

自制环保酵素改善土壤肥力试验研究

佟玉洁 (天津职业大学, 天津 300410)

摘要 [目的]环保酵素由鲜蔬果厨余垃圾发酵而成,它具有很多活性酶和微生物菌群。探讨其改善土壤肥力的效应。[方法]试验土样为学校花圃土,用自制环保酵素稀释液浇灌花盆土土壤,测定全氮和有机质含量变化,并依据第二次全国土壤普查的土壤养分分级标准,评价环保酵素改善土壤肥力水平。[结果]随着浇灌时间的延长,环保酵素可以逐渐提高土壤全氮和有机质含量;而且土样中全氮和有机质含量随环保酵素的稀释比变化,稀释比越大,增加的越多。经过 28 d 的浇灌,在环保酵素和水体积比为 1:800 时,全氮和有机质含量最高,分别为 27.46 和 49.33 g/kg,土壤养分均达到一级水平。[结论]该研究可为餐厨垃圾的利用和土壤改良提供指导。

关键词 环保酵素;土壤肥力;全氮;有机质

中图分类号 S158 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)26-0119-03

Test Research of Soil Fertility Improved by Self-made Garbage Enzyme

TONG Yu-jie (Tianjin Vocation Institute, Tianjin 300410)

Abstract [Objective] Garbage enzyme is obtained by fermenting fruit and vegetable wastes. It has many active enzymes and microbiology flora. The effect of garbage enzyme to improve soil fertility was researched. [Method] Soil sample was from garden in the university, self-made garbage enzyme was diluted and irrigated to flowerpot soil. Total nitrogen and organic matter were detected. According to soil nutrient classification standard of second general survey of soil in China, the levels of soil fertility were assessed. [Result] Garbage enzyme increased soil total nitrogen and organic matter with the growth of irrigation time. Soil total nitrogen and organic matter varied with the dilution ratio of garbage enzyme. The bigger the dilution ratios, the more the increasing amount. After four weeks irrigation, the dilution of which volume ratio of garbage and water was 1:800 had the highest total nitrogen and organic matter (27.46 and 49.33 g/kg). The level of soil nutrient was first class. [Conclusion] The research can provide guidance for restaurant garbage using and soil improvement.

Key words Garbage enzyme; Soil fertility; Total nitrogen; Organic matter

环保酵素是由厨余鲜垃圾加糖、水经发酵之后制成^[1]。它的制作方法简单,用途很广,在日本和东南亚的家庭生活中广为利用^[2]。环保酵素的英文名是 Garbage enzyme(由垃圾制得的酶),中文名之所以冠以环保,是因为它减少垃圾,在使用中与环境相容。由于制作环保酵素所需的主要原料是厨余鲜垃圾,在经济的前提下同时做到了环保。

关于环保酵素对土壤的作用,国内学者研究其对土壤中有效氮、全氮、有机质和钾元素的影响^[3-4],以及对残余农药的降解作用^[5]。

土壤肥力是指土壤在植物生长发育过程中,不断地供给植物有效养分和水分的能力,同时自动地协调最适宜的土壤空气和土壤温度的能力。影响土壤肥力的因素包括养分因素、物理因素、化学因素和生物因素^[6]。土壤养分指土壤中提供给植物生长所必需的营养元素,即土壤中的养分贮量、强度因素和容量因素,主要取决于土壤矿物质及有机质的数量和组成。土壤养分主要包括有机质、氮、磷,以及钾、硫、铁、镁等物质^[7-8]。

土壤中的氮元素可分为有机氮和无机氮,两者之和称为全氮。其中能被植物吸收利用的无机态氮约占全氮量 5%,绝大部分以有机态存在的氮素,需要在微生物的活动下逐渐分解矿化后,才能被植物利用。有机质是土壤养分的重要指标,它提供植物所需要的丰富营养成分,并调节土壤的理化性状。有机质包括纤维素、木质素、淀粉、糖类、油脂和蛋白质等,它的主要来源是有机肥、腐殖质及各种微生物。有机质为植物提供丰富的碳、氢、氧、硫及微量元素,为植物吸收

利用。

依据全国第二次土壤普查,将土壤养分(有机质、全氮、速效氮、速效磷和速效钾)的含量分级。其中,土壤有机质和全氮分为 6 级,一级为最高,六级为最低(表 1)。

表 1 土壤养分分级标准

级别 Grade	有机质 Organic matter	全氮 Total nitrogen
一级 First class	>40	>20.0
二级 Second class	>30~40	>15.0~20.0
三级 Third class	>20~30	>10.0~15.0
四级 Four class	>10~20	>7.5~10.0
五级 Fifth class	>6~10	>5.0~7.5
六级 Sixth class	≤6	≤5.0

试验土样为学校花圃土,自制环保酵素(茄子皮)发酵 6 个月。全氮和有机质测定分别采用《土壤有机质测定》(NY/T85—1988)和《土壤质量 全氮的测定 凯氏法》(HJ 717—2014)^[9-10]。配制不同稀释比的环保酵素浇灌花盆中的土壤,试验时间为 28 d,2 d 浇灌 1 次土壤,并在每周的固定时间测定全氮和有机质。

1 材料与方法

1.1 环保酵素稀释液配制 将红糖、新鲜的茄子皮和水按 1:3:10 的质量比混合后装入塑料桶,进行厌氧发酵。第 1 个月每天需要拧松瓶盖,放出气体,防止气体膨胀造成胀瓶。大约在第 2 个月后,拧松瓶盖后发现没有气体放出时,则置于阴凉处;3~6 个月后可使用。试验用环保酵素已经发酵 6 个月,使用时需先过滤,取上清液。

分别取 0.4、2、1、0.5 mL 的环保酵素于 5 个烧杯中,均加入 400 mL 的蒸馏水。环保酵素:水的体积比为 0.1:100、

作者简介 佟玉洁(1968—),女,天津人,校聘副教授,硕士,从事环境生物、污染治理研究。

收稿日期 2017-08-11

1:200,1:400,1:800(分别编号为0,1,2,3,4组)。其中0组为对照,在试验过程中只浇灌水。初步决定每次的浇灌体积为10 mL。第7天后发现全氮和有机质含量变化不大,所以在第14~28天加大浇灌量为20 mL。

1.2 土样采集 试验土样为校园内花圃土,采用网格法采样。采取10 cm深的土样。将土样置于5个长、宽、高均为7 cm的透气塑料花盆中(编号0,1,2,3,4,对应浇灌环保酵素的0,1,2,3,4组),浇灌不同的环保酵素稀释液(每个花盆设2个平行样)。

1.3 全氮测定 全氮测定采用《土壤质量 全氮的测定 凯氏法》(HJ 717—2014 2015-01-01 实施)。标准中的全氮指用凯氏法测定样品中氮含量的总和,包括有机氮(蛋白质、氨基酸、核酸、尿素等)、硝态氮、亚硝态氮以及铵态氮,还包括部分联氮、偶氮和叠氮等含氮化合物。

凯氏法测氮的试验仪器包括:研磨机,玻璃研钵,土壤筛[孔径2.0 mm(10目)、0.25 mm(60目)];分析天平:精度为0.000 1和0.001 g;带孔专用消解器或电热板;凯氏氮蒸馏装置;凯氏氮消解瓶(50 mL);酸式滴定管(25 mL);锥形瓶(250 mL);小花盆(长、宽、高均为7 cm)。

试剂包括:无水水、浓硫酸(优级纯)、浓盐酸、高氯酸、无水乙醇、硫酸钾、五水合硫酸铜、二氧化钛(优级纯)、五水合硫代硫酸钠、氢氧化钠(优级纯)、硼酸(优级纯)、无水碳酸钠(基准试剂)、催化剂、还原剂、10 mol/L 氢氧化钠溶液、硼酸溶液(2%)、碳酸钠标准溶液(0.050 0 mol/L)、甲基橙指示剂(0.5 g/L)、盐酸标准贮备溶液(0.05 mol/L)、盐酸标准溶液(0.01 mol/L)、混合指示剂。

1.4 有机质测定 有机质测定采用标准《土壤有机质测定》(NY/T 85—1988)重铬酸钾容量法。

试验仪器包括:分析天平(精确度为0.000 1 g);电砂浴;磨口三角瓶(150 mL);磨口筒易空气冷凝管(直径0.9 cm,长19 cm);定时钟;自动调零滴定管(10.00 mL、50.00 mL),小型日光滴定台;温度计(200~300 ℃);铜丝筛(孔径为0.25 mm);瓷研钵;小花盆(长、宽、高均为7 cm)。

试验试剂包括:(除特别标明,均为分析纯)重铬酸钾、硫酸、硫酸亚铁、硫酸银(粉末)、二氧化硅(粉末)、邻菲罗啉指示剂、重铬酸钾-硫酸溶液(0.4 mol/L)、重铬酸钾标准溶液(0.200 0 mol/L)、硫酸亚铁标准溶液。

2 结果与分析

发酵6个月自制酵素,pH 4.5,呈酸性。其主要微生物为酵母菌、霉菌和厌氧菌,大肠杆菌和总大肠菌群未检出。大肠杆菌和总大肠菌群是检验样品未受到污染的重要指标,说明环保酵素在制作过程中未受到污染。

2.1 全氮测定结果 全氮背景值为10.59 g/kg,依据土壤养分分级,为3级水平。经过28 d环保酵素稀释液的浇灌,当环保酵素和水体积比为1:800时,全氮含量最高,为27.46 g/kg,达到一级水平(图1)。

2.2 有机质测定结果 根据《土壤有机质测定》(NY/T 85—1988),首先需根据土样有机质的含量确定试验用土样

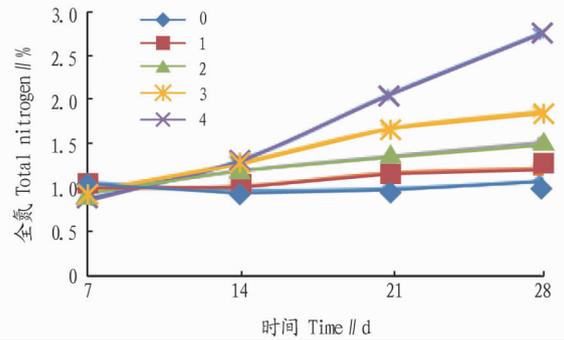


图1 不同时间试验土样全氮含量的比较

Fig. 1 Comparison on total nitrogen content of soil sample at different time

的质量。用重铬酸钾容量法测得土样有机质含量为24.32 g/kg,根据该标准,选择土样称重为0.200 0 g。依据表1,土样有机质水平为三级。经过28 d环保酵素稀释液的浇灌,在环保酵素和水体积比为1:800时,有机质含量最高,为49.33 g/kg,达到一级水平(图2)。

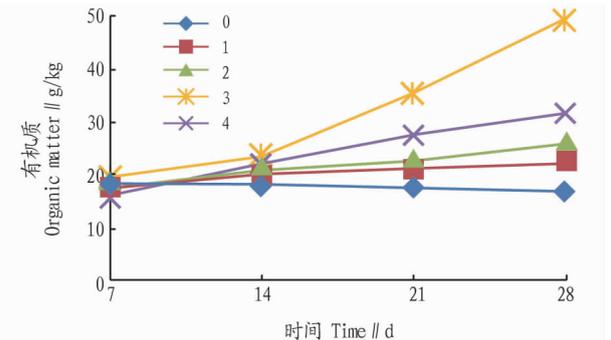


图2 不同时间试验土样有机质含量比较

Fig. 2 Comparison on organic matter content of soil sample at different time

2.3 土样全氮、有机质动态变化 试验结果表明,土样中全氮和有机质的含量随浇灌时间的增加而升高,而且随环保酵素的稀释比变化,稀释比越大,全氮和有机质增加的越多(图1,2)。

第7天时,对照组的全氮和有机质分别为10.49和18.16 g/kg,分别低于背景值10.59和24.32 g/kg,这是由于浇灌的冲淋作用使土壤流失了部分全氮和有机质。1~3组的有机质都比0组(CK)低,而且与稀释比成反比。这是因为环保酵素中的部分微生物有分解有机质的作用,所以稀释度最大的4组,有机质含量反而最高(18.52 g/kg)。对于全氮,也是由于微生物中2种相反效应的结果,在1~4组中,4组的全氮最高(9.80 g/kg)。

在第7天后,考虑到10 mL的浇灌量太少,影响了环保酵素发挥作用,所以增加浇灌量为20 mL。在之后的14~28 d,随环保酵素稀释比的增加,有机质都是升高的趋势,其中第21天和第28天的上升趋势最为明显。在第28天,第4组(稀释比为1:800)的全氮和有机质最高,分别为27.46和49.33 g/kg。

随着试验时间的延长,环保酵素逐渐发挥作用,土样有机质呈逐渐升高的趋势。仅0组即空白土样中有机质含量

呈下降趋势,因为冲淋作用,使得土壤中的有机质流失。1~4组的有机质随时间均呈上升趋势,4组的增长率最高,其次是土样3、2、1。

3 讨论

环保酵素含有水解酶、淀粉酶、脂肪酶和蛋白酶,其主要微生物为酵母菌、霉菌和厌氧菌^[11-12]。试验结果表明,环保酵素的稀释比最大时,有机质和全氮含量增加的最多。这是因为在此体系中存在着2种相反的作用,只有在一定稀释比时,才表现出环保酵素增加全氮和有机质含量的效应。

环保酵素中厌氧菌通过反硝化作用、氨化作用可降低全氮含量。反硝化作用是指由硝酸盐还原成亚硝酸盐,并进一步还原成氮气的过程。氨化作用是含氮有机物经微生物的分解产生氨的作用。所以在此两方面因素下,表现出降低全氮含量的作用。另一方面,部分微生物又可促进土壤有机质的矿化作用,以增加土壤中有效氮的含量。

环保酵素稀释液中的霉菌可分解纤维素,降低碳含量,从而减少有机质含量。导致土壤有机质含量下降的另外一个因素是有机质的矿质化作用,即在微生物作用下被分解为简单无机化合物并放出二氧化碳。而稀释液中的厌氧微生物可促进腐殖质的合成作用,增加土壤有机质的含量。

在上述几方面的综合影响下,环保酵素的稀释比越低,表现出全氮和有机质含量越低。而在环保酵素:水的体积比为1:800时,表现出最高的全氮和有机质含量。

有报道,环保酵素中还具有较高浓度的有机质、氮素、磷素、钾素等成分,可使土壤更加肥沃。在一定浓度下,试验土壤中出现了较多蚯蚓,说明环保酵素浇灌土壤有利于土壤中蚯蚓量的增加,从而有利于土壤质量的改良^[13-15]。

4 结论

自制环保酵素经6个月发酵后的混合液,是含有多种酶和微生物菌群的生态平衡系统。在此过程中,果蔬皮和糖提供营养成分,它们被转化成乙醇、乳酸、乙酸等,并产生各种各样的酶。通过持续浇灌环保酵素稀释液,在数周后,可以

提高土壤全氮和有机质含量,进而提高土壤肥力。土样中全氮和有机质含量随浇灌时间的增加而升高;随环保酵素的稀释比而变化,环保酵素:水的体积比为1:800时,全氮和有机质增加的最多。

参考文献

- [1] HO Y M, LING L K, MANAF L A. Garbage enzyme as a solution to waste minimization[C]//From Sources to Solution, Proceedings of the International Conference on Environmental Forensics 2013. Berlin: Springer, 2014: 347-350
- [2] 徐伟,宋佳玲,毛予茜,等. 低碳视角下环保酵素在现代生活中的应用[J]. 现代园艺, 2014(21): 110-111.
- [3] 李方志,杨琴,杨汝兰,等. 环保酵素对土壤中有效氮、全氮及有机质改良效果的研究[J]. 玉溪师范学院学报, 2016, 32(4): 42-47.
- [4] 李方志,王殷,李丝丝,等. 环保酵素对土壤钾素的改良效果[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(17): 168-169.
- [5] 韦文芳,梁春红,唐千滔,等. 环保酵素对田间种植蔬菜残留农药的降解作用[J]. 广西农学报, 2016, 31(3): 24-26, 30.
- [6] 庞元明. 土壤肥力评价研究进展[J]. 山西农业科学, 2009, 37(2): 85-87.
- [7] 刘洪鹤,赵玉明,王秀颖,等. 土壤肥力评价方法探讨[J]. 长江科学院院报, 2008, 25(3): 62-66.
- [8] 李方志,李丝丝,王殷,等. 环保酵素改良土壤中有机质与磷素的探索性研究[J]. 环境科学导刊, 2016, 35(5): 65-69.
- [9] 中华人民共和国农业部. 土壤有机质测定法: NY/T 85—1988[S]. 中国: 中国标准出版社, 1989.
- [10] 环境保护部. 土壤质量 全氮的测定 凯氏法: HJ 717—2014[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2014.
- [11] ARUN C, SIVASHANMUGAM P. Study on optimization of process parameters for enhancing the multi-hydrolytic enzyme activity in garbage enzyme produced from preconsumer organic waste [J]. Bioresource technology, 2017, 226(2): 200-210.
- [12] 邹梦遥,吴俊良,胡卓,等. 不同单一原料自制环保酵素抗氧化力初探[J]. 广东化工, 2015, 42(16): 296-297, 287.
- [13] RODRIGUEZ-CANCHE L G, CARDOSO VIGUEROS L, MALDONADO-MONTREL T, et al. Pathogen reduction in septic tank sludge through vermicomposting using *Eisenia fetica* [J]. Bioresource technology, 2010, 101(10): 3548-3553.
- [14] JOUQUET P, PLUMERE T, THU T D, et al. The rehabilitation of tropical soils using compost and vermicompost is affected by the presence of endogeic earthworms [J]. Applied soil ecology, 2010, 46(1): 125-133.
- [15] ROS M, RODRÍGUEZ I, GARCIA C, et al. Microbial communities involved in the bioremediation of an aged recalcitrant hydrocarbon polluted soil by using organic amendments [J]. Bioresource technology, 2010, 101(18): 6916-6923.
- [16] KOLE C. Genome mapping and molecular breeding in plants. Heidelberg: Springer, 2007: 147-158.
- [17] ESTRADA A, LI B, LAARVELD B. Adjuvant action of *Chenopodium quinoa* saponins on the induction of antibody responses to intragastric and intranasal administered antigens in mice [J]. Comparative immunology, microbiology and infectious diseases, 1998, 21(3): 225-236.
- [18] IMPROTA F, KELLEMS R O. Comparison of raw, washed and polished quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to wheat, sorghum or maize based diets on growth and survival of broiler chicks [J]. Livestock research for rural development, 2001, 13(1): 10.
- [19] 谷利伟,谷文英. 比色法测定大豆中的总皂甙[J]. 中国粮油学报, 2000, 15(6): 38-42.

(上接第98页)

昔含量的测定表明,藜麦种皮中含有的总皂昔最多,为97.68 mg/g;其次为藜麦叶片和藜麦籽实;藜麦茎秆中含有的总皂昔最少,为9.78 mg/g。

参考文献

- [1] GIUSTI L. El género chenopodium en argentina: I. Números de cromosomas [J]. Darwiniana, 1970, 16: 98-105.
- [2] GARCIA CARDENAS M. Agroclimatic study and drought resistance analysis of quinoa for an irrigation strategy in the Bolivian Altiplano [D]. Leuven: Katholieke Universiteit Leuven, 2003.
- [3] MAUGHAN P J, BONIFACIO A, COLEMAN C E, et al. Quinoa (*Chenopo-*