

番茄生育及产量与氮磷钾营养回归数学模型

李远新¹, 李天来², 陈殿奎¹

(1. 北京蔬菜研究中心, 北京 100089; 2. 沈阳农业大学, 辽宁 沈阳 110161)

摘要:通过二次通用旋转组合设计和计算机分析, 建立了设施番茄氮磷钾与番茄生育及产量的相关数学模型, 揭示了三要素与番茄生长发育及产量的相关关系, 探索出氮对番茄生育及产量的关键作用及磷钾肥的特殊作用。

关键词:氮磷钾; 番茄; 发育; 产量

中图分类号: S11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2003)-0099-03

Regressive Mathematical Model of N P K on the Growth and Yields of Tomato

LI Yuan-xin¹, LI Tian-lai², CHEN Dian-kui¹

(1. Beijing Vegetable Research Center, Beijing 100089, China;

2. Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: By means of N, P, K quadratic rotational combination design, a three-factor (N, P, K) experiment was conducted in solar greenhouse. A quadratic regression model of tomato's growth and yield to the dose N, P, K fertilizers was established. The model is highly significant and well fit. By resolving the model, the response of the tomato growth and yield to each single fertilizer element and the interaction effects among N, P and K elements were investigated. The results showed that fertilizer application significantly influence the tomato's growth and yield, while N is the most important factor, there is interaction among three factors to growth and yields, the interaction between N and K is the most significant.

Key words: Nitrogen; Phosphorus; Potassium; Tomato; Growth; Yield

番茄在设施园艺发展中占有重要地位, 在发展农村经济, 带动农民脱贫致富中发挥着重要作用。但是目前生产中肥料管理不当的现象普遍存在, 导致土壤板结, 地力下降, 产量低, 品质劣, 经济效益低^[1, 2]。为此, 我们分别在北京蔬菜研究中心和沈阳农业大学进行了氮磷钾配合施用试验, 找到了设施番茄氮磷钾配施与番茄生育及产量的相关数学模型, 为设施番茄的肥料科学管理, 及提高产量, 改善品质, 增加效益提供科学依据。

1 材料和方法

试验在北京蔬菜研究中心的通胜卉芳科技示范

基地和沈阳农业大学科研基地进行。采用盆栽方式, 根据肥料效应函数法, 进行氮磷钾 3 因素 5 水平 2 次通用旋转组合设计。所施肥料为尿素 (含氮 46.3%), 重过磷酸钙 (含 P_2O_5 43%), 硫酸钾 (含 K_2O 52%)。试验品种为 L402、佳粉 15。沈阳农业大学供试土壤的农化性状为: 含全氮 0.813 mg/g、全磷 0.927 mg/g, 有机质 0.143 mg/g, 碱解氮 50.5 mg/L, 速效磷 37.5 mg/L, 速效钾 88.0 mg/L。磷钾肥于定植前一次施入, 氮肥于定植前施入 2/3, 结果期施入 1/3, 植株留 4 穗果摘心。具体设计方案见表 1。

收稿日期: 2002-04-10

基金项目: 国家科技部项目 (2001BA503B07); 北京市科委项目 (H020720030630)

作者简介: 李远新 (1964-), 男, 辽宁辽阳人, 副研究员, 博士, 主要从事蔬菜栽培生理研究工作。

表1 NPK 3因素5水平2次通用旋转组合设计因素表

因素	水平编码					间距
	-1.682	-1	0	1	1.682	
X1 N	0	1.267	3.125	4.983	6.250	1.858
X2 P ₂ O ₅	0	1.014	2.500	3.986	5.000	1.486
X3 K ₂ O	0	1.521	3.750	5.980	7.500	2.230

2 结果与分析

不同施肥水平下,植物的生理及产量见表2。将试验结果(表2)经计算机分析建立起氮磷钾施肥水平与番茄生长发育及产量的相关数学模型(表3)。

表2 不同施肥组合对番茄生长发育及产量的影响

处理	施N (g/盆)	施P ₂ O ₅ (g/盆)	施K ₂ O (g/盆)	叶面积 (cm ²)	叶片叶绿素 (mg/g)	光合强度 (mg/(g·h))	干生物产量 (g/株)	产量 (g/株)
1	1.267	1.014	1.521	3 967.3	1.664	4.414	147.03	1 737.0
2	1.267	1.014	5.980	3 290.5	1.528	3.314	119.98	1 463.2
3	1.267	3.986	1.521	3 789.7	1.324	4.339	146.11	1 746.7
4	1.267	3.986	5.980	3 200.6	1.259	4.044	121.91	1 342.8
5	4.983	1.014	1.521	6 710.9	2.316	6.146	227.24	2 182.9
6	4.983	1.014	5.980	6 752.2	2.325	5.047	226.46	2 165.2
7	4.983	3.986	1.521	5 969.0	2.181	5.227	214.38	2 239.2
8	4.983	3.986	5.980	6 311.7	2.278	6.151	211.83	2 223.8
9	0	2.500	3.750	873.5	0.940	4.628	43.28	474.5
10	6.250	2.500	3.750	6 514.8	2.058	5.697	209.55	2 166.7
11	3.125	0	3.750	5 356.0	2.071	4.765	209.34	2 109.4
12	3.125	5.000	3.750	6 298.2	2.038	4.579	201.28	2 082.8
13	3.125	2.500	0	5 982.2	2.166	4.731	189.25	2 108.5
14	3.125	2.500	7.500	5 728.3	1.853	4.530	188.62	2 097.0
15	3.125	2.500	3.750	5 197.5	2.004	5.215	190.04	2 122.9
16	3.125	2.500	3.750	6 475.3	2.150	4.762	203.59	2 179.3
17	3.125	2.500	3.750	6 367.4	2.029	4.687	204.53	2 192.2
18	3.125	2.500	3.750	5 348.3	2.075	4.712	209.80	2 162.2
19	3.125	2.500	3.750	6 195.4	2.050	4.970	206.13	2 120.9
20	3.125	2.500	3.750	6 320.7	2.139	5.557	206.79	2 145.7

注:叶片叶绿素是指每g鲜叶中含叶绿素的毫克值;光合强度是指每小时每克鲜叶所同化CO₂的毫克值

表3 NPK与番茄生长发育及产量的相关数学模型

内 容	回归数学模型
N,P,K对叶面积的影响	$Y = 5985.30 + 1536.40X_1 + 9.86X_2 - 95.84X_3 - 114.40X_1X_2 + 206.24X_1X_3 + 48.64X_2X_3 - 824.86X_1^2 - 70.54X_2^2 - 60.61X_3^2$ $F = 18.93^{**}$ (1)
N,P,K对叶片叶绿素含量的影响	$Y = 2.08 + 0.42X_1 - 0.06X_2 - 0.05X_3 + 0.05X_1X_2 + 0.04X_1X_3 + 0.02X_2X_3 - 0.16X_1^2 - 0.01X_2^2 - 0.03X_3^2$ $F = 45.13^{**}$ (2)
N,P,K对叶片光合强度的影响	$Y = 4.98 + 0.61X_1 + 0.04X_2 - 0.14X_3 - 0.06X_1X_2 + 0.15X_1X_3 + 0.35X_2X_3 + 0.07X_1^2 - 0.11X_2^2 - 0.12X_3^2$ $F = 14.47^{**}$ (3)
N,P,K对干生物产量的影响	$Y = 203.27 + 45.73X_1 - 2.93X_2 - 4.07X_3 - 3.56X_1X_2 + 5.99X_1X_3 + 0.14X_2X_3 - 26.15X_1^2 + 1.75X_2^2 - 4.04X_3^2$ $F = 71.02^{**}$ (4)
N,P,K对产量的影响	$Y = 2140.79 + 393.00X_1 - 2.97X_2 - 3.46X_3 + 28.20X_1X_2 + 80.58X_1X_3 - 15.98X_2X_3 - 276.75X_1^2 - 2.51X_2^2 - 0.15X_3^2$ $F = 22.94^{**}$ (5)

注:方程中X₁,X₂,X₃分别代表氮磷钾的编码值水平

2.1 氮磷钾对番茄叶面积的影响

解析数学模型(1)可知,三要素中氮肥对叶面积的影响最大(图1)。氮肥施用量与叶面积关系为凸型二次曲线。随着施氮量的增加,叶面积增大。磷钾用量对叶面积的影响不大,二者作用均未达到显著水平。三要素之间对叶面积还存在交互作用。其中氮钾间的交互作用最大(模型1,系数为+206.24),为正效应,即在各自作用基础上,二者还交互进一步促进叶面积的增大。

2.2 氮磷钾对叶片叶绿素含量及光合强度的影响

由图2,图3可以看出,叶片叶绿素含量及光合强度主要受氮水平的影响。叶绿素含量及光合强度随着施氮量的增加而提高。但当施氮水平超过1时,叶绿素含量及光合强度不再提高。磷钾对叶绿素及光合的影响不大,其主效应曲线均平坦,但氮钾间对叶绿素及光合强度的交互作用较明显,且为正效应,见方程2,3。

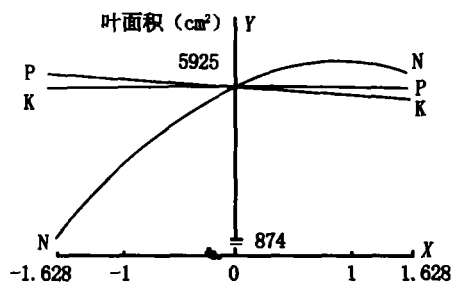


图1 氮磷钾对叶面积的主效应分析

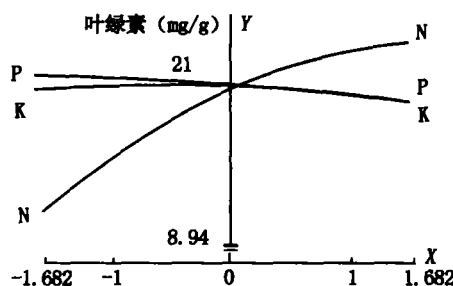


图2 氮磷钾对叶片叶绿素含量的主效应分析

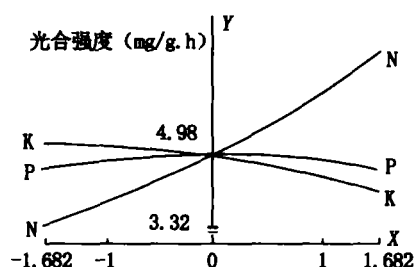


图3 氮磷钾对叶片光合强度的主效应分析

2.3 氮磷钾对整个生育期干生物量的影响

在番茄的整个生命周期中,始终贯穿着光合产物的积累。三要素中氮对生物量的影响最大。随着氮水平的提高,其生物量相应提高,但当施氮量达到较高水平时,生物量不再随着施氮水平的提高而增加,反而有下降的趋势。在盆栽试验条件下,施用磷钾肥对干生物量的影响不大。而三要素间的交互作用以氮钾间的作用最大,且为正效应,见方程4,图4。

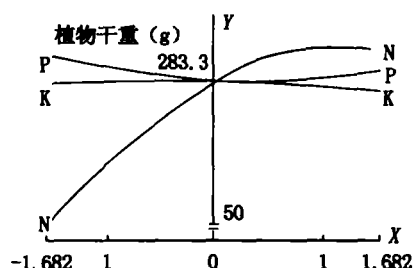


图4 氮磷钾对干生物产量的主效应分析

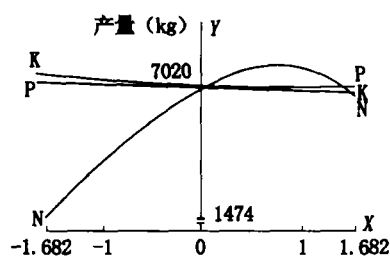


图5 氮磷钾对产量的主效应分析

2.4 氮磷钾对产量的影响

本试验结果表明,在本试验条件下,番茄的产量极显著地受施氮水平的影响(图5)。在低氮水平条件下,随着施氮量的增加,番茄的产量显著提高,当施氮水平达到1附近时,产量达最高。再增加施氮量,则产量开始下降。磷钾肥对产量的影响不明显。三要素间氮钾间对产量的交互作用最大,氮磷间次之,二者均为正效应。磷钾间对产量的交互作用不明显,见方程5。

3 结论

本试验研究了在低地力条件下三要素对番茄生长发育及产量的影响。结果表明,氮的效应最大。随着氮素施用量的增加,番茄的生长发育明显改进,表现在根茎叶生长量增加,叶绿素含量提高,光合作用增强,随之干生物量、经济产量大幅度提高。但当氮素超过一定水平时,施氮反而阻碍了番茄的生长发育,并降低产量。可见番茄的生育及产量对氮的反应是敏感的。

在本试验条件下,磷钾的作用不明显。三要素氮钾间的交互作用最显著,二者相互作用,共同促进番茄的生长发育及产量形成。氮磷间对产量形成也具有正的交互作用。

参考文献:

- [1] 白冈义. 京郊菜地土壤肥力状况及其培肥问题[J]. 土壤肥料, 1984, 72(2): 8-11.
- [2] 张振武, 李天来. 番茄[M]. 沈阳: 辽宁科技出版社, 1991. 98-101.
- [3] 岛田永生. 蔬菜营养生理与土壤[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1980. 150-161.
- [4] 将卫杰. 氮钾互作对蔬菜生长发育的影响[J]. 中国蔬菜, 1992, 50(2): 46-50.
- [5] 刘宜生. 肥料施用二百题[M]. 北京: 农业出版社, 1990. 135-136.