

密度、氮、磷耦合效应对大白菜产量的影响

李建设, 高艳明, 刘生祥, 于培彦

(宁夏农学院, 永宁 750105)

摘要: 在露地栽培条件下, 采用三因素二次回归通用旋转组合设计, 对影响春大白菜产量的密度、氮、磷的耦合效应进行了研究。得到了产量(y)与密度(x_1)、施氮量(x_2)、施磷量(x_3)的耦合回归模型。分析结果表明: 1. 在本试验条件下, 密度、氮、磷各因素影响滴灌辣椒产量的顺序为施氮量>密度>施磷量; 2. 各因素之间有正交互作用, 其中密度与施氮量的交互作用达到极显著水平; 提出了不同产量水平下的各因素最佳组合。

关键词: 春大白菜; 耦合效应; 产量; 数学模型

中图分类号: S634.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2002)04-0048-02

大白菜是我国重要蔬菜之一, 过去一直为秋季栽培, 各地有关秋种大白菜的密度、施肥的研究很多。近年来, 为了丰富市场, 满足人们对蔬菜均衡上市的要求, 春大白菜栽培面积不断扩大, 由于春季与秋季, 气候条件差异较大, 在密度、施肥上春种与秋种也有一定差异, 而关于春种大白菜密度、施肥互作模型的研究尚未报道。本试验通过定量研究密度、氮、磷三因素对春大白菜产量的影响, 为春种大白菜高产栽培提供优化、量化的密度、施氮量、施磷量的指标。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验于2000年春在宁夏青铜峡市峡口镇蔬菜育苗中心露地进行, 土壤为重壤土, 播种前测定土壤0~20 cm(厘米)肥力水平为有机质 11.24 g/kg(克/公斤), 水解氮 66.0 mg/kg(毫克/公斤), 硝态氮 90 mg/kg(毫克/公斤), 速效磷 16.7 mg/kg(毫克/公斤), 速效钾 198.7 mg/kg(毫克/公斤), 全盐为 0.46 mg/kg(毫克/公斤), pH 值为 8.4。采用黄河水自流灌溉。

1.2 试验处理设计

试验采用三因素二次回归通用旋转组合设计, 根据宁夏土壤状况, 参考秋季大白菜的施肥量和宁夏土壤中钾肥一般能满足作物生长需要的特点, 因此试验因素确定为密度、施氮(N)量、施磷(P_2O_5)量, 各因素水平编码见表1-1。

表1-1 因素水平编码

$\backslash Z_j$ x	密度(z_1) 株/667 m ²	N(z_2) (kg/667 m ²)	P_2O_5 (z_3) (kg/667 m ²)
+1.682	3400	19	12
+1	3116	16.2	9.6
0	2700	12	6
-1	2284	7.8	2.4
-1.682	2000	5	0

注: $\Delta_1 = 416.2$ 株/667 m², $\Delta_2 = 4.16$ kg/667 m², $\Delta_3 = 3.57$ kg/667 m²

1.3 田间试验

试验处理在田间重复一次, 随机排列, 实行高垄覆膜栽培, 垄高 0.28 m(米), 垄宽 0.3 m(米), 行距 0.6 m(米), 垄长 8.3 m(米), 每处理 3 行, 小区面积 15 m²(平方米)。为了防止各处理间养分相互影响, 每处理只将中间一行记产。供试肥料为尿素(含 N 46%)和过磷酸钙(含 P_2O_5 10%)。磷肥 100% 做基肥施入; 氮肥 50% 做基肥施入, 其余 50% 在大白菜莲座期一次作追肥施入。另外, 播种前每 667 m²(平方米)施 3 500 kg(公斤)~5 000 kg(公斤)纯牛粪做基肥。灌水、病虫害防治同一般栽培管理。试验品种为韩国“强势”, 2000 年 4 月 18 日播种, 7 月 2 日采收, 按小区测产。

2 结果与分析

根据本试验产量结果(见表2-1), 编制 Turbo Basic 程序上机计算, 求得春种大白菜产量与密度、施氮量、施磷量耦合回归模型为:

$$y_1 = 5564.1 + 158.8x_1 + 957.6x_2 + 91.0x_3 + 415.2x_1x_2 + 78.4x_1x_3 + 8.4x_2x_3 + 34.0x_1^2 - 183.0x_2^2 + 95.3x_3^2$$

对方程进行显著性检验: $F_1 = 3.64 < F_{0.9}(5, 5) = 5.05$, $F_2 = 18.7 > F_{0.95}(9, 10) = 3.02$ 因素与产量的复相关系数 $r = 0.97$ 。由以上检验结果可知, 所建立的耦合回归模型均显著, 可用于生产预报且具有较高的可靠性。

2.1 主因素效应分析

由于无量纲的线性编码变换后, 偏回归系数已经不受因素取值的大小和单位的影响, 即已经标准化, 其大小可直接反映变量对产量的影响程度。从回归方程一次项系数的 t 值 [$t_{0.05}(10) = 2.23$, $t_{0.01}(10) = 3.17$] 检验得到: $t_1 = 2.0$, $t_2 = 11.8^{**}$, $t_3 = 1.1$, 各因素对产量的影响大小顺序为: 施氮量(x_2)>密度(x_1)>施磷量(x_3), 可见施氮量对产量的影响最大, 表现出显著的正效应, 密度亦对产量有较大的正效应, 施磷量对产量亦表现为正效应。从二次项系数 t 值检验得到: $t_{11} = 0.4$, $t_{22} = 2.3^*$, $t_{33} = 1.2$, 密度、施磷量未达到显著水平, 而施氮量达到了显著水平, 且表现为负效应, 表明大白菜虽为喜氮蔬菜, 但过量施用氮肥也会造成产量下降; 而加大磷肥用量对产量影响不大; 密度过大会造成大白菜总产量降低。但在本试验中, 密度大时仍为正效应, 这一方面由于春大白菜生长后期温度过高, 不利于其生长, 使单株重减小, 另一方面, 可能

由于密度上限过小所致。

表 2—1 三因素二次通用旋转组合设计结构矩阵与产量

试验 编号	密度 X ₁	氮 X ₂	磷 X ₃	产量 (kg/ 667 m ²)
1	—1	—1	—1	4655. 7
2	—1	—1	1	4682. 3
3	—1	1	—1	6003. 0
4	—1	1	1	6149. 7
5	1	—1	—1	4055. 4
6	1	—1	1	4482. 2
7	1	1	—1	7150. 2
8	1	1	1	7523. 7
9	—1. 682	0	0	5416. 2
10	1. 682	0	0	5682. 8
11	0	—1. 682	0	3708. 5
12	0	1. 682	0	6163. 1
13	0	0	—1. 682	5642. 8
14	0	0	1. 682	5802. 9
15	0	0	0	5349. 3
16	0	0	0	5496. 1
17	0	0	0	5816. 2
18	0	0	0	5376. 0
19	0	0	0	5629. 5
20	0	0	0	5762. 9

2.2 三因素间的交互作用分析

上述三因素之间对产量的影响有明显的交互耦合作用, 且各因素之间均表现为正交互作用, 对交互项系数的 t 值检验得到: t₁₂=3. 9^{*}, t₁₃=0. 7, t₂₃=0. 1, 密度与施氮量的交互作用达到了极显著水平, 而密度与施磷量、施氮量与施磷量之间的交互作用未达到较显著水平。表明增加密度, 加大氮肥、磷肥用量有利于春大白菜产量的提高, 同时, 氮磷施肥也有利于春大白菜产量的形成。

2.3 最优组合方案

根据已建的产量与密度、施氮量、施磷量耦合回归模型, 编制 Turbo Basic 程序, 上机进行不同目标产量下的最优组合方案模拟。通过模拟求得组合方案, 其中 667 m²(平方米)产量 4 000~5 000 kg(公斤)的有 30 个组合, 667 m²(平方米)产量 5 000~6 000 kg(公斤)的有 40 个组合, 667 m²(平方米)产量 6 000~7 000 kg(公斤)的有 20 个组合, 667 m²(平方米)产量 7 000~8 000 kg(公斤)的有 11 个组合, 以上各种目标产量

下的寻优组合方案限于篇幅不一列出。优化结果列于结论第 3. 3 中。现仅将 667 m²(平方米)产量 6 000~7 000 kg(公斤)寻优组合方案作为示例, 见表 2—2。

表 2—2 春大白菜 667 m²产 6 000~7 000 kg 寻优方案

编码	X ₁ 次数	X ₂ 次数	X ₃ 次数
—1. 682	0	0	5
—1. 0	4	0	3
0	9	4	3
+1. 0	5	10	4
+1. 682	2	6	5
次数合计	20	20	20
实际平均数	2790. 81	16. 18	6. 18
实际标准差	344. 52	2. 42	4. 74
实际标准误	77. 04	0. 54	1. 06
置信区下限	2713. 77	15. 64	5. 12
置信区上限	2867. 85	16. 72	7. 24

3 结论

3.1 本试验条件下, 提出的春大白菜密度、施氮量、施磷量耦合回归模型, 经检验达到了显著水准, 可以用于预报和指导生产。

3.2 在本试验条件下, 密度、氮、磷各因素影响春大白菜产量的顺序为施氮量(x₂)> 密度(x₁)> 施磷量(x₃)。在各因素交互作用下, 以氮与密度交互作用较显著。

3.3 不同产量水平下的因素最佳组合为: 产量 4 000~5000 kg(公斤)/667 m²(平方米), 密度 2 537 株, 施 N 量 6. 89 kg(公斤)/667 m²(平方米), 施 P₂O₅ 量 6. 44 kg(公斤)/667 m²(平方米); 产量 5 000~6 000 kg(公斤)/667 m²(平方米), 密度 2 654 株, 施 N 量 13. 92 kg(公斤)/667 m²(平方米), 施 P₂O₅ 量 5. 43 kg(公斤)/667 m²(平方米); 产量 6 000~7 000 kg(公斤)/667 m²(平方米), 密度 3 181 株, 施 N 量 18. 45 kg(公斤)/667 m²(平方米), 施 P₂O₅ 量 6. 32 kg(公斤)/667 m²(平方米)。

参考文献

[1] 孟兆江, 刘安能. 商丘试验区夏玉米节水高产水肥耦合数学模型与优化方案[J]. 灌溉排水, 1997(4): 18~21.
[2] 田军仓, 郭元裕. 苜蓿水肥耦合模型及其优化组合方案研究[J]. 武汉水利电力大学学报, 1977(4): 19~22.
[3] 葛晓光, 徐刚. 密度、施肥量和灌水量对甜椒生育及产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1995(4): 383~389.
[4] 陈国良. 将定生, 微机应用与农业系统模型[M]. 陕西科学技术出版社, 1996.

欢 迎 随 时 订 阅《北方园艺》!