

# 大豆产量构成因素的通径分析\*

赵爱莉 滕亚范

(吉林市农科所大豆室)

大豆籽粒产量是一个多基因控制的复杂数量性状,容易受环境条件影响,不利于对高产品种产量性状的选择。为了正确选择产量指标,很多育种工作者对大豆产量与其有关因素作过相关分析。本文在遗传、表型、环境相关分析基础上,利用遗传相关系数进行通径分析,以明确各因素对单株产量构成的直接与间接效应及相对重要性,为高产品种选育提供依据。

## 材 料 与 方 法

本文采用1984年品种资源试验结果,试验在本所育种试验圃场进行。试验材料选用不同类型大豆品种15个,即九交-233-6、九交7835-6、九农9号、丰收9号、克交7101、黑农26号、绥农74-5008、四选7317、天鹅蛋、铁6915、铁6121、铁丰19号、风76-638、丁799、首都。随机区组设计,三次重复,三行区,行长2米,行株距60×10厘米,每区在中间行取10株考种。

统计分析采用固定模式,见表1。

表1 方差、协方差分析模式

变异来源	自 由 度	X <sub>i</sub> 变差(i=1, 2, …, 7)		X <sub>i</sub> X <sub>j</sub> 变差(i≠j)	
		M <sub>1</sub>	EMS	MP	FMP
总变异	nr-1				
区组间(B)	r-1				
品种间(A)	n-1	$M_1 = \frac{SSA}{n-1}$	$\delta^2 E_i + r\delta^2 i$	$N_1 = \frac{S_{ij}^2}{n-1}$	$\delta E_{ij} + r\delta_{ij}$
环境(E)	(r-1)(n-1)	$M_2 = \frac{SSE}{(r-1)(n-1)}$	$\delta^2 E_i$	$N_2 = \frac{SP_{jk}}{(r-1)(n-1)}$	$\delta E_{ij}$
遗传		$\frac{M_1 - M_2}{r}$	$\delta^2 i$	$\frac{N_1 - N_2}{r}$	$\delta_{ij}$

求出株高、主茎节数、分枝数、一株荚数、一株粒数、百粒重、单株粒重等七个因素的遗传、表型、环境的方差与协方差估计值。再根据下列公式,求遗传相关系数( $r_g$ )、表型相关系数( $r_p$ )、环境相关系数( $r_e$ ),即:

$$\text{遗传相关系数 } r_g = \frac{\delta_{ij}}{\sqrt{\delta^2_{gi} \cdot \delta^2_{gj}}}$$

$$\text{表型相关系数 } r_p = \frac{\delta_{pij}}{\sqrt{\delta^2_{pi} \cdot \delta^2_{pj}}}$$

\* 本文蒙沈阳研究所李敏奎同志审阅,谨表谢意。

$$\text{环境相关系数 } r_e = \frac{\delta e_{ij}}{\sqrt{\delta^2_{ei} \cdot \delta^2_{ej}}}$$

在相关分析的基础上，以单株粒重为产量指标，与其他六个产量构成因素进行通径分析。根据通径分析原理及相关系数与通径系数之间的基本关系，用消元法解七个因子的通径系数正规方程组。同时，求出产量构成因素的决定系数与剩余因子的通径系数。

$$\begin{cases} r_{17} = P_{17} + r_{12}P_{27} + r_{13}P_{37} + r_{14}P_{47} + r_{15}P_{57} + r_{16}P_{67} \\ r_{27} = P_{27} + r_{21}P_{17} + r_{23}P_{37} + r_{24}P_{47} + r_{25}P_{57} + r_{26}P_{67} \\ r_{37} = P_{37} + r_{31}P_{17} + r_{32}P_{27} + r_{34}P_{47} + r_{35}P_{57} + r_{36}P_{67} \\ r_{47} = P_{47} + r_{41}P_{17} + r_{42}P_{27} + r_{43}P_{37} + r_{45}P_{57} + r_{46}P_{67} \\ r_{57} = P_{57} + r_{51}P_{17} + r_{52}P_{27} + r_{53}P_{37} + r_{54}P_{47} + r_{56}P_{67} \\ r_{67} = P_{67} + r_{61}P_{17} + r_{62}P_{27} + r_{63}P_{37} + r_{64}P_{47} + r_{65}P_{57} \end{cases}$$

## 结果与分析

### 一、产量构成因素的相关分析

表2 七个性状间的相关系数

性状	主茎节数 X <sub>2</sub>			分枝数 X <sub>3</sub>			一株荚数 X <sub>4</sub>		
	遗传	表型	环境	遗传	表型	环境	遗传	表型	环境
	(r <sub>g</sub> )	(r <sub>p</sub> )	(r <sub>e</sub> )	(r <sub>g</sub> )	(r <sub>p</sub> )	(r <sub>e</sub> )	(r <sub>g</sub> )	(r <sub>p</sub> )	(r <sub>e</sub> )
株高 X <sub>1</sub>	0.9543**	0.9203**	0.7317**	0.2962	0.2373	-0.1581	0.5795**	0.5795**	0.1837**
主茎节数 X <sub>2</sub>				0.1333	0.1391	0.1381	0.5252**	0.4751**	0.2432
分枝数 X <sub>3</sub>							0.5225**	0.5100**	0.4522**

性状	一荚粒数 X <sub>5</sub>			百粒重 X <sub>6</sub>			单株粒重 X <sub>7</sub>		
	遗传	表型	环境	遗传	表型	环境	遗传	表型	环境
	(r <sub>g</sub> )	(r <sub>p</sub> )	(r <sub>e</sub> )	(r <sub>g</sub> )	(r <sub>p</sub> )	(r <sub>e</sub> )	(r <sub>g</sub> )	(r <sub>p</sub> )	(r <sub>e</sub> )
株高 X <sub>1</sub>	0.6314**	0.5397**	0.0403**	-0.3977**	-0.3521*	0.3240*	0.4099**	0.3444**	0.0493
主茎节数 X <sub>2</sub>	0.5880**	0.4985**	0.0523	-0.4134**	-0.3532	0.2658	0.3680*	0.3014*	0.0705
分枝数 X <sub>3</sub>	0.5831*	0.3861*	0.3912*	-0.2143	-0.2017	-0.1082	0.2956	0.3016	0.3373*
一株荚数 X <sub>4</sub>	0.8296**	0.8191**	0.9352**	-0.4230**	-0.5831*	-0.1000	0.7452**	0.7670**	0.8556**
一荚粒数 X <sub>5</sub>				-0.6667**	-0.6028*	-0.1220	0.7061**	0.7459**	0.9035**
百粒重 X <sub>6</sub>							0.0326	0.0209	-0.0120

注：\*表示超5%显著标准，\*\*表示超1%极显著标准。

由表2看出，各性状间的大多数遗传、表型、环境相关密切。而且遗传相关与表型相关方向一致，多数性状的遗传相关系数的绝对值都较表型相关系数绝对值大。百粒重与主茎节数、株高、单株粒重；株高与分枝数等组的遗传、表型相关与环境相关方向相反，说明这些性状的表型主要是由基因效应所决定的，而环境起着减弱相关作用。其他各组性状的遗传、表型相关与环境相关方向一致，这些性状的表型是由遗传效应与环境效应在同一

方向上作用的结果。但是，只有在环境相关系数呈显著或极显著的情况下才能起到本质的作用。

1、株高、主茎节数、一株荚数、一株粒数与单株粒重的遗传、表型相关均为显著或极显著正相关；分枝数、百粒重与单株粒重的遗传、表型相关为不显著或极弱的正相关。同时，一株荚数、一株粒数与单株粒重的环境相关及分枝数与单株粒重的环境相关系数均为极显著或显著正相关，表明了这些因素对单株粒重的作用受环境影响较大。

2、百粒重与分枝数、一株荚数、一株粒数的遗传、表型、环境相关系数均为负值。百粒重与株高、主茎节数的遗传、表型呈负相关，而环境为正相关，表明环境对其作用与遗传效应相反。

3、单株粒数与株高、主茎节数、一株荚数、分枝数等因素的遗传、表型相关均为极显著或显著正相关；而一株粒数与分枝数、一株荚数的环境相关显著，且略大于遗传相关，说明分枝数、一株荚数对单株粒数的作用受环境影响较大。

4、一株荚数与株高、主茎节数、分枝数的遗传、表型相关均为极显著正相关，同时，一株荚数与分枝数的环境相关也为极显著正相关。

5、分枝数与株高、主茎节数的遗传、表型相关为正相关；分枝数与株高环境相关为负相关，但相关程度均较弱。

6、主茎节数与株高的遗传、表型、环境均为极显著正相关，说明遗传与环境在一致方向作用于表型，且是很强的。

## 二、各产量构成因素的通径分析

由计算所得各直接通径系数及间接通径系数如表3。

表3 产量构成因素的通径系数

性状	1 株高	2 主茎节数	3 分枝数	4 一株荚数	5 一株粒数	6 百粒重	与单株粒重的遗传 相关
株高	-0.4479	0.3314	0.0012	0.0985	0.7843	-0.3575	0.4093**
主茎节数	-0.4274	0.3473	0.0006	0.0893	0.7279	-0.3716	0.3660*
分枝数	-0.1327	0.0484	0.0042	0.0888	0.4796	-0.1926	0.2556
一株荚数	-0.2596	0.1824	0.0022	0.170	1.0304	-0.3302	0.7452**
一株粒数	-0.2828	0.2035	0.0016	0.1410	1.2421	-0.5933	0.7061**
百粒重	0.1781	-0.1436	-0.0009	-0.0719	-0.8281	0.8989	0.0326

注：对角线上表示直接通径系数。

### 1、株高对单株粒重的影响

相关分析表明，株高与单株粒重为极显著正相关 ( $r_{17} = 0.4093^{**}$ )，似乎只要增加株高就可以提高单株粒重，而通径分析表明，株高对单株粒重的直接效应 ( $P_{17} = -0.4479$ ) 却是负值，这是由于株高通过主茎节数、一株粒数的正向间接效应较大掩盖了株高对单株粒重的直接负向作用。因此，单纯地增加株高，而不注意对主茎节数、一株粒数的选择，则对提高单株粒重是无益的。

### 2、主茎节数对单株粒重的影响

通径分析看出，主茎节数对单株粒重的直接效应较大 ( $P_{27} = 0.3473$ )。同时，主茎节数通过一株粒数对单株粒重的间接效应也是很大的。主茎节数通过分枝数、一株荚数对

单株粒重的间接效应很小；株高、百粒重对单株粒重的间接效应是负值。主茎节数与单株粒重的相关系数为正值 ( $r_{27} = 0.3660^*$ )。主茎节数可为主要选择指标之一，在不过多地增加株高的前提下，增加主茎节数对提高单株粒重非常重要。

### 3、分枝数对单株粒重的影响

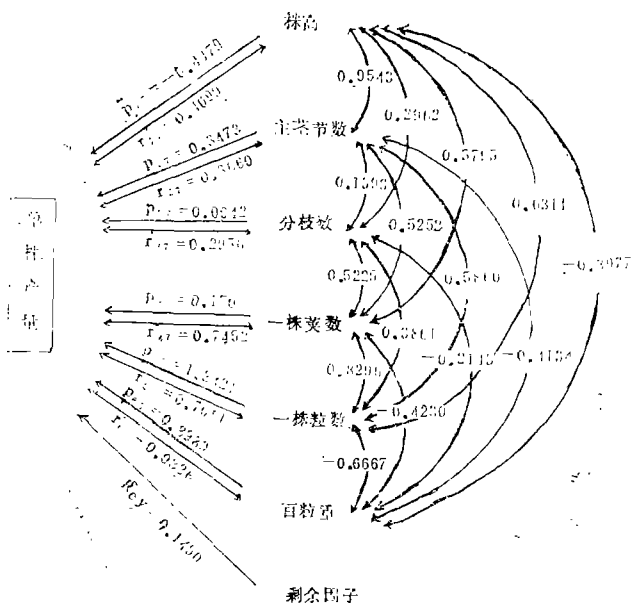
相关分析表明，分枝数与单株粒重呈较弱的正相关 ( $r_{37} = 0.2956$ )。通径分析结果，分枝数对单株产量的直接效应更小 ( $P_{37} = 0.0042$ )，分枝数对单株粒重的贡献主要通过单株粒数的间接效应 ( $r_{35}P_{57} = 0.4796$ )，而通过其他因子的间接正向作用很小或为负向值。因此，分枝数的多少，不是产量构成的重要因素及选择指标，所以，主茎型品种也是高产品种类型之一。

### 4、一株荚数对单株粒重的影响

相关分析表明，一株荚数与单株产量呈极显著正相关 ( $r_{47} = 0.7452^{**}$ )。通径分析看出，一株荚数对单株产量的直接效应却不大 ( $P_{47} = 170$ )，但是，一株荚数通过一株粒数对单株产量的间接效应却非常大 ( $r_{45}P_{57} = 1.0394$ )。而通过株高、百粒重的间接效应乃是负值。如果将一株荚数作为单株产量选择指标时，必须兼顾一株粒数多少方能奏效。

### 5、一株粒数对单株粒重的影响

相关分析已表明，一株粒数与单株粒重成极显著正相关 ( $r_{57} = 0.7061^{**}$ )，通径分析结果，一株粒数对单株粒重的直接效应也最大 ( $P_{57} = 1.2121$ )，一株粒数通过主茎节数、一株荚数的间接效应不大；通过百粒重、株高的间接效应是负值。由此看来，一株粒数对单株粒重的贡献主要是本身的直接效应。所以，一株粒数是提高单株产量的重要因素，应当把一株粒数作为主要的选择指标。



单株产量与六个产量构成素通径图

### 6、百粒重对单株粒重的影响

相关分析，百粒重与单株粒重相关程度极小，仅为 ( $r_{67} = 0.0326$ )，似乎百粒重对增加单株产量作用不大，但通径分析结果看出，百粒重对单株产量的直接效应却很大 ( $P_{67} = 0.3989$ )。百粒重通过其他诸因素的间接效应为较小正值或极小的负值。百粒重对单株粒重的直接效应非常重要。百粒重是提高单株产量的主要因素，在一株粒数较多的情况下，提高百粒重是增加单株产量的重要途径。

对六个主要产量构成因素通径分析同时，运用  $1 = \left( \sum_{i=1}^n P_{iy}^2 + 2 \sum_{i < j} r_{ij} P_{iy} P_{jy} \right) + P_{ey}^2$   
 $\frac{1}{R^2}$

公式求出剩余因子的通径系数  $P_{ey} = 0.1490$ ，及六个产量构成因素的决定系数  $R^2 = 97.78\%$ 。剩余因子的通径系数很小，六个产量构成因素的决定系数却很大，说明六个因素基本决定了单株产量，而受其他因素（剩余因子）的影响较小。（见通径图）

### 三、小结与讨论

综合上述分析，从各因素的相关分析看出：一株荚数、一株粒数、株高、主茎节数与单株产量相关密切，相关系数分别为  $r_{47} 0.7452^{**}$ 、 $r_{57} 0.7061^{**}$ 、 $r_{17} 0.4099^{**}$ 、 $r_{27} 0.3660^{*}$ ，均为极显著或显著正相关。分枝数与单株产量为弱正相关  $r_{37} 0.2956$ ，百粒重与单株产量呈极弱正相关， $r_{67} 0.0326$ 。

通径分析表明：一株粒数、百粒重两个因素对单株产量的直接效应最大，直接通径系数分别为  $P_{57} 1.2421$ 、 $P_{67} 0.3989$ ；其次是主茎节数，对单株产量的直接通径系数  $P_{17} 0.3473$ ；再次是一株荚数  $P_{47} 0.170$ ；分枝数对单株产量直接效应极弱  $P_{37} 0.0042$ ，株高对单株产量的直接效应  $P_{17} -0.4479$  为负值。另外，一株粒数不仅本身对单株产量的直接效应大，而其他因素，如：株高、主茎节数、一株荚数、分枝数等通过一株粒数的间接效应也很大，间接通径系数分别为  $r_{15} P_{57} 0.7843$ 、 $r_{25} P_{57} 0.7279$ 、 $r_{45} P_{57} 1.0304$ 、 $r_{35} P_{57} 0.4796$ 。六个产量构成因素的决定系数  $R^2 97.78\%$  很大，而剩余因子的通径系数  $P_{ey} 0.1490$  较小，表明了本文所分析的几个产量构成因素，基本决定了产量，受其他因素的影响很小。

相关与通径分析的结果，不完全一致。株高与单株产量呈极显著正相关，而通径分析直接效应为负值；一株荚数与单株产量呈极显著正相关，通径直接效应却较小；百粒重与单株产量呈极弱正相关，通径分析直接效应很大。出现此种现象的原因是：相关分析只简单估测两个变量间的关系与程度大小，而不能揭示出每个因素对产量的直接或间接作用如何。通径分析能剖析出各产量构成因素对产量的因果、直接或间接效应大小及相对重要性，反映出各因素对产量的本质作用。

从分析结果得出，高产品种产量性状主要选择指标是一株粒数、百粒重。但是，由于二者之间还存在着极显著负相关，所以选择时必须注意在协调两个因素的基础上进行。尤其是当品种的一株粒数较多的情况下，提高百粒重是增加单株产量的重要途径。

其次，主茎节数可为选择指标之一。在不过高增加株高的前提下，以增加主茎节数为途径，对提高单株产量非常重要。

一株荚数也可为选择指标，但必须兼顾一株粒数多少，方能奏效。

分枝数不是产量构成重要因素及选择指标，分枝数对产量的直接效应极小。因此主茎型品种也是高产品种类型之一。

株高对单株产量的直接效应是负值，因此，高产品种选择时，不能以增加株高来提高产量。但是，株高通过主茎节数、一株粒数的间接效较大，所以通过适当增加株高，使之提高主茎节数、一株粒数，也能从而达到提高单株产量的目的。

### 主要参考文献

- (1) 袁志发: 通径分析简介, 《国外农学—麦类作物》, 1981, (3)。
- (2) 兰巨生: 相关与通径分析, 《作物遗传参数统计法》, 1982。
- (3) 黄文涛等: 蚕豆的性状相关及其通径系数分析, 《遗传》, 1984, 5(3)。
- (4) 周丰锁: 大豆杂交亲本主要农艺性状的通径分析, 《遗传》, 1983, 5(2)。
- (5) Douglas R. DeWey: 扁穗冰草籽粒产量成份的相关和通径系数分析, *Agronomy Journal*, 1959 (51)。

## 《国外农学—大豆》改由吉林省 农业科学院情报所发行

《国外农学—大豆》杂志原由长春市邮政局发行，从今年下半年开始改由吉林省农业科学院情报所发行。凡欲订阅今年第四期至第六期刊物的同志，请直接汇款到公主岭市吉林省农业科学院情报所，刊物定价每册七角，半年二元一角。如果由银行信汇，请汇寄公主岭市农业银行，帐号 43145，吉林省农业科学院情报所收。汇款时请注明地址、姓名和订阅册数。