

沼液在西兰花·冰糖橙·香蕉种植中的应用效果

李杰男^{1,3}, 王德林², 代媛¹, 史珊¹, 陈学礼¹, 徐锐^{1,3*} (1. 云南师范大学能源与环境科学学院, 云南昆明 650500; 2. 云南省玉溪市新平县农业局, 云南玉溪 653400; 3. 云南省昆明盘龙区沁源生态研究所, 云南昆明 650000)

摘要 [目的]研究沼液在农业生产中的应用效果。[方法]以复合肥和普通农家肥为对照, 设不同浓度的沼液处理。采用不同浓度沼液对西兰花、冰糖橙、香蕉3种作物进行追肥, 通过田间试验, 分别测定西兰花、冰糖橙、香蕉的产量、Vc含量和含糖量。[结果]用沼液进行追肥, 可以增加西兰花、香蕉、冰糖橙的产量和Vc含量, 增产率最高分别达111.90%、100.80%、132.40%, Vc含量的增加率最高分别达45.33%、33.13%、14.13%; 香蕉和冰糖橙的还原糖含量增加率最高分别达407.56%和18.07%; 沼液对3种作物的含糖量也有一定的影响, 其中西兰花含糖量随沼液浓度的增大而减少, 还原糖含量最大降幅达10.15%, 总糖含量最大降幅达37.13%。[结论]综合分析, 沼液在作物种植中有较大的推广应用价值。

关键词 沼液; 产量; Vc; 含糖量

中图分类号 S14 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)23-103-03

Application Effect of Biogas Slurry in Planting of Broccoli, Sweet Orange and Banana

LI Jie-nan^{1,3}, WANG De-lin², DAI Yuan¹, XU Rui^{1,3*} et al (1. School of Energy and Environment Science, Yunnan Normal University, Kunming, Yunnan 650500; 2. Xiping Agricultural Bureau, Yuxi, Yunnan 653400; 3. Panlong Qinyuan Ecological Institute, Kunming, Yunnan 650500)

Abstract [Objective] To study the application effect of biogas slurry in agricultural production. [Method] Compound fertilizer and common farm manure were compared with different concentrations of biogas slurry. Different concentrations of biogas slurry were applied in planting of broccoli, sweet orange and banana, and the yield, vitamin C and sugar content of the three kinds of crops were analyzed through field test. [Result] The yield and vitamin C content of broccoli, sweet orange and banana were increased by the application of biogas slurry, and the highest increasing rate of the yield was up to 111.9%, 100.8%, and 132.4% respectively, while the highest increasing rate of vitamin C content reached 45.33%, 33.13%, and 14.13% respectively. The reducing sugar content of banana and sweet orange were also improved, and the increasing rate was up to 407.56% and 18.07% respectively. Sugar content of the three kinds of crops was also influenced by the application of biogas slurry. The sugar content of broccoli decreased with the increase of biogas slurry concentration, and the biggest drop of reducing sugar and total sugar content reached 10.15% and 37.13% respectively. [Conclusion] Biogas slurry has great popularization and application value in planting of crops.

Key words Biogas slurry; Yield; Vitamin C; Sugar content

近年来,随着我国农村地区的经济发展,环境问题日趋严重。研究表明^[1-3],化肥农药的不合理施用、动物粪便及尸体的非科学处理、生活垃圾和污水的随意排放是造成农村环境污染的主要原因。农村沼气工程建设不仅为村民提供生活燃能——沼气,还可以“消化”农村人畜粪便、稻草秸秆、有机废弃物等^[4-6],而且经沼气池厌氧发酵的沼肥可为农业种植提供绿色有机肥、生物农药^[7],实现变废为宝。沼肥富含营养物质,其中有机质含量36.0%~49.0%,腐植酸10.1%~24.6%,粗蛋白5.0%~9.0%。此外,沼肥中含有Ca、Fe、Mn、Zn、Cu等10余种微量元素及各种氨基酸、赤霉素、生长素、水解酶、B族维生素及抗菌等活性物质^[8-10]。沼肥中丰富的营养物质易被农作物吸收,促进作物生长,同时含有多种生物活性物质,可增强农作物抗病虫害能力^[11],提高作物产量和品质,减少化肥和农药的使用,降低药物残留量。此外,沼肥在提高土壤肥力和抗病能力的同时,还能增加土壤有机质、腐植酸含量,使土壤疏松不板结,从而有效改善土壤结构^[12-13]。总之,沼肥作为一种优质的有机肥资源,也是理想的无公害肥料,在农村地区具有显著的经济效益、社会效益和生态效益^[14-16]。笔者以云南省玉溪市新平县漠

沙镇为试验地,选择西兰花、冰糖橙及香蕉为研究对象,通过使用不同浓度的沼液进行追肥,分别考察3种作物的产量、Vc含量和含糖量,研究沼肥在农业种植上的应用价值,以期发展为农村“牧业-能源-农业”的生态循环模式提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点 西兰花试验地选择在云南省玉溪市新平县城街道他拉社区,试验地土壤为红壤土。冰糖橙和香蕉试验地选择在玉溪市新平县漠沙镇曼勒社区,试验地土壤为燥红土。

1.2 试验材料 供试作物:西兰花(品种为“强悍”),香蕉(巴西蕉),2年树龄冰糖橙(云南橙)。

沼肥:取自漠沙镇龙河社区那引小组使用多年的沼气池,发酵原料主要为人类粪和猪粪。其中,沼渣含水量为56.40%;有机质含量为58.50%(以干基计);全氮(N)2.28%;有效磷(P_2O_5)2.66%;速效钾(K_2O)1.40%;沼液pH7.11;有机质0.29%;全氮(N)0.06%;有效磷(P_2O_5)0.02%;速效钾(K_2O)0.06%;铅(Pb)0.42 mg/kg。

对照肥:复合肥(N:P:K=15:15:15;产自玉溪化肥厂),腐熟的普通农家肥。

1.3 试验设计 3种作物均设5个处理,每个处理根据种植面积分为若干个相同的区。处理方法见表1。

基金项目 国家自然科学基金项目(41561108)。

作者简介 李杰男(1989-),男,云南楚雄人,硕士研究生,研究方向:生物质能与环境工程。*通讯作者,副教授,博士,硕士生导师,从事生物质能与环境工程研究。

收稿日期 2016-06-29

表1 试验处理方法

Table 1 Experimental treatments

处理 Treatment	沼液与肥料施用方法 Quantity of biogas slurry and fertilizer applied	施用方法 Application method
①(CK)	300 kg/hm ² 复合肥和 15 000 kg/hm ² 普通农家肥做基肥	1 次性施用
②	22 500 kg/hm ² 沼液 + 22 500 kg/hm ² 水稀释	3 次追施
③	30 000 kg/hm ² 沼液 + 15 000 kg/hm ² 水稀释	3 次追施
④	37 500 kg/hm ² 沼液 + 7 500 kg/hm ² 水稀释	3 次追施
⑤	45 000 kg/hm ² 沼液	3 次追施

1.4 田间管理 西兰花: 种植面积 10 m², 植株间距 40 cm × 40 cm, 植株移栽后在其生长期用沼液追肥 3 次(移栽后 10、20、40 d), 并适时进行田间除草和浇水, 在 70 d 开始采收测产。

香蕉: 从香蕉生长期至成熟期追施沼液 3 次(每次间隔 90 d), 每次用量为处理总量的 1/3, 挂果 120 d 后采收测产。

冰糖橙: 从冰糖橙初果期至成熟期追施沼液 3 次(每次

间隔 50 d), 挂果 170 d 后采收测产。

1.5 测定项目与方法

1.5.1 产量。 每处理随机抽取 3 个试验区, 采摘全部果实并称取质量, 计算产量及增产率。

1.5.2 Vc 含量。 每处理随机抽取 3 个样品, 采用 2,6-二氯酚靛酚钠溶液滴定法^[17]测定 Vc 含量。

1.5.3 含糖量(还原糖及总糖)。 每处理随机抽取 3 个样品, 采用蒽酮比色法^[18]测定还原糖及总糖含量。

2 结果与分析

2.1 沼肥对西兰花、冰糖橙、香蕉产量的影响 由表 2 可知, 用沼液对西兰花进行追肥可以提高其产量, 且产量随着沼液浓度的增加而提高, 与 CK 相比, 处理⑤的产量最高, 增产率达 111.9%, 说明沼液对西兰花植株的生长有明显的促进作用; 用沼液对冰糖橙和香蕉进行追肥可以提高其产量, 但产量与沼液浓度无明显的函数关系; 与 CK 相比, 处理③的香蕉产量最高, 增产率达 100.8%, 处理④的冰糖橙产量最高, 增产率达 132.4%。

表2 不同浓度沼液对西兰花、冰糖橙、香蕉产量的影响

Table 2 Effects of different concentrations of biogas slurry on the yield of broccoli, sweet orange and banana

处理 Treatment	西兰花 Broccoli			香蕉 Banana			冰糖橙 Sweet orange		
	产量 Yield//kg/hm ²	增产率 Increasing rate//%	位次 Order	产量 Yield//kg/hm ²	增产率 Increasing rate//%	位次 Order	产量 Yield//kg/hm ²	增产率 Increasing rate//%	位次 Order
①(CK)	9 838.5		5	21 775.5		5	6 400.5		5
②	12 072.0	22.7	4	30 702.0	40.9	3	11 496.0	79.6	3
③	14 173.5	44.1	3	43 698.0	100.8	1	10 143.0	58.5	4
④	16 474.5	67.5	2	29 181.0	34.0	4	14 877.0	132.4	1
⑤	20 844.0	111.9	1	38 499.0	76.8	2	11 979.0	87.2	2

2.2 沼肥对西兰花、冰糖橙、香蕉 Vc 含量的影响 由表 3 可知, 沼液可提高西兰花的 Vc 含量, 且 Vc 含量随着沼液浓度的增加而增加, 以处理⑤的 Vc 含量最高, 达 206.95 mg/100 g, 比 CK 增加了 45.33%; 用沼液对冰糖橙和香蕉进

行追肥在一定程度上可提高 Vc 含量, 但其含量与沼液浓度无明显的函数关系; 处理⑤的香蕉 Vc 含量最高, 可达 26.32 mg/100 g, 比 CK 增加了 33.13%, 处理②的冰糖橙 Vc 含量最高, 达 52.50 mg/100 g, 比 CK 增加了 14.13%。

表3 不同浓度沼液对西兰花、冰糖橙、香蕉 Vc 含量的影响

Table 3 Effects of different concentrations of biogas slurry on vitamin C content in the three kinds of crops in broccoli, sweet orange and banana

处理 Treatment	西兰花 Broccoli			香蕉 Banana			冰糖橙 Sweet orange		
	含量 Content mg/100 g	比 CK 增减 Changing rate//%	位次 Order	含量 Content mg/100 g	比 CK 增减 Changing rate//%	位次 Order	含量 Content mg/100 g	比 CK 增减 Changing rate//%	位次 Order
①(CK)	142.40		5	19.77		4	46.00		4
②	143.51	0.78	4	20.38	3.09	3	52.50	14.13	1
③	149.40	4.91	3	20.70	4.70	2	44.10	-4.13	5
④	182.22	27.96	2	19.56	-1.06	5	51.10	11.09	2
⑤	206.95	45.33	1	26.32	33.13	1	48.80	6.09	3

2.3 沼肥对西兰花、冰糖橙、香蕉还原糖含量的影响 由表 4 可知, 用沼液追肥可以提高冰糖橙和香蕉的还原糖含量, 其中, 处理②的香蕉还原糖含量最高, 达 17.46%, 比 CK 增加了 407.56%; 处理④的冰糖橙还原糖含量最高, 达 74.75%, 比 CK 增加了 18.07%。但是香蕉的还原糖含量随着沼液浓度的增加而降低, 而冰糖橙还原糖含量与沼液浓度无明显的函数关系; 用沼液追肥的西兰花还原糖含量均低于 CK, 且随沼液浓度的增加而降低, 与 CK 相比最大降幅达 -10.15%。

2.4 沼肥对西兰花、冰糖橙、香蕉总糖含量的影响 由表 5 可知, 用沼液追肥对 3 种作物总糖含量都有一定的影响, 但是总糖含量与沼液浓度无明显的函数关系。处理③的西兰花总糖含量最高, 达 40.28%, 与 CK 相比, 处理④的西兰花总糖含量降幅最大, 达 37.13%, 处理②的香蕉总糖含量最高, 达 26.12%, 但是处理②的冰糖橙总糖含量最低, 与 CK 相比, 降幅最大, 达 -15.63%。

表 4 不同浓度沼液对西兰花、冰糖橙、香蕉还原糖含量的影响

Table 4 Effects of different concentrations of biogas slurry on reducing sugar content in broccoli, sweet orange and banana

处理 Treatment	西兰花 Broccoli			香蕉 Banana			冰糖橙 Sweet orange		
	平均含量 Content//%	比 CK 增减 Changing rate//%	位次 Order	平均含量 Content//%	比 CK 增减 Changing rate//%	位次 Order	平均含量 Content//%	比 CK 增减 Changing rate//%	位次 Order
①(CK)	25.33		1	3.44		5	63.31		5
②	25.15	-0.71	2	17.46	407.56	1	65.37	3.25	4
③	24.50	-3.28	3	10.31	199.71	2	66.03	4.30	3
④	23.94	-5.49	4	7.65	122.38	3	74.75	18.07	1
⑤	22.76	-10.15	5	6.68	94.19	4	66.34	4.79	2

表 5 不同浓度沼液对西兰花、冰糖橙、香蕉总糖含量的影响

Table 5 Effects of different concentrations of biogas slurry on total sugar content in broccoli, sweet orange and banana

处理 Treatment	西兰花 Broccoli			香蕉 Banana			冰糖橙 Sweet orange		
	含量 Content	比 CK 增减 Changing rate//%	位次 Order	含量 Content	比 CK 增减 Changing rate//%	位次 Order	含量 Content	比 CK 增减 Changing rate//%	位次 Order
①(CK)	39.62		2	26.05		3	68.38		4
②	33.35	-15.83	3	26.12	0.27	1	57.69	-15.63	5
③	40.28	1.67	1	26.09	0.15	2	72.56	6.11	1
④	24.91	-37.13	5	25.49	-2.15	5	68.65	0.39	3
⑤	25.89	-34.65	4	25.99	-0.23	4	70.78	3.51	2

3 结论与讨论

(1) 该研究结果表明,沼液追肥可以提高西兰花、香蕉、冰糖橙的产量,增产率最高分别达 111.9%、100.8%、132.4%,沼液富含植物所需的有机质、无机盐、激素及抑菌素等,能够改善土壤结构,对病虫害的防治也有一定作用,因此对作物生长及增收有显著的影响。

(2) 沼液对作物维生素、还原糖、总糖 3 种基本营养成分的含量有一定影响,用沼液追肥可以提高西兰花的 Vc 含量,且 Vc 含量随着沼液浓度的增加而增加。用沼液追肥可以提高冰糖橙和香蕉的还原糖含量,但是香蕉的还原糖含量也随着沼液浓度的增加而降低。用沼液追肥对 3 种作物总糖含量都有一定的促进作用,但是总糖含量与沼液浓度无明显的函数关系。

(3) 在农村作物种植中合理利用沼液,不仅可以提高作物产量和品质,还能有效缓解农村由于农药化肥滥用及人畜粪便随意排放造成的环境污染,同时又能改善土壤结构。因此,将农村沼气工程建设和农业、养殖业结合,不仅解决了农村能源问题,还能降低农民对传统农药化肥的依赖,减轻农民的负担,改善农村环境污染问题,具有良好的能源、经济、生态效益,对于推动我国农村可持续发展具有重要意义。

参考文献

- [1] 孔宪琴. 农村能源开发利用和生态改善探讨[J]. 现代园艺, 2015(3): 110-111.
- [2] 杨林章, 冯彦房, 施卫明, 等. 我国农业面源污染治理技术研究进展

- [J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(1): 96-101.
- [3] 徐洪斌, 吕锡武, 李先宁, 等. 太湖流域农村生活污水污染现状调查研究[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(S2): 375-378.
- [4] 林代炎, 叶美锋, 吴飞龙, 等. 规模化养猪场粪污循环利用技术集成与模式构建研究[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(2): 386-391.
- [5] PANIEHNUMSIN P, NOPHARATANA A, AHRING B, et al. Production of methane by co-digestion of cassava pulp with various concentrations of pig manure[J]. Biomass bioenergy, 2010, 34: 1117-1124.
- [6] WU X, YAO W Y, ZHU J, et al. Biogas and CH₄ productivity by co-digesting swine manure with three crop residues as an external carbon source[J]. Bioresource technology, 2010, 101: 4042-4047.
- [7] 徐锐, 吴迪, 杨松, 等. 紫茎泽兰发酵液对甘蓝蚜的防治效果及对天敌的影响[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(16): 71-73.
- [8] 黄惠珠. 沼液营养成分与污染物分析研究[J]. 福建农业学报, 2010, 25(1): 86-89.
- [9] 张无敌. 沼气发酵残留物利用基础[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2002.
- [10] 张无敌, 尹芳, 李建昌, 等. 沼液对土壤有机质含量和肥效的影响[J]. 可再生能源, 2008, 26(6): 45-47.
- [11] 付雅丽, 师建华, 齐连芬, 等. 沼液肥在设施蔬菜生产中的应用[J]. 中国园艺文摘, 2015(3): 168-169.
- [12] 王富全, 孙家宾, 赵永康, 等. 沼液还田对小麦和油菜产量、品质及土壤改良的影响[J]. 中国沼气, 2015, 33(6): 98-101.
- [13] 董园园, 赖清云. 沼液施用对土壤理化性状及小麦产量的影响[J]. 上海农业科技, 2015(5): 127-128.
- [14] 高青梅. 浅谈沼液在山地生态蔬菜种植中的应用[J]. 南方农业, 2015(30): 24-25.
- [15] 杜奇石, 曾军, 庞浩, 等. 现代化沼气产业在解决农村生态、环境、能源中的地位[J]. 中国西部科技, 2015, 14(5): 117-118, 80.
- [16] 熊江花, 程友飞, 范隰, 等. 沼液在无公害水生蔬菜栽培中应用前景[J]. 江西科学, 2015, 33(3): 370-374.
- [17] 张冬梅, 汪振立, 罗六保, 等. 对新鲜作物中维生素 C 的测定结果影响因素研究[J]. 江西化工, 2010(1): 73-76.
- [18] 李文砚, 韦伟章, 孔方南, 等. 萘酚法测定木奶果果实中可溶性糖含量的研究[J]. 中国园艺文摘, 2015(12): 7-8.

科技论文写作规范——文内标题

文章内标题力求简短,一般不超过 30 字,标题内尽量不用标点符号。标题顶格书写,文内标题层次不宜过多,一般为 3~4 级,分别以 1;1.1;1.1.1;1.1.1.1 方式表示。