

# 不同光照强度下大豆产量和产量 结构分析\*

夏明忠

(西昌农业专科学校)

## 摘 要

本文根据四川安宁河流域玉米、大豆间(混)作制中,玉米、大豆不同结构形式引起的遮光程度,模拟四种光照强度的大豆遮光试验,分析了不同光照强度下大豆产量及产量构成因素间的相关性,确定产量因素对产量的直接和间接贡献,并采用 BASIC 语言程序,建立多元线性回归模式,提出不同结构形式的玉米、大豆间(混)作制中大豆的栽培主攻方向。

**关键词:** 大豆 产量因素 光照强度 相关

四川安宁河流域大豆主要和玉米间(混)作,两者不同行比或不同密度决定了大豆中后期的遮光程度<sup>[1-3]</sup>。模拟不同结构形式下大豆的不同光照强度试验,以分析研究产量和产量构成因素的反应,对明确不同结构形式下大豆栽培的主攻方向,具有重要意义。

## 材 料 和 方 法

供试大豆为安宁河流域目前推广的凉豆2号和诱变2号(均由凉山州农科所提供),室外盆栽,4月下旬播种,每盆6粒,出苗后留5株。从分枝(播种后40天)至成熟期(播种后105天),模拟以下光照强度:自然光照(相当于一般种植密度下的大豆清种或间作中单2号玉米2000株/亩下大豆光照),不遮光,也不补充光源;中等光照(相当于间作制中玉米、大豆1:1,2:1行比,或混作制中玉米2000—3000株/亩下的光照,采用单层白纱布四周和顶部全部遮光,或单层白布罩四周(开顶)遮光;低光照(相当于间作制中玉米、大豆2:1,3:1或混作制中玉米3000—3500株/亩下的光照),采用单层白布罩四周和顶部全部遮光;微光照(相当于玉米4000—5000株/亩下混

\* 西昌农专肖诗明老师、李雯、曾永立等同志参加部份工作,计算机室伍治林老师计算有关数据。在此致谢。  
本文于1987年9月29日收到。This paper was received in Sep. 29, 1987.

种少量大豆，将大豆盆栽钵移入地形自然全天遮光处，由于生产中很少有此情况，故只作为一般比较，不作统计分析。经 SI—II 型照度计测得各种处理光照强度分别为自然光照的 33—44%，20—23% 和 5—9%，每处理 15 盆，罩内外温湿差异不大。

收获后以每盆 5 株求单株平均产量，产量构成因素及其农艺性状。相关分析：计算产量和构成因素之间的简单相关系数<sup>[4]</sup>；通径分析：测定各产量构成因素对产量的直接和间接作用。多元回归分析：建立产量与产量构成因素之间的多元线性回归方程式。通径和多元回归分析采用 BASIC 语言程序<sup>[5]</sup>，在 PP 型微机上计算。

由于两个参试品种的产量及构成因素对光照强度反应基本一致，故取其平均观察值进行统计分析。

结果 和 分 析

一、不同光照水平下大豆产量及农艺性状

株高随光照减弱而提高，但在最低光照下，株高降低；和自然光照相比，各产量构成因素均被削弱，中等光照的单株荚数、粒数、粒重。分别减少 44.6%、52% 和 52.5%；低光照下分别减少 67.3%、73.0% 和 75.3%。单株干物重、收获指数及百粒重也随光照减弱而降低，但是单株茎叶干重所占总干物重比值增大，在四种光照下，该比值分别为 38.9、41.4、52.0 和 83.3%。Mann 等曾在大豆开花期连续遮光 63%，也使大

表 1 不同光照水平下大豆产量结构特点

Table 1 Yield and yield components of soybean under different light intensity

处 理 Treatments	性 状 Traits	株 高 Plant height (cm)	单株荚数 No. of Pod/ plant (个/株)	单株粒数 No. of grain/ plant (粒/株)	单株荚重 Pod weigh/ plant (g/株)	单株干 物 重 Dry weight/ plant (g/株)	单株茎叶重 Stem+leaf weight/plant (g/株)	收获指数 Harvest index (%)	百粒重 Weight of 100 grains (g)	产 量 Yield plant/ (g/株)
自然光照 Natural light		51.5	39.7	82.4	19.4	31.6	12.3	43.0	18.6	13.3
中等光照 Medium light intensity		53.6	22.0	39.5	9.2	15.7	6.5	37.8	16.0	5.9
低光照 Low light intensity		69.6	13.0	22.2	4.8	10.0	5.2	27.1	13.2	2.8
微光照 Slight light intensity		26.4	2.9	2.8	0.4	2.4	2.0	11.5	9.7	0.3

豆单株荚数减少 58%，Schou 等从大豆第三复叶展开期连续遮光 63%，使茎秆重量比值显著增大<sup>[3]</sup>。遮阴后大豆产量剧减，即使在中等光照下减产也达 55.6%，减产的主要因素是单株荚、粒数。可见大豆对低光极敏感，光照不足会严重减产<sup>[1]</sup>，董树亭曾比较了三十多种作物需光特性，发现大豆光补偿点、饱和点和光合强度都在 30 种作物平均值以上。实验认为大豆并非为耐阴植物，在自然光照条件下并不适合与高秆作物间作<sup>[2]</sup>。因而，间作制中选择适宜的品种、结构形式、密度、施肥等尤为重要。

二、不同光照强度下大豆产量与其构成因素间密切程度

表 2 可见，在自然光照下，单株荚数、收获指数和百粒重均与单株产量呈显著或极

显著正相关，但单株粒数与此呈负相关，故在安宁河谷流域自然光照下的大豆，应以提

表 2 不同光照下产量及其构成因素间相关性

Table 2 The correlation coefficient between yield and yield components under different light intensity

性 状 Traits	自然光照 Natural light				中 等 光 照 Midium light intensity				低 光 照 Lwo light intensity			
	单株粒数 No. of grains/ plant (x <sub>2</sub> )	收获指数 Harvest index (x <sub>3</sub> )	百粒重 Weight of 100 grains (x <sub>4</sub> )	单株产量 Yield/ plant (y)	单株粒数 No of grains /plant (x <sub>2</sub> )	收获指数 Har- vest index (x <sub>3</sub> )	百粒重 Weight of 100 grains (x <sub>4</sub> )	单株产量 Yield/ plant (y)	单株粒数 No of grains /plant (x <sub>2</sub> )	收获指数 Har- vest index (x <sub>3</sub> )	百粒重 Weight of 100 grains (x <sub>4</sub> )	单株产量 Yield/ plant (y)
单株荚数 No. of pod/ plant (x <sub>1</sub> )	-0.325	-0.022	0.558	0.588 *	0.350	0.140	0.276	0.603 **	0.793 **	0.482 *	0.295 *	0.792 **
单株粒数 No. of grains/plant (x <sub>2</sub> )		-0.176	-0.653 *	-0.429		0.131	-0.244	0.400		0.767 **	0.181	0.965 **
收获指数 Harvest index (x <sub>3</sub> )			0.673 *	0.758 **			0.720 **	0.753 **			0.477 *	0.871 **
百粒重 Weight of 100 graing (x <sub>4</sub> )				0.889 **				0.758 **				0.400
* r(0.05)=0.576, ** r(0.01)=0.708					* r(0.05)=0.423, ** r(0.01)=0.537				* r(0.05)=0.423, ** r(0.01)=0.537			

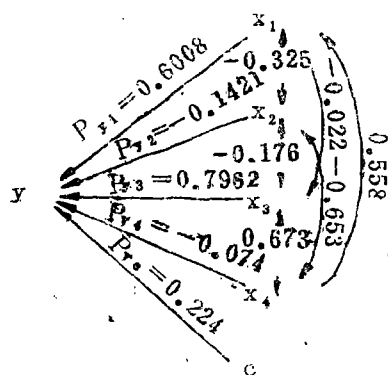
高粒重和收获指数及单株荚数为提高产量的主攻方向。在中等光照（中等密度）下，各产量因素均与单株产量呈正相关，但单株粒数与此未达显著水平，其余二者却达极显著（ $P<0.01$ ）水平，故应主攻百粒重，收获指数和单株荚数。在低光照（玉米高度密植）下，相关系数以单株粒数（0.965）>收获指数（0.871）>单株荚数（0.792）>百粒重（0.400），故应以提高单株粒数和收获指数为主攻方向。另外单株荚数、粒数及收获指数和单株产量的相关系数随光照减弱而提高，表明它们确实是低光下产量的限制因素。

分析不同光照水平下各产量因素之间相关性表明，随光照减弱，单株荚数对粒数，收获指数和百粒重的正向效应增大，收获指数对百粒重都有极显著正相关关系；而单株粒数对自然光照下百粒重有极显著负效应，对低光照下收获指数有极显著正效应，该结果表明了不同光照下各产量因素间相互制约的复杂性。如果片面追求某一产量因素的提

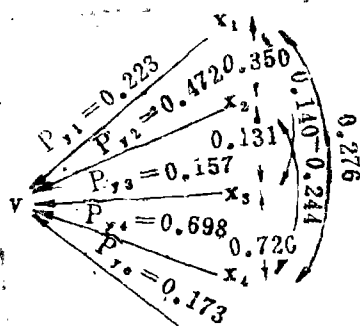
三、不同光照强度下大豆产量因素对产量的贡献

为了探明各种光照水平下产量构成因素对产量贡献大小，进行了通径分析(图 1,表 8)。分析表明，在自然光照下，收获指数（ $x_3$ ）是影响单株产量（ $y$ ）最重要的产量因素， $x_3$ 对 $y$ 的通径系数为 0.7962；其次是单株荚数（ $x_1$ ），所以增加收获指数和单株荚数对提高自然光照下大豆产量的效果最好。虽然百粒重（ $x_4$ ）对产量的直接作用为负。

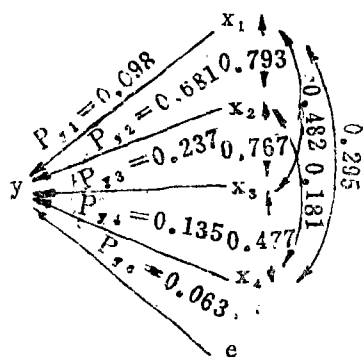
但它通过其它三个因素，特别是通过收获指数对产量的间接作用最大 (0.5358)，所以当注意收获指数和单株荚数后，还应兼顾百粒重，否则会影响单株产量。



自然光照



中等光照



低光照

图1 不同光照下大豆五个性状的  
通径图

Fig. 1 Path of the five traits under  
different light intensity

在中等光照下，四个产量因素中对产量的直接作用以种子百粒重最大 (0.698)，单株粒数次之 (0.472)，单株荚数再次之 (0.223)，表明在中等光照下增加粒重对提高产量的效果最好。收获指数通过百粒重对产量的间接作用最大 (0.5028)，单株荚数通过百粒重和单株粒数也对产量产生较大的间接影响。所以协调粒重和粒数关系，在此基础上提高单株荚数和收获指数是中等光照条件下的主攻方向。

在低光照下，对产量的直接贡献位次是单株粒数>收获指数>百粒重>单株荚数，单株荚数对产量的间接作用最大 (0.694)，其中主要是通过单株粒数而起作用，单株粒数主要通过收获指数，收获指数和百粒重主要通过单株粒数对产量起间接作用。

综上所述，在自然光照下，对单株产量起积极作用者首先是收获指数，其次是单株荚数和百粒重；在中等光照下，起决定作用者首先是百粒重，其次是单株粒数；在低光照下，起决定作用者首先是单株粒数，其次是收获指数。这一结论与上面的性状和相关分析结果基本一致。

#### 四、不同光照强度下产量和产量因素多元回归分析

为了进一步说明不同光照条件下四个产量构成因素的数量关系，按多元线性回归分

表3 不同光强下产量因素对产量的直接间接作用  
Table 3 The direct and indirect effects of yield componets  
on yield under different light intensity

	性 状 Traits	相关系数 Correlation coefficient	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effect				
				总和 Total	$x_1 \rightarrow y$	$x_2 \rightarrow y$	$x_3 \rightarrow y$	$x_4 \rightarrow y$
自然光照 Natural light	$x_1$	0.588	0.601	-0.013	—	0.046	-0.018	-0.041
	$x_2$	-0.429	-0.142	-0.287	-0.195	—	-0.140	0.049
	$x_3$	0.758	0.796	-0.038	-0.013	0.025	—	-0.050
	$x_4$	0.889	-0.074	0.964	0.335	0.093	0.536	—
中等光照 Midium light intensity	$x_1$	0.603	0.223	0.380	—	-0.165	0.022	0.193
	$x_2$	0.400	0.472	-0.072	0.078	—	0.021	-0.170
	$x_3$	0.753	0.157	0.596	0.031	0.062	—	0.5503
	$x_4$	0.758	0.698	0.060	0.062	-0.115	0.113	—
低光照 Low light intensity	$x_1$	0.792	0.098	0.694	—	0.540	0.114	0.040
	$x_2$	0.965	0.681	0.284	0.078	—	0.182	0.024
	$x_3$	0.871	0.237	0.634	0.047	0.523	—	0.064
	$x_4$	0.400	0.135	0.265	0.29	0.123	0.113	—

析程序，在 PP 机上求得四元回归方程：

在自然光照下： $\hat{y}_1 = -9.3598 + 0.1537x_1 - 0.0243x_2 + 0.1363x_3 + 0.0357x_4$  (1)

在中等光照下： $\hat{y}_2 = -10.8124 + 0.0680x_1 + 0.1083x_2 + 0.0259x_3 + 0.2507x_4$  (2)

在低光照下： $\hat{y}_3 = -4.9509 + 0.0361x_1 + 0.1022x_2 + 0.0343x_3 + 0.0989x_4$  (3)

对 (1) 式进行方差分析， $F=24.979$ ， $R=0.975$ ， $S_e=0.534$ 。(1) 式表明，当有三个因素保持在平均水平 (表 1) 时，单株荚数 ( $x_1$ ) 每增加 1 个，单株产量平均增加 0.15 g；收获指数每增加 1%，单株产量平均增加 0.136 g；百粒重每增加 1 g，单株产量提高 0.036 g；但单株粒数每增加 1 粒，产量反而下降 0.024 g。

对 (2) 式进行方差分析， $F=114.16$ ， $R=0.985$ ， $S_e=0.28510$  (2) 式表明，当有三个因素保持在平均水平 (表 1) 时，单株荚数、粒数、收获指数和百粒重每增加 1 个单位，单株产量分别提高 0.068，0.108，0.026 和 0.251 g。

对 (3) 式进行方差分析， $F=123.05$ ， $R=0.998$ ， $S_e=0.095$ 。(3) 式表明，当有三个因素保持在平均水平 (表 1) 时，各因素分别增加 1 个单位，单株产量分别提高 0.036，0.102，0.034 和 0.099 g。

讨 论

试验表明，大豆对遮光极为敏感，光照不足会严重减产，因此对大豆耐阴的提法是值得商榷的。Hiebsch 等人试验中，从大豆生殖生长开始，定期从玉米、大豆间作中

除去玉米植株,并定期测定大豆截光量,发现推迟收割玉米使产量降低15—25%,表明大豆严重受玉米遮光影响。〔1〕

在自然光照条件下,本地推广品种的产量构成因素中,收获指数和单株荚数是最活跃的因素,它们与产量的相关系数分别为0.758\*\*和0.588\*\*,通径系数直接作用分别为0.796和0.601,应作为增产的主攻方向。百粒重对产量的间接作用达0.964,相关系数为0.890\*\*,故应作为进一步提高产量的因素。

在中等光照下,种子百粒重对产量影响最大,相关系数0.758\*\*,通径系数0.698,应作为本地玉米——大豆间(混)作制中一般玉米密度下大豆增产的主攻方向。

在低光照下,以单株粒数对产量的贡献最大,相关系数0.965\*\*,通径系数0.681,其次是收获指数,相关和通径系数分别为0.871\*\*和0.237。在低光下,单株粒数减少最多(表1)以及茎叶重比值增大也是这一结论的佐证〔1, 3〕。所以应将提高粒数和收获指数作为高度密植的玉米、大豆间作中提高大豆产量的主攻方向。

三种光照水平下的剩余通径系数(Py.)分别为0.224, 0.173和0.063,,其值均较小,表明本试验观察值误差较小,同时说明本试验所考虑的四个产量构成因素是影响产量的主要性状。(参考文献略)

## THE ANALYSES OF YIELD AND YIELD COMPONENTS OF SOYBEAN UNDER DIFFERENT LIGHT INTENSITIES

Xia Mingzhong

(Xichang Agricultural College, Sichuan)

### Abstract

The four shading levels of different structural shapes in Maize-Soybean cropping (mixing) systems in the Anning River Basin of Sichuan Province was imitated by shading experiment of soybean under four light intensities. The relationships between yield and yield components of soybean under different light intensities were analyzed. The direct effects and the indirect effects of the yield components on the soybean yield per plant were determined. Using the BASIC procedure, we have built the multiple regression models.

Based on the results of the experiment the main directions of cultivation in Maize-Soybean cropping (mixing) systems of the different structural shapes were indicated.

**Key words:** Soybean Yield Components Light Intensity  
Relationship