

盐度对三疣梭子蟹幼蟹蜕壳的影响

杨泽琴, 卢少坤, 王奕超, 韩明阳, 李荣华, 母昌考, 宋微微, 王春琳*

(宁波大学 海洋学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 为探讨盐度在三疣梭子蟹幼蟹养殖中的作用, 设置 5 个不同梯度的盐度(10、15、20、27、35)来检验对梭子蟹幼蟹存活及蜕壳的影响. 结果显示: 盐度显著影响三疣梭子蟹幼蟹的蜕壳存活率以及其蜕壳周期的长短和蜕壳率. 盐度 10、15 组具有较高蜕壳存活率, 分别为 $(89 \pm 0.10)\%$ 和 $(72 \pm 0.10)\%$; 具有较短的蜕壳周期, 分别为 (18.15 ± 0.52) d 和 (17.51 ± 0.73) d, 且蜕壳率也较高. 因此, 在三疣梭子蟹幼蟹养殖过程中, 可采取 10~15 的较低盐度获得较稳定的存活率及较短的蜕壳周期.

关键词: 三疣梭子蟹; 幼体; 盐度; 蜕壳; 存活

中图分类号: S968.25

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2016) 01-0018-04

三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)俗称“梭子蟹”, 广泛分布于中国、朝鲜、日本等海域^[1], 是中国沿海地区重要的海水捕捞和养殖种类之一^[2]. 梭子蟹营养价值高, 肉质肥美, 深受人们的喜爱. 目前我国沿海江苏、山东、浙江等地都已形成了较大的养殖规模.

梭子蟹单个体筐养技术的开发显著提高了三疣梭子蟹的养殖存活率, 已经发展成为一种较普遍的新型养殖模式^[3]. 单体养殖对于苗种的规格有一定的要求, 一般放养 VI 期左右的大规格幼蟹, 大规格苗种在躲避敌害、适应环境及抗病抗逆方面具有较强的能力, 相应提高了养殖成活率^[4-6]. 大规格幼蟹也可以作为软壳蟹生产的原料, 梭子蟹旧壳蜕去, 新壳还未硬化时期称为软壳蟹, 其营养价值较高^[7-9], 具有较大的生产开发潜力. 因此, 探索大规格苗种培育技术已成为促进水产养殖业发展的关键技术之一, 其中盐度作为影响水产养殖对象的重要生态因子, 与甲壳动物的蜕壳生长具有密切关系^[10]. 目前关于三疣梭子蟹盐度相关的报道多集中于盐度耐受性、生长发育、能量利用等方面^[11-13], 而对于三疣梭子蟹幼蟹的蜕壳相关研究报道较少. 因此, 笔者以三疣梭子蟹 VI 期大规格幼

蟹苗种为材料, 以盐度 27 为基础盐度, 设置不同盐度梯度, 分析盐度对其蜕壳存活率、蜕壳周期及蜕壳率的影响, 以期在三疣梭子蟹大规格苗种培育和软壳蟹生产提供理论依据.

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

本实验在浙江省宁波市宁波鑫亿鲜活水产有限公司进行, 所用三疣梭子蟹来源于该公司养殖池内的规格大小一致的 VI 期幼蟹.

1.2 实验方法

实验在室内泡沫箱中进行, 泡沫箱 72 cm×50 cm×40 cm, 结构如图 1 所示. 每个泡沫箱被 60 目尼龙网分隔成 6 个单元格, 单元格规格为 24 cm×25 cm×40 cm. 泡沫箱底部有细小缝隙以保持单元

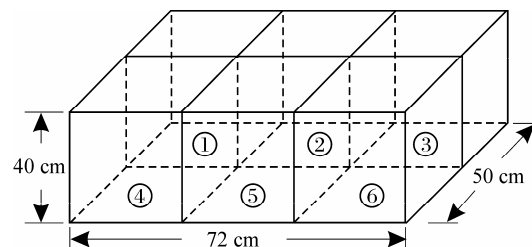


图1 实验用泡沫箱结构

收稿日期: 2015-02-24.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journal.g.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家星火计划项目(2014GA701036); 浙江省公益性项目(2013C31032); 宁波市创新创业项目(2014C92011); 象山县重大项目(2014C0001).

第一作者: 杨泽琴(1990—), 女, 浙江宁海人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 水产养殖学. E-mail: yangzeqin0614@163.com

*通信作者: 王春琳(1965—), 男, 浙江台州人, 博导/教授, 主要研究方向: 水产养殖学. E-mail: wangchunlin@nbu.edu.cn

格之间水相通, 但又不会使饵料或粪便通过。每单元格底部铺沙 2 cm, 有效水深为 15 cm。

实验设 10、15、20、27(正常)、35 盐度的 5 个梯度。盐度 35 的海水由正常海水与海水素调制, 低盐(10、15、20)海水由正常海水与经曝气的自来水配制而成。实验水温为 $(27\pm0.5)^{\circ}\text{C}$, 连续充气, 每 2 d 换 1/2 水, 所换海水均提前调制并曝气, 每天(6:00、17:00)饱食投喂新鲜半壳花蛤, 连续养殖 30 d。

实验开始前用电子天平(SF-400A)、游标卡尺测量幼蟹的体长、体高、全甲宽、体重(长度指标精确到 0.1 mm, 体重精确到 0.01 g)^[14], 并随机分成 5 组(表 1), 放入泡沫箱中, 每个单元 1 只。每个盐度组设 3 个平行, 每平行 6 个重复。实验采用 15 个泡沫箱, 每日记录存活及蜕壳情况。

表 1 实验用各组幼蟹的生物学特征

组别	盐度	体长/mm	体高/mm	全甲宽/mm	体重/g
1	10	24.5±0.42	12.8±0.12	39.3±0.13	6.98±0.32
2	15	24.3±0.32	12.4±0.32	39.0±0.18	6.96±0.22
3	20	24.8±0.32	13.14±0.15	40.0±0.21	7.02±0.35
4	27	24.1±0.33	12.5±0.23	38.5±0.08	6.92±0.32
5	35	24.0±0.52	12.3±0.12	38.3±0.08	6.90±0.12

注: $n=18$, $\bar{x}\pm SD$ 。

1.3 计算方法

1.3.1 存活与蜕壳

幼蟹的存活率为各盐度下该组幼蟹的存活个数与试验开始时该组幼蟹总数的百分比。蜕壳周期和蜕壳率分别按下列公式计算:

$$R_{MC} = T / (N_m / N_s),$$

$$R_{MF} = (N_m / N_s) / T,$$

式中, R_{MC} 为蜕壳周期, d; T 为记录蜕壳持续天数, d; N_m 为蟹蜕壳的数目; N_s 为蟹的数目; R_{MF} 为蜕壳率, $\%\cdot\text{d}^{-1}$ 。

1.3.2 数据处理及分析

数据以平均值±标准差表示, 利用 SPSS 13.0 软件对数据进行单因子方差分析(one-way ANOVA)和 Duncan 多重比较, 以 $P<0.05$ 作为差异显著水平。

2 结果

2.1 不同盐度下的存活率

不同盐度下三疣梭子蟹幼蟹的存活率见表 2。

从表 2 数据可见, 不同盐度情况下, 三疣梭子蟹的存活率差异较大, 海水盐度为 10、15、35 的存活率普遍较高, 其中, 盐度 10 组的成活率最高, 达到 $(89\pm0.10)\%$, 与其他各实验组差异显著($P<0.05$), 而盐度 20 的实验组存活率最低, 仅为 $(39\pm0.10)\%$, 与其他各组相比差异显著($P<0.05$)。

表 2 不同盐度下三疣梭子蟹幼蟹的蜕壳存活率

组别	盐度	存活率/%
1	10	89 ± 0.10^a
2	15	72 ± 0.10^{ab}
3	20	39 ± 0.10^c
4	27	67 ± 0.17^b
5	35	72 ± 0.10^{ab}

注: 同列不同字母(a, b, c)表示经多重检验相互间差异显著($P<0.05$)。

2.2 不同盐度下的蜕壳

不同盐度下三疣梭子蟹幼蟹的蜕壳周期及蜕壳率数据见表 3。从表 3 数据可见, 不同盐度下的幼蟹蜕壳周期和蜕壳率差异显著($P<0.05$), 在蜕壳周期方面(图 2), 盐度 10、15、35 条件下, 三疣梭子蟹的蜕壳周期明显缩短, 其中盐度 15 组的最短, 蜕壳周期仅只有 $(17.51\pm0.73)\text{d}$, 而盐度 20 组的最长, 蜕壳周期为 $(28.18\pm3.13)\text{d}$ 。在蜕壳率方面(图 3), 盐度 10、15、35 的蜕壳率明显较高, 在盐度 10 下的蜕壳率最高为 $(5.51\pm0.15)\%\cdot\text{d}^{-1}$, 而盐度 20 时的蜕壳率最低, 仅为 $(3.57\pm0.41)\%\cdot\text{d}^{-1}$ 。

表 3 不同盐度下三疣梭子蟹幼蟹的蜕壳周期及蜕壳率

组别	盐度	蜕壳周期/d	蜕壳率/ $(\%\cdot\text{d}^{-1})$
1	10	18.15 ± 0.52^a	5.51 ± 0.15^b
2	15	17.51 ± 0.73^a	5.20 ± 1.06^b
3	20	28.18 ± 3.13^b	3.57 ± 0.41^a
4	27	27.08 ± 3.60^b	3.73 ± 0.46^a
5	35	18.87 ± 1.07^a	5.31 ± 0.30^b

注: 同列不同字母(a, b)表示经多重检验相互之间差异显著($P<0.05$)。

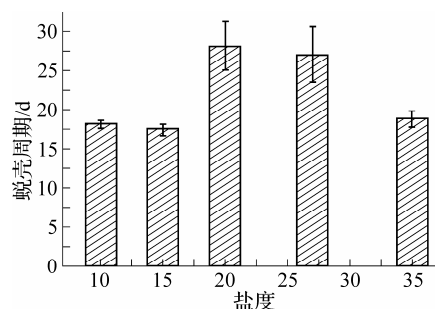


图 2 不同盐度下三疣梭子蟹幼蟹蜕壳周期的变化

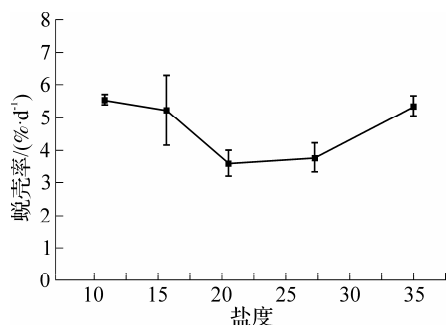


图3 不同盐度下三疣梭子蟹幼蟹蜕壳率的变化

3 讨论

3.1 三疣梭子蟹的盐度适应性

盐度是影响甲壳动物生长的重要因子, 其与甲壳类幼体的发育密切相关, 陈昌生等^[15]报道认为低盐或高盐对中华龙虾(*Panulirus stimpsoni*)幼体的生长、发育及蜕皮等有显著影响。本文中, 不同盐度梯度下, 三疣梭子蟹幼蟹的蜕壳和存活率都有显著差异, 且在养殖期较短的情况下, 适当的低盐胁迫对其生存和蜕壳具有一定促进作用。此外盐度还影响蟹类的分布^[16]。中华虎头蟹(*Orithyia sinica*)分布狭窄, 主要是因为其对温度和盐度的适应性较差^[17], 而锯缘青蟹(*Scylla serrata*)和中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)盐度耐受范围都较广^[18-19], 故分布也都较广。同样, 三疣梭子蟹也是一种广盐性蟹类, 分布也较广, 北起日本南部至澳大利亚的印度-西太平洋广大海域^[20]。本研究发现三疣梭子蟹幼蟹在盐度 10~35 范围内均能生长发育和存活, 在较低盐度的环境中进行短期养殖对其存活率影响不大。

3.2 盐度对三疣梭子蟹蜕壳存活的影响

蜕壳是甲壳动物得以生长的必经过程。从幼体到成体, 需要历经多次蜕壳。蜕壳周期的长短除与甲壳类本身有关外, 还取决于外界的环境因素, 例如盐度。不同盐度的海水环境下, 甲壳类蜕壳情况差异较大。荣长宽等^[21]发现低盐度会加快中国明对虾蜕皮速度; 而锯缘青蟹则是高盐生活环境的蜕壳率比低盐环境高出很多^[22], Romano 等^[23]发现对于远海梭子蟹而言, 高盐和低盐环境都延长了蜕壳周期, 减少了蜕壳增重, 降低了蟹的特定生长率。本研究发现不同盐度下, 三疣梭子蟹幼蟹的蜕壳周期和蜕壳率差异显著, 与正常盐度相比, 在

低盐或者较高盐度条件下具有较短的蜕壳周期和较高的蜕壳率, 结果表明盐度环境的胁迫在短期养殖条件下促进了其蜕壳。关于盐度对蜕壳的调节机制, 有研究认为海水盐度影响了三疣梭子蟹的渗透调节过程, 使幼蟹摄食后的食物转化和能量转换情况有差异, 最终影响其蜕壳生长状况^[13]。朱春华也曾报道^[24], 当盐度低于 10 或高于 26 时, 凡纳滨对虾(*Penaeus vannamei*)为维持自身渗透平衡, 需要耗费更多的能量。本研究结果表明, 三疣梭子蟹幼蟹在盐度 20 时的存活率和蜕壳率较低, 推测其缘由为在低盐(如盐度 10)或高盐环境(如盐度 35)中, 幼蟹在较强的盐度胁迫条件下, 应激反应越剧烈, 为维持自身渗透压平衡, 能量消耗越多, 代谢活动相对越旺盛, 所以与盐度 20 相比存活率和蜕壳率较高, 关于其转换调节的详细过程还需进一步研究。

4 结语

在三疣梭子蟹养殖过程中, 大规格苗种的培育条件可以考虑采取 10~15 的较低盐度以获得较稳定的存活率及较短的蜕壳周期, 该条件也有利于软壳三疣梭子蟹的实际生产, 缩短软壳三疣梭子蟹的生产周期, 降低养殖风险, 促进三疣梭子蟹养殖行业的发展。

参考文献:

- [1] 戴爱云, 杨思琼, 宋玉枝, 等. 中国海洋蟹类[M]. 海洋出版社, 1986:86.
- [2] 王冲, 姜令绪, 王仁杰, 等. 盐度骤变和渐变对三疣梭子蟹幼蟹发育和摄食的影响[J]. 水产科学, 2010,29(9): 510-514.
- [3] 王春琳, 母昌考, 李荣华, 等. 三疣梭子蟹单体筐养高产高效生产技术[J]. 中国水产, 2013(1):72-76.
- [4] 丁理法, 竺俊全, 周友富, 等. 锯缘青蟹大规格蟹种中间培育试验[J]. 齐鲁渔业, 2003(2):14-15.
- [5] 潘莉. 青虾大规格虾苗培育技术研究与应用[J]. 科学养鱼, 2014(1):7-8.
- [6] 董学洪, 马建社, 刘志国. 罗氏沼虾大规格苗种养殖技术[J]. 水产养殖, 2011, 12:26-29.
- [7] 华晓旭, 黄福勇, 母昌考, 等. 三疣梭子蟹软壳蟹主要营养成分分析与评价[J]. 营养学报, 2013(1): 89-90.
- [8] 舒磊, 母昌考, 王春琳, 等. 蜕壳后不同时间的软壳三疣梭子蟹常规营养成分含量变化[J]. 应用海洋学学报, 2013(2):278-282.

- [9] 黄朝辉, 母昌考, 胡丹丹, 等. 三疣梭子蟹蜕壳周期肝胰腺、外壳和鳃中钙含量的变化[J]. 生物学杂志, 2012(5):22-24.
- [10] MU Y C, WANG F, DONG S L, et al. The effects of salinity fluctuation in different ranges on intermolt period and growth of juvenile *Fenneropenaeus chinensis*[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2005, 27(2):122-126.
- [11] 隋延鸣, 高保全, 刘萍, 等. 三疣梭子蟹“黄选1号”盐度耐受性分析[J]. 渔业科学进展, 2012(2):63-68.
- [12] 韩晓琳, 王好锋, 高保全, 等. 低盐度对不同三疣梭子蟹群体幼蟹发育的影响[J]. 大连海洋大学学报, 2014, 29:31-34.
- [13] 路允良, 王芳, 高勤峰, 等. 盐度对三疣梭子蟹成熟前后呼吸代谢影响[J]. 水产学报, 2012, 36(9):1392-1399.
- [14] 高保全, 刘萍, 李健, 等. 三疣梭子蟹4个野生群体形态差异分析[J]. 中国水产科学, 2007(2):223-228.
- [15] 陈昌生, 陈政强, 胡家财, 等. 中国龙虾叶状幼体的盐度耐受力[J]. 海洋学报, 2003, 25(2):24-28.
- [16] TEAL J M. Distribution of fiddler crabs in Georgia salt marshes[J]. Ecology, 1958, 39(2):186-193.
- [17] 廖永岩, 吴蕾, 蔡凯, 等. 盐度和温度对中华虎头蟹(*Orithya sinica*)存活和摄饵的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(2):627-639.
- [18] RUSCOE I M, SHELLEY C C, WILLIAMS G R. The combined effects of temperature and salinity on growth and survival of juvenile mud crabs (*Scylla serrata*, Forskål)[J]. Aquaculture, 2004, 238(14):239-247.
- [19] 魏薇, 吴嘉敏, 魏华. 盐度对中华绒螯蟹性早熟生理机制的影响[J]. 中国水产科学, 2007, 14(2):275-280.
- [20] CARPENTER K E, NIEM V H. The living marine resources of the western central pacific[M]. Rome: FAO, 1998:66-92.
- [21] 荣长宽, 陶丙春, 郭立. 盐度变化对人工培育的中国对虾仔虾成活率及生长率的影响[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2000, 39:96-99.
- [22] HAI T N, HASSAN A B, LAW A T, et al. Effects of reduced water salinity on juveniles of the mud crab, *Scylla serrata*[C]//International Forum on the Culture of Portunid Crabs, Boracay: Philippines, 1998:57.
- [23] ROMANO N, ZENG C S. The effects of salinity on the survival, growth and *Haemolymph osmolality* of early juvenile blue swimmer crabs, *Portunus pelagicus*[J]. Aquaculture, 2006, 260(14):151-162.
- [24] 朱春华. 盐度对南美白对虾生长性能的影响[J]. 水产科技情报, 2002, 29(4):166-168.

Effects of Salinity on the Molting of Juvenile Swimming Crab (*Portunus trituberculatus*)

YANG Ze-qin, LU Shao-kun, WANG Yi-chao, HAN Ming-yang, LI Rong-hua,
MU Chang-kaio, SONG Wei-wei, WANG Chun-lin*

(School of Marine Science, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: To investigate the effects of salinity on the molting of juvenile swimming crab (*Portunus trituberculatus*), five salinity (10, 15, 20, 27 and 35) treatments are conducted to evaluate their impacts on survival rate and molt of juvenile swimming crab. Results show that salinity has a significant effect on the survival rate of *P. trituberculatus*, as well as the molt cycle and the molt frequency. Generally, the survival rate is higher for groups at salinity of 10, 15 ($89\pm0.10\%$), ($72\pm0.10\%$), and the molt cycle is relatively shorter for these two groups (18.15 ± 0.52)d, (17.51 ± 0.73)d, which also have higher molt frequency. Our preliminary experimental results suggest that during the culture of juvenile swimming crab (*P. trituberculatus*), the low salinity of 10-15 could be considered to obtain a stable survival rate and relatively shorter molt cycle.

Key words: *Portunus trituberculatus*; juvenile swimming crab; salinity; molt; survive

(责任编辑 章践立)