



# 有机肥料、无机肥料与无公害蔬菜生产

李伟<sup>1</sup> 戴亨林<sup>1</sup> 董光群<sup>2</sup> 张进川<sup>2</sup>  
1 重庆市土壤肥料站 2 璧山县土壤肥料站

## Organic Manure, Inorganic Fertilizer and Non-contaminated Vegetable Production

Li Wei<sup>1</sup>, Dai Heng-lin<sup>1</sup>, Dong Guangqun<sup>2</sup>, Zhang Jin-chuan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Soil and Fertilizer Station, Chongqing City

<sup>2</sup> Soil and Fertilizer Station, Bishan County

**摘要** 采用有机肥料、有机肥与无机肥配合、无机肥料及其不同配比共 10 个处理, 对大白菜硝酸盐含量、重金属含量以及产量变化进行研究, 结果表明, 随着氮肥施用量的增加, 大白菜体内硝酸盐含量同步增加; 施用钾肥和钙肥有降低硝酸盐含量的作用。大白菜体内的重金属含量与土壤和肥料中重金属含量有关, 施用鸡粪等有机肥料, 会导致作物体内镉、铬、铜、铅含量增加。

无公害农产品生产已经成为我国农业的发展方向。但目前无公害农产品生产中存在着一种观点, 即有机肥料=无公害农产品; 施用化肥就必然会带来硝酸盐污染。为了对上述观点的正误进行探讨, 特设计了本试验。

### 一、材料与方 法

#### 1、试验地点

试验地选在距离重庆市区约 80km 的璧山县。为了考察不同年限的蔬菜土壤对硝酸盐和重金属累计的影响, 故选取了新蔬菜地和老蔬菜地, 按同一方案进行试验。新蔬菜地在河边镇新塘村 7 社吴月常承包地, 2001 年开始种植蔬菜。前作为水稻。老蔬菜地在璧城镇群合村蔬菜基地张晋福承包地, 有 5 年的蔬菜种植历史。前作为水稻。

#### 2、供试土壤

供试土壤为侏罗系上统遂宁组泥岩发育的淹育型水稻土, 肥力水平中等 (表 1)。土壤微碱性, 老蔬菜地磷素有富集趋势。

表 1 供试土壤特性 (ug/ml)

地 点	作物品种	土 壤	pH	OM	N	P	K	S	B
璧城镇群合村	山东 19 号	淹育型	7.7	1.01	18.0	14.3	62.0	29.9	0.34
河边镇新塘村		水稻土	7.6	1.01	13.1	4.6	58.2	13.6	0.28
养分临界值					<b>50.0</b>	<b>12.0</b>	<b>78.2</b>	<b>12</b>	<b>0.2</b>

#### 3、样品分析

土壤常规项目由中-加合作实验室分析。重金属、硝酸盐及维生素 C 由西南农大资环学院分析。

基础土样在 2002 年 9 月采集。植株样品的采集在大白菜成熟收获时进行。选一次重复,

从该重复的每个小区中随机采取 5 株整株，立即送实验室分析。植株硝酸盐分析，去掉外面的叶片，将 5 株植株样切碎混匀，用清水浸提，加热分离叶绿素后，用酚二磺酸显色，分光光度法比色。维生素 C 的分析，采用 2% 草酸提取，2,6—二氯酚酚滴定。土壤和植株样品的铜、锌、镉、铅、镍用盐酸-硝酸-高氯酸消解，原子吸收分光光度法 II (AAS) 法测定。汞采用硝酸-硫酸-五氧化二钒消解，冷原子吸收法测定。砷用盐酸-硝酸-高氯酸消解，二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法测定。铬用硫酸-硝酸-氢氟酸消解，高锰酸钾氧化，二苯碳酰肼光度法测定。

表 2 供试土壤重金属含量 mg/kg (注：表中所列数据均为全量)

编号	取样地点	Hg	Cd	As	Zn	Cr	Cu	Pb
01	璧城	0.0525	0.420	13.962	77.65	54.71	19.35	85.85
02	河边	0.0685	0.310	10.976	104.05	54.80	19.30	57.15

#### 4、供试作物品种

供试作物为大白菜，品种山东 19 号。

#### 5、试验处理

试验设 10 个处理 (表 3)，农民习惯施肥，纯有机肥，有机肥与化肥配合，纯化肥，纯化肥设计了 4 个氮素水平，钾、钙、镁各 2 个水平。有机肥与化肥配合的养分总量和 OPT 相等。

表 3 试验处理及养分用量 (公斤/亩)

编号	处 理	有机肥	化肥		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	农民习惯	15-7.5-9	5	0	0
2	有机肥	10-9.5-8.5	0	0	0
3	有机肥+化肥	5-5-4	15	5	16
4	OPT-N	0	0	10	20
5	OPT-1/2N	0	10	10	20
6	NPK Ca Mg B (OPT)	0	20	10	20
7	OPT+1/2N	0	30	10	20
8	OPT+1/2K <sub>2</sub> O	0	20	10	30
9	OPT-Mg	0	20	10	20
10	OPT-Ca	0	20	10	20

随机区组排列，三次重复。小区面积为 20 m<sup>2</sup>。

试验所用有机肥都经发酵腐熟，一次备足整个试验所需肥料，以保证各处理施肥的养分量一致。氮肥为尿素，钾肥为氯化钾，磷肥为磷酸一铵，钙肥为石灰，镁肥为七水硫酸镁，硼肥为硼砂。

农民习惯施肥为 4500 公斤/亩人畜粪尿+11 公斤/亩尿素，有机肥处理为 1000 公斤/亩鸡粪，有机肥+化肥处理为 500 公斤/亩有机肥+适量化肥。氮、磷、钾肥用量见表 3。石灰的用量为 50 公斤/亩。七水硫酸镁用量 2 公斤/亩。硼砂用量为 0.25 公斤/亩。

#### 6、试验实施

试验于 2002 年 9 月 23 日育苗，10 月 20 日整地，10 月 25 日移栽，种植密度为 4.5 万株/公顷。2003 年 1 月 21 日收获。

施肥方法：处理 1 按照当地农民的习惯方法进行。处理 2、3 的有机肥料分三次施用：第一次在移栽后 7 天，用量为总量的 30%，第二次在栽后 17 天，用量为总量的 40%，余下的 30% 在栽后 30 天施用。有机肥按 1: 3 的比例与清水混合均匀后施用。石灰和化肥中的磷肥、七水硫酸镁全部作基肥，在整地时一次施用。氮肥和钾肥分段施用，其施肥时间和比例与有机肥一致。硼砂在移栽后 10 天，按 0.5% 的浓度喷施，无硼处理喷等量清水。

## 二、结果与分析

### 1、施肥对大白菜硝酸盐含量的影响

通过对表 4 的分析可以看出，两个点的结果有一致的趋势，即随着施氮量的增加，大白菜硝酸盐含量同步增加，两者呈高度正相关（图 1），相关系数分别为  $r=0.9100$ ， $r=0.9664$ 。

表 4 施肥对硝酸盐和V<sub>C</sub>含量的影响

试验处理	璧城镇		河边镇	
	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	Vc mg/kg	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	Vc mg/kg
1	939	161.6	887	152.2
2	622	166.5	553	155.3
3	896	150.9	1015	150.0
4	523	157.5	502	152.5
5	557	159.2	535	155.5
6	863	163.2	805	166.5
7	897	182.1	885	170.5
8	765	172.2	754	180.5
9	743	193.5	768	155.5
10	852	134.6	880	190.5

进一步分析还可以看出，新老蔬菜地在相同施氮水平下，大白菜的硝酸盐累积量是不同的，老菜地比新菜地高 2.1%~8.6%。

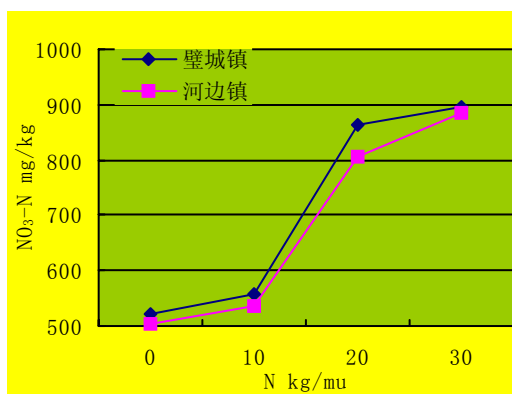


图 1 施氮肥与大白菜硝酸盐含量

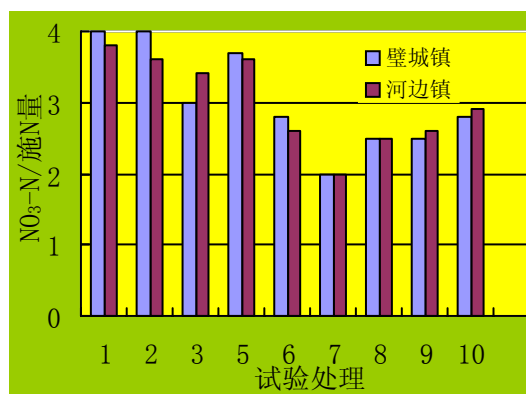


图 2 新老菜田硝酸盐与施氮量比处理间变化

从表 4 中还可以看出，施用纯有机肥的处理，其硝酸盐含量都低于 OPT，这可能与其中的氮含量低有关。农民习惯施肥氮素水平并不高，但由于氮、磷、钾比例不合理，与相近施肥处理（20-10-20）相比，硝酸盐含量高 8.8%~24.2%。如果从硝酸盐含量与施氮量的比值来看，凡施用了有机肥的都处于高水平，而施用化肥的 OPT 处理和高钾处理比值相对较低（图 2），进一步表明蔬菜硝酸盐的累积不仅与施氮量有关，而且还受氮、磷、钾养分比例的制约。另外，在等氮水平下，两种土壤提高钾肥用量，均可降低硝酸盐。不同的是，对于老蔬菜土壤，这种效果更为显著。

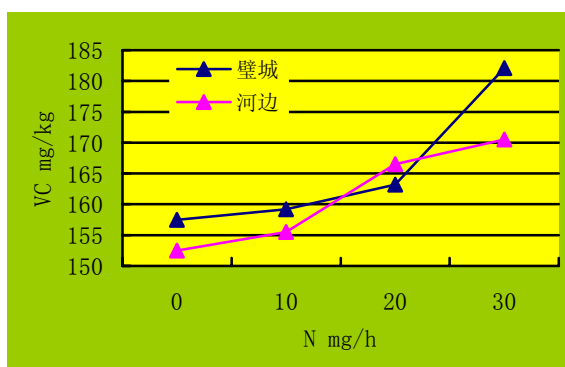


图 3 施氮量与 VC 含量 (mg/kg)

## 2、施肥对大白菜维生素 C 含量的影响

化肥高氮、高钾处理的维生素 C 含量高于其他处理。与硝酸盐含量变化相似，维生素 C 含量亦随施氮量的增加而同步增加（图 3）。在等氮、磷水平上增加钾肥施用量，其维生素 C 的含量会提高 5.5%~8.4%。

## 3、施肥对大白菜重金属含量的影响

分析表 5 可以看出，凡施用有机肥的处理，镉、铬、铜、铅含量均高于纯化肥处理，也即是说施用有机肥并不一定就安全，相反，因鸡粪本身带有一定量的重金属（表 5），施用后会导致农作物体内重金属的增加。另外从表 5 还可看出，老蔬菜地的重金属含量高于新蔬菜地，表明与种植粮食作物相比，蔬菜基地重金属累积的趋势更明显，这可能与蔬菜地有机肥用量（璧山县蔬菜基地鸡粪施用量约为 3000 公斤/亩年~5000 公斤/亩）大有关。

表 5 施肥对大白菜体内重金属累积的影响 kg/mg

测试项目	Hg	Cd	As	Zn	Cr	Cu	Pb	
试验处理	1	0.0110	0.0475	0.09	48.0	3.8	4.3	7.3
		0.0118	0.0565	0.09	49.4	4.1	4.8	7.9
	2	0.0128	0.0880	0.07	28.2	4.4	4.2	7.1
		0.0157	0.0982	0.08	37.9	4.7	3.9	7.8
	3	0.0145	0.0625	0.08	35.9	4.2	3.3	6.8
		0.0155	0.0715	0.09	36.5	4.7	3.8	7.5
	4	0.0235	0.0425	0.05	28.1	3.5	2.3	6.5
		0.0325	0.0445	0.05	28.8	3.9	3.3	6.6
	5	0.0093	0.0475	0.08	28.5	2.7	3.5	6.2
		0.0063	0.0478	0.10	29.5	2.0	3.9	6.6
	6	0.0068	0.0475	0.05	30.5	3.2	2.1	5.9
		0.0074	0.0547	0.07	31.7	3.4	2.8	6.8
	7	0.0110	0.0400	0.09	29.8	3.1	2.2	5.3
		0.0110	0.0472	0.12	29.5	3.9	2.7	5.9
	8	0.0145	0.0350	0.05	24.1	3.4	3.5	5.0
		0.0241	0.0384	0.06	35.6	3.3	4.5	5.9
	9	0.0101	0.0405	0.08	26.3	3.1	3.4	3.7
		0.0110	0.0459	0.08	28.3	3.7	3.9	4.5
	10	0.0048	0.0503	0.05	30.1	3.0	2.4	4.6
		0.0050	0.0550	0.05	32.3	2.9	3.4	5.5
鸡粪	0.0547	1.4190	-	68.9	12.3	12.4	14.8	

注：上排数字为河边镇，下排数字为璧城镇。

## 4、施肥与产量

由表 6 可知，璧城镇试验点 OPT 处理产量最高，1678.6 公斤/亩，比农民习惯施肥增产 9.1%，比施纯有机肥增产 13.0%。在 OPT 水平下，产量与施氮量呈正相关，超过 20 公斤/亩施 N 量，产量反而下降。与 OPT 相比，不施钙肥的相对产量可达 99.7%，表明供试土壤上钙肥效果不明显。施镁的增产效果达到 1% 显著水准。每亩施用 20 公斤 N、10 公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 条件下，钾肥（K<sub>2</sub>O）的适宜用量为 20 公斤/亩，超过此水平相对产量降到 79.0%。化肥低氮高钾处理（10-10-20）的产量（1584.1 公斤/亩）与纯有机肥的产量（1485.2 公斤/亩）相近，表明在低氮水平下钾肥的增产效果难以实现。

表6 施肥与产量 璧城镇

试验处理	产 量	
	平 均(公斤/亩)	相 对 (%)
1	1538.5	91.65 <sup>*</sup>
2	1485.2	88.48 <sup>**</sup>
3	1677.5	99.93
4	1262.9	75.23 <sup>**</sup>
5	1584.1	94.37
6	1678.6	100.0
7	1460.7	87.02 <sup>**</sup>
8	1326.2	79.00 <sup>**</sup>
9	1482.9	88.34 <sup>**</sup>
10	1673.0	99.66

F=9.7917, F<sub>0.01</sub>(9, 18) =3.5971; LSD<sub>0.05</sub>=135.8, LSD<sub>0.01</sub>=186.6

### 三、讨论

1、本试验对硝酸盐含量仅在收获期，即距离最后一次施肥 56 天时取样分析。从分析结果来看，试验条件下的大白菜硝酸盐含量均未超过重庆市地方标准确定的 1500mg/kg 限定值。

2、试验结果表明，大白菜硝酸盐含量明显受施氮量的影响，两者呈正相关，而有机氮与无机氮的影响差异不显著。因此，简单地采用不施用化学氮肥的方法，并不能有效地降低大白菜体内硝酸盐的累积量。

3、合理的氮、磷、钾比例可有效地降低硝酸盐含量。施钙肥对硝酸盐的积累影响不明显，但镁肥的施用导致了大白菜体内硝酸盐含量的上升，且以老蔬菜地的反应更为显著，其中的原因有待进一步探讨。

4、大白菜体内的重金属含量与施用肥料品种有明显关系。施用鸡粪，可能因其自身重金属含量较高而导致作物体内重金属高于施用化肥。本试验以磷酸一铵做为供试磷肥，而生产上大量施用的过磷酸钙是否对蔬菜重金属的含量有影响尚待进一步研究。

参考文献：

(1) 全国农业技术推广服务中心，中国有机肥料养分志，中国农业出版社，北京，1999，5~21。