

文章编号: 1004-2490(2024)03-0343-10

盐度对中华绒螯蟹繁殖性能的影响

贺露露^{1,2}, 耿智², 黄晓荣^{1,2,3}, 冯广朋^{1,2,3}, 庄平^{1,2,3},
赵峰^{1,2,3}, 张涛^{1,2,3}, 杜楠^{2,4}, 李春波^{1,2}

(1. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306; 2. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室, 上海 200090;
3. 上海长江口渔业资源增殖和生态修复工程技术研究中心, 上海 200090;
4. 南京农业大学无锡渔业学院, 江苏无锡 214081)

摘要: 为研究盐度对中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 繁殖性能的影响, 开展了不同盐度梯度下亲蟹的交配 (盐度 0、2、4、6、8, 后续补充盐度 1、3、5)、产卵 (盐度 0、3、6、9、12、15、18、21) 及其胚胎孵化 (盐度 0、3、6、9、12、15、18、21) 实验。测定并分析不同盐度下亲蟹的交配率、产卵率、胚胎孵化率、性腺成熟系数 (GSI)、肝胰腺指数 (HSI)、产卵量、生殖指数和生殖力等指标。结果表明: 1) 中华绒螯蟹可交配的最低盐度为 1, 在此盐度下雌蟹的平均交配率为 $(6.67 \pm 5.77)\%$, 适宜交配的盐度范围为 4~21; 能够正常产卵的最低盐度为 6, 适宜产卵的盐度范围为 9~21; 2) 在盐度 0~21 环境下, 当盐度为 0 时, 中华绒螯蟹胚胎虽可继续发育, 但不能孵化出膜, 其他盐度下的孵化率均随着培养时间的延长逐渐升高。当盐度为 15 时, 胚胎的孵化率最高, 盐度 15 中第 15 天时平均孵化率达到了 $(70.00 \pm 5.23)\%$; 3) 在盐度 0~8 范围内, 雌雄蟹交配后各盐度组间 HSI 均无显著差异 ($P > 0.05$), 雌蟹 GSI 随盐度升高表现出先上升后下降的趋势, 雄蟹 GSI 则先下降后上升; 4) 在盐度 6~21 范围内, 随盐度的升高, 雌蟹的产卵量、生殖力及生殖指数均呈现先上升后下降的变化趋势。当盐度为 6 时, 雌蟹的产卵量和生殖指数均为最低 ($P < 0.05$), 分别为 (13.26 ± 2.99) 万粒和 $(5.47 \pm 1.70)\%$ 。当盐度升至 18 时, 雌蟹的产卵量、生殖指数和生殖力均达到峰值, 分别为 (31.83 ± 2.61) 万粒、 $(11.45 \pm 1.70)\%$ 和 (0.51 ± 0.05) 万粒 $\cdot g^{-1}$, 且与其他各盐度组间有显著性差异 ($P < 0.05$)。综上所述, 中华绒螯蟹交配、产卵的盐度下限阈值分别为 1 和 6, 适宜交配的盐度范围为 4~21, 适宜产卵的盐度范围为 9~21; 从原肠期开始, 胚胎最佳孵化盐度为 15, 适宜孵化的盐度范围为 12~18; 中华绒螯蟹在盐度 18 时繁殖性能最佳。研究表明, 水体盐度对中华绒螯蟹亲蟹交配、产卵及胚胎孵化等具有一定影响。研究确立了中华绒螯蟹交配、产卵和胚胎孵化的最低盐度值及适宜盐度范围, 可以为中华绒螯蟹的繁育生物学研究提供基础资料, 也可为合理划分长江口中华绒螯蟹繁育场提供科学依据和参考。

关键词: 中华绒螯蟹; 盐度; 繁殖性能; 交配; 产卵; 胚胎孵化

中图分类号: S 917.4 **文献标志码:** A

中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*), 隶属十足目 (Decapoda), 方蟹科 (Grapsidae), 绒螯蟹属, 又名河蟹、大闸蟹, 是广泛分布于我国沿海及通海水域的长距离洄游性物种。中华绒螯蟹是长江下

游流域重要的渔业资源物种, 具有重要的经济和生态效益^[1-2]。因其亲体 (冬蟹) 的降海洄游和幼体 (蟹苗) 的溯河洄游而形成的捕捞蟹汛, 曾是长江口“五大渔汛”之一。中华绒螯蟹是典型的

收稿日期: 2023-12-10

基金项目: 国家重点研发计划 (2022YFF0608204); 上海市中华绒螯蟹现代农业产业技术体系项目 (沪农科产字 2017-4 号); 国家自然科学基金面上项目 (31972795); 中国水产科学研究院东海水产研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (2023TD14); 国家科技资源共享服务平台

作者简介: 贺露露 (1996—), 女, 硕士研究生, 研究方向为水生生物生理生态学。E-mail: 2191473839@qq.com

通信作者: 黄晓荣, 副研究员。E-mail: hxr828@126.com

广盐性高渗透调节类水生生物^[3],在降海洄游过程中,其性腺逐渐发育,并需在半咸水中发育成熟方可进行交配、产卵;而其溯河洄游行为则是因为大眼幼体或仔蟹的趋淡习性驱动,在淡水中其可以获得充足的饵料以满足生长发育过程中的营养需求^[4]。

目前,国内外有关盐度对中华绒螯蟹影响的报道多集中于研究其渗透压调节^[5-6]、代谢^[7]及幼蟹的早期养殖^[8-9],关于盐度对中华绒螯蟹亲蟹交配、产卵及繁育性能等方面的研究尚未见详细报道。盐度刺激是中华绒螯蟹交配和产卵的重要条件^[10],但是中华绒螯蟹交配、产卵及其胚胎孵化等不同阶段对盐度的要求并不一致,耿智^[11]在长江口调查中发现,中华绒螯蟹的产卵水域分布在九段沙南部、北槽深水航道及横沙浅滩至崇明浅滩水域,且发现抱卵蟹在盐度 0.01 ~ 17.69 水域中均有分布,而适宜的盐度范围为 6 ~ 14。也有学者指出,在盐度为 8 ~ 25 的水体中雌蟹可顺利进行交配,但产卵时盐度需大于 9,过低的盐度会导致雌蟹只交配不产卵^[12]。目前已知中华绒螯蟹产卵时所需的盐度比交配时高,但有关中华绒螯蟹交配、产卵和胚胎孵化分别所需的盐度下限阈值大小尚无定论,且在不同盐度条件下亲蟹肝胰腺指数、性腺成熟系数、繁育性能是否存在差异也不清楚。据此,本实验拟分析盐度对中华绒螯蟹亲体繁殖性能指标的影响,以明确中华绒螯蟹交配、产卵和胚胎孵化的最低盐度值及适宜盐度范围,以期合理划分长江口中华绒螯蟹繁育场提供科学依据,同时为中华绒螯蟹的繁育生物学研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 中华绒螯蟹准备

实验从 2020 年 11 月中旬开始,所用亲蟹均取自江苏省高邮湖养殖场,挑选蟹肢健全、活力较好的雌蟹 240 只 $[(111.48 \pm 20.86) \text{ g}]$ 、雄蟹 120 只 $[(125.84 \pm 8.10) \text{ g}]$,共 360 只,运至中国水产科学研究院东海水产研究所实验室。雌、雄蟹一起暂养于 4 个淡水圆形玻璃钢水槽中(直径 1.8 m、高 0.8 m,水深保持在 50 cm)7 d,每缸 90 只。暂养条件为水温 $(11.5 \pm 3.5)^\circ\text{C}$ 、溶解氧 $(7.0 \pm 0.5) \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、pH 7.0 ~ 7.5。每天上午 9:00 投喂去壳缢蛏(*Sinonovacula constricta*),

投喂量为蟹体质量的 3% ~ 5%,同时清除水中的残饵,换水量根据当天水质情况定为总量的 1/2 ~ 2/3,以保证水质清洁。

1.2 实验设计

1.2.1 不同盐度下中华绒螯蟹的交配和产卵

从暂养水槽中取雌蟹 10 只、雄蟹 5 只作为一个重复组,放入用盐卤配制的 0、2、4、6、8 盐度的水槽中(直径 1.0 m、高 0.6 m),池中水深为 25 cm。每只雄蟹的甲壳上进行数字和荧光的双重标记,通过视频摄像系统(DS-2CD3T46WD-I3,杭州海康威视)对交配行为和交配过程进行监控。同时,每个盐度分别设置两个正常养殖组,一个组中放 10 只雄蟹,另一个组中放 10 只雌蟹,作为未交配对照。交配试验组和正常养殖组每个盐度均设 3 个重复。交配实验持续 20 d。20 d 后根据观察记录结果,补充了盐度 1、3、5 等 3 个梯度,旨在精确了解中华绒螯蟹交配的最低盐度阈值和适宜盐度范围。

根据课题组在长江口长期监测调查得到的中华绒螯蟹抱卵蟹的盐度分布范围(0 ~ 21),将产卵实验盐度梯度设置为 0、3、6、9、12、15、18、21,实验时从暂养水槽中取雌蟹 10 只、雄蟹 5 只作为一个重复组,放入配制成不同盐度水体的圆形水槽中(直径 1.0 m、高 0.6 m),池中水深为 25 cm。同时,为了比较雌蟹产卵前后的繁殖性能的差异,所有盐度分别设置一个未交配对照组,因正常养殖组缸的体积稍小(直径 0.8 m、高 0.5 m),因此每缸中放 8 只雌蟹。对照组和试验组均设 3 个重复。

交配实验和产卵实验期间,每天进行 4 次观察、测量并记录各组亲蟹抱对情况以及水温和盐度,时间分别设定在 08:00、12:00、16:00、20:00,水体盐度根据实测情况进行校准,使盐度控制在 ± 0.2 范围内。日常管理除盐度条件,其他与暂养期间一致。

1.2.2 不同盐度下中华绒螯蟹的胚胎孵化

在实验过程中,为避免因换水、清槽等日常管理操作及蟹产卵活动等导致雌蟹腹部卵大量流失,造成对实际孵化结果测定出现偏差,胚胎孵化选用了离体培养的方法。具体操作步骤如下:配制盐度为 0、3、6、9、12、15、18、21 共 8 个梯度的海水放置于玻璃培养皿(直径 8.5 cm、高 1.4 cm)中,每个盐度设 3 个重复。从 1.2.1 盐度 15

的水槽分别选取5只已进行交配并抱卵成功的亲蟹,从每只蟹腹部各取30~50粒胚胎放入盛有不同盐度水的培养皿中进行胚胎孵化实验,用Olympus解剖镜挑选发育正常的原肠期胚胎作为发育起始的参照^[13-14]用于观察蟹胚胎的发育状况。每天从每个培养皿中分别挑选30粒胚胎放入玻璃培养皿中观察,在显微镜下检查各组胚胎发育情况,直到所有的胚胎出膜或死亡,统计各盐度组胚胎孵化率。实验期间养殖条件与暂养期间一致。胚胎具体发育时期参照黄晓荣等^[12]方法。

1.2.3 不同盐度下中华绒螯蟹的繁殖性能

在1.2.1实验结束后,分别从低盐度2、4、6、8组4个试验组里取5只同一养殖缸中已交配的雄蟹(结合日常观察记录和视频摄像记录确定)和正常养殖未交配的雄蟹进行基本生物学测量(壳长、壳宽、体质量),解剖获得肝胰腺和性腺(雌蟹的性腺包括卵巢,雄蟹的性腺包括精巢和副性腺)并称重。实验重复3次。同时,在盐度2、4、6、8组3个重复中分别取5只已交配雌蟹进行基本生物学测量(壳长、壳宽、体质量),解剖取样(肝胰腺、性腺),统计性腺成熟系数和肝胰腺指数;在盐度6、9、12、15、18和21组3个重复中分别取5只已产卵雌蟹测量壳长、壳宽和体质量,统计性腺成熟系数、肝胰腺指数、产卵量、生殖力和生殖指数,同时从正常养殖的各盐度组重复中也分别取5只雌蟹测量壳长、壳宽和体质量,统计性腺成熟系数和肝胰腺指数作为产卵前的对照。

实验结束后,将所有剩余的雌蟹全部解剖,以雌体纳精囊中是否含有精荚作为交配成功的依据,然后统计不同盐度下的交配率和产卵率,具体计算公式如下:

肝胰腺指数(hepatosomatic index, HSI, %)
= 肝胰腺重/净体质量(去卵后的重量) × 100%

性腺成熟系数(gonadosomatic index, GSI, %)
= 性腺重/净体质量 × 100%

产卵量(egg production, 万粒·只⁻¹) = 卵块重量/单个卵重量/10 000

生殖指数(reproductive effort, %) = 卵块重量/产卵蟹体质量 × 100%

生殖力(fecundity, 万粒·g⁻¹) = 产卵量/产卵蟹净体质量/10 000

交配率(mating rate, %) = 交配雌蟹个数/雌蟹总数 × 100%

产卵率(spawning rate, %) = 产卵雌蟹个数/交配雌蟹个数 × 100%

1.3 数据处理

本文涉及的实验数据用平均值 ± 标准差(mean ± SD)表示,采用SPSS 24.0软件进行统计分析,分析前用Levene法进行方差齐性检验后采用单因素(one-way ANOVA)对实验结果进行方差分析,采用Duncan's法进行多重比较,显著性水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 盐度对雌蟹交配率和产卵率的影响

待亲蟹交配完成后,对所有雌蟹进行解剖,发现盐度为0(淡水)时雌、雄蟹并未交配成功。图1显示盐度1~6范围内中华绒螯蟹雌蟹的交配率情况。在盐度1的水体中,中华绒螯蟹可以交配,但此时交配率较低,仅为 $(6.67 \pm 5.77)\%$ 。当盐度升高到4~6时,交配率大幅度上升,可达70%以上,且与盐度1、2、3组间有显著差异($P < 0.05$)。

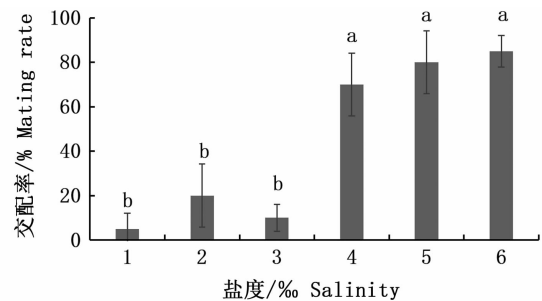


图1 低盐度下中华绒螯蟹雌蟹的交配率

Fig. 1 Mating rate of female *E. sinensis* under low salinities

注:不同字母代表盐度组间雌蟹交配率存在显著性差异($P < 0.05$)

Note: Different letters represent that mating rates of female crabs are significantly different among salinity groups ($P < 0.05$)

图2和图3分别表示盐度6~21范围内雌蟹的交配率和产卵率情况。当水体盐度高于6时,随盐度的增加,中华绒螯蟹的交配率呈先升高后下降再升高的趋势,当盐度为21时,雌蟹交配率最高,接近100%。产卵的盐度下限为6,此时的产卵率为 $(40.97 \pm 4.91)\%$,显著低于盐度9、12、15、18和21组($P < 0.05$),此后随着盐度的增

加,各组的产卵率均保持在 80% 左右。

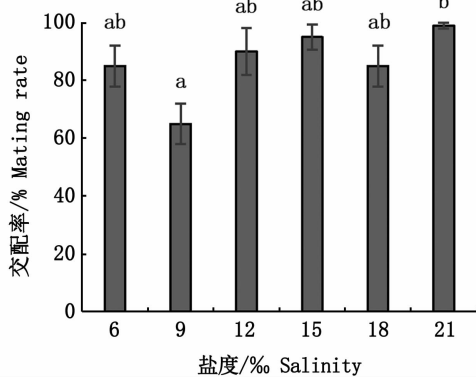


图2 不同盐度下中华绒螯蟹雌蟹的交配率

Fig. 2 Mating rate of female *E. sinensis* under different salinities

注:不同字母代表不同盐度组间雌蟹交配率存在显著性差异 ($P < 0.05$)

Note: Different letters represent that mating rates of female crabs are significantly different among different salinity groups ($P < 0.05$)

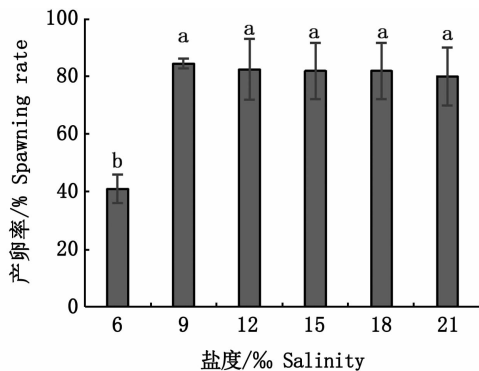


图3 不同盐度下中华绒螯蟹雌蟹的产卵率

Fig. 3 Spawning rate of female *E. sinensis* under different salinities

注:不同字母代表不同盐度组间雌蟹产卵率存在显著性差异 ($P < 0.05$)

Note: Different letters represent that spawning rates of female crabs are significantly different among different salinity groups ($P < 0.05$)

2.2 盐度对中华绒螯蟹原肠期胚胎孵化率的影响

图4为不同盐度下中华绒螯蟹离体胚胎发育情况。胚胎从原肠期开始发育至出膜共历时15 d。除盐度0组(淡水)外,其余组孵化率均随着时间的延长而升高,淡水中虽有 $(51.00 \pm 2.35)\%$ 的胚胎能继续发育至前蚤状幼体期,但最终未能孵化出膜。盐度15的水体中胚胎孵化率最高,第15天时为 $(70.00 \pm 5.23)\%$,盐度3

水体中胚胎孵化率最低,第15天时为 $(33.33 \pm 2.48)\%$;在盐度12~18的范围内,胚胎孵化率均可达到55%以上,为离体胚胎发育的最佳盐度范围。

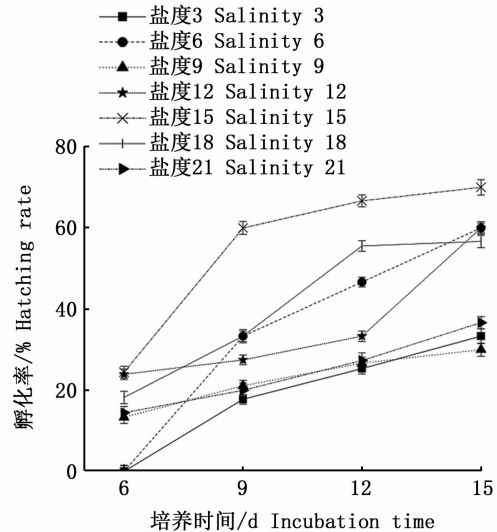


图4 不同盐度下中华绒螯蟹离体胚胎的孵化率

Fig. 4 Hatching rate of in vitro embryos of *E. sinensis* under different salinities

2.3 盐度对中华绒螯蟹肝胰腺指数和性腺成熟系数的影响

图5和图6分别为不同盐度下雌蟹交配后肝胰腺指数和性腺成熟系数变化趋势。20 d后对所有盐度组中雌蟹进行解剖,发现盐度为0时雌、雄蟹虽偶尔有交配行为,但并未交配成功,此时的肝胰腺指数和性腺成熟系数分别为 $(7.76 \pm 1.05)\%$ 和 $(10.46 \pm 1.29)\%$;在盐度2~8范围内,雌蟹交配后的肝胰腺指数未发生显著性变化 ($P > 0.05$);当盐度为8时,交配后的雌蟹解剖后未发现性腺组织。

图7和图8分别是低盐度下中华绒螯蟹雄蟹交配前后肝胰腺指数和性腺成熟系数的变化情况。雄蟹的肝胰腺指数在盐度6时最高,盐度4时最低,但各组间无显著性差异 ($P > 0.05$) (图7)。由图8可知,雄蟹交配前性腺成熟系数在盐度6时最低,显著低于其他3组 ($P < 0.05$);交配后各盐度组的性腺成熟系数均低于交配前,其中盐度4组交配后性腺成熟系数显著低于交配前 ($P < 0.05$)。

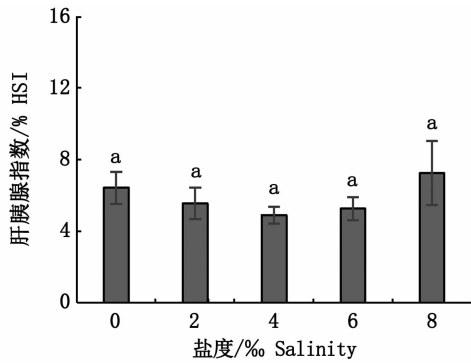


图5 不同盐度下中华绒螯蟹雌蟹交配后的 HSI

Fig.5 HSI of female *E. sinensis* after mating under different salinities

注:相同字母表示不同盐度组 HSI 无显著性差异 ($P > 0.05$)
 Note: The same letters represent that HSI of female crabs after mating are not significantly different among different salinity groups ($P > 0.05$)

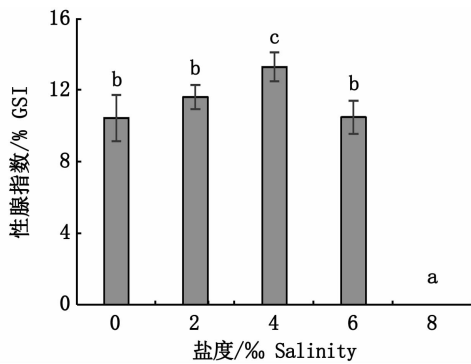


图6 不同盐度下中华绒螯蟹雌蟹交配后的 GSI

Fig.6 GSI of female *E. sinensis* after mating under different salinities

注:不同字母表示不同盐度组 GSI 存在显著性差异 ($P < 0.05$)
 Note: Different letters represent that GSI of female crabs after mating are significantly different among different salinity groups ($P < 0.05$)

图9为不同盐度下雌蟹产卵前后肝胰腺指数的情况。产卵前的雌蟹在盐度为18条件下肝胰腺指数最高,平均为 $(8.66 \pm 1.34)\%$,显著高于其他盐度组 ($P < 0.05$)。产卵后各盐度组间肝胰腺指数无显著变化 ($P > 0.05$)。

2.4 盐度对中华绒螯蟹繁殖性能的影响

表1表示不同盐度下中华绒螯蟹雌蟹的繁殖性能参数,包括产卵量、生殖指数和生殖力。由表1可见,当盐度为6时,雌蟹的繁殖性能最低,产卵量、生殖指数和生殖力均最小 ($P < 0.05$);

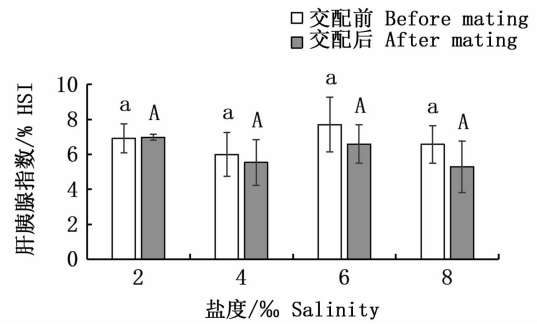


图7 不同盐度下雄蟹交配前后 HSI 状况

Fig.7 Comparison of HSI in male crabs before and after mating under different salinities

注:相同小写字母表示不同盐度组间雄蟹交配前 HSI 无显著性差异 ($P > 0.05$),相同大写字母代表不同盐度组间雄蟹交配后 HSI 无显著性差异 ($P > 0.05$)

Note: The same lowercase letters represent that HSI of male crabs before mating are not significantly different among different salinity groups ($P > 0.05$), the same capital letters represent that HSI of male crabs after mating are not significantly different among different salinity groups ($P > 0.05$)

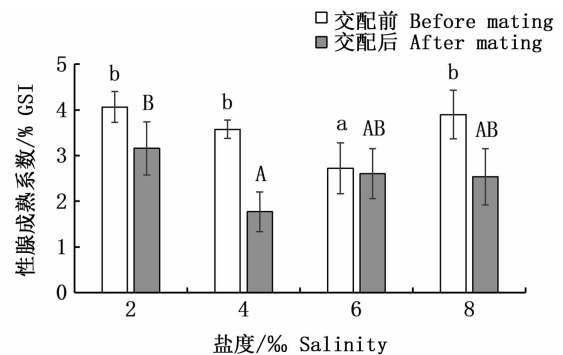


图8 不同盐度下雄蟹交配前后 GSI 状况

Fig.8 Comparison of GSI in male crabs before and after mating under different salinities

注:相同小写字母表示不同盐度组间雄蟹交配前 GSI 无显著性差异 ($P > 0.05$),相同大写字母表示不同盐度组间雄蟹交配后 GSI 无显著性差异 ($P > 0.05$)

Note: The same lowercase letters represent that GSI of male crabs before mating are not significantly different among different salinity groups ($P > 0.05$), the same capital letters represent that GSI of male crabs after mating are not significantly different among different salinity groups ($P > 0.05$)

在盐度6~21范围内,随盐度的增加,雌蟹的繁殖性能先升高后降低,在盐度18条件下,雌蟹的繁殖性能各参数均达到最大,且与其他各组间有显著性差异 ($P < 0.05$)。当盐度升至21时,各参数有所下降,但仍高于盐度6和盐度9组 ($P < 0.05$)。

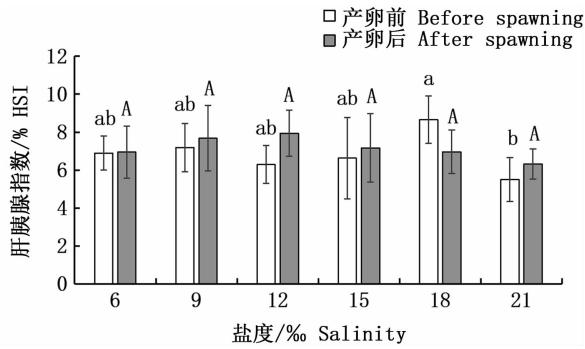


图9 不同盐度下中华绒螯蟹雌蟹产卵前后 HSI 状况
Fig. 9 Changes of HSI in female *E. sinensis* before and after spawning under different salinities

注:不同小写字母表示不同盐度组雌蟹产卵前 HSI 存在显著性差异($P < 0.05$),相同大写字母表示不同盐度组雌蟹产卵后 HSI 无显著性差异($P > 0.05$)
Note: Different lowercase letters represent that HSI of female crabs before spawning are significantly different among different salinity groups ($P < 0.05$), the same capital letters represent that HSI of female crabs after spawning are not significantly different among different salinity groups ($P > 0.05$)

3 讨论

3.1 盐度对中华绒螯蟹交配率、产卵率及胚胎孵化率的影响

盐度刺激是促进虾蟹类初级卵母细胞成熟、使雌性个体进入待受精状态的必要条件^[15]。如无齿螳臂相手蟹(*Chiromantesdehaani*),作为一种长江口盐沼湿地的定居性蟹类,其广泛分布于近岸的淡水区域,然而其交配及产卵活动均需要在有一定盐度的水体中进行,在淡水中则无法交配成功^[16]。关于中华绒螯蟹最低交配盐度此前尚未可知,其是否可以在淡水中交配同样没有定论。有研究发现,性腺成熟的中华绒螯蟹雌蟹在淡水中也能交配,但无法产卵,因此中华绒螯蟹产卵场范围远远小于捕捞区(交配场所)^[12,17]。吴旭干等^[18]发现,淡水组的雌蟹始终没有交配成功

和产卵。耿智^[11] 2013—2015 年在调查研究长江口冬蟹汛期中华绒螯蟹雌蟹产卵场的分布时发现,中华绒螯蟹的产卵水域分布在九段沙南部、北槽深水航道及横沙浅滩至崇明浅滩,这些区域的盐度在 0.01 ~ 17.69 范围内,进一步分析发现其适宜的盐度分布范围为 6 ~ 14。本实验中也发现,当水体盐度在 1 ~ 5 时,亲蟹可进行交配但交配后并未产卵;盐度 6 以上时各盐度组雌蟹均可产卵且产卵率达到了 80%,这进一步验证了中华绒螯蟹在低盐度下可以交配,但需更高的盐度刺激才能产卵的结论。原因可能是中华绒螯蟹在长期进化中,对淡水的适应能力已经逐渐增强^[19],即使在低盐度下也可以发生交配行为,而高盐度条件下产卵可能是盐度刺激使亲蟹产生某些特殊物质导致排卵^[18],但关于盐度是如何刺激雌蟹产卵的机制尚不清楚,还有待深入研究。

刘学军和顾景玲^[20]对中华绒螯蟹的胚胎进行了体外离体培养实验,认为雌蟹除了对卵具有供氧保护作用外,并无直接营养供给,这给胚胎的离体孵化提供了可行性。王吉桥等^[21]指出,从原肠期开始,离体胚胎对外界环境的适应性逐渐增强,离体胚胎孵化率与离体时间呈反比。盐度过高、过低和升降幅度都是影响胚胎成活率的重要因素。王洪全等^[22]报道中华绒螯蟹胚胎发育的适宜盐度范围在 10 ~ 16 之间。赵乃刚等^[23]指出产卵蟹孵化适宜盐度趋向于自然海区的 8 ~ 15 范围。王瑞芳^[14]发现,中华绒螯蟹胚胎在原肠期、出膜前期胚胎发育的适宜盐度范围为 5 ~ 25,眼点期为 10 ~ 20。综上,中华绒螯蟹胚胎发育所需要的适宜盐度范围在不同的研究中仍存在较大差异。本研究发现,从原肠期开始的中华绒螯蟹胚胎适宜孵化的盐度范围为 12 ~ 18,盐度 15 时孵化率最高,与以上研究结果略有不同,可能是与选取的原肠期胚胎所处发育时期不同有关。

表 1 不同盐度下中华绒螯蟹雌蟹的繁殖性能参数

Tab. 1 Reproductive performance of female *E. sinensis* under different salinities

指标 Index	盐度 Salinity					
	6	9	12	15	18	21
产卵量/(万粒·只 ⁻¹) Egg production	13.26 ± 2.99 ^d	16.40 ± 2.83 ^{cd}	20.45 ± 3.87 ^b	25.75 ± 3.43 ^b	31.83 ± 2.61 ^a	23.54 ± 2.56 ^b
生殖指数/% Reproductive effort	5.47 ± 1.70 ^d	6.54 ± 1.62 ^{bd}	10.32 ± 0.77 ^{ac}	10.75 ± 1.45 ^c	11.45 ± 1.70 ^a	8.83 ± 1.47 ^{bc}
生殖力/(万粒·g ⁻¹) Fecundity	0.14 ± 0.02 ^c	0.18 ± 0.03 ^{de}	0.24 ± 0.06 ^{cd}	0.35 ± 0.04 ^b	0.51 ± 0.05 ^a	0.27 ± 0.02 ^c

注:同行不同字母代表不同盐度组雌蟹繁殖性能参数存在显著性差异($P < 0.05$)
Note: Different letters in the same row represent that reproductive performances of female crabs are significantly different among different salinity groups ($P < 0.05$)

3.2 盐度对中华绒螯蟹肝胰腺和性腺的影响

肝胰腺是甲壳类动物最主要的消化吸收和储存器官,其功能与生物体生活状态息息相关^[24]。性腺是甲壳类动物生殖繁育的器官,肝胰腺和性腺之间的物质转运规律和能量流动特征可作为研究甲壳动物繁育生物学的参考指标^[25]。

一般认为,贮存在中华绒螯蟹肝胰腺中营养物质和能量一部分提供给性腺的发育,因此性腺成熟系数与肝胰腺指数呈负相关关系^[26]。吴旭干等^[18]认为,盐度15海水组雌蟹在卵巢发育期间的营养需求大于淡水组,肝胰腺中的营养物质被大量转移到卵巢,导致低盐度海水组雌蟹肝胰腺指数的下降幅度显著大于淡水组雌蟹。赵磊^[27]发现,雄蟹在盐度为0~18水环境中,性腺成熟系数与肝胰腺指数无显著变化。一般来说,雌蟹产卵后性腺成熟系数和肝胰腺指数均都有不同程度的减少^[26]。原因在于中华绒螯蟹在性腺发育成熟和交配产卵阶段,雌蟹需要消耗或转运部分肝胰腺脂类到卵巢中去^[12]。本实验结果与上述结论略有不同:盐度为2、4的水体中雌蟹交配后的性腺成熟系数有所升高,这可能是由于中华绒螯蟹在交配产卵期间,卵巢会进行二次发育,导致性腺成熟系数增加^[28]。

本研究中,除盐度18外,其他盐度组雌蟹产卵后肝胰腺指数升高,原因在于肝胰腺除了给机体提供能量外,还需要为第二次产卵做准备,因此需从外界吸收能量,故肝胰腺指数有所上升^[29]。盐度18时雌蟹产卵后肝胰腺指数下降的同时繁殖性能最佳。分析认为,在此盐度下,亲蟹卵巢中的营养物质不足以支撑其产卵和后期胚胎发育的需求,因此需从肝胰腺中吸收部分营养物质。

3.3 盐度对中华绒螯蟹繁殖性能的影响

产卵量是评估甲壳类动物生殖性能的一项关键指标,除部分在生命周期中多次产卵的虾类外,其他甲壳类动物的产卵量一般随着体质量的增加而明显增加^[30]。虾蟹类一般为多次产卵生物,产卵量随产卵次数的增加呈减少趋势^[31]。细点圆趾蟹(*Ovalipes punctatus*)雌蟹一年繁殖力与其一次产卵的量、亲体产卵的次数、蜕皮次数以及蜕皮时的生长率有关^[32];蓝蟹(*Callinectes sapidus*)雌蟹的繁殖力与它接受的精子总量有关^[33]。个体大的雄性可以提供更多更大的精子,

且雌雄比例越大,雌蟹的繁殖力越小^[34]。石今朝等^[35]通过对4种规格雌体亲本所产出的受精卵进行比较,表明中华绒螯蟹亲本规格与产卵量呈正相关关系,而生殖力和生殖指数呈负相关关系。李清清等^[36]研究表明,中华绒螯蟹养殖群体的产卵量、生殖力和生殖指数分别为 (24.62 ± 4.60) 万个、 $(2\,391.64 \pm 544.11)$ 个和 $(8.05 \pm 1.37)\%$ 。本实验中盐度12~21组亲蟹的繁殖性能参数与上述研究基本一致,但盐度6和9组的繁殖性能参数明显低于上述结果。这可能是低盐环境延迟了中华绒螯蟹的性腺发育,进而影响其交配产卵的时间,最终导致繁殖性能的下降。同时研究发现,抱卵蟹在不同时间的繁殖力也会有所差异^[37],3月下旬至5月下旬,抱卵蟹相对繁殖力无显著变化;而5月下旬抱卵蟹的绝对繁殖力却显著降低;另外,不同规格、不同地点的中华绒螯蟹,其生殖力也不相同^[9]。

目前盐度对甲壳类繁殖性能影响的报道还比较少。研究发现,中华原钩虾(*Eogammarus possjeticus*)一般生活在潮间带,能够适应潮间带的盐度变化^[38],盐度对其胚胎发育时间和生殖力无显著影响^[39]。有学者认为盐度是影响端足类生殖的重要环境因子,原因在于盐度对其生物量、蜕皮及繁殖具有显著影响^[40-42]。在河口生活的纺锤水蚤(*Acartia*)通常难以确定其精确的盐度阈值,这是因为不同的物种可以适应不同的盐度条件,即使是同一物种,也可能需要不同的盐度来满足它们不同时期的生长需求^[43]。本研究发现,不同盐度下中华绒螯蟹亲本的繁殖性能不相同,盐度18下雌蟹性腺发育时间短,性成熟较早,大部分营养保留在后续的产卵阶段,因此表现出较高的生殖力和生殖指数。当盐度上升到21后,亲本的繁殖性能急剧下降,而导致下降的具体原因还需进一步探究。

本研究发现,盐度6是中华绒螯蟹产卵的最低盐度,不同于已有报道的盐度9。在后续研究中,应继续开展盐度对中华绒螯蟹产卵的影响机制研究。

参考文献:

- [1] 王武,王成辉,马旭洲. 河蟹生态养殖[M]. 北京:中国农业出版社,2013:59-84.
WANG W, WANG C H, MA X Z. Ecological breeding of crabs[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2013: 59-84.

- [2] 吴晓峰, 耿 智, 冯广朋, 等. 长江口中华绒螯蟹成蟹资源现状及其繁殖特征[J]. 海洋渔业, 2020, 42(2): 205–213.
WU X F, GENG Z, FENG G P, *et al.* Resource status and reproductive characteristics of *Eriocheir sinensis* in the Yangtze Estuary[J]. Marine Fisheries, 2020, 42(2): 205–213.
- [3] 潘鲁青. 环境因子对甲壳动物渗透调节与免疫力的影响[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2004.
PAN L Q. Effects of environmental factors on the osmotic adjustment and immunity of crustaceans [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2004.
- [4] 李春波, 沈晨晨, 冯广朋, 等. 中华绒螯蟹栖息地因子适宜范围的研究进展[J]. 海洋渔业, 2023, 45(6): 766–774.
LI C B, SHEN C C, FENG G P, *et al.* Research progress on habitat suitability of *Eriocheir sinensis*[J]. Marine Fisheries, 2023, 45(6): 766–774.
- [5] ONKEN H. Active NaCl absorption across split lamellae of posterior gills of Chinese crabs (*Eriocheir sinensis*) adapted to different salinities [J]. Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 1999, 123(4): 377–384.
- [6] GABRIELA T, MIREILLE C D, SILVIA C, *et al.* Effects of longterm exposure to different salinities on the location and activity of Na^+/K^+ -ATPase in the gills of juvenile mitten crab, *Eriocheir sinensis*[J]. Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 2007, 147(2): 460–465.
- [7] 姬 慧, 冯广朋, 庄 平, 等. 长江口中华绒螯蟹抱卵前后的标准代谢和窒息点[J]. 海洋渔业, 2020, 42(4): 410–419.
JI H, FENG G P, ZHUANG P, *et al.* Standard metabolism and asphyxiation point of female non-ovigerous and ovigerous *Eriocheir sinensis* from the Yangtze Estuary [J]. Marine Fisheries, 2020, 42(4): 410–419.
- [8] 成永旭, 王 武, 谭玉钧, 等. 盐度及钙镁离子对中华绒螯蟹大眼幼体发育Ⅲ: 仔蟹的成活率和生长的影响[J]. 水产学报, 1997, 21(1): 84–88.
CHENG Y X, WANG W, TAN Y J, *et al.* Effects of salinity and calcium and magnesium ions on larval development of *Eriocheir sinensis* Ⅲ: survival rate and growth of larvae[J]. Journal of Fisheries of China, 1997, 21(1): 84–88.
- [9] 赵 亮, 陈红玲, 孙德祥. 盐度对河蟹仔蟹培育的影响[J]. 淡水渔业, 2004, 34(4): 33–35.
ZHAO L, CHEN H L, SUN D X. Effects of salinity on crab larvae cultivation[J]. Freshwater Fisheries, 2004, 34(4): 33–35.
- [10] HERBORG L M, BENTLEY M G, CLARE A S, *et al.* Mating behaviour and chemical communication in the invasive Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* [J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2006, 329(1): 1–10.
- [11] 耿 智. 中华绒螯蟹河口生活史阶段的环境适应性及保护策略[D]. 上海: 华东师范大学, 2018.
GENG Z. The environment adaptability and conservation strategy of *Eriocheir sinensis* in estuarine life stages [D]. Shanghai: East China Normal University, 2018.
- [12] 张列士, 李 军. 河蟹增殖技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2002: 1–124.
ZHANG L S, LI J. Crab breeding technology[M]. Beijing: Jindun Publishing House, 2002: 1–124.
- [13] 黄晓荣, 庄 平, 章龙珍, 等. 中华绒螯蟹胚胎发育及几种代谢酶活性变化的研究[J]. 水产学报, 2011, 35(2): 192–197.
HUANG X R, ZHUANG P, ZHANG L Z, *et al.* Embryonic development and the variation of some metabolism enzyme activity during embryonic development of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) [J]. Journal of Fisheries of China, 2011, 35(2): 192–197.
- [14] 王瑞芳. 长江中华绒螯蟹亲体和早期发育阶段对盐度的生理与行为响应[D]. 上海: 华东师范大学, 2012.
WANG R F. Physical and behavioral response of *Eriocheir sinensis* broodstock, early developmental stages to salinity [D]. Shanghai: East China Normal University, 2012.
- [15] LEE T H, YAMAZAKI F. Cytological observations on fertilization in the Chinese fresh water crab, *Eriocheir sinensis*, by artificial insemination (*in vitro*) and incubation [J]. Aquaculture, 1989, 76(3): 374–360.
- [16] 吕巍巍. 围垦及盐度淡化对长江口潮间带大型底栖动物影响的研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2017.
LV W W. The study on the influence of reclamation and salinity decrease on the intertidal macrobenthos in Yangtze River Estuary[D]. Shanghai: East China Normal University, 2017.
- [17] 张列士, 朱传龙, 杨 杰, 等. 长江口河蟹繁殖场环境调查[J]. 水产科技情报, 1988, 1: 3–7.
ZHANG L S, ZHU C L, YANG J, *et al.* Investigation on the environment of river crab breeding ground in the Changjiang Estuary [J]. Aquatic Science and Technology Information, 1988 (1): 3–7.
- [18] 吴旭干, 赵亚婷, 何 杰, 等. 低盐度海水和淡水对中华绒螯蟹性腺发育及交配行为的影响[J]. 动物学杂志, 2013, 48(4): 555–561.
WU X G, ZHAO Y T, HE J, *et al.* Effects of brackish water and fresh water on gonadal development and mating behavior in adult Chinese mitten crab[J]. Chinese Journal of Zoology, 2013, 48(4): 555–561.
- [19] 张列士. 河蟹生活史的研究及蟹苗的捕捞[J]. 水产科技情报, 1973 (2): 5–21.
ZHANG L S. Study on the life history of river crab and its fry fishing [J]. Aquatic Science and Technology Information, 1973, 2: 5–21.
- [20] 刘学军, 顾景玲. 河蟹离体胚胎人工孵化实验[J]. 淡水渔业, 1994, 24(6): 34–35.
LIU X J, GU J L. Artificial incubation experiment of *in vitro* embryos of crab [J]. Freshwater Fisheries, 1994, 24(6): 34–35.
- [21] 王吉桥, 张 涛, 佟 鹰, 等. 不同发育期中华绒螯蟹胚胎离体孵化和幼体培育的研究[J]. 大连水产学院学报, 2005, 20(3): 192–197.
WANG J Q, ZHANG T, TONG Y, *et al.* Effects of embryonic developmental stages *in vitro* from fertilized eggs in Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* on larva rearing [J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2005, 20(3): 192–197.
- [22] 王洪全, 黎志福. 水温、盐度双因子交互作用对河蟹胚胎发育的影响[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 1996, 13(3): 63–68.
WANG H Q, Li Z F. The alternate effects of water temperature and salinity on embryonic development of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*[J]. Journal of Natural Science of Hunan Normal University, 1996, 13(3): 63–68.
- [23] 赵乃刚, 堵南山, 包祥生, 等. 用配制海水进行中华绒螯蟹人工养殖的实验[J]. 水产学报, 1980, 4(1): 1–11.
ZHAO N G, DU N S, BAO X S, *et al.* Experimental study on artificial culture of Chinese mitten crab with formulated seawater [J]. Journal of Fisheries of China, 1980, 4(1): 1–11.
- [24] WEN X B, CHEN L Q, AI C X, *et al.* Variation in lipid composition of Chinese mitten-handed crab, *Eriocheir sinensis*

- during ovarian maturation[J]. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 2001, 130(1):95-104.
- [25] VOGT G, STORCH V, QUINITIO E T, *et al.* Midgut gland as monitor organ for the nutritional value of diets in *Penaeus monodon* (Decapoda) [J]. Aquaculture, 1985, 48(1):1-12.
- [26] 韦众, 鲍传和. 池塘养殖与湖泊放流河蟹的性腺肝胰腺指数比较[J]. 淡水渔业, 1999, 29(9):16-17.
WEI Z, BAO C H. Comparison of gonad hepatopancreas index between pond culture and lake discharge crab [J]. Freshwater Fisheries, 1999, 29(9):16-17.
- [27] 赵磊. 水体盐度、饲料中鱼油和虾青素水平对中华绒螯蟹雄体育肥性能、生理代谢和营养品质的影响[D]. 上海: 上海海洋大学, 2017.
ZHAO L. Effects of water salinity, dietary fish oil and astaxanthin levels on fattening performance, physiological metabolism and nutritional quality of adult male Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2017.
- [28] 于智勇, 吴旭干, 常国亮, 等. 中华绒螯蟹第二次卵巢发育期间卵巢和肝胰腺中主要生化成分的变化[J]. 水生生物学报, 2007, 31(6):799-806.
YU Z Y, WU X G, CHANG G L, *et al.* Changes in the main biochemical composition in ovaries and hepatopancreas of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* (H. Milne-Edwards) during the second ovarian development [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2007, 31(6):799-806.
- [29] 冯广朋, 张航利, 庄平. 长江口中华绒螯蟹雌性亲蟹放流群体与自然群体能量代谢比较[J]. 海洋渔业, 2015, 37(2):128-134.
FENG G P, ZHANG H L, ZHUANG P. Comparison of energy metabolism of female *Eriocheir sinensis* between releasing population and wild population in the Yangtze Estuary [J]. Marine Fisheries, 2015, 37(2):128-134.
- [30] 刘智俊, 李建忠, 陆锦天, 等. 上海崇明地区克氏原螯虾卵巢发育规律研究[J]. 水产科技情报, 2017, 44(1):1-5.
LIU Z J, LI J Z, LU J T, *et al.* Ovarian development of *Procambarus clarkii* in Chongming, Shanghai [J]. Aquatic Science and Technology Information, 2017, 44(1):1-5.
- [31] 傅荣兵, 吴旭干, 成永旭, 等. 舟山海域池塘养殖和野生三疣梭子蟹产卵量的比较研究[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2006, 25(2):138-142.
FU R B, WU X G, CHENG Y X, *et al.* A comparative study on egg production between pond-reared and wild *Portunus trituberculatus* in Zhoushan sea area [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science Edition), 2006, 25(2):138-142.
- [32] 江新琴, 俞存根. 东海细点圆趾蟹繁殖生物学的初步研究[J]. 浙江海洋学院学报, 2012, 4(31):285-289.
JIANG X Q, YU C G. Reproductive biology of *Ovalipes punctatus* in the East China Sea [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science Edition), 2012, 31(4):285-289.
- [33] TSCHINKWL W R. Relationship between ovariole number and spermathecal sperm count in ant queens; a new allometry [J]. Annals of the Entomological Society of America, 1987, 80(2):208-211.
- [34] KENDALL M S, WOLCOTT D L, WOLCOTT T G, *et al.* Influence of male size and mating history on sperm content of ejaculates of the blue crab, *Callinectes sapidus* [J]. Marine Ecology Progress Series, 2002, 230(2):235-240.
- [35] 石今朝, 姜晓东, 刘乃更, 等. 亲本规格对中华绒螯蟹生殖性能和胚胎质量的影响[J]. 淡水渔业, 2020, 50(6):70-76.
SHI J Z, JIANG X D, LIU N G, *et al.* Effects of broodstock size on reproductive performance and embryo quality of *Eriocheir sinensis* [J]. Freshwater Fisheries, 2020, 50(6):70-76.
- [36] 李清清, 吴旭干, 姜晓东, 等. 长江水系野生和养殖中华绒螯蟹生殖性能、胚胎色泽和生化组成的比较[J]. 水产学报, 2019, 43(4):858-866.
LI Q Q, WU X G, JIANG X D, *et al.* Comparison of the reproductive performance, egg colour and biochemical composition between wild-caught and pond-reared Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) broodstock originated from Yangtze population [J]. Journal of Fisheries of China, 2019, 43(4):858-866.
- [37] HAMASAKI K, FUKUNAGA K, KITADA S. Batch fecundity of the swimming crab *Portunus trituberculatus* (Brachyura: Portunidae) [J]. Aquaculture, 2006, 253(1):359-365.
- [38] PINKSTER S, BROODBAKKER N W. The influence of environmental factors on distribution and reproductive success of *Eulimnogammarus obtusatus* (Dahl, 1938) and other estuarine gammarids [J]. Crustaceana, 1980(6):225-241.
- [39] 薛素燕. 中华原钩虾繁殖发育生物学与生态学初步研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.
XUE S Y. Preliminary investigation to development biology and ecology features of *Eogammarus possjeticus* [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2013.
- [40] WILDISH D J. Evolutionary ecology of reproduction in gammaridean Amphipoda [J]. International Journal of Reproduction, 1982, 5(1):1-19.
- [41] DRAKE P, ARIAS A M. Distribution and production of *Microdeutopus gryllotalpa* (Amphipoda Aoridae) in a shallow coastal lagoon in the Bay of Cadiz, Spain [J]. Journal of Crustacean Biology, 1995, 15(3):454-465.
- [42] CUNHA M R, MOREIRA M H, SORBE J C. Predicting amphipods brood size variation in brackish environments: an empirical model for *Corophium multisetosum* Stock, 1952 (Corophiidae) in Ria de Aveiro (NW Portugal) [J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2000, 248(2):207-223.
- [43] CASTRO-LONGORIA E. Egg production and hatching success of four *Acartia* species under different temperature and salinity regimes [J]. Journal of Crustacean Biology, 2003, 23(2):289-299.

Effects of salinity on reproductive performance of *Eriocheir sinensis*

HE Lulu^{1,2}, GENG Zhi^{2,3}, HUANG Xiaorong^{1,2,3}, FENG Guangpeng^{1,2,3}, ZHUANG Ping^{1,2,3},
ZHAO Feng^{1,2,3}, ZHANG Tao^{1,2,3}, DU Nan^{2,4}, LI Chunbo^{1,2}

(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Key Laboratory of East China Sea & Oceanic Fishery Resources Exploitation and Utilization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 3. Shanghai Engineering Research Center of Fisheries Stock Enhancement and Habitat Restoration of the Yangtze Estuary, Shanghai 200090, China; 4. Wuxi Fisheries College, Nanjing Agricultural University, Wuxi Jiangsu 214081, China)

Abstract: The effects of salinity on the reproductive performance of *Eriocheir sinensis* were studied to establish the minimum salinity and appropriate salinity range for mating, oviposition and embryo hatching. Female and male *E. sinensis* were placed in water of different salinities. After mating and spawning, anatomical samples were taken, and embryos were taken out and incubated with different salinities. The mating rate, spawning rate, reproductive performance of *E. sinensis* parents under different salinities were compared. The results showed that: 1) *E. sinensis* failed to mate at salinity 0 (fresh water). At salinity 1, *E. sinensis* could mate, but the mating rate was low, only $(6.67 \pm 5.77) \%$. At salinity 4, the mating rate increased significantly to $(70.00 \pm 14.14) \%$, and there was a significant difference ($P < 0.05$). The minimum salinity of *E. sinensis* spawning was 6, and the spawning rate was $(40.97 \pm 4.91) \%$, significantly different from other groups ($P < 0.05$). At salinity 21, the mating rate was the highest, close to 100%, and the suitable salinity range for spawning was 9-21; 2) In salinity range of 0-21, At salinity 0, the embryos could continue to develop, but did not hatch. The hatching rate at other salinities increased gradually with the extension of time. At salinity 15, the hatching rate of embryos was the highest, reached $(70.00 \pm 5.23) \%$; 3) At salinity 0, HSI and GSI of females were $(7.76 \pm 1.05) \%$ and $(10.46 \pm 1.29) \%$ respectively; at salinity of 2-8, HSI of females after mating did not change significantly ($P > 0.05$); at salinity 8, GSI of females was 0, significantly different from other groups ($P < 0.05$). At salinity of 0-8, HSI and GSI of males after mating were lower than those before mating. There was no significant change in HSI among salinity groups, while GSI had a downward trend; 4) At salinity of 6-21, with the increase of salinity, the egg production, reproductive effect and fecundity increased first and then decreased. At salinity 6, the egg production and reproductive effect of spawning *E. sinensis* were the lowest ($P < 0.05$), with an average of $(13.26 \pm 2.99) \times 10^4$ and $(5.47 \pm 1.70) \%$ respectively. At salinity 18, the egg production, reproductive effect and fecundity of female *E. sinensis* reached the peak, which were $(31.83 \pm 2.61) \times 10^4$, $(11.45 \pm 1.70) \%$ and $(0.51 \pm 0.05) \times 10^4 \cdot g^{-1}$ respectively, and there were significant differences with other salinity groups ($P < 0.05$). In conclusion, the lower salinity limits of mating and spawning of *E. sinensis* are 1 and 6, the salinity range suitable for mating is 4-21, and the salinity range suitable for spawning is 9-21. The optimum hatching salinity of embryos from gastrula stage is 15, and the suitable hatching salinity range is 12-18; the reproductive performance of *E. sinensis* is the best at salinity 18. The research shows that the change of water salinity has a certain impact on the mating, spawning and embryo hatching of parent *E. sinensis*, and it establishes the minimum salinity and appropriate salinity range for the mating, spawning and embryo hatching of *E. sinensis*, providing basic data for research on the breeding biology of *E. sinensis*, and scientific basis and reference for the rational division of breeding grounds of *E. sinensis* in the Yangtze River Estuary.

Keywords: *Eriocheir sinensis*; salinity; reproductive performance; mating; spawning; embryo hatching