

# 水产健康养殖的水质管理

丁庆秋 彭建华

水利部中国科学院水工程生态研究所, 武汉 430079

随着人们生活水平的提高, 公众对食品安全日益重视。为了保证水产品的安全, 水产健康养殖为各级政府所重视与倡导。所谓水产健康养殖, 是指根据养殖对象正常活动、生长、繁殖所需的生理、生态要求, 选择科学的养殖模式, 将健壮的养殖动物通过系统的规范管理, 使其在人为控制的环境中健康快速生长。水体是水产动物赖以生存、生活的必需场所, 同时又是大溶剂和悬浮剂, 可溶解各种气体和盐类, 如氧气、二氧化碳、甲烷、硫化氢、氨和亚硝酸盐、硝酸盐、硫酸盐及各种悬浮物等。这些物质含量的高低决定了水体环境条件的优劣, 直接影响水产动物的生长、发育及病害发生率, 科学地管理好水、用好水是健康养殖的关键之一。水产健康养殖水质管理重要的水质指标包括溶解氧、pH 值(酸碱度)、肥度(透明度)、氨氮、亚硝酸盐、磷酸盐、硫化氢及水色(浮游生物的种类与数量)等。

## 1 水质管理的标准

水质管理的标准是“肥、活、嫩、爽”。“肥”指水中浮游生物含量多, 池水呈茶褐色或油绿色。饲料养鱼的水质要求不要太肥, 透明度在 25~40 cm 为宜; “活”指水体有活力, 水色昼夜变化大。早上淡, 下午浓。所谓的“早青晚绿”就是指水“活”。活水中浮游生物繁殖旺盛, 适口性饵料丰富; “嫩”是指易消化的浮游生物种类较多, 水表无漂浮的“水华”; “爽”是指水质清爽, 无浑浊感。

## 2 池水的肥瘦判断

瘦水: 水色清淡, 呈现出浅绿色, 透明度较大, 一般可达 60~70 cm 以上, 浮游生物数量较少, 水中往往长有丝状藻类, 如水绵、刚毛藻等, 水生维管束

植物, 如蒲草等。

肥水: 呈黄褐色或油绿色, 混浊度较小, 透明度适中, 一般为 25~40 cm, 水中鱼类容易消化的种类(如硅藻、隐藻或金藻)较多, 浮游动物以轮虫较多, 有时有枝角类, 桡足类也较多。

老水: 即“水华”水, 所谓“水华”水是在肥水的基础上进一步发展而形成的。水中含有大量的裸甲藻及较多的隐藻, 水色呈黄绿色或绿色。这类水遇到天气不正常时, 水质容易突变, 水质发黑, 继而转清发臭, 俗称“臭清水”。由于引起缺氧, 极易造成池鱼大批死亡, 对水产养殖极为不利。

## 3 健康养殖水质管理的重要指标

健康养殖的水质管理不能仅凭上述定性描述, 通常可用溶解氧、pH 值(酸碱度)、肥度(透明度)、氨氮、亚硝酸盐、磷酸盐、硫化氢等定量指标进行管理。

### 3.1 溶解氧

溶解氧是水产动物赖以生存的最重要指标, 它不仅影响水产动物的生存、生长、发育、繁殖, 还影响饵料报酬及饲料系数的高低, 是健康养殖水质管理中最重要指标之一。健康养殖水体的溶氧量应保持在 5 mg/L 以上, 凌晨时最低溶氧应在 3 mg/L 以上。在低氧的环境中, 鱼类生长缓慢、厌食、饲料系数提高、鱼类体质下降、免疫力低、鱼病增多。在缺氧的环境中, 鱼类浮头甚至泛塘。与此同时, 水体中有机物的分解和无机物的氧化作用也要消耗大量的氧气, 水体中保持足够的溶氧可以抑制氨、亚硝酸盐和硫化氢等有毒物质的形成。

1) 水中溶解氧的来源和消耗。溶氧的来源: 一是从空气中溶解氧, 约占 10.0% 左右。二是水生植物

光合作用增加水中溶氧,约占 90.0%。溶氧的消耗:一是残饵和排泄物分解耗氧,约 32.0%。二是浮游生物呼吸,溶解态、悬浮态有机物和淤泥有机质分解耗氧,约 52.0%~54.5%,其中大型饵料动物耗氧 4.5%,有机物分解 47.5%~50.0%;水被污染,耗氧增加。三是养殖动物呼吸耗氧,仅占 13.5%~16.0%。

由于浮游植物大多分布在水中上层,在光照充足的情况下,水体中上层氧气一般较为充足,但水体下层和底层,由于水温差异、池水密度流的存在,上下水体交流困难,往往造成池底溶氧不足,而池底沉积了大量的残饵、粪便及动植物尸体,这些有机质的分解需要大量氧气,在溶氧不足时,有机物的分解缓慢,且产生大量的硫化氢、氨气、亚硝酸盐、甲烷、沼气等有毒有害物质,对水生动物产生毒害作用。

由此可见,水产健康养殖的水体中,必须保持较高的浮游植物生物量,浮游植物在生长繁殖过程中吸收大量营养盐类,在改善和净化水质的同时,还可以产生大量氧气。为了促使表层丰富的氧气到达池底,建议晴天中午开启增氧机 1~2 h,促进上下水层对流,表层高溶氧水到达底层,使上层过饱和溶氧量送入下层,加速下层有机质的矿化过程和池塘的物质循环。底层缺氧水到达表层后,水中有毒气体(如硫化氢、氨气、甲烷等)逸出,经过下午的浮游植物光合作用,整个水体溶氧可以处于较高水平。

2)提高水体溶氧的方法。排除底层水,换注新水是最简单有效的方法。在无水可换时,可采用增氧机增氧,通过增氧机搅动水体,增加水体与空气的接触面积,达到增氧目的,每公顷水面应配备 4.5~9.0 kW 功率的增氧设备。在停电或缺水条件下,可向水体投放化学增氧剂,如“粒粒氧”、过氧化钙、过氧化钠等,能迅速增加水中溶氧,有效防止泛塘。最有效的增氧方法是培育水生植物,利用水生植物的光合作用增氧,主要是向水体投放有益微生物,培养有益藻类,提高浮游植物的生物量,增加水生植物的光合作用,进而达到增氧的目的。

### 3.2 酸碱度(pH 值)

pH 值是水质管理中的一个重要指标,它影响甚至决定着水体中的很多生化过程。淡水鱼类适应的 pH 范围为 6.5~8.5,虾类 pH7.8~8.6,海水鱼类 pH7.5~8.5。浮游植物的光合作用、呼吸作用及施肥、

投饵、下药等都会引起水体 pH 值的变化。pH 值不但可以指示氢离子浓度,也可以间接表示水中二氧化碳、碱度、溶氧、溶解盐类等状况。池水 pH 值主要决定于游离 CO<sub>2</sub> 和碳酸氢盐的比例。一般 CO<sub>2</sub> 越多,pH 值越低;CO<sub>2</sub> 越少,含氧量高,pH 值增大。水中腐殖质酸也影响 pH 值的变化。池水 pH 值有明显的昼夜变化和垂直变化,其变化规律和氧、二氧化碳等的变化有一定的相关性。光合作用越强时,二氧化碳减少,溶氧增加,pH 值增大。

pH 对水质、水生生物和鱼类有重要影响。pH 值影响水中氨和铵离子的平衡,从而使水质对鱼类和其他水生生物表现出不同的毒性。pH 值过低、过高对鱼类和水生生物都不利。在酸性环境中,细菌、藻类和浮游动物的发育受到影响,硝化过程被抑制,有机物的分解速率降低,物质循环强度减弱,光合作用不强。酸性水可使鱼类血液的 pH 值下降,减低其载氧能力,使血液中氧分压减少,尽管水中含氧较高,鱼也会浮头。在酸性水中,鱼不爱活动,萎缩,耗氧下降,新陈代谢急剧下降,摄食很少,消化也差,因此生长受到抑制。pH 值过高,会直接腐蚀鱼类鳃组织,造成鱼类死亡。一般池塘 pH 值以中性偏弱碱性为好。pH 偏酸(低于 7)每公顷可用 150~300 kg 生石灰或 60 kg 小苏打全池泼洒,可提高 pH 值;pH 值偏高(大于 9)时可用每公顷 30 kg 明矾或农用石膏 225 kg 全池泼洒,可有效降低 pH 值。

### 3.3 肥度(透明度)

一般依据水色和透明度衡量水体肥度,保持透明度在 25~40 cm 为宜。

肥水与注水:如果水体透明度大于 40 cm 时,表明水体偏瘦,水体浮游生物量少,可以适当追肥,早春水温低时,可以适量施用有机肥料,以发酵后的动物粪便为宜。中后期水温较高时,则以无机肥或生物鱼肥为主,可追施碳酸氢铵、磷肥、复合肥,施肥方法采取少量多次。如果透明度低于 25 cm 时,表明水体偏肥,浮游生物老化,要特别注意倒藻转水泛塘,要立即加注新水,无水可换时,可泼洒水质改良剂或微生物制剂。也可少量使用强氯精,适当杀灭过多的浮游生物。

### 3.4 氨 氮

水体中 N 常以 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、NH<sub>3</sub> 的形式存在,NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 是无毒的,能被浮游植物直接利用,而 NH<sub>3</sub> 是一种剧毒物质。平衡时氨及铵离子在水体的含量主要取决

于 pH 值,当水体 pH 值降低时,氨氮以  $\text{NH}_4^+$  形式存在;当水体偏碱时, $\text{NH}_4^+$  和  $\text{OH}^-$  发生化学反应,产生  $\text{NH}_3$ ,pH 值越高,氨的浓度越高。pH 值小于 7 时几乎都以  $\text{NH}_4^+$  存在,pH 值大于 11 时几乎都以  $\text{NH}_3$  存在。它对水产动物的毒害作用依其浓度的不同而异,据余瑞兰<sup>[1]</sup>等试验,当水体中  $\text{NH}_3$  含量在 0.01~0.02 mg/L 时,水产动物会慢性中毒,抑制其生长;在 0.02~0.05 mg/L 的浓度时,氨会和其他有害因子共同作用,加速水产动物死亡;在 0.05~0.2 mg/L 的高浓度下,会破坏水产动物鳃组织和粘膜,使鱼虾表皮粘液增多,体表充血,鳃部和鳍条基部出血;在 0.2~0.5 mg/L 的浓度下,鱼在水体表层游动,眼球突出,张大口挣扎,能导致水产动物急性中毒或死亡。水产健康养殖中,应将氨的浓度控制在 0.02 mg/L 以下。

1) 氨氮来源:空气中氮气或陆上含氮物;池中残饵、排泄物及生物尸体等分解;地下井水;水中固氮菌或蓝藻将水中氮气转化而来。

2) 氨的去除方法:改善换水条件,增加换水量是降氨的最有效办法。溶氧多时以硝酸态氮为主,在缺氧时则以氨态氮或亚硝酸盐为主,充分增氧,可使氨氧化成硝酸盐。使用氨氮含量较高的地下井水之前,充分曝气,去除氨后再使用。选用高质量的膨化饲料,减少饲料浪费,清除残饵及有机废物。养殖过程中,控制水体 pH 值,防止 pH 值超过 9。使用沸石粉或“底垢净”等大分子吸附剂,直接吸附氨气。此外,还可以使用生物处理法,在水体中使用硝化菌、枯草芽孢杆菌、光合细菌等有益微生物,直接吸收利用水体中的氨氮,达到降低水体氨氮浓度的效果。

### 3.5 硝酸盐、亚硝酸盐和铵盐

池水中无机氮化合物的来源,主要是有机物(死亡的生物体、鱼的粪便、残存饲料等)经细菌分解产生,通常以硝酸盐、亚硝酸盐和铵盐 3 种形式存在。其中硝酸盐和铵盐能被藻类吸收,亚硝酸盐对于水产动物是一种有毒物质,它是池底有机物在缺氧环境下氨转化成硝酸盐过程中的中间产物,在这一过程中,硝化过程一旦受阻,亚硝酸盐就会在水体中积累。当水体中亚硝酸盐达到一定浓度时,会诱发鱼类爆发性疾病。养殖水体亚硝酸盐的含量应控制在 0.20 mg/L 以下。通过改底和增氧等措施,可有效降低亚硝酸盐的含量。定期使用颗粒型增氧剂,增加底层溶氧量,可以消除有机质不完全分解

产生的亚硝酸盐等,彻底分解底部有机质。

### 3.6 磷酸盐

磷是藻类生长最重要的元素之一,但在天然水体中磷的含量很低,比氮还少,因此,磷是水体生产的主要限制性因子。溶解的磷酸盐(一般在水中以  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  和  $\text{HPO}_4^{2-}$  的形式存在)是能被藻类吸收的有效形式。池中有效磷的来源大体与有效氮相似,主要由水生生物尸体、排泄物、粪便、残饵等有机物分解产生。池塘底质和淤泥中含有大量不能被植物利用的无效态磷,包括铁、铝、钙的磷酸盐沉淀、有机磷和被土壤胶粒吸附的磷酸离子等,它们在适当条件下,一部分可逐渐变成有效磷释放至水中,供浮游植物利用。养殖水体中一般缺乏磷酸盐,为了促进浮游植物的生长繁殖,增施磷肥补充磷的不足是很重要的。

### 3.7 硫化氢

1) 硫化氢的来源。硫化氢是在缺氧条件下,含硫有机物经厌氧细菌分解而产生,或是在富含硫酸盐的水中,由于硫酸盐还原菌的作用,使硫酸盐变成硫化物,然后生成硫化氢。硫化物和硫化氢都是有机的,而以硫化氢毒性最强。一般在酸性条件下,大部分以硫化氢的形式存在。夏季在精养鱼池的底部,容易呈现缺氧状态,因此具备了产生硫化物和硫化氢的条件,由于池底有机物经厌氧细菌分解产生较多的有机酸,减低 pH 值,因此硫化物大都变成硫化氢。当水中氧气增加时,硫化氢即被氧化而消失。硫化氢对鱼类的毒害作用是与血红素中的铁化合,使血红素含量减少,另外,对鳃部、体表也有刺激作用,对鱼类有很强的毒性,应严格控制在 0.1 mg/L 以下。

2) 硫化氢去除法。曝气法:池水 pH 值调至 6 以下, $\text{H}_2\text{S}$  与空气接触即可去除。化学方法:洒石灰抑制硫酸还原菌的增殖;投放煤渣;也可使用氧化铁剂,使硫化氢变为无毒的硫化铁沉淀而消除其毒性。合理放养,准确投饵,减少塘底污染。注意改善底质,定期清除残饵,合理使用增氧机,提高水中氧气的含量,尽量避免底层水缺氧而发展至厌氧状态。生物方法:加有益微生物。

## 4 水色

### 4.1 水色的由来

水中有溶解物质、悬浮颗粒及浮游生物的存

在,形成水的颜色,其中浮游生物的种类和数量是反映水色的主要原因。

#### 4.2 水色的种类

**茶色、茶褐色水色:**主要含有硅藻,为对虾养殖的最佳水色,其中所含的浮游生物为水产动物易消化吸收的优质天然饵料,但稳定性较差。

**淡绿色、翠绿色或浓绿色水色:**虾农称为“绿豆青”,主要含有绿藻。绿藻能吸收水中大量的氮肥,净化水质,是期望水色。

**淡黄色水:**主要含有金黄色鞭毛藻(不同于大雨过后的浑水),适宜养虾。

以下几种水色为较差水色,不符合健康养殖的水质要求。

**蓝绿色:**透明度低,混浊度大,天热时有灰黄色浮膜,水中微囊藻、囊球藻、颤藻等蓝藻类和老化的绿藻较多。

**灰蓝色:**透明度较低,混浊度大,水中颤藻等蓝藻较多。

**暗绿色:**天热时水面常有暗绿色或绿色浮膜,主要含有蓝绿藻、团藻、裸藻,老化池易发生,对虾得病率高。

**黑褐色与酱油色水色:**是一种不好的水色,是由于池塘水质老化、恶化,毒物积累多引起的,是水质老化的标志。主要含有鞭毛藻、裸藻、褐藻等,这些藻类在生长繁殖期间,或者倒藻以后会分泌有毒物质,从而给水产养殖造成巨大损失。这种水色表明池塘管理失常,由投喂量过多、残饵增加、底质恶化老化等原因造成,对虾易中毒死亡。

**白浊色或清色水色:**大型浮游动物较多,主要含有桡足类、大型枝角类等浮游动物及有机碎屑和粘土微粒,对虾易得病,存活量大减。

**澄青色水色:**水中含有大量残毒物质或重金属,pH 值过低,无浮游生物,不能养殖对虾。

## 5 水产健康养殖的水质管理措施

鱼类生活于水中,养鱼必先养水,养水要先养底泥。鱼类粪便、残饵以及动植物尸体等沉积于水底,日积月累形成底泥。其中所含的有机质在微生物的作用下,分解成各种溶于水的无机盐、不溶于水的矿物质及氨氮、亚硝酸盐、硫化氢、甲烷、沼气等,一部分是可以为水体中的浮游植物所利用,一部分对水产动物有害。采取如下措施,可以增加水

体中有益物质、降低有害物质的含量,做到趋利避害。

#### 5.1 定期清塘消毒

保持池底淤泥厚度 20~30 cm。每年冬季卖鱼后要干塘清淤消毒,清除池底过多的淤泥,并用生石灰消毒,干塘晒底,促进池底有机物的矿化分解,同时杀灭淤泥中的各种细菌、寄生虫卵等病原体,减少鱼病发生机会。

#### 5.2 正确合理施肥培藻

早春季节,适当使用经过发酵的有机肥,培养有益藻类。春夏之季,适当补充无机氮肥和磷肥,为浮游植物生长补充 N、P 元素。秋季之后,由于大量投饲,氮元素基本不缺乏,只需补充磷肥,每半月使用 1 次钙镁磷肥或过磷酸钙。促进浮游植物的正常生长繁殖,不仅可以为鲢鳙鱼类提供天然饵料,而且可以确保水中氧气充足。

#### 5.3 合理放养鱼类

可以适当放养鲢、鳙等滤食性鱼类,摄食水体中的浮游生物,净化水质,防止浮游植物过量繁殖形成水华;底层适当放养鲤、鲫等底层鱼类,可以摄食沉入水底的残饵,同时,鲤、鲫在池底觅食时,可以翻动池底淤泥,促进池底有机物的分解,减少亚硝酸盐、硫化氢等有害物质的形成。

#### 5.4 经常增氧

保证水体溶氧充足,主要增氧措施有换注新水、开增氧机及使用化学增氧剂。当水体过肥、透明度低于 20 cm 时,可直接将底层有害物质含量高的水排放掉,注入含氧量高的新鲜水。当水源或水质不好时,可定期开启增氧机,增氧机不仅能增氧,而且能搅动上下水体,促进水体上下交换,同时兼有曝气作用,能将池底的有害气体(如硫化氢、氨气、甲烷、沼气等)排出水体。一般要求在晴天的中午,每天开机 1~2 h;阴天或天气闷热时,凌晨就要开启增氧机;鱼类缺氧浮头时,要一直开启增氧机,直到鱼类浮头解除。当缺水断电时,可以使用化学增氧剂,如过氧化钙、过氧化钠、双氧水等临时增氧措施。一方面可以直接增加水体氧气,另一方面,可以降解有机物,降低化学需氧量(COD),消除硫化氢、亚硝酸盐、氨气等有害物质,改善底层生态环境。

#### 5.5 合理使用水质改良剂

水质改良剂有生石灰、明矾、硫代硫酸钠、果酸、沸石粉、活性炭、陶土、煤渣等。生石灰不仅有杀

菌、调节酸碱度的作用,而且可以补钙、置换淤泥中的微量元素,间接起到施肥的作用。硫代硫酸钠、果酸等有解毒作用。沸石粉、活性炭、陶土、煤渣等能吸附池底的氨氮、亚硝酸盐、硫化氢等,降低水体中有害物质的含量,缓解水质恶化对鱼类的危害。

### 5.6 定期在水体中使用微生态制剂

如小球藻、光合细菌、乳酸菌、枯草芽孢杆菌、粪链球菌等,这些有益微生物一方面可以消化降解氨氮、亚硝酸盐、硫化氢等有害物质,变废为宝,为鱼类提供饵料生物;另一方面,有益微生物的生长繁殖成为水体中的优势种后,能抑制有害菌的生长,减少鱼病的发生,减少使用杀虫及消毒剂对水体生态环境的破坏。

### 参 考 文 献

[1] 廖利坤,刘波.养殖水域水质监测与管理[J].河北渔业,2007(7):

16-18.  
 [2] 熊炎成.高产鱼池水质管理技术要点[J].海洋与渔业,2007(10):33-34.  
 [3] 杨文侠.池塘养殖的水质要求及管理措施 [J]. 河北渔业,2007(1):20-21.  
 [4] 季东升.青虾养殖池水质的科学管理[J].水产养殖,2003(9):12.  
 [5] 师吉华.养殖水体适宜理化因子[J].辽宁工学院学报,2003(40):35-36.  
 [6] 冯辉.硫化氢中毒及防治[J].中国水产,2001(40):46.  
 [7] 卜伟绍.亚硝酸盐对中华鳖的毒害及防治 [J]. 内陆水产,1999(3):29.  
 [8] 唐兴本,韩飞,陈百尧,等.池塘内不良水色的变化与水质管理 [J].水产养殖,2013(11):32-33.  
 [9] 刘军,邱凌云,徐永.精养鱼池的水质管理[J].现代农业科技,2008(20):252.  
 [10] 张青松,张连水,张君,等.浅谈养殖池塘水质净化与生物底改技术[J].河北渔业,2014(3):62-63.  
 [11] 余瑞兰,聂湘平,石存斌,等.分子氨诱发池养鱼类烂鳃病的研究 [J].淡水渔业,1999(10):11-12.

## 常用的青贮饲料

青贮饲料是牛的理想饲料,已成为养牛饲料中不可缺少的部分。在此将常用的青贮原料进行如下总结,希望能帮助广大草食动物养殖户做好青贮饲料的贮备,节约成本,提高收益。

### 1 青贮带穗玉米

玉米带穗青贮,即在玉米乳熟后期收割,将茎叶和玉米穗整株切碎进行青贮,这样可以最大限度地保存蛋白质、碳水化合物和维生素,具有较高的营养价值和良好的适口性,是养牛的优质饲料。玉米带穗青贮后,其干物质中含粗蛋白 8.4%,碳水化合物 12.7%。

### 2 青玉米秸

收获果穗后的玉米秸上能保留 1/2 的绿色叶片,适于尽快青贮,不应长期放置。若部分秸秆发黄,3/4 的叶片干枯视为青黄秸,青贮时每 100 kg 需加水 5~15 kg。

### 3 各种青草

各种禾本科青草所含的水分与糖分均适宜于调制青贮饲料。豆科牧草(如苜蓿)因粗蛋白含量高,不易单独常规青贮,可制成半干青贮或混合青贮。禾本科草类在抽穗期,豆科草类在孕蕾及初花期刈割为好。另外,甘薯蔓、白菜叶、萝卜叶等农副产品都可作为青贮原料,应将原料适当晾晒到含水 60%~70%,然后青贮。

来源:中国饲料行业信息网