

氮磷钾不同浓度配施对加工番茄苗期生育及生长量的影响

刘俊杰, 齐树森, 魏小春, 王朝栋, 史为民

(石河子大学 园艺系 新疆 石河子 832003)

摘 要: 利用三元二次通用旋转组合设计, 经计算机软件分析, 建立了氮、磷、钾与砂培加工番茄苗期生育及生长量的数学模型。结果表明: 氮对生长量及叶面积指数的影响最大。在适宜范围内, 随着施氮量的增加, 生长量明显增加, 叶面积指数、坐果率也增加。施氮过量则生长量减少。磷、钾肥对促进加工番茄生长具有间接作用, 利于提高加工番茄生长量。但过量施用磷、钾肥也对生长不利。

关键词: 加工番茄; 氮磷钾; 数学模型

中图分类号: S 641.206⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)07-0004-03

加工番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill) 为茄科番茄属^[1], 原产于南美西部高原秘鲁和厄瓜多尔地带^[2], 近年来在新疆地区广泛种植, 成为继棉花后又一形成规模产业的经济作物。凭借优越的自然气候条件, 加工番茄生产面积达 65 万 t, 占全国产量的 90% 以上^[3]。对地方经济发展和农民增收都起到了巨大的带动作用。但加工番茄总产量仍然不能满足加工业的需求。另外受生产资料涨价影响农户种植效益下降。因此, 进一步提高产量, 降低生产成本仍然是生产中急需解决的问题。目前国内学者围绕加工番茄的优质高产, 在土壤培肥管理、肥料施用等方面做了大量工作, 但对加工番茄 N、P、K 配施的量化研究所做工作较少。该试验研究了 N、P、K 肥料不同浓度配施对加工番茄生育和生长量的影响, 为加工番茄的精准化施肥技术提供理论依据。

1 试验设计与方法

试验在石河子大学农学院实验站进行。采用盆栽砂培方式, 基质为河砂, 营养液配方采用日本山崎番茄专用配方。河砂在使用前用自来水反复冲洗, 完全除去泥土, 剔除杂物, 晾干。不同氮、磷、钾肥配施处理采用三因素五水平二次通用旋转组合设计, 试验方案如表 1。供试肥料为四水硝酸钙(含 N 11.87%)、磷酸二氢铵(含磷 26.92%)、硝酸钾(含钾 38.67%)。供试品种为里格

尔 87-5。于 2008 年 4 月 16 日播种育苗, 5 月 16 日幼苗长至 2 叶 1 心时, 定植于花盆中, 每盆 4 株。每天每盆浇灌营养液 500 mL。

表 1 N、P、K 三因素五水平二次通用旋转组合设计因素表

Table 1 Rotate Unitized Design of three factors quadratic

因素 Factor	回归 of N, P, K regression of N, P, K					变化间距 Spacing changes
	$-r(-1.682)$	-1	0	1	$r(1.682)$	
X ₁ (N)	53.73	70.44	134.32	198.20	214.91	63.88
X ₂ (P ₂ O ₅)	10.37	16.70	25.94	35.20	41.50	9.25
X ₃ (K ₂ O)	78.20	125.76	195.50	265.24	312.80	69.74

2 结果与分析

氮、磷、钾不同浓度施肥水平下, 植物的生育及生长量(干生物产量用称重法得出, 叶面积由比重法得出)见表 2, 将试验结果(表 2)经计算机分析建立起氮、磷、钾不同浓度施肥水平与番茄苗期生长发育及生长量的相关数学模型(表 3)。

2.1 不同浓度氮、磷、钾配施对加工番茄叶面积的影响

解析数学模型(1)和各回归系数显著性可知, 失拟 F 检验不显著($F_1 = 2.09 < F_{0.05}$), 方程 F 检验显著($F_2 = 7.11 > F_{0.01}$), 方程拟合的很好。其中三要素中氮肥对叶面积的影响最大, 如图 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, 当达到一定水平时(S 叶面积 $\max = 8\ 280.94\ \text{cm}^2$), 有下降趋势。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 897.34), 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。

第一作者简介: 刘俊杰(1982-), 女, 在读硕士, 黑龙江省密山市人, 现主要从事蔬菜设施生理研究工作。E-mail: jweixiaochun@yahoo.com.cn.

通讯作者: 史为民(1970-), 男, 博士, 副教授, 现从事设施生理生态研究工作。E-mail: shiweiminhh@yahoo.com.cn.

收稿日期: 2009-03-10

表 2

Table 2

试验结果

The results of the experiment

500 mL/株·d

500mL/ per plant · day

处理	施 N/mg · L ⁻¹	施 P ₂ O ₅ /mg · L ⁻¹	施 K ₂ O/mg · L ⁻¹	叶面积/cm ²	干生物产量/g · 株 ⁻¹	坐果率
1	198. 20	35. 20	265. 24	8 864. 38	29. 24	0. 165
2	198. 20	35. 20	125. 76	7 241. 83	27. 13	0. 196
3	198. 20	16. 70	265. 24	6 968. 42	23. 34	0. 152
4	198. 20	16. 70	125. 76	7 000. 21	19. 23	0. 130
5	70. 44	35. 20	265. 24	4 239. 23	20. 38	0. 107
6	70. 44	35. 20	125. 76	6 698. 19	20. 84	0. 137
7	70. 44	16. 70	265. 24	4 307. 64	16. 87	0. 086
8	70. 44	16. 70	125. 76	5 436. 63	19. 99	0. 103
9	214. 91	25. 94	195. 50	7 377. 67	26. 12	0. 164
10	53. 73	25. 94	195. 50	4 411. 20	16. 09	0. 084
11	134. 32	41. 50	195. 50	8 601. 95	27. 61	0. 191
12	134. 32	10. 37	195. 50	7 606. 43	24. 70	0. 160
13	134. 32	25. 94	312. 80	7 868. 92	28. 87	0. 189
14	134. 32	25. 94	78. 20	9 349. 93	30. 04	0. 204
15	134. 32	25. 94	195. 50	7 240. 68	23. 62	0. 149
16	134. 32	25. 94	195. 50	8 110. 62	28. 59	0. 188
17	134. 32	25. 94	195. 50	847. 03	28. 33	0. 187
18	134. 32	25. 94	195. 50	8 914. 09	27. 95	0. 183
19	134. 32	25. 94	195. 50	7 269. 58	28. 52	0. 187
20	134. 32	25. 94	195. 50	8 356. 28	28. 95	0. 186

表 3 N、P、K 与加工番茄生长发育及生长量的
相关数学模型

Table 3 The mathematical models of N, P, K and growth and
reproduction of processing tomato seedling

内容	回归数学模型
N、P、K 对叶 面积的影响	$Y=7\,994.64+1\,053.11X_1+366.48X_2-497.48X_3+118.05X_1X_2$ $+897.34X_1X_3+290.55X_2X_3-968.42X_1^2-187.27X_2^2-40.84X_3$ $F=7.11^{**}(1)$
N、P、K 对干生 物产量的影响	$Y=43.40+5.42X_1+3.30X_2+0.17X_3+2.29X_1X_2+2.53X_1X_3+$ $0.24X_2X_3-6.00X_1^2-2.39X_2^2-0.15X_3^2$ $F=5.29^{**}(2)$
N、P、K 对坐 果率的影响	$Y=0.1810+0.0252X_1+0.0136X_2-0.0060X_3+0.0030X_1X_2+$ $0.0047X_1X_3-0.0080X_2X_3-0.0261X_1^2-0.0079X_2^2-0.0005X_3$ $F=5.78^{**}(3)$

注 X₁、X₂、X₃ 分别为四水硝酸钙、磷酸二氢铵、硝酸钾的编码值水平。
Note: X₁, X₂, X₃ represents the level of code value of Ca(NO₃)₂·4H₂O, NH₄H₂PO₄,
KNO₃ respectively.

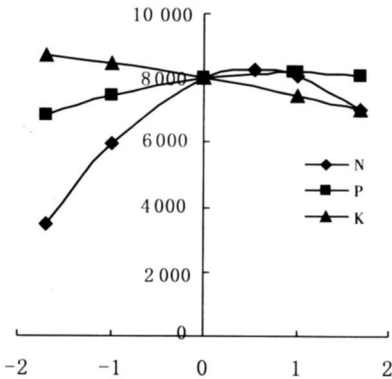


图 1 氮、磷、钾对叶面积的主效应分析

Fig.1 The analysis of main relationship of N, P, K on leaf area

2.2 不同浓度氮、磷、钾配施对加工番茄干生物产量的影响

对方程 2 和该方程各回归系数进行显著性检验, 失拟 F 检验不显著 ($F_1=2.34<F_{0.05}$), 方程 F 检验显著 ($F_2=5.29>F_{0.01}$), 方程拟合的很好。在加工番茄的整个生命周期中, 始终贯穿着光合产物的积累, 三要素中氮对干生物产量的影响最大, 随着施氮水平的提高, 其干生物产量相应提高。但当施氮量达到较高水平时, 干生物产量(最高达 44.62 g/株)不再随着施氮水平的提高而增加, 反而有下降的趋势, 如图 2。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。

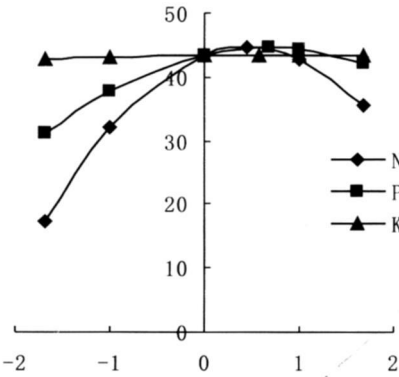


图 2 氮、磷、钾对干生物产量的主效应分析

Fig.2 The analysis of main relationship of N, P, K on
dry biological production

2.3 不同浓度氮、磷、钾配施对加工番茄坐果率的影响

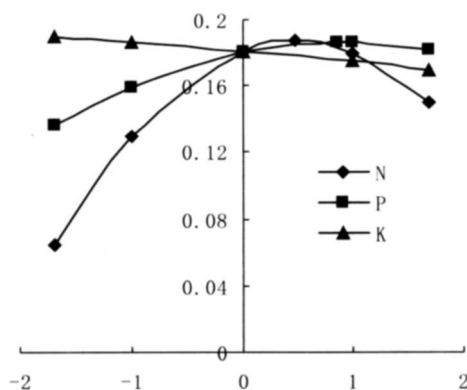


图3 氮、磷、钾对坐果率的主效应分析

Fig. 3 The analysis of main relationship of N, P, K on fruit set

结果经分析, 得出方程 3 对该方程和该方程各回归系数进行显著性检验, 失拟 F 检验不显著 ($F_1 = 2.86 < F_{0.05}$), 方程 F 检验显著 ($F_2 = 5.78 > F_{0.01}$), 方程拟合的很好。加工番茄苗期坐果率受施氮水平影响显著, 如图 3。在低氮水平条件下, 随着施氮量的增加, 加工番茄的坐果率显著提高。当施氮水平达到较高时, 坐果率达最高(19%), 再增加施氮量, 则坐果率开始下降, 如图 3。磷、钾肥对坐果率的影响不明显, 见方程 3。

3 结论

该试验研究了在砂培条件下氮、磷、钾三因素不同

浓度对比对盆栽砂培加工番茄生长发育及生长量的影响。结果表明, 氮的效应最大, 随着氮素施用量的增加, 加工番茄的生长发育明显改进, 表现在叶面积指数增大、坐果率提高。随之干生物产量增加, 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。在该试验条件下, 磷、钾的作用不明显。三要素中氮、钾的交互作用最显著, 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] Seliga J P, Shattuck V L. Crop rotation affects the yield and nitrogen fertilization response in processing tomatoes[J]. *Scientia Horticulturae*, 1995, 64: 159-166.
- [2] 庾莉萍. 充分发挥我国番茄加工的资源优势促进番茄加工行业的健康发展[J]. *中国农业信息*, 2007(8): 6-8.
- [3] 庞胜群, 王祯丽, 张润, 等. 新疆加工番茄产业现状及发展前景[J]. *中国蔬菜*, 2005(2): 39-41.
- [4] 宋君柳. 磷肥对茄子生长与产量的影响[J]. *北方园艺*, 2008(10): 69-70.
- [5] 李远新, 李天来, 陈殿奎. 番茄生育及产量与氮磷钾营养回归数学模型[J]. *华北农学报*, 2003, 18(3): 99-101.
- [6] 张艳玲, 宋述尧. 氮素营养对番茄生长发育及产量的影响[J]. *北方园艺*, 2008(2): 25-26.
- [7] 李远新, 李进辉, 何莉莉, 等. 氮磷钾配施对保护地番茄产量及品质的影响[J]. *中国蔬菜*, 1997(4): 10-13.
- [8] 刘秀珍, 李明山. 辣椒高产优质施肥数学模型的研究[J]. *山西农业大学学报*, 1994, 14(2): 115-122.

The Effects of Different Concentrations of N, P, K Mixed on the Growth and Reproduction of Processing Tomato Seedling

LIU Jun-jie, QI Shu-sen, WEI Xiao-chun, WANG Chao-dong, SHI Wei-min
(Horticultural Department of Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000 China)

Abstract: By means of quadratic rotational combination design and then analyzing with computer software, the mathematical models of a three-factor (Nitrogen, Phosphorus, Potassium) and meanwhile its effects on growth and reproductive of processing tomato seedling was established in sand culture. The results showed that nitrogen had a biggest effect on growth and leaf area index of processing tomato. Appropriately, with the increase in the amount of nitrogen, a marked increase in the rate of growth, leaf area index, and also the setting. However, when the amount of nitrogen exceeded the standard number, the reproduction become less. Phosphorus and potassium had an indirect effect in promoting the growth of processing tomatoes, and conducive to improving the processing tomato growth. However, excessive use of phosphorus and potassium also had a negative effect.

Key words: Processing tomato; Nitrogen; Phosphorus; Potassium; Mathematical model