

纳米催化微电解在南美白对虾育苗生产中的应用

李榜文, 宋振荣

(集美大学水产学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 将纳米催化微电解技术首次应用于南美白对虾育苗生产上, 根据其对水体的消毒灭菌作用及处理水中和后培育南美白对虾的效果, 确定了适合的微电解处理当量范围为 24.65~41.20 W h t⁻¹。试验结果表明: 当处理当量处于 24.65~41.20 W h t⁻¹ 时, 纳米催化微电解处理水中的细菌灭活率达 100%, 且与实际生产操作中消毒水相比, 微电解水培育南美白对虾能明显提高育苗的成活率、防治病害的发生及改善培育虾苗的质量, 对水产动物人工种苗生产具有现实的应用价值和推广作用, 可产生较好的社会和经济效益。

关键词: 纳米催化微电解技术; 南美白对虾; 成活率

中图分类号: S968

文献标识码: A

文章编号: 1008-0384 (2012) S1-089-05

The feeding effect of the little electrolysis of the nanocatalyst on larvae and juveniles of penaeus vannamei

LI Bang-Wen, SONG Zhen-rong

(Fisheries College, Jimei University, Xamen, Fujian 361021, China)

Abstract: In this experiment the little electrolysis technique of the nanocatalyst has been firstly applied for breeding of *Penaeus vannamei*, and finding out suitable electrolytic equivalent of 24.65 w. h/t-41.20 w. h/t according to the killing effects of the little electrolysis of the nanocatalyst to bacteria in seawater and electrolysis seawater removed chlorine cultivates *Penaeus vannamei*. Results indicated: When processing equivalent (D) \geq 24.65 w. h/t, the sterilization rate reaches 100% in processing seawater and the electrolytic-treated seawater neutralized with residual chlorine has some advantages of increasing the survival rate of shrimp, enhancing the immune function of shrimp and improving the quality of shrimp in aquaculture compared with the actual production operation disinfectant. Besides, it also has practical value and promoting effect in artificial breeding of aquatic animals and can produce good social and economic benefits.

Key words: the little electrolysis technique of the nanocatalyst; *Penaeus vannamei*; survival rate

南美白对虾学名凡纳对虾、万氏对虾, 其步足常呈白垩色, 也有白肢虾之称^[1], 与日本对虾、中国对虾并称为当今世界养殖数量最高的三大对虾品种, 也是我国当今养殖规模最大的对虾品种。其自然分布于太平洋西岸至墨西哥湾中部, 以厄瓜多尔沿岸分布最为集中, 它的自然栖息场所为泥质海底^[2, 3]。1999年我国在福建省龙海市东泗乡对南美白对虾推广养殖成功, 从此开始了南美白对虾人工育苗的大规模生产^[4]。由于南美白对虾具有生长快、繁殖季节长、生长周期短、适宜多种方式养殖、营养要求低(25~30%), 适应性强, 抗病能力强、离水存活时间长、加工出肉率高、适盐性广等优良性状^[5-7], 在养殖行业备受养殖户青睐。尽管当前对虾人工育苗产业取得了迅猛发展, 育苗工艺技术和生产设备也在不断地更新与改进, 但是由于水质恶化的原因, 虾苗培育过程中还是会经常出现病害问题且难于控制, 严重地影响了幼体的存活率和虾苗的质量^[8]。在实际生产上, 对虾培育水处理大部分还是使用化学药品进行消毒^[9-11], 都存在药物残留的潜在危机。为了杜绝药品在育苗过程中的滥用, 寻求一条无污染、无公害的育苗途径, 人们试图用物理和生物方法来替代化学药品, 如臭氧^[12]、小剂量辐射^[13]在南美白对虾的应用对提高育苗的成活率、改善虾苗的质量及减少抗生素等药品的滥用都取得了明显进展; 同时也对虾苗培育方法有长远的推广价值。

作者简介: 李榜文(1986-), 男, 硕士研究生, 水产养殖动植物病理病害方向 (E-mail: 403706880@qq.com)

通讯作者: 宋振荣(1954-), 男, 硕导, 从事水产动物种苗生产、养殖和病害防治研究 (E-mail: zrsong@jmu.edu.cn.)

基金项目: 福建省科技厅项目 (2011N0021)

纳米催化微电解技术是集纳米技术、电化学技术和催化技术于一体的新型水处理方法,在海水中工作时产生初生态的强氧化性物质,如[Cl]、[O]、[OH]等,不仅可迅速氧化分解有机物,而且对水中浮游生物、细菌、病毒和藻类等具有强大的杀灭和抑制作用。此外,悬浮于池水中的固体小颗粒和水中的胶体物质在电场的作用下脱稳,产生凝聚,形成更大颗粒沉淀,经过滤系统滤除,从而实现池水的净化消毒。本试验首次将纳米催化微电解技术的应用于南美白对虾育苗生产中,以期能防治南美白对虾育苗中疾病的暴发,提高育苗的成活率,为工厂化生产提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

福建省漳浦市集源水产育苗场海水、采用该场自产的南美白对虾幼体作为生产试验对象、甲基蓝、甲醛、EDTA 络合重金属元素。

1.2 试验方法

1.2.1 纳米催化微电解杀灭海水细菌的杀灭 在集美大学海水试验场,水流速度: 1.75 t h^{-1} , 设置 3 组电流与电压: (1)10A, 3.1V: 处理当量 $D_1=17.72\text{ W h t}^{-1}$; (2)20A, 3.5V: 处理当量 $D_2=40\text{ W h t}^{-1}$; (3)30A, 3.9V: 处理当量 $D_3=66.86\text{ W h t}^{-1}$, 利用纳米催化微电解水净化消毒机处理试验场砂滤, 对照组为试验场砂滤海水,即当量 (D_0) 为 0, 分别装入无菌瓶中立即带回实验室; 分别将对照组和实验组水样在实验操作台下用无菌海水进行 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 3 个梯度稀释, 然后对每个梯度水样采用 3 个牛肉膏蛋白胨培养基进行培养, 每个培养基的涂布量为 0.1 mL , 在 30°C 的培养箱中培养 12h 后计算细菌总数。

电解当量计算公式: 电解当量 (瓦时/吨) = 功率/流速 ($D = W\text{ h t}^{-1} = AV\text{ h t}^{-1}$)

式中: D 为电解当量; W 为功率; A 为电流; V 为电压; t 为吨; h 为小时。

1.2.2 水质的处理 对照组 D_0 和试验组 D_1 、 D_2 、 D_3 各设有 2 个平行组, 育苗用水: D_0 为当地正常海水 (海水为深海新鲜海水), 在大水泥池中沉淀处理后经过沙滤网, 最后用脱脂棉过滤后流出。加水后用 0.013 mg l^{-1} 甲基蓝消毒水体, 以杀灭各种病原生物, 连续曝气 2d 以消除药物的毒性之后即可放苗, 另外在放苗前 1 天, 对水质进行调节, 使 pH 值控制在 $7.8\sim 8.5$, 加入 25 mL L^{-1} 甲醛、 10 mg EDTA^{-1} 络合重金属元素。 D_1 、 D_2 、 D_3 为经纳米催化微电解水净化消毒机处理的海水: 纳米催化微电解净化消毒机设定 3 个处理当量 17.72 、 40 、 66.86 W h t^{-1} , 在流态条件下处理海水, 每个当量处理的水样设 2 个平行, 在放幼体之前将水体的余氯用硫代硫酸钠中和尽即可; 再测定水体的温度、盐度、pH 值等物理当量。

1.2.3 南美白对虾幼体黑色孵化桶培育试验 黑色孵化桶培育试验在正常水温下 ($27.3\sim 29^\circ\text{C}$) 进行, 试验组与对照组都采用 2 组平行试验, 把收集的南美白对虾无节幼体投放其中, 放幼体之前对微电解处理水体中有效氯含量进行测量, 确保其完全被中和。充气使幼体分散均匀, 以从无节幼体变态为仔虾作为实验终点, 观察幼体在水体中的培育情况。

1.2.4 纳米催化微电解处理水培育南美白对虾大批量生产试验 试验在水泥池中进行, 按照有明显杀菌消毒效果的 $D_2:40$ 、 $D_3:66.86\text{ W h t}^{-1}$ 当量处理水培育幼体, 对照组为实际生产应用中的消毒水, 结合培育场培育技术进行生产试验, 对照 3 组处理水培育南美白对虾的出苗率。

2 结果与分析

2.1 纳米催化微电解处理当量的杀菌效果

纳米催化微电解处理海水细菌灭活实验结果如表 1 所示。对照组 (D_0) 的细菌数在 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 3 个稀释梯度分别达到 $12\ 260$ 、 900 、 115 个 mL^{-1} , 水样中平均细菌数为 $109\ 200\text{ 个 mL}^{-1}$; 在当量 (D_1) 处理海水时在 10^{-1} 稀释倍数时还有 13 个 mL^{-1} , 其他稀释倍数时为 0 个 mL^{-1} , 水样中平均细菌数为 43.3

个 mL^{-1} , 其杀菌率为 97.97%; 当量 (D_2) 和当量 (D_3) 处理海水时在所有稀释倍数细菌数都为 0 个 mL^{-1} , 其杀菌率都为 100%。

表 1 纳米催化微电解不同当量处理海水的细菌数

Tab.2 The number of bacteria toward seawater by different processing equivalent of the little electrolysis of the nanocatalyst (individuls/mL)

稀释倍数	细菌数/(个 mL^{-1})			
	对照组 (D_0)	当量 (D_1)	当量 (D_2)	当量 (D_3)
10^{-1}	12260	13	0	0
10^{-2}	900	0	0	0
10^{-3}	115	0	0	0
原液中平均值	109200	43.3	0	0

2.2 不同梯度当量处理半吨水体在黑色孵化桶中的育苗试验

试验于 2011 年 7 月至 8 月进行, 共进行了 4 种处理水的培育生产试验, D_0 处理水为对照组, 其它 3 个分别用纳米催化微电解水净化消毒机不同功率当量处理水, 对整个过程的出苗量进行综合统计, 试验情况如表 2。结果表明, 低处理当量 (17.72 W h t^{-1}) 出苗率明显要低于对照组和高处理当量 (40 、 66.86 W h t^{-1}), 高处理当量与对照组相比出苗率要高, 而且大大减少了抗生素等药品的使用, 每批育出的虾苗表现出健康、质优、大小整齐的特点; 同时也减少了生产过程投入药品所带来的成本问题。

表 2 纳米催化微电解处理水培育南美白对虾的试验情况

Tab.2 Test situation of seawater processed by the little electrolysis of the nanocatalyst cultivating *Penaeus vannamei*

处理水样	幼体量/万	当量/ (W h t^{-1})	出苗量/万	出苗率/%
S_0	2.5	0	1.2753	51.01
S_1	2.4	17.72	0.8366	34.86
S_2	2.4	40	1.4484	60.35
S_3	2.3	66.86	1.4535	63.20

2.3 幼体发育进程及其观察

试验组利用纳米催化微电解水进行培育南美白对虾幼体, 以期能促使幼体能健康生长, 以实际生产中的水处理培育作为对照组。结果表明, 低处理当量 (17.72 W h t^{-1}) 生长进程要低于对照组和高处理当量 (40 、 66.86 W h t^{-1}), 高处理当量 (40 、 66.86 W h t^{-1}) 与对照组相比其生长进程要快 2~3h 左右, 这要求在试验过程中仔细的观察虾变态的具体时间, 及时的调节水温和饵料成分。下表 3 是幼体生长发育进程及观察情况;

表 3 幼体生长发育情况

Tab.3 The situation of the growth and development of the larval

时间/(月.日)	水温/ $^{\circ}\text{C}$	发育期			
		S_0	S_1	S_2	S_3
7.12	27.6-28.5	N_3 、 N_6	N_3 、 N_6	N_3 、 N_6	N_3 、 N_6
7.13	27.3-28.5	N_6 、 Z_1	N_6 、 Z_1	N_6 、 Z_1	N_6 、 Z_1
7.14	27.9-29	Z_1 、 Z_2	Z_1 、 Z_2	Z_1 、 Z_2	Z_1 、 Z_2

7.15	28.0-29.0	Z ₂	Z ₁ 、Z ₂	Z ₂	Z ₂
7.16	27.5-28.5	Z ₂ 、Z ₃	Z ₂	Z ₂ 、Z ₃	Z ₂ 、Z ₃
7.17	27.5-28.6	Z ₃ 、M ₁	Z ₂ 、Z ₃	Z ₃ 、M ₁	Z ₃ 、M ₁
7.18	27.8-28.9	M ₁	Z ₃ 、M ₁	M ₁	M ₁
7.19	27.8-28.8	M ₁ 、M ₂	Z ₃ 、M ₁	M ₁ 、M ₂	M ₁ 、M ₂
7.20	27.8-28.8	M ₂ 、M ₃	M ₁ 、M ₂	M ₂ 、M ₃	M ₂ 、M ₃
7.21	28.0-29.0	M ₃	M ₂ 、M ₃	M ₃	M ₃
7.22	27.5-28.6	M ₃ 、P ₁	M ₃	M ₃ 、P ₁	M ₃ 、P ₁
7.23	27.5-28.5	P ₁	M ₃ 、P ₁	P ₁	P ₁
7.24		—	P ₁	—	—

注：N₃~N₆为无节幼体 3~6 期；Z₁、Z₂、Z₃分别为蚤状幼体 1、2、3 期；M₁、M₂、M₃分别为糠虾幼体 1、2、3 期；P₁为仔虾 1 期。

2.4 纳米催化微电解处理水中和后培育南美白对虾水泥池生产试验

试验于 2010 年 7 月至 8 月进行，共利用了 D₀:0、D₂:40、D₃:66.86 W h t⁻¹3 组当量处理水，对整个育苗过程中的培育情况进行统计，试验结果如下（表 4）。

表 4 南美白对虾育苗生产试验情况

Tab.4 Productive experiment situations of *Penaeus vannamei* larvae

水处理当量	幼苗量/ 万	出苗量/ 万	出苗率/ %
D ₀	1200	580	48.33
D ₂	1200	660	55.00
D ₃	1200	690	57.50

3 结论与讨论

3.1 纳米催化微电解消毒灭菌效果

水产养殖中水质优劣是关键因子。生产上水体消毒灭菌分物理、化学及生物方法，其中生物方法原理是利用生物因子除去水体中的病原体，虽然在水质污染问题上，生物修复是能最彻底地恢复水生态系统平衡的方法，而且在相当长一段时间内会成为解决水质污染的一个发展潮流^[14]。但这种方法作用缓慢且直接消毒灭菌不彻底，所以在水产养殖育苗生产过程中还是以物理、化学方法为主，如臭氧、紫外线、微电解、微波、毫米波、超声波、氧化氯、二溴海因等灭菌方法都有报道。

本试验应用的纳米催化微电解技术采用纳米稀有金属材料作为电解电极，大大提高电解功率和杀菌效果。其杀菌效果根据条件的变化而不同，杀菌率随着处理时间、机器功率、有效氯浓度（电解当量）的增加而升高；具有 100%灭活水体细菌的作用，甚至于对原生动物的杀灭也具有功效，证明纳米催化微电解方法应用于水体消毒的可能性及其发展潜力。与臭氧，紫外线等成本高、技术难度大、无持续杀菌效果的消毒方式相比，纳米催化微电解具有机器设备体积小、安装方便、便于实现自动化及具有持续灭菌等优点；同时，长期以来靠使用药物来防治水体中病原菌，既增加了养殖成本，又使部分致病菌经药物筛选后产生不同程度耐药性^[15]。而采用微电解循环水的再利用，在不投加任何化学药剂情况下将水中多类微生物一次性地去除，具有深远意义。

3.2 纳米催化微电解技术在南美白对虾育苗试验中的结果分析及应用展望

纳米催化微电解技术在南美白对虾育苗上的应用，在国内属于首次尝试，其关键在于流速当量和功

率当量的选择,找出适宜的功率,可以最大限度的杀灭细菌、原生动物等有害生物;净化水质、改善环境;减少或省去药物的使用。比较结果显示,高处理当量条件下处理海水,南美白对虾出苗率比实际生产上要高,经过纳米催化微电解处理水培育的幼体发育正常、质量好,生产出的虾苗生长较快、活力好,健康、优质、大小整齐、抗病力强,将来甚至在价格对外竞争方面会有优势,从而能够创造更好的经济效益;最主要的是减少了在育苗中抗生素的应用,消除污染、降低成本、优化虾苗、提高成活率;当然这些是建立在一套完善成熟的育苗技术基础上的,能够把握两种水处理方法在变态时间上的差异,及时增减投饵量,调控水温。笔者认为纳米催化微电解水培育南美白对虾出苗率高于实际生产主要原因是:纳米催化微电解处理水消毒更彻底,能一次性消除水体中所有的病原菌,而生产操作中的药物处理水容易使部分病原菌产生耐药性而影响整个育苗过程的水质。相信将来纳米催化微电解技术以先进的技术为保障在水产类的各种鱼、虾以及贝类养殖育苗等领域的应用前景会更加广阔。同时在育苗过程中,为了防治虾幼体由于损伤、水质污染等原因带来的病害,生产上常采用聚维酮碘、上野黄药、含氯消毒剂、氟乐灵及高锰酸钾等来抑制各种细菌、真菌及病毒性病原^[16]。此次育苗生产试验中,微电解处理水在完全不用药的情况下,虾苗成活率高且没有发现任何致病个体,整个育苗过程中,育苗水的pH值,氨氮含量、溶解氧等物理因子都始终保持在安全范围之内,而且没有了化学药品的使用,避免水中铜、锰等重金属离子带来的强大的副作用。培育水环境的稳定是防治对虾育苗病害的前提和关键。笔者建议,结合纳米催化微电解技术,适当增加水体中的溶解氧含量,不仅可以控制致病菌的数量,尤其是厌氧弧菌,还可以加速水体中有机物的降解;同时可以施加一定量的益生菌,改善水体中微生物的结构成份,稳定水质大环境,这样更完善纳米催化微电解技术对南美白对虾病害的防控作用。

参考文献:

- [1] 于琳江,于奎杰,张乃禹.南美白对虾人工繁育技术的初步研究[J].海洋与湖沼,2001,32(5):575-579.
- [2] 庞景贵,张福崇,肖国华,等.南美白对虾(*Penaeus vannamei* Boone)育苗技术及养成虾病害发生的探讨[J].现代渔业信息,2005,20(4):25-28.
- [3] 郭国民,何桂福,胡光安,等.南美白对虾的人工育苗[J].中国农村科技,2001,(8):38-39.
- [4] 卢连明.南美白对虾幼体育苗技术[J].福建农业,2009,(8):35-35.
- [5] 方民杰,杜琦.采用受精卵消毒法进行南美白对虾人工育苗的试验[J].福建水产,2003,(1):27-29.
- [6] 尤颖哲,林焕阳.南美白对虾人工育苗高产技术[J].漳州职业技术学院学报,2008,10(3):62-63,66.
- [7] 王立新.我国南美白对虾养殖现状[J].中国渔业经济,2001,(5):22-22.
- [8] 阮志德.南美白对虾生态育苗试验[J].广西水产科技,2005,(4):25-28.
- [9] 李绪鹏.南美白对虾育苗水处理技术探讨[J].海洋与渔业,2010,(3):40-41.
- [10] 赵春民.南美白对虾育苗期间“红体病”大规模暴发的原因及其防治技术初探[J].科学养鱼,2008,(12):52-53.
- [11] 朱火明,李德,陈振权.南美白对虾健康育苗试验[J].科学养鱼,2006,(5):1-1.
- [12] 王玉佩,肖培弘,孔玉敏,等.臭氧在南美白对虾工厂化育苗生产中的应用[J].渔业现代化,2006,(1):23-24.
- [13] 唐贤明,隋翌,李向民,小剂量辐照在南美白对虾育苗生产中的应用[J].水产养殖,2009,(1):3-5.
- [14] 肖乐,氯霉素风波[J].中国水产,2002,(7):12-17.
- [15] 陈会波,林阳东,翁燕玲,等.鳃鲮赤鳍病原菌的分离鉴定和耐药性的研究[J].水生生物学报,1992,16(1):40-46.
- [16] 李为学.南美白对虾子虾红线病防治[J].水产科学,2009,14(6):40-40.