

微生物处理技术在环境工程中的运用

覃丽华

贵港市昊天环境科技有限公司, 广西 南宁 537000

[摘要] 微生物处理技术是一种借助生物方式改良某一事物及其性质的技术。该技术借助微生物分离或提纯目标物质, 并对其

[关键词] 微生物处理技术; 环境工程; 运用

DOI: 10.33142/ec.v6i1.7684

中图分类号: X5

文献标识码: A

Application of Microbial Treatment Technology in Environmental Engineering

QIN Lihua

Guigang Haotian Environmental Technology Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 537000, China

Abstract: Microbial treatment technology is a technology that improves something and its properties by means of biological methods. This technology uses microorganisms to separate or purify the target substances, control and analyze them, and improve the properties of the target substances. The application of this technology in environmental engineering can reduce the content of pollutants and play a role in environmental protection.

Keywords: microbial treatment technology; environmental engineering; application

1 微生物技术相关概念

1.1 微生物技术概述

微生物技术为了更好地保留微生物的活性, 采用物理或化学的方法将微生物限定于某种类型的载体上, 可以进行重复性使用的生物工程技术。固定化微生物相比于游离的微生物, 可以为微生物提供稳定生长的场所, 有利于微生物快速大量的繁殖, 与此同时, 水中部分游离的微生物在水中汲取营养后也会逐步进入到材料当中发挥一定的作用。

在二十世纪六十年代, 酶技术的应用逐渐被人们了解后, 该技术在实验室被重点研究和开发, 在生物应用、化学工程以及医药领域中逐步实验应用。到七十年代后期, 因为环境的恶化, 水污染情况逐步加重。由于微生物技术具有高效快速处理废水的能力, 该技术被广泛的应用于各种废水的处理当中。

1.2 微生物技术特征

与普通的生物处理工艺相比, 微生物技术具有以下特征: (1) 该技术适应能力强, 可以广泛适用于多种废水的处理应用; (2) 能够固液分离, 产生较少的污泥; (3) 载体使得微生物具有稳定的生存空间, 微生物生长繁殖快, 处理效率高; (4) 成本较低, 而且微生物的载体可以反复长久使用; (5) 高效微生物菌群的, 赋予微生物良好的耐冲击性与耐毒能力。

1.3 微生物技术分类

一般根据微生物的载体类型以及固定的方式, 微生物技术可分为包埋法、交联法、载体结合法等类型。包埋法

是一种常见的法, 它将微生物包埋在凝胶聚合物中, 在凝胶剂的聚合作用下, 形成的网络结构为微生物提供了场所以及营养物质, 保持了微生物的活性。包埋法的成本较低、操作简便, 但是包埋法制作过程较为复杂, 稳定性能还需提高。交联法利用微生物与非水溶性交联剂的官能团进行反应, 共价键进行固定后形成网状结构。常见的交联剂是戊醛。交联法较为稳定, 抗冲击能力较强, 但是该反应较为剧烈, 对微生物的活性有一定的影响。载体结合法指的是利用载体材料的吸附能力将微生物菌类进行。载体结合法的优点是成本低廉, 高效微生物菌群的, 使得微生物快速增长繁殖, 赋予微生物良好的稳定性、耐冲击性与耐毒能力。常用的载体材料有活性炭、陶粒、聚氨酯以及沸石等, 贾燕等通过实验研究发现沸石与牡蛎壳的的载菌能力较好, 具有良好的吸附性, 可以很好地去除养殖废水的氨氮和。

2 微生物作用机理

2.1 代谢作用

微生物具有生长繁殖速度快、代谢作用旺盛的特点。在污水处理的过程中, 微生物正常的生长繁殖和稳定的代谢过程均需要消耗大量的营养物质, 而污水中所含大量的有机物恰好可以为微生物的生长代谢提供能量来源, 微生物则可利用这些能源进行自身代谢, 并产生一系列化学反应, 使得污水中的污染物被快速降解, 转化为无毒无害的物质。利用不同种类微生物的代谢作用可作用于降解不同类型的污水, 例如在处理含大量油脂的城市餐厅生活污水时, 可培养放线菌、大肠杆菌等多种微生物, 直接代谢转化污水中的多余脂肪^[1]。

2.2 降解作用

当污水中的天然或合成有机物被污水生态系统中的微生物破坏或矿化,从而转化为无机物质的过程被称为微生物降解作用。微生物降解有机污染物主要包括矿化作用和共代谢作用,前者是由于某些微生物具有合成并降解有机污染物的酶系;后者则是当微生物不能完全降解某种有机污染物时,如果可向其提供碳源等能源的基质存在,有机物可被部分降解。当有机污染物被微生物降解后,转化形成的无机物质又可参与到物质循环中,实现自然生态系统中的物质平衡。例如氨类细菌在污水处理中对复杂再生有机物进行一系列的氨化、硝化、反硝化过程,大幅降低了污水中复杂有机物的含量。但在污水处理过程中,需要细菌、真菌的有效参与,因此根据实际情况选择合适的微生物,是保证处理效果的关键。

2.3 去毒作用

毒性是污水处理过程中需要关注的重要特征之一,污水能否达标排放,毒性指标占有重要地位。污水中一般含有大量的氮、磷元素,氮、磷超标会导致水体富营养化,进而影响水生生态系统的平衡。其中,磷类污染物通常难以降解,且会导致污水具有一定的毒性,总磷指数越高,污水毒性越强。微生物的去毒作用就是利用微生物技术将磷类污染物或其他污染物通过代谢降解作用进行吸收转化,从而达到净化水体、降低污水毒性的目的,使污水达标排放,降低污水对水环境的危害^[2]。

3 环境工程中微生物处理技术的运用

3.1 恶臭气体处理

3.1.1 除臭微生物的填料

目前常用的除臭微生物填料有两种类型:

(1)天然填料,如树皮、椰壳、木片、干草、土壤及其混合物等,但因易腐败、易塌陷等原因,需要在3~5年内更换或翻新,且填料更新时需重新培养菌种,维护较为复杂,现已基本被淘汰。

(2)人工填料,如活性炭、竹炭、火山岩、聚丙烯等。其中,活性炭具有很强的吸附能力、孔隙率和比表面积大等优点,有利于微生物附着生长及些臭气物质吸附,从而达到消除臭气的目的,但如果使用不当,反而会导致臭气更加强烈,为了进一步提高活性炭的吸附能力,需要将其加工制备成为各种类型的复合型材料,这样不仅可以充分利用活性炭本身的优势,同时还可以减少后期的加工成本,提升了产品的经济效益,如:活性炭纤维就具有较高的比表面积(约为 $2\sim 3\text{m}^2/\text{g}$)及孔隙率大(可达90%以上)且易于再生等优点。竹炭吸附性、孔隙率与比表面积等,虽然相对活性炭较低,但具有颗粒大、机械性能好、吸水不易板结、相对活性炭复合材料成本低廉等特点。

3.2 污水处理厂除臭微生物的培育

高效除臭菌种的培育是一项复杂而又系统的工程。目

前,对于除臭菌种的选育主要有3类方法:(1)通过人工培养基筛选的方式,从自然界中分离培养出能够有效转化、降解臭气物质的高活性菌株,由于目前生态环境中,仍有部分菌种无法通过人工手段进行分离,因此该方法筛选出的菌种受限;(2)采用分子生物学方法,通过物理化学手段刺激、诱导菌株产生基因突变,使其具备转化、降解臭气物质的能力,由于基因突变的不确定性,该方法可能产生大量无效菌株;(3)由于污水处理厂的臭气物质源于本厂所处理的污水,因此污水处理厂的活性污泥对于本厂所产生的臭气,具有天然的适应性,因此国内污水处理厂的微生物除臭菌种的选择上,均首选采用本厂活性污泥进行驯化培养^[3]。

3.3 污水处理厂微生物除臭工艺的选择

污水处理厂常用的微生物除臭工艺有以下3种:(1)生物过滤,采用树皮、椰壳、木片、干草、土壤等填料,臭气经过填料层,经传质和生物降解去除臭气的处理工艺;(2)生物滴滤,采用多孔、比表面积大的惰性物质作填料,在填料表面喷洒水并补充养分,臭气经过填料层,经传质和生物降解去除臭气的处理工艺;(3)生物洗涤,臭气与生物洗涤液在吸收塔进行气液接触,经传质进入生物洗涤液,在反应器中被生物降解的处理工艺。

以某污水处理厂除臭为例:该污水处理厂采用生物滤池+曝气生物滤池+微电解+臭氧氧化组合工艺。当进水COD值为 $300\sim 500\text{mg/L}$ 时,出水水质可满足一级A排放标准,但运行一段时间后,仍存在一定程度上的波动;由于厌氧菌活性低,对高浓度废水具有较强的耐受性。通过试验发现:(1)厌氧菌可以将有机物分解成小分子化合物—— CO_2 、 H_2S 等;(2)厌氧菌能够使污泥处于亚硝化状态,提高了脱氮除磷效果;(3)经过一段时间运行,出水氨氮和总氮浓度均有所降低,其中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 平均浓度分别降至 20.78mg/L 和 0.12mg/L , NO_x 平均浓度也下降到 0.14g/L 左右。该方法的成本为每 m^3 厌氧池投加 0.2kg 菌剂费用约为10元,而且厌氧池内以厌氧球菌属占优势,其次是兼性厌氧菌属,然后依次是兼性好氧菌、梭状芽孢杆菌、假单胞菌等其他细菌类群,这种优势菌类协同作用下,不仅可以有效地去除水中的有机污染物,同时还可实现对水体的净化,满足GB18818-2002《城镇污水综合排放标准》中一级B标准限值要求。

3.4 微生物絮凝剂在生活污水处理中的应用

生活污水含有大量的有机物、氮、磷等,相比重金属废水、含油废水、印染废水及工业废水等,生活污水的处理工艺较为简单。微生物絮凝剂不仅具有传统絮凝剂的絮凝特性,而且安全无毒、易生物分解,可替代传统絮凝剂广泛应用于生活污水处理中。张超等研究了6种絮凝剂对生活污水的处理效果,结果发现,微生物絮凝剂LF-Tou2对生活污水COD的去除率最高,达89.8%,优化试验条件,发现当pH为7.5、添加量为 19mg/L 、温度 27°C 、搅拌时

间为 3min 时,生活污水 COD 去除率可进一步提高到 92.9%。李桂娇等研究了 3 种微生物絮凝剂 JSP-18、JSP-26、WU-16 对生活污水浊度的去除效果,结果发现,3 种微生物絮凝剂对生活污水中浊度都有较高的去除率,分别为 74.4%、75.3%、71.0%^[4]。

不同的微生物絮凝剂在不同的絮凝条件下对生活污水的处理效果差别较大,同一种微生物絮凝剂在不同的絮凝条件下对生活污水的处理效果差异显著。刘叶等研究了 9 中微生物絮凝剂剂 (M-2B、M-2、CMD、高酞、阳 I 型、阳 II 型、阴离子 1800、阴离子 1600、阳离子, 102) 处理生活污水,结果发现,室温 (25℃) 下,在转速 200r/min 搅拌 10min 的条件下,当微生物絮凝剂添加量为 5mg/L 时,阴离子 1600 处理生活污水的效果最好,COD 的去除率为 48.06%;当微生物絮凝剂添加量为 10mg/L 时,高酞处理生活污水的效果最好,COD 的去除率为 63.00%;当微生物絮凝剂添加量为 15mg/L 时,高酞处理生活污水的效果最好,COD 的去除率为 59.71%;当微生物絮凝剂添加量为 20mg/L 时,阴离子 1600 处理生活污水的效果最好,COD 的去除率为 36.40%。因此,高酞处理生活污水的效果最好。

单一的微生物絮凝剂存在成本高、应用范围窄等问题,近年来,越来越多的研究发现复合型微生物絮凝剂剂(CBF)可以进一步提高絮凝效率,降低生产及运行成本,扩大应用范围。复合型微生物絮凝剂包括多种微生物絮凝剂复合,微生物絮凝剂与化学絮凝剂复合,发酵工艺复合等。郑丽娜指出 MBF 与 FeCl₃ 复配成 CBF 后处理生活污水,在 MBF 投加量 10mg/L, FeCl₃ 投加量 1.5mg/L, pH=7.5, 175r/min 搅拌 60s, 60r/min 搅拌 180s 的条件下, CBF 对生活污水中 COD、色度、总的细菌数、TN 及 TP 的去除效果良好,去除率分别为 74.2%、72.1%、83.4%、68.9%和 74.9%。可以看出, CBF 对生活污水中的污染物具有较好的去除效果,尤其是对相对个体较大的物质如浊度和细菌去除率较高,而对于包含溶解性胶体多的物质如 TN 和 TP 等的去除率相对较低,这主要是由于 CBF 通过离子键来吸附颗粒物,在颗粒物之间构成一种三维立体网状结构,大的颗粒物更容易形成沉淀而被去除^[5]。

3.5 固定化微生物技术处理重金属污染中的应用

固定化微生物技术是在微生物和载体的共同作用下去除重金属污染。微生物修复重金属污染的机理主要有生物吸附、生物积累和生物转化。生物吸附可以发生在活细胞或死细胞中,主要依靠的是细胞壁上的官能团如羟基、羧基、氨基、磺酸盐、酰胺等与重金属离子发生络合或微生物表面的阴离子与金属阳离子发生静电吸附,且该过程

是可逆的,在实际应用中可以用于解吸回收重金属。生物积累是指重金属离子进入到微生物胞内速率大于排出的速率,但微生物对重金属离子的吸收有一定的限度,当超过限度会对微生物自身造成危害,因此可以筛选出对重金属耐受性更高的微生物用于生物修复。对重金属耐受性更高的微生物可能会表现出更好的生物转化能力,通过微生物酶系统的工作,将重金属离子氧化、还原、烷基化或甲基化来改变重金属的状态从而降低毒性。

载体首先可以为微生物提供更良好的环境,抵御外界环境带来的干扰使得微生物能够更稳定的发挥作用两者相辅相成。例如 Wu 等人将 HA 吸附固定的芽孢杆菌(CRB-7)再用 SA 包埋用以去除 Cr(VI),虽然 SA 并没有对 Cr(VI)的去除起到直接贡献,但是能为 CRB-7 提供保护并使其分泌物缓慢释放,提高了细菌的密度和稳定性,使 Cr(VI)更好的在固定化菌株内发生反应。

其次部分载体自身可以吸附重金属离子或与其发生反应,例如生物炭可以通过络合、阳离子交换、静电相互作用、还原和沉淀过程吸附重金属,并为微生物提供营养物质, Tu 等人利用生物炭负载 NT-2 处理受到镉和铜污染的土壤,实验结果表明该方法能有效的降低镉和铜的不稳定性和生物利用率,同时显著提高污染土壤中的酶活性。

4 结语

在现代环境工程中,微生物技术发展占据了重要地位,发展前景较好。微生物技术和处理方法不断发展壮大,使得微生物在环境工程处理中的技术愈加成熟。城市快速发展的进程中,应当积极地对微生物处理法做出相关的研究,让环境工程处理中微生物处理技术能更适应社会的需求,提高其在复杂环境中的处理效率,进而能够更快更高效地改善生态环境。

[参考文献]

- [1] 洪诗然, 陈松. 微生物处理技术在环境工程中的运用[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(18): 68-69.
- [2] 赵世航. 微生物处理技术在环境工程中的运用[J]. 冶金管理, 2021(13): 105-106.
- [3] 凌晨. 微生物处理技术在环境工程中的运用与实践[J]. 绿色环保建材, 2021(3): 42-43.
- [4] 张学峰. 环境工程中微生物处理技术的应用与实践研究[J]. 工程建设与设计, 2021(4): 116-117.
- [5] 秦天一. 微生物处理技术在环境工程中的应用研究[J]. 绿色环保建材, 2019(1): 46-47.

作者简介: 覃丽华 (1993.9-), 女, 普通全日制本科, 环境工程, 经理。