

水产养殖用底改产品的统一分类标准探讨

■ 赵海永¹ 杨辉² (1 江苏永荣生物发展有限公司; 2 扬州大学动物科学与技术学院)

对绝大多数水产养殖户而言,底改产品(以下简称“底改”)是一种广泛应用的动保产品。对于水产动保公司而言,底改产品是一个不可或缺的产品种类。尽管水产底改产品已经存在了约20年的时间,但由于水产养殖的复杂性,水产动保行业在基础性研究,特别是在底改产品的系统研究方面,仍显不足。本文旨在从产品功能和分类的角度探讨底改产品,为业界提供新的理解和思考路径。

1 底泥问题概述

1.1 底泥的来源与积累

水产底改产品的核心应用目的是缓解底泥积累带来的压力。在高密度养殖模式中,由于大量饲料的使用,底泥积累量显著,这直接影响了养殖效率和水质安全。我国水产养殖主要采取两种模式应对底泥问题:一种是主动排污式养殖,包括工厂化养殖和高位池养虾;另一种是非排污式养殖,常见于鱼、虾、蟹的养殖。

底泥的主要来源包括外源沉积物(如残饵、排泄物、动保产品残留物)和内源生成物(如浮游生物残骸和病死动物遗体)。底泥的积累不仅增加了养殖成本,还对水质和养殖动物健康构成威胁。申玉春等人在1998年研究了鲤鱼精养和鲢鳙混养池塘沉积物的沉积量,发现养鱼池全年积累沉积物厚度约为3.1~9.6cm,平均达到了6.5cm。相当于每平方米水面平均积累沉积物湿重40.1kg,干重10.8kg,如果以每亩水面计,沉积物湿重高达26.73t!申玉春在2005年另有研究指出,在南美白对虾4个月的养殖期内,对虾养殖池每平方米水面面积积累沉积物平均湿重8.69kg,干重2.29kg,含水率73.2%。以每亩水面计,沉积物湿重为5.79t。

1.2 底泥中的细菌变化

底泥环境相比水体更容易恶化,其中细菌数量的变化尤为关键。研究显示,不管是养鱼还是养虾池中,精养还是混养池中,底泥中的总菌数、异养菌数、弧菌数均远高出水体10倍以上,最高可以达到1,000倍。具体的相关论文数据,可以参考赵海永发表的《水产养殖水体及底泥中的细菌变化分析》。而细菌的数量又大概率与疾病是相关的,当细菌数量达到一定水平时,易引发环境恶化和动物健康问题。

1.3 底泥的氧化还原电位(ORP)变化

底泥的氧化还原电位(ORP)是反映环境质量的重要指标。崔君等人在2018年的研究中指出,在刺参养殖过程中,各组的氧化还原电位均随养殖时间推移呈现降低的趋势,其中空白对照组下降的速度最快。短短4周的时间,对照组的氧化还原电位由初始的180mV左右降至-25mV左右。刘爱东、邵明升在2021年的研究中指出,实验中对照组底泥的氧化还原电位初始为186mV左右,7d后降到175mV左右,14d降到

102mV左右,21d降至27mV左右,28d降到了-44mV。从数据的变化可以看出,从投料的一周后,底泥的氧化还原电位就会呈现快速降低的趋势。

总而言之,底泥的积累对水产养殖环境构成了显著的负担。日常饲料的投喂和随之产生的残饵与粪便不断积累,导致养殖周期内底泥状况逐渐恶化。此过程中,底泥成为有害细菌滋生的热床,促进了这些细菌的大量增长。底泥容易形成厌氧环境,这不仅加速了底泥的酸化过程,还导致了許多有益元素(如钙、镁、磷和铁等)转化为不溶性盐类,使其无法被再次利用。这种状况进一步导致水体中的营养元素失衡,并在养殖周期的中后期极大地促进了有害藻类的生成与爆发。同时,底泥形成的厌氧环境促使多种有害指标(如氨氮、亚硝酸盐、硫化氢等)水平升高,这在气候突变时极易引发“翻塘”现象,对养殖环境和养殖动物的健康构成严重威胁。因此,对底泥的管理和改良是维持水质安全、提高养殖效率及确保持养殖动物健康的关键措施。

2 水产养殖用底改产品及分类方法

水产底改产品是指那些能够下沉至养殖水体底层,对底层沉积物中的微生物结构、有机质、以及厌氧环境进行优化,从而减缓底泥和底部指标(如氨氮、亚硝酸盐、硫化氢、溶解氧等)进一步恶化的产品。这类产品旨在通过各种机制改善水质,促进水生生态平衡,从而为水产养殖提供一个更健康的生长环境。

底改产品在水产养殖中的应用并非现代技术的产物。例如,最早期的沸石粉,一种具有吸附性能的多孔矿物质,便是底改产品的初步形态。然而,由于使用量大且初期生产者对水产行业需求理解不足,导致这类产品未能长久发展。2003年左右,随着水产动保行业对底质改良需求的认识,相应的产品开始出现。基于底改产品出现的时间及其功能的差异,笔者在2017年的研究中将其划分为五代,现逐一展示:

2.1 第一代水产用底改产品: 吸附絮凝类

该类型底改包括早期的多孔矿物颗粒(沸石粉、膨润土、凹凸棒土、腐植酸等),以及用多孔矿物与聚合硫酸铁按一定比例挤压(干法)制成的圆柱形颗粒,也有用包衣机造粒(湿法工艺)生产的圆球形颗粒。此类底改的主要功能为吸附或絮凝底部的一些有害物质,从而净化水体。此类产品有一定净化水质、除臭的效果,成本比较低,目前很少见小包装。

2.2 第二代水产用底改产品: 生物改良类

生物底改主要以兼性厌氧芽孢为原料,以多孔矿物为辅料,通过包衣机造粒(湿法工艺)生产的圆球。早一代的生物底改存在很大的问题,因为湿法造粒要加一定比例的水,

芽孢会复苏死亡一部分,另外就是此类工艺生产出来的圆球都要晒太阳,会产生芽孢杆菌的二次损耗。近几年的生物底改则有新的进展,最大的改变是采用对辊机进行低温干法生产,极大的降低了生产中对微生物菌种的损耗。这两年新推出的硫氧化颗粒多以此类生产工艺所造粒,而且颗粒也小,单粒重在0.1~0.2g,抛撒更加均匀。此类底改主要功能为改善底部微生物结构,分解底部沉积有机质,降低底部一些有害指标。

2.3 第三代水产用底改产品:控菌类

主要代表产品为四羟类的底改,它对厌氧菌的杀灭效果较好,能快速的清除底部一些厌氧菌,从而起到除臭、净水的功能。四羟类底改有两种颗粒,一种是灰色圆球,是通过包衣机湿法造粒而成,多采用凹凸棒土做辅料,不能全溶但含量较高,同时成本较低。另一种则多为黄色圆球,这是通过其他成型的球形颗粒吸附四羟,能全溶,但含量低,成本高。另外,有些厂家也采用一些其他有抗菌效果的液体原料进行湿法造粒,制成此类底改。此类产品的主要功能为减少底部厌氧菌数量,净化水质,祛除部分臭味。

2.4 第四代水产用底改产品:普通氧化型

除过硫酸氢钾之外的一些氧化型底改,比如聚合硫酸铁,高铁酸钾,氯制剂类,它们具有一定的氧化还原电位,可以对底泥起到氧化、除臭甚至控菌的效果,但是在综合效果方面比过硫酸氢钾底改还秒逊一筹,因此归于普通氧化型。

2.5 第五代水产用底改产品:综合氧化型

专指过硫酸氢钾底改,因为其具备了多种效果,氧化还原电位高,控菌效果好,除臭除脏显著,在改善底质环境方面效果突出。

提出的这一分类法虽然为理解和应用底改产品提供了框架,但也存在一定的局限性。例如,该分类同时考虑了产品的历史发展和功能差异,可能导致分类标准的多重性。另外,从纯物质的角度而言,高铁酸钾的氧化还原电位(2.2V)比过硫酸氢钾(1.82V)还要高,但在分类中却未能分类到第五代当中去。随着新型底改产品(如过氧化氢底改)的出现,现有分类体系的完善性和适应性也面临挑战。

3 水产养殖用底改产品分类的新标准探讨

底改产品主要被用于改善水产养殖底层环境,而衡量该环境变化的指标众多,包括但不限于溶氧、氨氮、亚硝酸盐、总氮、总磷、硫化氢、悬浮物等。尽管如此,这些指标中,氨氮、亚硝酸盐、总氮、总磷、硫化氢、悬浮物等因其单一性而缺乏足够的代表性。相对而言,尽管溶氧是一个核心指标,单一的溶氧监测却显得不够全面。此外,高锰酸钾指数虽然用于监测水体中有机污染物含量,但不足以全面评价水质。

3.1 氧化还原电位的重要性

氧化还原电位(ORP)则提供了一个综合性的评价指标,能够宏观反映水溶液中所有物质的氧化还原性,从微观角度,是所有氧化还原反应电对的综合表现。崔玥等人在

2017年的研究指出,水体的ORP值与水质、底质状况密切相关。当水体氧化还原电位高,溶氧充足时,池塘水质底质均良好,而当水体氧化还原电位低于50mV,尤其是出现负值时(-200mV以下),池塘水中亚硝酸盐和硫化氢会大量产生,底泥会发黑、冒泡,水体和底质都严重恶化。孙慧群等人在2019年的研究中也指出,表征底泥环境的氧化还原电位是一个综合因子,该数值越低,代表底泥还原性越强,黑臭物质产生就越多。

3.1.1 氧化还原电位的定义

氧化还原电位的定义因应用场景而异。比如氧化还原电位可以是指在特定的条件下,一个电极上的化学物质被氧化或还原的趋势强弱的物理量。在化学反应中,电极上的电位变化往往伴随着氧化还原反应的进行。而我们更容易理解的可能是这样的解释:氧化还原电位是用来反映水溶液中所有物质表现出来的宏观氧化还原性。它表示了溶液中氧化剂和还原剂之间的电势差,反映了溶液中电子转移的倾向性,即氧化还原反应的容易程度。氧化还原电位越高,氧化性越强;氧化还原电位越低,还原性越强。

在很多研究中都会指出,氧化还原电位的数值是一个环境多重因素综合性的表现,可以影响到ORP数值的因素至少包括水温、pH值、微生物、氧分压、氨氮、亚硝酸盐、硫化氢等。

3.1.2 氧化还原电位的单位及检测

氧化还原电位的单位是毫伏(mV)和伏(V), $1V=1,000mV$ 。

mV和V都是电压单位,工业应用中常常以千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)作为电压单位。而电压也称为被称作电势差或电位差。

3.1.3 氧化还原电位的检测方法

氧化还原电位的检测方法通常包括直接法、电化学方法、化学方法和光谱方法。

我们在淘宝上购买氧化还原电位检测仪去检测溶液的ORP值,这个方法就是直接法。它的原理就是用参比电极和工作电极组成电池,对于要检测的溶液在相关条件下测量所需的电势差,从而得到检测物质的ORP数值。

电化学方法通常包括循环伏安法、差分脉冲伏安法、旋转圆盘电极法、线性扫描伏安法和计时电流法等,主要通过检测物质的电化学性质,然后计算出该物质的ORP数值。

化学方法则通过将待测物质与已知氧化还原电位的标准物质进行比较,从而计算出待测物质的ORP数值。

光谱方法则是通过测量物质在特定波长下的光谱吸收或发射来计算其ORP数值。

不同物质ORP数值的检测方法可能是不一样的,并且还要考虑不同的条件和环境参数。

3.1.4 相关物质与水产底改的氧化还原电位数值

通过一些论文,我们可以得到不少物质的ORP数值,比如氟气(F_2)的氧化还原电位是3.06V,硫酸根自由基($SO_4^{\cdot-}$)的ORP数值是2.50~3.10V,羟基自由基($\cdot OH$)的ORP数值是1.80~2.70V,臭氧(O_3)的ORP数值是2.07V,高铁酸钾

(FeO_4^{2-})的ORP数值是0.72~2.20V, 过一硫酸氢钾(KHSO_5)的ORP数值是1.82V, 过氧化氢(H_2O_2)的ORP数值是1.77V, 高锰酸根(MnO_4^-)的ORP数值是1.68V, 次氯酸(HCIO)的ORP数值是1.63V, 二氧化氯(ClO_2)的ORP数值是1.60V, 氧气(O_2)的ORP数值是1.23V。

另外, 我们可以通过购买氧化还原电位仪进行直接检测。在2024年的3月, 通过采购2台设备, 并且经过氧化还原电位标准溶液校正, 我们检测了一些水产常用底改产品的ORP数值(单位: mV), 水温控制在24.1℃, 相应物质称重1g, 溶于100mL纯净水, 分别在1~8h进行检测, 得出结果如下:

3.2 底改产品的新分类标准

基于底改产品的基本功能和作用机理, 我们将其划分为两大类: 事前氧化型底改和事后氧化型底改。

3.2.1 事前氧化型底改

事前氧化型底改主要通过其氧化性质, 控制底部总菌数, 从而改善水产养殖底部环境。包括但不限于过硫酸氢钾复合盐底改片、高铁酸钾底改片、过氧化氢底改片、聚合硫酸铁底改、二氧化氯片剂、其他氯制剂底改、过碳酸胺类底改、过碳酸钠类底改等。此类底改可以通过检测ORP数值进行初步评估。然而, 仅依靠ORP数值的单一指标可能无法全面评价产品效果, 因为实验表明, 物质的浓度与ORP只是在某个范围内呈现相关, 需要进一步研究以确定更为精确的评估方法。另外, 此类底改中, 有些产品并不会纯粹的表达出氧化性, 比如高铁酸钾、聚合硫酸铁有可能会表达出一部分的絮凝效果。

不过在事前氧化型底改中特别要提到过碳酸钠这个产品, 因为实际检测下来, 该产品的氧化还原电位甚至可以低到负值, 但现实中该产品使用达到一定含量是可以提高底部的氧化还原电位的。不过该产品在现实中确实一直存在一个问题, 即当天增氧当天有作用, 第2d增氧的效果就几乎会全部丧失, 这一点和其他高氧化还原电位的产品表现是有差异的。具体的分析可以考虑这样几点, 首先溶液的pH值对氧化还原电位有很大的影响, 较高的pH值会引起物质氧化还原电位值的降低; 其次单纯的增加水体的氧气可能会增加底部的氧化还原电位值, 因为水体的溶氧、硝酸盐都会让氧化还原电位值升高; 最后, 如果产品的氧化还原电位值较低, 可能无法氧化较多的有机质, 也无法针对厌氧细菌发挥效果, 最

表1 底改产品的ORP数值(单位: mV)

底改样品	时间	pH值	0h(mV)	1h(mV)	2h(mV)
过硫酸氢钾底改片(10%)		3.26	760±8	895±10	1,005±8
过硫酸氢钾底改片(20%)		2.97	789±7	929±9	1,021±11
过硫酸氢钾粉剂(50%)		2.64	803±5	934±6	1,049±12
高铁酸钾底改片(20%)		11.73	454±4	495±7	503±5
过碳酸钠(粉剂)		10.36	40±2	0±1	-4.6±0.6
聚合硫酸铁		2.8	630±6	680±7	672±5
二氯异氰尿酸钠片(33%-38%)		6.4	898±10	904±8	920±8
二氧化氯		2.34	811±6	813±4	802±3
底改样品	时间	4h(mV)	6h(mV)	8h(mV)	2-8h平均值
过硫酸氢钾底改片(10%)		997±12	999±6	1,000±9	1,000±8
过硫酸氢钾底改片(20%)		1,032±15	1,033±12	1,034±11	1,030±10
过硫酸氢钾粉剂(50%)		1,059±10	1,066±8	1071±9	1,061±9
高铁酸钾底改片(20%)		524±4	522±8	513±3	516±6
过碳酸钠(粉剂)		-0.3±0.5	5.9±2	12.3±3	3±1.1
聚合硫酸铁		668±5	637±8	580±4	639±5
二氯异氰尿酸钠片(33%-38%)		920±2	906±2	900±1	912±6
二氧化氯		781±5	773±4	769±6	781±4

终表现出无法真正的解除耗氧物质给水体带来的威胁。

3.2.2 事后氧化型底改

事后氧化型底改, 如四羟类控菌型底改和生物型硫酸化颗粒底改, 通过使用后改变底部总菌数或调整菌种结构发挥作用。因此, 这类产品的效果评估更侧重于使用后底部环境ORP数值的变化。这种分类标准简化了评估过程, 直接从ORP的角度进行底改产品效果的判断。

此次的分类标准相比于2017年可能会更简单、更标准, 可以从氧化还原电位的角度直接进行底改产品效果的判断, 但是此类标准也有一定的缺点, 比如ORP数值的检测受影响因素是比较多的, 并且还要进一步的探讨氧化还原电位数值的变化与底泥变化是否存在相关关系, 以及是否需要确定统一的环境因素参数, 这还需要我们去作进一步的探索与分析。

4 结论

底改产品在水产养殖中发挥着至关重要的作用, 相关产品在水产动保产品中所占比例能达到30%左右。本文所提出的新分类标准旨在促进行业对这类产品的深入了解与合理应用, 同时也为未来的产品研发和效果评估提供了新的方向。尽管存在一定的挑战和局限, 但通过持续的研究和探索, 相信能够进一步优化底改产品的分类标准, 为水产养殖行业的可持续发展贡献力量。

(上接80页)池塘租金每亩600元, 80亩池塘租金4.8万元, 利润39.51万元。

7.3 饵料系数、成本、效益分析

1、正常生产状况下: 饵料系数按1.5计, 翘鱼成鱼单价按8元/500g, 利息开支7.02万元, 利润34.69万元;

2、最低生长状况下: 饵料系数按1.5计, 成鱼单价按7.5元/500g, 利息开支7.02万元, 利润24.21万元;

3、通过翘嘴红鲌养殖效益分析, 翘嘴红鲌池塘高产养殖控制的关键在于四点: 自己配套养殖翘嘴红鲌鱼种, 提高

成活率, 控制饵料系数, 减少成本消耗, 搞好配套鱼种的合理放养, 效益最大化, 翘嘴红鲌成鱼销售的季节和市场行情的把控, 尽量控制冬季销售数量, 11月份之前销售完成, 干塘晒塘。

翘嘴红鲌在渔业资源中占有较为重要的比重, 适应性较强, 容易养殖, 可以形成一定的养殖规模, 养殖前景好, 翘鱼肉质鲜美, 人们广泛接受和喜爱, 是非常值得推广的优良品种。