

不懂消毒，莫谈养殖（上）

■ 赵海永（连云港永荣生物科技有限公司）

很多人看了题目估计就会有想法：作者在胡扯吧，消毒消毒，消来消去水都坏了，好的菌也给消灭了，整个生态系统都给破坏了，怎么养？

有的养殖户还要讲：我养殖从来不用消毒产品，我一样养得成！甚至有情怀的养殖户会说，我们要搞生态养殖，要搞健康养殖，少用这些化学消毒的东西。

近20年来，有很多新的养殖技术与养殖理念不断出现，但在这个过程中，很多很多的养殖户对消毒是谈虎色变，敢定期使用消毒产品的养殖户是少之又少！难道消毒真的是伪科学，用了消毒产品真的对水产养殖环境破坏大于建设？

不过近几年，水产养殖疾病出现的越发频繁和猛烈，有的甚至无解，比如湖北龙虾的五月瘟，几乎是年年出现，为什么我们还是搞不定？这肯定需要我们重新梳理一些养殖技术理念，只有理念之路畅通，实践才有可能找到真正的出路。

作者曾在2016年发表过一篇文章，主要谈的是换个角度看水产消毒。但近几年下来，感觉当初的观点与论证还是有点薄弱。更关键的是，这几年水产养殖的疾病越发的呈现多发、暴发两个特征，这就需要我们要打破一些传统的思维理念，建立一套更强力、更有效的预防机制。而在这套机制里，作者认为消毒应该是其中非常重要的一环，每一个水产养殖户都应该了解消毒的原理及操作流程，也应该要熟悉一些产品使用的方法和使用搭配。尤其是追求高密度的养殖户，如果连消毒都不懂，那就是彻底的拿钱在开玩笑！连消毒都不懂的水

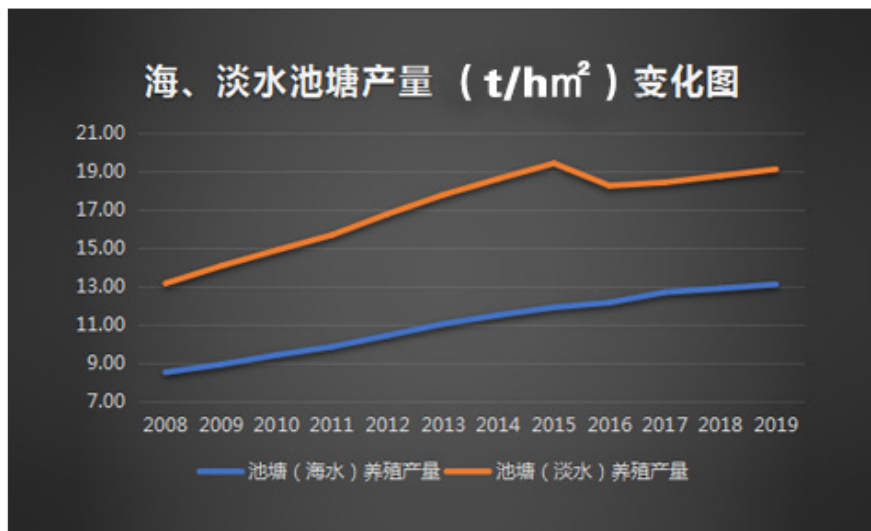


图1 海、淡水池塘产量 (t/hm²) 变化图 (数据来源：中国渔业统计年鉴)

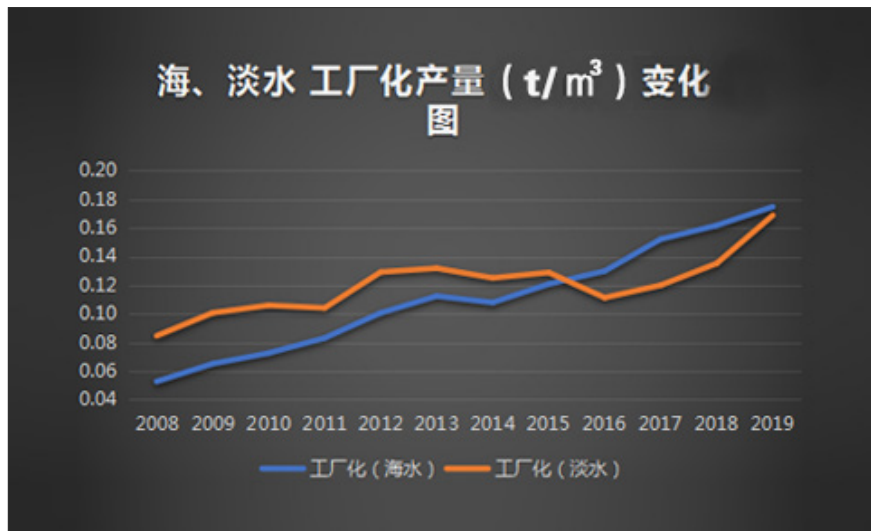


图2 海、淡水工厂化产量 (t/m³) 变化图 (数据来源：中国渔业统计年鉴)

产养殖户，就是穿着单衣在雪地里行走，以为很潇洒很帅，但如果雪大了或者走的时间长了，地上就会多一个雪人出来了。

不过我需要在里澄清一下，本

篇文章特别强调了消毒的重要性，但并不是说水产养殖只依靠消毒就可以成功，养殖成功是多个因素的综合结果，但现在消毒确实已经成了大多数养殖户技术的短板。

我们下面就从几个方面逐一分析，看看你对消毒的认知是否真的正确。

1 换个角度看消毒

1.1 他山之石，可以攻玉

他山之石，可以攻玉，我们就先跨出水产水行看看其他行业如何对待消毒的。

在畜禽养殖行业中，养猪业是众所周知的。养猪的管理条例是非常科学和细致的，一般来说，一个猪场的管理条例没有个几十页都拿不出手，而在养猪的管理条例中，消毒是非常重要的一个版块。

从疫病角度来看，猪场消毒分为预防疫病消毒，疫病发生期间消毒和疫病终末期消毒制度。

从物理区域上来讲，其分为生产区消毒和非生产区消毒，稍微细分一下可分为环境消毒、人员消毒、猪舍消毒、用具消毒、带猪禽消毒、车辆和销售通道消毒、其他消毒，而且最关键的是这些消毒制度全是定期的，再强调一次是定期的，隔一段时间一定要做一次的。

我们再回过头来看看水产行业当中一些先进的养殖模式，比如循环水养殖模式，大家知道，这是彻底追逐高产的一种模式，其设备的投入量几十万，甚至上百万也很常见，而在循环水系统中，水体消毒设备是必不可少的，有哪一家循环水养殖场敢把消毒这一环节去掉的？未经消毒的水哪一个养殖场敢放进水池中去？

大家可以细品一下，所讲的这些“他山之石”是不是真实存在的？

那做为普通的养殖户为什么还坚定的认为消毒不好？甚至坚决不用消毒产品！除非你是非常低的密度，几乎不投饲料，否则你不懂消毒就一路狂奔去养殖，难道钱真的是打水漂得来的？

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

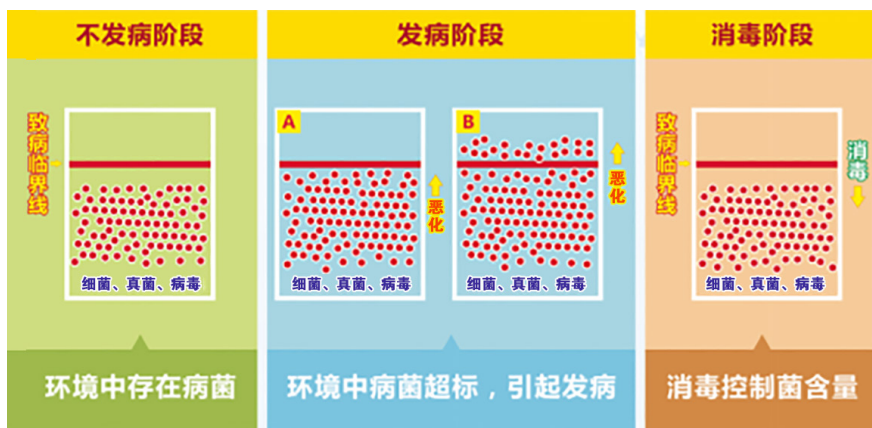


图3 条件致病菌的数量在三阶段的不同变化图

先进的东西你要不要看？要不要借鉴，还是说在那里自圆其说，自以为是？我们讲的是道理，辨的是科学，消毒真的是一无是处，还是你根本就不太明白？

1.2 重视消毒是大势所趋

任何一个想在养殖业持续走下去的养殖户一定要学习好消毒，这是大趋势。为什么是大趋势？因为水产高密度养殖以及水体负荷程度增加是必然的方向，是不可阻挡的大趋势，而高密度养殖以及水体负荷程度的增加必然会带来疾病的多样化、传染速度加快，因此疾病的预防是必然的，而在预防当中，消毒又是必不可少的一环。

先来证明水产高密度养殖以及水体负荷程度增加是必然的。

有两个证明方法，第一个证明方法是从人的赚钱欲望出发，任何一个养殖品种只要能养更高的密度，那养殖户就一定会把这个品种的养殖密度提升到更高，这是必然的，这是由我们赚钱的欲望所推动，是不可阻挡的。

第二个证明方法更直接，就是看数据。

中国渔业统计年鉴中有2008年至2019年海、淡水池塘的产量变化数据，也有相应的海、淡水池塘面积变化数据，据此可以得出每公顷海、淡

水池塘的产量变化图，如图1。

根据数据我们可以发现，国内海、淡水池塘每公顷的产量在12年的时间里分别增长了54.1%和45.4%。

我们再来看一下海、淡水工厂化养殖产量的变化图（图2）。

海、淡水工厂化每立方米的产量在12年的时间里分别增长了231.4%和99.3%。

这两个变化图清晰的指出了四种养殖模式的单位产量在近12年的时间里总体呈现明显的上升趋势。

单位产量上升的背后原因，密度的提升应该是其中重要的一环，当然也可以说是依靠更科学养殖的理念，更先进的饲料、更先进的动保，但即便如此，产量的增加也必然会带来水体负荷程度的增加，或者从国内近期对待养殖废水的态度上我们也可以看出这一点。

不管是密度提升，还是水体负荷程度的增加，都会带来疾病的多样化与迅速传播，我认为这一点也是必然的。

在水产养殖行业坚持很多年的养殖户，如果有了一定的养殖经验，请问你会经常考虑养的品质更好还是要养的产量更高？

以上证明完毕。

最后谈一下生态养殖，这是我们努力的方向，但是生态养殖的成本太

高了，除非你有坚定的品牌意识，并且愿意用足够的金钱与时间去累积品牌效应，否则很难将生态养殖出来的水产品以一个合适的价格售出，这是当下很大的问题。

高密度是必然的，对消毒产品的使用也是必然的。

1.3 病害造成的损失有多大

国内水产养殖病害造成的损失是十分巨大的，根据一些数据汇总如下：

从表1中可以看出，水产养殖病害造成的损失是十分巨大的，同时在多个水产养殖病害监测报告中都特别指出，水产养殖病害的病原以生物源性疾病为主，在生物源性疾病中又以细菌性疾病为重。实际上从上表中我们可以看到，在生物源性疾病数量中，细菌性疾病数量一直占到50%左右，坚定的占据了第一把交椅。

而对于细菌性疾病，消毒剂应该算是第一序列的预防性药物了，从这一点上来讲，我们对消毒的重视程度就应该要加强。

当然，也会有养殖户会说，多使用微生物也可以达到抑菌效果，但是有益菌能达到消毒剂的效果么？几乎是不太可能的！

1.4 微生物的以菌抑菌是一种补充手段，但它绝不是万能的

很多搞水产养殖的人对于消毒的另外一个观点是：我可以不要消毒，只要把微生物用好就行了。为什么？因为有益微生物可以“以菌抑菌”。这是很多养殖户认为的一个替代消毒的措施。说实话，如果你养殖密度低、投料少，那问题还不大，如果你是追高产的养殖户，那这个观念就很危险了。

我们先换个角度来看一看微生物的“以菌抑菌”吧。

从2000年左右，水产养殖行业开始使用微生物产品，到现在为止，几

表1 水产病害损失表

日期	病害损失（亿元）	生物源性疾病数量	细菌性疾病数量占比
2002年4~10月	141	病毒性疾病17种、细菌性疾病81种、真菌性疾病5种、寄生虫疾病39种、藻类性疾病3种	55.10%
2003年4~10月	106	病毒性疾病17种、细菌性疾病60种、真菌性疾病4种、寄生虫疾病39种、藻类性疾病3种	48.80%
2004年4~10月	151	病毒性疾病18种、细菌性疾病62种、真菌性疾病4种、寄生虫疾病27种、藻类性疾病3种	54.40%
2005年	110	病毒性疾病15种、细菌性疾病91种、真菌性疾病5种、寄生虫疾病48种、藻类性疾病6种	55.20%
2015年	\	病毒病9种，细菌病40种%，真菌病4种，寄生虫病23种	49.00%
2019年	195	\	\

乎所有的人，包括养殖户、经销商、公司、专家都非常认可微生物的效果，微生物产品是基本不需要推广，养殖户只不过是选择不同的品牌。近20多年来，我们使用有益微生物的量有了大幅度的增加，但是，请问现在水产养殖疾病的种类是多了还是少了？水产养殖疾病的传播速度是快了还是慢了？

可能有人会讲，这两个要素不能这么联系吧？但是从大数据的角度来看，这两者都是与水产养殖有关系的，他们之间也一定存在某种关系，可能我们现在分析不出来。

在这里我强调一下，我的观点并不是说微生物没有效果，但是微生物的“以菌抑菌”这个效果在当下应该是到达了某个极致，其对疾病防治的效果也达到了当下的天花板，可能将来会有很大的突破，但现在没有。

另外，我们再来看几个直观的问题：

第一、微生物在水体发挥的作用核心是“以菌抑菌”还是“以菌杀菌”？

第二、鱼虾蟹塘发病了，请问倒下去1t的EM菌有用么？倒下去1t的乳酸菌有用么？倒下去1t的光合细菌有用么？倒下去1t的芽孢杆菌有用么？

第三、请问为什么养殖户使用的有益微生物都需要7~10d补充1次，这

是为什么？

第四、在环境突变的情况下，比如阴雨天、大风天、温度巨变、缺氧、指标（包括氨氮、亚硝、硫化氢）增多的时候，是有益菌长的更快呢还是有害菌长的更快？

当我们能认真的理顺以上的问题时，我们就会发现，有益菌在水体中对有害菌发挥的一个主体作用是抑制而非杀灭；同时有益菌在池塘里之所以需要定期补充，是因为如果不补充，有益菌就会消亡殆尽；当环境向恶劣方向转变的时候，有益菌根本无法阻挡有害菌的繁殖。

当然，现实中以菌抑菌体系也可以向极限方向发展，比如这几年探讨的絮团养殖，就属于大幅度增加有益菌数量，提高以菌抑菌的数量强度，也有一些养殖户通过此种养殖方法养殖成功，但始终不能大范围推广，因为这种养殖方法对检测要求比较高，强调碳氮比的稳定、持续，而这个比例恰恰在环境中是不停变动的。再一个，当水体中的某种菌大量繁殖时，其衰亡期所带来的负面影响也是很大的，此种养殖模式对养殖户的个人经验及理论知识都有太高的要求，这可能也是不能大范围推广的原因吧。

有益微生物的“以菌抑菌”体系肯定是水产养殖的重点核心之一，但其并不是万能的，我们所要做的是，

在尽量做好“以菌抑菌”体系的前提下，再将其他技术方法尽量的完善，比如提高对消毒方法的认知，从而提高养殖的成功率。

1.5 消毒的作用

消毒的作用到底是什么？很多人应该马上就可以给出答案：消毒就是杀菌！而多数人潜意识里，杀菌应该就是在得病的时候才会用到吧？如果只是这样理解，说实话就太小瞧消毒了，这可能也是大多数误解、甚至害怕消毒的根本原因了。

如果只谈消毒的概念，其是指杀死物体上病原微生物的方法，芽胞或非病原微生物可能仍存活。若是想把所有的微生物全部去除，那么就要用到“灭菌”这种方法。

但在水产养殖中，根据剂量使用的不同，消毒剂的作用应该至少有两个，一个是我们所有人都能想得到的“杀菌”，这种情况下剂量会使用大一些，主要的目的是治病，这个过程中会对水环境的即有微生物系统产生干扰、破坏的作用；另外一个作用就是控菌，即通过消毒剂的使用，通过杀灭细菌数量来降低水体总菌数。

总体来说，我们大多数养殖户对消毒的感觉还是停留在杀菌这个层次上面，在控菌上面并没有多想，在当下的养殖过程，控菌的工作大多是交给有益菌去做的，很少有养殖户定期使用消毒剂去控菌，主要担心对水体有干扰，但我们通过上文知道，有益微生物的“抑菌”，主要是抑制有害菌的繁殖，并不能杀灭一部分有害菌，而消毒剂不一样，其是通过杀灭一定的细菌数量来达到控菌的效果，两者是有明显差异的。

杀菌多是消毒在治病时候的作用，而控菌则是提前预防的一个手段，后者可能更为重要，而这一点也是大多数养殖户所容易忽略的。

1.6 你真的不会碰上水产疾病？

表2 细菌繁殖代时

细菌	培养基	温度/℃	代时/分钟
漂浮假单胞菌(<i>Pseudomonas natriegenes</i>)	肉汤	37	9.8
大肠杆菌(<i>Escherichia coli</i>)	肉汤	37	17
蜡状芽孢杆菌(<i>Bacillus cereus</i>)	肉汤	30	18
嗜热芽孢杆菌(<i>Bacillus thermophilus</i>)	肉汤	55	18.3
枯草芽孢杆菌(<i>Bacillus subtilis</i>)	肉汤	25	26~32
巨大芽孢杆菌(<i>Bacillus megaterium</i>)	肉汤	30	31
乳酸链球菌(<i>Streptococcus lactis</i>)	牛乳	37	26
嗜酸乳杆菌(<i>Lactobacillus acidophilus</i>)	牛乳	37	66~87
伤寒沙门氏菌(<i>Salmonella typhi</i>)	肉汤	37	23.5
金黄色葡萄球菌(<i>Staphylococcus aureus</i>)	肉汤	37	27~30
霍乱弧菌(<i>Vibrio cholerae</i>)	肉汤	37	21~38
丁酸梭菌(<i>Clostridium butyricum</i>)	玉米糨	30	51
大豆根瘤菌(<i>Rhizobium japonicum</i>)	葡萄糖	25	344~461
结核分枝杆菌(<i>Mycobacterium tuberculosis</i>)	合成	37	792~932
活跃硝化杆菌(<i>Nitrobacter agilis</i>)	合成	27	1,200
梅毒密螺旋体(<i>Treponema pallidum</i>)	家兔	37	1,980
褐球固氮菌(<i>Azotobacter chroococcum</i>)	葡萄糖	25	240

对于疾病我们肯定是以预防为主，再辅以其他方法，尽最大努力不让其出现。但每年国家发布的数据摆在那里，随着集约化、高密度养殖的推进，疾病是我们必需要正视的——即使我们做了再多准备工作，也绝不可能保证百分百不发病。因此我们除了做好预防工作之外，也要做好疾病出现的准备，要初步了解一些基本的解决思路，不能手忙脚乱。

2 初步了解有害微生物

我们在上面的内容中提出了对消毒新的看法，希望大家能对消毒有一个正确的认知，不要三人成虎。但即使我们扭转了对于消毒的一些错误认知，但仍会面临很多问题，我们逐一来梳理一下。

首先，我们来了解一下消毒的主要针对对象——细菌。

2.1 细菌菌数的几个小概念

在水产养殖中，我们总是希望有害的细菌数量少一些，有益菌的数量多一些，所以关于菌数我们要有一个初步的了解。在多数的论文中，出现

频率较多的菌数有三个：总菌数、异养菌数、弧菌数。

总菌数就是指在一定条件下（如需氧情况、营养条件、pH值、培养温度和时间等）每g（每mL）检样所生长出来的细菌菌落总数。

异养菌是以有机物为碳源、能源和供氢体的微生物，它包括腐生菌（*saprophyte*）和寄生菌（*parasite*）。腐生菌以动植物尸体、腐败食物等作为营养物；寄生菌寄生于活体内，从宿主的有机物获得营养。所有的病原菌都是异养菌，大部分属寄生菌。

弧菌（*Vibrio*）是菌体短小，弯曲成弧形，尾部带一鞭毛的革兰氏阴性菌，有运动能力。弧菌是近年来对水产养殖业影响比较大的一类有害细菌，常见的有：副溶血弧菌、溶藻弧菌、创伤弧菌、霍乱弧菌、鳃弧菌、哈维氏弧菌、温和气单胞菌等。

总体上也好记，总菌数不分好坏全部统计；异养菌则多数为坏蛋菌；弧菌则基本为坏蛋中的坏蛋。

另外，我们特别谈一下，对于弧

菌的检测近几年我们多用弧菌平板，这是一个很好的辅助检测手段。但绝不能唯平板论，只要平板检测没有弧菌就安全了？实际上平板培养出来的细菌总数最多不会超过环境细菌总数的5%，这还是在严格的试验室条件下，一般的检测条件下可能只有0.1%。

2.2 细菌与疾病的关系

在这里所谈的水产细菌主要是指致病菌，而这些致病菌与水产养殖动物的疾病到底有什么样的关系呢？是不是只要有致病菌就一定发病？如果不是，那么满足哪些条件才会发病呢？如果对这些条件有所了解，那么在疾病预防方面，可能我们会有更清晰的思路出来。

方秀珍等人（1989年）测定无锡高产池塘水体的总细菌数在4月份达到所测时间段（3~10月份）中的最高峰，而陶妍等（1996年）测定的鱼体总细菌数量也在4月份达到全年的最高峰，而且这两个数值范围极为接近，这表明高产池塘本身的污染程度与鱼体细菌污染程度之间存在着某种一致关系。

倪纯治等人（1995年）的研究指出，虾病与水中弧菌数量较高有关，弧菌占总菌的比例越高，发病可能性越大。当池水中溶藻弧菌和副溶血弧菌数达到 $8.0 \times 10^6 \sim 5.0 \times 10^8$ 个/dm³时，于72h后即出现对虾红脚现象，96h后即出现死亡，死亡数随着弧菌数的增加而增多。

于占国等人（1995年）的研究指出，弧菌的数量与对虾发病有一定关系，使对虾感染发病的弧菌数量阈值为 $103 \sim 104$ cell/cm³，当然这还要取决于虾池水中氨氮含量和底质水质中的硫化氢含量。如果虾池清淤不好，底质黑变层厚度达7~10cm以上，弧菌的数量为 103 cell/cm³，对虾亦会被感染发病。同时其亦指出，虾病发生频率较高的

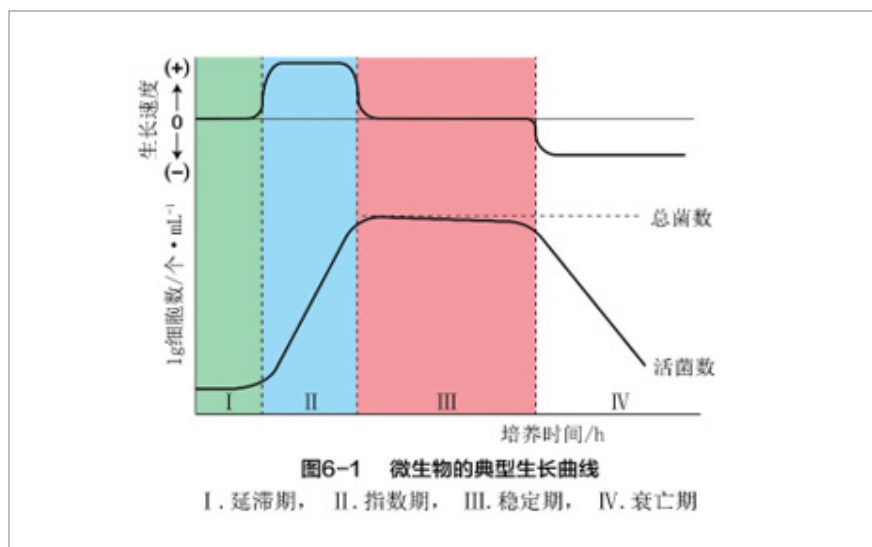


图4 微生物的典型生长曲线（周德庆.《微生物学教程》.北京：高等教育出版社，2011.4：153）

6月份和10月份，虾体的弧菌数与总菌数的比值也较高。

黄美珍等人（1997年）的研究指出，弧菌的数量与对虾发病率和死亡率有关。

林美兰等人（1998年）进一步指出，虾体的总细菌、弧菌和发光细菌的数量(以细胞计)可以用来预报虾病，三者的阈值分别为107个/g(湿重)、105个/g(湿重)和104个/g(湿重)，当达到以上临界值时，虾病容易发生。在对试验池的细菌学跟踪测定过程中，每当发现虾体的总细菌数，或弧菌数，或发光细菌数超过上述临界值时，通过临时采取药物控制等相应的措施，能有效地抑制病情的发展，在周围虾池大多发生死亡的情况下，试验池仍安然无恙。

金珊等（1999年）研究指出，全年细菌数量较高值集中在7、8、9三个月份，这期间也正是海水网箱养殖鱼类疾病的高发时期，当然疾病的发生还有其它因素共同促成，但细菌数量的影响作用是肯定的。

查广才等人（2006年）的调查结果指出，低盐度高产虾池水体和沉积

泥浆中致病性弧菌应分别控制在 102 cfu·mL⁻¹和 104 cfu·mL⁻¹范围内比较安全。

郭赣林等（2006年）研究指出，在鲢、鳙亲鱼5、6月份发病鱼池中的细菌总数可以达到正常鱼池的1,000倍。

不过这个 10^4 数量级并不是所有人都认可的，如李卓佳等（2010年）的研究指出，8月份虽然弧菌数达到了 5.20×10^4 cfu·mL⁻¹，但是调查的养殖池塘对虾生长良好。周凯等（2010年）的研究指出，虽然高盐海水养殖水体中弧菌含量较高，达到 6.7×10^4 cfu/mL，超过池塘养殖水体中对虾感染发病的弧菌数量阈 10^4 cfu/mL，且弧菌数量占水体细菌总数的38.71%，但并没有导致弧菌病的暴发。

通过以上学者的研究我们可以看出，致病菌的数量与发病应该有一定的对应关系，但这些对应关系并不一定是绝对的，实际上我们更多的认为水产动物病害的发生不是由单纯的某一种细菌所引起的，而是水体环境恶劣、水产动物免疫机能低下、微生物

多样性减少的共同结果。而且以上研究中,池塘的基础条件和养殖中的措施都是不一样,这对研究结果也产生了一定的影响。

但是对于多数疾病来说,条件致病菌的数量增多肯定是一个必要条件,这应该是我们要重点关注的。为了更好的理解这个关系,我们可以把条件致病菌的数量100个假设为临界值,那么99个就不发病,而101个就发病,即致病的临界线就是100个。我们可以通过下图做辅助理解。

2.3 细菌的繁殖简介

细菌在整个地球内几乎无处不在,上至3万m的高空、下至1万m的海沟、我们看得到的物体表面、看不到的有机物及生物体内,都有他们活动的身影,只有你想不到的,几乎没有他们不能存在的地方。科学家估计全球细菌的总数量在 $5 \times 1,030$ 个,总重量约在5,500亿t(每个细菌计为 1.1×10^{-10} mg),其重量居全球生物第一名。为什么会这样?这与细菌的繁殖能力有直接的关系。

2.3.1 细菌的繁殖速度

细菌绝大多数是通过分裂生殖进行传宗接代的,这种生殖方式也称二分裂繁殖,即一个细菌繁殖成两个子代细菌,两个再变四个,四个再变八个……

细菌到底能长多快呢?

大肠杆菌以肉汤做为培养基,在37℃的时候,基本17min繁殖一代,这是一个十分惊人的速度,为了好测算,我们平均以20min繁殖一代来计,1h就可分裂3次,1个变成8个;2h可变成64个;4h可变成4,096个,8h可变成16,777,216个……1d之内理论上能繁殖72代,从1个细菌可以扩增到47万亿亿个,如果以10亿个细菌重1mg计算,这些细菌至少重4,700多t;经48h后,则可产生 $2.2 \times 1,043$ 个后代,总质量相当于4,000个地球之重。当然这个数据是

理论上的,现实中不可能实现,因为受限条件太多。下表为一些细菌的繁殖时代时:

2.3.2 细菌的繁殖曲线

现实中细菌的群体繁殖基本分为四个阶段:延滞期、指数期、稳定期、衰亡期,示意图4。

上图曲线有两条,上面一条是代表微生物的生长速率,下面一条代表细菌数量。

我们可以看到,微生物生长数量的变化总体分4个阶段,这4个阶段对应时期的微生物生长速率变化则是平稳、升高、平稳、下降。

从实际塘口的养殖情况来看,细菌的繁殖远比这复杂,我们在此不逐一探讨。本次我们从图片中需要考虑的有两个层面,一是在什么时候易发病?二是消毒什么时候介入最佳?

从图表上看,易发病的时期最有可能的是在稳定期,指数期也有可能。因为此时的细菌数量最多,或者繁殖速度最快。

消毒什么时候介入最佳,应该是在延滞期或者是指数期的前期。如果等细菌的数量进入了高速通道,那么控菌或者杀菌就会变得极为困难,因为它们反弹的速度会极快。

2.4 细菌在不同时间的繁殖情况

比如细菌在一天之内是如何繁殖的?在不同月份又是如何表现的?如果知道这些数据,那么我们可能应对

的措施就更有针对性。

我曾在2020年10份于当代水产发表过一篇文章,题目是《水产养殖水体及底泥中的细菌变化分析》,里面详细的谈了细菌在一天之内与不同月份的繁殖表现,主要包括几下内容:

一、水体中的细菌在一天之内是如何变化的;二、水体中的细菌在一年不同月份是如何变化的;三、水体中的细菌在垂直与水平层面上有何不同;四、细菌与一些指标的相关性;五、底泥中的一些细菌变化。

当知道了这些内容,我们可能会对细菌有更清晰的认知。

2.5 细菌的所在之地

对于水产养殖,我们基本可以确定有害菌存在的几个小环境:空气、水体、底泥、体内。但绝大多数养殖模式中,空气是我们无法管理的,所以先把它置于一边。而其他三个场景则是我们重点要关注的。这三个场景的排序也很有意思,水体是我们一定看得到的,底泥次之,体内则几乎看不到,我们对这三个场景的关心顺序也是如此,首先关心水,其次关心底,最后才能关心到体内,做的工作最多的就是针对水,底部管控居中,最差的就是体内管理了。实际上这些环节都非常重要,需要我们综合把握,平衡推进,才能把相关工作做到位。(未完待续) 

