

渭北旱原陕229小麦高产栽培模式的研究*

董彦卿¹ 徐福利² 张冀涛¹ 王渭玲¹

(¹ 陕西省农科院粮食作物研究所, 陕西杨陵·712100)
(² 陕西省农科院土壤肥料研究所)

摘要 采用5因素二次正交旋转设计,对渭北旱原影响陕229小麦产量形成的播期、密度、施肥量(N、P、油渣)等5项关键性的高产措施进行了定量化的综合研究,建立了渭北旱原陕229小麦高产栽培模式,确定了最佳农艺措施组合方案,并利用产量反应模型,研究了各项农艺措施对产量形成的单独反应以及各项农艺措施之间的交互效应。

关键词 小麦栽培,高产模型,正交旋转组合设计,渭北旱原

中图分类号 S712.101

陕229(原代号82-29)是陕西省粮作所用陕7853与80356杂交选育的小麦新品系^[1]。该品种中熟、冬性、分蘖力强、成穗率高、籽粒角质、产量高。对条锈病近免疫,抗干热风,较抗倒伏。适宜于陕西关中新区、渭北旱原及黄淮麦区北片试种。本研究应用国内外广泛采用的系统工程学原理和方法^[2~5],对影响陕229小麦优质高产的关键性农艺措施进行了正交旋转组合设计,以研究渭北旱原陕229小麦产量与农艺措施的关系以及旱原小麦最佳生态条件和农艺措施组合方案,为其品种在渭北旱原规范化、模式化栽培提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地情况

试验于1991~1992年度在陕西省渭北旱原淳化县泥河沟综合试验示范区进行。前茬作物小麦后休闲,土壤为黑垆土,肥力中等,地力均匀,播前0~20cm土层基础养分为:全氮0.28mg/kg、碱解氮39.25mg/kg、速效磷8.98mg/kg、有机质10.8g/kg。供试小麦品种为陕229。

1.2 试验设计

试验采用二次回归正交旋转组合设计,按5因素5水平1/2实施, $m_c=16$, $m_r=10$, $m_o=10$, $r=2(P-1)/4=2$,共设置36个小区。研究播期(x_1)、密度(x_2)、施氮肥量(x_3)、施磷肥量(x_4)及施油渣量(x_5)对旱原陕229小麦产量的影响,按编码值制定试验方案(表1)。根据回归设计要求,为了增强试验的准确性, m_o 等间距排列, m_c 和 m_r 为随机排列,小区面积为6.67m²,每个小区播种11行,重复3次。

1.3 田间管理

试验采用的氮肥为尿素(含N46%),磷肥为三料过磷酸钙(含P₂O₅46%),油渣腐熟后施用,所有肥料于播种时一次深施入土。试验地的其他栽培管理措施与大田生产相同。除对各处理进行实收计产外,按生育期记载出苗期、成熟期、群体动态及产量构成因素。

收稿日期:1993-03-10.

* 陕西省科技攻关项目。

表1 试验因素及水平编码表

因素水平	播期 x_1 (月.日)	密度 x_2 (万/hm ²)	氮肥 x_3 (kg/hm ²)	磷肥 x_4 (kg/hm ²)	油渣 x_5 (kg/hm ²)
-2	9.7	90	0	0	0
-1	9.13	135	75	56.25	225
0	9.19	180	150	112.50	450
1	9.25	225	225	168.75	675
2	10.1	270	300	225.00	900

2 结果与分析

运用 IBM 微机对数据进行处理和统计分析,获得陕229小麦产量(kg/hm²)与5项农艺措施的回归模型为:

$$\begin{aligned}
 Y_a = & 227.149 + 7.4875x_1 + 9.4875x_2 + 11.5625x_3 + 3.7958x_4 + 7.5208x_5 \\
 & + 1.8385x_1^2 - 5.1739x_2^2 - 15.474x_3^2 - 2.6989x_4^2 - 8.6115x_5^2 - 8.0313x_1x_2 \\
 & - 4.0181x_1x_3 + 5.0563x_1x_4 - 4.3937x_1x_5 + 0.7187x_2x_3 - 5.5662x_2x_4 \\
 & + 1.6187x_2x_5 - 5.0687x_3x_4 - 7.4087x_3x_5 - 3.4938x_4x_5
 \end{aligned} \quad (1)$$

对模型(1)进行方差分析, $F_1 = 0.895 < F_{0.05(6,9)} = 3.37$,表明未控试验因素对试验结果的影响很小。 $F_2 = 3.364 > F_{0.05(20,15)} = 2.227$, $R = 0.9043^{**}$,说明不但模型(1)与实测值拟合较好,而且因素与产量间存在着密切关系。对各回归系数的 F 值检验表明, $F_{x_3^2}$ 达到极显著水平, F_{x_2} , F_{x_3} , $F_{x_5^2}$, $F_{x_1x_2}$, $F_{x_2x_4}$, $F_{x_3x_5}$ 达到显著水平,其他 F 值都具有不同程度的显著水准。

2.1 各因素效应分析

经过无量纲线性编码代换后,回归系数(b_i)已标准化,其 $|b_i|$ 大小可直接反映变量 x_i 对产量的影响程度。试验中一次项系数 $x_3 > x_2 > x_5 > x_1 > x_4$,平方项系数 $x_3 > x_2 > x_5 > x_4 > x_1$,说明在陕229小麦生长中特别应重视氮肥对产量的作用,其次是密度和油渣,播期和磷肥作用相对较小。

2.2 单因素效应分析

2.2.1 对模型(1)采用降维法分析单因素对产量的效应。将其他4个因素自变量分别固定在零水平,可得到以下5个一元降维偏子回归模型。

$$\left. \begin{aligned}
 \hat{y}_{a_1} &= 277.149 + 7.4875x_1 + 1.8385x_1^2 \\
 \hat{y}_{a_2} &= 277.149 + 9.4875x_2 - 5.1738x_2^2 \\
 \hat{y}_{a_3} &= 277.149 + 11.5625x_3 - 15.474x_3^2 \\
 \hat{y}_{a_4} &= 277.149 + 3.7958x_4 - 2.6989x_4^2 \\
 \hat{y}_{a_5} &= 277.149 + 7.5208x_5 - 8.6115x_5^2
 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

从方程组(2)5个因素的产量回归数学模型曲线(图1),从图1中明显可以看出,5个因素中以氮肥对小麦产量影响变幅最大,增加氮肥用量可明显提高小麦产量;密度和油渣的变化随着用量增加而增加;磷肥的增产作用较小,这与土壤耕层有效磷含量较高有关。

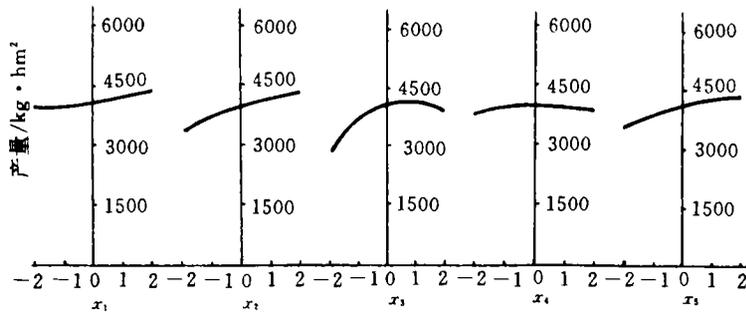


图1 不同因素对产量的影响

2.2.2 单因素边际产量效应分析 对方程组(2)分别求导,可得其边际产量模型:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \hat{y}_{a_1}}{\partial x_1} &= 7.4875 + 3.677x_1 \\ \frac{\partial \hat{y}_{a_2}}{\partial x_2} &= 9.4875 - 10.3478x_2 \\ \frac{\partial \hat{y}_{a_3}}{\partial x_3} &= 11.5625 - 30.948x_3 \\ \frac{\partial \hat{y}_{a_4}}{\partial x_4} &= 3.7958 - 5.3978x_4 \\ \frac{\partial \hat{y}_{a_5}}{\partial x_5} &= 7.5208 - 17.223x_5 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

令 $\frac{\partial \hat{y}_{a_i}}{\partial x_i} = 0 (i=1, 2, 3, 4, 5)$, 根据方程(3)

计算边际产量变化(图2)结果表明:①在冬前有效积温较高情况下,播期推迟到10月1日对小麦产量并无影响,说明陕229小麦播期弹性较大,是一个适应性较强的旱地小麦品种。因此,因阴雨造成播期推迟不会引起严重减产;②密度变化对边际产量影响很大,随着密度的增加,边际产量下降很快,密度超过225万株/hm²时,再增加密度会引起减产;③氮肥对小麦产量的影响最大,在每hm²施用150kgN范围内,施用N肥都有明显的增产效果,如果施氮量超过180kg/hm²,氮肥的增产作用减少

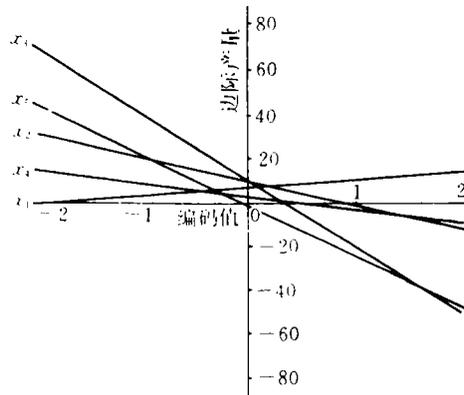


图2 边际产量方程图

或导致减产;④施用磷肥有一定的增产效果,但随着磷肥用量的增加,磷肥的增产量减少,和氮肥相比,磷肥的效果相对较小;⑤油渣不仅可以提供小麦生长发育所需的营养,而且

还具有土壤培肥作用,从边际产量分析,在施油渣600 kg/hm²时,增产效果明显。

2.3 因素之间的交互作用

从模型(1)所建立的数学模型中可看出,显著交互项有 x_1x_2, x_2x_4, x_3x_5 ,说明小麦产量形成不仅是单项农艺措施增产效应的线性累加,还存在着因素之间的交互作用。本文只对其中的三个交互作用进行分析。

2.3.1 播期与密度之间的交互作用 将模型(1)降维,令 $x_3=0, x_4=0, x_5=0$,可得出以下模型:

$$y_{a_1} = 277.149 + 7.4875x_1 + 9.4875x_2 + 1.8385x_1^2 - 5.1739x_2^2 - 8.0313x_1x_2$$

从方程分析可见,增加密度在不同播期都有明显的增产效果,但只有播期在9月25日~10月1日之间其产量较高,其中10月1日的产量最高。因此在渭北旱原,陕229小麦不宜播种过早,密度在180~225万/hm²基本苗时,9月下旬播种较为适宜。

2.3.2 密度与磷肥之间的交互作用 同样,令 $x_1=0, x_3=0, x_5=0$,将模型(1)降维,可得密度与施磷肥的偏回归模型:

$$y_{a_2} = 277.149 + 9.4875x_2 + 3.7958x_4 - 5.1739x_2^2 - 2.6989x_4^2 - 5.5562x_2x_4$$

从上式分析看出,在不施磷肥的条件下,密度大产量高。但当增施磷肥后,播量随施磷量的增加而下降。例如,在施112.5 kg/hm² P₂O₅时,最适播量为225万苗/hm²;当磷肥用量增加到225 kg/hm² P₂O₅时,适宜的播量就减少到180万苗/hm²。这是由于施用磷肥促进了小麦分蘖,冬前分蘖调查,不施磷肥的单株冬前平均分蘖为3.15个,而施用磷肥的单株为3.68个,施磷增加冬前分蘖17%。

2.3.3 氮肥和油渣的交互效应 同样令 $x_1=0, x_2=0, x_4=0$,将模型(1)降维,可得施氮肥和施油渣的偏回归子模型:

$$y_{a_3} = 277.149 + 11.5625x_3 + 7.5208x_5 - 15.4739x_3^2 - 8.6114x_5^2 - 7.4687x_3x_5$$

从上式分析看出,增加氮肥和油渣用量都直接影响小麦产量,在油渣用量450 kg/hm²时,施用氮肥150~225 kg/hm²产量最高。若减少油渣用量,则要相应增加氮肥用量。

2.4 最佳产量模拟寻优

陕229小麦优化栽培综合农艺措施:根据已建立的数学模型,在 $-2 \leq x_i \leq 2$ 范围内,取步长为1,进行电脑模拟,寻出在不同目标产量下的最优组合方案。通过模拟得到了 $5^5 = 3125$ 个组合方案,其中在4125~4875 kg/hm²有310个组合(表2),大于4875 kg/hm²有10个组合。从表2可以看出,陕229小麦4125~4875 kg/hm²最佳农艺措施组合方案为:播期9月19日~22日,密度(基本苗)190.2~203.25万/hm²,施氮量为161.25~170.55 kg/hm²,施磷(P₂O₅)为108.3~125.7 kg/hm²,油渣施用量480.45~532.8 kg/hm²。

表2 小麦4125~4875kg/hm²的因素变量数值及频率表

项 目	x ₁		x ₂		x ₃		x ₄		x ₅	
	次数	%								
-2	79	25.48	37	11.94	5	1.61	55	17.74	15	4.84
-1	52	16.77	46	14.84	54	17.42	59	19.03	58	18.71
0	25	8.06	63	20.32	131	42.26	67	21.61	107	34.52
1	43	13.87	93	30.00	99	31.94	64	20.65	94	30.32
2	111	35.81	71	22.90	21	6.77	65	20.97	36	11.61
次数合计	310	100	310	100	310	100	310	100	310	100
平均值(\bar{x})	0.177		0.371		0.248		0.0806		0.252	
标准差($S_{\bar{x}}$)	0.0939		0.0743		0.0498		0.0792		0.0593	
95%置信	-0.00669		0.225		0.151		0.0746		0.135	
区 间	0.362		0.517		0.346		0.236		0.368	

3 结 论

1)运用回归设计理论和方法进行了陕229小麦规范化高产栽培研究,在渭北旱原干旱条件下,陕229小麦品种的最大潜力可达4500kg/hm²。

2)试验结果表明,5项农艺措施对陕229小麦的影响因素顺序为:氮肥>播量(基本苗)>油渣>播期>磷肥。

3)要获得4125~4875kg/hm²的产量,陕229小麦的最优农艺措施组合方案为:播期9月19日~22日,密度190.2~203.25万/hm²,施肥161.25~170.55kg/hm²N,103.8~125.7kg/hm²P₂O₅,480.25~53.28kg/hm²油渣。

4)5项农艺措施对陕229小麦产量都有一定作用,播期与播量、氮肥与油渣、播量与磷肥交互作用明显,表明各因素之间具有相互协调、相互促进和相互制约的作用。

5)虽然陕229小麦综合农艺措施增产显著,但运用到生产中还要经过多点多次信息反馈,不断完善。

参 考 文 献

- 1 杨陵基地良种繁育课题组.小麦品种(系)简介,陕229小麦新品种.农科城报,1992-08-05
- 2 茆诗松,丁元.回归分析及其试验设计.上海:华东师范大学出版社,1981,10:297~302
- 3 徐福利,张金水,吕殿青.陕北丘陵区梯田马铃薯综合农艺措施数学模型的研究.马铃薯杂志,1991(1):79~82
- 4 张冀涛,张联会,徐福利等.小麦高产优质农艺措施优化数学模型研究.干旱地区农业研究,1991(1):22~31
- 5 范志杰,聂安全,王清稳等.地膜棉花优质高产农艺措施的产量函数模型.华北农学报,1988(2):38~45

High-Yielding Cultivation of Wheat Cultivar——Shaan-229 on Weibei Rainfed Highland

Dong Yanqing¹ Xu Fuli² Zhang Jitao¹ Wang Weiling¹

(1 Shaanxi Institute of Grain Crop, Yangling Shaanxi, 712100)

(2 Shaanxi Institute of Soil & Fertilizer, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The orthogonal rotational association design with five factors was used to study such five key measures for yield formation as sowing date, plant density and

fertilizer application (N,P and oil cake), etc. Which may affect yield formation of wheat cultivar—Shaan-229 on Weibei Rainfed Highland quantitatively and comprehensively, on the basis of which the high-yielding cultivaton model for wheat cultivar—Shaan-229 on Weibei Rainfed Highland thereby to determine the combination schem with the best agronomy measures. Also, the yield responsive model was used to study the responsive effect of agronomy measures upon yield formation individually as well as the inter-effects among each agronomy measure.

Key words wheat cultivation, high-yielding model,orthogonal rotational association design, Weiber Rainfed Highland