

第二十届广州市青少年

科技创新大赛 获奖作品集

广州市青少年科技教育协会 编



广州出版社

第二十八届广州市青少年科技创新大赛

获奖作品集

广州市青少年科技教育协会 编

主 编：华同旭

副 主 编：蒋少艾 叶智勇

执行主编：吴福全 金日纬

编 委：陈华乐 秦孟立

冯慧君 李钦政

广州出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

第二十届广州市青少年科技创新大赛获奖作品集/广州市青少年科技教育协会编.
—广州:广州出版社, 2005.11

ISBN 7-80731-057-X

I.广… II.广… III.青少年-创造发明-科技成果-汇编-中国 IV.N19

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 129248 号

书 名 第二十届广州市青少年科技创新大赛获奖作品集

出版发行 广州出版社

(地址:广州市人民中路同乐路 10 号 邮政编码:510121)

责任编辑 李 利

责任校对 林翠贞

装帧设计 亮点设计工作室

印 刷 广州市番禺区官桥彩色印刷厂

(地址:番禺区石楼官桥村 邮政编码:511447)

规 格 787 毫米×1092 毫米 1/16

总 印 张 38.675

总 字 数 730 千

版 次 2005 年 11 月第 1 版

印 次 2005 年 11 月第 1 次

书 号 ISBN 7-80731-057-X/N·1

总 定 价 60.00 元 (全二册)

如发现印装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

目 录

物 理 学

电场结合芽孢杆菌处理生活污水的研究	何广安(1)
一种基于 GSM 短信平台的简易车辆跟踪系统的制造及测评	罗宇恒(22)
太阳能海事求救信号瓶	简铭基(31)
一种新型的微波干衣机	李绍巍(34)
电脑投影仪无线转接器	羊 乐(45)

化 学

中学化学实验室对环境影响的监测与评估	雷震霄(51)
--------------------------	---------

微生物学

微生物促进植物生长的初步研究	李文婷、浦圆虹、黄敏欣(58)
----------------------	-----------------

环境科学

在建中的广州湿地公园调查研究	欧子安、李学丹、唐 立(64)
利用鸟类羽毛监测环境中的重金属污染	欧阳明(68)
红树林植物人工湿地处理生活污水的研究	包秀清(71)
车内空气质量知多少	
——广州市地面交通工具空气质量对人体健康的分析	席庄子锐、宋芷潼(78)
合理包装,节约资源,减少垃圾	
——关于月饼包装的调查研究	陈玮彤、苏嘉扬、蔡宇婷(89)
从酸雨的监测看广州市的“创模”	曹展辰(94)
学生学习生活环境调查及保洁探讨	范晓蕾(102)
城市建设对生态环境的影响	
——关于流花湖鹭鸟数量近年减少的调查研究	黄旭媚(105)

寻求珠三角“咸潮”现象的解决方法

- 运用市民与网络调查法 张海贞(110)

工程学

- 家用污水截油装置 郑昊基、卢永辉、黄思杰(115)

- 新型环保垃圾桶 唐 勇(117)

利口能利健康吗

- 对部分食品中非法添加剂危害健康的调查研究 成颖欣、简琳寓、韩旻熹(119)

- 人体翻身气囊 林 嘉(131)

- 理发工具消毒箱 黄俊达、林凤婷(134)

- 流质食物自助饮食器 郭蕴琦(137)

- 带输液自动警报器、无线警报铃的折叠式输液装置 符懋敬(139)

- 汽车防炫目装置 吴穗庆(146)

- 花瓣型任意开合袋架 赵英筌(149)

- 高效空调热水器 周穗志、麦俊超、何嘉杰(151)

- 脚踏翻谱机 李运隆(155)

- 雨天自动关闭窗 汤扬迪(157)

- 电动双面擦窗机 梁蕴昕(159)

亲亲小“屁屁”

- 儿童座厕板 招俊能(161)

- 便笺笔 张健琦(163)

- 激光导视螺丝刀 胡培基(164)

- 保险方便瓶盖 谭天生(165)

- 弱视读报仪 林建德(167)

- 电池转换装置 李佳朋(168)

- 方便捡垃圾机械手 郭耀威(169)

计算机科学

- 新课标下的网络选课系统的设计与探究 张展维(171)

- GSM 电子门匙 汤俊良(176)

- NOTEBOOK 优盘鼠标 余颖欣(179)

动物学

野生唐鱼种群的发现及鱼类毒性实验 谢莉珊(181)

珠江三角洲欧鳗“狂游症”的调查研究 张 智(185)

植物学

盆栽扦插新发现

——对家庭盆栽不同基质的扦插研究 阮诗蕴、刘嘉熙、盛家宝(192)

种植日本菟丝子抑制凤眼莲危害的研究 陈小青、卢彤彤、林振潮(201)

云南火焰兰资源保护和快速繁殖研究 吴文静(208)

外来物种金钟藤的危害现状调查及其原因分析 曾 惊(214)

地球与空间科学

咸潮对珠江口地区生产、生活影响的研究及对策 陈嘉宝(222)

广州市南沙地区湿地卫星遥感调查研究 龚翠霞(231)

社会科学

手机隐性收费的理性思考 陈 熙(239)

警惕迷信毒害下一代

——迷信对青少年身心影响的调查研究 梁惠冰(246)

警惕:方言文化的流失

——关于粤语的几个问题之探究 施劭逸(253)

拯救本土民间手工艺

——对保存和发展广州传统民间手工艺的考察与调查 程子啸(261)

电场结合芽孢杆菌处理生活污水的研究

何广安 17岁 高二

广州市第六中学

辅导教师:刘少明 林伟君

摘要 本文主要介绍电场加芽孢杆菌净化生活污水的研究,分别用电场强度(真空中)为3V/m、4V/m、8V/m、12V/m、16V/m的电场加芽孢杆菌(游离和包埋)对生活污水进行试验,并测定水体中的DO、COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 值。数值表明:用电场强度(真空中)为3V/m(水中为0.037V/m)的电场加游离芽孢杆菌 9.0×10^7 个处理60L生活污水效果最好。而且我们经过细菌安全性试验,证明实验用的芽孢杆菌对生物体无毒性,可以安全使用。本课题研究是为解决化学方法处理生活污水会对水体环境造成二次污染,用单一的微生物处理时效慢、单一的电场处理法耗能高的问题。用电场加芽孢杆菌处理污水,根据物理学与生物学原理,利用其相互间作用,探究“1+1>2”处理污水新的方法。

关键词:电场 芽孢杆菌 生活污水

一、前言

1. 概述

由于生产力的不断提高,世界工业的不断发展,造成的垃圾亦越来越多。随着更多生活垃圾被倾倒进江河湖海,工厂污水不经处理直接排入,水体污染的情况亦越来越严重。根据调查,每排放1立方米污水,就污染14立方米天然水。到2000年,全世界污水排放量已达6千亿立方米,如不进行污水处理,势必污染大量的天然水体,从而加剧水资源不足与用水需求量与日俱增的矛盾,甚至导致世界性水荒。水体富营养化的问题是导致现今水体污染日趋严重的主要因素,由于现今人们越来越习惯使用对环境影响很大的含磷洗涤剂,而这些合成洗涤剂在制造过程中产生大量的废水和废气,污染了环境。但更为严重的是,含磷洗衣粉中的磷酸碱会使被磷污染的水域富含供水藻生长的肥料,造成水体富营养化,从而刺激水藻过分生长产生氧耗竭的问题,以致水域里的各种生物因为无力与水藻争氧而死亡,且水藻在死亡时会因其自身的有机物质使水生态系统负荷过重,结果在这些受污染水域中形成“死亡带”。因而,如何有效的处理污水已经成为全球关心的问题。

现今世界最常用的处理污水方法,主要涉及物理、化学、生物三方面的手段。由于使用化学试剂处理污水方便、快捷,所以用化学方法处理污水是最常见的。但这种方法的缺陷也是显而易见的,首先,使用化学试剂处理污水的成本高;其次,为了提高处理的效果人们往往加入大量的化学试剂,导致生态环境受到破坏。

正因为如此,物理与生物手段处理污水成本低,效果好,而且有不会对环境造成二次污染的优点,促使使用物理与生物的技术来处理污水成为人们共同关注的热点问题。

2. 实验过程

为了对该课题有进一步深入的认识,我们在2003年到南海水产研究所微生物研究室参观学习,了解到芽孢杆菌处理污水的效果比较好,并从南海水产研究所微生物研究室得到了BS2型蜡状芽孢杆菌的菌种。在学校里,通过分离、复壮、再分离、培养获得了大量的芽孢杆菌。此外,我们挑选了其他几种不同的细菌,在游离的情况下,进行净化污水的实验,发觉芽孢杆菌处理污水的效果最好。

2004年上半年,我们再到中山大学环境工程学院参观学习,向朱教授了解有关处理污水的问题,获悉通过微电场处理污水是现今世界的趋势。于是我们设想,利用电场处理污水的物理学手段和细菌分解有机物

净化污水的生物学手段有机结合,可能会使污水处理得到更好的效果。我们通过分组实验,在原有细菌净化污水实验的基础上,设置不同电场强度的电场。通过对实验进行观察,发现在电场作用下水体中的微生物与藻类大量减少,其他实验细菌数量也减少,芽孢杆菌却能继续保持生长的结论。我们还对芽孢杆菌进行了光照、温度、电场的生长实验,发现在较低电场强度、较暗和较适宜的温度的环境下,能促使芽孢杆菌快速生长。而后,我们出于防止出现用芽孢杆菌治理污水对生物体有致病性或毒性,进行了芽孢杆菌的安全性实验,发现芽孢杆菌对生物体无致病性和毒性,具有使用安全性。

在 2004 年的下半年,我们应用芽孢杆菌进行分组处理污水实验,并对包埋的芽孢杆菌与游离的芽孢杆菌的净水能力作了对比,发现游离的芽孢杆菌比包埋的效果好;利用电场与细菌共同作用,处理污水的效果也比只用电场或只用芽孢杆菌的效果好。其后我们又加入了活性炭做实验,想通过活性炭作为芽孢杆菌的载体,提高细菌处理污水的效果,但得到的效果却不尽如人意,游离的芽孢杆菌处理污水的效果比通过活性炭作载体的芽孢杆菌要好。根据实验观察分析,芽孢杆菌是好氧细菌,如果采取包埋的方法或用活性炭作为载体都会使芽孢杆菌得不到足够的氧气,不能更好地发挥芽孢杆菌处理污水的作用。因此,我们设计了电场结合芽孢杆菌治理污水的研究课题。

3. 生物学特性

BS2 型蜡状芽孢杆菌属于细菌门、芽生细菌纲、芽孢杆菌目、芽孢杆菌科、芽孢杆菌属、蜡状芽孢杆菌种。它的细胞呈杆状,大小为 $0.9 \sim 1.0 \mu\text{m} \times 2.5 \sim 3.0 \mu\text{m}$,短或长链状,革兰氏染色阳性,芽孢椭圆形,近端生,孢囊不膨大。该菌在肉蛋琼脂斜面培养基上生长旺盛,粗糙,不透明,淡白色,非粘着的,扩展,边缘不规则,有鞭状枝条。它的来源很广泛,从土壤、尘埃和各类食物中均可分离出 BS2 型蜡状芽孢杆菌。

4. 实验原理

在电场的作用下,污水由于化学反应产生了 Cr、Co、Cu、Pb、Cd 等重金属的离子,污水中的有机物会对其连同水中的磷、硫进行吸附,形成大分子的有机物,然后芽孢杆菌又会吸附在它们上面进行分解、沉淀,从而达到处理污水的作用。而加入适当电场后,促进了细菌的生长,使治理污水效果更佳。

污水在电场和催化物合并条件下的电化学反应更为复杂有效。在阴阳电极作用下,可以使水分子活性极大地提高,尤其是 OH^- 活化后能氧化许多有机物。同时,电场作用下,由于漂浮水中的悬浮物大多带有一定电荷,这样它们就可在电场作用下进行聚集而生长为较大粒度的漂浮物,又由于溶液在电场作用下会产生一些气体,这些气体对漂浮物具有很大的吸附性,这样悬浮物就能得到发泡并析浮出来。另外,该过程中生成一些特殊的絮状物,它们的吸附性非常大,可对各种悬浮物进行吸附,从而使它们得到沉淀。

污水经电场处理后,水中含氧量增加;水中出现过量的离子态水合物,它就是超氧阴离子自由基和质子,它们具有长期存放的稳定性,所以水经电场处理后,水中的氧分子应分为两部分:一部分是可以与空气中的氧气进行自由交换的自由氧分子;另一部分是处于被水分子包围的离子态氧,即超氧阴离子自由基;在水中除了会出现超氧阴离子自由基外,还会出现过量的 H_2O_2 分子。

水分子是极性分子,在电场作用下能获得附加的电能在其平衡位置附近作往复振动,故它们完全可能使水中部分水分子分解成 OH^- 和 H^+ ,其中 OH^- 中的电子在电场催化下被水中的氧分子俘获后生成超氧阴离子自由基,在水分子的包围下形成稳定的水合物。此外,水中 OH 基团则通过基团间的不断碰撞而合成过量的 H_2O_2 分子,并释放出剩余能量,通常它们是以热能的形式耗散,所以当污水在被处理的过程中,在器壁会出现大量由水蒸气分子形成的微水滴。

二、材料与方法

1. 材料用具

①污水:学校附近生活区的一条排污渠

②BS2 型蜡状芽孢杆菌:由南海水产研究所微生物研究室提供

③电源(学生实验电源):1.5~8V 直流电

④FA/JA 型电子天平

⑤722 型分光光度计

⑥KB-K-25 型血细胞计数板

⑦电子显微镜

⑧pH 计

⑨其他试剂、仪器、用具:

电炉,试管,胶塞,培养皿,酒精灯,接种棒,纸,橡皮筋,烘箱,恒温培养箱,营养琼脂,乙醇,小水槽若干,5ml 注射器,无菌生理盐水,金鱼,60cm×40cm×40cm 玻璃缸若干,光度计,温度计,导线,60cm×40cm 铜板,包埋剂(海藻酸钠溶液),固定剂(CaCl_2 溶于饱和的 H_3BO_3 溶液)。

2. 方法步骤

(1) 污水的预处理

①用纱布过滤水中的杂质。

②测定污水的 pH 值,如污水不呈中性,则在实验前把污水调至中性。

(2) 数据测定

①溶解氧(DO)测定:碘量法。

②化学需氧量(COD)测定:碱性高锰酸钾法。

③氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)测定:纳氏试剂光度法。

(3) 实验方法

准备实验一:

①用营养琼脂(20g)煮 500ml 培养基,煮脚 10 分钟(电炉 1000W),分别装入试管及培养皿中。

②用烘箱 80℃ 进行消毒杀菌 3 分钟,并用胶塞塞住试管口,将试管及培养皿放入恒温培养箱保存。

③对培养基进行接种(如有培养基出现霉菌,找出没有霉菌的培养基进行接种)。首先要用 75% 乙醇消毒双手及所用器皿,然后用接种棒在酒精灯上消毒,在种培养基处刮一部分细菌,再在接种试管培养基处划“之”字形痕,但不能划穿培养基。

④最后立即用胶塞塞住,并用纸包裹试管口,用橡皮筋固定,放在恒温培养箱中。(第③、④步均要在操作台上,接种箱中进行。)

准备实验二:

①设 10 个实验组。

②将细菌投入水中,分别稀释至 1×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 、 2×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 、 3×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 、 4×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 、 5×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 、 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 、 7×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 、 8×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 、 9×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 、 1×10^6 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 。

③用显微镜连续观察各组细菌的活动状况 168 小时。

准备实验三:

①设对照组及实验组各两个。

②将细菌放入水中稀释,使细菌浓度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 。

③每组放入 10 尾金鱼。第一对照组的金鱼在每尾的腹节肌肉注射 0.2ml 无菌生理盐水,第一实验组的金鱼在每尾的腹节肌肉注射 0.2ml 细菌稀释液;第二对照组及实验组的金鱼每尾拔去鳞片 1~2 片,使其表皮轻微受伤。对照组金鱼放入无菌生理盐水中,实验组放入细菌浓度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 的水中。

④实验期间,不加充氧装置,少量投饵,连续观察各组金鱼的活动情况 168 小时。

准备实验四:

①设 5 个实验组。实验组分为 1000xl、2000xl、3000xl、4000xl 和 5000xl。

②将细菌投入水中稀释至 1200ml,使细菌密度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$,分别取 200ml 稀释液加入 5 个小水槽

中,将5个小水槽分别置于1000xl、2000xl、3000xl、4000xl和5000xl光度的环境中。

③起始时先测一次各组细菌的初始数目,在以后168小时内每12小时测一次各组细菌的数目。

④将各组数据进行比较、分析,得出结论。

准备实验五:

①设5个实验组。实验组分为15℃、20℃、25℃、30℃和35℃。

②将细菌投入水中稀释至1200ml,使细菌密度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$,分别取200ml稀释液加入5个小水槽中,将5个小水槽分别置于15℃、20℃、25℃、30℃和35℃温度的环境中。

③起始时先测一次各组细菌的初始数目,在以后168小时内每12小时测一次各组细菌的数目。

④将各组数据进行比较、分析,得出结论。

实验一:

①设一个对照组及5个实验组。实验组分为3V/m、4V/m、8V/m、12V/m和16V/m。

②将细菌投入水中稀释至1200ml,使细菌密度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$,分别取200ml稀释液加入5个小水槽中,向5个小水槽用学生电源分别加电场强度为3V/m、4V/m、8V/m、12V/m和16V/m的电场,并在水槽两侧放上两块与小水槽等高的铜片,接上学生电源。

③起始时先测一次各组细菌的初始数目,在以后336小时内每12小时测一次各组细菌的数目。

④将各组数据进行比较、分析,得出结论。

实验二:

①设一个对照组及5个实验组。实验组分为3V/m、4V/m、8V/m、12V/m和16V/m。

②每组分别放入60L生活污水,接上学生电源,并使电场强度分别达到3V/m、4V/m、8V/m、12V/m和16V/m,两铜板之间的距离为50cm。

③起始时先测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值,在此后的168小时内每24小时分别测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值。

④将各组数据进行比较、分析,得出结论。

实验三:

①将细菌投入水中稀释至750ml,使细菌密度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 。

②设一个对照组及5个实验组。对照组不放细菌,5个实验组依次投入细菌稀释液50ml、100ml、150ml、200ml、250ml。

③起始时先测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值,在此后的168小时内每24小时分别测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值。

④将各组数据进行比较、分析,得出结论。

实验四:

②将细菌加入水中稀释,并与包埋剂一起搅匀,用注射器逐滴滴进固定剂中,形成包埋颗粒。

②设一个对照组及5个实验组。5个实验组依次放入等同于游离芽孢杆菌50ml、100ml、150ml、200ml、250ml细菌数的包埋颗粒。

③起始时先测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值,在此后的168小时内每24小时分别测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值。

④将各组数据进行比较、分析,得出结论。

实验五一 I:

①将细菌加入水中稀释至750ml使细菌密度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 。

②设一个对照组及5个实验组。对照组不放细菌,5个实验组均放150ml细菌稀释液分别加电场强度为3V/m、4V/m、8V/m、12V/m和16V/m的电场。

③每组分别放入60L生活污水,接上学生电源,并使两铜板之间的距离为50cm。

④起始时先测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值,在此后的168小时内每24小时分别测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值。

⑤将各组数据进行比较、分析,得出结论。

实验五—II:

①将细菌加入水中稀释至750ml,使细菌密度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 。

②设一个对照组及5个实验组。对照组不放细菌,5个实验组分别放50ml、100ml、150ml、200ml、250ml细菌稀释液,均加电场强度为3V/m的电场。

③每组分别放入60L生活污水,接上学生电源,并使两铜板之间的距离为50cm。

④起始时先测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值,在此后的168小时内每24小时分别测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值。

⑤将各组数据进行比较、分析,得出结论。

实验六—I:

①将细菌投入水中稀释,并与包埋剂一起搅匀,用注射器逐滴滴进固定剂中,形成包埋颗粒。

②设一个对照组及5个实验组。5个实验组依次放入等同于游离芽孢杆菌100ml细菌数的包埋颗粒,分别加电场强度为3V/m、4V/m、8V/m、12V/m和16V/m的电场。

③每组分别放入60L生活污水,接上学生电源,并使两铜板之间的距离为50cm。

④起始时先测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值,在此后的168小时内每24小时分别测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值。

⑤将各组数据进行比较、分析,得出结论。

实验六—II:

①将细菌投入水中稀释,并与包埋剂一起搅匀,用注射器逐滴滴进固定剂中,形成包埋颗粒。

②设一个对照组及5个实验组。5个实验组依次放入等同于游离芽孢杆菌50ml、100ml、150ml、200ml、250ml细菌数的包埋颗粒,均加电压为12V/m的电场。

③每组分别放入90L生活污水,接上学生电源,并使两铜板之间的距离为50cm。

④起始时先测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值,在此后的168小时内每24小时分别测一次各组污水的溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)值。

⑤将各组数据进行比较、分析,得出结论。

3. 实验条件

①温度:20℃~25℃

②光照强度:1000~5000lx

③相对湿度:60%~90%

④气压: 1.0×10^5 Pa

4. 对照组

所有治理污水实验中对对照组均没有加电场、芽孢杆菌,只放60L生活污水,所测数据为水体自净效果。

5. 电场强度

所有治理污水实验中,以所用电场在真空中的电场强度分组。电场强度是由加在两极板间电压U/V除以两极板间距离d/m所得。但水在此实验中作为两极板间的电介质具有一定的介电常数 ϵ ,会降低在真空中所得的电场强度。所以,在实验中的电场强度应该是真空中的电场强度 $E_{\text{真空}}$ 除以水的介电常数 $\epsilon_{\text{水}}$ 所得。由于我们受到实验条件的限制,没有可能测定每一种污水的介电常数,所以用一般饮用水的介电常数($\epsilon_{\text{水}} = 80.36$)代替。

6. 测量数据

①溶解氧

溶解在水中的分子态氧称为溶解氧,它是衡量水质的一个重要指标,含量越高,水质越好。天然水的溶解氧含量取决于水体与大气中氧的平衡。溶解氧的饱和含量和空气中氧的分压、大气压力、水温有密切关系。清洁地面水溶解氧一般接近饱和。由于藻类的生长,溶解氧可能过饱和。水体受有机、无机还原性物质污染,使溶解氧降低,若以 CH_2O 代表有机物,则有机物氧化分解反应式为: $\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。当大气中的氧来不及补充时,水中溶解氧逐渐降低,以致趋近于零。此时厌氧菌繁殖,水质恶化。废水中溶解氧的含量取决于废水排出前的工艺过程,一般含量较低,差异很大。

②化学需氧量

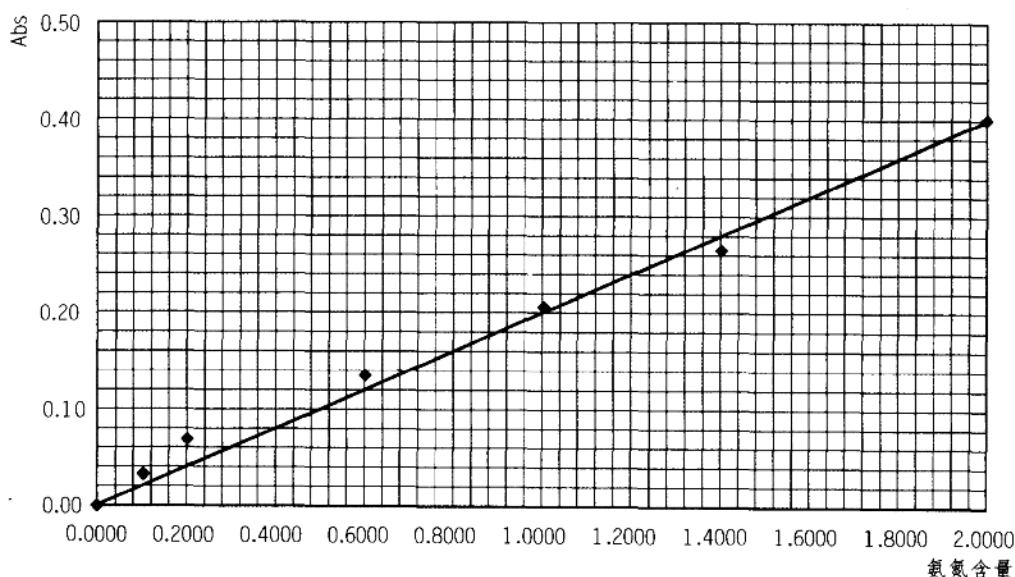
化学需氧量是指在一定条件下,用强氧化剂处理水样时所消耗氧化剂的量,以氧的毫克/升来表示,它也是衡量水质的一个重要指标,含量越低,水质越好。它反映了水中受还原性物质污染的程度。水中还原性物质包括有机物、亚硝酸盐、亚铁盐、硫化物等。水被有机物污染是很普遍的,因此化学需氧量也作为有机物相对含量的指标之一。水样的化学需氧量,可受加入氧化剂的种类及浓度,反应物的酸度、反应温度和时间,以及催化剂的有无而获得不同的结果。因此,化学需氧量亦是一个条件性指标,必须严格按操作步骤进行。

③氨氮

氨氮以游离氨(NH_3)或铵盐(NH_4^+)形式存在于水中,两者的组成比取决于水的 pH 值。当 pH 值偏高时,游离氨的比例较高。反之,则铵盐的比例较高。水中氨氮的来源主要为生活污水中含氮有机物受微生物作用的分解产物,某些工业废水,如焦化废水和合成氨化肥厂废水等,以及农田排水。此外,在无氧环境中,水中存在的亚硝酸盐亦可受微生物作用,还原为氨。在有氧环境中,水中氨亦可转变为亚硝酸盐。测定氨氮,有助于评价水体被污染和“自净”的状况。因此,氨氮也是衡量水质的一个重要指标,含量越低,水质越好;含量过高,则对鱼类呈现毒害作用。

7. 氨氮($\text{NH}_3 - \text{N}$)校准曲线

氨基氮校准曲线



测定氨氮时,由水样测得的吸光度减去空白试验的吸光度后,从校准曲线上查得氨氮含量(mg)。

三、数据分析

1. 准备实验——细菌活性实验

在 168 小时内,细菌浓度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 的细菌活动状况最好,活动状况自 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 实验组向两边递减。所以用细菌浓度为 6×10^5 个 $\cdot \text{ml}^{-1}$ 的细菌稀释液做后面有关细菌安全性、电场对细菌影响、细菌治理污水的实验。

2. 准备实验——细菌安全性实验

在 168 小时内,第一实验组金鱼的活动、摄食正常,反应活泼,无异常症状和死亡;第二实验组金鱼的伤口不见红肿,活动、摄食正常,反应活泼,无异常症状和死亡。这表明 BS2 型蜡状芽孢杆菌对鱼无毒、无致病性,具备使用安全性。

3. 准备实验——光对细菌生长的影响

表 1 光对细菌的影响数据分析

单位:亿个

时间 \ 组别	1000xl	2000xl	3000xl	4000xl	5000xl
0h	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8
12h	1.3×10^8	1.4×10^8	1.4×10^8	1.3×10^8	1.3×10^8
24h	1.5×10^8	1.6×10^8	1.6×10^8	1.4×10^8	1.4×10^8
36h	1.7×10^8	1.9×10^8	1.8×10^8	1.6×10^8	1.5×10^8
48h	1.9×10^8	2.2×10^8	2.0×10^8	1.8×10^8	1.7×10^8
60h	2.2×10^8	2.5×10^8	2.3×10^8	2.1×10^8	1.9×10^8
72h	2.5×10^8	2.8×10^8	2.6×10^8	2.4×10^8	2.2×10^8
84h	2.8×10^8	3.1×10^8	2.9×10^8	2.7×10^8	2.1×10^8
96h	3.1×10^8	3.4×10^8	3.2×10^8	3.1×10^8	2.0×10^8
108h	3.4×10^8	3.7×10^8	3.5×10^8	3.0×10^8	1.9×10^8
120h	3.7×10^8	4.0×10^8	3.9×10^8	2.9×10^8	1.8×10^8
132h	4.1×10^8	4.3×10^8	3.8×10^8	2.7×10^8	1.6×10^8
144h	4.5×10^8	4.6×10^8	3.7×10^8	2.5×10^8	1.4×10^8
156h	4.3×10^8	4.9×10^8	3.6×10^8	2.3×10^8	1.2×10^8
168h	4.0×10^8	4.8×10^8	3.5×10^8	2.0×10^8	1.0×10^8

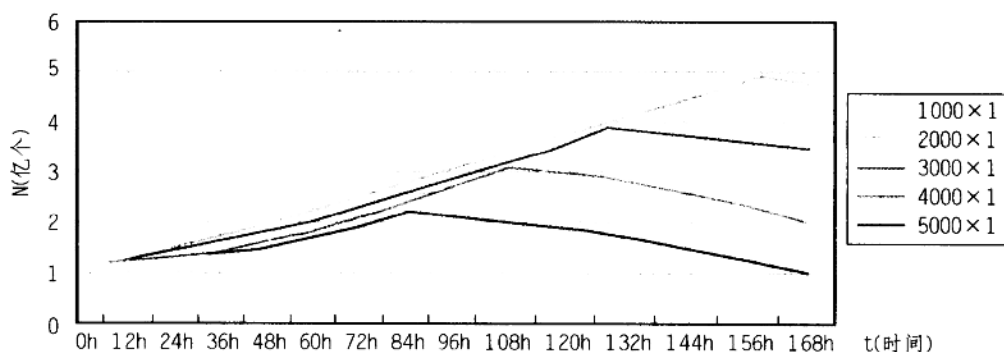


图 1 细菌数目变化图

在 168 小时内,各组细菌数目都呈现先升后降的趋势,其中以光度为 2000xl 时,最适合细菌生长,细菌数从 1.2×10^8 个升至 4.8×10^8 个。光线越强,细菌生长状况越差,这主要是因为芽孢杆菌是喜阴性的细菌,只有在较暗的环境下才能快速生长。但光线太弱,也不利于其生长。

4. 准备实验——温度对细菌生长的影响

表 2 温度对细菌的影响数据分析

单位:亿个

时间\组别	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
0h	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8
12h	1.3×10^8	1.4×10^8	1.4×10^8	1.3×10^8	1.3×10^8
24h	1.4×10^8	1.6×10^8	1.6×10^8	1.4×10^8	1.4×10^8
36h	1.5×10^8	1.8×10^8	1.8×10^8	1.6×10^8	1.5×10^8
48h	1.7×10^8	2.0×10^8	2.0×10^8	1.8×10^8	1.7×10^8
60h	1.9×10^8	2.2×10^8	2.3×10^8	2.0×10^8	1.9×10^8
72h	2.2×10^8	2.5×10^8	2.6×10^8	2.2×10^8	2.2×10^8
84h	2.5×10^8	2.8×10^8	2.9×10^8	2.5×10^8	2.6×10^8
96h	2.8×10^8	3.1×10^8	3.2×10^8	2.8×10^8	2.5×10^8
108h	3.1×10^8	3.4×10^8	3.5×10^8	2.7×10^8	2.4×10^8
120h	3.5×10^8	3.8×10^8	3.9×10^8	2.6×10^8	2.2×10^8
132h	3.4×10^8	4.2×10^8	4.3×10^8	2.5×10^8	2.0×10^8
144h	3.3×10^8	4.1×10^8	4.7×10^8	2.4×10^8	1.7×10^8
156h	3.1×10^8	4.0×10^8	5.2×10^8	2.2×10^8	1.4×10^8
168h	2.9×10^8	3.8×10^8	5.1×10^8	2.0×10^8	1.1×10^8

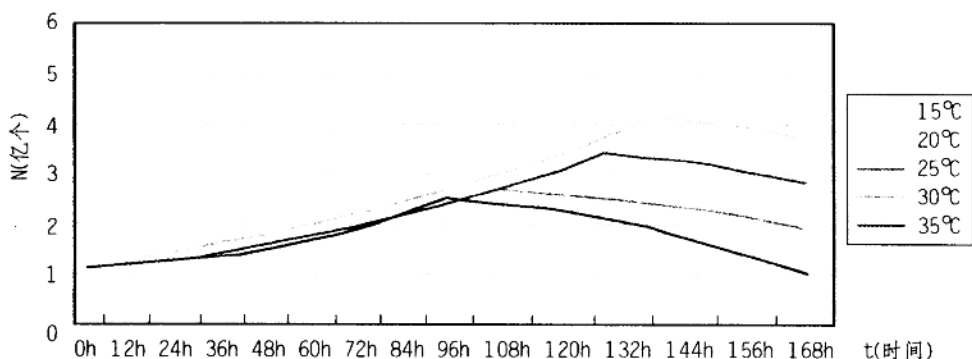


图 2 细菌数目变化图

在 168 小时内,各组细菌数目都呈现先升后降的趋势,其中以光度为 25℃时,最适合细菌生长,细菌数从 1.2×10^8 个升至 5.2×10^8 个。温度越高或温度越低,细菌生长状况越差,这主要是因为芽孢杆菌喜欢在温度适中的环境下生长。温度太高或太低,都不利于其生长。

5. 实验一:电场对细菌生长的影响

表 3 电场对细菌的影响数据分析

单位:亿个

时间\组别	对照	3V/m	4V/m	8V/m	12V/m	16V/m
0h	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8	1.2×10^8
12h	1.3×10^8	1.5×10^8	1.5×10^8	1.4×10^8	1.3×10^8	1.3×10^8
24h	1.4×10^8	1.8×10^8	1.9×10^8	1.6×10^8	1.4×10^8	1.4×10^8
36h	1.5×10^8	2.1×10^8	2.3×10^8	1.9×10^8	1.6×10^8	1.5×10^8
48h	1.7×10^8	2.4×10^8	2.7×10^8	2.2×10^8	1.8×10^8	1.6×10^8
60h	1.9×10^8	2.8×10^8	3.1×10^8	2.5×10^8	2.0×10^8	1.7×10^8
72h	2.1×10^8	3.2×10^8	3.5×10^8	2.9×10^8	2.3×10^8	1.9×10^8
84h	2.4×10^8	3.6×10^8	3.9×10^8	3.3×10^8	2.6×10^8	2.1×10^8
96h	2.7×10^8	4.0×10^8	4.4×10^8	3.6×10^8	2.9×10^8	2.3×10^8
108h	3.0×10^8	4.5×10^8	4.9×10^8	3.9×10^8	3.2×10^8	2.6×10^8
120h	3.3×10^8	5.0×10^8	5.4×10^8	4.2×10^8	3.4×10^8	2.8×10^8
132h	3.6×10^8	5.6×10^8	6.0×10^8	4.5×10^8	3.6×10^8	3.0×10^8
144h	3.9×10^8	6.2×10^8	6.6×10^8	4.7×10^8	3.8×10^8	3.2×10^8
156h	4.2×10^8	6.8×10^8	7.3×10^8	4.9×10^8	4.0×10^8	3.3×10^8

(续上表)

时间\组别	对照	3V/m	4V/m	8V/m	12V/m	16V/m
168h	4.5×10^8	7.5×10^8	8.0×10^8	5.1×10^8	4.2×10^8	3.4×10^8
180h	4.7×10^8	8.2×10^8	8.7×10^8	5.3×10^8	4.4×10^8	3.5×10^8
192h	5.0×10^8	8.9×10^8	9.4×10^8	5.5×10^8	4.6×10^8	3.6×10^8
204h	5.3×10^8	9.6×10^8	9.1×10^8	5.6×10^8	4.8×10^8	3.7×10^8
216h	5.7×10^8	9.4×10^8	8.8×10^8	5.7×10^8	5.0×10^8	3.8×10^8
228h	6.1×10^8	9.2×10^8	8.5×10^8	5.8×10^8	5.1×10^8	3.9×10^8
240h	6.5×10^8	8.9×10^8	8.2×10^8	5.9×10^8	5.2×10^8	4.0×10^8
252h	6.4×10^8	8.6×10^8	7.8×10^8	6.0×10^8	5.3×10^8	4.1×10^8
264h	6.3×10^8	8.3×10^8	7.4×10^8	5.8×10^8	5.4×10^8	4.2×10^8
276h	6.2×10^8	7.9×10^8	7.0×10^8	5.6×10^8	5.5×10^8	4.3×10^8
288h	6.0×10^8	7.5×10^8	6.6×10^8	5.4×10^8	5.3×10^8	4.4×10^8
300h	5.8×10^8	7.1×10^8	6.2×10^8	5.2×10^8	5.1×10^8	4.3×10^8
312h	5.6×10^8	6.7×10^8	5.7×10^8	4.9×10^8	4.9×10^8	4.2×10^8
324h	5.3×10^8	6.2×10^8	5.0×10^8	4.6×10^8	4.7×10^8	4.1×10^8
336h	4.9×10^8	5.7×10^8	4.0×10^8	4.3×10^8	4.5×10^8	4.0×10^8

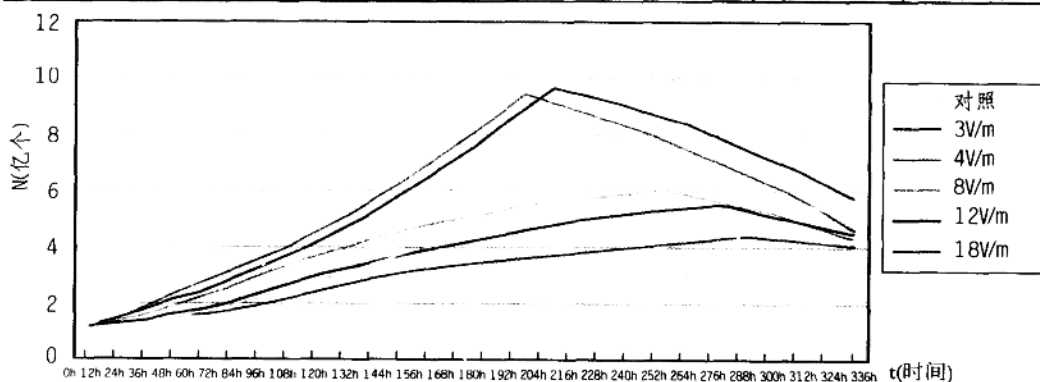


图3 细菌数目变化图

从表中数据可得,对照组及5个实验组随着时间的推移,细菌数量都有增长,其中以3V/m电场(在水中为0.037V/m)实验组的细菌数量增长最多,204小时达到 9.6×10^8 个。

从图中曲线可得,3V/m、4V/m实验组曲线较陡,说明在较低电场强度的电场下,细菌增长率随着时间的推移而升高,8V/m、12V/m、16V/m实验组曲线较平,说明在较高电场强度的电场下,细菌增长率随着时间的推移而降低。图中曲线都有下降趋势,说明细菌数目有减少。

以上各点表明:电场强度越高,细菌增长数量越小;电场强度越低,细菌增长数量越大。这主要是因为电场强度高抑制了细菌的生长,只有在较低的电场强度下,才能激发细菌的增长,从而使细菌的数量有明显的增加。另外,由于细菌在水中能分解水中有机物,当时间过长,水中有机物被细菌分解殆尽,细菌因没有食物来源,而导致出现死亡,从而使细菌数目逐渐下降。

6. 实验二:单纯电场治理生活污水效果的研究

表4 纯电场治理污水水质分析

项目\组别	对照	3V/m	4V/m	8V/m	12V/m	16V/m
DO (mg/L)	0h	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16
	24h	6.81	6.88	6.85	6.84	6.82
	48h	6.38	6.79	6.70	6.62	6.52
	72h	5.83	7.00	6.77	6.52	6.27
	96h	5.15	7.47	7.04	6.56	6.08
	120h	4.32	8.15	7.55	6.76	5.96
	144h	3.35	9.04	8.31	7.10	5.92
	168h	2.22	10.16	9.29	7.61	5.97

(续上表)

项 目	组 别	对 照	3V/m	4V/m	8V/m	12V/m	16V/m
COD (mg/L)	0h	6.89	6.89	6.89	6.89	6.89	6.89
	24h	6.81	6.68	6.73	6.75	6.77	6.79
	48h	6.69	6.36	6.42	6.53	6.59	6.65
	72h	6.53	5.92	5.96	6.01	6.13	6.21
	96h	6.32	5.38	5.47	5.59	5.71	5.84
	120h	6.06	4.63	4.83	4.96	5.17	5.32
	144h	5.75	3.81	3.96	4.17	4.32	4.51
	168h	5.52	2.88	3.01	3.21	3.49	3.87
NH ₃ - N (mg/L)	0h	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
	24h	1.71	1.65	1.66	1.68	1.69	1.70
	48h	1.65	1.46	1.50	1.52	1.54	1.59
	72h	1.58	1.26	1.31	1.35	1.41	1.48
	96h	1.52	1.05	1.12	1.19	1.27	1.36
	120h	1.46	0.83	0.92	1.03	1.15	1.27
	144h	1.41	0.57	0.71	0.86	1.02	1.19
	168h	1.38	0.31	0.46	0.63	0.81	1.08

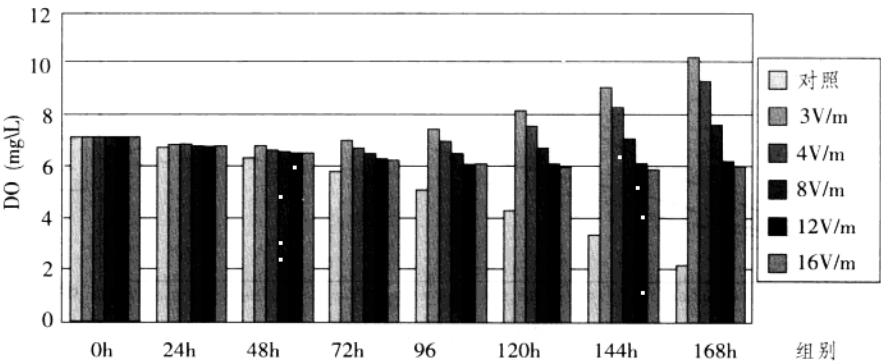


图 4-1 DO 变化对比图

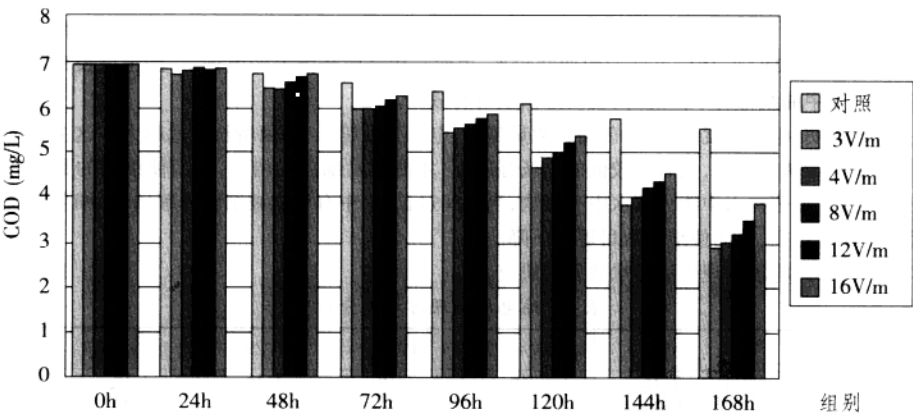


图 4-2 COD 变化对比图

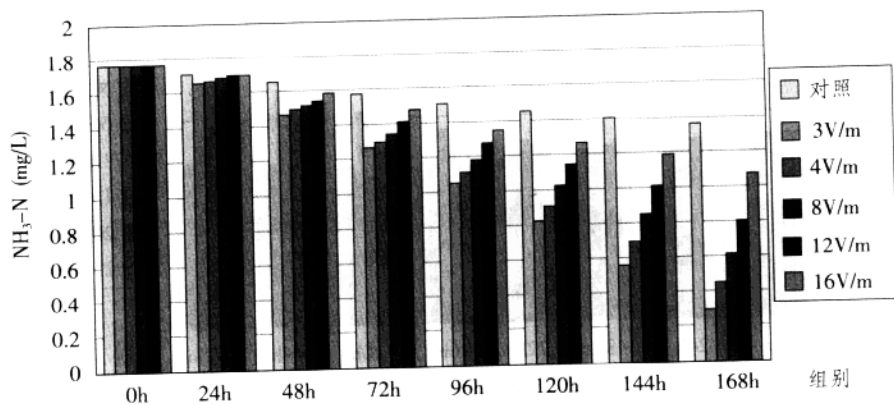


图 4-3 NH₃-N 变化对比图

用纯电场治理 60L 生活污水,最适宜用电场强度为 3V/m 的电场(在水中为 0.037V/m)。电场强度(大于 3V/m)越高的电场治理污水,效果越不理想。

7. 实验三:单纯游离芽孢杆菌治理生活污水效果的研究

表 5 纯游离芽孢杆菌治理污水水质分析

项 目		组 别	对照	50ml	100ml	150ml	200ml	250ml
DO (mg/L)		0h	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16
		24h	6.81	6.87	6.90	6.92	6.85	6.83
		48h	6.38	6.71	6.75	6.81	6.63	6.58
		72h	5.83	6.61	6.88	7.03	6.42	6.31
		96h	5.15	6.65	7.12	7.52	6.24	6.13
		120h	4.32	6.81	7.63	8.27	6.15	6.02
		144h	3.35	7.23	8.42	9.11	6.18	5.98
		168h	2.22	7.78	9.37	10.23	6.29	6.09
COD (mg/L)		0h	6.89	6.89	6.89	6.89	6.89	6.89
		24h	6.81	6.71	6.68	6.63	6.73	6.75
		48h	6.69	6.49	6.40	6.36	6.52	6.58
		72h	6.53	5.97	5.91	5.87	6.07	6.16
		96h	6.32	5.53	5.41	5.31	5.62	5.76
		120h	6.06	4.91	4.78	4.71	5.07	5.24
		144h	5.75	4.02	3.89	3.72	4.19	4.41
		168h	5.52	3.04	2.95	2.83	3.38	3.76
NH ₃ -N (mg/L)		0h	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
		24h	1.71	1.65	1.63	1.61	1.67	1.69
		48h	1.65	1.45	1.42	1.39	1.49	1.54
		72h	1.58	1.27	1.23	1.17	1.35	1.41
		96h	1.52	1.12	1.03	0.98	1.19	1.28
		120h	1.46	0.94	0.86	0.78	1.04	1.19
		144h	1.41	0.79	0.64	0.49	0.97	1.09
		168h	1.38	0.57	0.38	0.23	0.72	1.02