

茄子不同品种综合农艺技术 高产函数模型研究

张仲保 张真

(甘肃省武威地区农科所)

提 要

对茄子的品种、密度、氮肥及磷肥因素,采用四因素五水平通用旋转设计试验研究后表明,茄子的一般品种在武威栽培亩产达2573.12公斤以上的最佳农艺措施是:密度7220~10972株/亩,纯氮6.13~12.15公斤/亩,纯磷8.35~10公斤/亩。

随着城乡人民生活水平的不断提高,人们对蔬菜的食用量日趋增加。茄子营养丰富,尤其富含蛋白质,味美可口,是北方地区夏秋季节的主要蔬菜种类之一。研究其不同品种采用综合农艺技术措施来提高产量具有重要意义。我们采用四因素五水平通用旋转设计,于1989年在本所园艺试验站进行试验,研究产量与几种重要的生产要素及其各因素之间的相互关系。通过试验得出的函数模型,寻求优化的综合农艺技术措施,以图为茄子的高产栽培提供科学依据。

材料与方 法

本试验采用品种、密度、氮肥及磷肥四因素五水平通用旋转设计(1/2实施),各因素,水平及编码值见表1,编码中品种因素按不同初采收期来确定各水平值及其品种。氮素肥料为尿素,磷肥(含 P_2O_5 12.69%)

注:本项试验赵子功助理研究员,马国江同志参与了部分工作,特此致谢。

是武威市磷肥厂生产的。小区面积 $6 \times 2.7m^2$,20个小区占地总面积 $324m^2$ 。

表 1 茄子品种、氮、磷肥及密度水平编码值

编 码	x_1		x_2	x_3	x_4	品 种
	密度(株/亩)	距(cm)	氮肥(公斤/亩)	磷肥(公斤/亩)	初采期(天)	
1.682	14000	10.6	15	10	114	新长嘴
1	11000	13.5	11.25	7.5	107	龙江6
0	8000	18.5	7.5	5.0	101	导尔茄
-1	5000	29.6	3.75	2.5	95	齐茄2
-1.682	2000	74.1	0	0	89	伊香
Δ	3000		3.75	2.5	6	
备 注	行距 70-20cm		2/3作底肥	全作底肥		
			1/3作追肥			

以采收嫩果总数统计小区产量。

试验地平坦,地力均匀,0~30cm耕层含水解氮154ppm,全磷0.0314%,有机质1.12%。前茬作物黄瓜,采用直播覆盖地膜栽培,中耕四次,防治蚜虫一次。

结果与分析

一、产量函数模型的建立

各处理小区的总产量及其结构矩阵见表 2, 经统计产量 y 的回归模型为

表 2 各小区总产量及其结构矩阵

试验号	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	y (公斤)
1	1	-1	-1	-1	-1	41.6
2	1	-1	-1	1	1	38.0
3	1	-1	1	-1	1	38.5
4	1	-1	1	1	-1	55.5
5	1	1	-1	-1	1	43.4
6	1	1	-1	1	-1	45.8
7	1	1	1	-1	-1	44.9
8	1	1	1	1	1	52.5
9	1	-1.682	0	0	0	24.8
10	1	1.682	0	0	0	56.7
11	1	0	-1.682	0	0	39.4
12	1	0	1.682	0	0	62.4
13	1	0	0	-1.682	0	41.2
14	1	0	0	1.682	0	61.7
15	1	0	0	0	-1.682	45.7
16	1	0	0	0	1.682	39.9
17	1	0	0	0	0	46.0
18	1	0	0	0	0	41.4
19	1	0	0	0	0	44.5
20	1	0	0	0	0	52.3

$$y = 46.21 + 5.183x_1 + 4.201x_2 + 4.533x_3 - 2.132x_4 - 0.28x_1x_2 - 0.93x_1x_3 + 3.706x_1x_4 + 3.706x_2x_3 - 0.93x_2x_4 - 0.28x_3x_4 - 2.22x_1^2 + 1.359x_2^2 + 1.584x_3^2 - 1.643x_4^2 \quad (1)$$

对 (1) 式进行失拟性检验, $F_1 = 1.937, F_{(14, 5), 0.005} = 6.26, F_1 < F_{0.005}$, 故可进一步对回归方程式进行显著性检验, 其 $F_2 = 2.336, F_{(14, 5), 0.05} = 2.96, F_2 < F_{0.05}$, 差异不显著, 表明此方程式不适宜。从表 2 中我们可以看出, 品种因素 (x_4) 与产量变异不太大, 可将品种因素剔除后, 重新建立回归方程, 得

$$y = 50.114 + 5.183x_1 + 4.201x_2 + 5.534x_3 - 0.280x_1x_2 - 0.93x_1x_3 + 3.706x_2x_3 - 2.22x_1^2 + 1.354x_2^2 + 1.584x_3^2 \quad (2)$$

对 (2) 式进行失拟性检验, $F_1 = 4.02, F_{(6, 5), 0.05} = 5.05, F_1 < F_{0.05}$, 差异不显著, 可对回归方程式 (2) 进行检验。 $F_2 = 6.813, F_{(9, 5), 0.05} = 4.77, F_{0.01} = 10.2,$

$F_2 > F_{0.05}$, 则差异显著, 说明回归方程式 (2) 显著。

对 (2) 式各回归系数进行显著性测定 $t_0 = 25.72^{**}, t_1 = 4.45^{**}, t_2 = 3.61^*, t_3 = 2.46^*, t_{12} = 0.18, t_{13} = 0.61, t_{23} = 2.46^{(*)}, t_1^2 = 1.96, t_2^2 = 1.20, t_3^2 = 1.40$

当 $f = 5$ 时, $t_{0.1} = 2.015, t_{0.05} = 2.57, t_{0.01} = 4.032$ 。 ** , * , (**) 表示显著水平分别达 0.01, 0.05 和 0.1。

测定结果表明, 常数项 (t_0), 密度因素 (t_1) 系数显著水平均达极显著, 氮肥因素 (t_2) 和磷肥因素 (t_3), 均达显著差异。氮肥和磷肥的交互项系数 (t_{23}) 达 0.1 的差异水平。对上述各项因素可进行优化解析。

为在生产中应用方便, 将 (2) 式无量纲的各因素水平值转换为有量纲实际值得

$$y = 3788.05 - 0.047x_1 + 25.94x_2 + 2.88x_3 - 0.00018x_1x_2 - 0.00091x_1x_3 + 1.65x_2x_3 - 0.000003582x_1^2 + 0.354x_2^2 + 0.9057x_3^2 \quad (3)$$

考虑到分析便利, 以下各分析均仍然采用 (2) 式进行。

二、模型优化与解析

(一) 模型的最优解: 求目标函数为最优解, 即

$$y = f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_m) = b_0 = \sum_{j=1}^m b_{1j}x_j + \sum_{i < j} b_{ij}x_i x_j + \sum_{i=1}^m b_{iij}x_i^2 \quad (4)$$

目标函数为非线性函数, 约束条件为 $-1.682 < x_j < 1.682, j = 1, 2, 3$ 内非线性规划问题。欲求极值必满足该函数对各因素一阶偏导数等于零, 即

$$\frac{\partial y}{\partial x_i} = 0 \quad (5)$$

将回归系数代入 (5) 式得

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} = 5.183 - 4.44x_1 - 0.28x_2 - 0.93x_3 = 0$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_2} = 4.201 - 0.28x_1 + 2.72x_2 + 3.706x_3 = 0$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_3} = 4.533 - 0.93x_1 + 3.706x_2 + 3.17x_3 = 0$$

经判定系数行列式 D_i 为不定（稳定点可以不是极值点）。进一步在微机上寻求最优解，即茄子上述一般品种在综合农艺措施下最大生产潜力，亩产量最大值为 $y(\max) = 3279.4$ 公斤，农艺措施的决策变量为 $x_1 = 1$, $x_2 = 1.682$, $x_3 = 1.682$ 。此最优解是密度为 11000 株/亩，施氮肥 15 公斤/亩，纯 P_2O_5 10 公斤/亩下能达到的最高产量。但其频率较低。考虑到出现频率和经济效益及生产上的可行性，产量下限定为 2573 公斤/亩在全部的 125 个 (5^3) 组合方案中，等于或大于 2573 公斤/亩的组合方案有 12 个（见表 3）。

从表 3 看出，茄子亩产量要达到 2573 公斤其农艺措施的变化范围是，每亩保苗 7220~10970 株，氮肥（纯 N）6.13~12.15 公斤/亩，磷肥（纯 P_2O_5 ）8.35~10 公斤/亩。

表 3 茄子亩产 2573 公斤以上的综合农艺措施

因素 编码	x_1 (密度)		x_2 (氮肥)		x_3 (磷肥)	
	次数	%	次数	%	次数	%
-1.682	1	8.3	0	0	0	0
-1	2	16.7	0	0	0	0
0	3	25.0	0	0	0	0
1	3	25.0	4	33.3	3	25.0
1.682	3	25.0	8	66.7	9	75.0
次数合计	12		12		12	
\bar{x}	0.364		1.455		1.512	
s_x	0.32		0.093		0.085	
编码值	$-0.26 < y < 0.99$		$1.27 < y < 1.64$		$1.34 < y < 1.68$	
农艺措施	7220~10970 (株/亩)		6.13~12.15 (公斤/亩)		8.35~10 (公斤/亩)	

(二) 各因素与产量的关系：对 (2) 式采用“降维法”固定其中二个因素等于 0 和 1 水平，分析一个因素与产量的关系，分别得到下列子模型

$$y_{10} = 40.114 + 5.183x_1 + 2.22x_1^2$$

$$y_{11} = 60.499 + 4.809x_1 - 2.22x_1^2$$

$$y_{20} = 45.114 + 4.202x_2 + 1.359x_2^2$$

$$y_{21} = 53.264 + 7.627x_2 + 1.359x_2^2$$

$$y_{30} = 45.114 + 4.533x_3 + 1.584x_3^2$$

$$y_{31} = 53.357 + 7.309x_3 + 1.584x_3^2 \quad (6)$$

对各因素和产量的关系用图示例后，见图 1、2、3。若令 (6) 式中一阶导数等于 0，并判别二阶导数，则 $x_{10} = 1.167$ (11501 株/亩)， $x_{11} = 1.083$ (11249 株/亩)，因 $y_{10}'' < 0$, $y_{11}'' < 0$, 故 y_{10} 有极大值分别为 48.13 公斤和 63.104 公斤，如果 x_{10} , x_{11} 大于或小于上述值，则产量均为下降趋势。

由于 $y_{20}'' > 0$, $y_{21}'' > 0$, $y_{30}'' > 0$, $y_{31}'' > 0$, 故氮肥和磷肥因素对产量均无极大值，即随着两种肥料施量的增加，产量则不断上升。

(三) 边际产量：在农业经济分析时，要研究生产要素增量与产品数量的变化率。对 (5) 式其中二个因素固定于零水平值的各模型求一阶导数，得

$$\frac{dy}{dx_1} = 5.182 - 4.44x_1$$

$$\frac{dy}{dx_2} = 4.201 + 2.729x_2$$

$$\frac{dy}{dx_3} = 4.533 + 3.169x_3 \quad (7)$$

利用 (7) 式来计算不同因素的边际产量（见表 4），将其对应值绘于图 4，单因素

表 4 茄子的边际产量

因素	-1.682	-1	0	1	1.682
密度	12.65	9.62	5.18	0.70	2.28
氮肥	3.70	1.46	4.20	6.92	8.77
磷肥	0.79	1.36	4.53	7.7	9.86

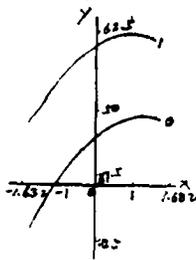


图 1 密度对产量的影响

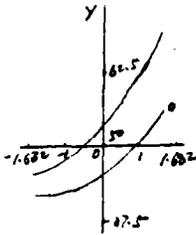


图 2 氮肥对产量的影响

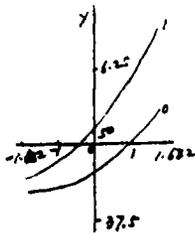


图 3 磷肥对产量的影响

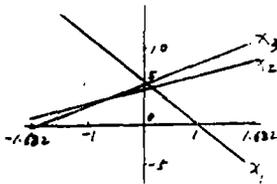


图 4 各因素不同水平的边际产量效应

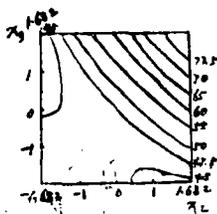


图 5 等产量曲线图

对产量影响速度随水平值而变化。 x_1 边际产量开始为正值，随着密度的增加产量下降。

x_2 和 x_3 的边际产量都随着施用量的增加其产量上升。通过对边际产量的分析，可以做出经济效益的判断。在我区种植茄子，采用适宜的密度其产量较高，密度过大不但浪费种子，并且由于植株密挤使其通风透光不良，不利于开花结果，造成减产。由于茄子产品以收获嫩果为主，故其植株生长，开花结果对氮磷养分需用量大。所以其产量随着氮、磷肥施用量的增加而上升。在本试验中，这两种肥料的施用量均未达到极限最高产量。

(四) 双因素的交互作用及其效益分析：根据模型 (2) 对二个因素交互作用较显著项 x_2x_3 (达 10% 显著水平) 进行分析。将 x_1 固定在 1 水平上，其 (2) 式变为

$$y = 48.077 + 3.921x_2 + 3.603x_3 + 3.706x_2x_3 + 1.359x_2^2 + 1.584x_3^2 \quad (8)$$

通过 (8) 式可得等产量曲线图 (图 5)。从等产量线上看出，增施氮肥与增施磷肥对产量的作用差异不大。在同一等产线上，两种肥料的施用量可以互相替换，均能获得相同产量。

为获得茄子施肥量的最高利润，可进行以下最优方案的选择。施肥获得亩最大利润的方程式应为

$$pdy - qdx \geq 0 \quad \text{即} \quad \frac{dy}{dx} \geq \frac{q}{p} \quad (9)$$

其中 y 为亩产量 (公斤)， p 为产品单价 (元/公斤)， x 为化肥施用量 (公斤)，化肥单价 (单位分析价) 为 q (元/公斤)。

若茄子价格按 0.4 元/公斤，以硝酸铵折价每公斤氮肥 0.914 元， $q_1 = 4.07$ 。纯磷每公斤 0.60 元， $q_2 = 1.96$ ，由小区换算为亩系数为 4.17。

根据 (9) 式，对 (8) 式求一阶偏微商

$$\frac{\partial y}{\partial x_2} = 3.921 + 3.706x_3 + 2.719x_2 = 0.247$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_3} = 3.603 + 3.706x_2 + 3.169x_3 = 0.119 \quad (10)$$

(下接 13 页)

分法是当杂种苗长到15厘米时，接白粉病等病菌，然后将感病植株全部去掉，淘汰率约30—60%。当苗木长到70厘米时，继续选择一次。最后选出抗病的植株约占20%左右，例如1988年在25000株杂种苗中，共选出5000株抗白粉病的植株。他们育成的黑穗醋栗新品种穗多达18个果，一般为11—12个，最近推出的几个品种果穗多为16个果。并且植株抗病虫害。分枝即不多也不少，株型较好。

另外一个经验是：黑穗醋栗育种工作每年要作大量的杂交，获得大量的杂种苗，仅1988年就获得杂种苗近3万株，而且杂种圃和选种圃都很大。

现有有望品种(系)如下：1. Бред-торн，果实大而整齐，产量高，品质好。抗病、抗寒，白花结实高。2. Ленаин мусиба，果大而整齐，丰产性好。果味适口，适于加工。3. Вджебин，白花结实率高，直立生长，抗白粉病。适于机械化采收。4. 52—82—1；果实大而整齐，成熟期一致，抗寒性强，产量高而稳定。5. Софбя，特别高产，果实大，果穗密，易采收。6. 8—74—1；非常高产，平均果每株产果3公斤，抗各种病害，抗寒力强，植株高大。

(上接4页)

对(10)式进行求解得， $x_2 = 0.214$ ， $x_3 = -1.18$ ，折合成纯氮肥8.302公斤/亩，纯磷2.05公斤/亩，即硝酸铵为23.72公斤/亩，过磷酸钙14.6公斤/亩。

小结与讨论

在我区中等肥力条件下，一般茄子品种亩产1894公斤，从优化方案看，最高增产潜力可以达到3279公斤/亩。亩产量达到2573公斤以上的主要决策栽培因素是每亩保苗

黑穗醋栗的苗木繁殖可以扦插，也可以压条。一般好、少、新的品种(系)采取绿枝扦插，采用弥雾保湿。而生产中需要的大量苗木是采用水平压条繁殖。一般当年苗不用于生产栽植，而是移于大田中再培育一年，以二年生苗木出圃。

黑豆果栽植主要是带状(3×0.5—0.8米)栽培田间耕作采用机械化，果园除草大部用西玛津防除。(待续)

枣树冬剪

枣树冬季修剪，一般在落叶后至萌芽前进行。因枣树愈合能力较差，在冬季特别寒冷风大的地区，应适当晚剪。主要修剪方法是：

1. 疏枝：对交叉枝、重叠枝、过密枝从基部疏除，有利通风透光、集中营养、增强树势。

2. 回缩：对多年生的细弱枝、冗长枝、下垂枝进行回缩修剪到分枝处，使局部枝条更新复壮，抬高枝条角度，增强生长势。

3. 短截：主要对枣头延长枝短截，刺激主芽萌发形成新枣头，促进主侧延长枝的生长。但在短截时，对剪口下第一个二次枝必须疏除，否则主芽不萌发。

4. 落头：当树冠达到一定高度，即可落头开心，其可控制树冠的高度，又能改善树冠内部的光照条件。(河北省兴隆县林业局 栾玉芳)

7220~10970株，亩施氮肥(纯N)6.13~12.15公斤，纯磷8.35~10公斤。

对施肥经济效益的分析，因茄子作为一种商品蔬菜，产值受到市场价格的影响较大。另外，化肥价格的变动产值也有影响，故在选择栽培因素水平时应综合分析，全面考虑。如本试验所作的分析认为，当密度为11000株/亩时，亩施硝酸铵23.7公斤，过磷酸钙14.6公斤时较为合算。(参考文献略收稿时间1990年1月23日)