

生物炭对沼液中氨氮的吸附效果研究

时晓旭,王 聪,高梦柯
(沈阳农业大学 工程学院,沈阳 110866)

摘要:以废弃果树枝制备的生物炭(苹果枝炭和梨枝炭)为对象,研究吸附时间、种类、投加量、外观性状对沼液中氨氮吸附效果的影响。结果表明:沼液中氨氮去除率随着生物炭用量的增加而升高,最佳投加量为 20 g/L,60 min 内基本达到吸附饱和;不同原料制得的生物炭的吸附能力有所差别,苹果枝生物炭的吸附能力要强于梨枝生物炭;生物炭的外观性状对吸附能力的影响不明显。

关键词:生物炭;沼液;氨氮;吸附

中图分类号:X712 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-1161(2015)02-0003-03

随着规模化养殖的不断发展,大中型养殖业的粪污处理问题也逐渐显露出来。畜禽粪便随意排放会严重影响周边环境,而大中型沼气工程是解决问题的最佳途径。然而,厌氧发酵产生的沼液中含有大量的氮、磷及腐殖酸等,大量沼液直接排放到河流中会使水体富营养化,对环境造成二次污染。因此,在实际工程实践中,为了使沼液达到安全排放标准,需要加入其他的处理单元,如利用植物、湿地系统等深度处理发酵废液。这些方法尽管有效,但是会耗费大量资金和土地,处理不当还会污染环境。吸附法是较简单、经济的处理污水的方法之一,生物炭以其丰富的孔隙结构和较高的比表面积成为理想的吸附材料。研究表明:生物炭对各类污染物都有一定的吸附作用。

为合理利用农业废弃物,防止资源浪费和焚烧等造成的环境污染,本文以修剪废弃果树枝条为原料,将其在一定条件下热解制备成为生物炭,尝试利用果树枝生物炭的吸附特性吸附水体中的污染物,达到净化水质的目的。主要考察苹果枝和梨枝制备的生物炭对沼液中氨氮的吸附效果,为生物炭的实际应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

苹果枝炭:苹果枝取自沈阳农业大学北山果树科研基地,取回后经去离子水洗涤去杂质,晒干后裁剪为长约 1.5 cm 的小段,用坩埚盛装、压实,放入马弗炉中在 600 °C 下热解炭化,滞留 30 min,制得生物炭。

将其中一部分研磨后过 60 目筛,以下简称 AT;未研磨部分简称 BA。

梨枝炭:梨枝取自沈阳农业大学北山果树科研基地,制备方法同苹果枝炭。将其中一部分研磨后过 60 目筛,以下简称 PT;未研磨部分简称 BP。

沼液:采集于沈阳周边某沼气工程沼液储存池。

1.2 生物炭对沼液中氨氮吸附性能研究方法

1.2.1 不同吸附时间对吸附性能的影响 向 2 组碘量瓶中加入 200 mL 沼液,并分别加入 4 g AT 和 PT,加塞后放入恒温振荡培养箱,在 5 °C,200 r/min 条件下振荡。每隔 15 min 测定氨氮含量,直至 120 min 为止。

1.2.2 不同投加量对吸附性能的影响 向 6 组装有 200 mL 沼液的碘量瓶中分别投加 2,3,4,5,6,7 g AT,加塞后放入恒温振荡培养箱,在 25 °C,200 r/min 条件下振荡一定时间后取出,测定氨氮含量。

1.2.3 不同外观性状对吸附性能的影响 向装有 200 mL 沼液的碘量瓶中分别投加 2 g AT 和 BA,加塞后放入恒温振荡培养箱,在 25 °C,200 r/min 条件下振荡一定时间后取出,测定氨氮含量。

1.3 沼液中氨氮含量分析方法

参照 HJ 535—2009 纳氏试剂分光光度法测定氨氮含量,氨氮浓度计算公式为:

$$\rho_N = \frac{A_s - A_b - a}{b \cdot V}$$

式中: ρ_N 为水样中氨氮的质量浓度,mg/L; A_s 为水样的吸光度; A_b 为空白试验的吸光度; a 为校准曲线的截距; b 为校准曲线的斜率; V 为试样的体积,mL。

1.4 数据分析方法

试验数据经过异常值剔除后,用 Excel 软件进行分析。

收稿日期:2015-01-15

基金项目:辽宁省自然科学基金(2013020119)

作者简介:时晓旭(1988—),男,硕士,从事农业生物环境与能源工程方面的研究工作。

2 结果与分析

2.1 吸附时间对生物炭吸附氨氮效果的影响

不同吸附时间内生物炭对氨氮的吸附效果如图1所示。

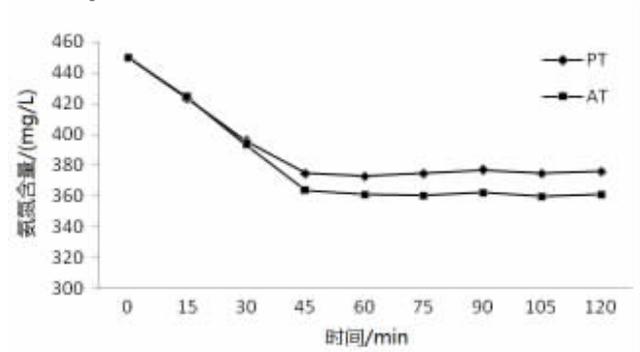


图1 不同吸附时间下氨氮含量变化情况
Figure 1 Content changing of ammonia nitrogen in different adsorption time

由图1可见:2组吸附试验中氨氮浓度随时间的变化均表现出相似的变化趋势,即随着时间的增加氨氮的浓度先逐渐降低,在前40 min氨氮浓度降低速率较快,随后氨氮浓度逐渐趋于稳定,在60 min基本达到平衡。前段时间氨氮浓度降低较快是因为生物炭具有一定吸附氨氮的能力,随着吸附的持续进行,逐渐达到生物炭的最大吸附能力,氨氮浓度降低趋势开始减缓,最终在平衡点附近上下波动,表明生物炭对氨氮的吸附在一定条件下可以逆向进行。

2.2 投加量对生物炭吸附氨氮效果的影响

不同生物炭投加量对氨氮的吸附效果如图2所示。

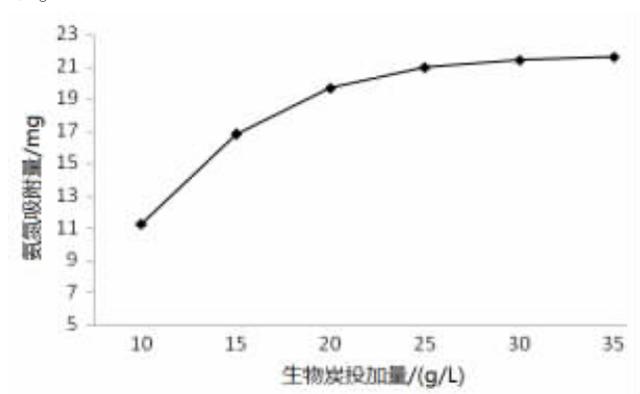


图2 不同生物炭投加量下氨氮吸附量变化情况
Figure 2 Amount changing of ammonia nitrogen in different adding amount of biochar

由图2可见:生物炭的投加量与氨氮的吸附效果是正相关的,但不是正比关系。在生物炭投加量小于20 g/L时,氨氮吸附量随生物炭用量的增加而显著增加;投加量大于20 g/L后,氨氮吸附量随生物炭用

量的增加而缓增。这是因为沼液中氨氮浓度一定,生物炭的投加量越多,可提供的吸附点位越多,氨氮就越容易与吸附剂上的活性点位结合而被吸附,氨氮吸附量就越大;但随着生物炭浓度的增加,其表面活性点位会产生竞争吸附,使得单位面积上的氨氮吸附量逐渐减少。综合考虑,确定生物炭的最佳投加量为20 g/L。

2.3 外观性状对生物炭吸附氨氮效果的影响

不同外观性状的生物炭对氨氮的吸附效果如图3所示。

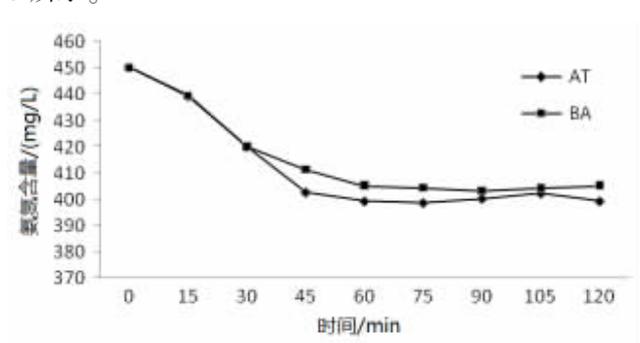


图3 不同外观性状的生物炭对氨氮的吸附效果
Figure 3 Adsorption effect of different appearance biochar to ammonia nitrogen

由图3可见:AT和BA对沼液中氨氮的吸附趋势相同,在60 min时基本达到吸附平衡。吸附过程中,AT的吸附效果略优于BA,可能是因为相同质量条件下,AT的比表面积要大于BA,可以更快、更好地吸附。

2.4 制备原料对生物炭吸附氨氮效果的影响

不同制备原料的生物炭对氨氮的吸附效果见表1。

表1 不同种类生物炭对氨氮的去除率
Table 1 Removal rate of ammonia nitrogen offered by different types of biochar

生物炭种类	氨氮含量/(mg/L)		去除率/%
	吸附前	吸附后	
苹果枝炭	454.4	353.8	22.14
梨枝炭	452.9	372.9	17.66

由表1可知:在25℃、沼液浓度基本相同的条件下,苹果枝制得的生物炭对氨氮的去除效果要优于梨枝制成的生物炭,去除率可达到22.14%。造成这种吸附能力差别的原因是生物质原料的不同。一方面,不同来源及不同条件下制备的生物炭的疏水性、比表面积、孔隙结构、表面官能团组成等性状差异比较明显,这些性质是影响生物炭吸附能力的重要因素;另一方面,不同原料的化学组成影响了生物炭的元素组成和

含量,生物炭中的元素含量和其原料中的元素含量呈线性相关

3 结论

1) 生物炭对氨氮的吸附在 60 min 内持续进行,并达到吸附饱和状态。对于氨氮含量为 450 mg/L 的沼液,在相同条件下,苹果枝炭的吸附效果较优。生物炭的外观性状对其吸附性能的影响不显著。苹果枝炭用量为 10~35 g/L 时,氨氮吸附量随其用量的增加而

增加,单位生物炭吸附量随之减小。在生物炭最佳投加量 20 g/L 时,氨氮去除率为 21.9%。

2) 果树枝生物炭原料易得、工艺简单、成本较低,对氨氮等污染物具有一定吸附效果。但试验中处理后的沼液氨氮浓度水平并未达到要求的 25 mg/L 的排放标准,仍需进一步研究生物炭的制备及改性,以达到更好的氨氮吸附效果。

参考文献

- [1] DAUD N A,QUILEZ D.Pig slurry versus mineral fertilization on corn yield and nitrate leaching in a Mediterranean irrigated environment[J].European Journal of agronomy,2004(21):7-19.
- [2] HUANG HAIMING,XIAO XIANMING,YAN BO,et al.Ammonium removal from aqueous solutions by using natural Chinese (Chende) zeolite as adsorbent[J].J.Hazard.Mater.,2010,175(1/2/3):247-252.
- [3] Kishimoto S,Sugiura G.Application of biochar technologies to wastewater treatment[J].Int Achieve Future,1985(5):12-23.
- [4] 刘莹莹,秦海芝,李恋卿,等.不同作物原料热解生物炭对溶液中 Cd^{2+} 和 Pb^{2+} 的吸附特性[J].生态环境学报,2012,21(1):146-152.

Research on the Absorption Effect of Biochar to Ammonia Nitrogen in Biogas Fluid

SHI Xiaoxu, WANG Cong, GAO Mengke

(College of Engineering, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: Using abandoned branches of fruit tree to make biochar (apple and pear tree branches biochar), to study the influence of the adsorption effect of the ammonia nitrogen in biogas fluid by time, type, adding quantity and appearance property. The result shows that with the amount increasing of biochar, the removal rate of ammonia nitrogen increased, the best adding amount is 20 g/L, it can reach adsorption saturation within 60 min; the adsorption ability of biochar made from different raw material is different, biochar made from apple tree branches are better than pear in the ability of adsorption; the appearance of biochar has no obvious influence to its adsorption ability.

Key words: biochar; biogas fluid; ammonia nitrogen; adsorption

(上接第 2 页)株高、茎粗和叶面积的影响结果为:拔节期和大喇叭口时期的株高、茎粗和叶面积排序为细碎末状秸秆>粗碎末和秸秆段>压缩秸秆颗粒>对照;

灌浆期和成熟期的株高和叶面积排序为非氨化秸秆处理>氨化秸秆处理>对照;灌浆期和成熟期的茎粗排序为处理 3>处理 5>处理 2>处理 4>处理 1>CK。

参考文献

- [1] 邹洪涛,马迎波,徐萌,等.辽西半干旱区秸秆深还田对土壤含水量、容重及玉米产量的影响[J].沈阳农业大学学报,2012,43(4):494-497.
- [2] 解文艳,樊贵盛,周怀平,等.秸秆还田方式对旱地玉米产量和水分利用效率的影响[J].农业机械学报,2011,42(11):60-67.
- [3] 胡玉琪.玉米叶形系数的测定[J].河南农学院学报,1982(3):83-88.

The Influence of Different Treatments of Straw to the Growth of Maize

SUN Yuelong¹, ZHANG Xudong², GAO Zhanwen², YOU Xiaodong², GONG Xiaohong³

(1. College of Engineering, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2. Liaoning Institute of Agricultural Mechanization, Shenyang 110161, China; 3. Zhangwu County Shuangmiao Town Agricultural Machinery Station, Fuxin Liaoning 123217, China)

Abstract: The article expounds the research on the influence to maize breeding period and growth properties after using different treatments to straw and returning to the field. The result shows that straw deep buried can shorten maize growth period, increasing emergence rate of maize and promoting the growth of maize. In prophase of maize growth, the more crushing to straw, the better promoting growth function to crops; in middle and late period, other treatments also show obvious helpful functions.

Key words: straw returning to the field; crushing; maize; growth

生物炭对沼液中氨氮的吸附效果研究

作者: [时晓旭](#), [王聪](#), [高梦柯](#), [SHI Xiaoxu](#), [WANG Cong](#), [GAO Mengke](#)
作者单位: [沈阳农业大学 工程学院, 沈阳, 110866](#)
刊名: [农业科技与装备](#)
英文刊名: [Agricultural Science & Technology and Equipment](#)
年, 卷(期): 2015(2)

引用本文格式: [时晓旭](#). [王聪](#). [高梦柯](#). [SHI Xiaoxu](#). [WANG Cong](#). [GAO Mengke](#) 生物炭对沼液中氨氮的吸附效果研究[期刊论文]-[农业科技与装备](#) 2015(2)