

醋糟厌氧发酵生产苗木花卉专用肥初步研究

董光华¹, 贺香云¹, 程太生¹, 王学府¹, 曹旭²

(1. 晋中职业技术学院, 山西 晋中 030600; 2. 晋中市宏艺园林绿化工程有限公司, 山西 晋中 030600)

摘要:为促进醋糟厌氧发酵生产的苗木花卉专用肥的推广应用, 在大田条件下, 比较了其与普通秸秆沼肥的营养成分, 并选取花草、小型树木对二者的肥效及病虫害防治等进行对比, 同时进行城市用绿化土壤改良试验。结果表明: 醋糟厌氧发酵生产苗木花卉专用肥的养分比普通沼肥明显增加, 对植物肥效作用达显著或极显著水平; 醋糟沼肥肥效与病虫害防治作用不亚于普通沼肥; 醋糟沼肥改良土壤作用明显, 施入2个月后土壤基本接近耕作土壤, 熟化时间大大缩短。

关键词:醋糟利用; 厌氧发酵; 肥效; 土壤改良

中图分类号: S144

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2013)07-0037-05

醋糟是酿醋业最大的副产品, 由于醋糟营养成分低(粗蛋白仅13%左右), 粗纤维含量高(高达24%), 偏酸(pH4~5), 醋糟已成为酿醋业最大的污染源。山西省是酿醋大省, 醋糟资源极为丰富, 开发探讨醋糟的资源化、无害化利用方式, 提高醋糟的综合利用水平和处理技术, 成为解决环境污染问题, 发展循环经济, 实现醋业走向产业化发展道路的重要途径。EM菌种具有解钾、解磷和固氮的功能^[1-2], 与有机质、无机营养结合不

仅可以调节植物根系土壤微生物的生态环境, 还可以增加土壤中有益微生物的种群和数量。能促进植物生根、出苗和壮苗, 提高植物的抗逆性, 表现出抗病、抗旱、抗倒伏的作用。腐秆剂富含分解纤维素、半纤维素、木质素和其它生物有机物质的微生物群^[3], 能快速腐解秸秆等有机废物, 除臭, 使之变成优质专用肥。因此, 该研究在沼渣中加入市售EM菌和腐秆剂, 比较了其制成的肥料与普通(秸秆)沼肥营养成分的差异, 并且探讨了该肥在花卉、树木及生土改良上的应用效果, 为其大面积推广应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

醋糟(怀仁醋厂)、百益宝EM液(河南郑州百

收稿日期: 2013-01-10

基金项目: 山西省2011年高等学校科技研究开发资助项目(2011 1141)

第一作者简介: 董光华(1962-), 男, 山西省平遥县人, 硕士, 教授, 从事应用化学教学及研究。E-mail: dgh605@yahoo.com.cn。

Effect of Plant Density and Nitrogen Fertilizer Dosage on Agronomic Characters and Yield of Spring Maize

ZHAO Yang^{1,2}, YANG De-guang¹, QIAN Chun-rong², WANG Jun-he², SHI Xiao-lu², XU Xiao-bo³

(1. College of Agronomy, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030;
2. Crop Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to clarify the optimal application level of nitrogen and plant density in the growth process of spring maize in Heilongjiang province. The effects on the yield of maize and agronomic traits with different plant density and nitrogen fertilizer application were analyzed by a split-plot experiment. The results showed that the Max LAI and yield significantly increase with the increase of density. Increasing nitrogen fertilizer rate for maize could increase effective the Max LAI and yield, the highest yield was achieved at planting density of 90 000 plant·hm⁻² and nitrogen fertilizer 225 kg·hm⁻².

Key words: maize; N fertilizer; yield; agronomic traits

益宝生物技术有限公司生产)、秸秆腐化剂(北京神农采禾生物科技有限公司生产)、菌根真菌粉(上海弘升发展有限公司生产)、胶质芽孢杆菌 SX-4(山西省农业科学院土壤肥料研究所提供);选择宿根花卉景天和小型树木果桑作为试材。

1.2 方法

1.2.1 醋糟厌氧发酵 发酵前,在醋糟中加入5%的石灰水调 pH 至 6.8~7.6 后,再加入3%的河南郑州百益宝生物技术有限公司生产的百益宝 EM 液和 2%的北京神农采禾生物科技有限公司生产(市售)的秸秆腐化剂,在 34℃ 条件下,按常规进行厌氧发酵 35 d^[1]。将醋糟沼渣液与醋糟沼渣分离。用松果壳作过滤剂将取出的上清液灌入过滤罐中进行自然过滤,松果壳可以吸附渣液重金属离子^[4]。醋糟沼液过滤后可作为液肥施用或进行进一步研制。醋糟沼渣风干用于配制醋糟沼渣的固肥制品。根据山西石灰性碱性土壤特性,在醋糟沼渣中加入 1.5%由上海弘升发展有限公司生产的菌根真菌粉^[5]和 2.0%的山西省农业科学院土壤肥料研究所提供的胶质芽孢杆菌 SX-4^[6]配置醋糟沼渣固体肥。

1.2.2 普通(秸秆)沼肥和醋糟沼渣肥的营养成分比较 测定两种沼肥的氮磷钾等含量。有效氮含量测定采用全自动定氮仪,依据 NY/T14-1990;有机质的测定采用重铬酸钾-油浴法方法,依据 NY/T1121.6-2006、NY 525-2002;速效钾和缓效钾采用 NaOH 熔融-火焰光度法,依据 NY/T 889-2004;铬、镉、铅测定采用原子吸收分光光度法,依据 GB/T 23349-2009;砷测定采用甲酸银分光光度法测定,依据 GB/T 23349-2009;汞的测定采用氢化物发生-原子吸收分光光度法,依据 GB/T 23349-2009。

1.2.3 醋糟沼渣苗木花卉专用肥的肥效试验 选择具有代表性的草花与树种,与普通沼渣对照,观察记载叶色与生育状况,通过统计分析确定醋糟沼渣专用肥最佳投入量与施肥次数。

(1)对宿根花卉景天的试验。选择宿根花卉景天作为试材,用醋糟沼渣液肥和普通沼液喷施对照。试验设时间间隔 5 个处理,即 3,6,9 和 12 d,每个处理用盆栽草花 30 盆,喷施 6 次,观察记载株高、株冠、叶面色泽、冠型紧凑度、开花率、始花

期、盛花期、终花期和病虫害发生率等指标。

(2)对小型树木果桑的试验。以果桑二年生小苗作试材。选取肥力相当的种植区域,设随机处理 4 个。间隔为 5,10,15 和 20 d,对照为普通沼液,喷施比较,观察记载项目为株高、株冠、叶面色泽、冠型紧凑度和病虫害发生率等。另对固体醋糟沼肥施用量进行分析。

1.2.4 生土改良试验 设试验组与对照组 2 个处理,试验组全部为生土,对照组为常规熟土取自晋中市(面积为 66.7 m²)。试验组的土壤中施入醋糟沼渣专用肥,栽入树苗,试验组每隔 5 d 喷施 50 mL 沼液,对照组用清水喷洒;移栽前测定熟土中有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量、容重、pH 等理化指标,试验组每隔 30 d 测定 1 次各指标。有机质的测定采用重铬酸钾-油浴法方法,依据 NY/T1121.6-2006;碱解氮含量测定采用全自动定氮仪,依据 NY/T14-1990;速效钾采用 NaOH 熔融-火焰光度法,依据 NY/T 889-2004;容重测定采用烘干法,依据 NY/T 1121.4-2006;pH 用 MP511 型实验室 pH 计测定,依据 NY/T 1121.4-2006。当试验组的上述指标达到对照组含量,说明生土已经熟化,可以正常栽培园林树木。

1.2.5 数据分析 采用 DPS 进行数据处理,邓肯氏新复极差法进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 普通(秸秆)沼肥和醋糟沼肥的营养成分(固体)比较

从表 1 可知,醋糟沼肥的营养成分明显高于普通(秸秆)沼肥。总养分增加 4.34 倍,N 含量增加 6 倍,P₂O₅ 含量增加 30 倍。有效氮、有效磷和有效钾更有大幅度的增加。活菌数相差两个数量级。重金属含量大幅度减少。特别是醋糟沼肥发酵时间也比普通秸秆沼肥的 30 d 缩短了 10 d。总之,无论是从营养成分看,还是从工时成本角度看,醋糟沼肥明显优于普通沼肥。

醋糟沼肥营养成分具有明显优势的原因在于 EM 菌种具有解钾、解磷、固氮的功能,故氮磷钾含量增加,速效氮、有效磷和速效钾含量增加。松果壳作过滤剂,使得重金属含量降低。而醋糟沼肥 pH 中性偏碱,有利于胶质芽孢杆菌 SX-4 的生长。

表 1 普通(秸秆)沼肥和醋糟沼肥的营养成分(固体)比较
Table 1 Comparison of the nutrient components between ordinary(straw)
biogas fertilizer and vinegar residue biogas fertilizer(solid)

序号 No.	检测项目 Item	检测结果 Result	
		普通沼肥 Ordinary biogas fertilizer	醋糟沼肥 Vinegar residue biogas fertilizer
1	总养分(N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)/%	0.42	1.824
2	N/ %	0.2	1.2
3	P ₂ O ₅ / %	0.02	0.602
4	K ₂ O / %	0.2	0.022
5	速效氮/mg•kg ⁻¹	120	600
6	有效磷/mg•kg ⁻¹	—	62.8
7	速效钾/mg•kg ⁻¹	—	200
8	酸碱度	7.3	7.6
9	活菌数	8.7×10 ⁷	12.7×10 ⁹
10	EC/mS•cm ⁻¹	—	1.52
11	砷及其化合物(以 As 计)的质量分数/ %	62.5	0.00022
12	镉及其化合物(以 Cd 计)的质量分数/ %	4.0	—
13	铅及其化合物(以 Pb 计)的质量分数/ %	3.5	—
14	铬及其化合物(以 Cr 计)的质量分数/ %	未检出	未检出
15	汞及其化合物(以 Hg 计)的质量分数/ %	未检出	0.000005

2.2 醋糟沼渣苗木花卉专用肥的肥效试验 水平。在防病虫害效果方面,喷施间隔 3 或 6 d
2.2.1 草花试验 从表 2 可看出,与对照相比,效果较好,且间隔时间越长,效果越差。因此,对
喷施间隔 3 和 6 d 的处理在株高增长、冠径增大、景天间隔 6 d 喷施醋糟沼肥可明显提高开花率,
开花率、始花提前、盛花提早等方面都达到极显著 延长花期,预防病虫害。

表 2 景天喷施液肥效果对比结果及显著性分析

Table 2 The comparison result and significant analysis of Sedum flowers spraying liquid fertilizer

间隔时间/d Interval time	株高增 长/mm Growth of plant height	冠径增 大/mm Growth of crown diameter	叶面色泽 Leaf color	冠型紧凑度 Compact ratioss of crown type	开花率/% Flowering rate	始花期提 早日数/d Ahead of days number of early flowering	盛花提 早日数/d Ahead of days number offull flowering	终花期延 迟日数/d Ahead of days number of Final flowering	病虫害 发生率/% Incidence of pests
3	34 aA	5 aA	油绿光滑	紧凑	9 aA	5 aA	3 aA	15 aA	3 cC
6	33 aA	14 aA	油绿光滑	紧凑	90 aA	5 aA	3 aA	15 aA	3 cC
9	30 bB	12 bB	浅绿色泽	较松散	80 bB	5 aA	3 aA	8 cC	15 bB
12	26 cD	9 cC	油绿光滑	松散	70 cC	1 cC	1 cC	7 dC	21 aA
对照 CK	28 bC	11 bB	油绿光滑	紧凑	60 dD	4 bB	2 bB	13 bB	3.8 cC

注:表中数据为喷施醋糟沼液 6 次后的观察结果,对照为间隔 6 d 的普通沼液喷施结果;不同大、小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平上差异显著。下同。

Note:Data in the table are the result after sprayingvinegar residue biogas slurry fertilizer for six times,the control is the result of spraying the ordinary biogas fertilizer with the interval of 6 days;The different capital and lowercase letters mean significant difference at 0.01 and 0.05 level,respectively. The same below.

2.2.2 小型树苗试验 由表 3 可知,间隔 5 d 喷施处理比对照在株高增长上差异显著,间隔 10 d 与对照比较有差异但不显著。树形观察上,小型树苗上施用醋糟沼肥后树形紧凑,树势强壮。间隔 15 d 以上喷施醋糟沼肥效果差于对照和间隔 5 及 10 d 的处理,考虑到经济因素,间隔 10 d 为小型树苗的最佳喷施间隔。另外,醋糟沼液与普通沼液桑树喷施效果对比(间隔 10 d 同为最好效果),无论是株高、冠径、叶面色泽、冠型紧凑度还是病害发生情况醋糟沼液喷施效果都好于普通沼肥沼液,即小型树苗施用效果好于普通沼肥。

表 3 桑树施液肥效果对比及显著性分析

Table 3 Effect comparison and significant analysis of mulberry after spraying liquid fertilizers

间隔时间/d	株高增长/mm	冠径增大/mm	叶面色泽	冠型紧凑度	病虫害发生率/%
Interval time	Growth of plant height	Growth of crown diameter	Leaf color	Compact ratio of crown type	Incidence of pests
5	53 aA	26 aA	油绿光滑	紧凑	4 cC
10	52 abA	26 aA	油绿光滑	紧凑	5 cC
15	45 cB	18 bB	浅绿光泽差	较松散	12 bB
20	40 dC	12 cC	浅绿光泽差	松散	20 aA
对照 CK	49 bAB	23 aA	油绿光滑	紧凑	6.5 cC

注:表中数据为喷施 6 次后的观察结果,对照为间隔 10 d 的普通沼液喷施结果。
Note:Data in the table are the result after spraying fertilizer for six times,the control is the result of spraying the ordinary biogas fertilizer with the interval of 10 days.

2.2.3 醋糟沼肥(固体)施用量对桑树生育性状的影响 由表 4 可见,施肥量过多或不足,对桑树的影响效果均不佳,不足则肥效低,过量则营养过剩,有烧叶现象。醋糟沼肥的最佳施用量为 6 t·hm⁻²,可使桑叶面积增大,饲草量增加,经济效益增高。与普通沼液对比,效果略优。

表 4 醋糟沼肥(固体)与普通沼肥对桑树生育性状的影响

Table 4 Effects of different fertilizers on characters of mulberry

施肥量/t·hm ⁻²	施肥次数	桑叶色泽	桑叶面积/m ²
Fertilizer amount	Times	Folium mori color	Area of folium mori
3	3	淡绿	15
6	3	油绿光滑	15
9	3	淡绿卷叶	15
对照 CK	3	油绿光滑	14

注:对照为施肥量为 6 t·hm⁻² 的普通沼液喷施结果。
Note:The control is the result of spraying ordinary biogas fertilizer with the fertilizer amount of 6 t·hm⁻².

2.3 醋糟沼渣苗木花卉专用肥改良生土试验 使生土熟化,接近熟土指标,可正常栽培苗木花卉。醋糟沼肥能比较快地改变土壤性能,主要原因是其含有大量的微生物和有机质,而菌根真菌恰恰具有修复土壤的功能。

由表 5 可知,到第 60 天时,生土的各项营养指标接近于对照土壤熟土。定植的树苗成活率与对照相近,说明施用醋糟沼渣生物专用肥 60 d 即可

表 5 醋糟沼渣生物专用肥改良生土试验结果

Table 5 Test results of vinegar waste biogas residue using as special fertilizer for improvement of nutrient inraw soil

检测项目 Item	测定时间 Determination time	供试土壤 Test soil	对照土壤 Control soil
有机质含量/%Organic content	定植前	0.43	0.70
	第 30 天	0.61	
	第 60 天	0.64	
铵态氮/mg·kg ⁻¹ Ammonium nitrogen	定植前	20.4	38.6
	第 30 天	25.78	
	第 60 天	39.76	
有效磷/mg·kg ⁻¹ Available phosphorus	定植前	2.9	5.1
	第 30 天	4.1	
	第 60 天	5.0	

续表 5
Continuing Table 5

检测项目 Item	测定时间 Determination time	供试土壤 Test soil	对照土壤 Control soil
速效钾/mg·kg ⁻¹ Available kalium	定植前	36.6	68.5
	第 30 天	40.98	
	第 60 天	64.88	
容重/g·cm ⁻³ Volume-weight	定植前	1.46	1.31
	第 30 天	1.41	
	第 60 天	1.30	
pH	定植前	7.9	7.9
	第 30 天	7.5	
	第 60 天	7.8	
树苗成活率/%Seedling survival rate	定植前		96
	第 30 天	46	
	第 60 天	96	

3 结论

通过试验、检测和分析,醋糟厌氧发酵生产的苗木花卉专用肥和普通沼肥相比,养分明显增加。在促进树木花卉生长方面,效果明显。在防治病虫害方面,与同类产品效果相近。在改良土壤方面,施肥 60 天 d 后,城市绿化用土基本熟化,而靠自然熟化要 1~2 a 时间,作用明显。在发酵时间上,与普通秸秆沼肥发酵 30 d 相比,缩短了 10 d,节约了工时,成本下降显著。同时,醋糟厌氧发酵生产苗木花卉专用肥实现了醋糟的循环利用,消除了环境污染,解决了城市花卉缺少适宜肥料的问题,醋糟厌氧发酵生产苗木花卉专用肥具有广

阔的研究开发和应用前景。

参考文献:

[1] 李萍萍,胡永光,赵玉国,等. 利用醋糟开发植物栽培基质的发酵技术[J]. 城市环境与城市生态,2003(4):79-81.
[2] 姚伟邦,马晓莉. EM 菌中好氧菌、厌氧菌分离及固体发酵的初步研究[J]. 生物技术,1999(4):20-23.
[3] 李庆康,王振中,顾志权. 秸秆腐解剂在秸秆还田中的效果研究初报[J]. 土壤与环境,2001(10):124-127.
[4] 官章琴,金春姬,任娟,等. 松果对废水中 Cu²⁺、Pb²⁺、Zn²⁺ 的吸附特性研究[J]. 工业用水与废水,2010(4):59-64.
[5] 武帆,李淑敏,孟令波. 菌根真菌、根瘤菌对大豆/玉米氮素吸收作用的研究[J]. 东北农业大学学报,2009(6):6-10.
[6] 杜叶,周雪莹,连宾. 胶质芽孢杆菌的胞外分泌物与细菌的解钾作用[J]. 地学前缘,2008(6):107-111.

Study on Special Fertilizer Production for Nursery Stock and Flowers with Vinegar Residue Through Anaerobic Digestion

DONG Guang-hua¹, HE Xiang-yun¹, CHENG Tai-sheng¹, WANG Xue-fu¹, CAO Xu²

(1. Jinzhong Vocational and Technical College, Jinzhong, Shanxi 030600; 2. Jinzhong City Hongyi Plantation Engineering Company Limited, Jinzhong, Shanxi 030600)

Abstract: In order to improve the extension and application of special fertilizer on flower and plant product by anaerobic fermentation of vinegar residue, under field condition, the nutrition ingredient of the special fertilizer and the ordinary biogas fertilizer were compared, the fertilizer efficiency and disease resistance were studied, moreover, the urban green soil improvement test was studied. The results showed that the nutrient of the special fertilizer was more than that in normal fertilizer, the effect on the plant reached significant or extremely significant level. The effect of the special fertilizers on pest control was better than normal fertilizer. The special fertilizer did well in improving the soil quality, the soil could become cultivated soil after spraying the special fertilizer for 60 days, maturing time reduced greatly.

Key words: use of vinegar residue; anaerobic fermentation; fertilizer effect; soil improvement