

夏播黑大豆综合农艺措施研究及 高产模型的建立

邵长泉, 孙汉水, 邵 芳
(山东省滨州职业学院, 山东 滨州 256624)

摘要: 采用三元二次回归旋转设计, 在中等肥力水平滨海盐化潮土条件下研究了夏播黑大豆栽培密度(X_1), P_2O_5 (X_2)和N (X_3)对产量的影响。结果表明: 对黑大豆产量影响最大的因子是密度, 各因子对产量的贡献大小依次为: $X_1 > X_2 > X_3$; 此外, 还研究了 3 项农艺措施之间的互作效应, 建立了黑大豆高产模型, 通过模拟寻优获得了产量高于 2800 kg/hm^2 的优化农艺措施方案, 最佳方案为: 密度 $215774 \sim 225402$ 株/ hm^2 , P_2O_5 施用量 $265.32 \sim 291.56\text{ kg/hm}^2$, N 施用量 $167.59 \sim 206.87\text{ kg/hm}^2$ 。

关键词: 黑大豆; 农艺措施; 高产模型; 模拟寻优

中图分类号: S565.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2007)01-0043-03

多年来, 人们从不同角度对黄豆高产栽培技术进行了广泛研究, 但就夏播黑大豆生育特点及高产栽培措施研究甚少。目前, 黑大豆栽培管理一直沿用黄豆的管理模式, 良种良法不配套成为制约其单产提高的主要因素。因此, 我们于 2004 年进行了夏播黑大豆高产模型探讨, 拟探索黑大豆夏播高产的关键技术, 以应用于生产。

1 材料和方法

试验设在山东省滨州职业学院试验农场, 供试土壤为滨海盐化潮土, 土壤有机质 13.0 g/kg , 碱解氮 150 mg/kg , 速效磷 (P_2O_5) 20 mg/kg , 速效钾 140 mg/kg , 施优质有机肥 22500 kg/hm^2 ; 供试肥料为尿素 (N46%), 磷酸二铵 (N13%, P_2O_5 46%); 有机肥和磷酸二铵全部作基肥, 尿素的 30%作基肥, 50%初花期追施, 20%结荚期施入; 黑大豆品系采用自育的滨选 98-2。

在上年单因子试验的基础上, 根据黑大豆生育特点和生产中存在的实际问题, 采用三因素正交旋转回归设计 (表 1), 小区面积 48 m^2 ($6\text{ m} \times 8\text{ m}$), 23 个小区随机排列, 重复 3 次。小区实收折算为公顷产量, 然后对结果进行统计分析。

表 1 试验因子设计水平及编码

因子	水平及编码				
	-1.682	-1	0	1	1.682
密度 (X_1 , 株/ hm^2)	135 000	170 672	195 000	230 672	255 000
P_2O_5 (X_2 , kg/hm^2)	0	107.02	180	287.02	360
N (X_3 , kg/hm^2)	0	107.02	180	287.02	360

2 结果与分析

2.1 黑大豆产量函数模型的建立

将试验结果整理后利用 BASIC 程序在微机中进行运算, 得各因子与黑大豆产量之间的三元二次回归方程:

$$Y = 3134.27 + 218.812X_1 + 173.124X_2 + 13.205X_3 - 26.625X_1X_2 - 98.75X_1X_3 + 29.7X_2X_3 - 140.53X_1^2 - 99.051X_2^2 - 96.912X_3^2 \quad (1)$$

对方程 (1) 进行变量分析 (表 2), 方程失拟 $F = 2.56 < F_{0.05} = 3.68$, 差异不显著, 表明未控制因素对试验结果影响较小, 对试验数据产生波动是随机误差。 $F_{\text{回}} = 13.01 > F_{0.01} = 4.19$; 再由复相关系数 $R = 0.949^{**}$, 说明建立的回归数学模型拟合良好, 该模型是可靠的, 能反映 3 个因素与产量的关系。

2.2 因子的主效应分析

由方程 (1) 看出, b_1, b_2 均达极显著水平。函数

收稿日期: 2006-07-02
基金项目: 滨州市“十五”重点科技攻关项目 (2000A08-4)
作者简介: 邵长泉 (1965-), 男, 山东惠民人, 副研究员, 主要从事土壤肥料及作物栽培研究工作。

表 2 变量分析

变 因	df	F
一次效应	X ₁	43. 33
	X ₂	27. 12
	X ₃	0. 16
互作效应	X ₁ X ₂	0. 38
	X ₁ X ₃	5. 17
	X ₂ X ₃	0. 47
二次效应	X ₁ ²	20. 80
	X ₂ ²	10. 33
	X ₃ ²	9. 89
总变量	22	
回归	9	13. 01
剩余	13	
失拟	5	2. 56
误差	8	

注: 一次效应和互作效应 F_{0.05} = 4. 67, F_{0.01} = 9. 07; 回归 F_{0.05} = 2. 72, F_{0.01} = 4. 19; 失拟 F_{0.05} = 3. 68, F_{0.01} = 6. 63

模型经标准化的偏回归系数 b_i 直接反映变量 X_i 对产量的贡献大小, 从一次项和二次项因子系数来看 X₁ > X₂ > X₃, 因此, 在该试验条件下, 对产量影响的大小顺序为密度 > 磷肥 > 氮肥, 说明夏播黑大豆栽培 3 项农艺措施中, 密度对黑大豆产量的影响作用最大, 其次为磷肥和氮肥。根据模型 (1) 分别对 X₁, X₂ 和 X₃ 求偏导使其等于零, 解联立方程组, 在 -1. 682 6 ≤ X ≤ 1. 628 2 之间求得相应的 3 项农艺措施组合方案 X₁ = 0. 786 0, X₂ = 0. 735 3, X₃ = -0. 219 7, 其最高产量为 Y_{max} = 3 282. 47 kg/hm²。

2.3 各因素互作效应分析

黑大豆产量是各因子综合作用的结果, 除因子的主效应外, 还存在因子的交互作用。由表 2 知, 只有 X₁ 与 X₃ (密度与氮肥) 的交互作用达极显著 (F = 5. 17 > F_{0.01} = 4. 10), 其他均不显著。现只对 X₁ 与 X₃ 间的交互作用进行分析, 建立密度与 N 互作效

应方程:

$$Y = 3\,134.27 + 218.812X_1 + 13.205X_3 - 98.75X_1X_3 - 140.53X_1^2 - 96.912X_3^2 \tag{2}$$

由方程 (2) 求得 X₁ 与 X₃ 各水平的产量列于表 3。

表 3 X ₁ 与 X ₃ 各水平的产量 (kg/hm ²)	
X ₁ 水平编码	X ₃ 水平编码
	-1. 682 -1 0 1 1. 682
-1. 682	1 792. 89 2 092. 43 2 368. 65 2 451. 04 2 396. 06
-1	2 312. 44 2 566. 06 2 774. 93 2 789. 97 2 689. 06
0	2 837. 88 3 024. 15 3 134. 27 3 050. 56 2 882. 30
1	3 082. 26 3 201. 19 3 212. 55 3 030. 10 2 794. 49
1. 682	3 087. 72 3 160. 72 3 104. 73 2 854. 93 2 573. 39

由表 3 看出, 密度在 -1. 682 ~ 1. 682 之间、N 在 -1. 682 ~ -1 之间的交互作用为增产作用; 当密度在 1 水平下、N 在 0 水平时, 产量最高。以上分析说明, 密度偏高水平和氮肥中等水平时产量较高; 如果密度过小, 则必须增加氮肥用量, 以增加单株产量而获得高产; 反之, 如果密度过大, 则应减小氮肥用量, 以防引起黑大豆倒伏, 从而增加群体产量。

2.4 高产优化方案的建立

农业生产是一个多因子综合影响的有机统一体, 在黑大豆大面积高产推广生产方案决策时, 为减少或避免由于随机因子的变化影响和非可控制因素的作用, 达到大面积生产中各项农艺措施的实用性与可操作性, 我们以高产高效为总目标, 依据建立的黑大豆产量函数模型, 在 -1. 682 ≤ X_i ≤ 1. 682 (i = 1, 2, 3) 的取值范围内, 运用频数分析法模拟寻优, 从所有 125 个方案中选出产量高于 2 800 kg/hm² 的组合 35 个, 并得出各因子置信区间为 0. 95 的实际取值区间 (表 4)。

表 4 黑大豆产量高于 2 800 kg/hm² 处理组合的频数分析

水平及取值	X ₁		X ₂		X ₃	
	频数	频率	频数	频率	频数	频率
1. 682	8	22. 86	9	25. 71	4	11. 43
1	12	34. 29	17	48. 57	6	17. 15
0	15	42. 86	9	25. 71	16	45. 72
-1	0	0	0	0	7	20. 00
-1. 682	0	0	0	0	2	5. 72
合计	35	100	35	100	35	100
平均优化方案	0. 717 31		0. 918 23		0. 067 54	
S _x	0. 068 853		0. 061 721		0. 093 644	
95% 置信区间	0. 582 36 ~ 0. 852 26		0. 797 26 ~ 1. 039 20		-0. 116 00 ~ 0. 251 08	
农艺措施	215 774 ~ 225 402		265. 32 ~ 291. 56		167. 59 ~ 206. 87	

由表 4 看出, 在黑大豆高产优化栽培中, 各因素在不同水平上的概率分布有明显的差别, 在本试验

条件下, 密度和磷肥出现在中等偏高水平, 氮肥出现在中等水平。试验中共有 5³ = 125 套组合方案, 其

中,大豆产量高于 $2800\text{kg}/\text{hm}^2$ 的组合共有 35 个,3 项农艺措施 X 的编码取值在 $0 \sim 1.682$ 的频率最高,其取值范围分别为 $X_1 = 0.58236 \sim 0.85226$, $X_2 = 0.79726 \sim 1.03920$, $X_3 = -0.11600 \sim 0.25108$ 。由此,3 项农艺措施的最佳组合是:密度为 $215774 \sim 225402$ 株/ hm^2 , P_2O_5 用量为 $265.32 \sim 291.56$ kg/hm^2 , N 用量为 $167.59 \sim 206.87$ kg/hm^2 , 此时黑大豆的平均产量为 $(2945.63 \pm 97.97) \text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3 结论

1) 通过试验研究,确立了在中等偏高肥力条件下,影响黑大豆生育性状的主要因素是密度和磷;明确了各因素影响黑大豆产量的顺序是:密度 > 磷肥 > 氮肥。

2) 在本试验条件下,通过正交旋转回归模拟寻优,3 项农艺措施的最佳取值范围是:密度为 $215774 \sim 225402$ 株/ hm^2 , P_2O_5 用量为 $265.32 \sim 291.56$ kg/hm^2 , N 用量为 $167.59 \sim 206.87$ kg/hm^2 。采用这套方案,黑大豆的平均产量为 $(2945.63 \pm 97.97) \text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 密度在 $-1.682 \sim 1.682$ 之间、N 在 -1.682

~ -1 之间的交互作用为增产作用;当密度在 1 水平下、N 在 0 水平时,产量最高。由此,密度偏高水平和氮肥中等水平时产量较高。如果密度过小,则必须增加氮肥用量,以增加单株产量而获得高产;反之,如果密度过大,则应减小氮肥用量,以防引起黑大豆倒伏,从而增加群体产量。

4) 试验表明,黑大豆对磷较敏感,因此,种植黑大豆应重视磷肥的施用,同时由于磷肥在土壤中的移动性差、易固定,应采取播前沟施,犁底基施或拌种施用,切忌地表撒施。

参考文献:

- [1] 刘忠德,蒋仁棠,谈文瑾,等.正交优化设计在玉米粗缩病综合防治上的应用研究[J].2000,8(1):86—87.
- [2] 梁秀兰,朱芳华.不同杂交玉米组合的农艺措施效应[J].玉米科学,1999,7(3):42—44.
- [3] 刘忠堂.大豆窄行密植高产栽培技术的研究[J].大豆科学,2002,21(5):117—121.
- [4] 胡正元,李宇峰.双低杂交油菜高产保优制种模式研究[J].河南农业科学,2005(1):27—30.
- [5] 安海龙,卫志明,黄健秋.小麦幼胚培养高效成株系统的建立[J].植物生理学报,2000,26(6):532—538.
- [6] 刘少翔,王卉,孙毅,等.小麦幼胚的脱分化状态及再生性能研究[J].华北农学报,2003,18(1):64—67.
- [7] Last D J, Brettell R I S. Embryo yield in wheat anther culture is influenced by the choice of sugar in the culture medium[J]. Plant Cell Report, 1990, 90: 364—371.
- [8] Agarwal D K, Tiwari S. Effect of genotypes and nutrient media on immature of wheat[J]. India J Genet, 1995, 55: 50—57.
- [9] 吉前华,任正隆.小麦品种的组培特性和转基因受体选择[J].作物学报,2004,30(9):855—860.
- [10] 明凤,胡尚连,李文雄.小麦胚性愈伤组织发生形态、解剖构造与核酸和蛋白质代谢的关系[J].东北农业大学学报,1999,30(4):313—317.
- [11] 李根英,黄承彦,隋新霞,等.小麦不同外植体的组织培养研究[J].麦类作物学报,2006,26(1):21—25.
- [12] 王亚琴,梁承邨.硝酸银在水稻农杆菌转化中的作用[J].湖南大学学报(自然科学版),2004,31(2):28—31.
- [13] 高武军,孙富丛,魏开发,等.玉米胚性愈伤组织诱导与分化的影响因素[J].华北农学报,2005,20(1):27—30.
- [14] 黄璐,卫志明.不同基因性玉米的再生能力和胚性与非胚性愈伤组织 DNA 的差异[J].植物生理学报,1999,25(4):332—338.
- [15] 张鹏,傅爱根.在植物离体培养中的作用及可能的机制[J].植物生理学通讯,1997,33(5):376—379.
- [16] 宋国琦,王成社,何培茹.小麦幼胚培养技术及其应用的研究进展[J].西安联合大学学报,2003,6(2):22—27.
- [17] Sonriza Rasco—Ganut, Amanda Riley, et al. Procedures allowing the transformation of a range of European elite wheat (Triticum aestivum L.) varieties via particle bombardment[J]. Journal of Experimental Botany, 2001, 52(357):865—874.
- [18] 李雪梅,刘熔山.小麦幼胚胚性愈伤组织诱导及分化过程中内源激素的作用[J].植物生理学通讯,1994,30(4):255—260.
- [19] 何盛莲,崔党群,陈军营,等.小麦幼胚培养特性对外源物质响应的研究[J].西北农业学报,2006,15(2):49—53.
- [20] 李尚中,李唯,李胜,等.小麦胚性愈伤组织诱导研究[J].甘肃农业大学学报,2004,39(4):136—140.

(上接第 26 页)