

英娜,秦搏,宋学锋,等. 4种消毒药物对绿鳍马面鲈受精卵孵化的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(20):190-194.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.20.036

4种消毒药物对绿鳍马面鲈受精卵孵化的影响

英娜¹,秦搏¹,宋学锋¹,杨立国¹,王元¹,房文红¹,刘一萌¹,杜荣斌²,吴艳庆¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所,上海 200090; 2. 烟台大学海洋学院,山东烟台 264005)

摘要:为减少表面病原对绿鳍马面鲈受精卵的影响,提高受精卵的健康出苗率,采用药物浸泡法,研究甲醛、双氧水、次氯酸钠及聚维酮碘在不同药物浓度下对绿鳍马面鲈受精卵孵化率以及畸形率的影响,并以健康出苗率作为药物对受精卵孵化效果的综合评价指标。研究发现,聚维酮碘试验组的健康出苗率相对于对照组差异不显著,且当药物质量浓度为 500 mg/L 时,健康出苗率显著低于对照组;次氯酸钠组的整体健康出苗率与甲醛试验组的效果相当,显著高于对照组,但是均显著低于双氧水组,当双氧水质量浓度为 1 000 mg/L 时,健康出苗率可达 69.33%,效果最佳。结果表明,宜选用双氧水作为绿鳍马面鲈受精卵孵化时的消毒药物,质量浓度为 1 000 mg/L 时消毒效果最佳。

关键词:绿鳍马面鲈;受精卵;孵化;健康出苗率;消毒药物

中图分类号:S961.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)20-0190-05

绿鳍马面鲈,隶属于鲈形目(Tetraodontiformes)

单角鲈科(Monacanthidae)马面鲈属(*Thamnaconus*),又称剥皮鱼、面包鱼等^[1-2]。作为经济鱼类,具有重要的食用价值和营养价值,其肉质鲜嫩,富含丰富的人体必需氨基酸及不饱和脂肪酸 EPA、DHA 等^[3]。绿鳍马面鲈为外海暖水性近底层鱼类,在西北太平洋的渤海、黄海、东海、南海以及日本海均有分布,其中,东海是我国绿鳍马面鲈的主要捕捞区^[4],但随着网具的发展,无序捕捞的

收稿日期:2020-02-17

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(编号:2018M07);山东省现代农业产业技术体系鱼类产业创新团队项目(编号:SDAIT-12-03)。

作者简介:英娜(1990—),女,江苏连云港人,硕士,研究实习员,从事水产养殖病害研究。E-mail:xyz6622@126.com。

通信作者:吴艳庆,硕士,助理研究员,从事水产动物养殖研究。E-mail:wuyanqing0961@163.com。

交配繁殖,但从整个试验周期来看不同步现象仍无法完全避免,较长的交配期意味着生产上仍需通过人工分拣发育同步的抱卵虾来进行专池培育。项目组后期计划开展采用雌雄分养分别提温后集中繁育及提温速率和性腺发育程度等进一步的试验研究,以期提高红螯螯虾交配产卵的同步性。

参考文献:

- [1] 钟诗群,庞守忠. 红螯螯虾的生物学特性及其养殖简介[J]. 内陆水产,1997(8):25.
- [2] 王福刚,李瑞莺. 红螯螯虾人工繁殖技术研究: I. 红螯螯虾生物学特性的观察[J]. 福建水产,1995(4):12-15.
- [3] 舒新亚,龚路军,陶忠虎,等. 人工诱导克氏原螯虾同步产卵试验[J]. 淡水渔业,2006,36(5):45-47.
- [4] 李进,温海深. 温度对红螯螯虾抱卵率和孵化的影响[J]. 现代农业科学,2009,16(4):193-196.
- [5] 徐金庭,沈勤华,周建春. 澳洲淡水龙虾的温室早繁[J]. 科学养鱼,2006(11):8.
- [6] 舒新亚,杜健鹰,张从义,等. 红螯螯虾(*Cherax quadricarinatus*)

人工繁殖试验[J]. 水产科技情报,2004,31(5):210-211.

- [7] 陈孝煊,吴志新. 红螯螯虾产卵量与孵卵时间的研究[J]. 水利渔业,1996,16(4):23-24.
- [8] Chris R K. Growth and survival of redclaw crayfish hatchlings (*Cherax quadricarinatus* von Martens) in relation to temperature, with comments on the relative suitability of *Cherax quadricarinatus* and *Cherax destructor* for culture in Queensland[J]. Aquaculture, 1994,122(1):75-80.
- [9] 李水根. 红螯螯虾人工繁殖技术研究[J]. 河北渔业,2011(3):37-38.
- [10] 陈奕彬,李色东. 红螯螯虾繁殖关键技术[J]. 科学养鱼,2018(2):6-7.
- [11] 赵云龙,孟凡丽,陈立侨,等. 红螯螯虾繁殖习性的研究[J]. 动物性杂志,2000,35(5):5-9.
- [12] 李卫芳. 红螯螯虾规模化育苗技术报告[J]. 水产养殖,2013,34(2):20-22.
- [13] 顾志敏,许谷星,黄鲜明,等. 红螯螯虾的室内人工育苗[J]. 水产学报,2003,27(1):32-37.
- [14] 李飞,黄鲜明,沈勤松,等. 两种方式对红螯螯虾同步产卵影响的研究[J]. 生物学杂志,2013,30(2):40-42.

加剧,渔业资源呈现枯竭趋势,目前的捕捞量已经远不能满足市场需求^[5],因此工厂化增养殖技术亟需解决。自 2011 年突破了人工繁育技术以来,绿鳍马面鲈工厂化养殖数量呈现递增趋势,不仅带动了相关水产品加工产业的发展,也为鱼苗的增殖放流增加了多样性。

关于绿鳍马面鲈人工繁育技术中的关键点如生殖调控技术^[6]、受精卵孵化条件^[7]、胚胎发育^[8]等技术已被探索,但是绿鳍马面鲈的受精卵为黏性、沉性卵,其表面黏丝使其容易黏附在其他物体上^[7],同时也容易黏附藻类、有害微生物等从而影响受精卵的孵化及后期发育。实际生产过程中我们发现,未经任何处理的绿鳍马面鲈受精卵的孵化率远低于其他鱼类,而畸形率却远高于其他鱼类。提高受精卵的孵化率并降低畸形率,是绿鳍马面鲈人工繁殖过程中的一大技术要点。

采用消毒药物对受精鱼卵进行消毒是鱼类育苗过程中通常采用的办法,已有相关研究针对不同鱼类的受精卵孵化进行最佳消毒药物以及最佳浓度方面的探索,但是由于不同种类鱼卵表面理化性质不一以及地域水环境、受精卵本身携带的病原有差异,最佳消毒药物及最佳浓度也将因鱼种类不同而异。本研究使用常见的 4 种药物(甲醛、双氧水、次氯酸钠、聚维酮碘)对绿鳍马面鲈受精卵进行消毒处理,观察不同药物对孵化情况的影响,希望找到适用于提高绿鳍马面鲈受精卵出苗率的最佳药物以及最适浓度。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2019 年 5 月在中国水产科学研究院东海水产研究所赣榆研究中心进行。选择 2 龄以上的绿鳍马面鲈经过营养强化和人工生殖调控作为试验亲鱼,在产卵池中自然产卵、授精,池底铺波纹板用于收集受精卵,用海绵或者软毛刷于波纹板上将绿鳍马面鲈受精卵轻轻刷至玻璃烧杯中,于解剖镜下挑选质量较好且发育至原肠期的同一批受精卵用于试验。

1.2 试验方法

4 种消毒药物分别是甲醛,含量 37%,莱阳市康通化工有限公司生产;双氧水,含量 3%,广东恒健制药有限公司生产;次氯酸钠,含量 10%,天津富宇精细化工有限公司生产;聚维酮碘溶液,含量 10%,

厦门惠盈动物药业有限公司生产。依据相关要求与标准,试验之前先将各药物配制试验液母液,根据试验需要逐步稀释到设定浓度,现配现用。考虑到实际生产时可操作性,参考相关文献资料和预试验结果,设置各药物质量浓度梯度和处理时间(表 1)。甲醛、双氧水、次氯酸钠、聚维酮碘 4 种药物共设置 4 个质量浓度梯度,处理时间为 10 min,每个质量浓度设置 3 组平行,并设置相应的空白对照组。每组采用静水 1 次消毒处理,取 100 粒受精卵,在相应质量浓度药物中浸泡 10 min,到时间后迅速将受精卵转至 1 000 mL 的烧杯中,烧杯内提前加好经砂滤 PP 棉(规格:25.4 cm,孔径 0.5 μm)过滤的海水,微充氧,水温控制在 22 ℃。经 48 h 孵出仔鱼后,统计不同试验组孵出仔鱼数量以及鱼苗脊柱弯曲、油球异位或异数等畸形仔鱼数量。

表 1 4 种消毒药物的浓度梯度及处理时间

药物名称	质量浓度梯度(mg/L)				消毒时间 (min)
	1	2	3	4	
甲醛	500	1 000	1 500	2 000	10
双氧水	500	1 000	1 500	2 000	10
次氯酸钠	0.2	0.5	1.0	2.0	10
聚维酮碘	10	50	200	500	10

1.3 数据处理

孵化率 = 孵出鱼苗数/受精卵数 × 100% ;

畸形率 = 畸形个数/孵出鱼苗数 × 100% ;

健康出苗率 = (孵出鱼苗数 - 畸形鱼苗数)/受精卵数 × 100% 。

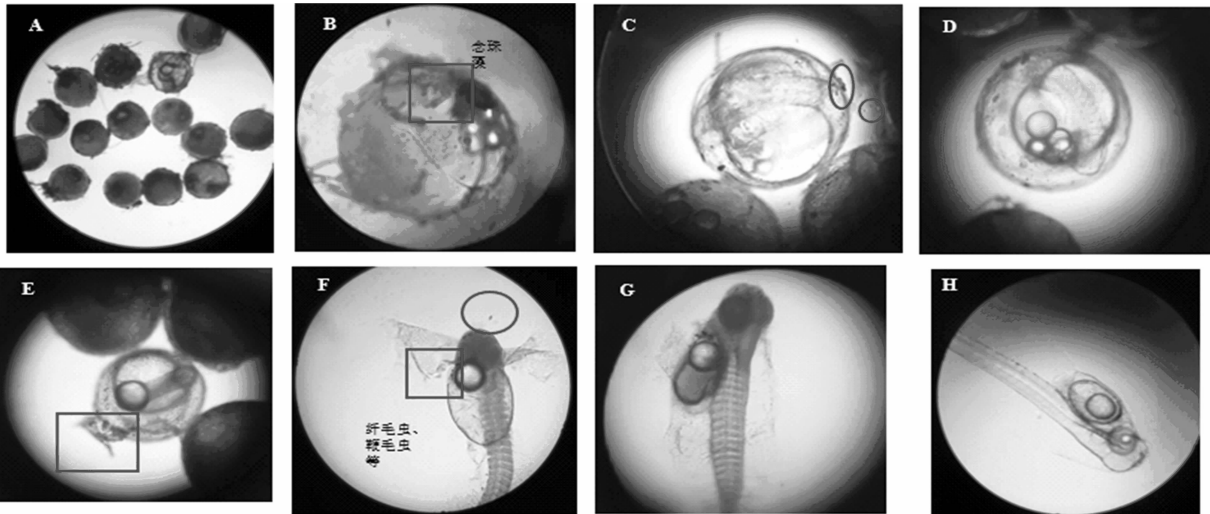
本研究中的各数据结果采用均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,数据分析软件采用的是 Excel 2017 和 SPSS 19,以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果与分析

消毒试验前在 Olympus 显微镜 100 倍下受精卵观察到表面存在念珠藻、细菌、纤毛虫等微生物(图 1),也可能存在未观察到的病毒等病原。不同消毒药物及相关质量浓度对应的绿鳍马面鲈受精卵孵化率及畸形率见表 2。

2.1 甲醛对绿鳍马面鲈受精卵孵化的影响

甲醛 4 个不同质量浓度处理的绿鳍马面鲈受精卵孵化情况见表 2。孵化率随着药物质量浓度增加而逐渐升高,均显著高于对照组,2 000 mg/L 质量浓度组孵化率显著高于其他 3 个质量浓度组。畸形率在 4 组药物中随着药物质量浓度增加而逐渐升



A—受精卵表面附着大量微生物；B—受精卵表面附着的念珠藻；C—胚胎表面存在寄生虫；D—正常发育的胚胎；E—念珠藻附着导致的胚胎畸形；F、G—病原导致的鱼苗死亡；H—正常破壳的健康鱼苗

图1 绿鳍马面鲈受精卵及鱼苗表面存在大量病原

表 2 4 种消毒药物对绿鳍马面鲈受精卵孵化率和畸形率的影响

药物种类	消毒时间 (min)	药物质量 浓度(mg/L)	孵化率 (%)	畸形率 (%)
对照组	—	—	20.40 ± 2.61a	31.45 ± 2.75c
甲醛	10	500	59.33 ± 3.06c	12.28 ± 3.35a
	10	1 000	62.67 ± 2.31c	19.24 ± 3.88b
	10	1 500	66.67 ± 3.06c	32.99 ± 2.33cd
	10	2 000	84.67 ± 3.06de	44.81 ± 3.15e
	10	2 000	84.67 ± 3.06de	44.81 ± 3.15e
双氧水	10	500	80.00 ± 2.00d	15.03 ± 2.67ab
	10	1 000	85.33 ± 1.15de	18.73 ± 2.14b
	10	1 500	92.67 ± 3.06de	30.92 ± 4.18c
	10	2 000	98.00 ± 2.00e	36.73 ± 1.80d
	10	2 000	98.00 ± 2.00e	36.73 ± 1.80d
次氯酸钠	10	0.2	58.67 ± 3.06c	19.27 ± 4.78b
	10	0.5	40.67 ± 3.06b	32.89 ± 3.54cd
	10	1.0	39.33 ± 1.15b	52.46 ± 4.41f
	10	2.0	39.33 ± 5.03b	56.12 ± 2.35fg
	10	2.0	39.33 ± 5.03b	56.12 ± 2.35fg
聚维酮碘	10	10	26.67 ± 2.31ab	50.00 ± 0.00ef
	10	50	30.67 ± 3.06ab	61.04 ± 2.88g
	10	200	38.00 ± 3.46b	72.16 ± 3.74h
	10	500	41.33 ± 3.06bc	88.70 ± 2.68i
	10	500	41.33 ± 3.06bc	88.70 ± 2.68i

高,500、1 000 mg/L 质量浓度组显著低于对照组,1 500 mg/L 与对照组差异不显著,2 000 mg/L 质量浓度组畸形率显著高于对照组。孵化率和畸形率随着药物质量浓度增加均有升高趋势。

2.2 双氧水对绿鳍马面鲈受精卵孵化的影响

由双氧水 4 个不同质量浓度处理的绿鳍马面鲈受精卵孵化的情况见表 2。随着药物质量浓度增加,孵化率逐渐升高,处理组显著高于对照组,

2 000 mg/L 质量浓度组孵化率高达 98.00%,显著高于 500 mg/L 质量浓度组);畸形率在 4 组药物中随着药物质量浓度增加逐渐升高,500、1 000 mg/L 质量浓度组均显著低于对照组,2 000 mg/L 质量浓度组的畸形率显著高于对照组,达到 36.73%。

2.3 次氯酸钠对绿鳍马面鲈受精卵孵化的影响

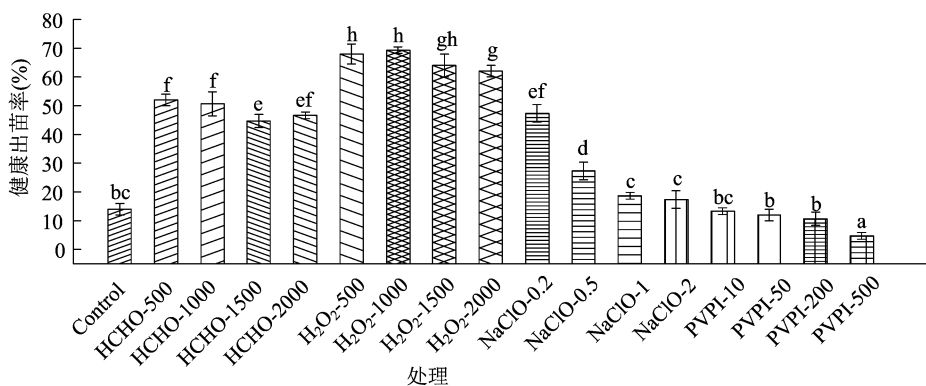
孵化率随着次氯酸钠质量浓度增加持续降低,但均显著高于对照组,0.2 mg/L 质量浓度组的孵化率高达 58.67%,畸形率随着次氯酸钠质量浓度增加持续升高,0.2 mg/L 质量浓度组畸形率显著低于对照组,1.0、2.0 mg/L 质量浓度组的畸形率显著高于对照组(表 2)。

2.4 聚维酮碘对绿鳍马面鲈受精卵孵化的影响

孵化率随着聚维酮碘质量浓度增加而持续升高,孵化率在 4 个浓度组之间差异不显著,200、500 mg/L 质量浓度组显著高于对照组,500 mg/L 处理孵化率最高,为 41.33%;畸形率随着聚维酮碘质量浓度增加而持续升高,且显著高于对照组,畸形率在 4 个质量浓度组之间存在显著差异,500 mg/L 处理畸形率最高,达到 88.70%。

2.5 4 种药物对受精卵健康出苗率的影响

为了评估不同药物的综合效果,本研究分别对每种药物及其不同质量浓度组的健康出苗率做了比较分析。从图 2 可以看出,对照组的健康孵化率为 14.0%,双氧水 4 个质量浓度组(由低到高,下同)对应的健康出苗率分别是 68.00%、69.33%、64.50%、62.00%,效果优于其他 3 种药物;其次是甲醛,健康出苗率分别是 52%、50.67%、44.67%、



Control(对照组); HCHO-500(甲醛 500 mg/L); H₂O₂-500(双氧水 500 mg/L); NaClO-0.2(次氯酸钠 0.2 mg/L); PVPI-10(聚维酮碘 1 mg/L), 同理类推其他质量浓度

图2 4种消毒药物对健康出苗率的影响

46.67%;次氯酸钠的健康出苗率分别是 47.33%、27.33%、18.67%、17.33%,相对于对照组而言具有一定的作用,但是效果差于前2种药物;聚维酮碘的健康出苗率分别是 13.33%、12.00%、10.67%、4.67%,与对照组相当,在4种药物中效果最差。

3 讨论与结论

3.1 消毒药物在受精卵孵化过程中的应用

在鱼类人工繁育过程中,制约鱼类孵化率的因素有很多,如受精卵质量、环境因子(温度、盐度、pH值、病原)等。由于受精卵携带的病原,如神经坏死病毒(NNV)^[9]、水霉^[10]等(这些病原可能通过水体、饲料以及垂直方式传播而来),不仅会破坏受精卵结构阻滞其孵化出膜,即使孵化出膜,也可能继续危害鱼苗,造成其早期死亡。为提高受精卵孵化率、降低后期仔稚鱼畸形率,人工育苗过程中使用化学药物对受精卵进行消毒是非常重要的环节。但当化学消毒药物不适宜或者浓度过高,也存在破坏受精卵卵膜、卵质等结构,造成渗透压失衡、围心腔和卵黄囊肿大等畸形问题^[11];采用合适的药物及适宜浓度对受精卵进行消毒,不仅能杀死受精卵的表面病原,提高孵化率,而且能阻止病原内侵,降低幼苗畸形率。

孔祥迪等研究了聚维酮碘、甲醛、二氧化氯和臭氧在不同质量浓度及不同处理时间的条件下对石斑鱼受精卵孵化效果的影响,结果表明,聚维酮碘 20~70 mg/L 以及臭氧 0.3~0.5 mg/L 处理 1 min,在对受精卵进行消毒的同时不会对受精卵造成显著刺激,而甲醛和二氧化氯因对孵化率造成显著影响而不被推荐使用^[12]。杨志强等研究4种消毒药物对锦鲤受精卵孵化的影响,甲醛和聚维酮碘

分别因畸形率高于对照组、孵化率低于对照组而不被推荐使用,二氧化氯虽然可以提高孵化率但同时畸形率也随之升高,因此适宜消毒药物及质量浓度范围为过氧化氢 500~1 000 mg/L,处理 10 min^[13]。吴建绍等研究了聚维酮碘、甲醛、次氯酸钠、三氯异氰尿酸等药物对斜带石斑鱼受精卵孵化率的影响,并筛选出了不同药物使用的最佳浓度^[11]。

3.2 绿鳍马面鲈受精卵的特点

绿鳍马面鲈属暖水性中下层洄游鱼类^[2],其受精卵具有黏性、沉性的特点,主要通过表面的黏丝及不规则黏膜将其固定在其他物体上^[7]。本研究中未经消毒剂处理的对照组,孵化率仅为 20.40%,远低于同类研究中斜带石斑鱼的 88%^[11]、棕点石斑鱼的 92.9%、锦鲤的 85.67%;同时,绿鳍马面鲈对照组的畸形率高达 31.45%,高于锦鲤的 4.25%^[13]、石斑鱼的 6.25%^[12]。这些情况可能是由于绿鳍马面鲈受精卵是黏性卵容易黏附平铺在产卵池池底附着基上或水中的念珠藻、亲鱼粪便和原生动物,导致受精卵因表面附着的病原数量较多造成受精卵缺氧或与水环境物质交换不畅。

3.3 4种消毒药物对绿鳍马面鲈受精卵孵化的影响

与对照组相比,4种消毒药物消毒处理的受精卵都呈现畸形率升高的趋势,与吴建邵研究的9种药物对斜带石斑鱼受精卵孵化率的影响^[11],潘鲁青研究的几种消毒剂对中国对虾受精卵和无节幼体的影响结果^[14]相一致。除次氯酸钠外,其他3种消毒药物处理的受精卵孵化率呈升高趋势,与孟思好等的“菌毒消”能够提高试验鱼的孵化率,除菌效果明显结果^[15]相同。说明3种消毒药物能够在不破坏卵质的基础上杀灭表面病原,提高孵化率,而次

氯酸钠可能因为具有腐蚀性和氧化性在消毒过程中对受精卵产生一定的破坏,导致受精卵孵化率随浓度增加而降低,也与吴建绍等研究的次氯酸钠对斜带石斑鱼受精卵孵化结果^[11]一致。

受精卵孵化率和仔鱼畸形率是评价孵化效果的常用指标^[12]。消毒药物的效果评价,不仅要考虑孵化率的高低,也要注意对畸形率的影响。本研究在同类研究中首次使用健康出苗率这一指标,它是指所有试验受精卵中能孵出健康鱼苗的比例,将孵化率和畸形率同时考虑在内,可以作为消毒效果的综合评价指标。聚维酮碘组的健康出苗率与对照组差异不大,且当质量浓度达到 500 mg/L 时的健康出苗率显著低于对照组,使用低质量浓度聚维酮碘健康出苗率与对照组差异不显著,这与孔祥迪等得出的聚维酮碘对石斑鱼孵化率效果稳定^[12]不一致,可能是因为绿鳍马面鲈受精卵对聚维酮碘耐受性差,聚维酮碘在杀灭病原的同时破坏了受精卵的渗透压、卵质等造成孵化率低。次氯酸钠组在质量浓度为 0.2、0.5 mg/L 时,健康出苗率显著高于对照组,但是最高值仅为 47%,且降幅较大,表明次氯酸钠毒性高于甲醛和聚维酮碘,可能对受精卵后期致畸影响较大,因而在实际生产中要慎用此类药物。甲醛药物组的整体健康出苗率显著高于聚维酮碘和次氯酸钠,当质量浓度为 500 mg/L 时,健康出苗率最高,为 52%,但在使用过程中,由于甲醛刺激性气味较重,会对人体各个系统产生一定的危害^[16],已经在许多国家被禁止使用^[17];本研究中,双氧水消毒后的受精卵健康出苗率均高于其他 3 种药物,与 Rasowo 等的研究结果^[18]一致,且当药物质量浓度为 500~1 500 mg/L 时,健康出苗率趋于稳定,当高于 1 500 mg/L 时,健康出苗率有下降趋势,表明高质量浓度过氧化氢对受精卵的孵化不利。

本研究通过比较 4 种药物对绿鳍马面鲈受精卵孵化率、畸形率的影响,以健康出苗率作为综合评价指标,同时从消毒药物对试验人员尽量安全的角度,认为双氧水的消毒效果最佳,当质量浓度为 1 000 mg/L 时,健康出苗率最高,达 69.33%,并且相对于甲醛、次氯酸钠等药物,双氧水对人体危害程度较低,适合作为绿鳍马面鲈受精卵孵化时的消

毒药物。

本研究结果可为人工养殖过程中的绿鳍马面鲈受精卵孵化时消毒药物的选择提供指导,将对提高受精卵健康出苗率具有一定的积极意义。

参考文献:

- [1]上海市水产研究所资源室. 绿鳍马面鲈[J]. 水产科技情报, 1975(8):29-30.
- [2]许成玉. 绿鳍马面鲈[J]. 海洋渔业,1984(1):6.
- [3]徐大风,刘 琨,王鹏飞,等. 绿鳍马面鲈肌肉营养成分分析和营养评价[J]. 海洋科学,2018,42(5):122-129.
- [4]丁民权. 东海绿鳍马面鲈群体及其分布[J]. 水产学报,1994,18(1):45-56.
- [5]许学龙,郑元甲,刘松. 东、黄海绿鳍马面鲈的资源评估[J]. 海洋与湖沼,1992,23(6):651-656.
- [6]张家男. 绿鳍马面鲈的生殖调控与苗种繁育技术[D]. 青岛:中国海洋大学,2011.
- [7]关 健,陈志信,张家男,等. 人工培育条件下绿鳍马面鲈 *Thamnaconus modestus* 胚胎发育的研究[J]. 海洋科学进展, 2011,29(4):498-505.
- [8]关 健,刘洪军,郑永允,等. 绿鳍马面鲈外部器官的早期发育[J]. 渔业科学进展,2012,33(4):26-33.
- [9]Muroga K. Viral and bacterial diseases of marine fish and shellfish in Japanese hatcheries[J]. Aquaculture,2001,202(1/2):23-44.
- [10]夏文伟,曹海鹏,王浩,等. 彭泽鲫卵源致病性水霉的鉴定及其生物学特性[J]. 微生物学通报,2011,38(1):57-62.
- [11]吴建绍,林克冰,何丽斌,等. 九种药物对斜带石斑鱼受精卵孵化率的影响[J]. 水产科学,2012,31(12):697-702.
- [12]孔祥迪,陈 超,李炎璐,等. 4 种常用消毒药物对棕点石斑鱼(♀)×鞍带石斑鱼(♂)受精卵孵化的影响[J]. 渔业科学进展,2014,35(5):122-127.
- [13]杨志强,李潇轩. 4 种常用消毒药物对锦鲤受精卵孵化的影响[J]. 水产养殖,2018,39(6):1-3.
- [14]潘鲁青. 几种消毒剂对中国对虾受精卵和无节幼体的影响研究[J]. 海洋科学,1997,21(1):7-9.
- [15]孟思好,孟长明,陈昌福. “菌毒消”消毒对鱼类受精卵孵化率的影响[J]. 渔业致富指南,2011,14(19):78-79.
- [16]于颐光,王 瑞. 甲醛暴露的健康危害[J]. 预防医学论坛, 2015,21(2):130-133,136.
- [17]杜佳垠. 过氧化氢作为鱼卵水霉病防治药物的应用[J]. 河北渔业,2004,32(1):33-35.
- [18]Rasowo J, Okoth O E, Ngugi C C. Effects of formaldehyde, sodium chloride, potassium permanganate and hydrogen peroxide on hatch rate of African catfish *Clarias gariepinus* eggs[J]. Aquaculture, 2007,269(1/2/3/4):271-277.