

# 大豆不同品种类型对播期及密度的反应\*

许冬梅 程舜华 郭显荣

(山西农业大学)

## 提 要

选取结荚习性、分枝性不同的四个品种为试材,采用二因素最优化设计,进行了品种、播期、密度的综合试验,并建立了数学模型。

结果表明:各类型品种在同一地区种植均可获得高产,但需配有相应的最佳栽培模式;播期与密度对产量影响均较大。播期早晚主要影响花前期长短,进而影响产量。无限型品种适宜的密度较低且范围较窄;分枝性强的有限型品种,适宜密度较高,范围较宽;独秆型品种则要求密度高,范围最窄。产量与单位面积总荚数相关最为密切( $r=0.934$ ),每平方米总荚数高于700,可获得每亩高于150公斤的产量。

**关键词** 品种;播期;密度;二因素最优设计;数学模型

为提高大豆产量,国内外育种和栽培工作者,曾提出在一定的生态条件下,达到高产,需一理想的模式,即特定的株型以及配套技术。但在实践中,不同类型品种在同一地区可长期并存且均获得高产。为探讨其原因,本试验利用不同类型品种,研究了品种、播期、密度等因素之间的综合关系及数学模型,从而为探求获得高产的最佳模式提供科学依据。

## 材 料 和 方 法

试验选取有限结荚习性、分枝性较强的晋豆2号,无限结荚习性、分枝性强的晋豆5号,亚有限结荚习性、分枝性极弱的晋豆6号和无限结荚习性、分枝性中等的晋豆8号四个品种,其生育期前两个品种为150天,后两个为145天。采用二因素最优设计,进行了播期、密度的综合试验,设计水平及编码见表1。

\* 本文于1990年9月27日收到。

This paper was received on Sep. 27, 1990.

试验共 24 个小区,小区面积 10.67 平方米,每区 4 行,前作玉米,试验地为沙壤土,肥力中等。生长期间灌水 2 次,中耕 3 次,并记载生育时期,收获时切除两头,按实际面积折合成亩产,取 2 平方米和 10 株分别考种,计产。10 株分上、中、下、主茎、分枝分别考单株粒重等 12 个性状。

表 1 因素水平编码及产量结果

Table 1 Coding table of experimental factor level and yield

处理号 Number	播 期 ( $X_1$ ) Planting date		密 度 ( $X_2$ ) Density		产 量 ( $Y$ ) (kg) Yield			
	编 码 Coding	处 理 Level	编 码 Coding	处 理 Level	晋豆 2 号 Jindou 2	晋豆 5 号 Jindou 5	晋豆 6 号 Jindou 6	晋豆 8 号 Jindou 8
	1	-1	26/4	-1	8000	54.23	168.03	121.43
2	1	24/5	-1	8000	110.83	160.63	97.67	111.67
3	-1	26/4	1	18000	86.67	140.67	164.47	145.50
4	-0.1315	8/5	-0.1315	12300	177.38	183.07	162.10	136.13
5	1	24/5	0.3944	15000	104.10	132.83	100.00	134.27
6	0.3944	15/5	1	18000	161.03	132.73	79.87	99.83

## 结果与分析

### 一、产量结果分析

根据表 1 试验结果,按照最优化设计各项回归系数计算公式,求出大豆产量( $Y$ )与播期( $X_1$ )和密度( $X_2$ )二次回归的数学模型如下:

$$\text{晋豆 2 号 } Y = 181.546 + 14.704X_1 + 2.621X_2 - 86.241X_1^2 - 10.152X_2^2 - 13.607X_1X_2$$

$$\text{晋豆 5 号 } Y = 179.549 - 11.283X_1 - 21.267X_2 - 21.762X_1^2 - 14.721X_2^2 - 7.594X_1X_2$$

$$\text{晋豆 6 号 } Y = 158.115 - 36.927X_1 - 3.527X_2 - 2.148X_1^2 - 49.943X_2^2 - 25.053X_1X_2$$

$$\text{晋豆 8 号 } Y = 135.687 - 11.932X_1 + 4.985X_2 + 17.920X_1^2 - 34.989X_2^2 - 9.973X_1X_2$$

#### (一) 最优组合的确定

由函数对各因素一阶偏导数等于 0 的方程组求极值,可得出各品种在本试验中获得高产的最优组合。

四品种在本地种植均可获得较高产量,但需配有各自的最佳播期和最适密度。其中分枝性最强的晋豆 5 号在密度较低,播期较迟;而分枝性最弱的晋豆 6 号则在密度较高,播期较早的情况下才能获得高产。

#### (二) 各因素与产量的关系:

从模型的线性项可看出,两因素对产量影响的强度是:分枝性强的晋豆 5 号密度 > 播期,其它品种播期 > 密度。采用降维法解析模型可进一步分析各个因子与产量的关系(图

1,2)。

表 2 各品种最优组合及产量

Table 2 The optimum combination of factor and yield

品种 Cultivar	晋豆 2 号 Jindou 2		晋豆 5 号 Jindou 5		晋豆 6 号 Jindou 6		晋豆 8 号 Jindou 8	
	编 码 Coding	处 理 Level						
X <sub>1</sub>	0.079	10/5	-0.135	8/5	-1	26/4	-1	26/4
X <sub>2</sub>	0.076	13400	-0.686	9500	0.383	14900	-0.035	12800
Y max	182.23		187.63		192.89		165.54	

播期对各品种的产量有不同影响,其强度为 2 号>6 号>8 号>5 号。对晋豆 2 号、5 号来说,播期对产量的主效应均为单峰曲线,其最佳播期位于试验范围之内,为 5 月 8~10 日,而晋豆 6 号、8 号的最佳播期可能处于或早于本试验设计的-1 水平。

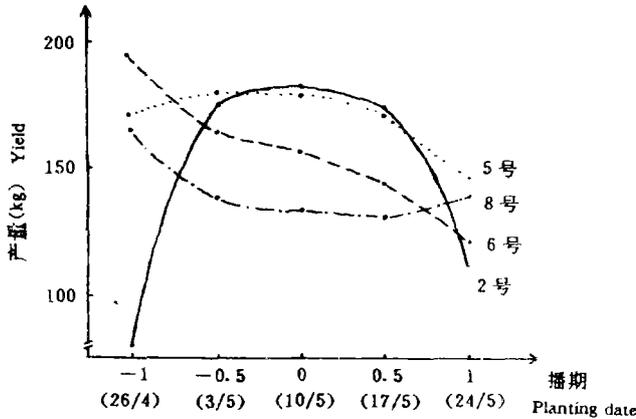


图 1 播期与产量的关系

Fig. 1 Effects of planting date on yield

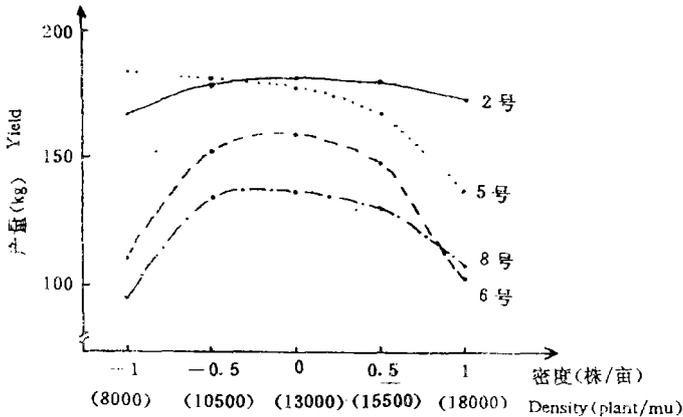


图 2 密度与产量的关系

Fig. 2 Effect of density on yield

密度对产量的影响强度的顺序为 6 号>8 号>5 号>2 号。分枝性强的有限性品种晋

豆2号,最高产量出现在较高密度下,且随密度变化产量变异较小,即可选择的密度范围较宽。分枝性强的无限性品种晋豆5号,在较低的密度下获得高产,随密度变化产量变异幅度也较大,即可选择的适宜密度范围相对较窄。独秆型品种晋豆6号适于在较高的密度下种植,随密度的变化产量变异幅度最大,即密度过低过高均会导致减产。

播期与密度有一定的互作,且均为负互作。晋豆6号互作尤大,这表明随着播期的推迟,密度对产量的效应降低。

## 二、产量因子剖析

### (一)播期与生长发育

#### 1. 播期与生育结构

生育期随着播期的推迟而缩短,不同播期的大豆几乎同一时期成熟,品种间差异不显著,但出苗——开花的长短受播期影响明显(表3)。开花晚的晋豆2号、5号随播期的推迟花前期明显缩短,获得高产的最适宜播期也较晚,为5月8日至10日。开花早的晋豆6号、8号播期相差28天,花前期只差3天,适宜播期也较早,为4月26日或更前。

表3 播期与花前期的关系

(单位:天)

Table 3 Effect of planting date on time before flowering (Day)

品种 Cultivar		晋豆2号 Jindou 2	晋豆5号 Jindou 5	晋豆6号 Jindou 6	晋豆8号 Jindou 8
播期 Plantingdate					
26/4		66	64	34	33
8/5		59	57	32	35
15/5		54	53	33	31
24/5		46	48	31	30
回归系数 Regression coefficient	b0	57.749	55.967	31.877	31.113
	b1	-9.899	-7.957	-1.157	-1.503
	b3	-1.970	-0.050	-0.160	-0.586

#### 2. 播期与植株、农艺性状

随着播期的推迟,四品种都表现为株高降低,主茎节数、主茎荚数、单位面积总荚数均减少,底荚高度升高。但产量性状的变化品种间差异较大:开花较晚的晋豆2号与晋豆5号每平方米荚数、粒数和粒茎比与播期的关系呈单峰曲线,其峰值均出现在0水平上,0水平以前荚密度迅速增加,分别从0.59,0.80增加到1.3和0.94,秕荚则有所减少。可见,这类品种播期过早时,有徒长趋势。开花较早的晋豆8号、6号产量性状,随播期的推迟均有不同程度的降低。特别是下部结荚迅速减少。说明早花品种晚播时,花前期过短、营养体过小导致产量下降。各类品种百粒重变化均不明显。

### (二)密度与生长发育

#### 1. 密度与群体性状

密度对群体诸性状均有很大影响(表4)。

每平方米总荚数、总粒数等产量性状的变化规律与产量基本一致,除有限结荚习性的

晋豆 2 号随密度增高总荚数近直线升高外,其它三品种均呈抛物线关系。但抛物线顶点不同,反应其曲线陡度的一阶导数也有明显差异,其顺序为 6 号 > 8 号 > 5 号,分别为 170.3, 160.6 和 153.7。可见随密度增加晋豆 5 号荚数变化的幅度最小。

表 4 群体性状与密度的关系

Table 4 Relation between characteristics per m<sup>2</sup> and density

品 种 Cultivar	密度编码 Density coding	产量 g/m <sup>2</sup> Yield	总荚数 个/m <sup>2</sup> Pods/m <sup>2</sup>	粒数/m <sup>2</sup> Seeds/m <sup>2</sup>	株重 g/m <sup>2</sup> Planting weight/m <sup>2</sup>	分枝/m <sup>2</sup> Branches /m <sup>2</sup>	节数/m <sup>2</sup> Nodes/m <sup>2</sup>	百粒重 g 100 seeds weight	粒茎比 Ratio seed and stem
晋豆 2 号 Jindou 2	-1	253.16	774.24	1327	490	70.8	474	20.7	0.501
	-0.5	266.55	772.52	1246	510	75.3	554	21.6	0.515
	0	272.32	795.09	1244	547	78.8	611	21.7	0.503
	0.5	270.48	841.96	1319	600	81.4	643	21.4	0.464
	1	261.02	913.13	1472	668	83.0	651	20.3	0.398
晋豆 5 号 Jindou 5	-1	279.14	756.56	1316	418	81.9	783	19.5	0.650
	-0.5	279.75	861.36	1406	515	102	917	19.4	0.549
	0	269.32	889.30	1526	563	112	980	19.5	0.480
	0.5	247.85	840.39	1415	562	112	1029	19.8	0.440
	1	215.34	714.61	1221	512	102	892	20.3	0.420
晋豆 6 号 Jindou 6	-1	167.55	549.93	1114	441	21.1	345	17.4	0.370
	-0.5	221.09	663.24	1442	527	23.4	454	16.7	0.410
	0	237.17	691.40	1503	563	20.3	517	16.5	0.420
	0.5	215.80	634.41	1474	551	14.6	533	16.8	0.380
	1	156.87	492.28	1017	489	6.5	502	17.6	0.310
晋豆 8 号 Jindou 8	-1	143.57	488.64	716	327	35.0	443	22.5	0.430
	-0.5	186.67	615.34	1013	422	53.1	570	23.1	0.440
	0	203.53	661.71	1039	465	59.8	636	23.2	0.440
	0.5	199.15	627.75	1104	455	55.2	641	22.7	0.430
	1	158.52	513.46	833	393	39.3	584	21.7	0.400
相 关 系 数 Correlation coefficient		1.000	0.934	0.650	0.645	0.689	0.536	-0.05	0.697

单位面积株重、总分枝数、总节数等性状各品种随密度的变化而异。分枝的有根性品种晋豆 2 号其营养体随密度增大而增加。分枝强的无限性品种晋豆 5 号营养体最高点出现在较高密度上,分枝中等的无限性品种晋豆 8 号则在中等密度上,说明,分枝的无限性品种密度过大时,营养体会迅速减小,而不能获得高产;分枝性极弱的晋豆 6 号其营养体则随密度的增高而缓慢增加,但分枝数迅速下降。

营养体与生殖体随密度的变化规律不尽相同,出现的高峰期也有差异,如无限型分枝品种晋豆 5 号株重高峰期出现在较高密度下(0—0.5 间),而最高产量及荚数则出现在较低密度下(-0.38),粒茎比又出现在中密区(0 水平)。可见,只有群体有足够大的营养体且有机质转化效率较高时,才可获得高产。

对各类品种不同密度下产量与 8 个群体性状的相关分析表明:每平方米荚数、生物产量、总分枝等 5 个性状与产量关系密切,其中荚数尤为密切, $r=0.934$ (表 5)。

进一步分析表明,产量高于150公斤的方案中,总荚数>700的占89.1%,而产量低于150公斤的总荚数>700的只占14.2%(表5)。可见,单位面积成荚数可作为设计中高产方案的指示指标。而其它性状均无此规律。

表5 群体荚数与产量的关系

Table 5 Relation between pods per m<sup>2</sup> and yield

品种 Cultivar	>150kg 方案数 Schemes of >150kg	>150kg 方案平均荚数/m <sup>2</sup> Average pods/m <sup>2</sup> in the schemes of >150kg	>150kg 方案中>700 荚的% Ratio of >700 pods in the schemes of >150kg	<150kg 中>700 荚的% Ratio of >700 pods in the schemes of <150kg
2号	13	788.95±61.9	92.3	0
5号	18	794.73±77.8	88.9	43.8
6号	8	672.88±44.4	75.0	0
8号	2	803.52±10.4	100	13.0
X		765.02±48.6	89.1	14.2

有限性品种(2号)的株重、总荚数、粒数虽在高密度下较高,但产量下降,主要由于粒茎比降低所致。

## 2. 密度与单株性状

随着密度的增加,单株产量及各性状均有不同程度的降低,有限性的晋豆2号与其它品种相比各项指标降低幅度小。其中主茎节数几乎无变化,主茎荚数略有降低,只有分枝节数、分枝荚数降低较多,与A. Q. Parvez, 1989的研究结果相类似。其它品种依分枝性强弱,个体发育敏感性依次为5号>8号>6号,说明有限性品种个体发育稳定性强,在较高的密度下可获得高产。而分枝性强的无限性品种自我调节能力强,可在较低密度下较宽的范围内获得高产。而分枝性差的品种只要不影响主茎发育在高密度下就能获得高产(表6)。

表6 单株性状与密度的关系

Table 6 Relation between characteristics per plant and density

		2号	5号	6号	8号
产量 Yield	b2	-18.86	-45.38	-30.27	-34.06
	2b4	16.80	-82.52	-33.16	-92.36
株重 Plant weight	b2	-4.11	-7.72	-8.91	-6.21
	2b4	-23.28	-14.87	-9.55	-12.81
荚数 Pod number	b2	-6.50	-16.59	-9.36	-9.06
	2b4	6.00	-27.27	-16.48	-25.64
粒数 Seed number	b2	-8.60	-22.64	-16.67	-14.81
	2b4	14.34	-49.30	-36.91	-37.17
节数 Node number	b2	-6.74	-17.52	-5.41	-3.98
	2b4	-2.63	-16.52	-9.22	-20.11

进一步分析其植株冠层内部荚数、粒重对产量的贡献以及各性状的变化表明:所有供试品种在不同密度下,均为中部比例大(50~60%),上部比例小(20~30%)(与董钻等研究不同),但随密度增加变化幅度不同,其变化主要受分枝性强弱(分枝着生部位及多少)的影响。分枝性强的2号、5号随密度的增大,中部荚数及粒重的比例增大,下部比例减小,上部基本稳定,2号略有增加。而独秆性强的6号随密度的增加,各性状指标迅速下降,下部比例亦减少。下部比例减小主要由于荫蔽造成下部结荚减少,中部比例大是由于分枝部位多处于下部,分枝荚多分布于中部,主茎节数多、荚多。上部比例有限品种(30%)大于无限品种(20%),主要由开花与结荚顺序以及持续时间的不同而造成。

所以,获得高产的个体生长状况是主茎荚数略有下降,分枝荚数占相当比重,中冠层所占比例较大(50~60%)。

## 结 语

一、各类品种获得高产均有其最佳模式。山西省中部春播大豆不同品种采用如下播期和密度可望亩产超过150公斤:

品 种	播 期 (日/月)	密 度 (株/亩)
晋豆2号	8/5—13/5	10500—16500
晋豆5号	4/5—11/5	8000—13800
晋豆6号	(26/4)—3/5	12000—15000
晋豆8号	(26/4)—1/5	13000—14500

二、总荚数可作为设计特定生态条件下产量模式的指标,每平方米总荚数高于700可获得每亩高于150公斤的产量。

三、本试验结果表明,在一定的生态地区,不可能也不必要制定一个统一的理想模式,不同类型的品种可采用相应的配套技术通过不同的途径获得高产。

## 参 考 文 献

- [1] 董钻,1987,大豆株型育种的若干生理问题,大豆科学(1)
- [2] 孙卓韬等,1987,大豆株型、群体结构与产量关系的研究, I. 群体中英粒分布规律,大豆科学(2)
- [3] 吴润生、王毕生,1987,夏大豆行距、密度、肥料高产栽培措施的数学模型探讨,中国油料(3)
- [4] Pfriffer T. W. and D. Pilcher, 1987, 不同播期的大豆提早和延迟开花对其农艺性状的影响,国外农学—大豆(6)
- [5] Parvez A. Q., F. P. Gardner and K. J. Boote, 1989, Determinate— and Indeterminate—Type Soybean Cultivar Responses to Pattern, Density and Planting Date, Crop Science, 29(1)

RESPONSE OF DIFFERENT TYPE OF SOYBEAN CULTIVARS  
TO THE PLANTING DATE AND DENSITY

Xu Dongmei Cheng Shunhua Guo Xianrong

(*Shanxi Agricultural University*)

Abstract

To study the effects of planting date and density on yield of soybean, 4 cultivars, Jindou 2 (DT. branch), Jindou 5 (INDT. branchy), Jindou 6 (INDT. branchless) and Jindou 8 (INDT) were planted on 4 dates from 26th, April to 24th, May and on 4 density from 8000 to 18000 plants per mu, with the design of optimum of two factors. The mathematical models for high yield was established. The results shown that each type of cultivar can produce higher seed yield with specific culture schemes. Planting date and density are factors affecting seed yield. The effect of planting date was through changes of time from planting flowering. The cultivars differing in growth and branch habit vary in response to density. INDT and branchy type produce higher yield in lower density and within limited density range, DT, and branchy type in higher density and within large range, and branchless type in more limited density range. The seed yields were significantly increased with increasing pod number per unit area ( $r=0.934$ ). The pod number can be taken as indicator of designing yield model in specific region:  $>700$  pods per  $m^2$  may produce yield  $>150$ kg per mu.

Key words Cultivar; Planting date; Density; Design of optimum of two factors; Mathematical model

《华北农学报》征订启事

华北农学报是由北京、天津、河北、山西、内蒙古、河南六省市区农科院和农学会联合主办的大农业学术刊物。本刊立足华北,面向全国和全世界。主要刊载农业各学科的学术论文、研究报告以及科研简报,报道农业学术动态。

本刊为季刊,国内外公开发行,国内统一刊号:CN13-1101;每期定价2.00元,全年共计8.00元。从1992年起自办发行,欲订者请将款汇至石家庄市机场路24号河北农林科学院情报所《华北农学报》编辑部,邮政编码050051(开户银行:中国银行石家庄分行,帐号:0101000046,户头:河北省农林科学院情报所)。