

DOI:10.3969/j.issn.1007-9580.2017.01.002

松江鲈鱼工厂化养殖试验研究

张伟¹, 徐建荣², 徐献民³, 尹晓静⁴

(1 苏州市阳澄湖现代农业发展有限公司, 江苏 苏州 215141;

2 常熟理工学院, 江苏 苏州 215500;

3 江苏省海洋水产研究所, 江苏 南通 226007;

4 苏州市相城区水产技术推广站, 江苏 苏州 215131)

摘要:采用比较试验的方法对松江鲈鱼工厂化养殖模式进行研究。以养殖存活率、质量增加率等为指标, 比较海水逐级淡化和纯淡水两种水处理模式与利用瓦片和 PVC 管两种遮蔽物进行松江鲈鱼养殖的效果, 以了解不同水处理方法和不同遮蔽物对松江鲈鱼生长的影响, 探索松江鲈鱼工厂化人工养殖的适宜条件。结果显示, 不同水处理方法对松江鲈鱼的生长有较大影响, 松江鲈鱼的存活率为 37%~71%, 海水逐级淡化试验组存活率显著高于纯淡水对照组 ($P<0.05$); 松江鲈鱼的质量增加率为 1.83%~6.12%, 海水逐级淡化试验组质量增加率显著大于纯淡水对照组 ($P<0.05$); 而采用不同遮蔽物进行养殖试验, 各试验组的松江鲈鱼生长性能没有较大差异。研究表明, 海水逐级淡化的水处理养殖模式更适合松江鲈鱼养殖。

关键词:松江鲈鱼; 工厂化养殖; 遮蔽物; 病害防治

中图分类号: S965.211

文献标志码: A

文章编号: 1007-9580(2017)01-006-05

松江鲈鱼 (*Trachidermus fasciatus Heckel*), 隶属于鲈形总目 (*Percomorpha*)、鲈形目 (*Scorpaeniformes*)、杜父鱼科 (*Cottidae*)、松江鲈鱼属 (*Trachidermus*), 因其两侧鳃盖边缘有明显鲜艳桔红色, 与其前面两侧的真鳃外形颜色极为相似, 故又称“四鳃鲈”^[1]。历史上, 在中国东南沿海及其相邻的淡水水域广泛分布, 尤其以上海市松江县为多。松江鲈鱼是一种小型鱼类, 1988 年国务院将其列入我国野生动物重点保护二级水生动物^[2]; 其肉质细白、肥嫩, 味道鲜美, 与黄河鲤鱼、长江鲥鱼、黑龙江大麻哈鱼齐名, 被誉为我国“四大名鱼”, 且位列“中国四大淡水名鱼”之首, 有着“江南第一名鱼”之美称。松江鲈鱼是海淡水洄游性鱼类, 因其特殊的生活史和栖息环境, 孕育了较为独特的物质成份, 具有很好的营养价值和药用价值, 是一种非常值得开发利用的淡水鱼类资源。但是, 由于松江鲈鱼对饵料、水温、盐度、光照等养殖条件的要求十分苛刻, 养殖存活率较低且成本较大, 从而导致松江鲈鱼养殖产业发展遇到瓶颈。

前期土池养殖试验发现, 松江鲈鱼的养殖存活率不到 60%, 捕捞率不到 40%, 其中白皮病对养殖生产影响较大, 导致最终养殖效果不佳。2013 年开始尝试工厂化人工养殖, 在温室车间内搭建生态养殖系统, 分别在不同的水环境、光照、温度和盐度等条件下开展养殖研究, 到 2015 年已基本实现规模化生产, 年产松江鲈鱼 2 万尾以上。本试验在工厂化养殖系统中进行, 摸索在不同养殖条件下松江鲈鱼的养殖效果, 重点研究不同水处理、不同遮蔽物对松江鲈鱼生长的影响, 旨在为松江鲈鱼工厂化人工养殖提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

松江鲈鱼由江苏省海洋水产研究所提供, 初始体质量为 (2 ± 0.5) g, 个体健康、活力强。养殖水体的水温 (20.0 ± 0.5) °C、溶氧 (DO) >5.0 mg/L、pH 7.9 ± 0.2 。试验期间, 每天投喂 1 次活青虾作饵料, 并视实际情况补充投喂, 饵料虾由苏州市阳澄湖青

收稿日期: 2016-10-27 修回日期: 2017-01-27

基金项目: 江苏省水产三新工程重大项目“四鳃鲈苗种繁育与养殖技术集成示范 (D2013-4)”

作者简介: 张伟 (1982—), 男, 工程师, 硕士, 研究方向: 水产增养殖与养殖生态环境。E-mail: skyzhang820706@163.com

虾良种场有限公司提供。所用遮蔽物瓦片和 PVC 管购自农贸市场,海水晶购自上海冠奉实业有限公司。

1.2 试验方法

①放养准备。试验在江苏省苏州市相城区国家现代农业示范园区内的工厂化养殖基地进行,水源为深井井水,选择采光好的圆形玻璃钢养殖池(直径 4 m,池深 1.3 m)。养殖池为中心管排水,排水管底端有条形出水孔,出水孔用 40 目网兜套牢以防饵料虾逃逸。采用底部微孔增氧,纳米管放置于养殖池四周,并曝气一周。放苗前 15~30 d,池内留水 10~15 cm,用 20~30 mg/L 漂白粉(含有效氯 25%)清池,消毒清池 5~6 d,加水至 20~30 cm,施生物肥肥水,池内投放少许水葫芦等水草。试验期间每天吸污,去除粪便及残饵,适量补充新水以保持水温。养殖过程中逐步提升水位,养殖后期水位约 80 cm,饵料投喂量随水位提升而增大,以保证饵料充足。每个试验养殖池中放养松江鲈鱼 100 尾,整个试验持续 60 d。试验结束后,测算各试验组存活率、质量增加率。

②不同水处理方式。设置淡水对照组和海水-淡水试验组两个处理,每个处理 3 个重复。水处理方法:海水-淡水试验组放养前,利用备用池调节盐度,将盐度调至 3.5,养殖 7 d 之后进行一级淡化,每 3 d 换水 1 次,换水量为 50%,盐度调节至 2.5;养殖 15 d 后进行二级淡化,每 2 d 换水一次,换水量为 30%,盐度调节至 1;养殖 30 d 后进行三级淡化,每天换水 1 次,换水量为 20%,盐度调节至 0.5。每次换水后及时添加适量的海水晶以维持相应盐度,最后 25 d 为纯淡水。

③不同遮蔽物。松江鲈鱼野生状态下常利用石砾或贝壳作为隐藏物,为模拟其生态环境,本试验设置的遮蔽物分别为瓦片和 PVC 管两个处理,每个处理 3 个重复。处理方法:一种是将瓦片(30 cm×20 cm)放置池底,每平方米放置 4~5 片;另一种是 PVC 管(20 cm×5 cm),5 根扎成一捆,管口打磨光滑,每平方米放置 4~5 捆。根据养殖水体情况,2~3 d 换水 1 次,保持水体状况良好。

④病害试验。将白皮病病鱼挑出,放入小型中转箱进行暂养,每个箱内放养 5 尾病鱼,分别采用 3 种治疗方法:0.15 mg/L 二氧化氯,隔天使用 1 次;0.05 mg/L 聚维酮碘,隔天使用 1 次;12%海

水晶浸泡,浸泡时间 10~15 min。观察各试验组治疗情况。

1.3 计算公式及数据处理

$$\text{增重率: } W_{GR} = 100\% \times (W_2 - W_1) / W_1$$

$$\text{存活率: } F_{SR} = 100\% \times T_2 / T_1$$

$$\text{肥满度: } K = 100 \times W / L^3。$$

式中: W_1 —初均重, g; W_2 —末均重, g; T_1 —总数, 尾; T_2 —存活数, 尾; W —体质量, g; L —体长, cm。运用 Excel 2010 和 SPSS 18.0 软件对试验数据进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同水处理方法对松江鲈鱼生长的影响

不同的水处理方法对松江鲈鱼的生长性能有较大影响(表 1)。

表 1 不同水处理方法对松江鲈鱼生长的影响

Tab.1 Effects of different water treatment methods on the growth of *Trachidermus fasciatus*

组别	存活率/ %	质量增加率/ %	肥满度/ %
海水-淡水试验组	65±6 ^a	4.90±1.12 ^a	0.94±0.04 ^a
淡水对照组	40±4 ^b	2.26±0.39 ^b	0.96±0.06 ^a

注:同一列中不同字母表示差异显著($P<0.05$)

各试验组中,存活率最高为 71%、最低为 37%,海水逐级淡化试验组的存活率显著高于淡水对照组($P<0.05$);质量增加率最大为 6.12%、最小为 1.83%,海水逐级淡化试验组的质量增加率显著大于淡水对照组($P<0.05$)。各试验组松江鲈鱼的肥满度没有显著差异。

2.2 不同遮蔽物对松江鲈鱼生长的影响

试验期间各试验组的松江鲈鱼生长正常。由试验结果(表 2)发现,采用瓦片和 PVC 管等两种不同的遮蔽物搭建栖息场所,对松江鲈鱼的生长性影响较小。

表 2 不同遮蔽物处理方法对松江鲈鱼生长的影响

Tab.2 Effects of different shelter treatment methods on the growth of *Trachidermus fasciatus*

遮蔽物	存活率/%	质量增加率/%
瓦片	63±5 ^a	4.23±0.07 ^a
PVC 管	62±3 ^a	4.19±0.10 ^a

注:同一列中不同字母表示差异显著($P<0.05$)

2.3 不同药物对松江鲈鱼白皮病的治疗效果

各试验组松江鲈鱼的存活率和质量增加率都没有显著差异。

养殖期间将收集到病鱼放入暂养池进行病害试验,分别采用二氧化氯、聚维酮碘和海水晶进行治疗,试验时间都为 7 d。试验结束后,3 个暂养池的鲈鱼死亡率相差不大,均为 40%~60%。结果表明,这 3 种治疗方法对松江鲈鱼白皮病的治疗效果均不理想。

3 讨论

3.1 不同水处理对松江鲈鱼生长的影响

松江鲈鱼属于过河口性的降海洄游型鱼类,在海水中产卵并孵化出仔鱼,幼鱼在淡水中生长育肥。松江鲈鱼的养殖模式多样化,淡水和海水均可养殖,既可单养,也可与其它种类混养^[3]。据报道,在盐度 20.3~27.1 范围内松江鲈鱼生长良好^[4],说明其全海水养殖完全可行;影响松江鲈鱼生长的环境因子中盐度起着重要的作用^[5]。研究表明人工孵化出的松江鲈鱼到了幼鱼时期需要淡化^[6]。本研究采用不同水处理养殖松江鲈鱼,意在通过调节盐度来摸索其适应的生长模式。盐度是直接影响鱼类生长与发育的主要因素^[7],盐度对鱼类的分布、胚胎和性腺的发育,以及幼鱼和成鱼的摄食生长等均有一定程度的影响^[8]。研究表明,盐度对奥尼罗非鱼、宝石鲈、杂交罗非鱼、美国红鱼、点带石斑鱼等生长有一定的影响^[9-13]。

本研究中,海水逐级淡化试验组存活率和质量增加率均显著大于纯淡水试验组,说明在松江鲈鱼养殖前期进行海水强化培育而后再逐级淡化很有必要,而纯海水和纯淡水养殖效果都不理想。究其原因,其一,因为松江鲈鱼是洄游性鱼类,在一定生长阶段需要进入半咸水和海水中生活。鱼类对水体盐度也需要适应过程,身体机能需要根据盐度的变化而进行调节。赵峰等^[14]研究发现史氏鲟(*Acipenserschrenckii*)为了适应外界盐度变化,其血清渗透压调节分为应激反应、主动调节和适应等 3 个阶段。其二,在盐度调控的时间及浓度上有差异。淡化时机的选择是松江鲈鱼苗种培育成败的关键,选择过早,幼鱼体内特定器官对盐

度渗透压调节机能尚未形成,可能导致鱼苗适应不了盐度的突然变化而大量死亡;选择过晚,则可能会影响幼鱼的早期快速生长^[15]。淡化速度也是如此,速度过快会导致幼鱼无法适应盐度的剧烈变化,轻则游动异常,重则导致死亡率增高;若淡化速度过慢,则淡化所需时间和人力物力都会增加。同样,由于盐度不适宜导致鱼类自身与外界水体的渗透压出现差异,需要消耗更多的能量来调节这种平衡,而用于生长等方面的能量减少,以致影响其生长率^[16]。鱼体内外环境渗透压差越小,所耗能量也应该越小^[17]。赵一杰等认为松江鲈鱼淡水养殖需要进行逐步淡化,分 3~4 次驯化最后变为纯淡水^[18],这与本研究结果一致。因此,在松江鲈鱼实际生产过程中,前期应做好淡化工作,淡化时间不宜过短,日淡化速度不宜过快,有条件的情况下可先在室内强化培育 30 d 后再放入土池,这样能大大提高养殖效果。

3.2 不同遮蔽物对松江鲈鱼生长的影响

松江鲈鱼对养殖环境要求很高,在水域中营底栖生活,经常栖息在有微流水、水较深又有隐蔽物的场所,常躲藏于隐蔽物中守候猎食过往的食物。因此,根据其生物习性,在养殖生产期间搭建遮蔽物、模拟其野生环境尤为重要。有研究报道,野生松江鲈鱼移入人工养殖设施中驯养存活率极低,而在模拟生态养殖系统中,驯养和养殖存活率都达到了较高的水平^[19]。在松江鲈鱼不同的生长阶段,放养在不同类型的养殖池中,采用不同的遮蔽物、水体深度与流速、盐度梯度等加以调控,满足其发育需要。池水中投放水草(水花生),面积占全池面积的 20%,以利于高温季节降温 and 浮游生物的生长^[20]。本试验发现,采用不同的遮蔽物对松江鲈鱼的生长没有较大影响,这表明,只要根据其生物习性需求来构建养殖结构,做好养殖管理,能达到良好的人工养殖效果。

3.3 不同药物对松江鲈鱼白皮病的治疗效果

松江鲈鱼白皮病的病原到目前为止尚未查清,而其它养殖鱼类白皮病(又叫白尾病)的病原菌,据研究是柱状屈挠杆菌或是白皮假单胞菌^[21],最典型的是在症状上两者呈现出非常大的不同。松江鲈鱼患此病会身体肿大、体表发白,而其它鱼类发病初期尾柄处发白,随着病情发展,迅

速扩展蔓延,背鳍基部后面的体表全部发白,严重的病鱼尾鳍残缺不全或全部烂掉^[22]。松江鲈鱼白皮病发病期多在 6—10 月份,发病后很快就会死亡,而且死亡率较高。

在研究期间,挑选出病鱼做药物治疗试验,使用二氧化氯、聚维酮碘和海水晶等 3 种不同药物进行治疗,结果疗效都不是很理想。下一步准备通过细菌分离鉴定找出致病菌,从而为松江鲈鱼白皮病防治提供参考。

4 结论

本研究结果发现,养殖初期 30 ~ 40 d 内,经过 3 次海水逐级淡化后,松江鲈鱼的养殖效果较佳,存活率达 60%。研究表明,工厂化仿生态养殖模式下进行逐级淡化水处理,是一种比较适宜松江鲈鱼生长的养殖模式,但其对松江鲈鱼生理机制的影响还有待进一步研究。□

参考文献

- [1] 王武,刘利平,毕永红.松江鲈鱼(*Trachidermus fasciatus*)的研究进展[J].水产科技情报,2001,28(3):124-118,129.
- [2] 张婷,祝茜,赵琦,等.松江鲈的研究和保护[J].河北渔业,2008(8):6.
- [3] 郑春波,王华东,孙文科.松江鲈池塘养殖技术[J].齐鲁渔业,2004,21(3):27.
- [4] 宋向军,王忠全,周全利,等.松江鲈鱼人工配合饲料投喂实验研究[J].海洋湖沼通报,2014(1):74-80.
- [5] 韦正道,王昌燮,杜懋琴,等.控制松江鲈鱼(*Trachidermus fasciatus*)生长的环境因子的研究[J].复旦学报(自然科学版),1997,36(5):581-585.
- [6] 申海玉.松江鲈人工育苗技术及其幼鱼的颗粒饵料驯化研究[D].保定:河北农业大学,2005.
- [7] 叶富良.鱼类生态学[M].广州:广东高等教育出版社,2002:22-84.
- [8] 尤宏争,郑艳坤,尤广超.不同盐度对鱼类养殖生物学的影响研究进展[J].河北渔业,2013(3):47-52.
- [9] 林建喜,袁重桂,阮成旭,等.不同盐度下奥尼罗非鱼幼鱼生长的研究[J].福州大学学报(自然科学版),2006,34(6):925-928.
- [10] 冯是良,罗国芝,谭洪新,等.不同盐度下宝石鲈生长性能研究[J].水利渔业,2006,26(5):29-31.
- [11] 王岩.海水养殖罗非鱼补偿生长的生物能量学机制[J].海洋与湖沼,2001,32(3):233-239.
- [12] GATLIN D M, MACKENZIE D S, CRAIN S R, et al. Effect of dietary sodium chloride on red drum juveniles in waters of various salinities[J]. The Progressive Fish-Culturist, 1992, 54(4):220-227.
- [13] 施群焰,袁重桂.点带石斑鱼对盐度的适应性研究[J].福建水产,2003,12(4):9-11.
- [14] 赵峰,庄平,章龙珍,等.盐度驯化对史氏鲟鳃 Na^+/K^+ -ATP 酶活力、血清渗透压及离子浓度的影响[J].水产学报,2006,30(4):444-449.
- [15] 张飞明,张友良,谢志强.松江鲈鱼成鱼养殖技术[J].科学养鱼,2011(12):14-16.
- [16] 张龙岗.盐度对淡水鱼类繁殖、生长及代谢相关指标的影响[J].安徽农业科学,2011,39(2):1053-1055.
- [17] 李星星,刘贤敏,冷向军,等.盐度对淡水鱼生长、代谢和肉质的影响[J].养殖与饲料,2008(10):47-50.
- [18] 赵一杰,张美昭,温海深.松江鲈鱼人工繁殖关键技术[J].现代农业科技,2012(20):298-299.
- [19] 王金秋,罗武松,季强.松江鲈鱼健康养殖系统构建[J].渔业现代化,2010,37(1):34-36.
- [20] 徐献民.松江鲈养殖试验[J].水产养殖,2011(8):8-10.
- [21] 潘连德.养殖松江鲈鱼主要病害的诊断和控制[J].水产科技情报,2007,34(6):261-264.
- [22] 张飞明,张友良,张国奇,等.松江鲈鱼常见疾病及防治措施[J].科学养鱼,2012(1):17-18.

(下转第 14 页)

· 文摘 ·

添加混合基质的生物反应器中食物链控制

模拟生物作用过程是一件复杂的事项。模拟像自然环境中的水产养殖食物链系统这样的生物作用过程尤其如此。养殖生产最终产品(如鱼和贝类)的质量很大程度上取决于第一级食物链的条件。在现代生物技术中,生物作用过程是在自动化的连续流生物反应器中进行的。对于水产养殖系统可能也是这样,本文考虑的是基质-细菌-原生动物间的作用过程。作者的主要贡献是提出了使用具有不同特性的两种基质相混合并将其添加到连续流生物反应器中,用以控制其作用过程,尤其是控制食物链系统的振荡性概念,并提出将两种基质的流入流量之比率作为一个新的控制变量。采用基于改进的食物链系统数学模型进行模拟试验,对系统功能作了分析。该模型是用于模拟限于单一基质的经典模型的一个拓展版本。模拟结果预先给出了使用新控制变量用于控制(食物链)系统振荡性的可能性。

(《Aquaculture》Vol.467)