

# 防治麦田阔叶杂草数学模型的研究

李明昕 张东辉 于永志

(依安县农业技术推广中心)

小麦是我省主栽作物之一,而且产量高,面积大。近几年来,由于连作增加,阔叶杂草危害日趋严重,致使产量大幅度下降。为此,我们于1984~1986年进行了防治麦田阔叶杂草数学模型的研究,旨在探索了投资少、产量高、收益大的施药除草技术,为经济合理用药提供科学依据。现总结如下:

## 一、材料和方法

48%百草敌(48%百草敌二甲胺盐水剂,下同),由美国贝尔西可公司生产;72%2.4-D丁酯,由佳木斯农药厂生产。1984~1985年

采用大区对比法,不设重复。1986年采用二次回归正交旋转组合设计,选取小麦叶龄( $x_1$ )、2.4-D丁酯( $x_2$ )、百草敌( $x_3$ )三项农艺措施为决策变量,变量设计水平及编码如表1,试验共设23个小区,分成三个正交区组,小区面积为60平方米。同时,以试验设计的零水平为基本措施,当年示范3000亩反馈田,用以检验模型的准确性与实用性。

按设计的结构矩阵,在小麦不同叶龄分别混施不同剂量的药剂,每亩兑水30公斤喷施。施药后15天,每小区取5点,每点取0.5平方米,调查杂草鲜重,计算防效。小

表1 变量设计水平及编码

变 量	零 水 平	间 距	变量设计水平 $r=1.682$				
			-r	-1	0	1	r
小麦叶龄 ( $x_1$ )	4 叶	2	0.6	2	4	6	7.4
2.4-D丁酯 ( $x_2$ )	65ml/亩	40	0	25	65	105	132
百草敌 ( $x_3$ )	25ml/亩	15	0	10	25	40	50

注:小麦叶龄标准以全田达到50%为度,药剂处理均为商品量。

麦成熟后,每小区取10点,每点取1平方米脱粒考种。试验的结构矩阵及结果见表2。

## 二、模型的建立及检验

以表2所列防效及产量结果为 目标函数,运用多元非线性回归分析“程序包”,在

APPLE II 型微机上运算,得防效及产量两组回归模型如下:

$$\begin{aligned} \text{防效方程 } y_1 = & 90.29 + 2.80x_1 + 1.57x_2 + \\ & 2.72x_3 - 2.63x_1x_2 - 2.13x_1x_3 \\ & + 0.13x_2x_3 - 0.87x_1^2 - 3.90x_2^2 \\ & - 6.54x_3^2 \end{aligned}$$

注:本文承蒙东北农学院苏少泉教授、杨庆凯副教授、黑龙江省农科院嫩江农科所顾成玉副研究员指导审阅,谨致谢意。

$$\begin{aligned}
 \text{产量方程 } y_2 = & 227.81 - 9.16x_1 + 3.16x_2 \\
 & + 3.47x_3 + 1.70x_1x_2 + 3.11 \\
 & x_1x_3 - 2.88x_2x_3 - 16.41x_1^2 \\
 & - 11.58x_2^2 - 10.63x_3^2
 \end{aligned}$$

**表 2 试验结构矩阵及指标结果**

试验区号	实施因子结构矩阵			杂草鲜重 防效(%)	亩产 (公斤)
	小麦叶龄 ( $x_1$ )	2.4-D丁 酯 ( $x_2$ )	百草敌 ( $x_3$ )	$y_1$	$y_2$
1	1	1	1	82.68	195.38
2	1	1	-1	83.26	184.77
3	1	-1	1	84.23	189.13
4	1	-1	-1	87.11	173.27
5	-1	1	1	84.04	196.54
6	-1	1	-1	77.71	204.65
7	-1	-1	1	76.87	203.34
8	-1	-1	-1	69.24	193.66
9	1.682	0	0	87.90	155.50
10	-1.682	0	0	82.68	196.30
11	0	1.682	0	80.10	196.04
12	0	-1.682	0	73.45	183.41
13	0	0	1.682	77.26	198.14
14	0	0	-1.682	61.42	186.56
15	0	0	0	81.08	232.07
16	0	0	0	93.99	227.00
17	0	0	0	100.00	224.00
18	0	0	0	92.12	225.33
19	0	0	0	82.12	238.34
20	0	0	0	84.00	238.07
21	0	0	0	92.70	216.47
22	0	0	0	93.93	232.00
23	0	0	0	94.31	221.60

从显著性检验可以看出，二个函数模型均达到极显著水平，并且与实际情况拟合得很好，说明模型是有效的。部分回归系数显著、极显著或有差异，为保证方程的完整性，在后面的分析中对不显著项不进行剔除。

### 三、模型的优化与解析

#### 1. 模型的最优解

在微机上寻求最大值为理论上最优解。

防效最大值为 93.1%，其相应的措施是  $x_1 = 1.682$  (小麦 7.4 叶龄施药)； $x_2 = -0.412$  (2.4-D 丁酯 48.5 毫升/亩)； $x_3 = -0.089$  (百草敌 23.7 毫升/亩)。最高产量是 229.37 公斤/亩，其相应的措施是  $x_1 = -0.263$  (小麦 3.5 叶龄施药)； $x_2 = 0.104$  (2.4-D 丁酯 69.2 毫升/亩)； $x_3 = 0.111$  (百草敌 26.7 毫升/亩)。以上最优解不一定是生产上的最优解，还要考虑其它因素的随机干扰。

#### 2. 单因素效应的解析

采用降维分析法，固定其中二个因素等于某水平，可导出另一个变量的偏回归子模型，用以分析单因素作用。这恰似相当于在特定条件下所做的一组单因子试验，通过解析，不仅能了解到自变量与目标函数的关系，并可求得在特定条件下单因子的最佳水平

最佳防效措施：

$$x_1 = 1.61 \text{ (小麦 7.2 叶龄施药)}$$

$$x_2 = 0.20 \text{ (2.4-D 丁酯 73 毫升/亩)}$$

$$x_3 = 0.21 \text{ (百草敌 28.2 毫升/亩)}$$

最佳产量措施：

$$x_1 = -0.28 \text{ (小麦 3.4 叶龄施药)}$$

$$x_2 = 0.14 \text{ (2.4-D 丁酯 70.6 毫升/亩)}$$

$$x_3 = 0.16 \text{ (百草敌 27.4 毫升/亩)}$$

#### 3. 两个因素的交互作用

经检验三个交互项均不显著，仅防效方程的  $b_{12}$  项大于  $t_{0.25}$ ，对此进行降维分析。施药时期与 2.4-D 丁酯间交互效应对防效的影响子模型如下：

$$\begin{aligned}
 \hat{y}_{12} = & 90.29 + 2.80x_1 + 1.57x_2 - 2.63x_1x_2 \\
 & - 0.87x_1^2 - 3.90x_2^2
 \end{aligned}$$

从表 3 可以看出：在较小叶龄时，2.4-D 丁酯和小麦叶龄交互作用明显，既随着药量的增加防效也增加。就总体而言，小麦应在 5 叶期施药，2.4-D 丁酯 65 毫升/亩为好。

#### 4. 不同防治水平的综合措施

从方程的最优解可以看出：防效最高为 93.1%，但易受随机干扰，在生产上不一定适用。因此，对防效大于 80% 的进行频数分

表 3

施药时期和 2.4-D 丁酯交互效应对防效的影响

$x_1$	$x_2$	施 药 时 期					$\bar{x}$	$S_x$	CV%
		-r	-1	0	1	r			
2.4-D 丁酯	-r	62.00	68.52	76.62	82.97	86.30	75.28	10.06	13.36
	-1	73.23	78.52	84.82	89.38	91.49	83.49	7.59	9.09
	0	83.12	86.62	90.29	92.22	92.54	88.96	4.02	4.52
	1	85.21	88.71	87.96	87.26	85.78	86.98	1.47	1.69
	r	82.17	82.65	81.90	79.40	76.70	80.56	2.50	3.10
$\bar{x}$		77.15	81.00	84.23	86.25	86.56			
$S_x$		9.63	7.99	5.35	5.10	6.28			
CV%		12.48	9.87	6.34	5.92	7.26			

析, 得出较理想的综合措施, 若想实现防效为 80% 以上, 则小麦 3.8~5.2 叶龄施药, 2.4-D 丁酯 57.5~79.9 毫升/亩, 百草敌 24.5~30 毫升/亩。

### 5. 各因素的贡献次序

除草的目的在于获得较高产量, 因此, 在微机对产量方程进行主因素分析得正交变换标准方程:

$$y = 227.81 - 10.22y_1 + 1.22y_2 + 0.10y_3 - 17.06y_1^2 - 12.06y_2^2 - 9.49y_3^2$$

故各因素对产量的贡献次序为: 小麦叶龄 ( $x_1$ ) > 2.4-D 丁酯 ( $x_2$ ) > 百草敌 ( $x_3$ ), 即在阔叶杂草较重地区, 小麦化学除草首先要正确选择施药时期, 其次是合理施用 2.4-D 丁酯的数量, 再次是百草敌用量。

### 6. 经济效果分析

产量模型不但可以看出各因素对产量的影响, 而且也可做经济效果分析, 经对产量模型进一步计算得出最佳经济收益措施为:

$$x_1 = -0.279 \text{ (小麦 3.4 叶龄施药)}$$

$$x_2 = -1.000 \text{ (2.4-D 丁酯 25 毫升/亩)}$$

$$x_3 = -0.540 \text{ (百草敌 16.9 毫升/亩)}$$

### 7. 应用效果分析

试验的目的在于应用, 理论的模型应接受实践的检验, 这样才能看出所得模型的真实价值。由表 4 可以看出: 几年来的试验结果与模型的预报值相近, 准确率可达 90% 以上, 且  $t = 1.80 < t_{0.1} = 1.81$ , 预测与实际无明显差异。增产增收显著, 说明我们所得的模型不但有理论价值, 而且有实用价值。

表 4

1984—1986 年试验示范汇总表

年份	试验示范地点	试验示范面积 (亩)	试验示范处理			杂草鲜重防效 (%)			亩产 (公斤)	增产 (公斤/亩)	亩纯收益 (元)
			施药时期 (叶)	2.4-D (ml/亩)	百草敌 (ml/亩)	预测	实际	准确率			
1984	向前乡和平村	6	4	40.0	20.0	86.18	90.45	95.28	213.33	26.66	11.98
	上游乡建国村	3	4.5	33.3	13.3	82.17	91.22	90.08	174.10	32.00	15.04
		3	4.5	33.3	20.0	86.35	91.74	94.12	183.00	41.00	19.22
1985	向前乡和平村	15	4	33.3	16.7	86.84	93.67	92.71	132.00	27.83	12.80
	新屯乡太和村	7.5	4	33.3	13.3	84.24	92.55	91.10	172.34	40.20	19.14
1986	新屯、向前、农场	3000	3~5	65.0	25.0	90.29	86.62	95.76	195.82	33.14	14.74

注: 药剂为商品量, 小麦 0.50 元/公斤, 2.4-D 丁酯 10.00 元/升, 百草敌 47.40 元/升。

## 四、小结与讨论

1. 通过此试验研究,得到杂草鲜重防效、产量结果两个数学模型,回归模型均达到极显著水准。用此反馈以前的试验示范结果,杂草鲜重防效预报的准确率可达90%以上,预测与实际无差异。反馈田准确率达95.8%,说明此数学模型有实用价值。

2. 除草剂混用是可行的。在阔叶杂草较重的麦田,利用2.4-D丁酯和百草敌混用的最佳防效为93.1%,其措施为:在小麦7.4叶期施药,2.4-D丁酯48.5毫升/亩,百草敌23.7毫升/亩。最佳产量为229.3公斤/亩,其相应的措施是小麦3.5叶施药,用量为2.4-D丁酯69.2毫升/亩,百草敌26.7毫升/亩。

3. 各因素对小麦产量的贡献次序是:小麦施药时期( $x_1$ ) > 2.4-D丁酯( $x_2$ ) > 百草

敌( $x_3$ )。说明施药时期的早晚对产量影响很大。化学除草首先要正确地选择施药时期,其次是施用2.4-D丁酯与百草敌。

4. 若想实现防效在80%以上,则小麦应在3.8~5.2叶施药,2.4-D丁酯57.5~79.9毫升/亩,百草敌24.5~30.0毫升/亩。

5. 若想获得最佳收益,则小麦应在3.4叶龄施药,用量为2.4-D丁酯25.0毫升/亩,百草敌16.9毫升/亩。

6. 因不同地域的杂草种类,自然条件有所差异,此模型还有待于进一步完善与提高。

### 参 考 文 献

1. 马育华: 试验统计, 农业出版社, 1982, 513~554
2. 黄一劲等: 综合农艺措施与穗颈稻瘟病指数的关系, 植物保护, 1986, 12 (5) 2~6
3. 张瑞忠等: 超早熟大豆东农36号综合农艺措施的产量函数模型, 大豆科学, 1984, 3 (4) 302~310

# 大豆品种资源对灰斑病抗性 鉴定结果初报

齐 宁

(黑龙江省农科院合江农科所)

大豆灰斑病(*Cercospora Sojina* Hara)是黑龙江省大豆的主要病害之一,它使大豆的产量和品质明显下降,一般可减产12~15%,严重发病时减产可达30%以上。感病子实含油量降低2.9%,蛋白质含量降低1.2%。因此,鉴定大豆品种资源对灰斑病的抗病性,筛选抗源,对选育抗病品种及发展大豆生产促进出口创汇都具有十分重要的意义。近年,在国外已先后鉴定出11个病菌生理小种并选育出抗病品种在生产上应用。我所于

1976年首先在国内较系统地开展了大豆灰斑病的研究工作。到目前为止,共鉴定大豆品种资源2230余份,筛选出抗源220余份,鉴定出8个病菌生理小种,并且利用抗源育成三个抗病新品种已在病区应用。1984~1985年对黑龙江、吉林两省的部分大豆品种资源进行了鉴定研究工作,现将结果总结如后。

## 材料与方 法

1. 材料: 共试材料961份。其中黑龙江

注: 本文承刘忠堂所长审阅, 谨此致谢。参加部分工作的还有张静兰、鄧兆满同志。