

畜禽粪堆肥与化肥对叶类蔬菜产量与品质的影响

张发宝,徐培智,唐拴虎,陈建生,谢开治,黄旭

(广东省农业科学院土壤肥料研究所/广东省养分资源循环利用与耕地保育重点实验室,广州 510640)

摘要:通过田间试验研究了不同畜禽粪便堆肥与化肥对菜心和甘蓝2种叶类蔬菜产量及品质的影响。结果表明,以等施氮量计算施肥量,鸡粪堆肥、猪粪堆肥和牛粪堆肥3种堆肥处理之间产量差异均不显著,3种堆肥处理的产量均低于单施化肥处理;3种堆肥分别与化肥配合施用比单施堆肥有明显的增产效果,但与单施化肥比较产量差异不显著。单独施用堆肥的菜心和甘蓝的可溶性糖、维生素C的含量显著高于单施化肥处理,一般也高于堆肥配施化肥处理,其硝酸盐含量则显著低于单施化肥处理和堆肥配施化肥的处理。表明畜禽粪堆肥作为基肥施用对改善叶菜品质有显著效果,然而在施用堆肥的基础上配施化肥,叶类蔬菜硝酸盐含量降低幅度不大。

关键词:畜禽粪堆肥;菜心;结球甘蓝;产量;品质

中图分类号:S141.4 **文献标识码:**A

Effects of Chemical Fertilizer and Composts Produced from Chicken, Swine and Cattle Manures on Yields and Quality of Leaf Vegetables

Zhang Fabao, Xu Peizhi, Tang Shuanhu, Chen Jiansheng, Xie Kaizhi, Huang Xu

(Soil and Fertilizer Institute, GAAS/Guangdong Key Laboratory of Nutrient Cycling and

Farmland Conservation, Guangzhou 510640)

Abstract: Field trials were conducted to evaluate the effects of composts from feedstocks, chicken, swine and cattle manures on the yields and quality of Chinese flowering cabbage and cabbage. Study results showed that: (1) these composts applied at the same nitrogen rates did not result in significant differences in the yields of Chinese flowering cabbage and cabbage, but lower yields were observed when compared to the same nitrogen application rates of chemical fertilizer; (2) composts applied in combination with chemical fertilizer resulted in higher yields, but no significant differences were seen when compared to chemical fertilizer; (3) in general, applications of composts resulted in higher leaf concentrations of ascorbic acid (Vc) and soluble sugar, but lower leaf $\text{NO}_3 - \text{N}$ concentrations, compared to application of chemical fertilizer, and composts in combination with chemical fertilizer. The results of this study indicates that basal applications of composts could significantly improve the quality of Chinese flowering cabbage and cabbage, but no significant effects were observed in reducing nitrate contents when composts were applied in combination with chemical nitrogen fertilizer.

Key words: composted products, Chinese flowering cabbage, cabbage, yield, quality

近年中国畜牧业迅速发展的同时也产生了大量畜禽废弃物,对生态环境形成了巨大的压力。畜禽粪便富含有机质和一定量的氮、磷、钾等养分,是中国最主要的有机肥资源之一^[1]。与传统养殖不同,现代集约化养殖禽

畜粪的物质组分及含量已经发生了很大的变化^[2,3]。未经处理的畜禽粪便不仅体积大、含水量高、养分浓度低,而且恶臭、施用不便。因此畜禽粪便不宜直接施用,须经过无害化处理,主要技术途径是通过对这些废弃物资源进

基金项目:广东省农业科技计划项目(2006A20302001):农业固体废弃物快速堆肥及高效生物有机肥研究与示范。

第一作者简介:张发宝,男,1965年9月出生,硕士,副研究员,主要从事废弃物农用资源化和土壤肥料方面的研究工作。通信地址:510640广州市天河区五山路广东省农科院土肥所, Tel: 020-38468460, E-mail: fabaozhang@163.com。

收稿日期:2008-06-02, 修回日期:2008-07-01。

行高温堆肥处理,以实现畜禽粪便的无害化、减量化和资源化利用^[4]。近年来中国堆肥产品作为商品有机肥产业发展迅速,商品有机肥也被广泛应用于蔬菜生产,由于原料和生产工艺的差异,各种商品有机肥的营养含量及其释放过程有显著差异^[5,6]。中国的蔬菜生产素有注重施用有机肥的传统与习惯,由于蔬菜生产中有机肥施用的目的主要是培肥地力,较少定量有机肥的营养供应对施肥推荐的贡献^[7]。笔者试图通过田间试验,研究以不同畜禽粪便为主要原料生产的堆肥(商品有机肥)与化肥配施对叶类蔬菜产量及品质的影响,旨在为蔬菜生产中堆肥的安全合理使用提供一些依据。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

采用田间试验的方法,试验时间于2006年9月—2007年5月,试验地点于广东省农业科学院土壤肥料

研究所五山试验基地。

1.2 供试堆肥与试验地土壤

在广东省3家有机肥厂进行畜禽废弃物高温堆肥生产。其中1家以鸡粪为主料(简称鸡粪堆肥);1家以猪粪为主料(简称猪粪堆肥);1家以乳牛粪为主料(简称牛粪堆肥)。畜禽养殖废弃物均来源于当地中小型养殖场,生产工艺均采用好氧堆肥工艺,产品质量标准执行有机肥标准(NY525-2002)。堆肥方法:将畜禽粪和少量蘑菇渣、泥炭等有机废弃物按一定重量比混合进行条垛高温堆肥发酵,一次发酵时间为15d,二次发酵(陈化)时间为20d。后经粉碎、过筛制成粉状堆肥成品(商品有机肥)。3种堆肥的营养含量见表1。供试土壤为赤红壤,质地粘壤土。试验前茬作物为水稻,起畦前采土样分析,土壤的基本理化性状见表2。土壤测试结果提示供试土壤肥力中等。

表1 不同畜禽粪便堆肥的营养含量

堆肥种类	pH	有机质/%	全N/%	全P ₂ O ₅ /%	全K ₂ O/%
鸡粪堆肥	5.7	42.0	3.07	2.08	1.73
猪粪堆肥	5.9	42.3	2.62	1.79	1.86
牛粪堆肥	6.3	39.5	1.80	1.04	1.75

表2 供试土壤基本农化性状

试验地	pH	有机质 /(g·kg ⁻¹)	铵态氮 /(mg·kg ⁻¹)	硝态氮 /(mg·kg ⁻¹)	速效磷 /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 /(mg·kg ⁻¹)	速效钙 /(mg·kg ⁻¹)	速效镁 /(mg·kg ⁻¹)	速效硫 /(mg·kg ⁻¹)
菜心	7.0	21.8	6.17	6.67	66.4	76.7	1254	71.3	41.8
甘蓝	6.0	20.7	8.75	8.08	64.2	64.7	1135	61.3	33.3

1.3 试验方案

试验共设8个处理:①不施肥(CK1);②氮磷钾化肥(CK2);③鸡粪堆肥;④猪粪堆肥;⑤牛粪堆肥;⑥鸡粪堆肥+化肥;⑦猪粪堆肥+化肥;⑧牛粪堆肥+化肥。每处理重复3次,小区面积10m²,随机区组排列。供试作物有结球甘蓝(即椰菜,品种京丰三号)和菜心(由该院蔬菜研究所提供)共2种叶菜类蔬菜。处理②氮磷钾化肥施用量:菜心N 180kg/hm²,P₂O₅ 90kg/hm²,K₂O 150kg/hm²,结球甘蓝N 225kg/hm²,P₂O₅ 120kg/hm²,K₂O 225kg/hm²。所用化肥为尿素、磷酸二铵和氯化钾,磷肥、钾肥和50%氮肥作基肥施入,余下50%氮肥分4次作追肥施用。处理③~⑤的3种堆肥均作基肥一次施用,施用量以处理(2)所施用的纯氮量为标准,根据不同堆肥的全氮养分含量进行换算。处理⑥、⑦、⑧的氮磷钾养分施用量与处理②相同,其中堆肥和化肥中的氮各占50%,磷钾养分用化肥予以调整,磷肥、钾肥均作基肥施入,余下氮肥分4次作追肥施用。试验共进行2茬。

1.4 蔬菜品质分析测定方法

在收获期各小区随机取商品蔬菜10棵,调查单棵重,随后进行品质分析^[6],维生素C采用2,6-二氯靛酚滴定法测定,水溶性糖采用蒽酮比色法测定,硝酸盐含量采用GB/T15401-1994。

2 结果与讨论

2.1 不同畜禽粪堆肥与化肥对叶类蔬菜产量的影响

从表3可看出,在菜心试验中,第2茬产量明显低于第1茬,这是由于第2茬正处于冬季低温阴冷气候条件。无肥处理第2茬的产量比第1茬减少72.5%,表明连续2茬不施肥,菜心产量明显降低。在等施氮量条件下,3种堆肥处理之间产量差异不显著,单施化肥处理的产量均高于3种堆肥处理,差异达极显著,单施化肥处理比堆肥处理第1茬增产11.3%~16.3%,第2茬增产25.7%~38.5%。3种堆肥配施化肥的处理与单施化肥处理比较,产量差异不显著。3种堆肥与化肥配施均比单施堆肥处理增产效果显著,鸡粪堆肥与化肥配施比单施鸡粪堆肥增产

表 3 不同施肥处理对菜心和甘蓝产量的有效

处理	菜心/(t·hm ⁻²)		甘蓝/(t·hm ⁻²)	
	第1茬	第2茬	第1茬	第2茬
不施肥(CK1)	15.01dD	4.13eC	18.40cC	7.087eD
化肥(CK2)	25.73bAB	18.51aA	57.55aA	40.68aA
鸡粪堆肥	22.62cC	13.36dB	36.89bB	25.12dC
猪粪堆肥	22.12cC	14.73cB	36.79bB	26.64dBC
牛粪堆肥	23.12cBC	13.59cdB	36.51bB	30.86cB
1/2 鸡粪堆肥+1/2 化肥	26.74abA	17.81abA	53.53aA	36.26bA
1/2 猪粪堆肥+1/2 化肥	26.33abA	18.76aA	55.42aA	36.30bA
1/2 牛粪堆肥+1/2 化肥	27.86aA	17.04bA	52.90aA	39.23abA

注:表中同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著,大写字母不同者表示差异极显著。

18.2%~33.3%,猪粪堆肥与化肥配施比单施猪粪堆肥增产 19.0%~27.4%,牛粪堆肥与化肥配施比单施牛粪堆肥增产 20.5%~25.4%。

在甘蓝试验中,第2茬(春植)产量同样明显低于第1茬(秋植)。在等施氮量条件下,2茬试验均以单施化肥处理的产量最高。在等施氮量条件下,3种堆肥处理之间产量差异不显著,单施化肥处理的产量均高于3种堆肥处理,差异达极显著,单施化肥处理比堆肥处理第1茬平均增产 56.7%,第2茬平均增产 47.7%。3种堆肥配施化肥的处理与单施化肥处理比较,产量差异均不显著。3种堆肥与化肥配施均比单施堆肥处理增产效果显著,堆肥配施化肥处理第1茬平均产量 53.95t/hm²,比单施堆肥处理(平均产量 36.73t/hm²)平均增产 46.9%,第2茬堆肥配施化肥处理平均产量 37.26t/hm²,比单施堆肥处理(平均产量 27.54t/hm²)平均增产 35.3%。

腐熟堆肥(有机肥)施入农田,在微生物的作用下经历分解和合成的过程,即矿质化和腐殖化过程。已有研究表明,多数有机肥的氮养分释放缓慢,持续时间较长^[5,6]。试验结果表明,在等氮条件下,单施化肥比单施堆肥增产效果明显,增施化肥仍然是提高蔬菜产量最有效的措施。对于生长期较短的作物如菜心(从播种至

收获 40~60d),单独施用腐熟堆肥(有机肥)也可取得一定的产量,堆肥配施化肥可进一步提高产量。对于生长期较长的作物如甘蓝(从播种至收获 100~110d),单独施用腐熟堆肥增产效果有限,表现出后期供肥不足,生产上必须强调增施化肥或有机肥配施化肥才能进一步提高产量。

2.2 不同畜禽粪堆肥与化肥对叶类蔬菜品质的影响

菜心试验结果(表4),无肥处理的维生素C和可溶性糖含量一般高于施肥处理,而硝酸盐含量明显低于其他施肥处理。单施堆肥处理的维生素C、可溶性糖含量均高于单施化肥处理,单施堆肥处理比单施化肥处理(CK2)维生素C提高 14.6%~25.5%,可溶性糖含量提高 34.69%~83.9%,从第2茬的分析结果看,这两者提高的幅度明显大于第1茬。堆肥与化肥配施处理的维生素C和可溶性糖含量一般低于单施堆肥处理而高于单施化肥处理。单施化肥处理的硝酸盐含量则明显高于单施堆肥处理,第1茬菜心单施化肥处理比单施堆肥硝酸盐含量增加 42.0%~108.0%,第2茬增加 62.9%~76.5%。与单施化肥处理比较,3种堆肥中牛粪堆肥硝酸盐含量最低,这与牛粪堆肥原料组成有关。堆肥与化肥配施处理的硝酸盐含量一般高于单施堆肥处理而低于单施化肥处理。

表 4 不同施肥处理对菜心品质的影响

处理	维生素 C/(mg·kg ⁻¹)		可溶性糖/(g·kg ⁻¹)		NO ₃ ⁻ 含量/(mg·kg ⁻¹)	
	第1茬	第2茬	第1茬	第2茬	第1茬	第2茬
不施肥(CK1)	662.5	663.8	7.18	6.42	1116	1045
化肥(CK2)	587.3	336.4	4.15	1.86	3314	4490
鸡粪堆肥	673.4	422.2	5.83	3.42	2333	2729
猪粪堆肥	686.5	391.4	5.59	3.22	2155	2756
牛粪堆肥	725.0	396.5	5.68	3.34	1593	2544
1/2 鸡粪堆肥+1/2 化肥	588.6	407.5	4.91	2.62	2951	3782
1/2 猪粪堆肥+1/2 化肥	624.2	384.6	4.72	2.89	3000	4043
1/2 牛粪堆肥+1/2 化肥	604.6	384.8	4.28	2.58	2651	4051

表5 不同施肥处理对甘蓝品质的影响

处理	维生素 C/(mg·kg ⁻¹)		可溶性糖/(g·kg ⁻¹)		NO ₃ ⁻ 含量/(mg·kg ⁻¹)	
	第1茬	第2茬	第1茬	第2茬	第1茬	第2茬
不施肥(CK1)	328.3	383.0	24.69	17.39	299.8	353.5
化肥(CK2)	312.6	295.5	21.10	17.06	687.9	721.7
鸡粪堆肥	344.0	300.8	21.93	20.44	400.0	334.3
猪粪堆肥	326.1	315.1	22.71	20.29	485.4	355.5
牛粪堆肥	325.6	311.4	22.61	19.36	385.1	334.6
1/2 鸡粪堆肥+1/2 化肥	272.9	289.1	20.18	17.65	679.8	604.9
1/2 猪粪堆肥+1/2 化肥	290.3	290.3	19.73	17.03	623.6	611.7
1/2 牛粪堆肥+1/2 化肥	288.4	297.0	19.23	17.45	623.0	616.2

甘蓝试验也表现出相似的结果(表5)。甘蓝维生素C和硝酸盐含量一般低于菜心,而可溶性糖含量明显高于菜心。单施堆肥处理维生素C和可溶性糖含量一般高于化肥处理,而单施化肥处理与堆肥配施化肥处理差异不明显。甘蓝硝酸盐含量:堆肥处理<堆肥+化肥处理<化肥处理,单施堆肥处理的硝酸盐含量比单施化肥处理降低41.9%~53.7%,堆肥配施化肥处理比单施化肥处理降低41.9%~53.7%。

上述品质分析结果表明,单独施用腐熟堆肥,叶类蔬菜(菜心和甘蓝)的可溶性糖、维生素C的含量显著高于单施化肥处理,一般也高于堆肥配施化肥处理;单独施用腐熟堆肥处理的NO₃⁻含量则显著低于单施化肥处理和堆肥配施化肥的处理。说明施用化肥提高了蔬菜硝酸盐的含量,而施用堆肥则可降低硝酸盐的含量。表明肥料中氮形态对蔬菜中的硝酸盐含量影响较大,施用腐熟堆肥减少蔬菜硝酸盐积累的原因与肥料中的氮的形态和养分释放过程有关^[5,6]。许多研究结果表明,有机肥中的氮主要是有机氮,施入土壤后经微生物逐渐分解成速效养分后才能被蔬菜吸收利用,可供作物吸收的硝态氮的量不多,单独施用或与其它化肥适量配合施用可以明显降低蔬菜硝酸盐含量^[8-10]。该试验结果再次证明施用腐熟堆肥(有机肥)比单施化肥可明显减少蔬菜的硝酸盐含量,然而在施用堆肥的基础上配施化肥,蔬菜硝酸盐含量依然较高,比单施化肥处理降低幅度不大。

3 结论

3.1 畜禽粪经好氧堆肥处理后应用于蔬菜生产,在等施氮量条件下,鸡粪堆肥、猪粪堆肥和牛粪堆肥3种堆肥处理的产量均低于单施化肥处理,而3种堆肥处理之间产量差异不显著。3种堆肥与化肥配合施用比单施堆肥有明显的增产效果,但与单施化肥比较产量差异不显著。施用化肥仍然是提高蔬菜产量直接而有效

的措施,单施堆肥难以使蔬菜获得高产,特别是生长期较长得作物如甘蓝等。由于堆肥中的养分含量较低,要取得与常规化肥处理一样的产量水平必须大幅度提高堆肥施用量。

3.2 腐熟畜禽粪堆肥作为基肥施用对改善叶菜品质有显著效果。单独施用堆肥叶类蔬菜(菜心和甘蓝)的可溶性糖、维生素C的含量显著高于单施化肥处理,一般也高于堆肥配施化肥处理;单独施用堆肥处理的硝酸盐含量则显著低于单施化肥处理和堆肥配施化肥的处理。然而在施用堆肥的基础上配施化肥,蔬菜硝酸盐含量降低幅度不大。因此,在以化肥为主体的作物施肥体系中,堆肥的作用除改良土壤外更多表现在改善作物品质上。

参考文献

- [1] 黄鸿翔,李书田,李向林,等.我国有机肥的现状与发展前景分析[J].土壤肥料,2006(1):3-8.
- [2] 刘荣乐,李书田,王秀斌,等.我国商品有机肥料和有机废弃物中重金属的含量状况与分析[J].农业环境科学学报,2000,17(1):6-8.
- [3] 张树清,张夫道,刘秀梅,等.规模化养殖畜禽粪主要有毒成分测定分析研究[J].植物营养与肥料学报,2005,11(6):822-829.
- [4] 李吉进,郝晋民,邹国元,等.畜禽粪便高温堆肥及工厂化生产研究进展[J].中国农业科技导报,2004,6(3):50-63.
- [5] 巨晓棠,边秀举,刘学军,等.旱地土壤氮素矿化参数与氮素形态关系[J].植物营养与肥料学报,2000,6(3):251-259.
- [6] 白优爱,巨晓棠,陈清,等.商品有机肥及蔬菜残体在菜地土壤中的氮素矿化研究[J].中国农业科技导报,2003,5(2):45-49.
- [7] 陈清,张富锁.蔬菜养分资源综合管理理论与实践[M].中国农业大学出版社,2007:4-90.
- [8] 秦鱼生,涂仕华,冯文强,等.有机无机肥料对蔬菜产量和硝酸盐累积的影响[J].植物营养与肥料学报,2005,11(5):670-674.
- [9] 高祖明,张耀栋,张道勇,等.氮磷钾对叶菜硝酸盐积累和硝酸还原酶、过氧化物酶活性的影响[J].园艺学报,1980,16(4):294.
- [10] 沈中泉,郭云桃,袁家富.有机肥对改善品质的作用及机理[J].植物营养与肥料学报,1995,1(2):54-60.