



有机肥和化肥对无公害蔬菜生产的影响

苏帆 付利波 陈华 洪丽芳

云南省农科院土肥所(650205)

Influence of Organic Manure and Chemical Fertilizer on Non-contaminated Vegetable Production

Su Fan, Hong Lifang, Fu Libo and Chen Hua

(Soil and Fertilizer Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming)

ABSTRACT: In the production of non-contaminated vegetables, application of organic manure could effectively control nitrate content of vegetables, but chemical nitrogen fertilizer greatly increased nitrate content. Application of large amount of phosphorus fertilizer influenced heavy metal content in vegetables due to corresponding heavy metal concentration in phosphorus fertilizer. Combined application of chemical and organic fertilizer produce high yield of lettuce and benefit because of high available nutrients. Therefore, in field vegetable production sufficient organic manure was recommended in addition to the application of rational ratio of N, P and K chemical fertilizers.

Keywords: non-contaminated vegetables, organic manure, chemical fertilizer

摘要: 通过对蔬菜施用有机肥和化肥处理的实验表明,在无公害蔬菜生产过程中,施用有机肥能有效的控制蔬菜中硝酸盐的含量;化学氮肥对蔬菜中硝酸盐的累积影响很大。由于磷肥中含有相当数量的重金属,大量施用会对蔬菜中重金属的含量造成一定的影响。化肥+有机肥处理有效养分较高,生菜产量高,扣除成本后仍有很高的产值。因此,在大田生产过程中,除了合理施用一定配比的氮、磷、钾化学肥料外,还提倡施用足量有机肥。

关键词: 无公害蔬菜、有机肥、化肥

随着社会的进步和经济的发展,食物的营养和安全卫生问题越来越突出,尤其是蔬菜。因其生长速度快,生长期较短,可食用部分比例高,与人类日常生活关系更为密切,受污染后对人体影响较大而倍受重视。人们强烈期望生产和供应无污染、富营养的优质农产品,即无公害农产品。

无公害农产品一般可分为两类,即一类完全不用化学农药、化肥等人工合成的化学物质而生产出来的农产品,另一类是生产中允许限品种、限量、限时使用化学农药、化肥等人工合成的化学物质。本文着重讨论在无公害蔬菜的生产中对于允许使用的有机和无机肥对所生产的蔬菜的影响。



1. 材料与方法

1.1 供试材料:

供试蔬菜:生菜。

供试土壤:一组土壤类型为冲积性水稻土,布置在晋宁昆阳镇礼智村一组;二组土壤类型为山原红壤,布置在晋宁中和乡安基村。

1.2 样品的采集

2003年3月在两地各采集样品5公斤。每种土壤采用分层多点(15—20)采样5公斤左右,风干后磨细并全部通过2mm筛,然后用随机多点取样的方法取出1.5公斤土样,再从1.5公斤土样中进行二次抽样选500克土样进行实验室分析。

1.3 实验方案

试验四次重复,随机区组设计,一组试验设7个处理,二组试验设8个处理,小区面积13.34米²。采用单行种植垄宽45厘米,株距30厘米;每亩种植5000株。试验设计见表1。

表1: 试验处理:(公斤/亩)

土类	处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	B	有机肥
冲积 性水 稻土	1.化肥+有机肥	12	6	5	0	1000
	2.有机肥	0	0	0	0	3000
	3.1/2 有机肥	0	0	0	0	1500
	4.N1PK1	15	6	14	0	0
	5.N2PK1	20	6	14	0	0
	6.N3PK1	25	6	14	0	0
	7.N2PK2	20	6	18	0	0
山原 红壤	1.化肥+有机肥	12	6	5	0	1000
	2.有机肥	0	0	0	0	3000
	3.1/2 有机肥	0	0	0	0	1500
	4.N1PK1+B	15	6	14	0.2	0
	5.N2PK1+ B	20	6	14	0.2	0
	6.N3PK1+ B	25	6	14	0.2	0
	7.N2PK2+ B	20	6	18	0.2	0
8.N2PK1-B	20	6	14	0	0	

注: 供试肥料品种: 尿素、磷二胺、氯化钾、普钙、硼砂。

表2: 肥料中 NPK 和重金属含量:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Hg	Cd	Cr	Pb	As
	%			毫克/公斤				
尿素	46							
磷二胺	18	46.2		0.35	31	118	7.9	11.3
氯化钾			60					
有机肥	0.779	0.76	0.61	0.04	0.723	14.25	23.36	0.63

表3: 施肥时期及各时期肥料用量比例(%): 注: 施用方法:底肥塘施, 追肥兑水浇施。

	定植期	团棵期	莲座期	结球期	摆苗后培土, 定植深度以土坨上部(子叶下部)与墒面齐平即可, 定植后立即浇透水。定植后一周再浇一次缓苗水。化肥品质分析见表2。施肥时期及各时期施肥比例见表3。
N	14	18	28	40	
P	54	46	0	0	
K	25	9	28	38	
有机肥	100	0	0	0	

1.4 样品分析

试验前后采集样品进行土壤常规分析、重金属分析(表4, 表5)。生菜收获时采集样品进行品质和硝酸盐含量分析。

从土壤耕层的养分富集情况来看, 冲积性水稻土试验田除N以外所有的矿质养分均超过临界值; 山原红壤试验田除N、B、Mg外也超过临界值(表4)。而土壤中重金属的含量两地土壤Cd、Pb不超过一类区水平标准值, Hg、Cr、As均达到一类区水平标准值。Cd、Pb超过正常值与云南长期施用大量磷肥有一定的关系。

表4: 耕作层土壤矿质养分情况:

土壤类型	pH	O.M %	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
冲积型水稻土	6.45	3.84	1532.7	354.2	98.7	31.1	24.8	37.7	1.39	7.8	30.6	16.7	4.2
山原红壤	4.55	1.3	531	32.25	67.05	24.25	12.7	85.85	0.12	1.65	41.15	20.3	2.7
临界值			400.8	121.5	78.2	50	12	12	0.2	1	10	5	2

表5: 耕作层土壤重金属含量情况:

土壤类型	Hg 毫克/公斤	Cd 毫克/公斤	Cr 毫克/公斤	As 毫克/公斤	Pb 毫克/公斤
冲积型水稻土	0.129	0.48	26.80	6.82	36.24
山原红壤	0.106	0.35	20.15	5.86	35.92

土壤采用ASI常规分析, NH₄-N采用酸浸提法; Ca、Mg采用1NKCl常规浸提; 有效P、K、Cu、Fe、Zn用ASI常规浸提; 有效S、B采用0.08M CaH₄(PO₄)₂常规分析; 土壤11种营养元素丰缺诊断采用ASI土壤养分状况系统研究法进行。

土壤微生物采用寒天稀释法, PDA 培养, 按常规方法分析。

土壤和蔬菜样品中的 Cd、Pb、Ni、Cu 经酸处理后用原子吸收法测定; Cr 消煮后用二碳酸二胨比色法; Hg 用冷原子吸收法。

2. 结果分析与讨论

2.1 不同肥料处理对土壤物理特性的影响

表 6: 不同肥料处理对土壤物理特性的影响:

土 类	处理	容重 克/厘米 ³	总孔隙度 (%)	毛管孔隙 度(%)	非毛管孔隙 度%	水稳性团聚体
						5~0.25 毫米
冲 积 性 水 稻 土	1.化肥+有机肥	1.41	49.56	42.81	6.75	33.23
	2.有机肥	1.28	52.11	44.16	7.95	37.88
	3.1/2 有机肥	1.35	51.45	42.21	9.24	34.53
	4.N1PK1	1.41	48.57	41.19	7.38	31.41
	5.N2PK1	1.42	48.62	42.33	6.39	30.09
	6.N3PK1	1.40	49.78	42.35	7.43	31.25
	7.N2PK2	1.42	48.56	42.09	6.47	32.51
山 原 红 壤	1.化肥+有机肥	1.27	54.09	44.21	9.88	22.31
	2.有机肥	1.20	55.81	45.70	10.11	25.73
	3.1/2 有机肥	1.25	54.62	44.56	10.06	23.42
	4.N1PK1+B	1.35	53.11	42.63	10.48	18.64
	5.N2PK1+ B	1.36	53.45	43.22	10.23	19.26
	6.N3PK1+ B	1.33	53.32	42.65	10.67	17.68
	7.N2PK2+ B	1.35	53.17	43.25	9.92	18.89
	8.N2PK1- B	1.34	53.91	42.31	11.6	19.00

从表 6 可以看出, 两地的土壤容重均是施用有机肥的处理最小, 总孔隙度和水稳性团聚体最大, 而 1/2 有机肥和化肥+有机肥处理相近, 施用化肥的各处理间差异不大, 这说明有机肥可以改善土壤的物理性状, 提高土壤的透气保水保肥能力。

2.2 不同处理对土壤化学性质的影响

从表 7 可以看出, 化肥的施用导致了土壤 Ph 值下降, 而有机肥对土壤酸度的影响不大。施用有机肥可以提高土壤有机质含量, 而单纯施用化肥的会降低土壤有机质的含量, 冲积型水稻土

降幅最大的为 N2PK1 处理达到 10.42%；山原红壤降幅最大的为 N2PK1+B 处理达 15.38%。

对于冲积型水稻土试验地除 1/2 有机肥处理以外，各处理有效氮的含量均有所提高，而对于山原红壤试验地，各处理均有不同程度的提高。有效磷含量冲积型水稻土试验地最高为单施有机肥处理达到 30.6 毫克/公斤，各处理有效磷含量均超过基础土样，山原红壤试验地最高为单施有机肥处理 18.4 毫克/公斤 其余各处理也超过基础土样。两地有效钾各处理均超过基础土样，最高为单独施用有机肥处理。

表 7：不同肥料处理对土壤某些化学特性的影响：

土壤类型	处理	pH	有机质	有效氮	有效磷	有效钾
		%		毫克/公斤		
冲积性水稻土	基础土样	6.45	3.84	31.1	24.8	98.7
	1.化肥+有机肥	6.4	3.74	36.8	27.1	105.4
	2.有机肥	6.45	4.05	35.7	30.6	120.5
	3.1/2 有机肥	6.4	3.78	30.0	26.7	93.9
	4.N1PK1	6.25	3.61	33.6	26.5	109.3
	5.N2PK1	6.3	3.44	34.4	26.1	107.8
	6.N3PK1	6.25	3.48	33.9	26.9	103.2
	7.N2PK2	6.30	3.50	35.8	26.0	117.4
山原红壤	基础土样	4.55	1.30	24.25	12.7	67.05
	1.化肥+有机肥	4.6	1.25	29.3	16.1	67.2
	2.有机肥	4.5	1.49	27.8	18.4	78.5
	3.1/2 有机肥	4.50	1.38	24.2	15.3	69.0
	4.N1PK1+B	4.4	1.12	25.2	14.6	71.6
	5.N2PK1+B	4.5	1.10	27.9	14.7	72.7
	6.N3PK1+B	4.4	1.16	27.8	14.6	71.4
	7.N2PK2+B	4.3	1.17	27.2	14.7	71.2
	8. N2PK1-B	4.6	1.14	27.1	14.3	77.3

2.3 不同处理土壤微生物数量及差异

据表 8 分析，土壤微生物的全量、细菌、真菌、放线菌的含量均是单施有机肥处理最高，1/2 有

机肥处理次之,第三为化肥+有机肥处理,这说明有机肥对提高土壤微生物的活性有重要作用。冲积型水稻土和山原红壤各化肥处理间均有差异,趋势基本一致。

表8:不同处理土壤微生物数量及差异($\times 10^4$ 个/克干土)

土壤	处理	微生物数	细菌	真菌	放线菌
冲积 性水 稻土	1.化肥+有机肥	178.0	172.45	1.71	3.84
	2.有机肥	199.92	193.95	1.93	4.04
	3.1/2 有机肥	178.28	172.56	1.80	3.92
	4.N1PK1	168.27	164.87	1.41	1.99
	5.N2PK1	169.74	165.99	1.41	2.34
	6.N3PK1	158.8	155.23	1.49	2.08
	7.N2PK2	168.65	164.84	1.42	2.39
山原 红壤	1. 化肥+有机肥	111.09	107.89	0.95	2.25
	2.有机肥	125.9	120.03	1.25	4.62
	3.1/2 有机肥	113.4	109.09	1.19	3.12
	4.N1PK1+B	96.16	94.50	0.86	0.8
	5.N2PK1+B	97.7	96.01	0.81	0.88
	6.N3PK1+B	96.48	94.12	0.84	1.52
	7.N2PK2+B	96.79	94.11	0.82	1.86
	8.N2PK1-B	96.58	94.57	0.90	1.11

冲积型水稻土上 N2PK1 处理的微生物数最高, N3PK1 处理的微生物数最低;山原红壤上 N2PK1+B 处理的微生物数较其它处理高, N3PK1+B 处理的微生物数最低, N 说明合理的 N、P、K 配比对提高土壤微生物的活性有一定的作用。

2.4 不同处理对生菜中重金属含量的影响

蔬菜中重金属的含量与很多因素有关,从表9来看,对照 DB44/102.3-1999 标准(表10),检测的五种重金属含量都在正常的范围内,都未超出无公害蔬菜的生产标准。但除铅以外,施用有机肥处理的四种重金属含量都低于单施化肥和化肥+有机肥处理。因此,可以说在清洁无污染的土壤上适当的施用安全的肥料产品不会对生菜的重金属含量造成影响。

表9：不同处理对生菜中重金属含量的影响：

土壤类型	处理	Hg	Cd	Cr	As	Pb
		毫克/公斤				
冲积性水稻土	1.化肥+有机肥	0.004	0.004	0.007	0.005	0.002
	2.有机肥		0.001	0.002		0.003
	3.1/2 有机肥		0.001	0.001		0.002
	4.N1PK1	0.002	0.005	0.007	0.011	0.001
	5.N2PK1	0.002	0.004	0.008	0.013	0.002
	6.N3PK1	0.003	0.004	0.008	0.014	0.001
	7.N2PK2	0.002	0.005	0.007	0.009	0.002
山原红壤	1.化肥+有机肥	0.003	0.002	0.005	0.008	0.006
	2.有机肥		0.001	0.001		0.090
	3.1/2 有机肥		0.001			0.032
	4.N1PK1+B	0.003	0.002	0.005	0.011	0.001
	5.N2PK1+B	0.004	0.002	0.004	0.009	0.001
	6.N3PK1+B	0.004	0.002	0.003	0.007	0.002
	7.N2PK2+B	0.004	0.002	0.003	0.007	0.002
	8.N2PK1-B	0.002	0.002	0.003	0.008	0.004

表10：DB44/102.3-1999 蔬菜标准：

金属	Hg	Cd	Cr	As	Pb
	mg/kg				
含量	≤0.01	≤0.05	≤0.5	≤0.5	≤0.20

2.5 不同处理对生菜NO₃⁻含量和大肠杆菌数量的影响

表 11: 不同处理对生菜NO₃⁻含量和大肠杆菌数量的影响:

土壤类型	处理	NO ₃	大肠杆菌
		mg/kg	个/100mg
冲积性水稻土	1.化肥+有机肥	524.7	65
	2.有机肥	423.0	78
	3.1/2 有机肥	361.1	52
	4.N1PK1	631.6	24
	5.N2PK1	721.6	27
	6.N3PK1	1072.9	23
	7.N2PK2	776.8	30
山原红壤	1.化肥+有机肥	689.0	35
	2.有机肥	240.3	43
	3.1/2 有机肥	156.8	21
	4.N1PK1+B	512.8	11
	5.N2PK1+ B	612.3	13
	6.N3PK1+ B	822.5	16
	7.N2PK2+ B	587.5	10
	8. N2PK1- B	576.2	15

蔬菜中NO₃⁻的含量根据WHO/FAO的建议标准为 432mg/kg; 又中国农业科学院蔬菜研究所提出的蔬菜中硝酸盐积累程度标准一级 432 毫克/公斤允许生食; 二级 785mg/kg不宜生食盐渍和熟食; 三级 1440 毫克/公斤只能熟食; 四级 3100 毫克/公斤不能食用。从表 11 可以看出, 冲积性水稻土各处理均>432 毫克/公斤, 且N3 处理>785 毫克/公斤受到轻微污染; 山原红壤N3 处理>785 毫克/公斤, 受到轻微污染。但是两地各处理中, N3 处理NO₃⁻含量最高, 施用有机肥的处理NO₃⁻含量最低。由此可见施用有机肥对于控制生菜中NO₃⁻的含量有一定的作用。N肥的用量与NO₃⁻的含量呈正相关, 因此控制N肥用量可起到降低NO₃⁻含量的作用。此外, 冲积性水稻土各处理NO₃⁻含量与山原红壤各处理NO₃⁻含量的趋势一致。

对于蔬菜的生物污染我国目前还没有统一的评价和检测标准, 生物污染主要来源于不合格有机肥的施用和不合格的灌溉水。从表中的数据可以看出, 施用有机肥处理大肠杆菌的数量明显高于化肥处理和化肥+有机肥处理, 因此在生菜生产过程中须对有机肥进行无害化处理。

2.6 不同处理对生菜产量产值的影响

从表 12 看两地产量最高的处理均为化肥+有机肥的处理, 其次为单施有机肥处理, 最低为 1/2 有机肥处理。综合分析, 化肥+有机肥处理因为具有较高的 N、P、K 含量和合适的 N、P、K 配比而获得较高的产量, 1/2 有机肥处理有效养分的含量相对较低, 所以产量也较低; 对于施用化肥的各处理, 产量与施 N 量呈正相关, 而且提高施钾量可以提高生菜产量。在考虑到肥料的价格因素, 除去成本后的增值情况为化肥+有机肥>有机肥> N2PK2> N3PK1> N2PK1> N1PK1>1/2 有机肥。在缺硼的山原红壤上施硼后产量略高 2.15%。

表 12: 不同处理对生菜产量产值的影响:(元/亩)

	试验设计	产量(公斤/亩)	产值	成本	增值
冲 积 性 水 稻 土	1.化肥+有机肥	3238 a A	3886	120	3766
	2.有机肥	3167 a A	3800	200	3650
	3.1/2 有机肥	2548 d C	3058	100	2958
	4.N1PK1	2583 d C	3100	83	3017
	5.N2PK1	2752 c B	3302	95	3208
	6.N3PK1	2773 bc B	3328	106	3222
	7.N2PK2	2845 b B	3414	104	3310
F _{区组} =1.35 F _{处理} =17.80**					
山 原 红 壤	1.化肥+有机肥	2865 a A	3438	120	3319
	2.有机肥	2887 a A	3465	200	3265
	3.1/2 有机肥	2331 f D	2797	100	2697
	4.N1PK1+B	2368 ef d	2842	86	2755
	5.N2PK1+ B	2513 cd BC	3016	98	2918
	6.N3PK1+ B	2567 bc BC	3080	110	2970
	7.N2PK2+ B	2651 b B	3182	108	3074
	8. N2PK1- B	2460 de CD	2952	95	2857
	F _{区组} =0.917 F _{处理} =36.28**				
注; 尿素 1.1 元/公斤; DAP 1.42 元/公斤; KCl 1.45 元/公斤; B 2.0 元/公斤; O.M 0.06 元/公斤 生菜 1.2 元/公斤					

3. 讨论和结论

1)施用有机肥能改善土壤的物理化学特性和微生物活性,能获得较高产量,对生菜的品质没有负面的影响,不会造成蔬菜的品质污染,对环境的影响也不大。但相对于其它处理,单施有机肥处理的成本较高。此外,1/2 有机肥处理养分略显不足。土壤本身和施用少量的有机肥不能及时提供足够的营养,苗长势较弱,生菜结球率低,并且形成的商品菜结球小、松散,平均单球重只有0.4公斤,其单产也最低。

2)N肥用量过多会提高生菜的NO₃⁻含量,使生菜的品质下降。在不施有机肥和磷、钾肥施用量一定的情况下,结球西生菜的产量以氮肥高量的处理最高,N1 处理N素略显不足。在不施有机肥和氮、磷肥施用量一定的情况下,结球西生菜的产量以钾肥高量的处理最高,K肥可提高生菜的产量和产值。N₂PK₂处理相对其它化肥处理,苗情长势旺盛,结球率高,效益较好。这样的结果与结球西生菜的前期喜氮、中后期需大量钾的生长特性相适应。根据两组试验地的土样分析结果,山原红壤的有效B含量较低,呈现缺B现象,施用B肥的处理比不施的处理有一定的增产效果,

3)化肥+有机肥处理既施用了化肥又施用有机肥,有效养分较高,生菜产量高,扣除成本后仍有很高的产值。采用有机和无机肥料相结合,这种施肥方式与大田生产实际的增产效果相吻合。因此,在大田生产过程中,除了合理施用一定配比的氮、磷、钾化学肥料外,还提倡施用足量腐熟的有机肥,来提高作物的单产。

参考文献:

- [1] 周修冲,刘国坚, Sam Portch. 平衡施肥在广东“三高”农业中的应用. 广东农业科学, 1998,(1) 32—34
- [2] 陈智勇. 重庆近郊菜园土壤存在的问题及原因分析[J]. 土壤农化科技, 1989,(1) 8—14
- [3] 张夫道. 氮素营养研究中几个热点问题[J]. 植物营养与肥料学报. 1998, 4(4) 335
- [4] 戴亨林. 重庆蔬菜土壤肥力、施肥和硝酸盐含量现状与对策. 中国西南地区平衡施肥研究与进展. 2002, 92-96