

宁南黄土丘陵区旱地胡麻丰产 优化栽培模式研究

党增春 李鼎新 徐学选

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘要 试验应用二次回归正交旋转组合设计方法,通过建立数学模型,定量分析研究了氮磷及播量三因素对旱地胡麻产量的效应,计算出旱地胡麻在不同气候年份的丰产优化栽培方案。即旱地胡麻的最佳施肥量和播量为,平水年——N肥为 $96.4\text{kg}/\text{hm}^2$, P_2O_5 为 $92.7\text{kg}/\text{hm}^2$,播量为 $55.2\text{kg}/\text{hm}^2$,此时获得的胡麻产量为 $1921.3\text{kg}/\text{hm}^2$;旱年——N肥为 $101.2\text{kg}/\text{hm}^2$, P_2O_5 为 $102.6\text{kg}/\text{hm}^2$,播量为 $56.4\text{kg}/\text{hm}^2$,此时获得的胡麻产量为 $1568.2\text{kg}/\text{hm}^2$,此方案将为旱地胡麻生产持续稳定发展提供科学依据。

关键词 旱地胡麻 优化 栽培模式

A Study of Optimum Model for Flax Cultivation in Southern Ningxia Loess Hilly Area

Dang Zengchun Li Dingxin Xu xuezuan

(Northwestern Institute of soil and water Conservation, chinese Academy of sciences
and Ministry of water Resources, yangling, shaanxi, 712100)

Abstract Field trials were conducted by using the regression design of quadric orthogonal rotation in southern ningxia hilly area. By means of establishing mathematical model, this paper analysed the input of N, P_2O_5 and seeding rate. The relationship among N, P_2O_5 , seeding rate and yield was set up, with which the optimal model for flax cultivation was set out. The model gave the input amount of fertilizer and seeding rate according to rainfall style. They were that: in ordinary rainfall style, N is inputed by $96.4\text{kg}/\text{hm}^2$, P_2O_5 $92.7\text{kg}/\text{hm}^2$, seeding rate: $55.2\text{kg}/\text{hm}^2$, and the yield would be $1921.3\text{kg}/\text{hm}^2$, Under the drought style: N: $101.2\text{kg}/\text{hm}^2$, P_2O_5 : $102.6\text{kg}/\text{hm}^2$, seeding rate: $56.4\text{kg}/\text{hm}^2$, and the yield would be $1568.2\text{kg}/\text{hm}^2$. The optimal model would be very significant for improving flax yield in practice.

Key words rainfed land flax cultivation techniques Optimun model

1 引言

胡麻是宁南山区的主要油料作物,其播种面积在80万亩以上,约占山区农作物总播种面积

的15%~20%。胡麻因其耐寒抗旱、适应性强,播种面积有逐年扩大的势头。近年来,随着市场经济和社会经济的发展,人民生活水平的提高,从食用到作为工业原料,胡麻的社会需求量愈来愈大。但是,长期以来,山区胡麻单产一直徘徊在450~600kg/hm²之间。为探索山区胡麻的高产栽培途径,挖掘其增产潜力,提高单位面积产量,我们在宁南山区的固原县黄土丘陵区,运用正交旋转组合设计方法进行试验研究。定量分析N、P₂O₅及播量三因素对胡麻产量的效应。通过模拟分析,探讨该区旱地胡麻在不同气候类型下的优化栽培方案。为该区旱地胡麻栽培措施指标化、定量化提供依据,这将对该区的胡麻生产上台阶具有重要的实践意义。

2 试验设计

2.1 试验地自然条件

试验设在宁南山区的固原县河川乡上黄村,该地系黄土丘陵长梁区,海拔1560~1795m,气候属温凉半干旱区,年平均气温6.9℃,≥10℃积温2573℃,无霜期152天,年降雨量478mm,年蒸发量736.7mm,多旱多雹多风多冻灾。为典型的旱作农业区。

试验地选在上黄试区的川台地上,土壤为淡黑垆土,施肥前耕层有机质含量为11.4g/kg,全氮0.774g/kg,碱解氮73.0mg/kg,全磷1.69g/kg,速效磷7.0mg/kg,前茬为春小麦。

2.2 试验设计

试验采用二次回归组合设计,按三因素五水平正交旋转方案实施。小区面积为3m×2.2m,共设23个小区。供试品种为宁五12号。

表1 自变量处理水平及其编码

变量 (因子)	取值区间	设计水平(r=1.68)				
		-r	-1	0	1	r
N肥(kg/hm ²) z ₁	22.5~187.5	22.5	60.0	105.0	154.1	187.5
P ₂ O ₅ (kg/hm ²) z ₂	7.5~180.0	7.5	42.5	93.8	145.0	180.0
播量(kg/hm ²) z ₃	37.5~75.0	37.5	45.2	56.3	67.3	75.0

N肥采用尿素(含N46%),磷采用三料磷肥(含P₂O₅46%),有机肥于冬前统一施入10kg/小区,N、P播前施入。于4月5日播种,8月12日收获。

2.3 试验年度胡麻生育期降水情况

1992年、1993年两年胡麻生育期的降水资料列表2。从表2资料分析,可划分1992年、1993年两年分别为平水年和中等干旱年。

表2 胡麻生育期降水供给量和土壤耗水量

年份	土壤耗水	mm						
		4月	5月	6月	7月	8月上	合计	总计
平水年 1992	56.29	10.9	27.7	89.4	97.9	135.8	361.7	417.99
旱年 1993	79.17	19.6	28.6	40.8	88.6	31.7	209.3	288.47
多年平均	—	25.7	48.7	54.8	94.7	70.5	294.4	—

3 结果与分析

胡麻1992年和1993年的产量结果列表3,其中1992年试验结果,胡麻产量1530kg/hm²~1980kg/hm²,平均值为1802kg/hm²,1993年试验,胡麻产量为1127kg/hm²~1600.05kg/hm²,平均值为1414kg/hm²,1992年、1993年分别代表当地气候的平水年和中等干旱年。利用表3,通

过微机处理,可建立其模型方程进行分析。

3.1 川台地胡麻产量(y)对施N量(Z₁)、施P量(Z₂)、播种量(Z₃)的回归方程建立

根据表3试验资料,自变量Z_i取实物值和产量结果计算得回归方程:

(1)1992年为:

$$\hat{y}_1 = 275.3 + 9.5891Z_1 + 4.9189Z_2 + 31.4425Z_3 - 0.0466Z_1^2 - 0.0223Z_2^2 - 0.2774Z_3^2 \quad (1)$$

$$F = 15.65^{**} \quad F_1 = 58.00^{**}$$

$$F_2 = 22.38^{**} \quad F_3 = 6.11^*$$

$$F_{11} = 64.25^{**} \quad F_{22} = 17.58^{**}$$

$$F_{33} = 6.09^*$$

(2)1993年为:

$$\hat{y}_2 = 8.7626Z_1 + 2.8119Z_2 + 32.9645Z_3 - 0.0575Z_1^2 - 0.0266Z_2^2 - 0.285Z_3^2 + 0.0339Z_1Z_2 - 42.7 \quad (2)$$

$$F = 22.58^{**} \quad F_1 = 33.68^{**}$$

$$F_2 = 4.19^{(*)} \quad F_3 = 6.26^*$$

$$F_{12} = 17.45^{**} \quad F_{11} = 91.16^{**}$$

$$F_{22} = 23.31^{**} \quad F_{33} = 5.990^*$$

(注: ** 概率小于1%, * 概率小于5%, (*) 概率小于10%)

根据F检验值,方程(1)、(2)的回归系数及各分项回归系数均达极显著或显著水平,说明方程(1)、(2)反映了不同年份胡麻产量与N、P₂O₅、播量之间的真实关系。

3.2 最高产量及其施肥量与播量的确定

(1)代表平年的1992年:

求方程(1) \hat{y}_1 对 Z_i 的偏导数 $\partial \hat{y}_1 / \partial z_i$, 并令其等于零,即:

$$\partial \hat{y}_1 / \partial Z_1 = 9.5891 - 0.0932Z_1 = 0 \quad \text{则 } Z_1 = 102.89(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

$$\partial \hat{y}_1 / \partial Z_2 = 4.9189 - 0.0446Z_2 = 0 \quad \text{则 } Z_2 = 110.29(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

$$\partial \hat{y}_1 / \partial Z_3 = 31.4425 - 0.5548Z_3 = 0 \quad \text{则 } Z_3 = 56.67(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

即胡麻最高产量时的施肥量为:N102.89kg/hm², P₂O₅ 110.29kg/hm², 播量为 56.67kg/hm²。

将 Z_i 值代入方程(1), 得在平水年气候下旱作胡麻的最高产量为:

$$\hat{y}_{1, \max} = 275.3 + 9.5891 \times 102.89 + 4.9189 \times 110.29 + 31.4425 \times 56.67 - 0.0466 \times 102.98^2 - 0.0223 \times 110.29^2 - 0.2774 \times 56.67^2 = 1930.83(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

表3 半干旱区川台地胡麻试验方案及产量结果

试验小区号	编 码 值			试验结果(产量 kg/hm ²)	
	z ₁	z ₂	z ₃	1992年	1993年
1	1	1	1	1 728.00	1 433.03
2	1	1	-1	1 780.50	1 430.10
3	1	-1	1	1 683.00	1 167.08
4	1	-1	-1	1 660.50	1 127.03
5	-1	1	1	1 824.00	1 213.05
6	-1	1	-1	1 854.00	1 348.05
7	-1	-1	1	1 758.00	1 301.10
8	-1	-1	-1	1 680.00	1 373.33
9	r	0	0	1 605.00	1 185.08
10	-r	0	0	1 530.00	1 194.08
11	0	r	0	1 752.00	1 533.75
12	0	-r	0	1 686.00	1 232.03
13	0	0	r	1 792.50	1 571.10
14	0	0	-r	1 782.00	1 391.03
15	0	0	0	1 861.50	1 541.10
16	0	0	0	1 878.00	1 524.60
17	0	0	0	1 932.00	1 506.08
18	0	0	0	1 927.50	1 619.10
19	0	0	0	1 881.00	1 505.55
20	0	0	0	1 938.00	1 600.05
21	0	0	0	1 980.00	1 552.05
22	0	0	0	1 951.50	1 577.55
23	0	0	0	1 980.00	1 596.08

方程(1)的剩余标准误差为: $Se=55.77$ 所以在 95% 的可靠程度下, 最高产量 $y_{1\max}$ 的置信区间为:

$$y_{1\max} = \hat{y}_{1\max} \pm 2Se = 1930.83 \pm 111.53(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

(2)代表中等干旱年的 1993 年

将求方程(2)中 \hat{y}_2 对 Z_i 的偏导 $\partial\hat{y}_2/\partial z_i$, 令其等于零。即:

$$\partial\hat{y}_2/\partial z_1 = 8.7626 - 0.115Z_1 + 0.0339Z_2 = 0 \quad (1)$$

$$\partial\hat{y}_2/\partial z_2 = 2.8119 - 0.0532Z_2 + 0.0339Z_1 = 0 \quad (2)$$

$$\partial\hat{y}_2/\partial z_3 = 32.9645 - 0.57Z_3 = 0 \quad (3)$$

将式(1)、(2)联立并求解得 $Z_1=113.0(\text{kg}/\text{hm}^2)$, $Z_2=124.9(\text{kg}/\text{hm}^2)$; 由(3)式得 $Z_3=57.8(\text{kg}/\text{hm}^2)$, 即胡麻最高产量时施肥量为 N 113.0kg/hm², P₂O₅ 124.9kg/hm², 播量为 57.8kg/hm²。

将 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 的值代入方程(2), 得最高产量为:

$$\begin{aligned} \hat{y}_{1\max} &= 8.7626 \times 113 + 2.8119 \times 124.86 + 32.9645 \times 57.83 - 0.0575 \times 113^2 \\ &\quad - 0.0266 \times 124.86^2 - 0.285 \times 57.83^2 + 0.0339 \times 113 \times 124.86 - 24.7 \\ &= 1581.17(\text{kg}/\text{hm}^2) \end{aligned}$$

方程(2)的剩余标准误差为:

$$Se = 57.7654(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

所以在 95% 的可靠程度下, 最高产量 $y_{1\max}$ 的置信区间为:

$$y_{1\max} = \hat{y}_{1\max} \pm 2Se = 1581.17 \pm 115.53(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

3.3 最佳施肥量与播量的确定

最高产量并不是经济效益最高的产量, 当边际产量等于边际成本时的产量才是经济效益最高的产量, 此时的施肥量与播量就是最佳的, 它受产品价格、肥料价格及种子价格的制约, 有以下关系式:

$$\frac{\partial\hat{y}}{\partial z_1} = \frac{P_{z_1}}{P}, \quad \frac{\partial\hat{y}}{\partial z_2} = \frac{P_{z_2}}{P}, \quad \frac{\partial\hat{y}}{\partial z_3} = \frac{P_{z_3}}{P}$$

式中: $\frac{\partial\hat{y}}{\partial z_1}$, $\frac{\partial\hat{y}}{\partial z_2}$, $\frac{\partial\hat{y}}{\partial z_3}$ 为 \hat{y} 对 Z_i 的偏导数, 在求最高产量时已求出。

P_y 为产品价格(元/kg)、 P_{z_1} 、 P_{z_2} 、 P_{z_3} 为 N、P 和种子的价格(元/kg), 如果这些价格确定, 可代入上式即可求出最佳施肥量与播量。

按目前价格计: 每 kgN2.174 元, 每 kgP₂O₅ 2.83 元, 每 kg 胡麻种子 3.60 元, 产品(胡麻籽)每 kg3.00 元, 将以上价格代入上式, 即 1992 年为:

$$\frac{\partial\hat{y}_1}{\partial z_1} = 9.5891 - 0.0932Z_1 = \frac{2.174}{3.60} \quad \text{则 } Z_1 = 96.41(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

$$\frac{\partial\hat{y}_1}{\partial z_2} = 4.9189 - 0.0446Z_2 = \frac{2.83}{3.60} \quad \text{则 } Z_2 = 92.66(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

$$\frac{\partial\hat{y}_1}{\partial z_3} = 31.4425 - 0.5548Z_3 = \frac{3.00}{3.60} \quad \text{则 } Z_3 = 55.17(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

即最佳施肥量与播量为:

N 96.41(kg/hm²), P₂O₅ 92.66(kg/hm²), 播量 55.17(kg/hm²) 此时的产量为

$$\begin{aligned} \hat{y}_1 &= 275.3 + 9.5891 \times 96.41 + 4.9189 \times 92.66 + 31.4425 \times 55.17 - 0.0466 \\ &\quad \times 96.41^2 - 0.0223 \times 92.66^2 - 0.2774 \times 55.17^2 = 1921.32(\text{kg}/\text{hm}^2) \end{aligned}$$

1993年为:

$$\frac{\partial \hat{y}_1}{\partial z_1} = 8.7626 - 0.115Z_1 + 0.0339Z_2 = \frac{2.174}{3.60} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \hat{y}_1}{\partial z_2} = 2.8119 + 0.0339Z_1 - 0.0532Z_2 = \frac{2.83}{3.60} \quad (2)$$

$$\frac{\partial \hat{y}_1}{\partial z_3} = 32.9645 - 0.57Z_3 = \frac{3.00}{3.60} \quad (3)$$

将式(1)、(2)联立求解,得 $Z_1 = 101.2(\text{kg}/\text{hm}^2)$ 、 $Z_2 = 102.6\text{kg}/\text{hm}^2$,由式(3)得: $Z_3 = 56.4(\text{kg}/\text{hm}^2)$

即最佳施肥量与播量为: $N101.2\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $P_2O_5102.6\text{kg}/\text{hm}^2$,播量 $56.4\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

此时的最佳经济收益下产量为:

$$\begin{aligned} \hat{y}_2 &= 8.7626 \times 101.2 + 2.8119 \times 102.6 + 32.9645 \times 56.4 - 0.0575 \times 101.2^2 \\ &\quad - 0.0266 \times 102.6^2 - 0.285 \times 56.4^2 + 0.0339 \times 101.2 \times 102.6 - 42.7 \\ &= 1568.2(\text{kg}/\text{hm}^2) \end{aligned}$$

3.4 优良组合方案的选择

利用所建立的回归方程(1)和(2),在PC—1500袖珍计算机上寻优,可以找到适合当地自然条件下胡麻高产高效的优良组合方案,以指导大田生产。为方便起见,变量利用编码值,在编码值 $-1.68 \leq Z_i \leq 1.68$ 区间内,取步长 0.42 时,施肥与播量的组合共有 729 个,其中 1992 年产量 $>1800\text{kg}/\text{hm}^2$ 的组合有 182 个;1993 年产量 $>1500\text{kg}/\text{hm}^2$ 的组合有 81 个。分别代表平水年和干旱年当地胡麻的高产水平组合。在这些高产组合中, Z_i 各水平取值出现的频率列于表 4.5。

表 4 高产组合中 Z_i 取值频率分布表 (1992 年)

编码值	Z_1		Z_2		Z_3	
	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)
-1.6	0	0	0	0	6	3.3
-1.2	0	0	0	0	14	7.7
-0.8	25	13.7	15	8.2	25	13.7
-0.4	47	25.8	30	16.5	28	15.4
0.0	50	27.5	37	20.3	29	15.9
0.4	42	23.1	38	20.9	29	15.9
0.8	18	9.9	34	18.7	25	13.7
1.2	0	0	23	12.6	17	9.3
1.6	0	0	5	2.7	9	4.9
总计	182	100	182	99.9	182	99.8

从表 4 可以看出,在 182 个高产组合中, Z_1 (N)的编码值取 $-0.8 \sim 0.8$ 时,其频率达 100%,表明施 N 量在这一区间内较好,其中以 0.0 水平最好;即相当于施 N 量在 $65.8 \sim 144.2\text{kg}/\text{hm}^2$ 范围; Z_2 (P_2O_5)的编码值取 $-0.5 \sim 1.2$ 时,其频率达 89%,表明施 P_2O_5 量在这一区间内较好,其中以 $0.0 \sim 0.4$ 区间最好;表明施 P_2O_5 量在 $73.2 \sim 155.3\text{kg}/\text{hm}^2$ 范围较适宜。 Z_3 (播量)的编码值取 $-0.8 \sim 0.8$ 时,其频率为 74.6%,表明播量在这一区间内较合适,其中以 $-0.4 \sim 0.4$ 区间最好;播量区间为 $47.3 \sim 65.3\text{kg}/\text{hm}^2$ 。也就是说:在当地平水年气候状况下,选择胡麻的肥料、播量优良组合为施 $N56.8 \sim 144.2\text{kg}/\text{hm}^2$;施 $P_2O_5 73.2 \sim 155.3\text{kg}/\text{hm}^2$;播量 $47.3 \sim 65.3\text{kg}/\text{hm}^2$,在此组合下,可获得较好产量收益。

表 5 高产组合中 Z_i 取值频率分布表(1993 年)

编码值	Z_1		Z_2		Z_3	
	次数	频率(%)	次数	频率(%)	次数	频率(%)
-1.6	0	0	0	0	0	0
-1.2	0	0	0	0	2	2.5
-0.8	0	0	0	0	9	11.1
-0.4	17	21.0	7	8.6	16	19.7
0.0	28	34.6	15	18.5	17	21.0
0.4	26	32.1	20	24.7	17	21.0
0.8	10	12.3	21	25.9	14	17.3
1.2	0	0	15	18.5	6	7.4
1.6	0	0	3	3.7	0	0
总计	81	100	81	99.9	81	100

从表 5 可以看出、在 81 个高产组合中、 Z_1 的编码值 $-0.4 \sim 0.8$ 时, 其频率达 100%, 其中以 $0.0 \sim 0.4$ 最好, 相当施 N 量 $85.4 \sim 144.2 \text{kg/hm}^2$; Z_2 (P_2O_5) 的编码值取 $0.0 \sim 1.2$ 时, 其频率达 87.6%, 其中以 0.8 最好, 表明施 P_2O_5 量为 $93.7 \sim 155.3 \text{kg/hm}^2$; Z_3 (播量) 的编码值取 $-0.8 \sim 0.8$ 时, 其频率为 90.1%, 其中以 $0.0 \sim 0.4$ 最好。表明播量为 $56.3 \sim 60.8 \text{kg/hm}^2$ 。这一施肥播量组合代表了干旱年胡麻高产的优良组合, 用以指导大田生产。比较表 4、表 5、在高产组合中, Z_i 取值的频率分布基本相同, 只是在 1993 年的干旱情况下, 要获得高产的最低施 N 量和 P_2O_5 量阈值上扬, 幅度约为 0.4 个水平、分别相当施 N 量 19.6kg/hm^2 和施 P_2O_5 量 20.5kg/hm^2 。

3.5 因子效应分析

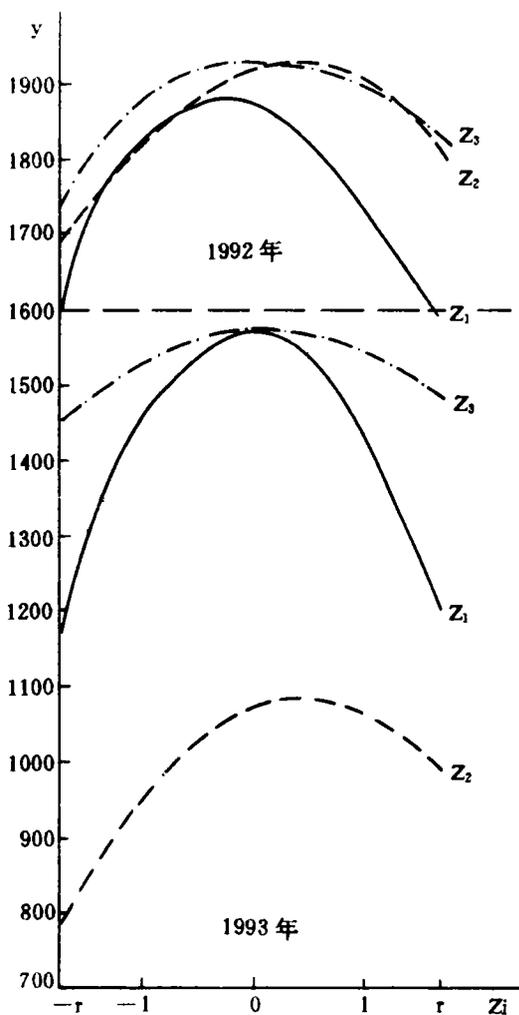
在三因素中, 若任意两因素中取最佳水平时, 则可得另一因素对产量的偏回归方程 (根据前边分析, 取最佳因素水平为右边值):

最佳 Z_i 的取值

1992 年 $Y_N = 1430 + 9.59Z_1 - 0.466Z_1^2$
(P_2O_5 92.7 播量 55.2)

$Y_P = 1657 + 4.92Z_2 - 0.0223Z_2^2$
(N:96.4 播量 55.2)

$Y_{\text{播}} = 1030.9 + 31.44Z_3 - 0.2774Z_3^2$
(N 96.4 P_2O_5 92.7)



附图 各因素对产量的偏回归方程曲线

$$1993 \text{ 年 } Y_N = 919.0 + 12.24Z_1 - 0.0573Z_1^2 \quad (P_2O_5 \text{ 102.6 播量 } 56.4)$$

$$Y_P = 716.5 + 6.24Z_2 - 0.0266Z_2^2 \quad (N \text{ 101.2 播量 } 56.4)$$

$$Y_{\text{量}} = 615.7 + 32.96Z_3 - 0.285Z_3^2 \quad (N \text{ 101.2 } P_2O_5 \text{ 102.6})$$

附图是根据各方程绘制的曲线图,上半部为1992年,下半部为1993年。由图1可以看出:

- (1)产量随施N量、施 P_2O_5 量、播量的增加呈抛物线变化,其抛物线顶点 Z_i 值为最佳 Z_i 用量。
- (2)1993年的抛物线 y_1, y_2 变化幅度远大于1992年的情况,表明在干旱年份产量比较低的情况下,施肥对提高产量有更重要的意义,但当施肥不当(超过一定阈值)时,其施肥的负效应也远大于平水年份的效应。
- (3)在不同年份情况下,各因子对产量影响大小次序均为:氮>磷>播量(抛物线陡的效应大);且还表明,播量对产量的影响比较稳定,而氮、磷肥的产量效应在干旱年大于平水年,氮、磷肥之间肥效差异在干旱年也更为突出,表现在1993年的氮肥效应远大于1992年的氮肥效应,表明干旱情况下,掌握施氮量的合宜范围最为重要。磷肥和播量对产量的影响远小于氮肥的影响。

4 结 语

(1)宁南山区川旱地胡麻最高产量平水年(10年有3~4年)可达 $1930.8 \pm 111.5 \text{ kg/hm}^2$ 、旱年(10年有6~7年)为 $1581.2 \pm 115.5 \text{ kg/hm}^2$

(2)旱地胡麻最佳施肥量和播量为①平水年 $N96.4 \text{ kg/hm}^2, P_2O_5 92.7 \text{ kg/hm}^2, \text{播量 } 55.2 \text{ kg/hm}^2$;②旱年 $N101.2 \text{ kg/hm}^2, P_2O_5 102.6 \text{ kg/hm}^2, \text{播量 } 56.4 \text{ kg/hm}^2$,此时的胡麻产量可分别为 1921.3 kg/hm^2 和 1568.2 kg/hm^2 。

(3)为获得大面积胡麻均衡高产其施肥、播量组合方案为: $N65.8 \sim 144.2 \text{ kg/hm}^2, P_2O_5 73.2 \sim 155.3 \text{ kg/hm}^2, \text{播量 } 47.3 \sim 65.3 \text{ kg/hm}^2$,干旱年份施肥量N下限上移 $19.6 \text{ kg/hm}^2, P_2O_5$ 上移 20.5 kg/hm^2 ,在此方案下,旱年可获 $>1500 \text{ kg/hm}^2$ 产量,平年可获 $>1800 \text{ kg/hm}^2$ 产量。

(4)宁南山区旱地胡麻的优化栽培方案可实现产量为 $1500 \sim 1800 \text{ kg/hm}^2$ 。当地的低产面貌($450 \sim 600 \text{ kg/hm}^2$)是可以改变的,其关键措施是实施优化栽培。

参 考 文 献

- [1] 赵崇耀等. 陕西关中西部山旱地胡麻配套栽培技术研究.《干旱地区农业研究》1994年,第2期
- [2] 苟文峰等. 旱地胡麻秋施肥增产原因探讨.《陕西农业科学》.1994年,第1期
- [3] 刘万福. 天水市胡麻低产原因及高产途径.《种子世界》,1992年,第8期
- [4] 李智明等. 白银地区胡麻生产栽培措施探讨.《甘肃农业科技》,1994年,第4期
- [5] 刘东海. 旱地胡麻丰产栽培技术.《作物杂志》.1994年,第3期
- [6] 关友峰等. 用正交法进行胡麻氮、磷、钾合理施肥的研究.《宁夏土壤学会1982年学术年会论文集》,1983年