063 7	-0.136 5	-0.133 0

2.3.1 出籽率对子粒产量的效应

出籽率对子粒产量的直接效应最大,直接通径系数 P=0.662 6,通过穗长(P=0.008 6)、结实长(P=0.082 5)、穗粗(P=0.046 0)、穗行数(P=0.063 7)所起的

间接效应为较小的正值,而通过行粒数(P=-0.013 65)、千粒重(P=-0.133 0)有较大的负向间接效应,大于它的正向间接效应,从而降低了出籽率对子粒产量的关系,最终结果表现为出籽率与子粒产量的相关系

数为 0.593 7, 仅次于结实长与子粒产量的相关系数。说明提高玉米杂交种的出籽率可以显著提高玉米产量, 它的增产作用主要通过对子粒产量的正向直接效应来实现。因此, 出籽率高的杂交种易获高产, 在玉米高产育种中要首先注重出籽率的选择。

2.3.2 结实长对子粒产量的效应

结实长对子粒产量的贡献仅次于出籽率, 直接通径系数 $P=0.506\ 0$, 通过穗长($P=0.168\ 8$)、出籽率($P=0.108\ 0$)、千粒重($P=0.083\ 9$)有较大的正向间接效应, 通过穗粗($P=-0.121\ 1$)、行粒数($P=-0.204$)、穗行数($P=-0.101\ 3$)也有较大的负向间接效应, 正向间接效应略大于负向间接效应, 使结实长与子粒产量之间的相关系数达到最大($R=0.623\ 8$)。增加果穗结实长可以显著的提高产量, 在增加果穗结实长的同时, 穗粗和穗行数会有所下降, 但下降幅度不大, 而结实长的增加会显著的增加行粒数, 提高千粒重和出籽率, 因此, 增加果穗结实长来提高产量是较理想的增产途径, 但也不能单一追求结实长, 必须兼顾其它性状才能获得高产。

2.3.3 千粒重对子粒产量的效应

千粒重对子粒产量的直接贡献较大, 直接通径系数为 0.372 1, 通过出籽率($P=-0.236\ 1$)、穗行数($P=-0.012\ 4$)对子粒产量有较大的负向间接效应, 而通过穗长($P=0.058\ 6$)、结实长($P=0.114\ 1$)、穗粗($P=0.022\ 6$)、行粒数($P=0.093\ 5$)对产量也有较大的正向间接效应, 总体上正向间接效应与负向间接效应相当, 所以千粒重与子粒产量保持着较高的相关作用, 相关系数 $R=0.366\ 5$, 千粒重主要靠直接效应对玉米产量起作用。因此, 高产育种中应在其它性状协调发展的前提下, 选择千粒重较高的杂交组合提高子粒产量。

2.3.4 穗粗对子粒产量的效应

穗粗对子粒产量的直接通径系数为 0.265 2, 通过出籽率($P=0.114\ 8$)、穗行数($P=0.050\ 8$)对子粒产量有较小的正向间接效应, 通过穗长($P=-0.087\ 0$)、结实长($P=-0.231\ 1$)、行粒数($P=-0.012\ 2$)、千粒重($P=-0.031\ 6$)有较大的负向间接效应, 穗粗对产量的负向间接作用明显的高于正向间接作用, 因而掩盖了穗粗对子粒产量的直接贡献, 最终表现为穗粗与产量的相关系数 $R=0.068\ 8$ 。穗粗除与穗行数($R=0.542$)、出籽率($R=0.173$)、行粒数($R=0.063$)有不同程度的正相关外, 与穗长($R=-0.467$)、结实长($R=-0.457$)、千粒重($R=-0.063$)等性状间存在较大的负相关。因此, 增加穗粗可以直接提高产量, 但会由此降低千粒重, 缩短穗长和结实长。所以应协调好四者的关系, 在不降低

千粒重、穗长、结实长的前提下, 选择合适的穗粗, 而不能顾此失彼。

2.3.5 穗长对子粒产量的效应

穗长对子粒产量的直接效应为 0.186 1, 通过千粒重($P=0.117\ 2$)、结实长($P=0.458\ 8$)有较大的正向间接作用, 通过穗粗($P=-0.123\ 9$)、穗行数($P=-0.018\ 6$)、行粒数($P=-0.074\ 4$)有较小的负向间接作用。所以穗长与产量关系密切, 相关系数为 0.575 7, 达显著水平, 穗长主要通过结实长、千粒重的正向间接效应对产量起作用。在高产育种过程中, 在协调好穗粗、穗行数的情况下, 应选择较长的果穗, 增加结实长, 提高千粒重来提高玉米产量。

2.3.6 穗行数对子粒产量的效应

穗行数对玉米产量的直接通径系数为 0.093 8, 通过出籽率($P=0.450\ 0$)、穗粗($P=0.143\ 6$)有较大的正向间接作用, 通过穗长($P=-0.037\ 0$)、结实长($P=-0.110$)、行粒数($P=-0.071\ 6$)、千粒重($P=-0.049\ 0$)有较小的负向间接作用。正向间接效应夸大了穗行数与产量的关系, 相关系数为 0.419 8。因此, 育种中要在适当范围内选择穗行数, 通过出籽率的间接正向效应来提高玉米产量。

2.3.7 行粒数对子粒产量的效应

行粒数对产量的直接通径系数为 -0.195 1, 与产量相关系数为 0.475 0。行粒数通过千粒重($P=-0.178\ 4$)有较小的负向间接作用, 通过出籽率($P=0.463\ 7$)、穗长($P=0.071\ 0$)、结实长($P=0.262\ 7$)、穗粗($P=0.016\ 7$)、穗行数($P=0.034\ 4$)有较大的正向间接作用, 掩盖了行粒数对子粒产量的负向直接效应, 将行粒数与子粒产量的关系夸张成较大的正相关。因此, 在高产育种中选择适宜的行粒数通过对玉米子粒产量的间接效应提高产量, 而不能盲目追求过多的行粒数。

3 结论与讨论

7 个主要穗部性状与子粒产量的相关程度大小依次为结实长、出籽率、穗长、行粒数、穗行数、千粒重、穗粗; 对子粒产量依直接通径系数大小依次为出籽率、结实长、千粒重、穗粗、穗长、穗行数、行粒数, 显然二者之间存在差异。这是由于各性状对产量的影响不仅包括对子粒产量的直接效应, 还包括对子粒产量的间接效应。穗长通过结实长, 行粒数通过出籽率、结实长对子粒产量的间接作用很大, 夸大了与子粒产量的相关。故此, 在高产育种中要高度重视结实长、出籽率和千粒重的选择, 同时保证其它产量性状在其适宜范围内, 协调各穗部性状到最佳程度, 选育出性状优良的杂交种。

(下转第 52 页)

(上接第 49 页)

本研究关于穗部性状的分析结论与卢道文、田守芳的分析相似,而与杨金慧、郑祖平的分析结果有一定出入。说明气候条件、遗传背景等因素对各性状与子粒产量的效应有较大影响,相近的气候条件结论比较接近。因此,在不同地区应根据不同的气候条件对各穗部性状采取不同的选择强度。至于气候条件对农艺性状的影响、基因型与气候之间的相互关系导致结论差异等问题有待继续研究。

参考文献:

- [1] 荣延昭.田间试验与统计分析[M].北京:中国农业科技出版社,1998.
- [2] 卢道文,等.夏玉米杂交种农艺性状与产量的相关和通径分析[J].
杂粮作物,2003,23(3):129-131.
- [3] 杨金慧,等.玉米主要性状分析与高产育种探索[J].西北农业学
报,1998,7(4):62-65.
- [4] 郑祖平.玉米产量构成因子的总贡献分析[J].国外农学-杂粮作
物,1998,18(4):23-26.
- [5] 田守芳,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.
- [6] 侯有良,等.玉米穗部产量性状杂种优势分析[J].玉米科学,
2003,11(1):30-32.