

谷子产量性状影响因子的多元分析

刘 晓 辉

(吉林省农业科学院作物所)

摘 要

本文用相关(简单相关、偏相关)、逐步回归、通径分析等方法,研究了49个高产品种(系)的8个性状对产量的效应。尽管采用的方法不同,但所得结果完全一致。穗粒数对单株产量贡献最大,其次是穗重和千粒重,穗粒数与千粒重之间呈负相关,要协调和利用二因子使其并进。要使穗粒数增加,就要以壮秆为主;要提高千粒重,就要以增加穗长和穗粗为主;穗重的提高主要是穗粒数的效应,千粒重等性状对穗重的效应均为正值,切不可忽视它们的作用。株高对穗粒重的直接效应不明显。

有关单株产量与植株性状的相关问题,其它作物研究较多^[4],而谷子这方面的研究甚少^[3],而且多为研究单一性状。由于影响单株产量的因子较多,而且彼此之间又有关联,因此单一性状与单一方法都难以真实地反应各因子对单株产量的影响。本文除计算简单相关外,还进行了偏相关分析;并以单株产量为依变量,通过逐步回归分析,找出最佳回归方程;通过通径分析,找出影响单株产量的直接因子和间接因子,从而为明确高产育种的主攻目标提供依据。

材 料 与 方 法

本试验选用了我国北方各地区生产上大面积种植和产量性状比较好的品种(系)49个。随机区组排列,4次重复。4行区,行长2米,行距0.6米。密度为每公顷70万株。1984年春播于本院试验圃。每一小区随机收获10株考查株高、穗粗、单株产量(穗粒重)等9个性状(见表1)。以10株平均值为统计单位,按田间试验和统计方法计算简单相关、偏相关、逐步回归。依据D. R. Dewey, 等(1959)^[5]提出的方法计算各性状的直接效应和间接效应。

表1 49个品种各性状的 \bar{X} 、S、CV

性 状	株高 (X_1)	穗粗 (X_2)	穗长 (X_3)	码数 (X_4)	穗粒数 (X_5)	千粒重 (X_6)	秆 重 (X_7)	穗重 (X_8)	单株产量 (X_9)
\bar{X}	157.52	1.66	22.93	99.92	2591.62	2.40	146.22	9.18	6.33
S	9.24	0.36	4.45	16.95	878.98	0.31	34.01	2.72	2.37
CV (%)	5.87	21.69	19.41	16.96	33.92	12.92	23.26	29.63	37.44

结 果 与 分 析

一、相关分析

产量是由穗数和穗粒重所构成的,在高产栽培条件下,穗数达到一定时,穗粒重就是提高单产的主导因子,对单位面积上产量的再提高起着决定作用。既然穗粒重对产量的形

成如此重要，那么单株产量（穗粒重）与哪些性状有关，密切的程度又如何。本文采用不同方法分析了各性状与单株产量间的关系。

（一）各性状之间的关系

首先分析了9个性状间的简单相关（见表2）。结果表明，有16对因子达到显著水平，有9对因子达到极显著水平。其中穗重、穗粒数、千粒重与单株产量之间的相关密切程度表现的更为突出，说明这些因子与产量之间有着极强的制约与增进的关系。株高与其它因子的关系不显著，证明在参试品种范围内，植株的高矮对产量影响不大。这是由于参试材料株高性状间CV太小的缘故。

表2 9个性状间的简单相关和偏相关系数

	株高	穗粗	穗长	码数	穗粒数	千粒重	秆重	穗重	单株产量
株高	1	0.0493	0.0104	-0.0218	0.0014	-0.0123	0.3603	-0.1110	0.0816
穗粗	0.0832	1	-0.2895	-0.2605	0.1940	0.3898*	0.1635	0.3803*	0.3448*
穗长	-0.0212	-0.1037	1	0.4843**	-0.0991	0.2425	0.3070*	0.3001	-0.1143
码数	-0.0368	-0.3090	0.5860**	1	0.0658	0.0108	-0.2267	0.0983	-0.0663
穗粒数	0.1358	0.3473*	0.1593	0.1565	1	-0.7303**	0.1979	-0.0588	0.7992**
千粒重	0.0466	0.1619	0.3215*	0.2018	0.1578	1	-0.0619	-0.2148	0.7229**
秆重	0.0514	0.4397**	0.3044*	-0.0416	0.3931**	-0.1502	1	0.4667*	0.3841*
穗重	0.1075	0.4141**	0.3358*	0.2224	0.9325**	0.3127*	0.4828**	1	0.6258**
单株产量	0.1360	0.3155*	0.2445	0.2196	0.9525**	0.3978**	0.2921*	0.9520**	1

注：下三角为简单相关系数，上三角为偏相关系数

（二）指定两因子间的关系

由于各因子之间的相互关系较为复杂，用简单相关往往不能真实地反应出各因子之间关系，因而为排除其假相关，我们在简单相关分析的基础上作了偏相关分析，以便找到与单株产量关系真切的因子，作为育种间接选择的性状（见表2）。经偏相关分析，在其它因子不变时，有11对指定因子达显著水平。而穗长与码数之间；穗粒数、千粒重、穗重与单株产量之间的偏相关均达极显著水平，说明这些对因子间关系真实，这与简单相关分析结果的趋势是一致的。

研究表明：单株产量主要受穗粒数、千粒重和穗重三个产量因子的影响，其中穗粒数与千粒重又是具有相互制约的一对矛盾因子。这两个因子任何一方的变化都会影响单株产量的增减。偏相关分析表明：穗粒数与千粒重呈负相关，并达极显著水平（ $r = -0.7303$ ）。但是，在其它因子的共同作用下，也存在千粒重（穗粒数）的增加并不影响穗粒数（千粒重）增加的可能。

育种实践证明：穗粒数与千粒重的关系在不同的材料间有着明显的差异；相关的密切程度与穗粒数水平的高低有关。穗粒数与千粒重的相关又均在穗粒数达到一定水平时才能显示，而且随着穗粒数水平的提高，相关密切程度有增加的趋势。由于穗粒数、千粒重与单株产量的关系均达显著正相关，所以在谷子育种中，从亲本选择到组合搭配，直至后代的选拔，应根据育种目标及其具体情况分清主次。要进一步提高产量，单纯追求哪一方都

不会有更大的突破。育种实践中往往因增加穗粒数（千粒重）使单株产量增加的部分，弥补了千粒重（穗粒数）减少的部分或得失均等而产量不变，这很可能是当前谷子育种一直没有新飞跃的重要原因之一。因此本文认为谷子育种，应选择穗粒数多和千粒重高的两亲本相搭配，在后代选拔中要注重选择穗粒数和千粒重都较优异的类型，在注意增加穗粒数的同时协调千粒重。最低标准应增加一方而不使另一方减少或减少的微乎其微。

二、逐步回归分析

以上从两种相关的角度对性状进行了分析，阐述了各性状对产量的作用。然而在高产育种中，一般说来，所选的性状因子越多，代表的面就越广，选择的误差就越小，所选的机率就越大。这种说法有其优点，但选择性状过多时，会使主次不分，使育种工作更复杂，工作量加大，其效果并不一定理想。所以为了找到既有代表性，又能真实体现产量潜力，性状又少，而且又与多性状具同等效应的性状组合。笔者采用逐步回归的方法来选择对产量影响显著的因子。

所得最佳回归方程：

$$\hat{Y} = -2.9275 - 0.3089X_2 + 0.0017X_5 + 1.3648X_6 - 0.0061X_7 + 0.3269X_8$$

(1) 回归方程检验和入选性状的F检验结果见表3、表4。

(2) 得出作用于产量因子的最优性状组合。

即： $X_2 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8$

表3 多元回归的方差分析

变异来源	DF	SS	MS	F	$F_{0.01}$
5元回归	5	265.8473	53.1695	497.3609	3.49
离回归	43	4.5968	0.1069		
总	48	270.4441			

表4 偏回归的F检验

变异来源	DF	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
因 X_2 的回归	1	4.1346 *	4.07	7.27
因 X_5 的回归	1	94.0089 **	4.07	7.27
因 X_6 的回归	1	45.5515 **	4.07	7.27
因 X_7 的回归	1	9.9488 **	4.07	7.27
因 X_8 的回归	1	25.6163 **	4.07	7.27
离回归	43			

(3) 逐步回归分析得穗粒数 (X_5) 对产量的贡献最大，其次为千粒重 (X_6)，再次为穗重 (X_8)。

(4) 根据最佳回归方程可以估算出产量的理论值，做选育高产品种的参考。

三、通径分析

(一) 5个性状对单株产量的效应

为了进一步明确最佳回归方程中各性状对单株产量的效应，将最佳性状组合中的各因子对单株产量的相关系数进行剖析，使其标准化，阐明诸因子对单株产量的直接效应与间接效应。

从表5清楚地看出：直接效应以穗粒数对单株产量为最大 ($P_5 = 0.6266$)，穗重居于第二位 ($P_8 = 0.3742$)，千粒重为第三位 ($P_6 = 0.1769$)。穗粗与秆重对单株产量的直接效应值均较小，说明二者对产量因子作用不大。尽管影响单株产量的因子很多，但主

要是穗粒数、穗重、千粒重三因子。因此在育种中无论是亲本选配，还是对分离世代材料的选择，着重这三个因子的选择，才有选出大穗、大粒高产品种（系）的可能。

表5 5个性状对单株产量的通径分析结果

	穗 粗	穗 粒 数	千 粒 重	秆 重	穗 重
穗 粗	-0.0472	0.2176	0.0286	-0.0385	0.1550
穗 粒 数	-0.0164	0.6266	0.0278	-0.0344	0.3489
千 粒 重	-0.0076	0.0984	0.1769	0.0132	0.1170
秆 重	-0.0208	0.2463	-0.0266	-0.0875	0.1807
穗 重	-0.0196	0.5843	0.0553	-0.0423	0.3742

注：对角线上的值为直接效应值

(二) 各性状对穗粒数、穗重、千粒重效应

上文不同方法的分析，均阐述了穗粒数、穗重、千粒重对单株产量贡献最大。既然这三个性状对单株产量影响是重要的，说明任何一个因子的增大都能使产量提高。

1. 各性状对穗粒数的效应

本文运用通径分析中的直接效应来衡量各性状对穗粒数影响的大小，看哪个性状对穗粒数的直接效应最大，则提高穗粒数就应从哪个方面入手。图1所示：秆重对穗粒数的直接效应最大，其次是码数、穗粗。这一结果与当前谷子抗倒伏育种是相符合的。码数和穗粗也是提高穗粒数的必要因子，因而在穗大、粒多、粒大高产品种中也切不可忽视它们的效力。

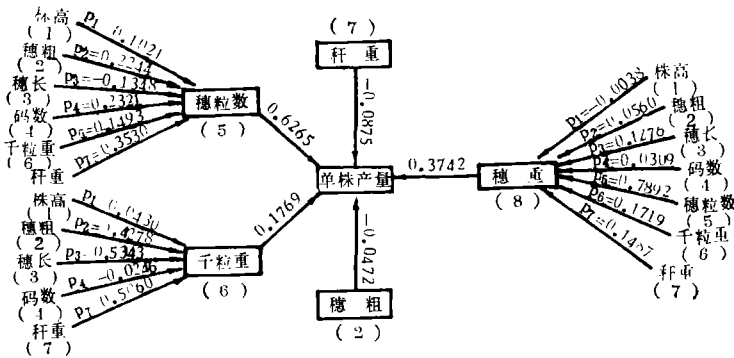


图1 谷子产量因子通径图

2. 各性状对千粒重的效应

图1所分析的5个性状中，穗长对千粒重的效应值 ($P_3 = 0.5343$) 为最大，穗粗的效应 ($P_2 = 0.4278$) 仅次于穗长，因此在培育谷子品种中，增进穗长和穗粗能使千粒重大大提高，使谷子的子粒加大，改变其长期以来的小粒局面。株高与千粒重呈较小正向效应；码数和秆重对千粒重呈负向效应，其中秆重表现的较突出，在一定的范围内增加秆

重, 反而降低千粒重, 这是与育种实践相吻合的。所以在 大粒育种中可提高正向因子或者降低负向因子。

3. 各性状对穗重的效应

7 个性状的直接效应值中, 穗粒数对穗重的效应值最大 $P_5 = 0.7892$, 说明穗粒数对穗重的增产潜力最大, 而且以自身作用为主, 穗粒数稍一增加, 穗重就会明显递增, 证明穗粒数对穗重的增减起着显著的作用。除株高对穗重的直接效应为负值外, 其它均为正值。这就启示我们, 在谷子育种中要想提高穗重, 应主攻穗粒数, 同时合理的调节千粒重、秆重、穗长等因子。

讨 论

本试验表明, 用不同方法研究各性状与单株产量的关系及各性状对单株产量的贡献所得结果趋势是一致的。分析的 8 个性状中对单株产量效应最大的是穗粒数, 其次是穗重、千粒重。其中穗粒数与千粒重呈极显著的负相关。秆重对穗粒数效应最大, 其次是穗粗、码数。从本文分析可以看出, 这些性状虽然对单株产量的直接作用较小或在其它因子的共同作用下为负值, 但对穗粒数起着正向决定作用。秆重、穗粗、码数可以通过穗粒数间接作用于单株产量。在育种实践中, 并不是所有的植株性状对产量均起促进作用。在一定的范围内秆重与单株产量是并进的, 超过这个范围植株营养器官增长迅速, 子实产量下降, 二者呈显著负相关。

分析的性状中多数对穗重为正效应, 只有株高呈较小负值。穗粗和穗长可通过千粒重间接促进单株产量的提高。从各性状分别作用于穗粒数、千粒重的进一步分析可看出, 穗粗是使穗粒数、千粒重共进的因子, 用其协调二者间的矛盾, 使其同时得到改善。因此在育种实践中, 可选用穗粗性状来调节二者矛盾, 可从穗长、码数、秆重中得其优势。善于协调和利用这些因子, 就有可能获得大穗、大粒的高产品种。在参试品种的株高范围内, 植株的高矮与谷子的单株产量递增递减基本无关。

参 考 文 献

- (1) 莫惠栋: 《农业试验统计》, 上海科学技术出版社, 1984。
- (2) 兰巨生: 《作物遗传参数统计法》, 河北人民出版社, 1982, 第五章 69~88。
- (3) 李荫梅: 夏谷产量相关的主要农艺性状通径分析, 《河北农学报》, 1982, 7(4): 33~37。
- (4) 吴子恺: 玉米几个光合作用性状与生物学产量及子粒产量的关系, 《作物学报》, 1983, 9(1): 21~28。
- (5) D.R. Dewey et al. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed Production. Agron. J., 51: 515~518。

MULTIPLE ANALYSIS ON INFLUENCING FACTORS OF GRAIN YIELD IN MILLET

Liu Xiaohui

(*Institute of Crop Breeding, Jilin Academy of Agricultural Sciences*)

ABSTRACT

Eight characters to effect of grain yield in millet were studied using simple correlation, partial correlation, stepwise regression and path-coefficient analysis. Forty-nine high-yield varieties were used in this test. For all that different methods were used, the results tended to be in common. Kernel/spike provided the biggest contributions to yield of a plant, and followed spike weight and 1000-kernel weight. Kernel/spike had negative correlation with 1000-kernel weight. Thus, it was necessary to increase both kernel/spike and 1000-kernel weight at sametime. In order to increase kernel/spike, it was important to make culm strong, and to enhance 1000-kernel weight, it was main way to increase length of earhead and thickness of earhead. Kernel/spike was mainly affected by spike weight. 1000-kernel weight and other characters involved the study were positive correlation with spike weight, and those were never ignored. Plant height had not significantly direct effect to kernel weight of spike.