

施用沼肥对青菜产量品质及土壤质量的影响

高红莉

(河南省科学院地理研究所, 郑州 450052)

摘要:沼肥含有作物生长所需的多种营养成分,在肥效上具有复合性、多效性。为揭示沼肥对青菜产量、品质以及土壤质量的影响,采用等养分原则和盆栽试验方法,研究不同施肥条件对青菜产量、硝酸盐含量、重金属元素含量以及土壤养分含量、重金属元素含量的影响,分析施用沼肥对提高蔬菜品质的作用。结果显示施用沼肥可以改善土壤环境,提高土壤肥力,明显提高作物产量和品质,减少土壤和作物硝酸盐含量,对土壤重金属元素含量没有显著影响,但是青菜镉、铅含量超出国家标准,因此应谨慎施用。

关键词:沼肥;土壤肥力;作物品质;土壤重金属含量

中图分类号:S141.4 文献标识码:A 文章编号:1672-2043(2010)增刊-0043-05

Effects of Biogas Fertilizer on Output and Quality of *Brassica chinensis* L. and Soil Quality

GAO Hong-li

(Institute of Geography, Academy of Sciences of Henan Province, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: Biogas fertilizer contains a variety of nutrient composition, is a complex, multi-effectiveness organic fertilizer. Using this paper researched the effects of biogas fertilizer on output, nitrate content, heavy metals contents of *Brassica chinensis* L., and the effects on soil nutrient and heavy metals contents, the results showed that biogas fertilizer improved soil chemical properties, soil fertility, as well as promoted the quantity and quality of *Brassica chinensis* L. products, decreased the nitrate content of soil and *Brassica chinensis* L., there was no obviously affection on heavy metals content of soil, but the contents of Pb and Cd in *Brassica chinensis* L. were beyond the national standard, it is necessary to used biogas fertilizer carefully.

Keywords: biogas fertilizer; soil fertility; crops quality; heavy metals in soil

沼肥是腐熟的速效肥,含有丰富的有机质、腐植酸、N、P、K等营养成分及氨基酸、维生素、酶、微量元素等生命活性物质,这些营养物质可利用率高,能迅速被作物吸收利用。国内外对沼肥养分物质含量、沼肥对作物产量影响的研究有很多^[1-10],有关沼肥重金属元素含量的研究也有相关报道^[11],但对沼肥中存在的重金属被作物吸收进入食物链的研究以及沼肥对土壤重金属含量影响的研究较少。随着人们对农产品质量的日益关注,沼气肥料中的重金属特别是毒性重金属的含量将成为评价其质量安全的重要指

标。为此,本文选取易于富集硝酸盐的叶菜类作物,分析沼渣和沼液对土壤、青菜硝酸盐积累以及对施肥土壤、作物重金属元素含量的影响,分析沼肥施用的优势,评价其施用安全性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

沼液、沼渣取自郑州天元生态农业示范园沼气池。青菜选用上海矮抗青。试验土壤取自天元菜园,所用容器为上口径15 cm的陶瓷花盆。

1.2 试验设计

试验设4个处理(表1),分别为无肥对照、化肥、沼液、沼渣,按照等养分原则施肥。化肥采用尿素、磷酸二氢钙和硫酸钾。

收稿日期:2009-08-13

作者简介:高红莉(1969—),女,河南新郑人,高级工程师,主要从事农业环境化学、食物链与食品安全研究。
E-mail: hong4800@yahoo.com.cn

表 1 不同处理施肥量

Table 1 Amounts of fertilizers applied in different treatments

处理	沼液/g · kg ⁻¹	沼渣/g · kg ⁻¹	尿素/g · kg ⁻¹	磷酸二氢钙/g · kg ⁻¹	硫酸钾/g · kg ⁻¹
沼液	161.5	0	0	0.32	0.17
沼渣	0	158.1	0	0.29	0.10
化肥	0	0	0.32	0.33	0.24
空白	0	0	0	0	0

每盆陶瓷花盆装土 2.0 kg,定苗 3 株,每组设 3 个重复。首先将各处理土样按试验设计分装入盆中,按照设计用肥量分别加入化肥、沼液、沼渣,然后浇水,将青菜种子撒入盆中。出芽后,每盆留三棵苗,每隔 5~10 d,在化肥组和沼液沼渣组进行相应追施肥,每 1~2 d 浇水,其他日常管理相同。

1.3 试验方法

试验前测定土壤、沼液、沼渣养分含量、重金属元素含量等(见表 2 和表 3)。试验结束后测定土壤养分(全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾)、硝酸盐、重金属元素含量等;青菜产量、硝酸盐、叶绿素、维生素、固含量、重金属元素含量等。

1.4 测定方法

土壤全氮用凯氏定氮法;土壤速效氮(硝态氮和氨态氮)用蒸馏法;土壤速效磷用碳酸氢钠提取-钼锑抗比色法;土壤全磷用浓硫酸-双氧水消化,钼锑

抗比色法;土壤速效钾用中性醋酸铵提取-ICPS 等离子发射光谱法;土壤全钾用浓硫酸-双氧水消化,ICPS 等离子发射光谱法;土壤及青菜金属元素用浓硫酸-双氧水消化,ICPS 等离子发射光谱法;青菜水分用重量法;青菜叶绿素用分光光度计法;青菜硝酸盐用水杨酸法;青菜维生素 C 用草酸浸提-2,6-二氯酚酚滴定法。

1.5 数据处理

试验数据用 Microsoft Excel 和 SPSS13.0 处理。

2 结果与讨论

2.1 试验材料成分分析

沼液中毒性重金属的平均含量为全砷>铬>镉>铅、汞,沼渣为全铬>砷>铅>镉>汞。除铅外沼液中毒性重金属均存在不同超标现象,并以砷较严重,沼渣的毒性重金属含量均在允许范围内,农用安

表 2 试验用土壤、沼液、沼渣养分

Table 2 Nutrients of the soil, biogas liquid, biogas sediment

处理	全氮/%	全磷/%	全钾/%	速效氮/mg · kg ⁻¹	速效磷/mg · kg ⁻¹	速效钾/mg · kg ⁻¹
土壤	0.114	0.122	0.893	90.44	41.11	888.28
沼液(鲜)	0.091	0.038	0.386	811.52	190.68	2 584.8
沼渣(鲜)	0.093	0.046	0.365	477.17	120.46	2 443.1
沼渣(干)	2.01	0.989	7.88	1.03	2 601.75	5.27
化肥	46.6	51.84	53.9			

表 3 土壤、沼液、沼渣重金属含量

Table 3 Heavy metal elements content of the soil, biogas liquid, biogas sediment

处理	镍/mg · kg ⁻¹	铜/mg · kg ⁻¹	锌/mg · kg ⁻¹	铬/mg · kg ⁻¹	镉/mg · g ⁻¹	铅/mg · kg ⁻¹
土壤	14.15	14.79	39.65	20.56	0.022	36.35
沼液(鲜)	0.009	2.38	1.11	-	0.000 4	0.132
沼渣(鲜)	0.185	1.48	4.01	0.021	0.001 5	0.456
沼渣(干)	3.99	32.06	86.54	0.447	0.008 6	9.85
农田灌溉水标准≤		1.0	2.0	0.1	0.005	0.5
农用污泥标准≤		250	500	600	5	300

全性高。检测结果显示:试验所用沼液毒性重金属的平均含量为全铅>镉>铬、砷、汞,沼渣为全铅>铬>镉>砷、汞,均不存在超标现象。

2.2 不同施肥处理的土壤养分含量

与对照和施用沼液、化肥相比,施用沼渣能够显著增加种植青菜的土壤全氮含量和速效氮含量。虽然青菜在生长过程中从土壤吸收氮元素,但与其他施肥组对比,施用沼渣的土壤氮元素含量水平明显较高。施肥土壤全磷、全钾、速效氮、速效磷含量均高于空白组;有效钾含量组间差别不显著。施用沼肥后土壤硝酸盐含量与空白组接近,而施用化肥的土壤硝酸盐含量明显高于空白组和沼肥组,说明沼肥可以降低土壤硝酸盐含量(见表 4)。

2.3 不同施肥处理土壤重金属元素含量变化

对不同施肥处理组土壤分析结果(表 5)显示,土壤的铜、锌、镍、镉、铅、铬 6 种重金属元素除铅外,其他几种元素含量均达到国家一级土壤环境控制标准,而铅元素含量也符合国家二级土壤环境控制标准,说明试验周期内施用沼肥对土壤重金属含量没有影响,

但是长期使用沼肥对土壤环境的影响有待进一步研究。

2.4 沼肥对青菜产量和品质的影响

通过对各施肥处理青菜产量和品质的分析(见表 6),发现施用沼液、沼渣和化肥的各处理与空白组相比,产量都有不同程度提高,其中增产最为显著的是沼液组,其次为沼渣和化肥,平均增产幅度分别为 100.76%、47.46% 和 45.36%,方差分析差异显著($P<0.05$)。表明施用沼液、沼渣增产效果较好。空白组青菜干物质含量最高,其次为沼液组和化肥组,沼渣组最低。

各个处理组的青菜叶绿素含量差别不明显;维生素含量差异显著,大小顺序为:沼液组、沼渣组高于化肥组,化肥组高于空白组;钙元素含量显示施肥组均高于空白组;沼渣组钾、镁元素含量显著高于其他 3 组;化肥组铁元素含量显著高于其他组;硝酸盐含量测定结果显示:施肥组高于空白组,最高为化肥组,其次为沼液组,沼渣组含量相对较低,与文献结果基本吻合,表明沼肥能有效降低蔬菜硝酸盐含量^[12]。

表 4 不同施肥处理的土壤养分含量(mean ± SD)
Table 4 Contents of soil nutrients under different fertilization treatments

处理	全氮/%	全磷/%	全钾/%	速效氮/mg·kg ⁻¹
化肥组	0.078 ± 0.011b	0.078 ± 0.005a	0.776 ± 0.017a	19.73 ± 1.45b
沼液组	0.089 ± 0.012b	0.070 ± 0.002ab	0.764 ± 0.028a	21.56 ± 1.07b
沼渣组	0.117 ± 0.021a	0.074 ± 0.007ab	0.758 ± 0.030a	31.30 ± 5.59a
空白组	0.082 ± 0.009b	0.066 ± 0.006b	0.636 ± 0.010b	19.34 ± 1.53b
处理	有效磷/mg·kg ⁻¹	有效钾/mg·kg ⁻¹	氨态氮/mg·kg ⁻¹	硝酸盐/mg·kg ⁻¹
化肥组	102.15 ± 10.50a	506.0 ± 2.26a	12.43 ± 0.70b	8.50 ± 1.73a
沼液组	93.14 ± 10.39a	503.0 ± 2.48a	16.45 ± 0.36b	5.58 ± 1.24b
沼渣组	88.62 ± 2.79a	504.8 ± 0.90a	25.56 ± 5.44a	5.74 ± 0.15b
空白组	40.29 ± 16.23b	505.1 ± 1.39a	14.74 ± 0.90b	5.94 ± 1.17b

注:同列数值间不同字母表明 Duncan's 多重比较差异显著($P<0.05$)。下表同。

表 5 不同施肥处理的土壤重金属元素含量(mean ± SD)
Table 5 Contents of soil heavy metal elements under different fertilization treatments

处理	镍/mg·kg ⁻¹	铜/mg·kg ⁻¹	锌/mg·kg ⁻¹	铬/mg·kg ⁻¹	镉/mg·kg ⁻¹	铅/mg·kg ⁻¹
化肥组	13.89 ± 0.21a	17.44 ± 1.32a	36.49 ± 2.98a	10.04 ± 0.45a	0.050 ± 0.007a	39.37 ± 13.38a
沼液组	13.64 ± 0.19a	16.89 ± 0.35a	34.43 ± 3.58a	8.70 ± 4.04a	0.047 ± 0.003a	38.20 ± 5.33a
沼渣组	13.90 ± 0.05a	17.630.51a	39.41 ± 2.66a	11.03 ± 4.10a	0.052 ± 0.001a	44.63 ± 7.42a
空白组	14.06 ± 0.35a	14.99 ± 0.27a	37.46 ± 3.55a	11.91 ± 2.43a	0.026 ± 0.005a	38.69 ± 7.03a
国标(一级)	40	35	100	90	0.2	35(二级 50)

表 6 不同施肥条件下青菜产量和品质

Table 6 Output and quantity of *Brassica chinensis* L. under different fertilization treatments

处理	产量/g·株 ⁻¹	增产/%	叶绿素/mg·kg ⁻¹	维生素/mg·kg ⁻¹	钾/%
化肥组	24.19±4.96ab	45.36	3551.6±423.3a	32.95±1.71b	0.28±0.04ab
沼液组	36.40±15.27ab	100.76	3489.2±116.5a	51.76±6.22a	0.27±0.005ab
沼渣组	33.41±3.59a	47.46	3937.6±524.9a	46.20±5.93a	0.32±0.02a
空白组	19.00±2.34b	—	3703.3±453.8a	14.35±1.67c	0.23±0.02b
处理	钙/%	镁/mg·kg ⁻¹	铁/mg·kg ⁻¹	硝酸盐/mg·kg ⁻¹	干物质/%
化肥组	0.110±0.016a	151.53±25.17b	48.76±11.40a	812.28±23.19a	5.52±0.59ab
沼液组	0.109±0.002a	145.34±8.24b	30.71±11.44b	772.25±15.94a	5.63±0.16ab
沼渣组	0.116±0.004a	143.96±14.72a	25.83±1.63b	719.49±112.54ab	4.72±0.46b
空白组	0.089±0.010b	126.25±14.43b	28.33±1.54b	534.82±185.61b	6.35±0.62a

硝酸还原酶是 NO₃⁻-N 进入植物体内的同化过程中的限速酶,其活力高低关系到 NO₃⁻-N 的同化水平及积累强度,钾作为酶的活化剂能促进植株内蛋白质和核蛋白合成,促进 NO₃⁻-N 快速转化成氨基酸的 NH₄⁺-N,磷是硝酸还原酶和亚硝酸还原酶中的元素,喷施钼、锰和稀土元素均能提高硝酸还原酶的活性,合理配施磷、钾肥、喷施钼、锰和稀土元素均能降低硝酸盐含量。沼渣和沼液中含有多种营养元

素和微量元素,利于达到氮、磷、钾的平衡,其中含有包括钼、锰在内的多种微量元素,利于提高硝酸还原酶的活性,所以与施用化肥相比,沼肥能有效降低硝酸盐的积累^[13-14]。

2.5 沼肥对青菜重金属元素含量的影响

试验结束后,把青菜烘干、粉碎后进行消化处理,然后用 ICPS-7500 对其重金属元素含量进行测定。结果见表 7。

表 7 不同施肥条件下青菜重金属元素含量

Table 7 Contents of heavy metal elements in *Brassica chinensis* L. under different fertilization treatments

处理	镍/mg·kg ⁻¹	铜/mg·kg ⁻¹	锌/mg·kg ⁻¹	铬/mg·kg ⁻¹	镉/mg·kg ⁻¹	铅/mg·kg ⁻¹
化肥组	0.21±0.02a	0.44±0.13a	3.46±0.20a	0.059±0.073a	0.02±0.007b	0.22±0.03a
沼液组	0.21±0.01a	0.12±0.06c	3.07±0.98a	0.020±0.007a	0.05±0.017ab	0.21±0.01a
沼渣组	0.24±0.03a	0.36±0.04ab	3.29±0.60a	0.076±0.028a	0.08±0.013a	0.18±0.02a
空白组	0.21±0.06a	0.20±0.16bc	2.68±1.12b	0.025±0.017a	0.08±0.036a	0.19±0.01a
国标		10		0.5	0.05	0.2

不同的施肥处理对青菜铬、锰、镍、铅的含量影响不显著;青菜镉元素含量为化肥处理组<沼液组<沼渣组和空白组;青菜铜元素含量为沼液组<沼渣组,空白组<化肥处理组;青菜锌元素含量为空白组<施肥组;不同的施肥条件对青菜锌元素含量影响不大;铬和铜含量所有处理组均不超过国家蔬菜标准;化肥和沼液组镉含量符合国标,沼渣组和空白组超标;铅元素含量沼渣、空白组不超标,沼液、化肥组稍微高于国标。

3 结论

施用沼肥能够显著增加种植青菜的土壤养分含量。施用沼渣土壤全氮和速效氮含量显著高于其他

施肥组,施沼肥土壤硝酸盐含量显著低于施化肥土壤。

增产最为显著的是施用沼液组,其次为沼渣和化肥。各个处理组的青菜维生素含量大小顺序为:沼液组、沼渣组高于化肥组,化肥组高于空白组。钾、钙元素含量显示施肥组均高于空白组。施用沼渣能显著提高青菜钾和镁元素含量,有效降低硝酸盐含量。

所有施肥处理的青菜铬和铜含量均未超过国家蔬菜标准,施用沼渣组青菜镉含量超标;施用沼液组、化肥组铅元素含量稍高于国标。

施用沼肥可以改善土壤环境,提高土壤肥力,明显提高作物产量和品质,减少土壤和作物硝酸盐含量,对土壤重金属元素含量没有显著影响,但是由于

青菜镉、铅含量超出国家蔬菜标准,需要对施肥量和施肥条件进行研究,应谨慎施用。

参考文献:

- [1] 吴群,张自立,曹顺. 贵池区沼气肥营养成分及应用效果[J]. 安徽农业科学,2007,35(31):9976-9977.
- [2] 武丽娟,刘荣厚,王远远. 沼气发酵原料及产物特性的分析——以四位一体北方能源生态模式为例[J]. 农机化研究,2007,7:183-186.
- [3] 孟庆国. 厌氧消化残留液中游离氨基酸含量的测定[J]. 氨基酸与生物资源,1996,18(3):34-36.
- [4] 苑瑞华. 沼气生态农业技术[M]. 北京:中国农业出版社,2004:10-154.
- [5] 孟庆国. 厌氧消化残留物再利用及其微量元素的测定[J]. 农业环境保护,1998,17(2):81-83.
- [6] 林婷,詹义清. 茶叶喷施沼液的增产效果[J]. 可再生能源,2004(2):48.
- [7] 陈锋,张顺仁,陈承福. 沼肥在葡萄上应用效果初报[J]. 中国沼气,2003,21(2):38-39.
- [8] 陶世洪. 沼肥对早熟蜜柑土壤肥力及产量品质的影响[J]. 广西农业科学,2005,36(4):344-346.
- [9] 宇晓峰. 沼液无土栽培无公害生产试验[J]. 中国沼气,2004,22(2):38-39.
- [10] 郝鲜俊,洪坚平,高文俊. 沼液沼渣对温室迷你黄瓜品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2007,5:40-43.
- [11] 钟攀,李泽碧,李清荣,等. 重庆沼气肥养分物质和重金属状况研究[J]. 农业环境科学学报,2007,26(增刊):165-171.
- [12] 史雅娟,杨林书,李国学. 发酵残余物对减少叶菜硝酸盐积累的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2002,10(4):58-61.
- [13] 高祖明,张耀栋,张道勇,等. 氮磷钾对叶菜硝态氮积累和硝酸还原酶/过氧化物酶活性的影响[J]. 园艺学报,1989,16(4):293-297.
- [14] 陈振德. 某些内部和外部因子对蔬菜中硝酸盐含量的影响[J]. 华北农学报,1988,3(2):110-115.