



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103723825 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201310747409. 5

(22) 申请日 2013. 12. 31

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38 号

(72) 发明人 吴伟祥 朱为静 陈重军

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公  
司 33200

代理人 韩介梅

(51) Int. Cl.

C02F 3/28(2006. 01)

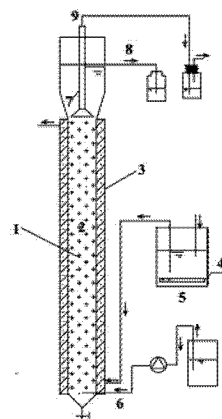
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种温室甲鱼养殖废水厌氧氨氧化 / 反硝化  
耦合处理方法

(57) 摘要

本发明公开的温室甲鱼养殖废水厌氧氨氧化 / 反硝化耦合处理方法。首先将温室甲鱼养殖废水自然沉淀,添加亚硝酸钠,控制废水中亚硝氮和氨氮的浓度比为 0. 8-1. 3,然后将废水从底部连续均匀泵入上流式厌氧污泥床反应器,进行厌氧氨氧化和反硝化耦合处理,维持水力停留时间为 12h,反应温度为  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,经气液固三相分离后从反应器上部排出。本发明方法工艺简单,运行费用低、通过厌氧氨氧化和反硝化协同作用,能实现碳氮同步高效去除,脱氮效率高,对温室甲鱼养殖废水氨氮和总氮去除率均  $>80\%$ ,COD 去除率  $>50\%$ 。适应我国典型温室甲鱼养殖场养殖废水的深度处理。



1. 一种温室甲鱼养殖废水厌氧氨氧化 / 反硝化耦合处理方法, 包括如下步骤:

1) 将温室甲鱼养殖废水经自然沉淀后, 添加亚硝酸钠, 控制废水中亚硝氮和氨氮的浓度比为 0.8-1.3;

2) 将废水从底部连续均匀泵入具有气液固三相分离器和加热系统的上流式厌氧污泥床反应器, 进行厌氧氨氧化和反硝化耦合处理, 维持水力停留时间为 12h, 反应温度为  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 经气液固三相分离后的水从反应器上部排出。

2. 根据权利要求 1 所述的温室甲鱼养殖废水厌氧氨氧化 / 反硝化耦合处理方法, 其特征是上流式厌氧污泥床反应器的反应腔内置有多孔性填料。

3. 根据权利要求 2 所述的温室甲鱼养殖废水厌氧氨氧化 / 反硝化耦合处理方法, 其特征是所述的多孔性填料为竹炭或多面空心球, 其添加量占反应器总有效容积的 4-5%。

## 一种温室甲鱼养殖废水厌氧氨氧化 / 反硝化耦合处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种温室甲鱼养殖废水厌氧氨氧化 / 反硝化耦合处理方法,属于环保技术领域。

### 背景技术

[0002] 甲鱼营养丰富,含有蛋白质、脂肪、钙、铁、动物胶、角蛋白及多种维生素,是不可多得的滋补品,是水产品之珍品。我国是世界上甲鱼养殖规模最大的国家,随着我国人民生活水平的提高,国内对甲鱼的消费量日益增多,我国加入 WTO,甲鱼等优质水产品慢慢走向国门,出口东南亚、日本等地区,极大促进了甲鱼养殖业的发展,年均增长率达 26%。

[0003] 从 20 世纪 80 年代开始,我国开始兴起工厂化高密度养殖甲鱼。高密度甲鱼养殖方式因其效益高、鳖体成长快、养殖条件易控制等特点,已成为我国甲鱼养殖业的主流模式。高密度养殖方式主要采用全封闭的钢架混凝土温室,养殖密度达 25-30 只 /m<sup>2</sup>。当水温高于 20℃时,甲鱼开始摄食,摄食量随水温升高而增加。若水温低于最佳温度时,鳖体消化酶合成水平低,饲料转化率低;水温高于最佳温度时,由于鳖体活动量增加,也会降低饲料转化率。因此,为了保证温室内龟鳖的良好成长,温室内的水温一般控制在 30-32℃,且应尽量保持恒定。

[0004] 温室甲鱼主要喂食以高蛋白鱼粉为主体,并混合胡萝卜、大蒜等植物蛋白配合而成的饵料。甲鱼吃食过程中,饲料直接浪费率 10-20%,食入鳖体的 80-90% 饲料,经过鳖体转化后又有 60-65% 氮磷排入污水,两者总计 70-85% 饲料中的氮磷将排入养殖废水中。目前,只能依靠定期排水来实现温室的清洁,减少传染性病害的产生。温室甲鱼养殖业耗水量高,据估算生产 1kg 甲鱼耗水 0.4kg/天,按养殖周期为一年计算,生产 1kg 甲鱼需约 150kg 水。按全国计算,每年将有 3100 多万吨温室甲鱼养殖废水进入水体。经过实地调查,温室甲鱼养殖废水是典型的高氨氮低有机碳废水,据统计 90% 以上的废水 C/N 比均小于 4。根据传统的硝化 / 反硝化脱氮理论,实现完全反硝化脱氮的理论 C/N 比值为 2.86,结合微生物的生长,实际所需值通常超过 4kg COD/kg N。温室甲鱼养殖废水 C/N 比低,采用常规硝化 / 反硝化途径脱氮难度大,如若外加碳源,操作困难,处理费用大大增加,难以在农村推广应用。

[0005] 厌氧氨氧化 (Anaerobic Ammonium Oxidation,简称 Anammox) 反应是近年来自然界及废水生物处理过程中新发现的一种氮的自养转化途径,是指在厌氧或者缺氧条件下,厌氧氨氧化微生物以 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N 为电子受体,氧化 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 为氮气的生物过程,该过程不需要有机碳源。以厌氧氨氧化为主体的脱氮过程与传统硝化 - 反硝化脱氮相比,可减少 50% 的供氧量和 100% 的有机碳源供应量,从而减少 90% 的处理费用,在低碳氮比废水生物脱氮方面具有广泛的应用前景。目前,以厌氧氨氧化为主体的处理工艺已经成功应用于多种废水的处理,如鱼罐头加工厂废水厌氧消化液、养猪场废水、城镇垃圾填埋场垃圾渗滤液和制药废水等,这些工艺除氮效率高、处理费用较常规工艺大大降低。但实际废水中均含有一定浓度的 COD,有机物存在的环境下,反硝化菌与 Anammox 菌竞争反应底物 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N。同时, Anammox 菌生长率低,仅为 0.066 ± 0.01,而反硝化菌生长率为 0.3,是 Anammox 菌的 4.5 倍。再加

上反硝化反应在热力学上比厌氧氨氧化反应更容易发生。相关研究都表明,一定浓度的 COD 会对 Anammox 菌产生不利影响甚至完全抑制 Anammox 菌的活性。Chamchoi 等人研究发现,超过  $300 \text{ mg L}^{-1}$  的 COD 将阻止或者抑制 Anammox 菌的活性。Molinuevo 等人用厌氧氨氧化反应器处理厌氧消化液,发现  $237 \text{ mg L}^{-1}$  COD 将完全抑制 Anammox 菌的活性,但在处理亚硝化出水过程中,发现完全抑制浓度为  $290 \text{ mg L}^{-1}$ 。Dapena-Mora 等人研究发现,50 mM 的醋酸将抑制 70% 的 Anammox 菌活性。C/N 比高于 1 的环境下,Anammox 菌将失去和反硝化菌竞争底物的优势。还有研究表明,超过  $70 \text{ mg L}^{-1}$  的亚硝态氮将导致 Anammox 菌失去竞争优势。

[0006] 温室甲鱼养殖废水是低 C/N 比废水,采用厌氧氨氧化为主体的处理工艺处理温室甲鱼养殖废水,将极大降低处理费用,改进养殖环境,对温室甲鱼养殖业的蓬勃发展具有重要意义。但温室甲鱼养殖废水中含有一定量的 COD,已经超过了文献报道的对 Anammox 菌活性的抑制浓度。因此,亟需开发新型温室甲鱼养殖废水处理工艺,实现碳氮同步脱除。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种能够实现碳氮同步去除,操作简单、运行成本低、脱氮效率高的温室甲鱼养殖废水厌氧氨氧化 / 反硝化耦合处理方法。

[0008] 为达上述目的,本发明的技术方案是:温室甲鱼养殖废水厌氧氨氧化 / 反硝化耦合处理方法,包括如下步骤:

1) 将温室甲鱼养殖废水经自然沉淀后,添加亚硝酸钠,控制废水中亚硝氮和氨氮的浓度比为 0.8-1.3;

2) 将废水从底部连续均匀泵入具有气液固三相分离器和加热系统的上流式厌氧污泥床反应器,进行厌氧氨氧化和反硝化耦合处理,维持水力停留时间为 12h,反应温度为  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ,经气液固三相分离后的水从反应器上部排出。

[0009] 上述的上流式厌氧污泥床反应器的反应腔内置有多孔性填料。所述的多孔性填料可以是竹炭或多面空心球,其添加量占反应器总有效容积的 4-5%。

[0010] 本发明的有益效果是:

本发明方法工艺简单,运行费用低、通过厌氧氨氧化和反硝化协同作用,能实现碳氮同步高效去除,脱氮效率高,对温室甲鱼养殖废水氨氮和总氮去除率均  $>80\%$ , COD 去除率  $>50\%$ 。适应我国典型温室甲鱼养殖场养殖废水的深度处理。

### 附图说明

[0011] 图 1 是本发明方法采用的一种上流式厌氧污泥床反应器示意图。

[0012] 图中:1 为反应器,2 为多孔性填料,3 为加热套,4 为加热器,5 为循环水桶,6 为进水口,7 为三相分离器,8 为出水口,9 为出气口。

### 具体实施方式

[0013] 下面结合具体实例对本发明做进一步详述。

[0014] 实施例 1:

温室甲鱼养殖废水取自浙江省杭州市某甲鱼养殖公司,温室甲鱼养殖废水呈现红褐色,经过简单稀释后,具体理化性质指标:pH 值 7.5-8.1, COD  $176-624 \text{ mg L}^{-1}$ ,氨氮

41.6-139.8 mg L<sup>-1</sup>,总氮(TN) 47.5-145.3 mg L<sup>-1</sup>,其中硝态氮和亚硝态氮 <2 mg L<sup>-1</sup>,废水中氨氮是总氮的主要存在形式。

[0015] 采用如图 1 所示的上流式厌氧污泥床反应器,反应器有效容积为 10L,在反应器腔内添加多面空心球填料,其添加量占反应器总有效容积的 5%。温室甲鱼养殖废水经过初步沉淀后,添加亚硝酸钠,控制废水亚硝氮和氨氮浓度之比为 0.86。将废水从底部泵入已启动厌氧氨氧化的上流式厌氧污泥床反应器,维持水力停留时间为 12h,反应温度为 30±2℃,反应后并经过气液固三相分离后从反应器上部出水。本例通过厌氧氨氧化和反硝化协同作用,对温室甲鱼养殖废水氨氮去除率为 90.3±7.1%, TN 去除率为 88.0±3.5%, COD 去除率为 56.5±7.9%,出水氨氮 0.2-32.3 mg L<sup>-1</sup>,总氮 13-48mg L<sup>-1</sup>, COD 48-252mg L<sup>-1</sup>。厌氧氨氧化和反硝化作用对氮素去除贡献率分别为 75.7-86.8% 和 10.4-17.3%。

[0016] 实施例 2:

温室甲鱼养殖废水取自浙江省杭州市某甲鱼养殖公司,温室甲鱼养殖废水呈现红褐色,经过简单稀释后,具体理化性质指标:pH 值 7.5-8.1, COD 172-620mg L<sup>-1</sup>,氨氮 42.9-139.8mg L<sup>-1</sup>,总氮(TN) 46.8-140.4 L<sup>-1</sup>,其中硝态氮和亚硝态氮 <2mg L<sup>-1</sup>,废水中氨氮是总氮的主要存在形式。

[0017] 采用如图 1 所示的上流式厌氧污泥床反应器,反应器有效容积为 10L,在反应器腔内添加竹炭填料,其添加量占反应器总有效容积的 4%。温室甲鱼养殖废水经过初步沉淀后,添加亚硝酸钠,控制废水亚硝氮和氨氮浓度之比为 1.28。将废水从底部泵入已启动厌氧氨氧化的上流式厌氧污泥床反应器,维持水力停留时间为 12h,反应温度为 30±2℃,反应后并经气液固三相分离后从反应器上部出水,本例通过厌氧氨氧化和反硝化协同作用,对温室甲鱼养殖废水氨氮去除率为 90.1±7.0%, TN 去除率为 90.7±1.7%, COD 去除率为 56.6.3±11.0%,出水氨氮 0.1-31.8mg L<sup>-1</sup>,总氮 14-35mg L<sup>-1</sup>, COD 40-300mg L<sup>-1</sup>。厌氧氨氧化和反硝化作用对氮素去除贡献率分别为 75.6-83.4% 和 10.1-14.2%。

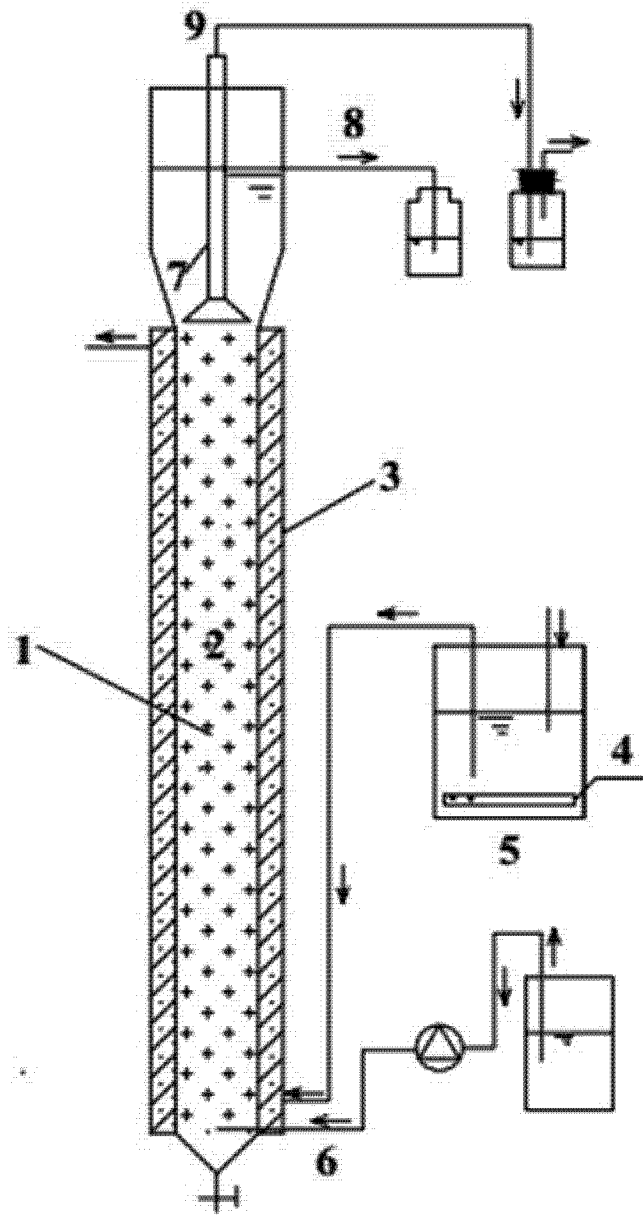


图 1