

蒜苗需肥规律的研究

侯建伟 张广臣 张晓明 徐维成

(吉林省农业大学园艺系·长春市)

摘要 试验采用二次通用旋转组合回归设计方法,利用无土栽培的手段,定量的研究了N.P.K肥对蒜苗产量的影响,建立了肥料效应函数模型。提出了合理施肥方案。在最高产量可达 $18.52\text{kg}/\text{m}^2$ 时,N.P.K的需求量分别为:260.27ppm、60.86ppm和369.67ppm。

关键词 蒜苗 三因素二次通用旋转 组合回归设计 肥料

北方的冬季,蒜苗是很受消费者欢迎的鲜菜之一。以往的蒜苗栽培基本上不进行施肥,或很少施肥。这种栽培方式不论从单位面积产量,还是每公斤种蒜出苗率来看,都不是很高的。为了探究蒜苗的高产栽培途径,我们进行了蒜苗无土栽培下需肥规律的研究。

试验设计

试验于1987和1990年在吉林农业大学园艺系温室中进行。

试验采用三因素二次通用旋转组合设计,共设20个处理。试验在塑料盘中进行,每盘为一个处理,塑料盘的容积为 $57 \times 25 \times 5.5(\text{cm}^3)$ 。

试验用种蒜为多瓣白皮蒜,每个处理用种蒜1.75kg。基质用河砂。

采用浇营养液的方式供给N.P.K。从蒜

苗长到3cm高时开始浇营养液,每3天浇一次,每次浇1,000ml,整个试验过程中共浇营养液18次。营养液中N.P.K含量是以ppm为单位,每个处理中N.P.K的编码值及实施方案见表一和表二。

整个试验过程中共采收三次,每20天采收一次。

试验用肥料:

K_2SO_4 (化学纯)

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (化学纯)

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (无土栽培专用肥)

试验结果与分析

一、产量结果:将每次试验中三次采收的产量加在一起,得到20个总产量,并且折合成每平方米产量。用于结果分析的数据为两年试验的平均值,见表二。

二、数学模型的建立:通过对实验数据

表一 变量水平编码 (ppm)

变量名称	Δi	$r = 1.682$				
		$-r$	-1	0	1	r
$N-x_1$	118.91	0	81	200	319	400
$P-x_2$	29.73	0	20	50	80	100
$K-x_3$	178.36	0	122	300	478	600

表二 试验处理的结构矩阵及产量结果

编号	x_1	x_2	x_3	$y(\text{kg}/\text{m}^2)$	$\hat{y}(\text{kg}/\text{m}^2)$
1	1	1	1	17.24	17.72
2	1	1	-1	17.12	16.93
3	1	-1	1	16.84	17.39
4	1	-1	-1	16.42	16.60
5	-1	1	1	16.45	16.13
6	-1	1	-1	15.67	15.34
7	-1	-1	1	14.37	14.05
8	-1	-1	-1	13.15	13.26
9	1.682	0	0	17.68	17.10
10	-1.682	0	0	12.42	12.95
11	0	1.682	0	17.32	17.55
12	0	-1.682	0	15.79	15.51
13	0	0	1.682	17.46	17.25
14	0	0	-1.682	15.76	15.92
15	0	0	0	17.53	18.02
16	0	0	0	18.31	18.02
17	0	0	0	18.47	18.02
18	0	0	0	17.66	18.02
19	0	0	0	18.12	18.02
20	0	0	0	18.02	18.02

的分析计算(在微机上进行的),得出如下数学模型:

$$y = 18.02 + 1.23x_1 + 0.61x_2 + 0.40x_3 - 0.44x_1x_2 - 0.18x_1x_3 - 0.09x_2x_3 - 1.06x_1^2 - 0.53x_2^2 - 0.51x_3^2 \quad (1)$$

为了验证模型(1)的可靠性,及其对实际的指导意义,对模型进行了方差分析,并对模型中各项系数及常数进行了 t 测验。

对模型的方差分析结果为:

$$F_1 = 2.1736 < F_{0.05}(5, 5) = 5.05$$

$$F_2 = 42.0334 > F_{0.01}(9, 5) = 4.78$$

对各项回归系数测验结果如下:

$$t_0 = 96.07^{**}$$

$$t_1 = 9.90^{**}$$

$$t_2 = 4.87^{**}$$

$$t_3 = 3.18^{**}$$

$$t_{1,2} = 2.69^*$$

$$t_{1,3} = 1.12$$

$$t_{2,3} = 0.57$$

$$t_{1,1} = 8.73^{**}$$

$$t_{2,2} = 4.34^{**}$$

$$t_{3,3} = 4.18^{**}$$

(*——0.05水平 **——0.01水平)

方差分析表明,模型(1)的可信度较高,实验中的干扰因素很小。 t 测验表明, N, P, K 的一次项及 N, P, K 的二次项都达到了0.01显著水平, $N-P$ 互作项达到0.05显著水平。对显著水平在0.05以下几项剔除后,得优化模型如下:

$$y = 18.02 + 1.23x_1 + 0.61x_2 + 0.40x_3 - 0.44x_1x_2 - 1.06x_1^2 - 0.53x_2^2 - 0.51x_3^2 \quad (2)$$

三、模型的预报性:为了进一步确认模型的合理性及其实用性,对模型(2)进行了可预报性分析,将各处理编码值代入模型(2)后,得到了20个预测值,见表二。将预测值与实际产量值进行相关分析,得决定系数 $r^2 = 0.954$ 。表明模型具有相当高的可预测能力。

模型的数学分析 ①模型的最优解:该模型为三元二次方程,受 $-r \leq x_i \leq r$ 的条件制约($i = 1, 2, 3$ 即 N, P, K 三种肥料),其最优解为产量达到最高时的 x_1, x_2 和 x_3 的取值。

通过对方程求解,得出本实验条件下的最高产量:

$$y_{max} = 18.52 \text{ kg}/\text{m}^2$$

此时施肥量为:

$$x_1 = 0.507 \text{ (折合浓度为 } 260.27 \text{ ppm)}$$

$$x_2 = 0.365 \text{ (折合浓度为 } 60.86 \text{ ppm)}$$

$$x_3 = 0.391 \text{ (折合浓度为 } 369.67 \text{ ppm)}$$

②各因素的单独效应:为了研究本实验中 N, P, K 的各自效应,分别将两个变数置于零水平(即中等施肥水平),对模型(2)进行降维分解,得到以任一变量为主的偏子回归模型:

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= 18.02 + 1.23x_1 - 1.06x_1^2 \\ y_2 &= 18.02 + 0.61x_2 - 0.53x_2^2 \\ y_3 &= 18.02 + 0.40x_3 - 0.51x_3^2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

对模型(3)中各式分别求导后计算, 得到 y_i ($i=1, 2, 3$) 取极大值时 x_i 的值。 x_i 的值即为最高产量时各变量取值, 也就是各肥料单独施用的最适量。式(3)中各式计算结果如下:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0.582(269.25\text{ppm}) & y_1 &= 18.38\text{kg/m}^2 \\ x_2 &= 0.576(67.13\text{ppm}) & y_2 &= 18.19\text{kg/m}^2 \\ x_3 &= 0.391(369.67\text{ppm}) & y_3 &= 18.09\text{kg/m}^2 \end{aligned}$$

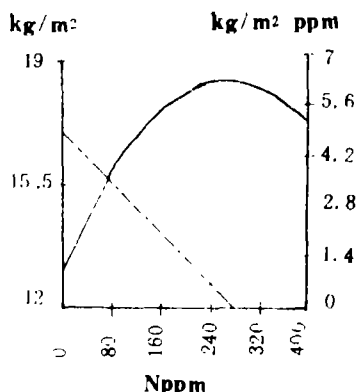
在 $-r \leq x_i \leq r$ 范围内绘出N、P、K单独效应图, 图中直线为边际产量, 曲线为产量效应(见图一、二)。

从N、P、K各自效应曲线可以看出, N、P、K对蒜苗均有增产作用, 其中N的增产作用特别明显, 当N素浓度从0增至200ppm时, 产量由 12.95kg/m^2 猛增至 18.02kg/m^2 , 平均每增加一个ppm浓度的N素, 每平方米就可增产 0.02535kg 。从图中的边际产量亦可看出, N素的增产作用是显著的。P、K的增产作用不如N素的幅度大。但二者的增产作用亦不可低估, 这说明, 在无土栽培的条件下, 增施N、P、K可增加蒜苗的产量, 特别是施用N肥。③肥料间的互作效应 在模型(2)中, N、P互作项表现为显著, 说明在施用N、P、K三种肥料时, 各肥料对产量的影响并非简单的累加, 而是存在着各组分间的互作效应。这在单独效应曲线中亦可看出。由于本试验中, 只有N、P互作项表现为显著, N、K和P、K两个互作项表现为不显著, 故只对N、P互作项进行分析。

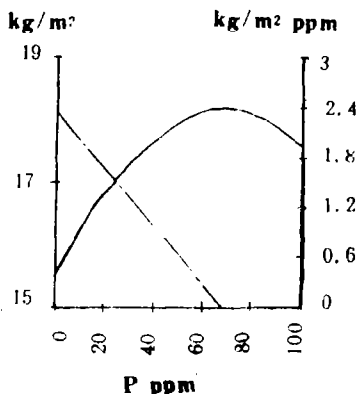
当 $x_3=0$ 时可由式(2)得出下式

$$y = 18.02 + 1.23x_1 + 0.61x_2 - 0.44x_1x_2 - 1.06x_1^2 - 0.53x_2^2 \quad (4)$$

将式(4)中 x_1 (N)取5点, 即 $-r, -1, 0, 1, r$; x_2 (P)取值从 $-r$ 到 r 。这样可得到一组曲线, 即为N、P互作曲线, 从曲线中可以看出, 当N素浓度较低时, N、P互作不明显, 在N素浓度为 $-r$ 和 -1 时, 只是随着P浓度的加大, 二者均增加产量, 但二者间表现为同步变化趋势。而随着N素浓度的提高, N、P互作变得明显起



图一 N肥产量效应与边际产量



图二 P肥产量效应与边际产量

来。较高的N浓度与较低的P浓度间的互作最为显著。也就是说, 增施N的同时要供给P, 这样增产效果最好。

小结与讨论

1. 蒜苗无土栽培增施N、P、K肥料具有明显的增产作用。N、P、K三肥料与产量形成的关系符合三元二次曲线变化规律。该模型的建立, 为指导蒜苗生产能够提供一定的科学依据。

2. 从N、P、K三种肥料对产量的影响来看, N肥的增产作用最为明显, P、K肥次之。在本试验条件下可达到的最高产量为 18.52kg/m^2 , 此时的需肥量为: N—260.27 ppm、P—60.86 ppm、K—369.67 ppm。

3. 试验中还发现, 无土栽培蒜苗, 且供给合适的营养液, 可比有土栽培生长迅速, 每茬在20天左右, 并且蒜苗比较鲜嫩。这对于生产来讲, 由于生长周期的缩短, 对降低生产成本是十分有利的。(长春市南关区东环路南 邮编 130118)