沼液施用量对新植甘蔗产量·品质及土壤理化性状的影响

石治华¹, 杨晓天¹, 庄海燕¹, 庞盛堃¹, 俸祥仁^{2,3*}, 姜源明⁴, 赵武⁴, 刘伟⁴ (1. 广西壮族自治区武宣种畜场, 广西来宾 545905; 2. 广西南宁强微农牧科技有限公司, 广西南宁 530001; 3. 广西壮族自治区百朋种畜场, 广西柳州 541502; 4. 广西壮族自治区兽医研究所, 广西南宁 530001)

摘要 [目的]探讨沼液施用量对甘蔗生长、产量及品质的影响,为畜禽养殖废物的资源化利用提供科学依据。[方法]以甘蔗品种台糖119号为材料,以施用复合肥为对照,施用沼液肥替代总施肥养分量的100%、50%、25%为试验组进行田间试验。测定各处理土壤pH、有机质含量、甘蔗生长、产量和含糖量,分析各组的经济效益。[结果]3个处理的土壤有机质含量分别比对照提高了13.20%、10.15%和3.01%,pH比对照分别提升了0.34、0.29、0.08;新植甘蔗的出苗率分别比对照高15.1%、14.9%、7.7%,株高与对照相当,新植甘蔗的有效茎数比对照增加了20.6%、14.3%、2.2%;但茎径和单茎重低于对照;理论产糖量的增产率比对照分别达7.9%、9.8%和0.3%;销售收入比对照分别增加5314.5、5665.5、432.0元/hm²。综合生长、产量和田间锤度,施用占养分总量50%的处理产量、理论产糖量最高,经济效益较显著。[结论]复合肥配合施用沼液有利于甘蔗的生长、产量及品质的提高,沼液代替复合肥养分的最佳施用量为50%。

关键词 沼液;甘蔗;产量;品质;土壤理化性状

中图分类号 S566.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)02-0029-03

Effects of Biogas Slurry Doses on the Yield, Quality and Soil Physicochemical Properties of New-planting Sugarcane

SHI Zhi-hua¹, YANG Xiao-tian¹, ZHUANG Hai-yan¹, FENG Xiang-ren^{2,3*} et al (1. Wuxuan Pedigree Station of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Laibin, Guangxi 545905; 2. Guangxi Nanning Qiangwei Agriculture and Animal Husbandry Science and Technology Co., Ltd., Nanning, Guangxi 530001; 3. Baipeng Pedigree Station of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi 541502)

Abstract [Objective] To discuss the effects of biogas slurry doses on the growth, yield and quality of new-planting sugarcane, and to provide scientific references for the resource utilization of the waste of livestock and poultry breeding. [Method] With Taitang 119 as the material, and the application of special compound fertilizer as the control, field test was carried out using biogas slurry to take the place of 100%, 50% and 25% total fertilizer. The soil pH, organic matter content, sugarcane growth, yield and sugar content were detected in each treatment. The economic benefits of each group were analyzed. [Result] Compared with the control, soil organic contents in three treatments enhanced by 13.20%, 10.15% and 3.01%; pH increased by 0.34, 0.29, 0.08. The seedling emergence rate of new-planting sugarcane enhanced by 15.1%, 14.9% and 7.7%. However, plant heights of the three treatments were similar with that of control. The effective stem number of new-planting sugarcane increased by 20.6%, 14.3% and 2.2%, but stem diameter and single-stem weight were poorer than those of the control. The increasing rates of theoretical sugar yield enhanced by 7.9%, 9.8% and 0.3%; and sales revenues increased by 5314.5, 5665.5 and 432.0 yuan/hm². Considering the growth, yield and field brix, treatment of 50% biogas slurry had the highest yield and theoretical sugar yield, and relatively significant economic benefit. [Conclusion] Combined application of compound fertilizer and biogas slurry is helpful to the improvement of growth, yield and quality of sugarcane. And the optimal dose was replacing 50% compound fertilizer by biogas slurry.

Key words Biogas slurry; Sugarcane; Yield; Quality; Soil physicochemical properties

甘蔗是广西种植面积最大的经济作物,近年来广西甘蔗种植面积维持在100万hm²左右,约占广西总耕地面积的20%^[1],每年需施用大量肥料以满足甘蔗的生产需求。沼液是畜禽粪便和农作物秸秆等有机废弃物厌氧发酵产沼气后的残留液,是一种优质的有机肥料,含有机质36%~49%,腐殖酸10.1%~24.6%,粗蛋白5%~9%,全氮0.4%~0.6%,磷0.65%,钾0.6%~1.2%^[2]。虽然沼液作为优质、高效的无公害有机肥料已应用于多种作物的生产中^[3-4],但沼渣沼液的处理还存在着许多问题^[5-6],特别是沼气池连续排放数量巨大的沼液,远远超过作物季节性施肥消纳能力,有大量的沼液无法及时农用,这给环境保护带来了巨大压力。因

此,探索、研究沼液在甘蔗高产栽培上的应用,进一步加强沼液利用技术的研究和推广对消纳畜禽养殖粪污和促进甘蔗生产具有重要意义。

甘蔗是主要糖料作物,其生长周期较长,消耗养分较多^[7]。然而,我国肥料资源短缺,挖掘、利用有机废弃物资源是满足甘蔗生产需求的有效途径。在甘蔗生产中,与施同等含量的复合肥相比,施用沼肥能显著提高产量^[8]。沼液含丰富的氮、磷、钾等营养元素和钙、铜、铁、锌、锰等微量营养元素。因此,将沼液肥作为有机肥料使用,是实现生态养殖废弃物资源化利用的有效途径。目前,广西甘蔗生产中有机肥施用偏少的问题较为突出,而沼液肥在甘蔗上的应用也鲜有报道。笔者采用不同量的沼液替代化肥施用,研究其对新植甘蔗生长、产量及品质的影响,旨在为畜禽养殖废物(沼液)在甘蔗上的应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试甘蔗品种为台糖119号。供试沼液由广西壮族自治区武宣种畜场提供,试验用的沼液取自正常发酵产气使用180d以上的沼气池,沼液从沼气池水压间底部取出澄清后使用,供试沼液、土壤的养分含量见表1。

复合肥为在当地甘蔗生产中使用最多的撒可富牌复合

基金项目 广西科学研究与技术开发计划项目(桂科转14125006-16);广西水产畜牧科技推广应用项目(桂渔牧科201633049);南宁市科学研究与技术开发计划项目(20152309);来宾市科学研究与技术开发计划项目(来科产152914);来宾市科学研究与技术开发计划项目(来科产152708)。

作者简介 石治华(1965—),男,侗族,广西龙胜人,畜牧师,从事畜牧兽医新产品、新技术研究与推广工作。*通讯作者,瑶族,高级兽医师,从事畜牧兽医技术与推广工作。

收稿日期 2016-11-25

肥,其总养分含量 $\geq 51\%$ 、总氮含量 $\geq 17\%$ 、有效磷含量 $\geq 17\%$ 、有效钾含量 $\geq 17\%$ 。

1.2 试验设计 试验于2016年2月在广西壮族自治区武宣种畜场进行。2016年2月26日种植甘蔗,行距100 cm,密度9.9万芽/hm²。试验按不同沼液施用量设3个处理:处理1为施肥沼液30.0万L/(hm²·a),施肥方法为50%为基肥,25%为追肥,25%为壮尾肥。处理2为施肥沼液15.0万

L/(hm²·a),复合肥50 kg,施肥方法为50%为基肥,50%复合肥和25%沼液肥为追肥,25%沼液肥为壮尾肥。处理3为施肥沼液7.5万L/(hm²·a),复合肥75 kg,施肥方法为50%为基肥,50%复合肥和25%沼液肥为追肥,25%沼液肥为壮尾肥。对照(CK)为常规施肥复合肥1500 kg/(hm²·a),其中50%作为基肥,50%作为追肥。

表1 供试沼液和土壤的营养含量

Table 1 Nutrient content of biogas slurry and soil

项目 Item	pH	有机质 Organic matter//%	全氮 Total N g/kg	全磷 Total P g/kg	全钾 Total K g/kg	速效氮 Rapidly available N mg/kg	速效磷 Rapidly available P mg/kg	速效钾 Rapidly available K mg/kg
沼液 Biogas slurry	7.35	0.06	1.176	0.110	0.750	56.80	423.70	210.28
土壤 Soil	6.30	19.64	2.350	—	—	182.37	52.89	130.11

1.3 测定项目及方法 种植后34 d观测苗数,计算出苗率。种植105和135 d后观测株高,计算伸长速率。种植295 d后田间砍收,各组随机取4行,纵向砍收15 m,面积60 m²,采用现场称重方法测定甘蔗产量;各处理随机选取样株20株,现场连续测量株高、茎粗、田间锤度。甘蔗收获后采集土壤样品,测定其有机质含量。

1.4 统计分析 采用Excel 2010进行试验数据整理,DPS进行方差分析,Duncan's法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 沼液施用量对甘蔗生长和产量的影响 由表2可知,种植34 d后,各处理的甘蔗出苗率分别比对照高15.1%、14.9%、7.7%,且差异显著($P < 0.05$),各处理的株高与对照

相当,差异不显著($P > 0.05$)。随着沼液施用量的增加,各处理甘蔗的有效茎数显著增加,处理1、2比对照分别增加了20.6%、14.3%,差异显著($P < 0.05$),处理3比对照增加了2.2%,差异不显著($P > 0.05$)。结果表明,施用沼液有利于提高新植甘蔗的出苗和有效茎。

种植295 d后,处理1、2的株高有增加的趋势,但差异不显著($P > 0.05$);茎径和单茎重比对照低,但差异不显著($P > 0.05$);蔗茎产量分别比对照提高了11.45%、12.21%,差异不显著($P > 0.05$);处理3新植甘蔗的株高、茎径、单茎重均低于对照,但差异不显著($P > 0.05$)。处理3新植甘蔗的产量最高,略高于对照。结果表明,适量的沼液施用有利于提高新植甘蔗的产量。

表2 沼液施用量对甘蔗生长、产量和品质的影响

Table 2 Effects of biogas slurry doses on the growth, yield and quality of sugarcane

处理 Treatment	出苗率 Seedling emergence rate//%	伸长速率 Elongation rate//cm/m	有效茎数 Effective stem number//条/hm ²	株高 Plant height cm	茎径 Stem diameter cm
CK	66.67 ± 2.53 a	78.11 ± 3.40 a	65 250 ± 597 a	334.7 ± 4.7 a	2.90 ± 0.59 a
1	76.76 ± 1.21 b	75.85 ± 6.00 a	78 705 ± 365 b	350.2 ± 4.9 a	2.40 ± 0.77 a
2	76.65 ± 1.87 c	75.26 ± 5.00 a	76 611 ± 740 c	338.9 ± 6.7 a	2.50 ± 0.50 a
3	71.82 ± 2.10 d	74.09 ± 7.20 a	66 705 ± 586 a	327.8 ± 8.1 a	2.70 ± 0.54 a

处理 Treatment	单茎重 Single-stem weight//kg	产量 Yield t/hm ²	田间锤度 Field brix %	产糖量 Sugar yield t/hm ²
CK	1.58 ± 0.55 a	103.09 ± 0.67 a	19.10 ± 0.23 a	19.69 ± 0.27 a
1	1.46 ± 0.48 a	114.90 ± 0.52 a	18.50 ± 0.14 a	21.25 ± 0.21 a
2	1.51 ± 0.34 a	115.68 ± 0.79 a	18.70 ± 0.20 a	21.63 ± 0.24 a
3	1.56 ± 0.24 a	104.05 ± 0.69 a	19.00 ± 0.23 a	19.76 ± 0.31 a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences ($P < 0.05$)

2.2 沼液对甘蔗含糖量和产糖量的影响 由表2可知,各处理的蔗茎田间锤度分别比对照降低了3.14%、2.09%和0.52%。将蔗茎产量与蔗茎田间锤度相乘得到理论产糖量,结果显示各处理的理论产糖量分别比对照增加了1.56、1.94和0.07 t/hm²,增产率分别达7.9%、9.8%和0.3%,但差异

不显著($P > 0.05$)。处理2的甘蔗含糖量居中,但产糖量最高,与其他处理差异不显著($P > 0.05$)。结果表明,施用沼液对新植甘蔗蔗茎含糖量有一定的影响。

2.3 沼液对土壤理化性状的影响 由表3可知,各处理pH比对照分别提升了0.34、0.29、0.08,表明土壤pH呈逐渐上

升趋势,但差异不显著($P>0.05$),说明施用沼液肥能提升土壤 pH,从而有效防止土壤酸化。各处理的土壤有机质含量分别比对照提高了 13.20%、10.15% 和 3.01%,但差异不显

著($P>0.05$)。试验结果表明,施用沼液肥能提升土壤 pH,增加土壤有机质含量,改善土壤理化性状。

表 3 沼液施用量对土壤理化性状的影响

Table 3 Effects of biogas slurry doses on the soil physicochemical properties

处理 Treatment	pH	有机质 Organic matter %	全氮 Total N g/kg	速效氮 Rapidly available N mg/kg	速效磷 Rapidly available P mg/kg	速效钾 Rapidly available K mg/kg
CK	6.76 a	20.87 a	2.38 a	175.8 a	54.86 a	89.78 a
1	7.10 a	23.63 a	2.53 a	224.6 b	57.53 a	140.36 b
2	7.05 a	22.99 a	2.46 a	217.4 c	56.87 a	136.59 c
3	6.84 a	21.50 a	2.40 a	197.7 a	55.42 a	118.47 d

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences ($P<0.05$)

2.4 施用沼液的经济效益分析 由表 4 可知,各处理肥料投入成本比对照分别减少 1 167.6、645.1、495.0 元/hm²,但差异不显著($P>0.05$)。同时,由于施用沼液后,甘蔗的产量增加,各处理销售甘蔗的收入也相应增加。各处理销售收入比对照分别增加 5 314.5、5 665.5、432.0 元/hm²,但差异不显著($P>0.05$)。各处理中,处理 2 效果最明显,但与其他处理间差异不显著($P>0.05$)。试验结果表明,施用沼液肥可提高新植甘蔗的经济效益。

表 4 沼液施用量对新植甘蔗经济效益的影响

Table 4 Effects of biogas slurry doses on the economic benefit of new-planting sugarcane

组别 Treatment	肥料投入成本 Fertilizer input cost 元/hm ²	毛收入 Gross income 元/hm ²	毛利润 Gross profit 元/hm ²
CK	4 956.2	46 390.5	41 434.3
1	3 788.6	51 705.0	47 916.4
2	4 311.1	52 056.0	47 744.9
3	4 461.2	46 822.5	42 361.3

3 结论与讨论

沼液的成分复杂,含有丰富的氮、磷、钾等营养元素和钙、铜、铁、锌、锰等微量营养元素,以及氨基酸、B 族维生素、水解酶、腐植酸、植物激素等生物活性物质。施用一定比例的沼液有利于提高土壤肥力,改善土壤理化性状。该试验结果表明,不同比例沼液替代复合肥的施用可提高土壤 pH,防止土壤酸板结,施用沼液可提高土壤各养分含量;由于化肥养分含量高,施入土壤后会导致局部土壤溶液浓度增高,产生抑制作用,影响种子发芽出苗^[9-10],沼液部分替代化肥施用具有一定的养分“稀释”作用,显著提高甘蔗的出苗率,显著增加成熟期甘蔗的有效茎数,为产量的提高奠定了基础,这与赖建萍等^[8]的研究结果相似。含糖量是评价甘蔗品质的重要指标,某种养分供应过多或过少都会影响作物的生长

发育,改变作物的代谢方向,促进或抑制作物体内某些养分的形成和转化,从而影响作物品质^[11]。该研究结果也表明,随着沼液施用比例的提高,蔗茎蔗糖含量下降,这可能与沼液含水量多有一定关系,但不会影响到甘蔗品质。

沼液配施复合肥料用于甘蔗能显著提高经济效益。一方面,施用沼液的成本低,沼液配施复合肥料可节省肥料投入成本。另一方面,施用沼液后甘蔗的产量显著提高,蔗茎销售收入也显著增加。该研究结果表明,施用 25%~100% 的沼液后,甘蔗生产的经济效益比仅施用复合肥料高 927.0~6 482.1 元/hm²。

该研究结果表明,施用占总施肥养分量 50% 的沼液后,甘蔗的出苗率、有效茎数、株高、茎粗均较对照显著提高,而其蔗茎产量、产糖量均高于 25% 和 100% 处理;经济效益方面,施用 50% 沼液与施用 100% 沼液相当。因此,沼液代替复合肥料养分的最佳施用量为 50%。

参考文献

- [1] 段维兴. 广西蔗糖产业发展现状及对策[J]. 中国糖料, 2016, 38(1): 65-72.
- [2] 柳玉乐. 沼渣沼液不同施用量对马铃薯产量影响[J]. 宁夏农林科技, 2016, 57(3): 52-54.
- [3] WEILAND P. Anaerobic waste digestion in Germany-status and recent developments[J]. Biodegradation, 2000, 11(6): 415-421.
- [4] 杨敬华. 沼渣、沼液在茄子无土栽培中的应用研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2013.
- [5] 刘丽雪, 陈海涛, 韩永俊. 沼渣物理特性及沼渣纤维化学成分测定与分析[J]. 农业工程学报, 2010, 26(7): 277-280.
- [6] BORZACCONI L, LÓPEZ I, LI NAS, M et al. Application of anaerobic digestion to the treatment of agro industrial effluents in Latin America[J]. Water Sci Technol, 1995, 32(12): 105-111.
- [7] 敖俊华, 黄振瑞, 李奇伟, 等. 湛江蔗区甘蔗测土配方施肥[J]. 中国糖料, 2009(3): 36-38.
- [8] 赖建萍, 莫远昆. 沼肥种植甘蔗效果初报[J]. 耕作与栽培, 2009(4): 36, 40.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [10] 王生录, 兰晓泉, 李大祥. 化肥品种、用量及施肥方式对旱地春小麦出苗成穗及产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 1989(4): 25-27.
- [11] 徐福乐, 纵明, 杨峰, 等. 生物有机肥的肥效及作用机理[J]. 耕作与栽培, 2005(6): 8-9.