

甘肃渭河流域夏大豆丰产高效 栽培模式研究*

王明喜 严焕胜 王永林 赵吉庆

(天水市农业科学研究所)

提 要

甘肃渭河流域夏大豆种植区位于黄淮海流域夏大豆区最西端,海拔高,麦后无霜期短,单产低。本研究采用综合农艺措施数学模型研究与单因子试验相结合的方法,通过“双目标”(产量、效益)筛选,提出了该生态区在灌水条件下夏大豆亩产165—200公斤(比习惯栽培增产25%以上)、技术性增投比2.5—6.5的优化栽培方案,经生产示范,实用有效。

本文并就密度、氮、磷对产量的影响与东北春大豆区、黄淮流域夏大豆区的低海拔地区进行了比较和讨论。

关键词 夏大豆;丰产高效;栽培技术

渭河流域夏大豆种植区地处我国黄淮海流域夏大豆区西端^[1],海拔1000—1400m,年活动积温($>5^{\circ}\text{C}$)3200—3500 $^{\circ}\text{C}$,属二年三熟热量有余,一年两熟热量不足地带。由于麦后无霜期仅106天,该期降水254.9mm,夏大豆个体发育受到自然生态条件的制约,株高仅50—70cm,稀植群体单株生产力20.3克,并且栽培管理粗放,亩产水平为130公斤左右。

近年来,国内一些科研单位相继采用综合农艺措施数学模型研究方法,提出了不同生态区大豆高产栽培模式^[2,3,4,5],而对生育期短、单株生产力较差的高海拔地区夏大豆模式栽培研究报道尚不多见。在该生态区如何有效地利用自然条件,协调好大豆生长发育与生态环境的关系而获得高产,其途径可能不同于其它大豆产区,为此我们于1987—1990年开展了该区夏大豆栽培技术研究。

以往的研究大多侧重丰产技术的优化,本研究将“丰产”与“高效”(技术性投入的经济效益)置于同等重要位置,通过“双目标”筛选,提出了渭河流域夏大豆种植区实用、有效的

* 本文于1992年8月10收到。

This paper was received on Aug. 10, 1992.

栽培技术方案。并就参试因子对产量的影响与其它生态区进行了比较。

设计与方法

采用复因子与单因子试验相结合的方法,谋求寻找主效可控农艺措施最佳组合方案*,复因子试验采用二次回归旋转组合设计,参试因子及水平编码见表1。

表1 因素水平线性编码表

Table 1 level of factors and linear code

年 份 Years	因 素 Factors	间 距 Class interval	水平与线性编码 Level and linear code				
			-r	-1	0	+1	+r
1987	x ₁ 密 度 万株/亩 Density Ten thous plants/mu	1.25	2.05	2.9	4.15	5.4	6.25
	x ₂ 纯 N 公斤/亩 Nitrogen kg/mu	5	0	3.5	8.5	13.5	17.0
	x ₃ 纯 P 公斤/亩 P ₂ O ₅ kg/mu	6	0	4	10	16	20
1988	x ₁ 密 度 万株/亩 Density Ten thous plants/mu	0.8	2.45	3.0	3.8	4.6	5.15
	x ₂ 纯 N 公斤/亩 Nitrogen kg/mu	9	0	6	15	24	30
	x ₃ 纯 P 公斤/亩 P ₂ O ₅ kg/mu	4.75	0	3.25	8	12.75	16

固定因子1. 灌水:全生育期三次(苗期、始花期、鼓粒期)

2. 播期:7月5日

供试品种为通农8号,试验处理田间随机排列,m₀处理等距分布全田,并增设空白处理,用于经济效益计算。小区间以畦子相隔,收获时去除边行,计产面积26.67m²,试验在甘谷农试站连续进行两年。当试验结果表明密度、施磷对产量的影响及最佳控制量与外地报导资料差异甚大时,又进行了单因子验证性试验。

试验地砂质黄壤,土壤比重2.72克/cm³,pH8.13,0—30cm耕层含速效氮52.7PPm、速效磷6.2ppm、速效钾131.8ppm;前茬小麦,等距留茬穴播,为降低因缺株及肥效损失造成的试验误差,化肥采用开沟深施,真叶期按设计密度手工定苗。

结果分析时

1. 密度与产量的曲线模型采用^[6]

* 主要探讨灌溉条件下的农艺措施优化组合,灌水次数及时期按灌溉试验结果择优固定,限于篇幅,本文不进行讨论。

表 2 综合技术措施筛选
Table 2 Integrated agricultural measures of analogue selection

	年份 Year	筛 选 指 标 Index of analogue select	频 数 Frequency				农 艺 措 施 Agricultural measures			
			总 次 数 Total	符 合 双 目 标 Achieve both aim	符 合 Achieve Y	符 合 Achieve J	密 度 万株/亩 Density ten thousand plants/mu	N 公斤/亩 Nitrogen kg/mu	P ₂ O ₅ 公斤/亩 kg/mu	
丰产高效 High-yield and good benefit	1987	Y:165—200 J:3—6.5	125	32	68	38	3.0—3.8	12—14	2.9—5.7	
	1988	Y:178—205 J:2.5—4.5	125	28	72	37	3.3—3.9	6.7—10.6	2.9—5.9	
	两 年 平 均							3.2—3.9	9.4—12.3	2.9—5.8
高 产 High-Yield	1987	Y:183—200 J≥1	125		33		3.4—4.0	14.8—15.9	4.7—8.7	
	1988	Y:190—205 J≥1	125		38		3.0—3.4	17—22	7.8—11.0	
	两 年 平 均							3.2—3.7	16—19	6.3—10
Y:产量(公斤/亩) Yield(kg/mu)			J:增投比 (Output-ck)/Input							
大豆籽粒:1.9元/公斤 Soyben grain cost:1.9 yuan/kg			纯N:1.58元/公斤 Nitrogen:1.58 yuan/kg				P ₂ O ₅ :2元/公斤 2 yuan/kg			

$$y = \frac{x}{a + bx^2}$$

2. 肥料与产量的函数关系式采用

$$y = A + Bx + Cx^2$$

3. 复因子回归分析选用数学模型^[7]

$$y = b_0 + \sum b_{1j}x_{1j} + \sum b_{11j}x_{1j}^2 + \sum b_{11j}x_{1j}^2$$

4. 综合农艺措施寻优,采用双目标(产量、效益)频数分析,经济效益用增投比表示

$$\text{增投比} = \frac{\text{增产值}(\text{Tr 产值} - \text{ck 产值})}{\text{技术性投入}(\text{Tr 投入} - \text{ck 投入})}$$

Tr: 处理

ck: 空白处理

结果与分析

一、本区生态条件下丰产、高效综合技术措施的筛选

据 1987、1988 两年在灌溉条件下的复因子试验结果,得出大豆产量与各因素间回归数学模型为

$$1987 \text{ 年 } y = 178.82 + 0.07x_1 + 19.70x_2 - 0.66x_3 - 0.78x_1x_2 + 1.60x_1x_3 - 2.81x_2x_3 - 3.63x_1^2 - 4.21x_2^2 - 3.13x_3^2$$

$$F_1 = 0.8 < F_{0.05}(5, 5) = 5.05$$

$$F_2 = 6.98^{**} > F_{0.01}(9, 10) = 4.94$$

$$1988 \text{ 年 } y = 202.39 - 6.56x_1 + 1.92x_2 + 0.08x_3 - 5.01x_1x_2 - 2.89x_1x_3 + 1.16x_2x_3 - 5.50x_1^2 - 6.49x_2^2 - 2.60x_3^2$$

$$F_1 = 2.42 < F_{0.05}(5, 5) = 5.05$$

$$F_2 = 3.07^{**} > F_{0.05}(9, 10) = 3.02$$

失拟检验(F_1)和方程检验(F_2)表明,未控因素对试验结果影响不大,产量函数回归方程与实际情况拟合较好。

1. 综合农艺措施寻优

利用产量函数模型,通过微机寻找不同目标要求的最佳农艺措施组合方案(表 2)。以高产为目标的频数分析结果表明,在当地自然条件下,采用高产技术方案,夏大豆亩产可达到 190—200 公斤,但投资较大,技术性增投比较低。实用、有效的栽培技术,不仅要增产,同时要增收,本研究以“丰产高效”为目的,筛选指标定为:亩产量 165—200 公斤(比现阶段亩产 130 公斤提高 25%以上)、技术性增投比不低于 2.5 : 1。通过双目标频数分析,在配套措施(低投资或不需投资的农艺措施,即 7 月 10 日前播种,全生育期于子叶变黄期、始花期、鼓粒期灌水三次)条件下,经济有效的综合技术措施为:每亩保苗 3.2—3.9 万株、亩施纯氮 9.4—12.3 公斤、亩施 P_2O_5 3—6 公斤。

2. 生产反馈

1990 年在甘谷县新兴镇 80 亩丰产高效栽培方案示范田,平均亩产 171.4 公斤,比习

惯栽培对照田增产 24.65%,亩增产值 64.4 元,除去技术性投资 21.8 元,每亩净效益 42.6 元,技术性增投比 2.95:1。1991 年推广 9120 亩,据抽样调查,比习惯栽培田增产 20.2—28.4%,技术性增投比为 2.6—4.2:1。

二、各因子对产量的影响及与其它生态区的比较

1. 本区生态条件下的适宜密度

两年度的复因子试验结果表明,本区的适宜密度高于黄淮海流域夏大豆区相近纬度各地,为了验证其可靠性和准确性,在同一地点又进行了连续两年的单因子试验(在亩施纯氮 11 公斤、 P_2O_5 4 公斤,全生育期灌水三次的条件下实施,设计密度 2—6 万株/亩,间距 0.5 万株/亩,小区面积 26.67m²),得出群体产量与种植密度的函数关系式为:

$$y = \frac{x}{0.011 + 0.00077x^2}$$

由该关系式获得的最佳种植密度范围与对复因子模型进行降维所得子方程曲线所得到的结果相一致(图 1),即在本区生态条件下,实施综合农艺措施,夏大豆最佳种植密度为 3.5 万株/亩左右,在合理密度下的群体产量可望达到 160—200 公斤/亩。密度低于 3.0 万株/亩,因本区夏大豆生长期短,个体发育不充分,单株生产力有限,不易获得高产;高于 4.0 万株/亩时,株数的增加未能补偿单株生产力低下损失而减产。

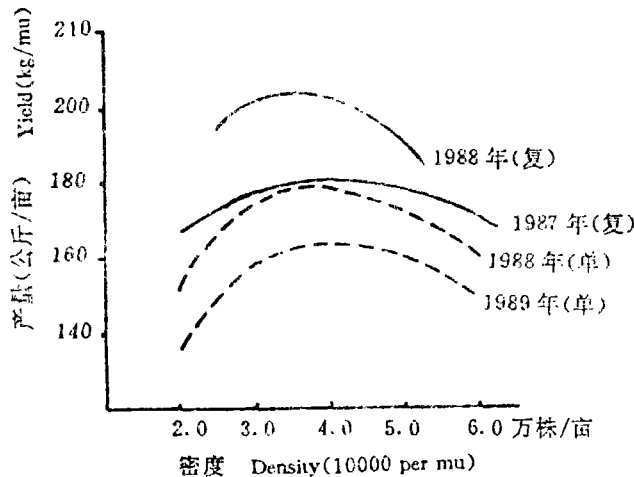


图 1 种植密度对产量的影响

Fig. 1 Effect of density to yield

比较相近纬度(北纬 34°左右)地区的夏大豆种植品种及适宜密度(表 3),随着海拔高度的上升,品种生育期依次缩短、株高降低、种植密度相应提高,本区(海拔 1240m)种植密度高于黄淮海流域夏大豆区相近纬度各地是符合这一趋势的。

表 3 相近纬度不同海拔地区夏大豆种植品种及适宜密度
Table 3 Varieties of summer soybean and their adapted
densities in different regions of similar latitudes

地 点 Place	纬 度 Latitude	海 拔 Elevation (m)	种植品种 Cultivar	生育期 Growing period (天数) (Days)	株 高 Plant height (cm)	适宜密度 (万株/亩) Density ten thousand per mu	资料来源 Source of information
江苏 徐州 Xuzhou	34°19'	34.3	徐豆 7 号	105	90	1.2—1.5	参考文献[8]
河南 周口 Zhengkou	33°40'		豫豆 6 号	104	60—80	1.6	参考文献[9]
陕西 武功 Wugong	34°21'	454.8	秦豆 5 号	95	90	1.6—2.4	参考文献[10]
甘肃 甘谷 Gangu	34°41'	1240	通农 8 号	90	58	3.2—3.9	

2. 氮、磷对产量的影响

氮: 经对回归模型进行降维(固定 $P-1$ 个因子于零水平)分析, 施氮在本区有显著的增产效果, 最佳施用量 16.3 公斤/亩, 明显高于东北春大豆区和黄淮海流域夏大豆区低海

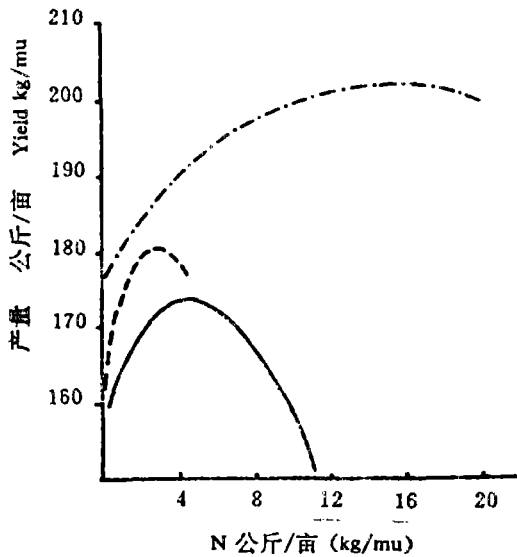


图 2 不同生态区施氮对大豆产量的影响
Fig. 2 Effect of nitrogen fertilizer on yield in different ecological regions
——东北春大豆区参考文献[4][5]
——黄淮流域夏播区(低海拔地区)参考文献[3]

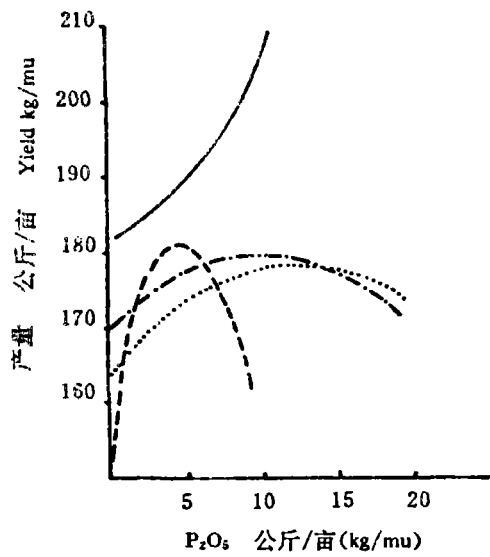


图 3 不同生态区施磷对大豆产量的影响
Fig. 3 Effect of phosphorus fertilizer to yield in different ecological regions
——本区(复因子模型子方程曲线)
.....本区(单因子验证结果)

拔地区(图 2)。究其原因,我们认为施氮可增加株高和叶面积系数,在生育期长,植株繁茂的春大豆、夏大豆产区,重施氮会导致疯长、倒伏而减产。本区夏大豆因生长期短,植株较矮,株高仅 50—70cm,繁茂性差,合理增施氮肥,能使个体形成较好的丰产长相而获得高产。

磷:两年复因子试验结果表明,施磷在本区有一定的增产作用,但增产幅度较小,零水平条件下的子方程曲线平缓,这与东北春大豆区,黄淮流域低海拔夏播区的研究结果差异较大(图 3)。为了验证其可靠性,1990 设置施磷(P_2O_5)单因子试验,试验地 0—30cm 耕层含速效磷 6.5ppm,处理水平为 0、2.5、5、10、15 公斤/亩,田间随机排列,重复四次,小区面积 26.67m²,所得结论与复因子试验结果基本一致(图 3)。施磷量与产量的关系式为

$$y=162.27+2.276x-0.087x^2$$

由该式得出亩施 P_2O_5 13.1 公斤时产量最高,可望达到 177.2 公斤/亩;边际产量效应在亩施 7.3 公斤以下时较大(由 2.3→1),亩施 7.3—13.1 公斤时逐渐接近于零(1→0),亩施 13.1 公斤以上对增产没有意义。从三年试验结果看,本区夏大豆施磷增产幅度小,由于目前磷肥单价(按纯量计算)高于大豆籽粒单价,亩施 P_2O_5 在 6 公斤以上没有经济效益。

小 结 与 讨 论

一、利用产量与各因素间的回归模型,通过双目标筛选和生产反馈,提出地处海拔 1000—1400m 的甘肃渭河流域在灌溉条件下夏大豆亩产达到 165—200 公斤、技术性增投比 > 2.5 的农艺措施为:种植密度 3.2—3.9 万株/亩,施氮 9.4—12.3 公斤/亩,施 P_2O_5 3—6 公斤/亩。

二、本区麦后无霜期短,夏大豆单株生产力差,提高单产的途径有以下特点。

1. 高密度(3.2—3.9 万株/亩)。由于个体发育受到自然生态条件制约,应合理加大群体,促成“独杆型”个体在短生育期条件下获得高产。

2. 重施氮肥(9.4—12.3 公斤/亩),以促为主。本区夏大豆生长期短,植株矮小,要早期加强水肥管理,重施氮肥,以促为主,使个体具有必要的繁茂度,为丰产奠定基础。

3. 本区夏大豆施磷增产幅度小,经济效益低,以“丰产高效”为目标,施用量应控制在 6 公斤/亩以下。

参 考 文 献

- [1] 张子金等,1987,《中国大豆育种与栽培》,51—56,农业出版社
- [2] 吴明才等,1991,夏大豆高产栽培技术数学模式,中国油料,(2)43—47
- [3] 卢增辉等,1990,黄淮地区中豆 19 号的高产栽培模式,中国油料,(3)54—57
- [4] 胡立成、姚远,1986,旱作条件下“黑农 26”大豆高产综合技术数学模型研究,大豆科学,Vol. 5, No. 1, 31-37
- [5] 王彦丰等,1989,大豆高产综合农艺措施的产量优化研究,吉林农业科学,(1)14—19
- [6] 吴占鹏,1986,作物产量与密度的理论曲线方程,辽宁农业科学,(5)18—20

- [7] 王小勇, 1987, 二次通用旋转组合设计 PC-1500 计算机 BASIC 回归分析程序, 农业科技情报, (5)61-72
- [8] 忻世卿、王宗标, 1987, 徐豆 7 号及其栽培技术, 江苏农业科学, (5)12
- [9] 苑保军、李迎廷, 1989, 大豆豫豆六号的选育与利用, 河南农业科学, (5)8-9
- [10] 王毕业, 1990, 早熟大豆新品种秦豆五号, 陕西农业科学, (4)45

THE STUDY ON HIGH YIELD AND BENEFICIAL CULTIVATED MODEL OF SUMMER SOYBEAN IN GANSU PROVINCE WEIHE RIVER VALLEY

Wang Mingxi Yan Huanshen Wang Yonglin Zhao Jioin

(Agricultural Research Institute of Tianshui)

Abstract

The summer soybean region of Gansu Weihe River Valley is located in the most western part of summer soybean plant area of Yellow and Huaihe River Valley. In this region, elevation is high, frost-free season after harvested of winter wheat is short and yield of summer soybean is low. The authors combined the results of mathematics model research of synthetical-agrotechnical measures with those of monofactorial test, and based on high yield and good benefit, the following soybean cultivation scheme was suggested in this ecological region which is able to let soybean to achieve 165-200 kg yield per mu (increasing 25 percent yield then usual cultivation methods), and the net output is 2.5-6.5 times to that of the technical input under irrigated condition. The scheme is proved to be functional and effective by practice.

In this paper, yield of summer soybean affected by plant density, amount of nitrogen and phosphorus application in this region was compared with that of eastern Yellow River and Huaihe River Valley and spring soybean region in the northeastern part of China.

Key words Summer soybean; High yield and benefit; Cultivated technique