

锯末基质中氮磷钾施用量与番茄幼苗生长的关系

孙治强,李胜利,张艳玲

(河南农业大学 林学院园艺学院,河南 郑州 450002)

摘要:研究了以 $V(\text{锯末}):V(\text{蛭石}):V(\text{煤灰})=6:2:2$ 为基质培育番茄幼苗时,基质中氮磷钾施用量与幼苗生长的关系.结果表明,氮、磷和氮磷互作对幼苗生长影响较大,在试验范围内,幼苗生长随氮磷施用量的增加而增加,成直线关系,幼苗各指标在尿素 $2.4\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$,过磷酸钙 $29.5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 时达最大值.氮磷互作对幼苗生长也有促进效应,但磷对幼苗生长的效应取决于氮的水平.低氮时,幼苗生长随磷施用量的增加而减弱;高氮时,磷对幼苗生长则有促进作用.钾对幼苗的生长没有影响,所有偏回归系数均不显著.因此,在以该基质培育番茄苗时,可用氮磷复合肥液替代完全营养液.

关键词:锯末;番茄;育苗基质;施肥

中图分类号:S641.2

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2004)01-0025-04

Relationship between N, P and K application and the growth of tomato seedling sowed in the sawdust-rich substrates

SUN Zhi-qiang, LI Sheng-li, ZHANG Yan-ling

(College of Forestry and Horticulture, Henan Agric. Univ., Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The relationship between N, P and K application and the growth of tomato seedling sowed in the substrates with $V(\text{sawdust}):V(\text{vermiculate}):V(\text{fly-ash})=6:2:2$ was studied. The results showed that the growth of tomato seedling were greatly affected by N, P and $N \times P$. Within the test levels, all the growth parameters of tomato seedling increased linearly with the increased application of N and P. The maximum values of these parameters were obtained at $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 (2.4\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}) + [\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}] (29.5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3})$. $N \times P$ also promoted the growth of tomato seedling, but the effects of P on tomato seedling growth were based on the level of N application. At low N level, P weakened the growth of tomato seedlings, while at high N level, P promoted the seedlings growth. K had no significant effects on tomato seedlings growth and the partial regression coefficients between them were insignificance. So in this substrates, complete nutrients can be substituted by N and P nutrients.

Key words: sawdust; tomato; seedling substrates; fertilizing

工厂化蔬菜育苗技术研究,对于改变传统育苗方式和加速我国商品化集约育苗体系的发展,具有重要意义.蔬菜营养液育苗的效果及方法已有一些研究与报道^[1,2].但营养液育苗存在成本高、不易操作等缺点.因此,研究简便易行的施肥方法势在必行.有报道认为在以一些性能良好的有机基质为主育苗时,不用营养液灌溉,将一定的肥料直接施入基质搅拌均匀,定期追入肥液,以清水灌溉同样能取得较好的育苗效果,同时可大大降低技术难度和生产成

本^[3,4].崔海信等^[5]以 $V(\text{草炭}):V(\text{蛭石})=7:3$ 作为基质,对花椰菜育苗中 N、P、K 的最佳水平进行了研究.吴凤芝等^[6]以 $V(\text{珍珠岩}):V(\text{河沙})=3:1$ 为育苗基质,研究了 N、P 营养对黄瓜幼苗形态指标的影响.但由于基质不同,其理化性质差异很大,所要求的施肥必然存在很大的差别.本试验在筛选出以锯末为主的番茄育苗基质基础上,进行施肥量试验,以探讨锯末育苗基质氮磷钾施用量及与番茄幼苗生长的关系,为蔬菜工厂化育苗生产提供理论依据.

1 材料与方法

采用本地的阔叶锯末,用 Worrall^[7]的方法腐熟后使用。蛭石为郑州东风材料厂生产,褐煤灰为郑州热电厂废弃物。供试番茄品种为早丰,育苗盘为美国进口的 72 孔穴盘。供试肥料为尿素[$w(\text{全 N})=46\%$]、过磷酸钙[$w(\text{有效 P})=24\%$]、硫酸钾[$w(\text{全 K})=52\%$, $w(\text{有效 K})=33\%$]。以 $V(\text{锯末}):V(\text{蛭石}):V(\text{煤灰})=6:2:2$ 作为育苗基质,采用三因子二次通用旋转设计,试验的线性编码和处理水平见表 1。3 种肥料均以一半作基肥,与基质混合均匀后播种,其余一半分别于出苗后第 15 和 25 d 作为追肥施入(先将过磷酸钙溶解,而后混入尿素和硫酸钾,搅拌混匀喷施)。播后 35 d(4~5 叶 1 心)育苗结束时,测定幼苗各指标。基质物理性质测定参照 Byrne 等^[8]的方法,pH 值用上海大谱仪器厂生产的 PHB-5 式 pH 计测定;电导率(κ)用上海电磁仪器厂生产的 DOS-11 电

导仪测定;阳离子代换量(CEC)用中性 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 比色法测定;全 N 采用半微量凯氏定氮法,速效 P 采用钼锑抗比色法,速效 K、代换性 Ca、Mg 采用原子吸收分光光度法测定^[9]。

表 1 施肥试验线性编码和处理水平
Tab. 1 Linear code and treatment level of fertilizer experiment

编号 number	线性编码 linear code	$\rho/(\text{kg}\cdot\text{m}^{-3})$		
		$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$	K_2SO_4
1	-1.682	0.4	2.5	0.4
2	-1.000	0.8	8.0	0.8
3	0	1.4	24.0	1.4
4	1.000	2.0	24.0	2.0
5	1.682	2.4	29.5	2.4

2 结果与分析

原料基质及复合基质的理化特性见表 2。苗龄 35 d 时,测定不同处理番茄幼苗形态指标,结果见表 3。

表 2 原料基质及复合基质的理化特性

Tab. 2 The physical and chemical character of single and mixed substrates

基质 substrate	容重 bulk density $/(\text{g}\cdot\text{m}^{-3})$	总孔隙度 total porosity $\text{}/\%$	pH	$\kappa/(\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1})$	阳离子代 换量 CEC $/(\text{me}\cdot\text{g}^{-1})$	$w(\text{全 N})$ total N $\text{}/\%$	$w(\text{速效磷})$ available P $/(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$	$w(\text{有效钾})$ available K $/(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$	$w(\text{代换钙})$ exchangeable Ca $/(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$	$w(\text{代换镁})$ exchangeable Mg $/(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$
锯末 sawdust	0.19	78.3	6.6	0.43	0.64	1.02	15.09	1 899	9 900	962
煤灰 fly-ash	0.56	43.6	7.2	0.93	0.56	0.03	21.18	215	10 260	158
蛭石 vermiculate	0.47	111.2	6.5	0.20	0.27	0.01	3.00	211	2 610	1 200
复合基质 substrates	0.35	71.3	6.4	0.54	0.57	0.30	16.78	222	9 090	566

表 3 不同处理苗龄 35 d 番茄幼苗的营养生长

Tab. 3 The vegetative growth of tomato seedlings at 35 d of different treatment

试验号 experiment number	X_1 (N)	X_2 (P)	X_3 (K)	茎高 stem height/cm	茎粗 stem diameter/mm	鲜质量 fresh mass $/(\text{g}\cdot\text{株}^{-1})$	干质量 dry mass $/(\text{mg}\cdot\text{株}^{-1})$	叶面积 leaf area $/(\text{cm}^2\cdot\text{株}^{-1})$	壮苗指数 good seedling index ¹⁾
1	1.000	1.000	1.000	6.09	2.30	2.03	186.2	11.15	7.023
2	1.000	1.000	-1.000	5.64	2.30	2.00	186.0	11.14	7.585
3	1.000	-1.000	1.000	4.94	1.92	1.33	125.0	10.23	4.858
4	1.000	-1.000	-1.000	4.66	1.88	1.38	133.2	10.30	5.374
5	-1.000	1.000	1.000	3.86	1.45	0.69	64.8	9.33	2.434
6	-1.000	1.000	-1.000	3.35	1.57	0.75	72.4	9.45	3.393
7	-1.000	-1.000	1.000	3.75	1.70	0.73	71.2	9.40	3.228
8	-1.000	-1.000	-1.000	3.51	1.48	0.61	60.0	9.26	2.530
9	1.682	0	0	6.08	2.20	2.01	184.8	11.10	6.687
10	-1.682	0	0	3.01	1.51	0.47	41.2	8.98	2.067
11	0	1.682	0	4.64	2.04	1.28	126.6	10.29	5.566
12	0	-1.682	0	5.48	1.87	1.23	121.6	10.18	4.149
13	0	0	1.682	4.81	2.03	1.35	131.2	10.35	5.537
14	0	0	-1.682	4.76	1.96	1.33	129.8	10.30	5.345
15	0	0	0	4.86	1.92	1.35	130.2	10.31	5.144
16	0	0	0	4.78	1.86	1.29	124.8	10.25	4.856
17	0	0	0	4.96	1.97	1.38	133.4	10.33	5.289
18	0	0	0	4.39	1.79	1.21	117.4	10.16	4.787
19	0	0	0	4.44	1.83	1.17	109.2	10.00	4.501
20	0	0	0	4.68	1.88	1.29	121.6	10.15	4.885

1)壮苗指数=(茎粗/茎高)×植株干质量

2.1 番茄幼苗茎高与氮磷钾的关系

番茄幼苗茎高和氮磷钾施用量有如下关系式:

$$Y_1 = 4.696 + 0.880X_1 + 0.049X_2 + 0.145X_3 - 0.119X_1^2 + 0.063X_2^2 - 0.034X_3^2 + 0.273X_1X_2 - 0.003X_1X_3 + 0.055X_2X_3. \quad (1)$$

方程(1)的 F 检验达到极显著水平,失拟检验不显著. 对各回归系数进行 F 测验,结果除氮的一次项显著外,其他项均不显著. 说明在该基质中,氮是影响番茄幼苗茎高的最主要因素,在试验范围内株高与氮肥的施用量成直线关系.

2.2 番茄幼苗茎粗、叶面积和干质量与氮磷钾的关系

茎粗与氮磷钾施用量有如下关系式:

$$Y_2 = 1.879 + 0.246X_1 + 0.069X_2 + 0.019X_3 - 0.031X_1^2 + 0.004X_2^2 + 0.018X_3^2 + 0.120X_1X_2 - 0.008X_1X_3 - 0.048X_2X_3. \quad (2)$$

叶面积与氮磷钾施用量有如下关系式:

$$Y_3 = 10.205 + 0.658X_1 + 0.173X_2 + 0.006X_3 - 0.090X_1^2 - 0.037X_2^2 + 0.011X_3^2 + 0.210X_1X_2 - 0.015X_1X_3 - 0.018X_2X_3. \quad (3)$$

幼苗干质量与氮磷钾施用量有如下关系式:

$$Y_4 = 123.095 + 44.191X_1 + 9.403X_2 - 0.150X_3 - 5.599X_1^2 - 1.675X_2^2 + 0.588X_3^2 + 13.500X_1X_2 - 1.450X_1X_3 - 1.300X_2X_3. \quad (4)$$

方程(2)、(3)和(4)的 F 检验均达极显著水平,失拟检验不显著,能真实地反应氮磷钾施用量与茎粗、叶面积和干质量的关系. 对各回归系数进行 F 测验,结果氮的一次项和氮磷互作项极显著,磷的一次项显著. 这说明,本基质中,氮、磷及其互作对番茄幼苗茎粗、叶面积和干质量均有较大影响. 在试验范围内,幼苗茎粗、叶面积和干质量与氮和磷的施用量呈正相关,且以线性关系为主. 分别以氮磷编码值作为影响因子研究了氮磷互作对幼苗生长参数的效应,结果表明,番茄幼苗茎粗和干质量均随氮和磷施用量的增加而增加,在一定范围内可以继续增加施用量. 氮磷互作对幼苗茎粗、和干质量总体也有正的效应,但磷对幼苗生长的影响取决于氮的水平(如图 1,2). 低氮时,磷对幼苗茎高、叶面积和干质量有抑制作用,随磷施用量的增加,茎粗、叶面积和干质量逐渐降低;而在高氮水平下,三者则随磷施用量的增加而增加,且对于干质量的影响大于茎粗和叶面积. 最佳组合均出现在编码值为 1.682 时(即尿素 $2.4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$,过磷酸钙 $29.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$).

2.3 番茄幼苗鲜质量与氮磷钾的关系

幼苗鲜质量与氮磷钾施用量有如下关系式:

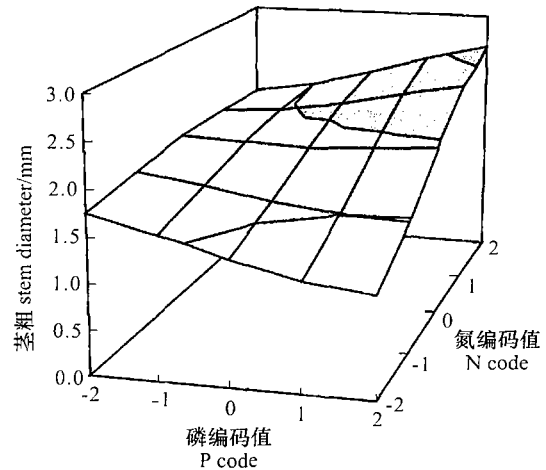


图 1 氮磷互作对幼苗茎粗的影响

Fig. 1 The effects of N × P on seedlings stem diameter

$$Y_5 = 1.285 + 0.480X_1 + 0.110X_2 + 0.005X_3 - 0.033X_1^2 - 0.028X_2^2 + 0.002X_3^2 + 0.153X_1X_2 - 0.010X_1X_3 - 0.013X_2X_3. \quad (5)$$

方程(5)的 F 检验达极显著水平,失拟检验不显著. 对各回归系数进行 F 测验,结果氮、磷的一次项及氮磷互作项均极显著,说明氮、磷及其互作对幼苗鲜质量均有很大影响. 在试验范围内,氮、磷与幼苗鲜质量呈直线正相关,在一定范围内可以继续增加其施用量. 对氮磷互作的进一步分析(图 3)可以看出,低氮水平下,磷对植株鲜质量有抑制作用,随磷施用量的增加,植株鲜质量下降,但在高氮水平下,植株鲜质量则随磷施用量的增加而增加. 氮编码值 1.682(即尿素 $2.4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)、磷编码值 1.682(即过磷酸钙 $29.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)时达到最大值.

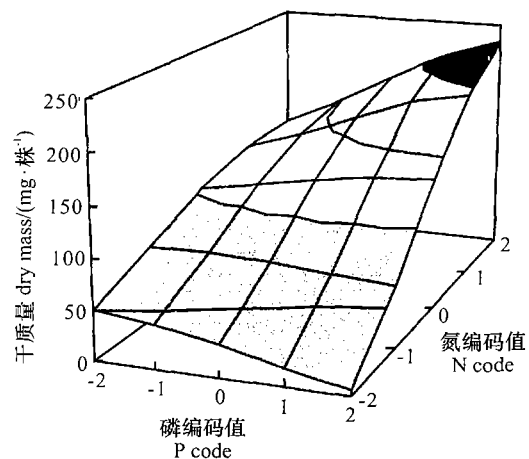


图 2 氮磷互作对幼苗干质量的影响

Fig. 2 The effects of N × P on the seedlings dry mass

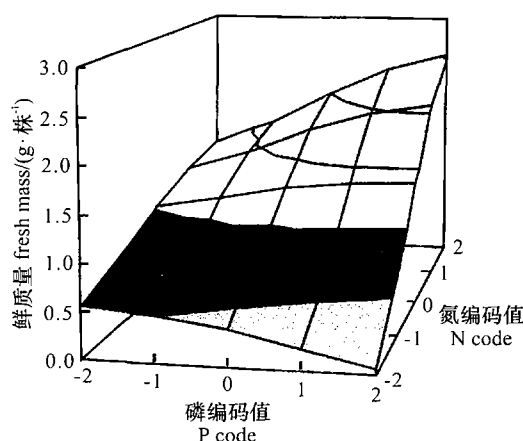


图3 氮磷互作对幼苗鲜质量的影响

Fig. 3 The effects of N × P on seedlings fresh mass

2.4 番茄幼苗壮苗指数与氮磷钾的关系

番茄幼苗壮苗指数与氮磷钾施用量有如下关系式:

$$Y_6 = 4.923 + 1.540X_1 + 0.501X_2 - 0.074X_3 - 0.260X_1^2 - 0.090X_2^2 + 0.116X_3^2 + 0.540X_1X_2 - 0.101X_1X_3 - 0.212X_2X_3. \quad (6)$$

方程(6) F 检验达极显著水平, 失拟检验不显著, 说明方程(6)能真实地反映壮苗指数与氮磷钾施用量的关系. 对各回归系数进行 F 检验, 结果氮的二次项和磷的一次项显著, 氮的一次项和氮磷互作极显著. 这说明, 氮和磷对壮苗指数有重要的影响, 而且壮苗指数与氮的施用量呈二次曲线关系(图4), 高氮时对壮苗指数增加的幅度降低. 壮苗指数与磷的施用量仍呈直线关系. 氮磷互作对幼苗壮苗指数的影响与茎粗、植株鲜质量和干质量等有相同趋势.

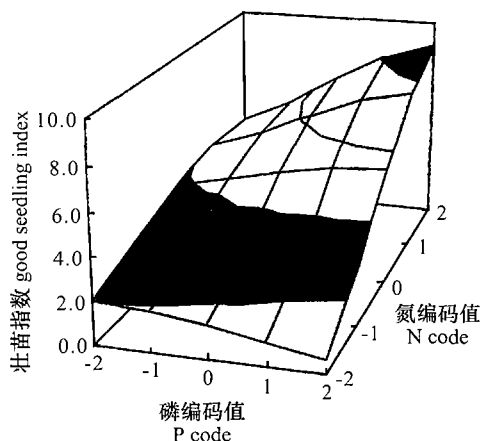


图4 氮磷互作对幼苗壮苗指数的影响

Fig. 4 The effects of N × P on the good seedlings index

3 结论

在 $V(\text{锯末}):V(\text{蛭石}):V(\text{煤灰}) = 6:2:2$ 基质中, 氮和磷的施用量对番茄幼苗的生长有较大影响. 在试验范围内, 幼苗生长随氮磷施用量的增加而增加, 说明该基质氮磷含量较少, 需大量补充氮肥和磷肥, 因此, 以该基质育苗时, 要重视氮和磷的施用. 上述6个方程中, 氮的偏回归系数均大于磷和钾的偏回归系数, 钾的所有偏回归系数均不显著, 说明氮对幼苗生长的影响大于磷和钾, 钾对幼苗的生长几乎没有影响, 这可能是由于苗期需钾量相对较少, 而复合基质中含有的钾(有效 $K\ 222\ \text{mg/kg}$)基本上可以满足幼苗的生长需要. $V(\text{锯末}):V(\text{蛭石}):V(\text{煤灰}) = 6:2:2$ 混合基质中, 氮、磷和氮磷互作对番茄幼苗生长影响显著. 在试验范围内, 幼苗生长随氮和磷施用量的增加呈直线增加. 氮磷互作对幼苗生长有促进效应, 但氮的水平不同, 磷对幼苗生长的影响也有所不同. 低氮时, 磷对幼苗生长有抑制作用, 植株生长随磷的增加而减弱; 高氮时, 植株生长则随磷的增加而增加. 钾对该基质中幼苗的生长几乎没有影响, 所有偏回归系数均不显著. 实践中, 以其为基质育番茄苗时, 仅施用氮磷复合肥或氮磷复合营养液即可达到培育壮苗的目的. 本试验在施肥试验时, 发现间隔10 d时低肥处理有黄化和生长停止趋向, 因此在夏秋季用锯末基质育苗时, 施肥间隔期不应超过10 d.

参考文献:

- [1] 葛晓光. 蔬菜营养液育苗的研究初报[J]. 沈阳农学院学报, 1979, (1): 48 - 59.
- [2] 葛晓光, 李振洲, 郝建军. 蔬菜营养液育苗的研究[J]. 园艺学报, 1982, 9(3): 37 - 43.
- [3] 陈振德, 黄俊杰, 蔡葵, 等. 混合基质条件下茄子苗期施肥量研究[J]. 中国蔬菜, 1996, (4): 16 - 18.
- [4] 罗庆熙, 林德清, 刘宝敬. 茄果类蔬菜育苗基质施肥量的研究[J]. 中国蔬菜, 1994, (6): 13 - 15.
- [5] 崔海信, 司亚平, 陈殿奎, 等. 花椰菜机械化育苗最佳营养条件研究[J]. 华北农学报, 1988, 3(3): 91 - 97.
- [6] 吴凤芝, 刘德. 氮、磷对黄瓜幼苗形态指标影响的研究[J]. 北方园艺, 1995, (4): 23 - 25.
- [7] WORRAL R. Composting wood wastes for potting mixes[J]. Australian Horticulture, 1985, 9(2): 34 - 37.
- [8] BYRNE P J, BCARTY. Development in the measurements of air-filled porosity of peat substrates[J]. Acta Horticulturae, 1989, (366): 257 - 264.
- [9] 李西开. 土壤农业常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1983. 25 - 68.

【责任编辑 柴 焰】