

# 回归设计应用于大豆化学 除草配方最佳剂量的筛选初探

南梅 刘秀珍 修士忠 聂桂玲

(吉林省白山市农业技术推广站,白山市 134300)

**提 要** 本文对 D- 饱和设计法应用于大豆田化学除草剂混配最佳剂量的筛选进行了初步探索,并建立了拉索、丁草胺、广灭灵三种药剂用量与除草效果、杂草鲜重的数学模型,经  $\chi^2$  与相关检验,模型的拟合度极好,具有推广价值。应用微机进行仿真模拟,获得了此三种除草剂混配应用于大豆田除草的最佳剂量为:(拉索 87.7~128.7 mL+ 丁草胺 108.7~138.8 mL+ 广灭灵 50.1~63.1 mL)/667 m<sup>2</sup>。

**关键词** D- 饱和设计;数学模型;大豆田;拉索;丁草胺;广灭灵

白山市地处长白山腹地,大豆是主要作物之一,大豆田化学除草一直存在着单一药剂效果不理想,几种药剂混用可以拓宽杀草谱,但又存在剂量不易掌握,易出现药害等现象。我们在 1992 年、1993 年试验的基础上,1994 年又进行了进一步试验,筛选出防除大豆田杂草效果较为理想的药剂配方,并探索了 D- 饱和设计法在除草试验中的应用。该法是一种新型的试验设计法,具有工作量少,既可定性又能定量地研究因子间作用的优点;并可进行优化筛选,确定最佳方案。

## 1 试验概况

### 1.1 供试药剂

试验用 48% 拉索乳油(吉林化学工业公司农药厂)、60% 丁草胺乳油(吉林化学工业公司农药厂)和 48% 广灭灵乳油(美国富美实有限公司)。本试验用药量均以商品量表示。

### 1.2 试验地点

地点设在白山市市郊乡库仓沟村,土质为灰棕壤,黑土较厚,地势平坦。碱解氮 174.93  $\mu\text{g/g}$ ,速效磷 37.63  $\mu\text{g/g}$ ,速效钾 67.5  $\mu\text{g/g}$ ,有机质 4.67%,pH 值为 5.1。

### 1.3 试验设计

试验采用 D- 饱和设计,无重复,共 10 个小区,小区面积 17 m<sup>2</sup>。于 5 月 1 日播种,5 月 7 日喷药封闭,5 月 19 日出苗,于 6 月 7 日调查除草效果,并于 8 月 18 日封垄后,取样调查单位面积杂草鲜重,试验设计方案及调查结果见表 1。

## 2 结果分析

### 2.1 数学模型的建立

根据表 1 的试验结果,建立以防效( $y_1$ )和单位面积杂草鲜重( $y_2$ )为目标函数的数学模型:

$$\hat{y}_1 = 92.765 + 1.077x_1 + 3.464x_2 + 3.883x_3 + 3.855x_1^2 - 3.954x_2^2 - 6.627x_3^2 - 0.348x_1x_2 - 0.961x_1x_3 - 3.798x_2x_3 \cdots \cdots (1)$$

$$\hat{y}_2 = 180.0 - 48.16x_1 + 3.54x_2 - 107.79x_3 - 59.3x_1^2 + 70.6x_2^2 + 27.15x_3^2 + 8.59x_1x_2 + 26.97x_1x_3 - 59.35x_2x_3 \cdots \cdots (2)$$

由于 D-饱和设计不设重复,不能用传统的 F 检验法对模型进行检验,而采用  $x^2$  检验与相关检验相结合的方法进行检验。 $x_1^2 = 0.0501$ ,  $x_2^2 = 0.5787$ ,  $x_1^2 \cdot x_2^2 < x_{0.05}^{2(9)} = 16.92$   $R_1 = 0.9952^{**}$ ,  $R_2 = 0.9984^{**}$ ,  $R_{0.01} = 0.855$

说明模型(1)、(2)与实际值拟合度极高,能够指导生产实际,具有推广实用价值。

表 1 D-饱和设计结构矩阵及试验结果

试验号	药剂水平编码及用量(mL/667m <sup>2</sup> )						防效 $y_1$ (%)	杂草鲜重 $y_2$ (g/m <sup>2</sup> )
	$x_1$	拉索	$x_2$	丁草胺	$x_3$	广灭灵		
1	0	100	0	100	1.291	104.97	86.60	85.9
2	0	100	0	100	-0.136	44.20	92.37	195.9
3	-1	14.82	-1	14.82	0.639	77.20	91.45	209.6
4	1	185.17	-1	14.82	0.639	77.20	93.07	130.6
5	-1	14.82	1	185.17	0.639	77.20	94.22	123.7
6	1	185.17	1	185.17	0.639	77.20	94.45	79.0
7	$\underline{1}$ .174	200	0	100	-0.927	10.52	91.68	137.5
8	0	0	0	100	-0.927	10.52	87.06	309.3
9	$\underline{0}$ .174	100	$\underline{1}$ .174	200	-0.927	10.52	86.83	470.8
10	0	100	0	-0.927	10.52	70.43	333.3	199.3
CK		0	$\underline{1}$ .174	0		0		
零水平	100		100		50			
变化区间	85.179		85.179		42.589			

## 2.2 降维分析

模型(1)、(2)中的各因素( $x_i$ )均经过了无量纲线性代换,偏回归系数已经标准化。因此,可以从其绝对值大小直接判断各药剂对防效、杂草鲜重的作用程度。考察(1)、(2)可知,对防效模型(1),三种药剂对防效影响的大小顺序为  $x_3$ (广灭灵) >  $x_2$ (丁草胺) >  $x_1$ (拉索);对杂草鲜重模型(2),三种药剂对其影响的大小顺序为  $x_3$ (广灭灵) >  $x_1$ (拉索) >  $x_2$ (丁草胺)。上述分析可知,对防效和杂草鲜重影响最大的药剂均是广灭灵,也就是说三种除草剂混用灭除大豆田杂草,广灭灵起决定性作用。

为明确各种药剂的单一效应,对模型(1)、(2)采用“降维法”分析,即固定其中 2 个因子在 0 水平上,即可导出另一因子对防效或杂草鲜重的一元回归子模型。

防效一元回归子模型(见图 1):

$$y_{11} = 92.765 + 1.077x_1 + 3.855x_1^2$$

$$y_{12} = 92.765 + 3.464x_2 - 3.954x_2^2$$

$$y_{13} = 92.765 + 3.883x_3 - 6.627x_3^2$$

杂草鲜重一元回归子模型(见图 2):

$$y_{21} = 180.0 - 48.16x_1 - 59.3x_1^2$$

$$y_{22} = 180.0 + 3.54x_2 + 70.6x_2^2$$

$$y_{23} = 180.0 - 107.79x_3 + 27.15x_3^2$$

图 1~2 表明:三种药剂与防效、杂草鲜重均呈明显的二次曲线关系,每种药剂都有其适宜的取值范围,并不是可以无限提高或降低某一药剂用量的。

由图 1 可以看出,广灭灵和丁草胺对防效的影响均较为明显,随着  $x_3$ 、 $x_2$  编码值的增大,广灭灵、丁草胺用量的增加,防效呈现递增的趋势,当编码值增至  $x_3 = 0.3$ 、 $x_2 = 0.44$  时,防效

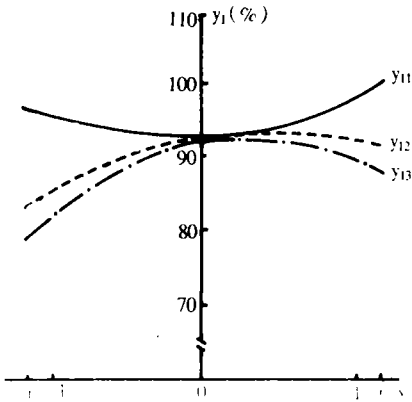


图1 对防效降维分析曲线

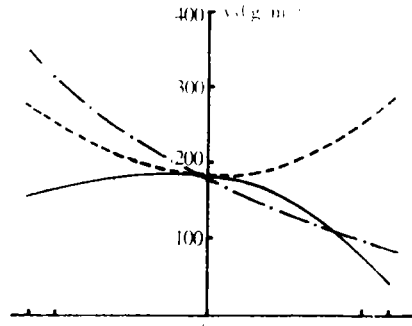


图2 对杂草鲜重降维分析曲线

出现负效应,所以广灭灵的用量水平应控制在  $x_3 = 0.3$  以内;丁草胺的用量水平应控制在  $x_2 = 0.44$  以内;拉索在  $x_1 = -0.14$  时,防效开始出现上升的趋势,并在其取值范围内未出现最大值,表明在本试验中,拉索的用量有偏小的倾向,所以其对防效的影响作用不十分明显。

由图2可以看出,随着  $x_3$  的增加,  $y_{23}$  呈近直线的递减趋势,表明广灭灵对杂草鲜重的控制作用十分显著。 $y_{21}$  在整个  $x_1$  的取值范围内,也呈下降趋势,其作用程度仅次于  $x_3$ 。丁草胺对杂草鲜重的控制作用最小,其曲线  $y_{22}$  的下降趋势较为缓慢,且在  $x_2 = 0.2$  附近,曲线呈上升趋势,表明丁草胺对杂草鲜重的控制作用在  $x_2 = 0.2$  以后出现负效应。

### 2.3 边际效应分析

本文主要针对防效的边际效应进行分析,边际效应是指处理每改变一个编码值所引起防效的变化速率,反映到数学模型中即对各自变量的偏导数就是边际防效效应。对防效模型的  $x_1, x_2, x_3$  求偏导数,即可得如下偏回归方程,见图3。 $y'_{11} = 1.077 + 7.71x_1$ ,  $y'_{12} = 3.464 - 7.908x_2$ ,  $y'_{13} = 3.883 - 13.254x_3$ 。

图3表明:三种药剂对防效变化速率的影响并不相同,其中广灭灵( $x_3$ )引起防效速率的变化最快,回归直线的斜率最大,所以其对防效的影响作用也最大,其次是丁草胺( $x_2$ ),影响最小的是拉索( $x_1$ )。并且广灭灵( $x_3$ )与丁草胺( $x_2$ )是随着其编码值的增大,

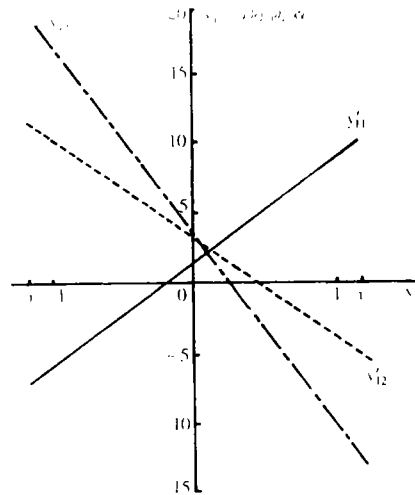


图3 防效边际效应分析

边际防效表现为递减的趋势,当  $x_3 = 0.3, x_2 = 0.44$  时,  $y'_{13} = 0, y'_{12} = 0$ ,也就是使防效达极大值的编码值,是最高防效效应点,如果施药水平超过此值,将出现负效应。

### 2.4 计算机模拟寻优

针对防效数学模型(1)在 IBM-PC/XT 微机采用频数分析法进行全实施  $5^3 = 125$  个组合方案的仿真寻优,在无药害、不减产、 $\hat{y}_1 \geq 90\%$  的约束条件下,对全部优化方案进行频数分析,寻找三种药剂的最佳用量配比,从全部 125 个组合方案中选出了 61 个防效  $\hat{y}_1 \geq 90\%$ ,且

无药害的组合,经优化统计分析,得出在本试验土壤及气候条件下,拉索、丁草胺、广灭灵三种药剂混用防除大豆田杂草的最佳剂量为:(拉索 87.7 ~ 128.7 mL + 丁草胺 108.7 ~ 138.8 mL + 广灭灵 50.1 ~ 63.1 mL)/667 m<sup>2</sup>(见表 2)。

表 2 最佳剂量的频数分析

(ŷ<sub>1</sub> ≥ 90%, T = 125, K = 61)

项 目	x <sub>1</sub> (拉索)	x <sub>2</sub> (丁草胺)	x <sub>3</sub> (广灭灵)
x <sub>i</sub>	0.096 23	0.279 07	0.153 97
Sx <sub>i</sub>	0.120 55	0.088 51	0.076 28
95%置信区间	-0.144 87 ~ 0.337 33	0.102 05 ~ 0.456 09	1.409 8 × 10 <sup>-3</sup> ~ 0.306 52
最佳剂量(mL/667m <sup>2</sup> )	87.7 ~ 128.7	108.7 ~ 138.8	50.1 ~ 63.1

注: DF = 60, t<sub>0.05</sub> = 2.000

### 3 结论与探讨

3.1 大豆田化学除草,在 D-饱和设计下获得以防效和单位面积杂草鲜重为目标函数,拉索、丁草胺、广灭灵三种药剂用量为变量的回归数学模型,经检验拟合度极高,具有一定的实用价值。

3.2 参试的三种药剂,对防效和杂草鲜重的影响程度不同。它们对防效作用的大小顺序是:广灭灵 > 丁草胺 > 拉索;对杂草鲜重作用的大小顺序是:广灭灵 > 拉索 > 丁草胺。

3.3 在除草效果 ≥ 90%、无药害、不减产的约束条件下,经微机模拟寻优,获得在本试验土壤及气候条件下,三种药剂混用防除大豆田杂草的最佳剂量为:(拉索 87.7 ~ 128.7 mL + 丁草胺 108.7 ~ 138.8 mL + 广灭灵 50.1 ~ 63.1 mL)/667 m<sup>2</sup>。本配方应在大豆播后苗前,进行土壤封闭,喷施要均匀。

3.4 由于影响除草效果的因素很多,是一个复杂系统,本试验结果还需进一步应用于实践,以得到正确的信息反馈和模型验证,使结果日益完善。

### 参 考 文 献

- 1 丁希泉. 农业应用回归设计. 吉林科学技术出版社. 1986, 188 - 213
- 2 韩 宁. 微机与农业系统工程应用软件. 山东科学技术出版社. 1987, 353 - 367

## The Report of Using the Monadic Regression Method in Choosing the Best Dosage of Soybean Herbicides

NAN Mei, LIU Xiuzhen and XIU Shizhong et al.

(Bai Shan Institute of Agricultural Sciences, Baishan 134300)

**Abstract** In this paper, it is reported to use the D-saturation design method in choosing the best dosage of soybean herbicides. The mathematical models is established within the dosage of Alachlor, Butachlor, Clomazone and the weeding effect, the fresh weight of weeds. Tested with chi-square and correlation, the models have a good reliability, and can be popularized. Imputed by computer, it's conluted that the best dosage is (Alachlor 87.7 ~ 128.7 mL + Butachlor 108.7 ~ 138.8mL + Clomazone 50.1 ~ 63.1mL)/667m<sup>2</sup>.

**key Words** D - saturation design, Mathematical models, Soybean yield, Alachlor, Butachlor, Clomazone