

大豆大垄窄行密植数学模型的初步研究

郑天琪, 王 成, 连成才, 张敬涛

(黑龙江省农科院合江农科所, 佳木斯 154007)

摘要: 试验采用二次正交通用旋转组合设计, 建立大豆大垄窄行密植的数学模型, 明确了种植密度、磷酸二铵和钾肥 3 因素与产量的关系, 并获得相应的最佳农艺措施方案。

关键词: 大豆; 大垄窄行密植; 数学模型

中图分类号: S565. 104. 8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002- 2767(2000) 05- 0026- 03

Preliminary Study on Maths Model of Wide Ridge, Narrow Row and Compact-planting Soybean

ZHENG Tian-qi, WANG Cheng, LIAN Cheng-cai, ZHANG Jing-tao

(Hejiang Agricultural Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamus 154007, Cjina)

Abstract The experiment used twice orthogonal universal combination design, set up the maths model of wide ridge, narrow row and compact planting soybean. The model revealed the relationship between density, phosphate fertilizer, potash fertilizer and yield, and got the best agricultural measures plan.

收稿日期: 2000- 03- 28

作者简介: 郑天琪 (1965-), 男, 助研, 从事作物栽培研究。

安县、长春市、梅河口市、吉林市、德惠市、四平市、白城市、九台市、辉南市、桦甸市、辽源市; 辽宁省: 朝阳市、锦州市、新民市、北宁市、铁法市、大连市。

2.2 老鹳草跳甲 *Altica viridicyanea* (Baly)

2.2.1 生境 玉米和大豆田

2.2.2 分布 黑龙江省: 尚志市、绥芬河市、牡丹江市; 吉林省: 盘石县、农安县、辽源市、辉南市、桦甸市; 辽宁省: 兴城县、北宁市、盖州市

3 藜 *Chenopodium album* L. 天敌昆虫

3.1 甜菜大龟甲 *Cassida nebulosa* L.

3.1.1 生境 玉米和大豆田

3.1.2 分布 黑龙江省: 嫩江县、讷河市、虎林市、密山市、黑河市、尚志市、牡丹江市、富锦市、伊春市; 吉林省: 长春市、德惠市、白城市、辽源市; 辽宁省: 铁岭市、辽阳市、开原市

4 铁苋菜 *Acalypha australis* L. 天敌昆虫

4.1 蓟跳甲 *Altica cirsiicola* Ohno

4.1.1 生境 玉米田

4.1.2 分布 吉林省: 农安县、双阳县、九台市、德惠市; 辽宁省: 兴城县、铁法市、绥中县、北宁市。

5 柳叶刺蓼 *Polygonum bungeanum* Turcz. 和 绵毛酸模叶蓼 *Polygonum lapathifolium* L. var. *salicifolium* Sibth. 天敌昆虫

5.1 褐背莹叶甲 *Galerucella grisea* (Joannis)

5.1.1 生境 玉米、大豆、水稻和春小麦田

5.1.2 分布 黑龙江省: 嫩江县、绥化市、北安市、佳木斯市、讷河市、虎林市、富锦市、尚志市、鸡西市、密山市、黑河市; 吉林省: 德惠市、白城市、敦化市、辉南市、桦甸市、辽源市; 辽宁省: 桓仁县、开原市、营口市。

参考文献:

[1] 谭娟杰, 等. 中国经济昆虫志 (第十八册). 北京: 科学出版社, 1980. 72- 76.

Key words soybean; wide ridge, narrow row and compact planting; maths model

大豆大垄窄行密植高产栽培技术,是继大豆垄三栽培技术之后又一先进的大豆栽培模式。是在引进美国大豆专家库伯教授“大豆窄行平作密植高产栽培技术”的基础上,结合我国传统的垄作技术而发展形成的。采用 1.3m大垄,垄上种 6行,小行距 0.16m的种植方式。是以矮秆、半矮秆抗倒伏品种窄行密植为核心,以增加株数、株行距分布合理、扩大绿色面积、提高光能利用率、提高产量为目的的一项综合高产栽培技术。此种栽培技术在全省推广面积已超 7万 hm²,但其最佳栽培模式的研究未见报道,我们进行这方面的研究,为全面推广这项高产栽培技术提供科学依据。

1 材料与方法

试验采用 3因素 5水平二次正交通用旋转组合设计,在其它措施相同的情况下,研究密度 (x_1)、磷酸二铵 (x_2)、硫酸钾 (x_3) 3因素对大垄窄行密植大豆产量的影响,其 3因素编码值见表 1

试验于 1999年在宝清县东升乡进行,按设计共设 20个小区,供试品种为合丰 25,试验采用 1.3m垄距,2垄区,垄长 3m,小区面积 7.8m²。试验地为黑土,前茬小麦,土壤肥力中等,人工开沟播种施肥,

苗期按密度定苗,播后苗前化学灭草,正常田间管理。小区全区收获测产。

表 1 因素水平线性编码表

因素	间距	- 1.682	- 1	0	1	1.682
x_1 密度	10	27.18	34	44	54	60.82
x_2 磷酸二铵	7.135	0	4.865	12	19.135	24
x_3 硫酸钾	3.57	0	2.43	6	9.57	12

注:肥料用量为商品量 (kg /666.7m²),密度为万株 /hm²

2 结果与分析

2.1 试验结果数学模型的建立

田间试验小区及产量结果见表 2。经上机运算建立大豆产量与 3因素间的数学模型,其数学模型如下:

$$y = 146.616 - 4.540x_1 + 8.730x_2 + 2.811x_3 - 4.125x_1x_2 + 0.825x_1x_3 - 12.375x_2x_3 + 14.154x_1^2 + 15.505x_2^2 + 4.053x_3^2 \dots\dots (1)$$

对方程进行检验得: $F_1 = 4.054$, $F_{0.05} = 5.050$, $F_1 < F_{0.05}$ 说明不存在失拟因素,可继续检验, $F_2 = 6.249$, $F_2 > F_{0.05}$ 说明同实际情况拟合较好,回归方程有效

表 2 试验结构矩阵及产量结果

小区号	x_1 密度	x_2 磷酸二铵	x_3 硫酸钾	产量 (kg /666.7m ²)	小区号	x_1 密度	x_2 磷酸二铵	x_3 硫酸钾	产量 (kg /666.7m ²)
1	1	1	1	155.6	11	0	1.682	0	179.3
2	1	1	- 1	202.5	12	0	- 1.682	0	188.3
3	1	- 1	1	239.6	13	0	0	1.682	138.6
4	1	- 1	- 1	187.1	14	0	0	- 1.682	164.1
5	- 1	1	1	165.0	15	0	0	0	165.3
6	- 1	1	- 1	165.3	16	0	0	0	141.0
7	- 1	- 1	1	182.6	17	0	0	0	135.3
8	- 1	- 1	- 1	183.3	18	0	0	0	151.5
9	1.682	0	0	172.1	19	0	0	0	133.8
10	- 1.682	0	0	187.8	20	0	0	0	155.0

2.2 模型的优化分析

2.2.1 主成分分析 把方程右端视作二次型,进行正交变换,得出标准方程:

$$y_1 = 0.922x_1 - 0.386x_2 + 0.036x_3$$
$$y_2 = 0.340x_1 + 0.849x_2 + 0.404x_3$$
$$y_3 = - 0.186x_1 - 0.360x_2 + 0.914x_3$$
$$y = 146.616 - 0.127y_1 + 2.118y_2 + 3.941y_3 + 13.309y_1^2 + 19.071y_2^2 + 1.333y_3^2$$

根据标准方程可判断每个试验因素对目标函数贡献的大小,3因素对产量的影响的次序: x_2 (磷酸二铵) > x_1 (密度) > x_3 (钾肥)

2.2.2 单因素分析 用降维法,把回归方程中两个自变量固定在零水平,即相当于在特定条件下进行的单因素试验,得回归方程的回归子模型:

$$y_1 = 146.616 - 4.540x_1 + 14.154x_1^2$$
$$y_2 = 146.616 + 8.730x_2 + 15.505x_2^2$$

$y_3 = 146.616 + 2.811x_3 + 4.053x_3^2$
 求出每个因素编码值的极值点,分别为:
 $x_1 = 0.160$ $x_2 = -0.282$ $x_3 = -0.347$
 即当 $x_1 = 0.160$,密度为 45.6万株/hm²时产量最高,当 $x_2 = -0.282$,施磷酸二铵 150.0kg/hm²时产量最高,当 $x_3 = -0.347$,施硫酸钾 71.4kg/hm²时产量最高

2.2.3 边际产量效应 为了探讨产量随各项因素的取值水平变化增减的速率,我们对回归数学模型进行边际效应分析和讨论,对各项回归子模型求一阶导数,得:

$y_1 = -4.540 + 28.308x_1, y_2 = 8.730 + 31.010x_2,$
 $y_3 = 2.811 + 8.106x_3$

分别将各因素的不同水平编码值代入上述各式得各因素的边际产量(见表 3)。

从表 3中可见,在取相同的水平编码值时,产量随 x_2 (磷酸二铵)变化的增减速率最大,其次是 x_1 (密度),产量随 x_3 (钾肥)的变化速率最小,这与 3

因素对产量的贡献大小趋势相同。
 2.2.4 最佳农艺措施的确定 运用数学原理及微机步长分析法,设步长为 1,全部方案共 125个,其中单产大于 3 000kg/hm²的有 51个,频数分析的结果见表 4

表 3 三因素的边际产量

因素编码	- 1.682	- 1	0	1	1.682
x_1 密度	- 52.154	32.848	- 4.540	23.768	43.074
x_2 磷酸二铵	- 43.429	- 22.280	8.730	39.740	60.889
x_3 钾肥	- 10.823	- 5.295	2.811	10.917	16.445

选取最佳农艺措施组合方案,应选取各因素 95%置信区间的编码值($x_1 = -0.382 \sim -0.066$, $x_2 = 0.211 \sim 0.540$, $x_3 = 0.041 \sim 0.341$),即种植密度为 40.2~ 43.3万株/hm²,种肥施磷酸二铵 202.6~ 237.8kg/hm²,硫酸钾 92.2~ 108.3kg/hm²时,可实现大豆产量 3 000kg/hm²。

表 4 大豆产量大于 3 000kg/hm²时各因素的频次分布

因素编码	x_1 (密度)		x_2 (磷酸二铵)		x_3 (硫酸钾)	
	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)
- 1.682	17	33.4	12	23.5	10	19.6
- 1	10	19.6	6	11.8	8	15.7
0	5	9.8	2	3.9	8	15.7
1	7	13.7	10	19.6	11	21.5
1.682	12	23.5	21	41.2	14	27.5
频数合计	51		51		51	
平均编码	- 0.224		0.375		0.191	
S_x	1.373		1.429		1.304	
95% 置信区间	- 0.382~ - 0.066		0.211~ 0.540		0.041~ 0.341	
最佳农艺措施	40.2~ 43.3(万株/hm ²)		202.6~ 237.8(kg/hm ²)		92.2~ 108.3(kg/hm ²)	

3 结 论

3.1 在大垄窄行密植条件下,3因素对大豆产量的贡献次序为:

x_2 (磷酸二铵) > x_1 (密度) > x_3 (硫酸钾)
 3.2 利用二次正交通用旋转组合设计,得到大垄窄行密植大豆产量达到 3 000kg/hm²的最佳农艺措施为:种植密度为 40.2~ 43.3万株/hm²,种肥施磷酸二铵 202.6~ 237.8kg/hm²,硫酸钾 92.9~ 108.3kg/hm²。

参考文献:

[1] 丁希泉.农业应用回归设计[M].长春:吉林科学技术出版社,1988.12- 138.
 [2] 陈质卿,郑殿甫,王克玉,等.黑河 9号大豆综合高产农艺措施数学模型分析[J].大豆科学,1993,12(2): 175- 182.
 [3] 刘志芳.大豆产量预测预控数学模型的研究[J].大豆科学,1991,10(3): 187- 193.
 [4] 王彦丰,王琳,付龙令,等.大豆高产综合农艺措施模拟和优化的研究[J].大豆科学,1992,11(1): 43- 48.
 [5] 胡立成,林蔚刚,董丽华,等.重茬条件下黑农 37大豆高产综合技术数学模型研究[J].大豆科学,1996,15(2): 130- 135.