

Study on Purification Effect of Environmental Enzymes on Ammonia Nitrogen and Total Nitrogen in Domestic Sewage

Xianyue Li, Yuzhen Yan, Ying Lei, Sen Lin, Minhui Zhao*

College of Chemical Biology and Environment, Yuxi Teachers College, Yuxi Yunnan
Email: 1583869281@qq.com, *z mh@yxnu.net

Received: Mar. 12th, 2019; accepted: Mar. 27th, 2019; published: Apr. 3rd, 2019

Abstract

The purification of ammonia nitrogen and total nitrogen in domestic sewage by homemade environmental enzyme was studied through a 14 d comparative experiment. Four groups of environmental enzymes with different dilution concentrations were designed and mixed with 6 L domestic sewage to study the removal effect of environmental enzymes on ammonia nitrogen and total nitrogen in domestic sewage. The experimental results show that the environmental enzyme is beneficial to remove ammonia nitrogen and total nitrogen in domestic sewage, and the environmental enzyme with a concentration gradient of 1:1000 has the best effect on ammonia nitrogen and total nitrogen in 6 L domestic sewage on the 9th day. The removal effect of total nitrogen is close to the first-grade B standard of pollutant discharge standard of urban sewage treatment plant (GB 18918-2002), and the removal effect of ammonia nitrogen reaches the second-grade B standard.

Keywords

Environmental Enzymes, Domestic Sewage, Ammonia Nitrogen, Total Nitrogen Removal Rate

环保酵素对生活污水中氨氮和总氮的净化效果探究

李显月, 闫玉珍, 雷 瑛, 林 森, 赵敏慧*

玉溪师范学院化学生物与环境学院, 云南 玉溪
Email: 1583869281@qq.com, *z mh@yxnu.net

*通讯作者。

文章引用: 李显月, 闫玉珍, 雷瑛, 林森, 赵敏慧. 环保酵素对生活污水中氨氮和总氮的净化效果探究[J]. 环境保护前沿, 2019, 9(2): 122-128. DOI: 10.12677/aep.2019.92019

收稿日期：2019年3月12日；录用日期：2019年3月27日；发布日期：2019年4月3日

摘要

以自制环保酵素对生活污水氨氮和总氮的净化为探究对象，通过为期14 d的对比实验，设计4组不同稀释浓度的环保酵素液，分别与6 L生活污水混合反应处理，探究环保酵素对生活污水中氨氮、总氮的去除效果。实验结果表明，环保酵素有利于去除生活污水中氨氮和总氮，浓度梯度在1:1000的环保酵素在第9 d对6 L生活污水中氨氮和总氮的处理效果最佳，其中总氮去除效果接近城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)的一级B标准，氨氮去除效果达到二级B标准。

关键词

环保酵素，生活污水，氨氮，总氮，去除率

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

生活污水是人们日常生活中排放出来的废水，主要来源于居住建筑和公共建筑，如住宅、医院、学校、商店、公共场所及工业企业卫生间等。生活污水所含有的污染物主要是有机物(如蛋白质、脂肪，氨氮、尿素)和大量病原微生物。细菌和病原体以生活污水中的有机物为营养而大量繁殖，导致传染病蔓延流行。同时生活污水中的有机物极不稳定，容易腐化而产生恶臭。因此，生活污水排放前必须进行预处理。据了解，生活污水的 BOD/COD_{Cr} 大约为 0.5，可生化性强，所以国内外一般采用生化法处理生活污水。

蔬果鲜垃圾在我们日常生活中占有很大的比重，但是若将其按照一般生活垃圾的处理方法进行简单处置，不仅成本高，而且造成了资源的浪费。没有绝对的垃圾，只有放错地方的资源。泰国有机农业协会的创始人乐素·普潘翁博士提出采用发酵技术，将蔬果垃圾制作成环保酵素。研究表明，环保酵素由植物蛋白质、矿物质和保幼激素天然合成的有机化合物[1]，具有对超氧阴离子自由基、羟基自由基和二苯代苦味酰肼自由基(DPPH)等的清洁能力，蛋白酶、脂肪酶和超氧化物歧化酶是其主要的功效酶，因此环保酵素除了可部分替代家庭清洁剂外，还可用于农业肥料和土壤改良、减少病虫害和环境污染治理等方面[2] [3]。

国内应用环保酵素治理淤泥、污水上的研究报道较少，但在水产养殖方面[3] [4] [5]发现，酵素菌能减少病原微生物和不良藻类的生长，促进水体中优良微藻、浮游生物及有益菌的增长，具有改良水质、平衡藻相的作用。一般来说在污水腐败之前即排放污水的时候立即用酵素菌处理效果最好[6]。环保酵素经 3 个月发酵后能够产生蛋白酶、脂肪酶等一系列酶。酶是具有生物催化功能的生物分子，部分酶可以将水中的氨氮、总氮等污染物通过催化作用转变为沉淀物、CO₂ 等形式，进而让微生物在污水中繁殖生存，利用微生物的代谢过程进一步去除水中的氨氮、总氮，以提高水体的自净能力。本实验旨在通过在生活污水中加入不同浓度梯度的环保酵素，经过混合反应后对水质中氨氮、总氮的去除进行探究，寻求最佳的环保酵素投放比例，为污水净化提供途径和科学依据。

2. 材料与方法

2.1. 实验材料

2.1.1. 环保酵素制作

以红糖、水果/新鲜菜叶等鲜厨余、水为原材料,按 1:3:10 的比例混合装入可密封的塑料容器中并将其置于通风阴凉处,持续厌氧发酵 3 个月[6]。在发酵过程中要注意避免阳光直照,并且发酵的第 1 个月要每天打开瓶口搅拌放出发酵产生的气体,以免气体膨胀导致容器破裂,而往后的 2 个月则要密封厌氧发酵。3 个月后观察到白色菌膜形成于液体顶部表面,过滤得到浅棕黄色环保酵素溶液。

2.1.2. 供试水体与样品采取时间

本次供试水体采集于云南省玉溪师范学院女生宿舍楼的生活污水,供实验水体理化性质见表 1。采样时间为 2018 年 11 月 12 日,取样检测时间为 12~25 日,共计 14 天。

Table 1. Experimental water chemical background values

表 1. 实验水体化学背景值

氨氮(mg/l)	总氮(mg/l)	总磷(mg/l)	COD (mg/l)
36.14	40.05	4.90	160.47

2.2. 实验方法

将采集好的水样(9:00 采样完毕)充分混匀后分别等量取 6 L 装于容积为 15 L 的塑料桶中,分别往 6 L 水样中依次加入不同量的酵素原液,设置成 4 个酵素浓度梯度及一个对照(CK)水样,每个浓度梯度设置三组平行,搅拌均匀后静置于通风阴凉的地方。生活污水中投加环保酵素具体实施方法见表 2。

Table 2. Concentration of environmental enzymes

表 2. 环保酵素配比浓度施加方案

酵素配比浓度	所加酵素体积(ml)	污水水样体积(ml)
对照(CK)	0	6000
1:1250 (a)	4.8	6000
1:1000 (b)	6	6000
1:750 (c)	8	6000
1:500 (d)	12	6000

实验第一天从加入环保酵素混合反应两个小时,即 11:00 进行第一次采样检测,此后每隔 4 h (13:00)、6 h (15:00)、8 h (17:00)、10 h (19:00)的时间段对第一天进行密集采样检测,余后每隔 24 h (即每天早上 9:00)取各组的样品进行检测分析,直至各水质指标数据曲线呈现较小波动,才停止实验。

2.3. 检测指标与方法

本次实验主要涉及到的水质检测指标有:氨氮、总氮。

氨氮检测方法: HJ1535-2009 水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法。

总氮检测方法: HJ636-2012 水质总氮的测定碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法。

处理后达标标准依据: 城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)。

2.4. 数据处理与分析

通过与环保酵素混合反应后的水样检测项目数值减去原始实验水样背景值，看其检测指标在在原来的基础上的增减情况，并采用 Excel 2007 软件进行计算绘图。

为了更方便直观的体现环保酵素处理后各检测指标的去除情况，实验数据采用去除率来表示。其计算方法及表达式如下：

$$\text{去除率} = \frac{(D-Y)}{D} \times 100\%$$

式中：D 为原始实验水样中氨氮的背景值；Y 为环保酵素与污水水样混合处理后样品中的氨氮含量。

3. 结果与分析

3.1. 环保酵素对生活污水中氨氮的影响

通过向水样中加入不同体积的环保酵素持续反应 14 d 以后，其净化后污水的氨氮去除率变化曲线见图 1，具体去除率数值见表 3。

Table 3. Removal rates of ammonia nitrogen by various concentrations of environmental enzymes
表 3. 各浓度环保酵素对氨氮去除率

处理时间(h)	ck	1:1250 (a)	1:1000 (b)	1:750 (c)	1:500 (d)
	去除率(%)	去除率(%)	去除率(%)	去除率(%)	去除率(%)
6 h	2.34	15.23	18.96	12.45	9.99
8 h	5.06	22.05	24.26	20.45	16.50
10 h	7.06	26.37	26.43	24.13	22.45
24 h	10.29	27.49	28.72	25.10	24.08
48 h	16.96	30.46	31.36	29.80	26.78
72 h	17.87	31.01	31.54	29.79	29.74
96 h	16.87	31.88	31.93	30.41	29.44
120 h	18.79	32.39	32.57	31.34	30.94
144 h	19.34	32.74	32.86	28.78	30.05
168 h	18.35	32.86	35.81	28.17	29.78
172 h	17.64	35.46	40.33	31.54	29.74
216 h	17.02	33.77	36.90	32.26	31.36
240 h	16.98	34.19	34.61	32.44	32.08
264 h	15.03	33.77	34.67	32.43	30.64
288 h	14.99	34.97	35.76	34.49	32.93
312 h	14.38	34.91	36.30	32.26	31.24

本研究虽从加入环保酵素两个小时后开始检测氨氮含量，但前四个小时没有氨氮的去除，原因是环保酵素液对生活污水发生作用需要一个过程，依靠环保酵素液中的微生物代谢活动和微生物酶的作用来去除氨氮需要一定时间。

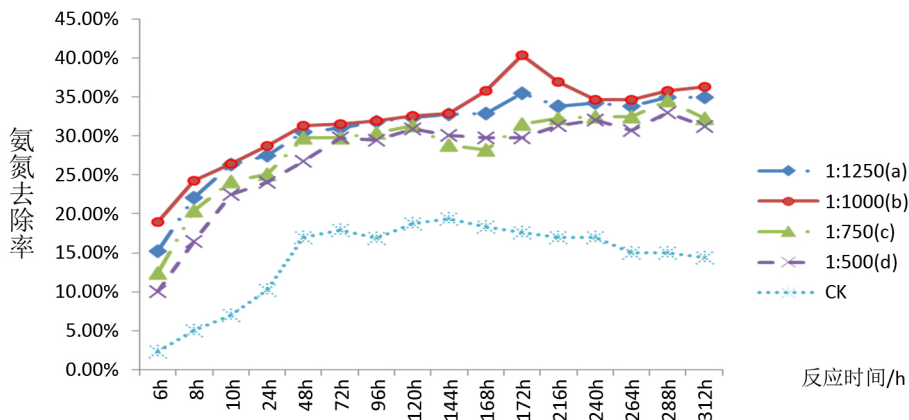


Figure 1. Removal rate of ammonia nitrogen by various concentrations of environmental enzymes
图 1. 各浓度环保酵素对氨氮去除率

从表 3 和图 1 可知，直至第六个小时加入环保酵素的水样才开始有氨氮去除。随着环保酵素与生活污水的反应时间增长，一方面污水中的营养物质能满足微生物生长需要，另一方面微生物适应了新环境能生长繁殖使水样中微生物逐渐增多，代谢活动增强，氨氮去除率大体呈现上升趋势。1:1250 和 1:1000 浓度配比的环保酵素在 172 h (第 9 天)时对氨氮的去除率达最大，其中 1:1000 浓度配比对氨氮的去除率达到了 40.33%，氨氮含量降至 21.56 mg/l，氨氮含量已达到城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)的二级标准。1:750 和 1:500 浓度配比的环保酵素在 172 h (第 9 天)时对氨氮降解变化波动不大。

各组浓度配比环保酵素处理的生活污水氨氮去除率达最大后在一定范围内呈小幅波动。由表 3 可知，其中 1:1250 浓度梯度氨氮去除率在 33.77%~34.97%，1:1000 浓度梯度氨氮去除率在 34.61%~36.90，1:750 浓度梯度氨氮去除率在 32.26%~34.49%，1:500 浓度梯度氨氮去除率在 30.64%~32.93%，其各组数据波动 $\leq \pm 3\%$。从图 1 可知各浓度梯度对氨氮去除率的影响由大到小为 $b > a > c > d > ck$ 。

氨氮去除率下降的原因，第一方面是污水中营养物质逐渐减少，导致微生物活动减缓；第二方面是天气渐渐转凉，温度降低限制了微生物酶的催化作用；第三方面由于水体的自净能力是有限的，对照组的氨氮去除率随着时间变化逐渐减缓。

3.2. 环保酵素对生活污水中总氮的影响

通过向水样中加入不同体积的环保酵素持续反应 14 d 以后，其净化后污水的总氮去除率变化见图 2，具体去除率数值见表 4。

Table 4. Removal rates of total nitrogen by different concentrations of environmental enzymes
表 4. 各浓度环保酵素对总氮去除率

处理时间(h)	ck	1:1250 (a)	1:1000 (b)	1:750 (c)	1:500 (d)
	去除率(%)	去除率(%)	去除率(%)	去除率(%)	去除率(%)
4 h	0.98	2.02	3.10	2.09	1.15
6 h	3.01	7.20	16.40	8.11	6.21
8 h	4.85	13.05	20.08	17.97	12.17
10 h	6.20	19.89	23.21	20.79	16.14
24 h	6.55	23.21	27.29	25.15	20.03

Continued

48 h	7.31	26.97	32.85	28.76	22.89
72 h	7.59	28.01	35.17	28.80	23.22
96 h	7.60	28.50	35.42	30.98	24.15
120 h	7.81	29.15	37.21	32.41	24.57
144 h	10.31	29.91	36.01	31.56	25.27
168 h	11.54	29.09	36.98	33.24	27.39
172 h	15.07	32.10	42.32	32.19	27.51
216 h	17.06	32.21	39.26	32.51	27.19
240 h	16.19	30.38	38.20	34.38	26.81
264 h	15.90	30.19	38.99	35.21	26.76
288 h	15.76	31.90	38.87	32.91	26.68
312 h	16.59	30.11	38.75	32.41	26.89

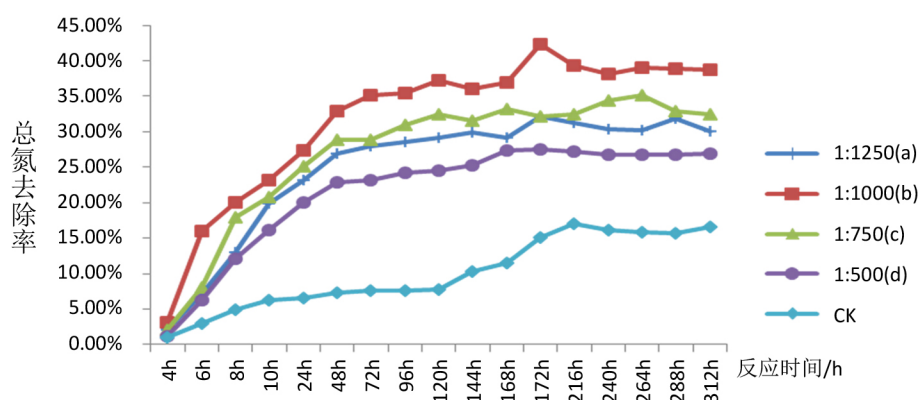


Figure 2. Removal rates of total nitrogen by different concentrations of environmental enzymes
图 2. 各浓度环保酵素对总氮去除率

根据生活污水投加环保酵素的连续 14 天的实验反应, 由图 2 的去除率曲线可以看到, 各酵素浓度梯度总氮的去除率从第 4 h 开始随处理时间的延长呈上升趋势。根据最终的实验结果, 生活污水与环保酵素浓度配比为 1:1000 的混合反应至第九天时, 总氮含量降到 23.10 mg/l, 去除率高达 42.32% (见表 4), 接近城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)的一级 B 标准。

由图 2 中曲线可知, 各浓度环保酵素对总氮去除率从第 4 小时到第 72 小时的斜率较大去除率增长快, 从第 72 小时(第 4 天)到第 168 小时(第 8 天)的去除率也是递增但是曲线趋于平缓的趋势, 到第 216 小时(第 10 天)后除 1:750 浓度配比的去除率有小幅上升外, 其它呈现下降形势。从图 2 曲线增长趋势得知各浓度梯度对总氮去除率的影响由大到小为 $b > c > a > d > ck$ 。添加环保酵素 2 小时后没有检测到总氮的去除效果, 原因同上。

空白组去除率斜率较小, 总体是呈现上升的趋势, 由此也可以说明在正常情况下, 生活污水是有自净能力的, 但是净化速度缓慢, 自净能力较差, 这个也是生活污水产生恶臭的主要因素之一。通过与空白组对比, 加入环保酵素总氮去除率明显增大, 说明环保酵素对生活污水有明显净化效果。

4. 结论与讨论

通过为期三个月以上密封发酵, 自制培养出含有大量厌氧及兼性厌氧菌的环保酵素并添加于生活污

水中,进行了为期 14 天的取样检测,检测结果表明:各浓度环保酵素对生活污水中的氨氮、总氮有一定的去除效果,且氨氮、总氮的去除均在生活污水与环保酵素浓度配比为 1:1000,反应至第九天(172 h)时去除效果最好,其中总氮去除效果接近城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)的一级 B 标准,氨氮去除效果达到城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)的二级 B 标准。直至实验结束,各浓度梯度环保酵素对氨氮去除效果均已达到城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)的二级标准。

发酵后产生蛋白酶、脂肪酶等具有生物催化功能的生物分子,本实验证明可以去除氨氮和总氮。去除原理一方面是污水与环保酵素中的部分酶和表面活性物质的作用,可以将水中的氨氮、总氮等污染物通过催化作用转变为沉淀物、CO₂、矿物盐等形式,另一方面环保酵素中的微生物在污水中繁殖生存,利用微生物的代谢过程进一步去除水中的氨氮、COD、总氮,以提高水体的自净能力[7]。

中国是人口大国,生活有机垃圾和污水的排放不容忽视。目前生活有机垃圾的处理方法主要有卫生填埋、焚烧,处理成本高,存在二次污染。污水的处理方法主要有混凝法、化学法、电化学法和生物法,这些方法往往会在处理系统中加入一定的化学试剂,不可避免地造成水体二次污染。而环保酵素是利用厨余发酵而来的酵液,制备过程中不使用任何的化学合成物质,是一种制作方法简单,成本低廉,原料易得的环保产品。依本研究的结论,倡导每个家庭自制环保酵素,将其稀释 1000 倍投放到城镇的下水管网和黑臭水体中,对生活污水进行净化,既可以降低城市垃圾处理厂对有机垃圾的处理量、污水处理厂对生活污水的处理成本,还能为国家财政支出减少开支,达到国家对废物资源化、减量化和以废治废的目的。总而言之,对于环保酵素的使用希望能结合我国国情在环境方面发挥最大用处。

基金项目

云南省教育厅大学生创新创业训练计划项目“2017A15”。

参考文献

- [1] 林高贤. 常安镇利用“环保酵素”科技治水[J]. 乡镇天地, 2014(9): 51-52.
- [2] 蔡毅飞, 唐敏. 环保酵素的发酵过程研究[J]. 科技资讯, 2017(14): 230-232.
- [3] 董银卯, 何聪芬, 王领, 等. 火龙果酵素生物活性的初步研究[J]. 食品科技, 2008, 34(3): 192-196.
- [4] 杨涛, 徐维烈. 酵素菌生物有机鱼肥在水产养殖上的应用研究[J]. 河北渔业, 2007(1): 42-44.
- [5] 李奕雯. 酵素菌调水养殖技术[J]. 海洋与渔业, 2010(8): 41-42.
- [6] 王楠, 王锦, 许珺. 酵素技术及在我国的应用[C]//第十六届中国科协年会论文集. 北京: 中国科学技术协会学会学术部, 2014: 1-4.
- [7] 环保酵素救地球论坛. 环保酵素用途及稀释比例[EB/OL]. <http://www.hbjsjdq.com/forum.php?mod=viewthread&tid=43966&fromuid=16328>, 2014-4-30.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5485, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aep@hanspub.org