

有机无机肥料对蔬菜产量和硝酸盐累积的影响

秦鱼生, 涂仕华, 冯文强, 孙锡发, 陈庆瑞

(四川省农业科学院土壤肥料研究所, 四川成都 610066)

摘要: 以成都平原的主要蔬菜萝卜和大蒜为研究对象, 探讨不同有机肥料和化肥对萝卜和大蒜的产量及硝酸盐的影响。结果表明, 在等氮量的情况下, 三种有机肥处理对萝卜、大蒜产量的影响差异显著, 而全化肥处理和半量化肥加半量有机肥处理能够保证萝卜和大蒜都获得较高的产量, 表明不同有机肥品种对不同蔬菜的适宜性和很强的针对性。两种蔬菜的硝酸盐含量在生长前期大大高于成熟期, 并非有机肥生产出来的蔬菜其硝酸盐含量就一定低于化肥。无论是有机肥还是化肥, 合理施用都能生产出硝酸盐含量很低的蔬菜产品。有机肥和化肥的合理配合施用, 既能提高蔬菜的产量, 又能降低蔬菜的硝酸盐。

关键词: 有机肥料; 化肥; 萝卜; 大蒜; 硝酸盐; 产量

中图分类号: S630.62

文献标识码: A

文章编号: 1008-505X(2005)05-0670-05

Effect of organic and inorganic fertilizers on yields and nitrate accumulation of vegetables

QIN Yu-sheng, TU Shi-hua, FENG Wen-qiang, SUN Xi-fa, CHEN Qing-rui

(Soil and Fertilizer Institute, Sichuan AAS, Chengdu 610066, China)

Abstract: Nuisance free vegetable production is a focal topic that has drawn great attention from the Chinese government and the community recently. A great number of people take it for granted that only using organic fertilizers without chemical fertilizers is able to produce the nuisance free vegetables. Therefore, it need more research from different directions to provide scientific evidence to clarify this conception. Radish and garlic were used as the target vegetables to study the effects of organic and inorganic fertilizer on nitrate accumulation in the vegetables. Results showed that the significant yield differences of those two vegetables between these three organic fertilizer treatments which had identical N rate, indicated a strong suitability of different organic fertilizers to different vegetables. Nitrate content in the two vegetables was remarkably higher in the early growing stage. Nitrate content in the vegetable applied organic fertilizer only was not always lower than that using inorganic one. Rationally applying, no matter the organic or inorganic fertilizer, was essential to produce low-nitrate bearing vegetable. Rational application of organic fertilizer incorporated with the inorganic could not only improve yield but also reduce nitrate accumulation in the vegetable.

Key words: organic fertilizer; chemical fertilizer; *Raphanus stivus* L.; *Allium stivum* L.; yield; nuisance free vegetable

蔬菜是人类获取维生素、氨基酸和其它养分的重要来源之一, 同时也是易于富集硝酸盐的作物, 尤其是叶菜类和一些根菜类蔬菜。根据报道, 人体摄入的硝酸盐有 81.2% 来自蔬菜^[1]。许多研究认为, 硝酸盐对人体健康具有潜在威胁性^[2], 近来也有科

学家对这一观点提出了质疑和相关证据^[3]。但因饲草硝酸盐含量过高而造成牲畜中毒甚至死亡的事件在国外的确发生过。因此, 研究有效控制蔬菜硝酸盐的累积, 提高蔬菜产量和卫生品质的施肥措施仍是十分重要的。

收稿日期: 2004-08-19 修改稿收到日期: 2004-12-23

基金项目: 四川省科技厅“十五”重大招标项目资助。

作者简介: 秦鱼生(1978—), 男, 重庆合川县人, 助理研究员, 主要从事植物营养、养分高效利用等研究。

无公害农产品的生产是我国目前的热门话题,各地政府为此投入了大量的资金进行科技攻关研究。至于施用有机肥料是否能有效控制蔬菜硝酸盐含量,不同的研究结论不尽相同^[4-5]。何种有机肥适合何种蔬菜生产,目前的研究报道甚少。另一方面,是否单施化肥生产的蔬菜就有公害,也是社会经常产生误解的问题。为此,本试验试图通过田间试验,研究不同有机肥种类对萝卜和大蒜产量及硝酸盐累积的影响,以阐明不同肥料与蔬菜产量和硝酸盐含量的关系,为无公害蔬菜生产中肥料的正确使

用提供科学依据和实用技术。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2001 年 9 月至 2002 年 4 月在四川省彭州市楠杨镇的灰色冲积水稻土上进行。土壤质地为砂壤土,前作为水稻。供试土壤耕层(0—20cm)基础养分状况见表 1。供试蔬菜为当地推广的优良栽培品种:韩国春不老萝卜(*Raphanus stivus* L.)和二水旱大蒜(*Allium stivum* L.)。

表 1 供试土壤养分含量

Table 1 The nutrient contents of selected soils

土样 Soil	pH	有机质	全氮	铵态氮	硝态氮	速效磷	速效钾	有效钙	有效镁
		OM (%)	Total N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Olsen-P	NH ₄ OAc-K	Avail. Ca	Avail. Mg
萝卜田 Radish field	6.1	1.35	0.224	25.2	40.4	16.0	44.4	1740	171.8
大蒜田 Garlic field	6.2	1.35	0.246	34.1	48.6	34.3	52.8	1904	199.3

试验设 1) 不施肥(CK); 2) 单施化肥, 萝卜为 N₁₅₀P₉₀K₁₈₀, 大蒜为 N₂₂₅P₉₀K₁₂₀(CF); 3) 牛粪(CD); 4) 猪粪(PD); 5) 鸡粪(CM); 6) 1/2 鸡粪 + 1/2 化肥(1/2CM + 1/2CF)。3 次重复, 随机区组排列。萝卜试验小区面积 16m², 大蒜试验小区面积 14m²。试验所施用的氮、磷、钾肥分别为尿素(含 N 46%)、磷酸一铵(含 N10%、P₂O₅ 44%)和氯化钾(含 K₂O 60%), 猪粪、牛粪和鸡粪都来自彭州市的养殖场, 经无害化发酵、半风干后施用, 其养分含量见表 2。在萝卜试验中, 50% 的氮、钾肥和全部磷肥作底肥一次施入, 20% 氮肥在莲座期追施, 30% 氮肥和 50% 钾肥在肉质部生长期追施。三种有机肥料均作底肥一次施用, 其用量以全化肥处理(处理 2)所施用的纯氮量为标准, 由三种有机肥料的全氮含量进行换算, 牛粪、猪粪和鸡粪的施用量(以干基计)分别为 18750、16667 和 9375 kg/hm²。在大蒜试验中, 66.7% 的氮肥、全部的磷、钾肥作底肥于播种时施入, 33.3% 的氮肥作追肥于次年 2 月中下旬蒜薹分化发育期施入。大蒜试验中三种有机肥料均作底肥一次施用, 三种有机肥料施用量也以全化肥处理(处理 2)所施用的纯氮量为标准, 由三种有机肥料的全氮含量进行换算, 牛粪、猪粪、鸡粪施肥量分别为 28000、24890 和 14000 kg/hm²。

1.2 样品采集与分析方法

试验前取试验田土壤混合样品, 风干、研磨、

表 2 各种有机肥的氮、磷、钾养分含量

Table 2 N, P and K contents in organic manure

有机肥种类 Organic manure	全 N Total N (%)	全 P Total P ₂ O ₅ (%)	全 K Total K ₂ O (%)
CD	0.8	0.6	1.2
PD	0.9	2.0	1.3
CM	1.6	2.3	2.3

CD—牛粪 Cow dung; PD—猪粪 Pig dung; CM—鸡粪 Chicken manure; 下同 Same as follows.

按分析项目要求分别过筛, 土壤养分分析均采用常规分析法测定^[6]。

萝卜分别在旺长期和成熟期采取萝卜根部分析硝酸盐含量; 大蒜分别在蒜苗收获期和蒜薹收获期取样分析硝酸盐含量。采样时间在上午 10:00 ~ 11:00, 采样后装入保鲜袋, 保存于冰箱备用。测定时鲜样用氨缓冲液(pH 9.6~9.7)浸提处理, 紫外分光光度法测定硝酸盐含量。数据采用 SPSS 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 有机无机肥料对萝卜、大蒜(蒜薹、蒜籽)产量的影响

统计分析结果(表 3)显示, 萝卜和蒜薹、蒜籽处理间产量差异显著, 其方差分析 F 值分别为 70.19、

25.66 和 10.01。经新复极差法 (Duncan's Multiple Range Test) 进行多重比较结果表明, 不同肥料处理

对萝卜和大蒜的生长和产量的影响明显不同。

表 3 有机、无机肥料对萝卜、大蒜产量结果的影响
Table 3 Effect of different fertilizers on yield of radish and garlic

处理 Treatment	萝卜 Radish		大蒜 Garlic			
	产量 Yield (kg/hm ²)	± %	蒜薹 Garlic bolt		蒜籽 Garlic flakes	
			产量 Yield (kg/hm ²)	± %	产量 Yield (kg/hm ²)	± %
CK	11125.0 c	- 81.16	2773.0c	- 60.15	3174.8c	- 50.00
CF	59052.1a	—	6958.3a	—	6349.5ab	—
CD	25885.4b	- 56.17	4952.4b	- 28.83	5865.2ab	- 7.63
PD	26041.7b	- 55.90	4458.3b	- 35.93	5111.9b	- 19.49
CM	61708.3a	+ 4.50	1892.9c	- 72.80	3067.1c	- 51.70
1/2CM + 1/2CF	60114.6a	+ 1.80	6666.7a	- 4.19	7641.0a	+ 20.34
F 值 F value	70.19		25.66		10.01	

注 (Note): CF—化肥 Chemical fertilizer; 不同小写字母表示处理间差异达 5% 显著水平 Different letters in each column mean significant at P (DM-RT) = 0.05; 下同 Same as follows.

表 3 看出, 在萝卜试验中, 鸡粪、猪粪和牛粪 3 种有机肥料处理的产量差异达 5% 显著水平, 鸡粪效果最好, 牛粪最差。鸡粪、1/2 鸡粪 + 1/2 化肥和单施化肥 3 个处理萝卜产量差异不显著; 猪粪和牛粪之间的差异不显著; 不施肥 (CK) 处理与所有施肥处理间差异显著。与单施化肥 (CF) 处理比较, 鸡粪处理增产 4.5%, 而猪粪、牛粪处理则减产达到 55.0% 以上。

在大蒜试验中, 化肥与 1/2 鸡粪 + 1/2 化肥 2 个处理间蒜薹产量差异不显著; 3 种有机肥料处理与单施化肥处理间产量差异显著; 猪粪和牛粪之间产量差异不显著, 鸡粪的效果最差, 牛粪最好。与单施化肥处理比较, 则所有处理均减产。与蒜薹产量结果略有不同, 蒜籽产量中 1/2 鸡粪 + 1/2 化肥处理的效果优于单施化肥处理, 增产 20.34%, 但差异不显著。3 种有机肥料处理间产量差异显著, 牛粪增产效果最好, 鸡粪处理产量最差。

各种有机肥、无机肥和有机无机肥配施对萝卜、大蒜的生长表现出了不同的效果。单施化肥能够很好地保证萝卜、大蒜获得较高的产量; 单一的鸡粪、猪粪或牛粪施用都不能同时满足萝卜和大蒜两种蔬菜获得高产; 鸡粪与化肥配合施用能很好地促进萝卜和大蒜的生长, 增加它们的产量, 说明有机无机肥料配合施用是蔬菜施肥中较好的模式, 单纯的有机肥料施用模式并不能保证蔬菜高产。

2.2 有机无机肥料对萝卜、大蒜硝酸盐含量的影响
不同处理对萝卜体内的硝酸盐含量的影响 (图

1) 表明, 萝卜体内的硝酸盐含量在生长前期较高, 在成熟收获期显著下降, 与以前的研究萝卜收获时硝酸盐含量远低于旺长期结果一致^[7]。收获期萝卜的硝酸盐含量都低于 400mg/kg, 与旺长期相比, 6 个处理硝酸盐含量降幅在 52.2%~88.4% 之间, 平均降幅为 79.3%。因此, 即使在旺长期萝卜硝酸盐含量超标, 收获期却降至安全水平。表明萝卜的硝酸盐含量与生长期关系密切, 未成熟或过早收获会导致萝卜硝酸盐超标。3 个有机肥处理中, 萝卜旺长期的硝酸盐含量为猪粪处理 > 牛粪处理 > 鸡粪处理, 处理间差异显著; 收获期的硝酸盐含量以鸡粪处理 > 猪粪处理 > 牛粪处理, 与单施化肥处理相比, 鸡粪

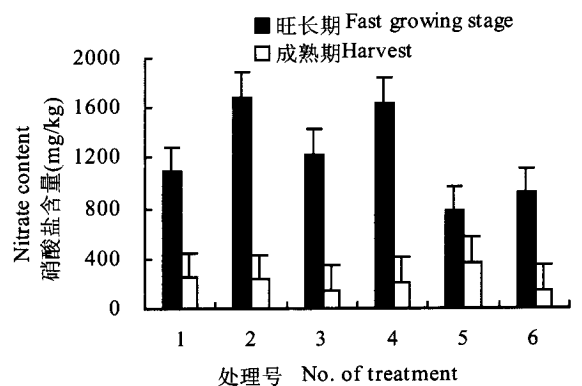


图 1 有机无机肥料与萝卜旺长期、收获期硝酸盐的累积关系

Fig.1 Relation between nitrate accumulation and different fertilizers at fast growing stage and harvest stages of radish

(1: 对照 CK; 2: 单施化肥 Chemical fertilizer; 3: 牛粪 Cow dung; 4: 猪粪 Pig dung; 5: 鸡粪 Chicken manure; 6: 1/2 鸡粪 + 1/2 化肥 1/2 chicken manure and 1/2 chemical fertilizer, 下同 Same as follows)

处理萝卜硝酸盐累积量增加,而猪粪、牛粪处理硝酸盐含量降低。李会合等^[8]研究也表明,鸡粪使芹菜、生菜硝酸盐的累积量增加明显,而施用猪粪芹菜的硝酸盐累积量降低。1/2 鸡粪 + 1/2 化肥处理萝卜收获期的硝酸盐含量比单施化肥和鸡粪处理都低。任祖淦等^[9]报道,化学氮肥与厩肥、土杂肥配用,能有效控制和降低空心菜硝酸盐的累积。化肥与有机肥的配合施用能有效控制萝卜硝酸盐的累积可能与有机肥在分解过程中产生较多的酚、糖、醛类化合物及羧基,可对化学肥料中的 NH_4^+ 吸附和固定,抑制 NH_4^+ 的硝化作用,减少硝态氮的形成有关^[10-11]。结合本试验萝卜的产量与硝酸盐结果,半量鸡粪加半量化肥处理能生产出高产量、高品质的萝卜。

大蒜试验(图 2)表明,无论是有机肥,还是化肥或不施肥,蒜苗的硝酸盐含量都较高,均超过 1700mg/kg,其中以单施化肥处理硝酸盐含量最高,但各处理间无明显差异。与单施化肥处理相比,其它处理硝酸盐含量仅下降为 22.38~156.75 mg/kg,平均 90.83 mg/kg。在 3 个有机肥处理中,硝酸盐含量以猪粪处理最低,牛粪次之,鸡粪最高,但 3 者差异不显著。

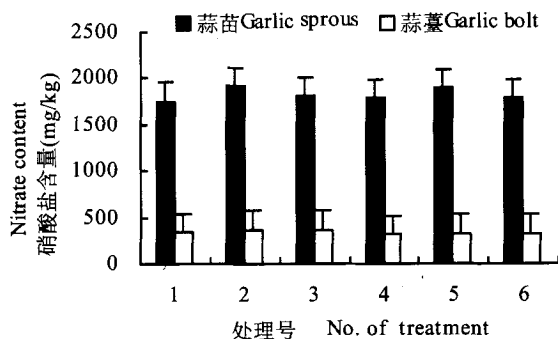


图 2 有机无机肥料与大蒜蒜苗、蒜薹硝酸盐的累积关系
Fig. 2 Relation between nitrate accumulation and different fertilizers in the garlic sprous and garlic bolt

图 2 还看出,与蒜苗不同,蒜薹的硝酸盐含量很低,平均为 341.21mg/kg。这一方面可能是由于蒜薹处于大蒜生长中后期的旺长期,旺盛的生长稀释了蒜薹中的硝酸盐浓度,另一方面则可能是蒜叶中的氮以硝酸盐形态向蒜薹中转移的量很少。单施有机肥处理中,以牛粪处理的硝酸盐最高,猪粪处理最低。1/2 鸡粪 + 1/2 化肥处理的硝酸盐含量较单施化肥处理低,而与鸡粪处理相当。同样,处理间的硝酸盐含量差异不显著。

综上所述试验结果表明,并不是有机肥生产的蔬菜

中的硝酸盐含量就一定低于化肥生产的蔬菜。鸡粪处理萝卜中的硝酸盐含量在旺长期与化肥处理相当,在收获期高于化肥处理。无论是有机肥,还是化肥,在合理施用的情况下,都可以生产出产量高、硝酸盐含量低于国家规定的优质无公害蔬菜。一般情况下,单施有机肥的蔬菜产量较低。无公害蔬菜生产的最佳施肥方案是有机肥与无机肥合理配合施用。

3 结论

不同有机肥料对萝卜和大蒜的产量有很大影响,鸡粪适宜萝卜生产,牛粪对大蒜效果更好。然而,鸡粪、猪粪或牛粪单独施用都难使大蒜获得高产,只有在鸡粪与化肥合理配施的前提下才能使大蒜获得高产。萝卜与大蒜的硝酸盐含量都表现为前期高于后期,在收获时所有处理的硝酸盐含量都远低于国家规定的指标。萝卜在旺长期硝酸盐含量大大高于成熟收获期,而蒜苗则大大高于蒜薹。不同有机肥对萝卜和大蒜生长前期的硝酸盐含量产生较大差异,单施有机肥不一定比单施化肥更有利于降低蔬菜的硝酸盐。有机肥与化肥的合理配施既能增产,又能生产出硝酸盐含量较低的蔬菜。

参考文献:

- [1] 沈明珠,翟宝杰,车惠茹. 蔬菜硝酸盐累积的研究 I. 不同蔬菜硝酸盐、亚硝酸盐含量评价[J]. 园艺学报,1982,9(4): 41-48. Shen M Z, Zhai B J, Che H R. Research on vegetable nitrate accumulation in vegetables I. Evaluate on nitrate and nitrite contents in different vegetables [J]. Acta Horticulturae Sinica, 1982, 9(4): 41-48.
- [2] 林葆. 化肥与无公害农业[M]. 北京: 中国农业出版社,2003. 13-23. Lin B. Chemical fertilizer and pollution free agriculture [M]. Beijing: China Agriculture Publishing Press, 2003. 13-23.
- [3] L'hirondel J, L'hirondel J L. Nitrate and man [M]. Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing, 2002.
- [4] Pechova B, Prugar J, Medved M *et al.* Process of nitrate accumulation in vegetable crops[J]. Scientia Agricultura Bohemica, 1998, 29(2): 93-118.
- [5] 李能芳,郑万刚,李焕秀. 不同肥料对莴笋硝酸盐含量及生长特性的影响[J]. 四川农业大学学报,2002,20(4): 351-353. Li N F, Zheng W G, Li H X. Effect of three different fertilizers on lettuce growth character and nitrate content in Lettuce (*Lactuca sativa* var. angustana Irish) [J]. Journal of Sichuan Agric. Univ., 2002, 20(4): 351-353.
- [6] 南京农业大学. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社,1996. 29-123. Nanjing Agric. Univ. Soil and agricultural chemical analysis [M]. Beijing: Agriculture Press, 1996. 29-123.

- [7] 秦鱼生,涂仕华,孙锡发,等. 不同氮、钾水平对萝卜产量和硝酸盐含量的影响[J]. 西南农业学报,2003,16(S): 113-115.
Qin Y S, Tu S H, Sun X F *et al.* Effects of different rates of nitrogen and potash on the yields and nitrate contents of turnip[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2003, 16(S): 113-115.
- [8] 李会合,王正银,张浩,等. 不同有机肥料对基质培叶菜的营养效应[J]. 西南农业大学学报,2003,25(1): 66-69.
Li H H, Wang Z Y, Zhang H *et al.* Effects of organic manures on nutrient quality of foliage vegetables grown in soilless culture[J]. Journal of Southwest Agricultural University, 2003, 2(1): 66-69.
- [9] 任祖淦,邱孝焯,蔡元呈,等. 氮肥施用与蔬菜硝酸盐积累的相
关研究[J]. 生态学报,1998,18(5): 523-528.
Ren Z J, Qiu X X, Cai Y C *et al.* Studies on correlation between vegetable nitrate accumulation and fertilizer application[J]. Acta Ecologica Sinica, 1998, 18(5): 523-528.
- [10] Steingrover E, Woldendorp J, Sijtsma L. Nitrate accumulation and its relation to leaf elongation in spinach leaves [J]. Journal and Experimental Botany, 1986, 37(181): 1093-1102.
- [11] Termine E, Lairon D, Taupier L B *et al.* Yield and content in nitrates minerals and ascorbic acid of leeks and turnips grown under mineral and organic nitrogen fertilization [J]. Plant Foods for Human Nutrition, 1987, 37 (4): 321-332.