

温度和盐度对皱肋文蛤幼贝存活与生长的影响

栗志民¹, 刘志刚¹, 姚 茹², 骆城金¹, 颜俊飞¹

(1. 广东海洋大学水产学院 524025; 2. 广东省海洋工程职业技术学校 510320)

摘要:在室内控制条件下,研究了不同海水温度和盐度对皱肋文蛤(*Meretrix lyrata*)幼贝存活与生长的影响。结果表明:皱肋文蛤幼贝适宜生存温度为 12.2—35.6℃,最适生存温度为 24—30℃;适宜生长温度为 23.5—33.0℃,最适生长温度为 27—30℃,属典型的南方滩涂贝类。皱肋文蛤幼贝适宜生存盐度为 4.3—40.5,最适生存盐度为 11—31;适宜生长盐度为 17.1—33.4,最适生长盐度为 19—23,属广盐性滩涂贝类。该贝低温和高温敏感起始点分别为 21℃和 33℃;低盐和高盐敏感起始点分别为 9 和 33。皱肋文蛤幼贝对极端温、盐度具有一定的耐受力:在 37℃下仍可保持 6d, 100% 不死亡,在 39、41℃下分别在 3d 和 5d 内全部死亡;在 4、6、8、10、12℃下则可分别 100% 存活 3、4、6、9、11d;在盐度为 0、5、7、9 时保持 100% 存活的时间分别为 5、8、10、10d;在盐度为 33、35、37、39 时保持 100% 存活的时间分别为 7、5、3、3d,盐度 41 时当天即出现死亡。

关键词:皱肋文蛤;幼贝;温度;盐度;存活;生长

Effect of temperature and salinity on the survival and growth of *Meretrix lyrata* juveniles

LI Zhimin¹, LIU Zhigang¹, YAO Ru², LUO Chengjin¹, YAN Junfei¹

¹ Fisheries College of Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025, China

² Guangdong Oceanic Engineering Vocational and Technical School, 510320, China

Abstract: The farming of clam *Meretrix lyrata* has been successfully developed since 1987 and brought high economic and social benefits to the coastal communities. Because of it being a highly valued fishery resource especially in Vietnam, recently, *Meretrix lyrata* has become another new species with a large-scale farming potential and market prospects in the South China Sea. In this study, effects of various seawater temperatures and salinities on the survival and growth of juveniles of *Meretrix lyrata* were investigated by adopting indoor control measures, which would provide both insight into ecology of juveniles and reference for culturing and spreading of *M. lyrata*. The results showed that the suitable sea water temperature for the survival of *M. lyrata* juveniles was 12.2—35.6℃, and the optimum sea water temperature was 24—30℃; In addition, the suitable and optimum sea water temperatures for the growth of *M. lyrata* juveniles were 23.5—33.0℃ and 27—30℃ respectively, suggesting that *M. lyrata* be typical of the South intertidal shellfish. On the other hand, the suitable sea water salinity and the optimum salinities for the survival of *M. lyrata* juveniles were 4.3—40.5 and 11—31 respectively, showing that *M. lyrata* was typical of the euryhaline intertidal shellfish. Furthermore, the suitable and optimum sea water salinities for the growth of *M. lyrata* juveniles were 17.1—33.4 and 19—23 respectively. When sea water salinity was in optimal range, shell length, shell height and fresh weight of *M. lyrata* juveniles presented higher growth rates. Out of this range, however, growth rate of each character of *M. lyrata* juveniles was significantly decreased, suggesting that the culture area of *M. lyrata* should be in the low tide zone, and the estuarine area of the low salinity should be avoided for practical use. Lower and upper sensitive incipient temperatures were 21℃ and 33℃ respectively, and lower and upper sensitive incipient salinities were 9 and 33 respectively. *M. lyrata* juveniles possessed tolerance to temperature and salinity to some extent. The relative survival rate of *M. lyrata* juveniles was 100% at 37℃ for 6d, but all died at 39℃

基金项目:广东省科技攻关项目(2009B020415015);广东省海洋渔业科技推广专项(A200899E04)

收稿日期:2010-01-22; **修订日期:**2010-03-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lzg919@21cn.com

and 41℃ for 3d and 5d respectively. At 4℃, 6℃, 8℃, 10℃ and 12℃, the time for 100% survival of *M. lyrata* juveniles was 3d, 4d, 6d, 9d and 11d respectively, showing that culture management of *M. lyrata* should be strengthened in winter or summer to prevent sudden changes of sea water temperature because the South China Sea is subjected to lasting low temperatures in winter owing to strong cold weather, as well as the effect of persistent high temperature in summer. When the salinity was 0, 5, 7 and 9, *M. lyrata* juveniles showed 100% survival for 5d, 8d, 10d and 10d respectively, whereas the salinity was held at 33, 35, 37 and 39, *M. lyrata* juveniles maintained 100% survival for 7d, 5d, 3d and 3d respectively. However, death occurred with *M. lyrata* juveniles when the salinity was 41. Therefore, *M. lyrata* juveniles possessed short-term tolerance to extreme low or high salinity.

Key Words: *Meretrix lyrata*; juveniles; temperature; salinity; survival; growth

皱肋文蛤, 又名越南文蛤、琴文蛤, 隶属帘蛤目 (Veneroida), 帘蛤科 (Veneridae), 帘蛤属 (*Meretrix*), 是一种埋栖型的双壳经济贝类, 该贝主要分布在我国台湾、广西和广东, 以及越南和菲律宾^[1]。因其适应性强、养殖周期短、产量高、肉质鲜美, 已经成为我国南方海域具有规模化养殖潜力和市场前景的又一新品种。对该贝进行人工育苗、规模化养殖与推广日益为水产工作者所关注。

目前, 国外学者先后研究了皱肋文蛤对微量元素元素的生物富集和净化作用^[2]; 评估了该品种的营养成分^[3]; 调查了越南区域存在该品种海域的环境因子、养殖生物学及群体动态分布模式^[4-6]。国内学者仅研究了该品种的苗种繁育, 尽管皱肋文蛤规模化人工育苗技术取得了突破性进展, 某种程度上解决了该贝的种苗瓶颈问题, 然而在育苗及中培过程中对温度和盐度的把握仍处在经验阶段。温度和盐度作为养殖环境的重要因子, 对双壳类的存活和生长有显著影响^[7-11]。进行皱肋文蛤温度和盐度适应性的研究, 将有利于深层次了解该贝的养殖生态。本文以皱肋文蛤幼贝为实验材料, 研究了室内控制条件下不同温度和盐度对其存活及生长的影响, 旨在为皱肋文蛤幼贝生态学提供基础理论, 为在高温多雨的南方海域的养殖推广提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

实验在湛江银浪海洋生物技术有限公司水产种苗场进行。从该种苗场的同一批贝苗中随机抽取 120 个健康皱肋文蛤幼贝, 鲜重 (16.34 ± 7.3) mg, 壳长 (3.98 ± 0.65) mm, 壳高 (3.44 ± 0.53) mm。幼贝经 7d 暂养后进行实验, 暂养期间海水温度 28.4—30.2℃, 盐度 19.7—21.7, pH 8.0—8.2。

1.2 方法

1.2.1 温度试验

试验水温设置在 4—41℃ 范围内, 在 4—12℃ 和 35—41℃ 以 2℃ 为梯度, 15—33℃ 以 3℃ 为梯度, 共设置 16 个组和一个常温对照组 (28.4—30.2℃), 每组设 3 个重复组。各组温度控制采用曹伏君等^[12]方法, 使用电触点水银温度计、500 W 石英加热管、1000W 电子继电器及人工冰袋进行控温, 各组温度精度控制在 ± 0.2 ℃。

试验塑料桶 (120L) 底部铺 3cm 厚白沙, 水位高出沙面 30cm, 将暂养 7d 后的皱肋文蛤幼贝按 30 枚/组随机分成 17 组放入各试验桶中, 按 ± 1 ℃·4h⁻¹ 的升降温速率达到各个预设温度后计时。试验期间, 持续微充气, 以湛江等鞭金藻 (*Isochrysis zhanjiangensis*) 和亚心型扁藻 (*Platymonas subcordiformis*) 体积比按 2:3 混合投喂, 保持水体藻细胞密度在 1×10^4 cell·mL⁻¹ 以上, 保证水中饵料充足。投饵前, 需先消除饵料的温差, 以免影响各组温度。各组每天等温换水 1/2。试验在室内完成, 自然光照, 海水盐度 19.7—21.7, pH 8.0—8.2, 水中溶氧 (DO) > 5mg·L⁻¹, 氨氮 (NH₄⁺-N) < 0.05 mg·L⁻¹。每天统计幼贝存活情况, 实验结束时测量所有幼贝壳长、壳高和鲜重, 试验进行 20d。

1.2.2 盐度试验

根据预实验结果, 试验海水盐度范围 0—41, 盐度从 5—41 以 2 为梯度, 共设 20 个盐度组, 每个盐度梯度设 3 个重复组。其中 21.0 为当时当地海水盐度, 做对照组。各组盐度梯度是通过向过滤海水中加经曝气的

淡水或加人工海水精配制。

试验在 120L 塑料桶中进行,底部铺 3cm 厚白沙,水位高出沙面 30cm,将暂养 7d 后的皱肋文蛤幼贝按 30 枚/组随机分成 21 组放入各试验桶中,盐度按每小时升高或降低 2 的速率调整到各个预设盐度后计时,试验期间,持续微充气,投饵方案同 1.2.1。投饵前,需先消除饵料的比重差,以免影响各组盐度。各组每天等盐换水 1/2。试验在室内完成,自然光照,海水温度 28.4—30.2℃,pH 8.0—8.2,水中溶氧(DO) > 5 mg·L⁻¹,氨氮(NH₄⁺-N) < 0.05 mg·L⁻¹。每天统计幼贝存活情况,实验结束时测量所有幼贝壳长、壳高和鲜重,试验进行 20d。

1.3 指标测定

1.3.1 存活率与相对存活率的测定

存活率(R_s) = (存活数/个体总数) × 100%; 相对存活率(P) = (实际观察存活率/对照组存活率) × 100%。死亡的界定以贝壳张开、外套膜收缩为标准。

1.3.2 鲜重、壳长、壳高日增长率的测定

实验结束时,测定并计算各组所有剩余幼贝的平均鲜重(W_1)、壳长(L_1)、壳高(H_1),并与初始平均鲜重(W_0)、壳长(L_0)、壳高(H_0)相比较。按如下公式分别计算平均鲜重、平均壳长和平均壳高日增长率:平均鲜重日增长率 R_w (mg·d⁻¹) = ($W_1 - W_0$)/($t_1 - t_0$)、平均壳长日增长率 R_L (mm·d⁻¹) = ($L_1 - L_0$)/($t_1 - t_0$),平均壳高日增长率 R_H (mm·d⁻¹) = ($H_1 - H_0$)/($t_1 - t_0$)。其中,式中 t_1 和 t_0 分别为实验结束和开始时的时间。壳长、壳高测量采用游标卡尺,鲜重测量时用滤纸吸干壳表水分,用 SHIMADZUAUY120 电子天平(精确度 0.1mg)测量鲜重。死亡幼贝的鲜重、壳长和壳高视为与初始鲜重、壳长和壳高相等,增长率视为零。

1.3.3 适宜生存温度及最适生存温度的界定

在试验周期 20d 里,以幼贝不再出现死亡的时间作为幼贝 50% 出现死亡的考察时间,以幼贝 50% 死亡的温度作为生存临界温度,高低两端生存临界温度之间的温度范围则为幼贝适宜生存温度,把经过多重比较无明显差异的存活率最高的几个实验组对应的温度作为最适生存温度^[12]。临界温度采用二点法计算^[11],公式为: $LS_{50} = C_1 + [(P_1 - 50\%)/(P_1 - P_2)] \times (C_1 - C_2)$, 其中 C_1 、 C_2 分别为存活率接近 50% 的高低端温度, P_1 、 P_2 为相应的相对存活率。

1.3.4 适宜生长温度与最适生长温度的界定

采用实验期间鲜重、壳长和壳高日增长率为最快一组日增长率的 30% 所对应的温度作为鲜重、壳长和壳高增长临界温度(其求法同样采用二点法),把高、低端增长临界温度之间的范围分别作为上述 3 指标的适宜增长温度。而把经过多重比较无显著差异的生长最好的几个实验组所对应的温度范围分别作为上述 3 指标的最适增长温度。最适生长温度是上述 3 指标增长温度的重叠部分^[12-13]。

1.3.5 低温和高温敏感起始点的界定

采用 Duncan 法多重比较结果显示存活率与常温对照组有显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)差异的低温端最高温度或高温端最低温度作为低温或高温敏感起始点^[11]。

皱肋文蛤幼贝适宜生存盐度、最适生存盐度、适宜生长盐度、最适生长盐度,以及低盐和高盐敏感起始点的界定同温度。

1.3.6 数据分析

实验数据采用平均值(M) ± 标准差(SD)表示,使用 SPSS (13.0) 分析软件对数据进行单因素方差分析(ANOVA),并结合 Duncan 法进行多重比较来检验处理间的差异显著性($P < 0.05$);使用 Excel(2003)作图。

2 结果

2.1 海水温度对幼贝存活和生长的影响

2.1.1 适宜生存温度和最适生存温度

经过 20d 的培养试验,在 4、6、8℃ 的低温组,以及 37、39、41℃ 的高温组中,皱肋文蛤幼贝全部死亡(图

1)。在试验周期中,皱肋文蛤幼贝在 17d 后其余各温度组不再出现死亡,因此以 17d 作为幼贝 50% 出现死亡的考察时间,以 17d 幼贝 50% 死亡的温度作为生存临界温度。以平均相对存活率为依据,采用二点法,计算 17d 的 LS_{50} 低端存活临界温度为 12.2℃,高端为 35.6℃。得出皱肋文蛤幼贝适宜生存温度 12.2—35.6℃。在临界温度范围内,对各温度组的平均相对存活率进行单因素方差分析,结果表明,温度对皱肋文蛤幼贝的存活率产生显著的影响 ($P < 0.05$),多重比较结果显示,幼贝低温和高温敏感起始点分别为 21℃ 和 33℃;温度为 24、27、30℃ 的 3 个温度组存活率均在 98% 以上,彼此间差异不显著 ($P > 0.05$),因此,可以认为幼贝的最适生存温度为 24—30℃。

2.1.2 鲜重增长的适宜温度和最适温度

试验结果表明,不同温度对皱肋文蛤幼贝鲜重日增长率产生显著的影响 ($P < 0.05$) (图 2)。当温度为 27℃ 时,具有最高的鲜重日增长率 0.36 $\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。采用二点法,求得幼贝鲜重日增长适宜温度为 21.0—33.0℃。经多重比较,温度为 27℃、30℃ 的 2 个组的幼贝鲜重日增长率差异不显著 ($P > 0.05$),因此,可以认为皱肋文蛤幼贝鲜重增长最适温度为 27—30℃。

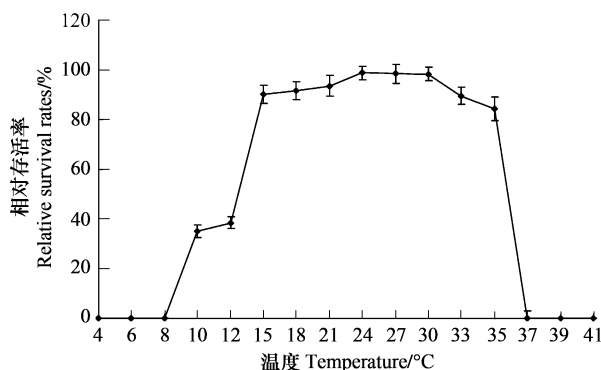


图 1 不同温度下皱肋文蛤幼贝相对存活率

Fig. 1 Relative survival rates of juveniles *Meretrix lyrata* at different temperature

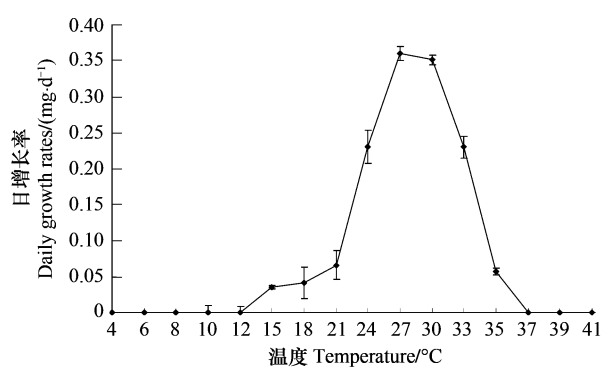


图 2 不同温度下皱肋文蛤幼贝鲜重日增长率

Fig. 2 Daily growth rates of fresh weight of juveniles *Meretrix lyrata* at different temperature

2.1.3 壳长、壳高增长的适宜温度和最适温度

如图 3 所示,不同温度对皱肋文蛤幼贝壳长、壳高日增长率产生显著的影响 ($P < 0.05$)。当温度为 27℃ 时,幼贝壳长、壳高日增长率最高,分别为 44.66 和 38.40 $\mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ 。壳长增长临界温度的低端在 18—21℃,高端在 35—37℃,壳高增长临界温度的低端在 21—24℃,高端在 35—37℃。采用二点法计算和多重比较表明,壳长增长的适宜温度为 23.5—35.2℃,最适温度为 27—30℃;幼贝壳高增长的适宜温度为 21.4—35.3℃,最适温度为 27—30℃。

2.1.4 适宜生长温度和最适生长温度

根据适宜生长温度和最适生长温度的界定标准,将鲜重适宜增长温度 (21.0—33.0℃)、壳长适宜增长温度 (23.5—35.2℃) 和壳高适宜增长温度 (21.4—35.3℃) 的重叠部分作为幼贝的适宜生长温度,即皱肋文蛤幼贝适宜生长温度为 23.5—33.0℃。将鲜重最适增长温度 (27—30℃)、壳长最适增长温度 (27—30℃) 和壳高最适增长温度 (27—30℃) 的重叠部分作为幼贝的最适生长温度,即皱肋文蛤幼贝最适生长温度为 27—30℃。

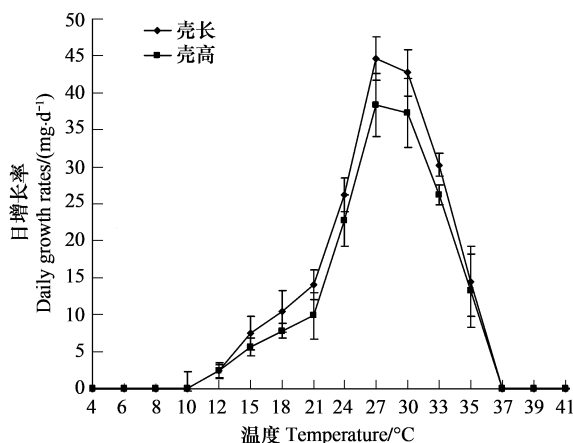


图 3 不同温度下皱肋文蛤幼贝壳长、壳高日增长率

Fig. 3 Daily growth of shell length and shell height of juveniles *Meretrix lyrata* at different temperature

2.2 海水盐度对幼贝存活和生长的影响

2.2.1 适宜生存盐度和最适生存盐度

试验结果表明,16d 后各盐度组皱肋文蛤幼贝不再出现死亡,因此以 16d 作为幼贝 50% 出现死亡的考察时间,以 16d 幼贝 50% 死亡的盐度作为生存临界盐度。以平均相对存活率为依据,采用二点法和多重比较,低端存活临界盐度(LS_{50})为 4.3,高端为 40.5。因此得出皱肋文蛤幼贝适宜生存盐度 4.3—40.5;幼贝低盐和高盐敏感起始点分别为 9 和 33;幼贝的最适生存盐度为 11—31(图 4)。

2.2.2 鲜重增长的适宜盐度和最适盐度

试验结果表明,不同盐度对皱肋文蛤幼贝鲜重日增长率产生显著的影响($P < 0.05$)(图 5)。当盐度为 21 时,具最大鲜重日增长率 $0.52 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。鲜重增长临界盐度的低端在 15—17,高端在 33—35,采用二点法,求得幼贝鲜重增长的适宜盐度为 15.2—34.9。经多重比较,皱肋文蛤幼贝鲜重增长的最适盐度为 19—25。

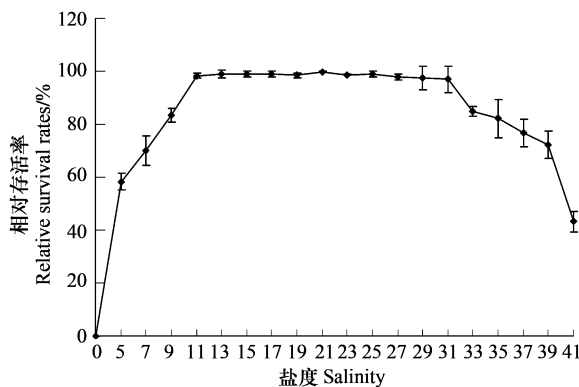


图 4 不同盐度下皱肋文蛤幼贝相对存活率

Fig. 4 Relative survival rates of juveniles *Meretrix lyrata* at different salinity

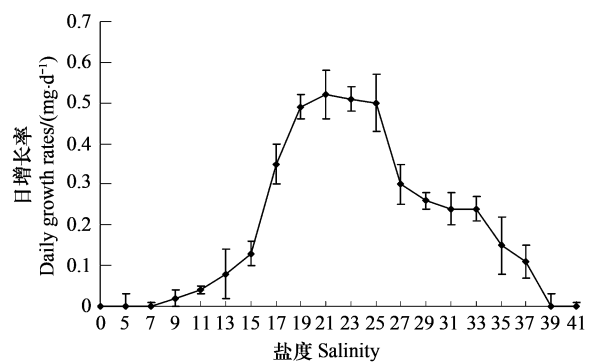


图 5 不同盐度下皱肋文蛤幼贝鲜重日增长率

Fig. 5 Daily growth rates of fresh weight of juveniles *Meretrix lyrata* at different salinity

2.2.3 壳长、壳高增长的适宜盐度和最适盐度

如图 6 所示,不同盐度对皱肋文蛤幼贝壳长、壳高日增长率产生显著的影响($P < 0.05$)。当盐度为 21 时,幼贝壳长、壳高日增长率最高,分别为 24.39 和 $22.10 \mu\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ 。经二点法计算和多重比较,皱肋文蛤幼贝壳长增长的适宜盐度为 17.1—33.4,最适盐度为 19—23;壳高增长的适宜盐度为 16.1—34.3,最适盐度为 19—23。

2.2.4 适宜生长盐度和最适生长盐度

根据适宜生长盐度和最适生长盐度的界定标准,将鲜重适宜增长盐度(15.24—34.87)、壳长适宜增长盐度(17.1—33.4)和壳高适宜增长盐度(16.1—34.3)的重叠部分作为幼贝的适宜生长盐度,即皱肋文蛤幼贝适宜生长盐度为 17.1—33.4。将鲜重最适增长盐度(19—25)、壳长最适增长盐度(19—23)和壳高最适增长盐度(19—23)的重叠部分作为幼贝的最适生长盐度,即皱肋文蛤幼贝最适生长盐度为 19—23。

2.3 幼贝对低温和高温耐受性

在低温端 $4\text{--}12^\circ\text{C}$,温度为 4°C 和 8°C 时,幼贝出现死亡的时间分别为第 4 天、第 5 天和第 7 天,出现 50% 的死亡时间分别约为第 7 天、第 8 天和第 11 天。温度为 10°C 和 12°C 时,幼贝出现死亡的时间分别为第

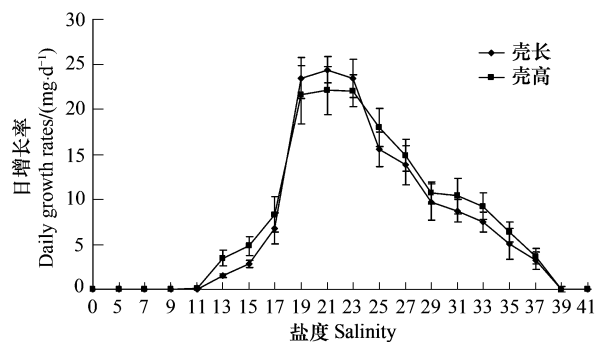


图 6 不同盐度下皱肋文蛤幼贝壳长、壳高日增长率

Fig. 6 Daily growth of shell length and shell height of juveniles *Meretrix lyrata* at different salinity

10 天和第 12 天, 出现 50% 的死亡时间分别约为第 15 天和第 16 天, 第 17 天, 第 18 天开始, 幼贝不再出现死亡, 保持存活率分别为 35% 和 38.4% (图 7)。在高温端, 温度为 37℃ 时, 第 7 天幼贝出现死亡, 第 10 天幼贝存活率不足 50%。培育温度为 39℃ 时, 第 2 天幼贝出现死亡, 第 3d 幼贝死亡率超过 50%, 第 5 天幼贝全部死亡。温度为 41℃ 时, 第 1 天幼贝出现死亡, 第 3 天全部死亡 (图 8)。可见, 皱肋文蛤幼贝对高温端 (39—41℃) 较敏感外, 对其它极端低温和高温具有短时间的低温和高温耐受力。

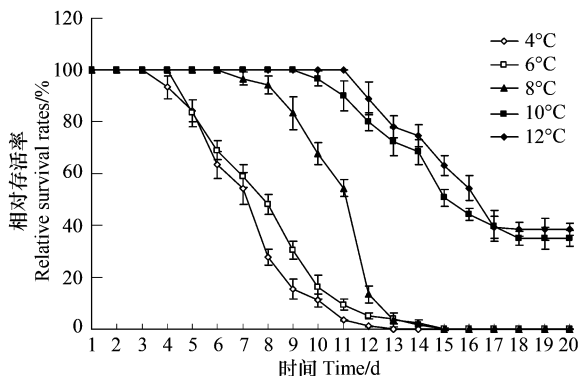


图 7 低温端皱肋文蛤幼贝相对存活率随时间的变化

Fig. 7 Relative survival rate changes with time in low temperature end for juveniles *Meretrix lyrata*

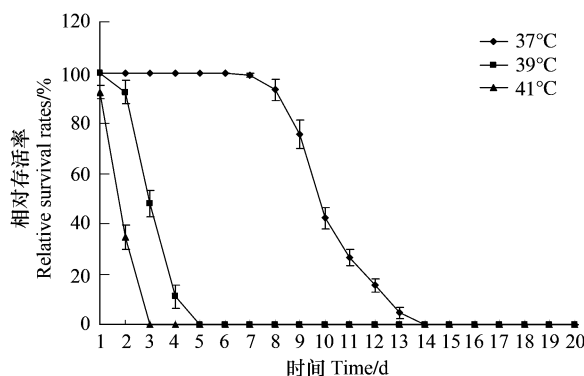


图 8 高温端皱肋文蛤幼贝相对存活率随时间的变化

Fig. 8 Relative survival rate changes with time in high temperature end for juveniles *Meretrix lyrata*

2.4 幼贝对低盐和高盐耐受性

实验结果表明, 实验期间, 在低盐端, 除了盐度为 0 时, 幼贝全部死亡, 其余各盐度组 (5—9), 幼贝存活率均在 58.3% 以上 (图 9); 而在高盐端, 除了盐度为 41 时, 其它各盐度组 (33—39), 幼贝存活率均在 72.3% 以上 (图 10)。由此, 幼贝对低盐和高盐均具有较强的耐受性。

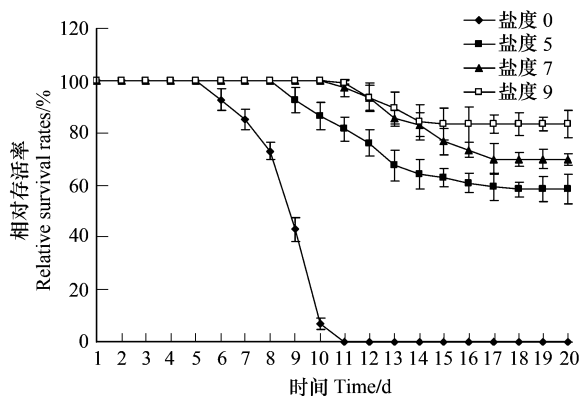


图 9 低盐端皱肋文蛤幼贝相对存活率随时间的变化

Fig. 9 Relative survival rate changes with time in low salinity end for juveniles *Meretrix lyrata*

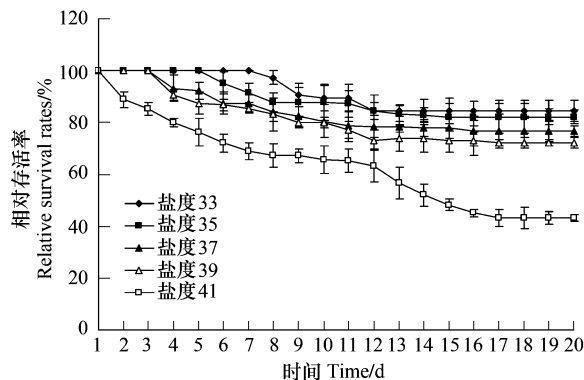


图 10 高盐端皱肋文蛤幼贝相对存活率随时间的变化

Fig. 10 Relative survival rate changes with time in high salinity end for juveniles *Meretrix lyrata*

3 讨论

海水温度和盐度是影响海洋生物存活和生长的重要环境因子, 当二者中的一个因子控制在安全范围, 通过单因素实验能够反映生物对温度或盐度的适应性^[14]。本文采用单因素实验设计研究温度和盐度对皱肋文蛤幼贝存活和生长的影响, 也证实了这个结论, 同时支持了 Tettelbach^[15]、刘志刚^[13]和赵匠^[16]的结果。贝类对温度和盐度的适应能力与种类的遗传性和个体的生理状态有关, 而与其个体大小关系不明显, 同种类的所有大小的个体都以相同方式对温度和盐度作出反应^[17-18]。本文皱肋文蛤幼贝实验规格为鲜重 ($16.34 \pm$

7.3) mg、壳长 (3.98 ± 0.65) mm、壳高 (3.44 ± 0.53) mm, 研究温度、盐度与幼贝存活和生长的关系可大体反映出该种类对温、盐度的适应能力, 同时为该品种幼贝的养殖学理论提供基础, 为该品种的中间培育奠定实践依据。

皱肋文蛤幼贝在 12.2—35.6℃ 海水中均可生存, 生存水温范围的低端高于缢蛏 (10—35℃)^[8]、文蛤 (4—36.1℃)^[12]、墨西哥湾扇贝 (5—33℃)^[19] 的稚贝。此外, 该贝最适生存温度为 24—30℃, 表明该种类适于在温度较高的南方海域中养殖。皱肋文蛤幼贝的最适生长温度为 27—30℃, 它的最适生长温度的低温端比南北均有养殖的青蛤的 24—30℃^[7]、泥蚶的 25—30℃^[10]、墨西哥湾扇贝的 24—28℃^[11]、西施舌的 25.5—27.4℃^[20] 分别高出 3、2、3℃ 和 1.5℃, 更说明了该品种的热带、亚热带性质, 实际上, 该品种原来在我国极少或没有分布, 由于 20 世纪 90 年代养殖户从越南引进广东养殖后, 才出现在广东的一些海域。

实验结果表明, 皱肋文蛤幼贝生存的盐度范围 4.3—40.5, 属典型的广盐性的滩涂贝类, 这与该贝生活在潮间带的滩涂上, 受突变盐度影响的机会多, 从而在漫长的进化过程中形成适应大范围的变化特性相适应^[10]。该贝的最适生存盐度 11—31, 比青蛤 (20—25)^[7]、缢蛏 (12.4—16.3)^[8] 和毛蚶 (23—33)^[21] 最适生存盐度范围更为宽广, 这与该贝在高温多雨的南方海域存活和生长相适应。幼贝在盐度为 19—23 时, 壳长、壳高和鲜重均具有较高的增长率, 超出该范围, 随盐度的升降, 幼贝各指标的增长均明显下降。因此, 该贝的养殖区宜选择在中低潮区, 避免选择在河口海水盐度较低的海区。

皱肋文蛤幼贝对极端温、盐度具有一定的耐受力。在 4、6、8、10、12℃ 下则可分别 100% 存活 3、4、6、9、11d, 可见幼贝短时间对低温呈现出一定耐受力; 在 37℃ 下仍可保持 7d, 100% 不死亡; 在 39、41℃ 下分别在 3d 和 5d 内全部死亡, 可见, 除了 37℃, 幼贝呈现出短时耐受力外, 而对 39、41℃ 耐受极差。我国南方海域易于受到冬季持续低温阴雨、强降温天气, 以及夏季持续高温的影响。因此, 皱肋文蛤的养殖应加强冬、夏季的管理, 预防水温骤变对该贝带来损失。在盐度 0、5、7、9 时保持 100% 存活的时间分别为 5、8、11、11d; 在盐度 33、35、37、39 时保持 100% 存活的时间分别为 7、5、3、3d, 盐度 41 时, 7d 内能够保持约 70% 以上的存活率。可见幼贝对极端低盐和高盐均呈现出短时较强的耐受能力。贝类属变渗透压动物, 能够根据周围环境海水的不同盐度而改变其渗透压, 以利于摄食和生长, 但盐度变化幅度过大对贝类的生长和存活等方面都会产生影响^[17, 22-24]。本实验结果表明, 在低盐端为 5—9 或高盐端 33—39, 对皱肋文蛤幼贝的存活影响较小, 但对其壳长、壳高和鲜重的增长影响显著; 在低盐端, 幼贝各指标几乎不生长, 在高盐端, 生长同样受阻。因此, 再次证实皱肋文蛤幼贝宜选择在中低潮区、盐度为 19—23 的海区, 以利于幼贝的存活和生长。

References:

- [1] Cai Y Y, Xie S H. Seashells of Guangdong. Shantou: Shantou University Press, 2006: 344-345.
- [2] Nuggeoda D, Phuong P, Nguyen D, Chu P. Bioaccumulation and Depuration of Complexed and Uncomplexed Trace Metals by the Asian Clam *Meretrix lyrata* from Vietnam. Goteborg, 2009 Annual Meeting of the UK branch of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC 2009), 2009.
- [3] Luc N T, Thoa N V. Chemical composition and nutrient value lyrate hard clam *Meretrix lyrata*. Fisheries Review: 2003, 4: 14-16.
- [4] Hao N V, Hung N D, Thanh P C, Minh T Q, Tung N T. Environmental parameters, biology and stocks of *Meretrix lyrata* in the Mekong delta, Vietnam//Proceedings of the 10th International Congress and Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme. Phuket: Phuket Marine Biological Center, 2000, 2(1): 272-273.
- [5] Tri N N, Lin C K. Mollusc culture system and environmental conditions in Can Gio District, Ho Chi Minh City, Vietnam//Proceedings of the ninth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme. Phuket: Phuket Marine Biological Center, 1999, 19(1): 185-190.
- [6] Thom P V, Tuan V S. Preliminary studies on the relationship between environmental conditions and distribution of some bivalves in the coastal waters of South Vietnam//Proceedings of the ninth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme (TMMP). Phuket: Phuket Marine Biological Center, 1999, 19(1): 249.
- [7] Wang D, Xu S L, You Z J, Lin S Z. The effects of temperature and salinity on the incubation of *Cyclina sinensis* and survival, growth and metamorphosis of *C. sinensis* larvae and juveniles. Acta Hydrobiologia Sinica, 2005, 29(5): 495-501.
- [8] Lin B S, Wu T M. The relations of temperature and salinity to the survival and growth of *Sinonovacula constricta*. Journal of Fisheries of China,

- 1986, 10(1): 41-50.
- [9] Lin B S, Wu T M, Hang B Z. The effects of temperature and salinity on the growth and development of spats of the clam *Ruditapes philippinarum*. Journal of Fisheries of China, 1983, 7(1):15-23.
- [10] You Z J, Xu S L, Bian P J, Chen J. The effects of temperature and salinity on the growth and survival of *Tegillarca granosa* larvae and juveniles. Acta Oceanologica Sinica, 2001, 23(6): 108-113.
- [11] Liu Z G, Wang H, Li Z M, Zheng Y L. Upper incipient lethal temperature of *Argopecten irradians concentricus* Say. Journal of Fishery Science of China, 2007, 14(5): 778-785.
- [12] Cao F J, Liu Z G, Luo Z J. The effects of temperature and salinity on the growth and survival of juveniles *Meretrix meretrix* Linnaeus. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20(10):2545-2550.
- [13] Liu Z G, Wang H, Li Z M, Zheng Y L. Effect of temperature on growth of *Argopecten irradians concentricus* of various sizes. Journal of Tropical Oceanography, 2007, 26(5): 47-52.
- [14] Castagna M. Culture of the bay scallop, *Argopecten irradians* Lamark, in Virginia. Marine Fisheries Review, 1975, 37: 19-24.
- [15] Tettelbach S T, Rhodes E W. Combined effects of temperature and salinity on embryos and larvae of Northern Bay scallop, *Argopecten irradians*. Marine Biology, 1981, 63: 249-256.
- [16] Zhao J. Effects of temperature on growth of sqata of *Semisulcospira decipiens*. Journal of Beihua University, 2001, 2(6): 481-482.
- [17] He Y C, Zhang F S. Salinity tolerance of the southern bay scallop *Argopecten irradians concentricus*. Acta Oceanologica Sinica, 1999, 21(4): 87-91.
- [18] Thivakaran G A, Kasinathan R. Salinity, temperature and desiccation tolerance of intertide Gastropoda. Indian Journal of Marine Sciences, 1990, 19(1):57-60.
- [19] You Z J, Lu D X, Ma B, Chen Q J. Effect of the temperature on growth and survival of *Argopecten irradians concentricus* larvae and juveniles. Fisheries Science, 2003, 22(1): 8-10.
- [20] Liu D J, Zhang K C, Huang D R. Effect of environmental factors on growth and development of juvenile *Coelomacra antiquata*. Journal of Zhanjiang Ocean University, 2006, 26(3): 31-35.
- [21] Shi X Y, You Z J, Shen W L, Liu W J. Effect of salinity on growth and survival in juvenile clam *Scapharca subcrenata*. Fisheries Science, 2007, 26(10): 554-556.
- [22] He Y C, Zhang F S. The influence of environmental salinity on various developmental stages of the bay scallop *Argopecten Irradians* Lamark. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 1990, 21(3): 197-204.
- [23] Lin R C, Chen M, Lin B S. Effects of temperature and salinity on attachment and metamorphosis of bay scallop larvae. Journal of Oceanography in Taiwan Strait, 1989, 8(1):60-67.
- [24] He Y C, Zhang F S. Effect of salinity on embryo and larval development of the Southern Bay scallop *Argopecten irradians concentricus* Say. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 1998, 16(1): 91-95.

参考文献:

- [1] 蔡英亚, 谢绍河. 广东的海贝. 汕头: 汕头大学出版社, 2006: 344-345.
- [7] 王丹, 徐善良, 尤仲杰, 林少珍. 温度和盐度对青蛤孵化及幼虫、稚贝存活与生长变态的影响. 水生生物学报, 2005, 29(5): 495-501.
- [8] 林笔水, 吴天明. 温度和盐度同缢蛏稚贝存活与生长的关系. 水产学报, 1986, 10(1): 41-50.
- [9] 林笔水, 吴天明, 黄炳章. 温度和盐度对菲律宾蛤仔稚贝生长及发育的影响. 水产学报, 1983, 7(1): 15-23.
- [10] 尤仲杰, 徐善良, 边平江, 陈坚. 海水温度和盐度对泥蚶幼虫和稚贝生长及存活的影响. 海洋学报, 2001, 23(6): 108-113.
- [11] 刘志刚, 王辉, 栗志民, 郑云龙. 墨西哥湾扇贝高起始致死温度的研究. 中国水产科学, 2007, 14(5): 778-785.
- [12] 曹伏君, 刘志刚, 罗正杰. 海水温度和盐度对文蛤稚贝生长及存活的影响. 应用生态学报, 2009, 20(10): 2545-2550.
- [13] 刘志刚, 王辉, 栗志民, 郑云龙. 温度对不同大小墨西哥湾扇贝生长的影响. 热带海洋学报, 2007, 26(5): 47-52.
- [16] 赵匠. 温度对日本木崎湖 *Semisulcospira decipiens* 稚贝生长发育的影响. 北华大学学报, 2001, 2(6): 481-482.
- [17] 何义朝, 张福绥. 墨西哥湾扇贝稚贝对盐度的耐受力. 海洋学报, 1999, 21(4): 87-91.
- [19] 尤仲杰, 陆丹霞, 马斌, 陈清建. 温度对墨西哥湾扇贝幼虫和稚贝生长与存活的影响. 水产科学, 2003, 22(1): 8-10.
- [20] 刘德经, 张克存, 黄德尧. 环境因素对西施舌稚贝生长发育的影响. 湛江海洋大学学报, 2006, 26(3): 31-35.
- [21] 施详元, 尤仲杰, 沈伟良, 刘伟健. 盐度对毛蚶生长和存活的影响. 水产科学, 2007, 26(10): 554-556.
- [22] 何义朝, 张福绥. 盐度对海湾扇贝不同发育阶段的影响. 海洋与湖沼, 1990, 21(3): 197-204.
- [23] 林瑞才, 陈敏, 林笔水. 温度和盐度对海湾扇贝幼虫附着及变态的影响. 台湾海峡, 1989, 8(1): 60-67.