

小丑鱼室内循环水养殖设施与技术

单乐州¹, 邵鑫斌¹, 曹醒戈²

(1 浙江省海洋水产养殖研究所, 浙江 温州 325000;

2 温州市珊瑚礁渔业有限公司, 浙江 温州 325000)

摘要:为了实现规模化人工养殖小丑鱼(*Amphiprioninae*),研发了小丑鱼室内循环水养殖设施和技术。1组循环水养殖系统由10个玻璃钢养殖桶和1个水处理玻璃缸及管道系统组成,采用物理过滤、生化过滤、藻板过滤进行循环水处理。1组循环水养殖系统每3个月可养殖产出全长约3.5 cm的商品小丑鱼5 000尾,养殖存活率达80%以上。从2014年至2015年,利用该设施养殖生产出商品小丑鱼10余万尾。和常规的食用海水鱼循环水养殖设施相比,小丑鱼室内循环水养殖系统主要减少了蛋白分离器、气浮机、微滤机等设备,增加了藻板过滤设施。研究表明,小丑鱼室内循环水养殖系统建造成本低、运行能耗低、管理维护简单、水质稳定,可基本实现全封闭循环水养殖,适合进行小丑鱼等海水珊瑚礁观赏鱼类的规模化养殖生产。

关键词:小丑鱼;循环水养殖设施;藻板过滤

中图分类号:S969.39

文献标志码:A

文章编号:1007-9580(2016)02-007-04

雀鲷科(*Pomacentridae*)海葵鱼亚科(*Amphiprioninae*)包括海葵鱼属(*Amphiprion*)和棘颊雀鲷属(*Premnas biaculeatus*),海葵鱼亚科全世界发现记录有28种,其头部均有白色条纹,貌似人物小丑的打扮,俗称小丑鱼^[1]。小丑鱼是目前可以进行人工繁育生产的最重要的海水观赏鱼品种之一。海水观赏鱼产业的发展远落后于淡水观赏鱼产业,主要因为淡水观赏鱼95%以上来自全人工养殖,而海水观赏鱼绝大多数来自野生捕捞。野生海水观赏鱼多为热带珊瑚礁鱼类,渔民利用氰化物毒鱼、炸鱼等毁灭性方式进行捕鱼活动,严重危害珊瑚礁的生态系统^[2]。全人工养殖海水观赏鱼逐步代替野生捕捞是海水观赏鱼产业健康可持续发展的必由之路。

国外最早在1978年报道了小丑鱼的繁殖习性^[3],近10多年来有关小丑鱼人工繁育和生态习性方面的研究报道较多^[4-7]。我国从2005年开始陆续有小丑鱼人工繁育的研究报道^[8-13],但尚无关于小丑鱼循环水养殖系统设施构建和技术的报道。浙江省海洋水产养殖研究所在小丑鱼人工繁育成功的基础上,近年来重点研发小丑鱼室内循环水养殖设施和技术,用于养殖全长1.5 cm的

1月龄小丑鱼至全长3.5 cm的4月龄商品小丑鱼。

1 循环水养殖系统设施构建

1.1 养殖系统

所用玻璃钢养殖桶,内径120 cm,深70 cm,脚高30 cm,桶底稍带坡度,桶底中间出水,单个养殖桶水体约0.7 m³。10个养殖桶组成1个养殖系统(图1)。

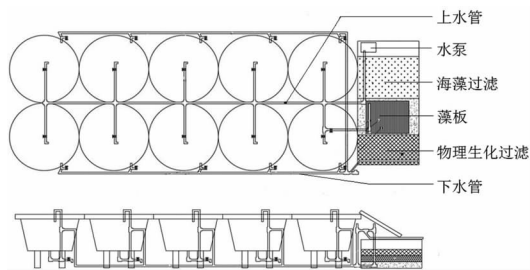


图1 小丑鱼循环水养殖系统

Fig. 1 Clownfish recirculating aquaculture system

1.2 水处理缸

水处理缸为玻璃钢材质,长200 cm,宽70 cm,高60 cm,分隔成4格。养殖桶回流的废水首先

收稿日期:2015-09-28 修回日期:2016-01-10

基金项目:浙江省科技厅合作研发和成果转化项目“小丑鱼规模化人工繁育和工业化循环水养殖开发(2013F50017)”

作者简介:单乐州(1968—),男,高级工程师,硕士,研究方向:海水鱼类增养殖技术。E-mail:437673918@qq.com

经过水处理缸第 1 格(长 30 cm,底空 2 cm)进行物理和生化过滤,格内从上到下依次为过滤棉、生化球、珊瑚沙;第 2 格(长 50 cm,上空 25 cm)全部为珊瑚沙,藻板也在格内,进行生化过滤;第 3 格(长 90 cm,底空 2 cm)放置大型海藻进行植物过滤;第 4 格(长 30 cm)放置循环水泵。养殖废水经过上述处理后由循环水泵提水至各个养殖桶,循环水泵上水管道分流小部分海水流经藻板上的附着藻类,再次过滤处理后回流至水处理缸。

1.3 藻板过滤设施

循环水养殖系统采用了藻板过滤设施。藻板采用无规共聚聚丙烯(PPR)材料,长 100 cm、宽 70 cm、厚 0.5 cm,板上刻浅槽使板面粗糙。在自然光线下藻板上很容易生长类似于潮间带藻类的低等藻类或具光合作用的红绿泥藻菌,可有效吸收流过藻板海水中的硝酸盐、磷酸盐、硅酸盐,甚至碳氢有机营养物,定期刮除藻板上生长的藻,就能达到净化海水的目的。

1.4 管道系统及增氧加热设施

养殖系统上水用功率 70 W 的变频潜水泵提水。养殖桶上水主管和下水管直径均为 32 mm,每个桶带控制水位的竖流管,下水主管直径 50 mm。管道材料均为聚氯乙烯(PVC)。养殖系统配 1 台 35 W 的海利牌气泵,每个养殖桶布 1 个冲气头。在水泵正常运行的情况下无需开启气泵,只在晚上定时开启气泵,防备水泵意外停运而出现缺氧。每组养殖系统配备 1~2 kW 的控温电热棒。

2 小丑鱼养殖方法

2.1 养殖密度

每个养殖桶可养殖 30 日龄左右的小丑鱼 500~1 000 尾,至中后期每个养殖桶养殖密度为 500 尾左右,1 个系统 3 个月可养成约 5 000 尾全长 3 cm 以上的商品小丑鱼,养殖密度低于 1 kg/m³。

2.2 水温、溶氧及水质检测

养殖水温 22~31 ℃,最适水温 25~28 ℃,在浙江温州的 6—10 月采取自然水温养殖,其余月份用电热棒升温至 25 ℃左右。溶氧大于 4 mg/L。采用奥克丹 W-II 型便携式水质分析仪检测海水的氨氮和亚硝酸盐氮,用荷兰 Salifert 硝酸盐测试盒检测硝酸盐氮。

2.3 饲料和投喂方法

养殖全过程均投喂人工配合饲料(海水鱼育苗用微粒子低温微发泡饲料),饲料中粗蛋白含量超过 45%。日投喂 2~4 次,投喂量为鱼体重的 5% 左右,根据鱼苗摄食情况调整投喂量。

2.4 过滤棉和藻板清洗

圆锥形的养殖桶底有利于残饵和鱼粪随水流至水处理缸第 1 格的过滤棉上堆积,每天清洗过滤棉。根据藻板中藻类的生长情况不定期清洗藻板,一般 7~15 d 清理 1 次。

3 养殖结果

3.1 水质情况

系统运行期间的养殖海水中,氨氮 <0.01 mg/L,亚硝酸盐氮 <0.20 mg/L,硝酸盐氮 <50 mg/L。在 3 个月的养殖过程中基本不换水,每周补充少量的水,基本上为全封闭循环水生态养殖。

3.2 小丑鱼养殖生长情况

从育苗缸移至循环系统中养殖 3 个月,1 月龄公子小丑鱼从全长 1.5 cm 长至 3.5 cm,1 月龄红小丑鱼从全长 1.5 cm 长至 4 cm,1 月龄透红小丑鱼从全长 1.2 cm 长至 3 cm。养殖系统水质稳定,小丑鱼养殖存活率达 80% 以上。1 组系统每 3 个月可稳定生产出全长约 3.5 cm 的商品小丑鱼 5 000 尾左右,2014—2015 年,浙江省海洋水产养殖研究所洞头基地和温州市珊瑚礁渔业有限公司在多组小丑鱼室内循环水养殖系统中已成功养殖生产出商品小丑鱼 10 余万尾。

4 讨论

4.1 循环水养殖系统设施的必要性

浙江省海洋水产养殖研究所于 2006 年开始进行多种小丑鱼的人工繁育研发,已陆续人工配对繁殖和育苗成功透红小丑、公子小丑、红小丑、印度红小丑、变异公子小丑等。为了规模化生产并降低生产成本,项目组曾用多个 60 L 的玻璃缸和水处理底缸组成循环水养殖系统进行 1 月龄后小丑鱼的养殖,达到了较好的养成效果,但存在养殖水体小、水处理能力有限等无法克服的缺点,无法适应规模化生产的要求。因此研发了小丑鱼循环水养殖设施和技术,并推广应用,解决了海水小

丑鱼人工养殖的稳产性和养殖成本效益等问题。

4.2 海水植物和藻板过滤系统

在淡水循环水养殖系统中常采用人工湿地的水生植物净化养殖废水,实现零排放循环水养殖^[14]。在海水中,缺少有根茎叶分化的植物水草,可采用海藻处理养殖废水,国外海水循环水养殖系统采用了集成高效藻塘水处理工艺,实现零排放^[15]。高效藻塘水处理工艺的缺陷是石莼、浒苔等海藻的生长都具有季节性^[15]。国内李林春等^[16]筛选出适合在室内循环水净化系统生长的海水草本植物海马齿。本系统中水处理缸第3格也采用海藻处理养殖废水,选择试验了石莼、浒苔、羊栖菜、铜藻等多种海藻,发现大型海藻在水处理系统中有时能较好地生长,更多的时候生长并不好,高温时很容易死亡。2013年,项目组将原仅用于海水观赏水族缸水处理的藻板过滤设施,改进后应用于海水循环水生态养殖^[17],并在小丑鱼循环水养殖设施中再次应用。藻板过滤解决了常规海水循环生态养殖中缺少高效稳定植物环节的问题,提高了水处理工艺效率,是一种新型低成本的设施化系统模式。

4.3 小丑鱼养殖系统和食用海水鱼类养殖系统的区别

近些年国内外报道的循环水养殖设施模式很多^[18-22],均为循环水养殖食用海水鱼类,一般养殖密度高于 13 kg/m^3 ^[18]。小丑鱼全长3 cm即达到可出售规格,个体小,体重轻,系统中小丑鱼养殖密度低于 1 kg/m^3 ,远低于食用海水鱼类循环水养殖密度。小丑鱼为海水珊瑚礁鱼类,其对养殖水质及稳定性的要求较高。本文的循环水养殖系统和常规的食用海水鱼循环水养殖设施相比,主要减少了蛋白分离器、气浮机、微滤机等设备,增加了藻板过滤系统设施,其运行的技术参数特点是养殖密度相对较低,水质及稳定性较好。

5 结论

在小丑鱼人工繁育成功的基础上,研发了小丑鱼室内循环水养殖设施和技术,用于养殖1月龄全长1.5 cm至4月龄全长3.5 cm的商品小丑鱼。室内循环水养殖设施的应用有助于提高小丑鱼人工养殖生产的规模化、降低生产成本。循环水养殖系统中应用藻板过滤设施,解决了常规海

水循环水养殖中缺少高效稳定植物环节的问题,提高了水处理工艺效率。□

参考文献

- [1] JOYCE D. WILKERSON Clownfishes [M]. Shelburne: Word Color Book Services, 1998:55-84.
- [2] GORDON A K, HECHT T. Histological studies on the development of the digestive system of the clownfish *Amphiprion percula* and the time of weaning [J]. Journal of Applied Ichthyology, 2002(18):113-117.
- [3] ROSS R M. Reproductive behavior of the anemonefish *Amphiprion melanopus* on Guam [J]. Copeia, 1978(1):103-107.
- [4] IGNATIUS B, RATHORE G, JAGADIS I, et al. Spawning and larval rearing technique for tropical clown fish *Anphiprion sebae* under captive condition [J]. Journal of Aquaculture in the Tropics, 2001,16(3):241-249.
- [5] MADHU K, MADHU R. Successful breeding of common clownfish *Anphiprion percula* under captive conditions in Andaman and Nicobar Island [J]. Fish Chimes, 2002,22(9):16-17.
- [6] LINDA PITKIN. Coral Fish [M]. Washington: Smithsonian Institution Press, 2005:32-38.
- [7] YASIR I, QIN J. Embryology and early ontogeny of an anemonefish *Amphiprion ocellaris* [J]. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2007,87(4):1025-1033.
- [8] 李乐,王雨,杨其彬,等.小丑鱼规模化繁育技术研究[J].中国水产,2008(12):59-60.
- [9] 王斌,王士莉,杨爱国,等.眼斑双锯鱼的人工繁育技术研究[J].渔业科学进展,2010,31(5):41-46.
- [10] 鲍鹰,张鹏,祝承勇,等.红小丑人工繁殖和育苗的初步研究[J].海洋科学,2009,33(2):26-28.
- [11] 鲍鹰,张鹏,祝承勇,等.棘颊雀鲷人工繁殖和育苗的初步研究[J].海洋科学,2011,35(3):67-71.
- [12] 符致德,邢治炫,王蓉,等.小丑鱼生物学特性及高效健康人工繁育技术[J].安徽农业科学技术,2014,42(10):2924-2926.
- [13] 单乐州,邵鑫斌,闫茂仓,等.透红小丑鱼的繁殖习性、胚胎发育和胚后发育[J].水产科技情报,2015,42(1):25-29.
- [14] 杨丹菁,靖元孝.植物在水产养殖废水处理中的研究进展[J].生态科学,2008,27(6):522-526.
- [15] 宋奔奔,吴凡,倪琦.国外封闭循环水养殖系统工艺流程设计现状与展望[J].渔业现代化,2012,39(3):13-18.
- [16] 李林春,陈方平,阎希柱,等.节能型循环水养殖系统的构建与生产成本分析[J].渔业现代化,2012,39(5):11-15.
- [17] 单乐州,邵鑫斌,吴洪喜.ATS在海水工厂化循环水生态养殖中的应用[J].水产养殖,2014(9):4-6.
- [18] 王峰,雷霖霖,高淳仁,等.国内外工厂化循环水养殖研究进展[J].中国水产科学,2013,20(5):1100-1111.
- [19] TINNONS M B, EBELING J M. The role for recirculating aquaculture systems [J]. AES News, 2007,10(1):2-9.
- [20] 宋协法,李强,彭磊,等.半滑舌鲷封闭式循环水养殖系统

的设计与应用[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版, 2012(10):26-32.

[21] DALSGAARD J, LUND I, THORARINSDOTTIR R, *et al.* Farming different species in RAS in Nordic countries; current status and future perspectives [J]. Aquacultural Engineering, 2013,53:2-13.

[22] 梁友,雷霖霖,倪琦,等. 云纹石斑鱼工厂化养殖技术[J]. 渔业现代化,2014,41(4):26-28.

Facilities and techniques for indoor recirculating aquaculture of clownfish

SHAN Lezhou¹, SHAO Xinbing¹, CAO Xingge²

(1 *Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325000, China;*
2 *Wenzhou Coral Reef Fishery Co., Ltd., Wenzhou 325000, China*)

Abstract: In order to produce marketable clownfish in large scale, facilities and techniques for indoor recirculating aquaculture of sea-water clownfish were developed. One group clownfish recirculating aquaculture system was composed of 10 round fiberglass tanks, 1 fibre glass tank for waster water purification and piping system. Physical filtering, biochemical filtering, and plastic algal plate filtering were adopted for circulating wazer purification. One group system could produce 5,000 marketable clownfish with size of 3.5 cm in total length in 3 months, and the survival rate was above 80%. More than 100,000 marketable clownfish have been produced from 2014 to 2015 in these systems. Compared with the conventional seawater edible fish recirculating aquaculture system, the indoor recirculating aquaculture system of clownfish reduced the protein separator or air flotation equipment and microfiltration machine, and supplement the plastic algal plate filtering system. The research showed that the indoor recirculating aquaculture system of clownfish was characterized by low construction cost, low operation energy consumption, easymangement and maintenance, and stable water quality, which could basically achieve the goal of closed recirculating aquaculture, and was suitable for large-scale aquaculture production for clown fish and other sea coral reef ornamental fish.

Key words: clownfish; recirculating aquaculture facilities; plastic algal platefiltering

· 文摘 · 生物絮团对细角滨对虾亲虾抗氧化防御能力和脂质营养的贡献

本研究旨在确定生物絮团对细角滨对虾亲虾的抗氧化能力和脂质营养的贡献,以及生物絮团与对虾的繁殖能力和产出的幼虾健康状况之间存在的关系。与清水(CW)养殖相比,采用生物絮团技术(BFT)养殖的细角滨对虾亲虾展现出了更佳的健康状况:在繁殖期内 BFT(79.8%)养殖的亲虾最终存活率比清水(52.6%)养殖的更高;谷胱甘肽含量和总抗氧化能力更高;氧化型谷胱甘肽和还原型谷胱甘肽的比率下降;产卵率和产卵频率更高,且生殖腺指数更高,能孵化的卵的数量更多。最终,与来自清水的雌虾产卵孵化出的幼虾相比,来自 BFT 的幼虾在幼体 2 期(+37%)和后期幼体 1 期(+51%)生长阶段展现出了更高的存活率。BFT 亲虾生殖能力的改善以及幼虾存活率更高,可能与 BFT 养殖期间对虾从自然界本身的生产能力中获取的补充食物有关联。研究证实,生物絮团颗粒为对虾提供了食物性谷胱甘肽的一个可能来源,以及脂质尤其是基础磷脂和 n-3 高不饱和脂肪酸的一个重要来源。由此,BFT 实验组的亲虾积累了磷脂质、n-3 高不饱和脂肪酸和甘碳四烯酸,而这些对于卵黄形成、胚胎发育和开口摄食前的发育等是必需的。BFT 实验组虾卵中的甘碳四烯酸、二十碳五烯酸和二十二碳六烯酸等主要的必需氨基酸含量分别是 CW 实验组的 2.5、2.8 和 3 倍。

(《Aquaculture》Vol. 452)