

不同进排水方式对方斑东风螺养殖池水更换效果的影响

蔡岩^{1,2*}, 商晨旭^{1,2}, 钟永柏^{1,2}, 周永灿^{1,2}, 翁文明³, 李建龙^{1,2}, 王世锋^{1,2#}

¹海南省热带水生生物技术重点实验室, 海南 海口

²海南大学海洋学院水产系, 海南 海口

³海南蓝泰邦生物技术有限公司, 海南 海口

Email: #shifeng_15@163.com

收稿日期: 2021年5月1日; 录用日期: 2021年5月15日; 发布日期: 2021年5月27日

摘要

本文通过在实验室条件下模拟方斑东风螺(*Babylonia areolata*)养殖池离底铺沙模式, 对比了不同进水和排水方式对养殖池水更换效果的影响。结果表明, 在上进下排类型中, 不同进水方式对沙层下方水体的更换效果没有显著差异($P > 0.05$), 不同排水方式对沙层下方水体的更换效果影响有显著差异, 其中, 中间单孔排水效果最好($P < 0.05$)。反渗进水的侧壁排水模式对沙层下方水体的更换速度显著快于单侧进水的中间单孔排水模式($P < 0.05$), 但对整个水体的更换速度则慢于单侧进水的中间单孔排水模式($P < 0.05$)。单侧进水的中间单孔排水模式可以有效的利用流水将沙层中累积的有机物(如排泄物、残饵等)及产生的氨氮和硫化氢等冲洗掉, 保持东风螺栖息沙层洁净。

关键词

方斑东风螺, 离底铺沙模式, 进排水方式

Effects of Different Water Inflow and Outflow Designs on Water Changing Efficiency of *Babylonia areolata* Farming Pond

Yan Cai^{1,2*}, Chenxu Shang^{1,2}, Yongbai Zhong^{1,2}, Yongcan Zhou^{1,2}, Wenming Weng³, Jianlong Li^{1,2}, Shifeng Wang^{1,2#}

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 蔡岩, 商晨旭, 钟永柏, 周永灿, 翁文明, 李建龙, 王世锋. 不同进排水方式对方斑东风螺养殖池水更换效果的影响[J]. 水产研究, 2021, 8(2): 45-52. DOI: 10.12677/ojfr.2021.82005

¹Key Laboratory of Tropical Hydrobiology and Biotechnology of Hainan Province, Haikou Hainan

²Department of Aquaculture, College of Marine Sciences, Hainan University, Haikou Hainan

³Hainan Lantaibang Biotechnology Company, Haikou Hainan

Email: #shifeng_15@163.com

Received: May 1st, 2021; accepted: May 15th, 2021; published: May 27th, 2021

Abstract

In this paper, the effects of different water inflow and outflow designs on water changing efficiency of *Babylonia areolata* farming pond were compared by simulating the sand-on-bottom-shelve model of *Babylonia areolata* farming pond under laboratory conditions. The results showed that there were no significant differences in water changing efficiency between different water inflow methods ($P > 0.05$), but there were significant differences between different outflow methods, and the middle single hole outflow design was most efficient in changing the water body under the sand layer ($P < 0.05$). The results also showed that the water changing speed of side wall outflow with reverse water seepage in-flow model is significantly faster than that of the middle single hole outflow model with single side water inflow ($P < 0.05$), but the water changing speed of the whole water body is slower than that of the middle single hole outflow with unilateral inflow model ($P < 0.05$). The middle single hole outflow with single side inflow model can effectively rinse the accumulated organic matters such as excreta, residual bait, ammonia nitrogen and hydrogen sulfide in the sand layer, and keep the sand layer clean.

Keywords

Babylonia areolata, Sand-on-Bottom-Shelve Model, Water Inflow and Outflow Designs

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

东风螺(*Babylonia*)包括方斑东风螺(*B. areolata*)、泥东风螺(*B. lutosa*)、台湾东风螺(*B. formosae*)等多个种类, 俗称“香螺”、“花螺”, 隶属于软体动物门(Mollusca)、腹足纲(Gastropoda)、前鳃亚纲(Prosobranchia)、新腹足目(Neogastropoda)、蛾螺科(Buccinidae)、东风螺属(*Babylonia*) [1] [2]。其中方斑东风螺为暖水性单壳贝类, 在斯里兰卡、尼科巴群岛、泰国湾、越南和中国东南沿海、台湾均有自然分布[3]。东风螺具有昼伏夜出的习性, 白天潜伏在沙泥中仅仅露出水管, 等到夜间或落潮时才爬出沙层寻找食物; 夏季习惯生活于 4 m 至 20 m 深度的沙地; 而冬季会在 40 m 至 60 m 深度的沙质潮下带栖息[4]。东风螺味道鲜美、营养丰富, 是一种具有较高经济价值的高档海珍品[5] [6]。由于市场对东风螺的需求巨大, 使得自然海区东风螺资源受到过度捕捞而衰退严重, 近年来东风螺的人工养殖方兴未艾[7] [8]。2017 年, 仅海南和广东两省, 东风螺产量达到 7300 余吨[9]。目前东风螺已成为我国南部沿海最重要的水产养殖动物品种之一。

随着东风螺养殖规模不断增大, 东风螺病害种类和爆发频率日益增加, 常见的疾病有浮游期的聚缩虫病、纤毛虫病, 成螺养成期的脱壳病、吻肿病等[7] [10] [11]。除饵料及东风螺自身免疫力等因素外, 养殖环境的恶化往往是引起疾病爆发的重要原因[11]。在东风螺养殖生产中, 需要在养殖池中铺设沙层以

满足东风螺潜沙的生态习性。然而,在养殖过程中残饵、排泄物等会在沙层中不断积累,导致沙层恶化、发黑,引起方斑东风螺食欲下降,导致生长缓慢和疾病多发[12]。尽管采用洗沙、换沙等方式可以改善沙层的环境,但存在工作强度大,生产效率低等问题,而且可能对养殖对象造成机械损伤,促进疾病的发生[7]。养殖池离底铺沙的流水养殖模式是一种在池底铺设架子并在其上铺设沙层,通过流水可将沙层中累积的排泄物、残饵等有机物及产生的氨氮和硫化氢等有害物质冲洗掉,保持东风螺栖息沙层洁净的一种养殖模式[13]。有研究表明,养殖池离底铺沙的流水养殖模式对方斑东风螺体重、壳高的日均增长率都显著高于其它养殖模式[13],而且对沙层水体氨氮、硫化氢含量的控制效果较其它养殖模式明显[14],促进了东风螺养殖业的快速发展。不过,利用该模式养殖东风螺时,沙层依然会出现变黑的现象,并且疾病爆发依然频繁。目前,海南东风螺养殖场的养殖池以长方形为主,在养殖池一端的短边沙层上方进水,水透过沙层在支架下方流向养殖池另外一端的短边,在沙层下方通过连通水管进行排水。由于养殖池长边较长,养殖池不同部位沙层透过的水量可能不同,养殖池不同部位沙层下方水体的更换速度也可能不相同,这就会造成不同部位水体环境的差异,影响东风螺健康及生长。因此,本文通过实验室模拟东风螺养殖池离底铺沙模式,比较研究了养殖池的三种进水方式和四种排水方式对养殖池水更换效果的影响,以期为构建东风螺健康养殖模式提供数据资料和理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 实验模型

以透明塑料箱(长 × 宽 × 高: 44 × 33 × 32 cm)作为养殖池模型,在透明塑料箱子的底部铺设底滤板,在其上方铺设并固定筛绢网,最后均匀铺上 3 cm 粗沙。根据进排水方向主要分为两大类:(1) 上进下排类:沙层上方进水,沙层下方排水,在沙层上方设置加水口,在塑料箱底部开直径为 1.6 cm 的排水孔,连接的排水管固定在箱体侧面,排水管末端位于离箱体底部 15 cm 的位置(图 1(a));(2) 下进上排类:沙层下方进水,沙层上方排水,进水口位于沙层下方,排水口位于箱体侧面 15 cm 的位置处(图 1(c))。测试沙层下方水体更换效果时,提前在沙层下方加入用黑墨水配置的 3500 mL 的指示水体(10 mL 黑墨水加水稀释至 3500 mL),然后在沙层上方加满清水。实验开始时以 2.5 L/min 的流速进水(上进或下进)并开始计时。将箱底划分为 9 个区域,以水体中无明显黑色纹路为判定指标(但在底滤板支撑柱的水流方向上依然有黑色墨水痕迹),记录沙层下方整个水体即各个区域所有位置均变为无色所需时间,即为沙层下方水体被更换所需时间。测试整个水体更换效果时,先加水至水箱水面与排水口持平(水将流出),然后加入 10 mL 黑墨水混匀。之后以 43 mL/s 的流速进水并开始计时,记录沙层上方水体由黑色转变为无色所需时间,作为水体被完全更换的时间。

2.2. 三种进水方式对沙层下方水体更换效果比较

模拟东风螺养殖池常见三种进水方式:(1) 单侧进水指养殖池一端短边进水管直接进水,进水管的相对一端角落排水(图 1(a), 图 1(d));(2) 雨帘进水指在养殖池上方架设一根打孔的进水管,进水管与养殖池长边平行,且位于两短边中间点的连线上,排水方式与直接进水相同(图 1(b), 图 1(e));(3) 反渗进水指进水管位于沙层下方,进水管位于池底中间位置,管上打孔(如雨帘进水管)在池底均匀补水,补充的水透过沙层进入上层水体(图 1(c), 图 1(f)),在 15 cm 处排水口出水。记录沙层下方水体变化所需的时间。

2.3. 三种底部排水方式对沙层下方水体更换效果比较

采用单侧进水方式,设计 3 种底部排水方式:(1) 单角单孔排水,指排水孔一个位于箱体底部的某一

角落(图 2(a), 图 2(d)); (2) 四孔排水, 指排水孔四个位于箱体底部四个角落区域(图 2(b), 图 2(e)); (3) 中间单孔排水, 指排水孔一个位于箱体底部的正中间(图 2(c), 图 2(f))。当模型中的水位达到出水孔高度时, 通过出水孔排出, 开始计时记录沙层下方水体变化所需的时间。

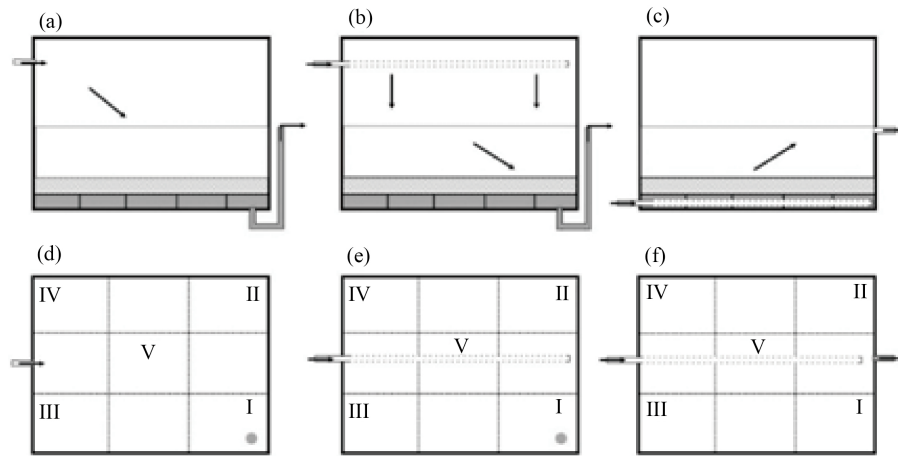


Figure 1. Comparison of the replacement effect of three water inflow designs on the water under the sand layer. (a): Side view of the single side water inflow model; (b): Side view of the rain curtain water inflow model; (c): Side view of the reverse water seepage inflow model; (d): Looking down of the single side water inflow model; (e): Looking down of the rain curtain water inflow model; (f): Looking down of the reverse water seepage inflow model; → the direction of the water flow; ● drain

图 1. 三种进水方式对沙层下方水体更换效果比较。(a): 单侧进水侧面; (b): 雨帘进水侧面; (c): 反渗进水侧面; (d): 单侧进水俯视; (e): 雨帘进水俯视; (f): 反渗进水俯视; →箭头为水流方向; ●为排水口

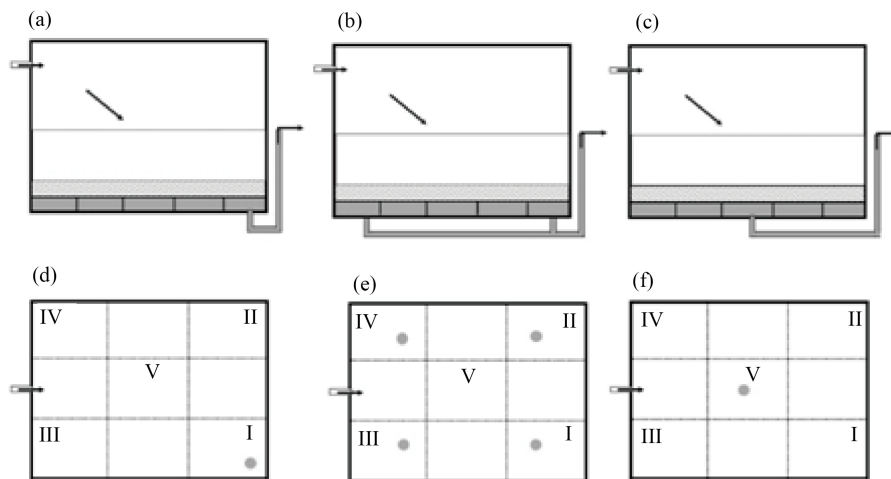


Figure 2. Comparison of the replacement effect of three water outflow designs on the water under the sand layer. (a): Side view of the single angle and hole outflow model with single side water outflow model; (b): Side view of the four angle and hole outflow model with single side water outflow model; (c): Side view of the middle single hole outflow model with single side water outflow model; (d): Looking down of the single angle and hole outflow model with single side water outflow model; (e): Looking down of the four angle and hole outflow model with single side water outflow model; (f): Looking down of the middle single hole outflow model with single side water outflow model; → the direction of the water flow; ● drain

图 2. 三种底部排水方式对沙层下方水体更换效果比较。(a): 单角单孔排水侧面; (b): 四孔排水侧面; (c): 中间单孔排水侧面; (d): 单角单孔排水俯视; (e): 四孔排水俯视; (f): 中间单孔排水俯视; →箭头为水流方向; ●为排水口

2.4. 三种进排水方式对整个水体更换效果的比较

设置单侧进水的单角单孔排水(图 3(a), 图 3(d))、单侧进水的中间单孔排水(图 3(b), 图 3(e))和反渗透进水的侧壁排水(图 3(c), 图 3(f))共三种模式, 每种模式的水箱均加指示水(含黑墨水)至水面与排水口持平(水将流出), 然后以 2.5 L/min 的流速进水并同时开始计时, 记录沙层上方水体由黑色转变为无色所需时间, 作为水体被完全更换的时间, 比较不同模型对整个水体更换效果的影响。

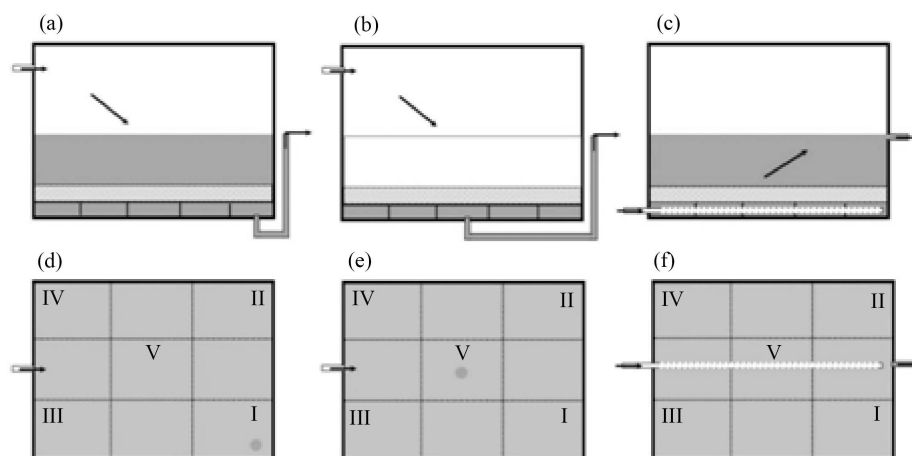


Figure 3. Comparison of the replacement effect of three water inflow and outflow designs on the whole water body. (a): Side view of the single angle and hole outflow model with single side water outflow model; (b): Side view of the middle single hole outflow model with single side water outflow model; (c): Side view of the side wall outflow with reverse water seepage inflow model; (d): Looking down of the single angle and hole outflow model with single side water outflow model; (e): Looking down of the middle single hole outflow model with single side water outflow model; (f): Looking down of the side wall outflow with reverse water seepage inflow model; →the direction of the water flow; ● drain

图 3. 三种进排水方式对整个水体更换效果的比较。(a): 单侧进水的单角单孔排水侧面; (b): 单侧进水的中间单孔排水侧面; (c): 反渗透进水的侧壁排水侧面; (d): 单侧进水的单角单孔排水俯视; (e): 单侧进水的中间单孔排水俯视; (f): 反渗透进水的侧壁排水俯视; →箭头为水流方向; ●为排水口

2.5. 数据处理与分析

实验数据采用平均数 \pm 标准差表示, 用 DPS 数据处理系统进行单因素实验统计分析, 若差异显著则采用 Tukey 方法进行多重比较分析, 差异显著性水平为 $P < 0.05$ 。

3. 结果

3.1. 不同进水方式对沙层下方水体更换效果比较

三种进水方式对东风螺养殖池模型沙层下方水体的更换时间不同, 反渗透进水对沙层下方水体更换时间显著低于其他两种方式($P < 0.05$) (表 1)。反渗透进水方式沙层下不同区域水体由黑色变为无色所需时间相同, 但单侧进水和雨帘进水的各区域不同, II 区和 III 区显著快于 I 区和 IV 区($P < 0.05$) (表 1)。

3.2. 不同排水方式对沙层下方水体更换效果比较

单角单孔排水、中间单孔和四孔排水将沙层下方水体完全更换所需时间分别为 20.78 ± 0.41 min、 14.59 ± 0.31 min 和 17.21 ± 0.62 min, 三种排水模型之间存在显著性差异($P < 0.05$), 其中中间单孔排水模型沙层下方水体更换所需时间最短, 效果最好(表 2); 不过均显著慢于表 1 中的反渗透进水侧壁排水模式。

Table 1. Effects of different water inflow methods on water replacement under the sand layer
表 1. 不同进水方式对沙层下方水体的更换效果

进水方式 The drainage methods	I 区	II 区	III 区	IV 区	水体更换时间(min) Water replacement time (min)
单侧进水	12.27 ± 0.30 ^{bb}	10.47 ± 0.81 ^{ba}	09.86 ± 0.27 ^{ba}	14.98 ± 0.22 ^{bc}	20.78 ± 0.41 ^b
雨帘进水	12.30 ± 0.25 ^{bc}	10.57 ± 0.54 ^{ba}	09.73 ± 0.23 ^{ba}	14.98 ± 0.15 ^{bb}	20.90 ± 0.17 ^b
反渗透进水	5.57 ± 0.16 ^{aa}	5.57 ± 0.16 ^{aa}	5.57 ± 0.16 ^{aa}	5.57 ± 0.16 ^{aa}	5.57 ± 0.16 ^a

注: 同一列上标小写字母不同表示不同进水方式存在差异显著($P < 0.05$); 同一行上标大写字母不同表示不同区域存在显著性差异($P < 0.05$)。

Table 2. Effect of different water drainage methods on water replacement under the sand layer
表 2. 不同排水方式对沙层下方水体更换效果

排水方式 The drainage methods	水体更换时间(min) Water replacement time (min)
单角单孔排水模型	20.78 ± 0.41 ^a
中间单孔排水模型	14.59 ± 0.31 ^b
四孔排水模型	17.21 ± 0.62 ^c

注: 不同字母表示存在显著性差异($P < 0.05$)。

3.3. 不同进排水方式对整个水体更换效果的比较

单侧进水的单角单孔排水模型、单侧进水的中间单孔排水模型以及反渗透进水的侧壁排水对整个水体的更换时间分别为 19.45 ± 0.16 min、16.94 ± 0.22 min 和 21.64 ± 0.53 min, 三种模型之间存在显著性差异 ($P < 0.05$), 其中中间单孔出水模型对整个水体更换所需时间最短, 效果最好(表 3)。

Table 3. Effect of different water inflow and drainage methods on whole water replacement
表 3. 不同进排水方式对整个水体更换效果

进排水方式 water inflow and drainage methods	水体更换时间(min) Water replacement time (min)
单角单孔排水模型	19.45 ± 0.16 ^a
中间单孔排水模型	16.94 ± 0.22 ^b
反渗透进水的侧壁排水模型	21.64 ± 0.53 ^c

注: 不同字母表示存在显著性差异($P < 0.05$)。

4. 讨论

进水方式可以影响东风螺养殖池内沙层下方水体的更换。反渗透进水可快速扰动沙层下的水, 使沙层下不同区域的水基本同步完成更换, 且用时最短; 而单侧进水和雨帘进水对沙层下方水体的更换所需时间基本相同, 均显著长于反渗透进水时间。此外, 单侧进水和雨帘进水沙层下不同区域水体变为澄清的时间不同, 但不同区域水体变澄清的顺序相同, 其所用时间与距离排水口远近, 以及距离进水口和排水口连线远近相关, 离排水口越近且靠近进排水口的连线上的区域, 其水体更换速度越快, 该区域透过的水量越大, 其中 I 区颜色最先变化, 但因其他区域的水补充而导致其观察到的时间长于 II 区和 III 区, 由上可见, 上进下排类型的不同沙层位置透过的水量不同。

在东风螺养殖生产中采用雨帘进水, 可观察到雨帘各个进水位置的沙层干净未发黑。本研究发现,

单侧进水和雨帘进水对沙层下不同区域水体更换速度基本相同,也就意味两种进水方式并未改变沙层下不同区域水体更换速度。水产养殖生产中,给水体增氧原理是增大水体与空气接触面积,从而加速空气中的氧气向水中溶解,提高水体的溶解氧,而增氧效果与水和空气接触程度成正比[15][16]。雨帘进水方式将进入养殖池的水分散开,增大了与空气的接触面积,提高了水体的溶解氧[17],同时增加了对水体的扰动,从而促进沙层中有机物的分解和矿化,这可能是维持东风螺的栖息沙层清洁而不变黑的原因。

排水方式也会影响东风螺养殖池内水体的更换速度。对于沙层下方水体的更换速度,在上进下排类型中,从快到慢依次为中间单孔排水、四孔排水和单角单孔排水,并呈显著性差异($P < 0.05$)。其中,中间单孔排水模型和四孔排水模型沙层下方水体颜色变淡均是先四边后中间,四孔排水模型的四角快于中间单孔排水模型,但其中间区域水体更换速度则比中间单孔排水模型慢。在所有排水方式中,反渗进水侧壁排水方式对沙层下方水体的更换速度显著快于其他方式($P < 0.05$),这可能是由于反渗进水对沙层下方水体扰动较大,促进了沙层下方水体的更换速度。当对比不同排水模型对整个水体更换效果时,反渗进水的侧壁排水模型则显著低于单角单孔排水模型和中间单孔排水模型($P < 0.05$),其中,中间单孔排水模型对整个水体的更换速度最快($P < 0.05$)。

海南东风螺养殖池大小以 $2.5\text{ m} \times 6\text{ m}$ 规格为主,其长:宽为 2.4,远大于本实验模型的 1.3。根据本研究结果,可以推测目前海南东风螺养殖池沙层下不同区域水体的更换速度更不均匀,也就意味着池内不同区域沙层滤过的水量存在显著差异,从而导致沙层中有机物累积,恶化养殖环境,对东风螺产生胁迫刺激。目前,鱼类工厂化循环水养殖以及高密度精养池塘,均采用四角呈弧线的正方形的中间排污模式,这种模式可以更好的将底层积累的有害物质排出,保持较好的水质,可有效防止养殖动物疾病发生[18][19]。综上所述,东风螺养殖池采用中间单孔排水的方式,可以更有效的利用流水将沙层中累积的排泄物、残饵等有机物及产生的氨氮和硫化氢等冲洗掉,保持东风螺栖息沙层洁净。此外,相同的养殖面积,正方向的水泥池比长方形更节省池壁等的建筑材料。

基金项目

海南省重点研发计划项目(ZDYF2019044)。

参考文献

- [1] 杨蕊, 吴开畅, 于刚, 等. 养殖模式对方斑东风螺生长及主要环境因子的影响[J]. 水产科学, 2019, 38(5): 610-615.
- [2] 蒲利云, 司和, 沈铭辉, 等. 方斑东风螺生态养殖技术研究[J]. 现代农业科技, 2018(17): 220-221+224.
- [3] Ruangsri, J., Thawonsuwan, J., Wanlem, S., et al. (2018) Effect of Body Size and Sub-Optimal Water Quality on Some Hemato-Immunological Parameters of Spotted Babylon Snail *Babylonia areolata*. *Fisheries Science*, **84**, 513-522. <https://doi.org/10.1007/s12562-018-1191-8>
- [4] Lü, W., Shen, M., Fu, J., et al. (2017) Combined Effects of Temperature, Salinity and Rearing Density on Growth and Survival of Juvenile Ivory Shell, *Babylonia areolata* (Link 1807) Population in Thailand. *Aquaculture Research*, **48**, 1648-1665. <https://doi.org/10.1111/are.13000>
- [5] 常亚青. 贝类增养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 345.
- [6] 林越超, 周宸, 林清海, 等. 露天水泥池方斑东风螺养殖技术探讨[J]. 福建水产, 2011, 33(4): 23-26.
- [7] 郑纪盟. 方斑东风螺工厂化养殖环境因子调控与 RAS 构建技术研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国科学院研究生院(海洋研究所), 2015.
- [8] 陈建华, 阎斌伦, 高焕, 等. 方斑东风螺生物学特性及养殖技术[J]. 水利渔业, 2008(3): 74-75.
- [9] 方斑东风螺“海泰 1 号”长速提高优良性状稳定[J]. 海洋与渔业, 2019, 10: 46-48.
- [10] 刘巧红, 王世锋, 蔡岩, 等. 海南养殖方斑东风螺爆发性疾病病原分离鉴定及药敏分析[J]. 渔业科学进展, 2014, 35(1): 74-81.

- [11] 赵旺, 吴开畅, 王江勇, 等. 方斑东风螺“翻背症”的病原及初步治疗研究[J]. 水产科学, 2016, 35(5): 552-556.
- [12] 冯永勤, 周永灿, 谢珍玉, 等. 方斑东风螺健康养殖技术研究[J]. 渔业现代化, 2008(1): 39-41.
- [13] 张扬波, 杨章武. 东风螺水泥池养殖两种铺沙方式的比较[J]. 福建水产, 2011, 33(4): 27-30.
- [14] 黄海立, 周银环, 符韶, 等. 方斑东风螺两种养殖模式的比较[J]. 湛江海洋大学学报, 2006(3): 8-12.
- [15] 张厚珍. 常见渔业增氧机的类型及工作机理[J]. 科学养鱼, 2018(6): 73-74.
- [16] 卢青. 叶轮式增氧机与微孔管道曝气增氧机实验与评价[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2015.
- [17] 张凤翔, 彭志坚, 侯玉兰. 几种池塘水体增氧方式的效果比较[J]. 渔业致富指南, 2008(24): 34-36.
- [18] 李春晓, 翁雄, 陈楷亮, 等. 对虾高位池中央排污口装置排污效果研究[J]. 渔业现代化, 2016, 43(6): 6-11.
- [19] 黄晓声. 南美白对虾“中央排污池”养殖技术研究[J]. 农民致富之友, 2014(18): 284.