



盐度对中华绒螯蟹繁殖特性及胚胎质量的影响

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

- (1. 中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业农村部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室, 上海 200090;
2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306;
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: 为探究盐度对中华绒螯蟹亲体繁殖特性及所产胚胎质量的影响, 开展了不同盐度 (3、6、9、12、15、18、21) 下亲体的生殖产卵实验, 分析了各盐度下亲体的产卵量、生殖指数和生殖力等繁殖特性及所产胚胎的卵径、重量、生化成分和脂肪酸组成。结果显示: ①中华绒螯蟹产卵的最低盐度为 6, 在盐度 6~21 的范围内, 中华绒螯蟹亲本的产卵量、生殖指数和生殖力均表现为先升高后下降的趋势, 其中盐度 18 时, 亲本的产卵量、生殖指数和生殖力均最高, 且与其他各组都有显著差异。②盐度 6 时胚胎直径最大, 平均为 $(391.13 \pm 12.27) \mu\text{m}$, 显著高于其他各组。盐度 12 时单个胚胎湿重和干重均最高, 分别为 $(50.64 \pm 2.80) \mu\text{g}$ 和 $(14.85 \pm 0.31) \mu\text{g}$, 且与其他各组均有显著差异。③随盐度的增加, 中华绒螯蟹胚胎的粗蛋白、总脂肪和水分含量都呈现先升高后降低的变化趋势。其中盐度 15 时, 胚胎中粗蛋白、总脂肪和灰分含量均达到最高, 平均分别为 $(20.64\% \pm 3.42\%)$ 、 $(8.65\% \pm 1.44\%)$ 和 $(1.30\% \pm 0.22\%)$ 。各盐度下胚胎水分含量无显著差异。胚胎中胆固醇和磷脂含量均随盐度的增加呈现出先上升后下降的变化趋势, 甘油三酯的含量变化则不明显。④中华绒螯蟹胚胎中共检测出 19 种脂肪酸, 其中饱和脂肪酸 7 种, 单不饱和脂肪酸 4 种, 多不饱和脂肪酸 8 种。盐度 6 时, 胚胎中 C20:4n6 (ARA)、C20:5n3 (EPA) 和 C22:6n3 (DHA) 的含量均最高, 平均分别为 $(0.0098\% \pm 0.0011\%)$ 、 $(0.4300\% \pm 0.0044\%)$ 和 $(0.0652\% \pm 0.0008\%)$, 且都显著高于其他各盐度组; 盐度 21 时, 饱和脂肪酸 (SFA) 和多不饱和脂肪酸 (PUFA) 总量均最高, 且与其他各组有显著差异。研究表明, 盐度对中华绒螯蟹所产胚胎质量有一定影响, 盐度 18 时中华绒螯蟹的繁殖特性最好。

关键词: 中华绒螯蟹; 盐度; 繁殖性能; 胚胎质量

中图分类号: Q 132.8; S 966.16

文献标志码: A

中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 又称河蟹, 是我国重要的经济蟹类^[1]。中华绒螯蟹作为我国重要的经济物种, 广泛分布于我国沿海及通海的水

域中, 具有明显的降海洄游和溯河洄游习性, 秋季性成熟个体洄游到近海河口交配产卵, 翌年春季大眼幼体溯河而上, 在淡水中生长^[2-3]。

收稿日期: 2021-07-21 修回日期: 2021-12-20

资助项目: 国家重点研发计划 (2018YFD0900903); 上海市中华绒螯蟹现代农业产业技术体系专项 (沪农科产字 2017-4 号); 国家自然科学基金 (31972795); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (2020TD13); 国家科技资源共享服务平台

第一作者: 黄晓荣 (照片), 从事鱼类种质资源保护与繁育生物学研究, E-mail: hxr828@126.com

通信作者: 庄平, 从事渔业资源修复与保护利用研究, E-mail: pzhuang@ecs.ac.cn



中华绒螯蟹开始生殖洄游后, 便顺江而下至河口附近水域, 受盐度刺激, 其性腺进一步发育, 卵巢由淡黄色逐步变成深棕色, 性腺成熟系数(GSI)可达10%~15%, 而精巢则膨大且呈乳白色^[4]。盐度刺激能促进中华绒螯蟹初级卵母细胞的生理成熟, 即从卵巢中游离出来和进入第一次减数分裂中期, 等待受精和产卵, 水体中适宜盐度可以加速中华绒螯蟹的交配速率, 淡水环境中中华绒螯蟹无法产卵^[5-6], 因此盐度是影响中华绒螯蟹性腺发育、交配产卵、生长繁育的限制因子。

蟹类生殖性能主要包括产卵率、产卵量和生殖力等指标, 胚胎质量主要包含胚胎卵径、卵重、孵化率和胚胎生化成分等指标, 这些都是评价亲本质量的重要指标^[7-8]。中华绒螯蟹胚胎质量直接影响初孵幼体的质量^[9-10]。迄今为止, 盐度对虾蟹类繁殖性能及胚胎发育研究较少, 梁俊平^[11]发现不同盐度对脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)蚤状幼体的变态率和存活率无显著影响, 但对仔虾的干质量影响显著。何碧华^[12]的研究表明, 不同盐度对三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)的胚胎发育及幼体成活率产生影响, 其中胚胎发育适宜的盐度为20~35。在中华绒螯蟹生殖性能及胚胎质量研究方面, 现有报道主要集中在不同群体^[13]、亲本规格^[14]以及饵料组成^[15-17]等对中华绒螯蟹繁殖性能的影响, 而关于盐度对中华绒螯蟹繁殖特性及胚胎质量的影响则少见报道。

盐度是中华绒螯蟹产卵繁育过程中最重要的生态因子, 盐度的高低能直接影响其繁殖特性, 从而影响幼体的出苗量和成活率。本实验研究了不同盐度下中华绒螯蟹产卵量、生殖力、卵径、重量、脂类及脂肪酸含量的变化, 旨在查明盐度对中华绒螯蟹繁殖特性及胚胎质量的影响, 为开展中华绒螯蟹亲蟹繁殖及人工育苗提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验所用亲蟹皆来源于养殖场, 挑选体格健壮、附肢健全、无病无伤的个体于2020年11月初运至实验室, 暂养1周后用于实验。其中雄蟹100只, 平均体重(120.26±9.80)g, 雌蟹200只, 平均体重(103.43±12.86)g。经解剖观察和计算性腺指数, 发现雌雄蟹性腺基本处于第Ⅳ期, 且雌

雄蟹个体间性腺指数差异较小, 因此认为其性腺发育基本处于同一阶段。将其分别暂养于4个圆形的玻璃缸水槽中, 水槽直径1.8m, 高0.8m, 保持水深0.5m。每天每缸中按照3%体重投喂新鲜去壳的缢蛏(*Sinonovacula constricta*)肉, 及时清除残饵和死亡个体。实验期间保持自然光照和自然水温, 24h不间断充氧, 平均水温为(11.5±3.5)℃。

1.2 实验方法

根据长江口盐度与产卵蟹数量及分布调查结果, 分别设置盐度3、6、9、12、15、18、21开展中华绒螯蟹产卵实验, 每个盐度设3个平行。实验时从圆形玻璃缸水槽中分别取5只雄蟹和10只雌蟹, 放置于预先配制好的各盐度水槽中, 水槽直径1.0m, 高0.6m, 保持水深30cm。每天各实验水槽中按3%体重投喂新鲜去壳的缢蛏, 及时清除残饵。每天用盐度计测量各水槽中水体的盐度并进行校准, 使水体盐度控制在±0.2的误差范围内。实验期间保持自然光照和自然水温, 24h不间断充氧。

1.3 亲本繁殖特性

每天4次分别记录水槽中亲体的交配和产卵情况, 待各盐度组中雌蟹产卵后, 在24h内进行取样。具体取样方法为用镊子取出腹部所有卵块, 用精密电子天平准确称取卵的总重量和去除卵块后的雌蟹体质量, 精确称取0.1g卵块计算胚胎的数量, 参考吴旭干等^[8]方法统计产卵量(粒/只)、生殖力(粒/g)和生殖指数(%)。

1.4 胚胎质量评价

产卵后24h内, 从各盐度组抱卵蟹腹部随机取部分胚胎, 放置于Olympus显微镜下观察, 镜检确定此时的胚胎均处于受精卵期, 从各盐度组中选取受精卵期的胚胎30~50粒, 在显微镜下观察拍照, 并采用Image-Pro-Plus 5.1软件测量胚胎直径, 结果取平均值。取2~3mg清洗干净的胚胎装入称量皿, 用精密电子天平准确称重, 将称重后的胚胎和称量皿一起放入70℃烘箱中烘24h至干, 在干燥皿中冷却20min后精确称量。然后将烘干的胚胎转移到培养皿中, 精确统计胚胎数量, 计算单个胚胎干重和湿重, 具体参考石今朝等^[14]的方法。

各盐度组胚胎中粗蛋白采用凯氏定氮法测定; 总脂肪采用酸水解法测定; 550 °C 下灼烧至恒重测定灰分含量; 采用冷冻干燥法测量水分含量; 甘油三酯、胆固醇和磷脂含量采用酶联免疫试剂盒法测定; 采用气相色谱法进行脂肪酸含量检测; 脂肪酸定量分析采用面积百分比法。实验过程中操作人员严格遵守实验动物相关伦理规范。

1.5 数据分析

图片采用 Excel 软件制作, 所有数据均用“mean±SD”表示。采用 SPSS 22 软件进行统计分析, 用 Levene 法进行方差齐性检验, 当数据不满足齐性方差时对百分比数据进行反正弦处理, 利用方差分析 (One-Way ANOVA) 检验不同盐度下各指标差异的显著性, 运用 Duncan 氏多重比较法分析各组间的差异, 差异显著水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果

2.1 不同盐度下中华绒螯蟹的繁殖特性

随盐度的升高, 中华绒螯蟹雌蟹的产卵量先增加后降低, 盐度 6 时, 产卵量最少, 平均为 $(13.26 \pm 2.99) \times 10^4$ 粒/只, 除与盐度 9 组无显著差异外 ($P > 0.05$), 与其他各组均有显著差异 ($P < 0.05$)。盐度 18 时, 产卵量最高, 平均为 $(31.83 \pm 2.61) \times 10^4$ 粒/只, 显著高于其他盐度组 ($P < 0.05$) (图 1)。

随盐度升高, 中华绒螯蟹雌蟹的生殖指数呈先升高后降低的变化趋势 (图 2)。盐度 6 时, 生殖指数最低, 平均为 $(5.47\% \pm 1.70\%)$, 除与盐度 9 组无显著差异外 ($P > 0.05$), 与其他各组均有显著差异 ($P < 0.05$)。盐度升至 18 时, 雌蟹的生殖指数达到最高, 平均为 $(11.45\% \pm 1.70\%)$, 且与其他各组均有显著差异 ($P < 0.05$)。

随盐度升高, 中华绒螯蟹雌蟹生殖力的变化趋势与产卵量基本一致 (图 3)。盐度 6 时, 生殖力最低, 平均为 $(0.14 \pm 0.02) \times 10^4$ 粒/g, 当盐度升至 18 时, 雌蟹的生殖力达到最高, 平均为 $(0.51 \pm 0.05) \times 10^4$ 粒/g, 显著高于其他各盐度组 ($P < 0.05$)。

2.2 盐度对胚胎卵径和单卵质量的影响

中华绒螯蟹胚胎直径在盐度 6 时最大, 平均为 $(391.13 \pm 12.27) \mu\text{m}$, 显著高于其他各组 ($P < 0.05$)。盐度 12 时单个胚胎湿重和干重均最高, 分别为 $(50.64 \pm 2.80) \mu\text{g}$ 和 $(14.85 \pm 0.31) \mu\text{g}$ (表 1), 与其他各组都有显著差异 ($P < 0.05$)。

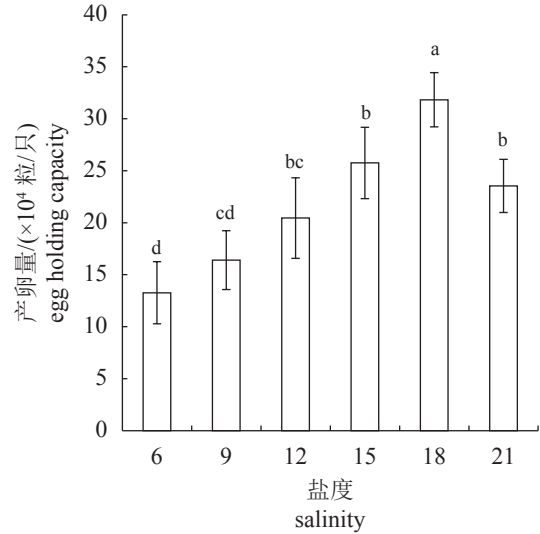


图 1 盐度对中华绒螯蟹产卵量的影响

不同字母代表组间差异显著 ($P < 0.05$, $n=5$), 下同。

Fig. 1 Effects of salinity on spawning capacity of *E. sinensis*

Different letters represent there are significant differences in fecundity among different groups ($P < 0.05$, $n=5$), the same below.

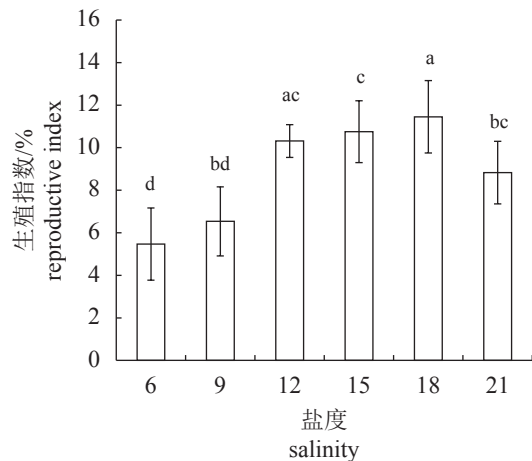


图 2 盐度对中华绒螯蟹生殖指数的影响

Fig. 2 Effects of salinity on reproductive index of *E. sinensis*

2.3 盐度对胚胎生化成分的影响

随盐度升高, 中华绒螯蟹胚胎的粗蛋白、总脂肪和水分含量都呈现先升高后降低的变化趋势 (表 2)。在盐度 15 时, 胚胎中粗蛋白、总脂肪和灰分含量均达到最高, 平均分别为 $(20.64\% \pm 3.42\%)$ 、 $(8.65\% \pm 1.44\%)$ 和 $(1.30\% \pm 0.22\%)$ 。各盐度下水分含量无显著差异 ($P > 0.05$), 其中盐度 6 时水分含量最高, 盐度 15 时最低, 平均含量分别为 $(73.83\% \pm 1.69\%)$ 和 $(70.19\% \pm 3.31\%)$ 。

随盐度变化, 中华绒螯蟹胚胎中甘油三酯的含量变化不明显, 盐度 21 时, 胚胎中甘油三酯的

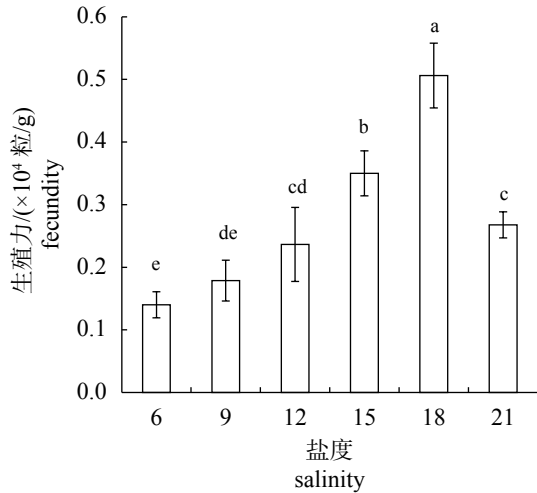


图3 盐度对中华绒螯蟹生殖力的影响

Fig. 3 Effects of salinity on fecundity of *E. sinensis*

含量最高, 平均为 (23.75±1.04) μmol/g, 与盐度 6、9 和 18 组间均有显著差异 ($P<0.05$), 但与盐度 12 和 15 组间无显著差异 ($P>0.05$)。胆固醇含量随盐度的增加呈先升高后降低的变化趋势, 盐度 18 时, 胚胎中胆固醇含量最高, 平均为 (90.60±2.36) μmol/g。随盐度的升高, 胚胎中磷脂含量先上升后下降, 盐度 12 时, 磷脂含量最高, 平均为 (784.13±51.38) μg/g, 且与盐度 6、18 和 21 组间有

显著差异 ($P<0.05$) (表 2)。

2.4 盐度对胚胎脂肪酸组成的影响

中华绒螯蟹胚胎中共检出 19 种脂肪酸, 其中饱和脂肪酸 (SFA) 7 种, 单不饱和脂肪酸 (MUFA) 4 种, 多不饱和脂肪酸 (PUFA) 8 种 (表 3)。盐度 21 时, 饱和脂肪酸总量最高, 平均含量为 (1.6656%±0.2664%), 显著高于其他各盐度组 ($P<0.05$)。单不饱和脂肪酸总量在盐度 12 时最高, 平均含量为 (2.6022%±0.0120%), 与其他各组均有显著差异 ($P<0.05$)。对多不饱和脂肪酸而言, 盐度 6 时, 胚胎中 C20:4n6(ARA)、C20:5n3 (EPA) 和 C22:6n3 (DHA) 的含量均最高, 平均分别为 (0.0098%±0.0011%)、(0.4300%±0.0044%) 和 (0.0652%±0.0008%), 且都显著高于其他各盐度组 ($P<0.05$)。盐度 21 时, 胚胎中多不饱和脂肪酸总量最高, 且显著高于其他各组 ($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 不同盐度下中华绒螯蟹的繁殖特性

甲壳类的繁殖特性主要包括生殖力、产卵量和生殖指数等参数, 是亲本质量评价的重要指

表 1 不同盐度下胚胎直径和重量

Tab. 1 Embryo diameter and weight under different salinities

项目 items	盐度 salinity					
	6	9	12	15	18	21
卵径/μm egg diameter	391.13±12.27 ^a	364.72±15.59 ^b	341.38±12.54 ^c	348.49±12.67 ^d	353.10±13.77 ^d	334.44±9.32 ^e
卵湿重/μg egg wet weight	36.36±4.00 ^b	42.41±3.07 ^c	50.64±2.80 ^a	44.75±3.25 ^d	38.90±3.36 ^{bc}	33.35±2.63 ^b
卵干重/μg egg dry weight	7.943±0.10 ^c	10.98±0.50 ^b	14.85±0.31 ^a	13.39±0.35 ^d	13.25±0.16 ^{dc}	12.72±0.34 ^c

注: 同行数据上标不同字母表示组间存在显著差异 ($P<0.05$, $n=5$), 下同。
Notes: values in each row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$, $n=5$), the same below.

表 2 不同盐度下胚胎生化成分的差异

Tab. 2 Biochemical components of embryo under different salinities

生化成分 biochemical components	盐度 salinity					
	6	9	12	15	18	21
粗蛋白/% crude protein	16.25±2.54 ^a	17.97±1.13 ^{ab}	17.48±0.52 ^{ab}	20.64±3.42 ^b	17.89±2.04 ^{ab}	17.51±2.42 ^{ab}
总脂肪/% total lipid	7.47±1.82 ^a	6.93±0.53 ^a	7.86±1.05 ^a	8.65±1.44 ^a	7.49±1.07 ^a	7.60±2.26 ^a
水分/% moisture	773.83±1.69 ^a	72.25±2.70 ^a	72.84±0.64 ^a	70.19±3.31 ^a	70.81±1.18 ^a	71.18±3.22 ^a
灰分/% ash	0.95±0.22 ^b	1.07±0.08 ^{ab}	1.08±0.12 ^{ab}	1.30±0.22 ^a	0.96±0.08 ^b	1.10±0.27 ^{ab}
甘油三酯/(μmol/g) triglyceride	22.03±1.83 ^{bc}	21.71±1.60 ^{bc}	23.32±1.27 ^a	22.77±0.47 ^{ab}	21.00±1.11 ^c	23.75±1.04 ^a
胆固醇/(μmol/g) cholesterol	82.31±4.29 ^b	85.38±7.06 ^{ab}	86.75±2.53 ^{ab}	83.53±2.76 ^b	90.60±2.36 ^a	86.04±7.67 ^{ab}
磷脂/(μg/g) phospholipid	721.46±28.44 ^{bc}	750.06±22.41 ^{ac}	784.13±51.38 ^a	738.81±65.42 ^{ab}	736.88±33.90 ^b	730.62±20.61 ^b

表 3 不同盐度下胚胎脂肪酸组成的差异
Tab. 3 Fatty acid composition of embryo under different salinities %

脂肪酸 fatty acid	盐度 salinity					
	6	9	12	15	18	21
C14:0	0.0398±0.0003 ^a	0.0347±0.0142 ^{bc}	0.0444±0.0055 ^{ab}	0.0331±0.0079 ^b	0.0322±0.0030 ^{bc}	0.0461±0.0009 ^a
C15:0	0.0241±0.0071 ^a	0.0164±0.0052 ^b	0.0196±0.0010 ^{ab}	0.0186±0.0039 ^{ab}	0.0203±0.0040 ^{ab}	0.0199±0.0010 ^{ab}
C16:0	1.0570±0.1215 ^a	0.7464±0.0633 ^b	0.9589±0.0930 ^c	0.8148±0.0144 ^{bc}	0.8419±0.0050 ^c	1.1451±0.2024 ^a
C17:0	0.0289±0.0073 ^a	0.0211±0.0077 ^b	0.0213±0.0025 ^b	0.0195±0.0019 ^b	0.0253±0.0023 ^{ab}	0.0289±0.0033 ^a
C18:0	0.2833±0.0103 ^b	0.2301±0.0124 ^c	0.2662±0.0390 ^b	0.2290±0.0052 ^c	0.2739±0.0254 ^{bc}	0.3954±0.0677 ^a
C20:0	0.0162±0.0015 ^a	0.0163±0.0018 ^a	0.0181±0.0032 ^a	0.0149±0.0005 ^b	0.0166±0.0018 ^a	0.0198±0.0003 ^a
C22:0	0.0109±0.0030 ^{ab}	0.0099±0.0005 ^{ab}	0.0119±0.0032 ^{ab}	0.0081±0.0003 ^c	0.0106±0.0040 ^{ab}	0.0104±0.0003 ^{ab}
∑SFA	1.3358±0.0056 ^b	1.0747±0.1043 ^c	1.3404±0.1363 ^b	1.1380±0.0217 ^{bc}	1.2207±0.0266 ^{bc}	1.6656±0.2664 ^a
C16:1	0.4957±0.0048 ^c	0.3808±0.0101 ^d	0.6002±0.0205 ^b	0.4588±0.0794 ^c	0.3921±0.0500 ^d	0.6917±0.0561 ^a
C18:1n9c	1.5516±0.2846 ^b	1.1910±0.3004 ^c	1.5510±0.3443 ^b	1.4885±0.0344 ^{bd}	1.6067±0.0824 ^b	2.0160±0.1850 ^a
C20:1	0.0337±0.0016 ^b	0.0410±0.0051 ^{ab}	0.0478±0.0071 ^a	0.0368±0.0048 ^b	0.0342±0.0022 ^b	0.0435±0.0034 ^{ab}
C22:1n9	0.0428±0.0006 ^a	0.0863±0.0017 ^b	0.0813±0.0004 ^c	0.1255±0.0004 ^d	0.2947±0.0017 ^c	0.1935±0.0014 ^f
∑MUFA	1.8775±0.0156 ^a	1.9465±0.0008 ^b	2.6022±0.0120 ^c	2.0927±0.0043 ^d	2.3555±0.0124 ^c	2.5408±0.0175 ^f
C18:2n6c	0.8784±0.0089 ^{bc}	1.0465±0.0024 ^a	0.8376±0.0035 ^{bc}	0.9515±0.0024 ^{bc}	0.8963±0.0804 ^b	1.0744±0.0141 ^a
C18:3n3	0.0590±0.0005 ^a	0.0847±0.0003 ^b	0.0723±0.0008 ^c	0.0905±0.0013 ^d	0.0763±0.0016 ^c	0.1160±0.0024 ^f
C20:2	0.0423±0.0013 ^c	0.0411±0.0012 ^c	0.0490±0.0002 ^{bc}	0.0709±0.0092 ^{bd}	0.0900±0.0022 nd	0.1072±0.0236 ^a
C20:3n3	0.0140±0.0002 ^b	0.0148±0.0002 ^b	0.0123±0.0007 ^d	0.0222±0.0002 ^c	0.0215±0.0010 ^{bc}	0.0203±0.0004 ^a
C20:3n6	0.0057±0.0013 ^a	0.0046±0.0004 ^a	0.0070±0.0010 ^a	0.0050±0.0011 ^a	0.0065±0.0016 ^a	0.0114±0.0017 ^b
C20:4n6(ARA)	0.0098±0.0011 ^a	0.0071±0.0012 ^b	0.0092±0.0010 ^a	0.0070±0.0010 ^{bc}	0.0057±0.0006 ^c	0.0073±0.0006 ^c
C20:5n3(EPA)	0.4300±0.0044 ^a	0.2130±0.0014 ^b	0.1213±0.0012 ^c	0.3289±0.0008 ^d	0.1957±0.0011 ^c	0.2676±0.0097 ^f
C22:6n3(DHA)	0.0652±0.0008 ^a	0.0239±0.0002 ^b	0.0332±0.0071 ^c	0.0322±0.0001 ^c	0.0416±0.0004 ^d	0.1514±0.0008 ^c
∑PUFA	1.5033±0.0117 ^c	1.4365±0.0049 ^d	1.1435±0.0035 ^d	1.5168±0.0045 ^c	1.4049±0.0056 ^b	1.7417±0.0221 ^a
∑HUFA	0.5041±0.0057 ^a	0.2450±0.0015 ^b	0.1645±0.0064 ^c	0.3689±0.0003 ^d	0.2431±0.0024 ^b	0.4343±0.0054 ^c

注: ∑SFA为饱和脂肪酸总量, ∑MUFA为单不饱和脂肪酸总量, ∑PUFA为多不饱和脂肪酸总量。
Notes: ∑SFA is total content of saturated fatty acids, ∑MUFA is total content of mono-unsaturated fatty acids, ∑PUFA is total content of poly-unsaturated fatty acids, ∑HUFA = ARA+EPA+DHA.

标^[18]。亲本繁殖特性受规格、盐度、水温、饵料等多种因子影响。有研究发现, 中华绒螯蟹的产卵量随亲本规格的增大而逐渐增加, 但生殖力和生殖指数则呈相反的变化趋势^[14]。刘智俊等^[19]研究表明, 克氏原螯虾 (*Procambarus clarkii*) 的产卵量随着体重的增加而显著增加。细点圆趾蟹 (*Ovalipes punctatus*) 的繁殖力取决于亲本产卵的批次、单次产卵的量、蜕皮次数及蜕皮时的生长率^[20]。李清清等^[13]研究发现, 中华绒螯蟹野生亲本的产卵量、生殖力和生殖指数均略高于养殖亲本, 这可能是由于野生亲本栖息水域水温较低, 卵巢发育周期长, 性腺指数高于养殖个体。也有研究认为, 对亲本进行营养强化能显著提高亲本的繁殖性能^[7]。本研究中, 所选亲本规格基本一致且均为第一次产卵, 交配环境和投喂饵料也完全相同,

排除了营养状况、产卵次数和环境因子对亲本的影响, 因此可以在一定程度上反映盐度与繁殖特性的关系。

有关盐度对甲壳类繁殖特性的影响研究较少。薛素燕^[21]的研究表明, 盐度对中华原钩虾 (*Eogammarus possjeticus*) 的生殖力和胚胎发育时间无显著影响, 分析认为可能是由于它们生活在潮间带, 能够适应潮间带的盐度变化。Wildish^[22]研究认为, 盐度是影响端足类 (Amphipoda) 生殖的重要因子, 这可能是由于盐度对其蜕皮和繁殖具有显著影响。也有学者认为, 河口种类很难确定其精确的盐度范围, 这是由于不同的物种适应的盐度条件不同, 即使是同一物种, 在不同的生活阶段所需要的盐度条件也不尽相同^[23]。本研究中, 不同盐度下中华绒螯蟹的繁殖性能不同, 盐度 6 和 9 时, 繁殖

性能处于较低的水平, 这是因为性腺发育需要一定程度的盐度刺激, 低盐度下性腺发育缓慢。后期解剖中也发现, 低盐度下交配和产卵后的雌蟹仍保留有部分性腺, 表明性腺中的能量物质并未完全转移到胚胎中, 导致低盐度下繁殖性能相对较低。盐度 18 时中华绒螯蟹的繁殖性能参数均最高, 这可能是由于亲本在此条件下性腺发育较快, 产卵环境最适宜, 因此在后期的产卵过程中表现出较强的繁殖性能。

3.2 盐度对胚胎卵径及生化成分的影响

以往研究表明, 规格相似的中华绒螯蟹野生和养殖亲本所产胚胎卵径和卵重均无显著差异, 这也意味着亲本所产胚胎卵径、单卵干重和湿重相对稳定, 不易受生长条件的影响^[13]。此外不同来源甲壳动物亲本所产胚胎的卵径和单卵重量差异也不显著, 如罗氏沼虾 (*Macrobrachium rosenbergii*)^[24]、凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*)^[25]、三疣梭子蟹^[26]。本研究中, 盐度对中华绒螯蟹所产胚胎卵径和重量均有较大影响。盐度 6 时卵径最大, 从外观看也较为明显, 盐度 12 时湿重和干重均最大。盐度 6 为中华绒螯蟹产卵的最低盐度, 但所产卵卵径和干重与其他组间有较大差异, 这可能是低盐度下胚胎吸水膨胀所致, 具体原因有待进一步分析。

蛋白质和脂类是甲壳类胚胎发育中重要的能量来源, 对胚胎生化成分的研究可以推测胚胎或个体对能源物质的储存和利用情况^[27-28]。此外, 蛋白质和脂类也是组成组织和器官的主要结构物质, 也是初孵幼体的能量来源^[9]。罗文^[29]采用生物化学方法对红螯光壳螯虾 (*Cherax quadricarinatus*) 胚胎发育过程中脂类进行了测定和分析, 发现脂类是红螯光壳螯虾胚胎发育的重要能量物质和结构物质。成永旭等^[30]研究了中华绒螯蟹胚胎不同发育阶段脂类及脂肪酸组成的变化, 认为磷脂有两个作用, 一是参与胚胎细胞膜的构建, 二是作为能源物质被利用, 但主要以后者为主。甘油三酯始终是不同的胚胎阶段的主要脂类, 小部分在胚胎发育过程中作为能源物质, 大部分则是作为蚤状幼体的内源性营养物质。

本研究中, 盐度 15 时, 亲本所产胚胎中粗蛋白和总脂含量均最高, 可为胚胎发育及初孵幼体提供更多能量。脂肪含量高, 才能保证较长时间的胚胎发育和胚胎内幼体变态^[30]。王瑞芳^[31]研

究了中华绒螯蟹的幼体发育, 表明在盐度 15 时, 不同发育时期胚胎孵化率和蚤状幼体成活率均较高。因此实际生产中, 综合考虑中华绒螯蟹的繁殖性能和胚胎孵化率, 采用盐度 15 的水体较好。盐度 6 时胚胎水分含量最高, 这与前面所述盐度 6 时胚胎吸水膨大后导致卵径增大的结果一致; 也可能是因为盐度 6 中所取胚胎为雌蟹初产胚胎, 与成熟卵巢相比, 刚排出的卵吸收了大量水分, 因此卵脂占卵湿重的百分含量显著降低^[30]。常国亮等^[32]研究发现, 早熟雄蟹性腺中胆固醇和磷脂含量均高于正常蟹, 甘油三酯含量则低于正常蟹。本研究发现盐度对中华绒螯蟹胚胎中甘油三酯、胆固醇和磷脂含量的影响不明显。

3.3 盐度对胚胎脂肪酸组成的影响

研究表明, C20:5n3(EPA) 和 C22:6n3(DHA) 不仅是中华绒螯蟹机体维持细胞结构和功能的重要脂肪酸, 也是其性腺发育中卵巢存储的主要多不饱和脂肪酸, 在机体产卵和胚胎孵化中起着重要作用^[33-34], EPA 和 DHA 不能完全依靠自身合成来满足其生长发育, 必须从食物中获得, 且经过 EPA 和 DHA 营养强化后的饵料投喂亲本, 其卵子和幼体质量可得到有效改善; 同时发现 C20:4n6 (ARA) 在某些海水鱼类的正常发育中也有重要作用^[35]。远海梭子蟹 (*P. pelagicus*) 成熟卵巢中的脂肪酸组成与拟穴青蟹 (*Scylla paramamosain*) 等海产梭子蟹科 (Portunidae) 的种类较为接近^[36], ARA、EPA 和 DHA 这 3 种高度不饱和脂肪酸含量均较高, 这可能与海产蟹类的食物中具有高含量的 HUFA 有关^[37]。甲壳动物卵巢和胚胎中合适的 HUFA 含量及其比例不仅是胚胎正常发育的重要保证, 而且可以显著提高初孵幼体的成活率、变态率和抗逆境能力^[8]。

本研究发现, 盐度 6 时, 所产胚胎中 ARA 和 EPA 的含量最高, DHA 则在盐度 21 的胚胎中最高。分析认为, 盐度 6 是亲体产卵的最低盐度, 所产胚胎中必须具备较高的必需脂肪酸含量才能保证后期胚胎的正常发育和孵化。王瑞芳^[31]的研究表明, 中华绒螯蟹胚胎在低盐度 (1~6) 下的孵化率高于高盐度 (10~20) 下的孵化率, 这也验证了低盐度下中华绒螯蟹胚胎可能需要积累更多的脂肪酸才能正常孵化。水体盐度的变化会影响甲壳动物组织中的脂肪酸组成, 较高盐度可显著降低中华绒螯蟹胰腺中 EPA 和 DHA 的含量^[38]。本

研究表明, 盐度对中华绒螯蟹胚胎脂肪酸组成有较大影响, 盐度 21 时, 胚胎中 Σ SFA、 Σ PUFA 和 HUFA 均较高, 盐度 15 时的胚胎次之, 但盐度 15 时所产胚胎卵径、重量、粗蛋白及总脂含量均高于盐度 21 时的胚胎, 因此综合分析不同盐度下胚胎的生化成分及脂肪酸组成, 认为盐度 15 时所产胚胎质量较高。目前, 单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸对中华绒螯蟹生长、繁育的生理机制报道较少, 盐度对个体及胚胎脂肪酸组成的影响还需进一步研究。

(作者声明本文无实际或潜在的利益冲突)

参考文献 (References):

- [1] 张凯军, 姜鹏飞, 王军, 等. 不同温度对中华绒螯蟹生长及肠道微生物菌群的影响[J]. 上海海洋大学学报, 2022, 31(2): 384-393.
Zhang K J, Jiang P F, Wang J, et al. Effects of different temperatures on growth and gut microbiota of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*)[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2022, 31(2): 384-393 (in Chinese).
- [2] 堵南山. 中华绒螯蟹的洄游[J]. 水产科技情报, 2004, 31(2): 56-57, 94.
Du N S. Migration of Chinese mitten-handed crab *Eriocheir sinensis*[J]. Fisheries Science & Technology Information, 2004, 31(2): 56-57, 94 (in Chinese).
- [3] 刘文亮, 何文珊. 长江河口大型底栖无脊椎动物[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2007.
Liu W L, He W S. Benthic Macro-invertebrates in the Yangtze Estuary[M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 2007 (in Chinese).
- [4] 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): 3-11.
Zhang L S, Zhu C L, Yang J, et al. Environmental investigation of crab breeding grounds in the Yangtze River Estuary[J]. Aquatic Science and Technology Information, 1988(1): 3-11 (in Chinese).
- [5] 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.
- [6] 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(3-4): 347-360.
- [7] Wu X G, Cheng Y X, Sui L Y, et al. Effect of dietary supplementation of phospholipids and highly unsaturated fatty acids on reproductive performance and offspring quality of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*(H. Milne-Edwards), female broodstock[J]. Aquaculture, 2007, 273(4): 602-613.
- [8] 吴旭干, 成永旭, 常国亮, 等. 亲本强化培育对中华绒螯蟹雌体生殖性能和Z1幼体质量的影响[J]. 水产学报, 2007, 31(6): 757-764.
Wu X G, Cheng Y X, Chang G L, et al. Effect of enriching broodstock on reproductive performance and Z1 quality of *Eriocheir sinensis*[J]. Journal of Fisheries of China, 2007, 31(6): 757-764 (in Chinese).
- [9] 成永旭, 堵南山, 赖伟. 中华绒螯蟹卵巢快速发育期内脂类积累以及对抱卵的影响[J]. 水产学报, 2000, 24(2): 113-118.
Cheng Y X, Du N S, Lai W. The lipid accumulations during the stages of the ovarian fast maturation and their effect on the spawning of *Eriocheir sinensis*[J]. Journal of Fisheries of China, 2000, 24(2): 113-118 (in Chinese).
- [10] 吴旭干, 于智勇, 成永旭, 等. 4组生物饵料对中华绒螯蟹Z4到大眼幼体生长发育和脂肪酸组成的影响[J]. 中国水产科学, 2007, 14(6): 911-918.
Wu X G, Yu Z Y, Cheng Y X, et al. Effect of four groups of live feeds on larval development, growth (from Z4 to Megalopa) and fatty acid composition of *Eriocheir sinensis*[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14(6): 911-918 (in Chinese).
- [11] 梁俊平. 脊尾白虾全人工繁育及繁殖相关基因的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.
Liang J P. Study on the technology of artificial breeding and expression of genes involving in reproducing of *Exopalaemon carinicauda*[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2013 (in Chinese).
- [12] 何碧华. 氨氮、亚硝酸盐氮和盐度对三疣梭子蟹胚胎及幼体发育的慢性毒性[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2013.
He B H. Chronic toxicity of ammonia-N, nitrite-N and salinity on development of the embryo and larva of *Portunus trituberculatus*[M]. Zhanjiang: Guangdong Ocean University, 2013 (in Chinese).
- [13] 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 (in Chinese).
- [14] 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 (in Chinese).
- [15] 冯伟, 李辉, 唐永凯, 等. 配合饲料和冰鱼对单体养殖中华绒螯蟹生长、性腺发育及其肌肉品质的影响[J]. *水产学报*, 2021, 45(5): 748-759.
- Feng W, Li H, Tang Y K, *et al.* Effects of formula feed and frozen fish on the growth, gonadal development and muscle quality of *Eriocheir sinensis* in the monomer culture[J]. *Journal of Fisheries of China*, 2021, 45(5): 748-759 (in Chinese).
- [16] Wen X B, Chen L Q, Zhou Z L, *et al.* Reproduction response of Chinese mitten-handed crab (*Eriocheir sinensis*) fed different sources of dietary lipid[J]. *Comparative Biochemistry and Physiology-Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 2002, 131(3): 675-681.
- [17] 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, 131(1): 95-104.
- [18] Wu X G, Cheng Y X, Zeng C S, *et al.* Reproductive performance and offspring quality of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (H. Milne-Edwards) females fed an optimized formulated diet and the razor clam *Sinonovacula constricta*[J]. *Aquaculture Research*, 2009, 40(12): 1335-1349.
- [19] 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 (in Chinese).
- [20] 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(自然科学版)*, 2012, 31(4): 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 (in Chinese).
- [21] 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 developmental biology and ecology features of *Eogammarus sinensis*[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2013 (in Chinese).
- [22] Wildish D J. Evolutionary ecology of reproduction in gammaridean Amphipoda[J]. *International Journal of Invertebrate Reproduction*, 1982, 5(1): 1-19.
- [23] 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.
- [24] Nhan D T, Wille M, Hung L T, *et al.* Comparison of reproductive performance and offspring quality of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) broodstock from different regions[J]. *Aquaculture*, 2009, 298(1-2): 36-42.
- [25] Andriantahina F, Liu X L, Huang H, *et al.* Comparison of reproductive performance and offspring quality of domesticated Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*[J]. *Aquaculture*, 2012, 324-325: 194-200.
- [26] Wu X G, Cheng Y X, Zeng C S, *et al.* Reproductive performance and offspring quality of wild-caught and pond-reared swimming crab *Portunus trituberculatus* broodstock[J]. *Aquaculture*, 2010, 301(1-4): 78-84.
- [27] 成永旭, 堵南山, 赖伟. 中华绒螯蟹卵巢和胚胎发育期脂类在卵黄物质中存在的形态及其变化[J]. *动物学杂志*, 1999, 34(1): 51-56.
- Cheng Y X, Du N S, Lai W. On the ultrastructure of yolk lipid distribution and its changes during the Chinese crab, *Eriocheir sinensis* ovarian maturation and embryonic development[J]. *Chinese Journal of Zoology*, 1999, 34(1): 51-56 (in Chinese).
- [28] 田华梅, 赵云龙, 李晶晶, 等. 中华绒螯蟹胚胎发育过程中主要生化成分的变化[J]. *动物学杂志*, 2002, 37(5): 18-21.
- Tian H M, Zhao Y L, Li J J, *et al.* Biochemical changes during embryonic development in the crab *Eriocheir sinensis*[J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2002, 37(5): 18-21 (in Chinese).

- [29] 罗文. 红螯螯虾 (*Cherax quadricarinatus*) 胚胎营养代谢的研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2004.
Luo W. Study on embryonic nutrition metabolism of *Cherax quadricarinatus*[D]. Shanghai: East China Normal University, 2004 (in Chinese).
- [30] 成永旭, 堵南山, 赖伟. 中华绒螯蟹胚胎不同发育阶段脂类及脂肪酸组成的变化 [C]//动物学专辑——上海市动物学会 1997 年年会论文集. 上海: 上海市动物学会, 1997: 32-36.
Cheng Y X, Du N S, Lai W. Lipid composition variation during the embryonic development in the Chinese crab *Eriocheir sinensis*[C]. Zoology album-Proceedings of the 1997 annual meeting of Shanghai zoological society Shanghai: Shanghai Zoological Society, 1997: 32-36 (in Chinese).
- [31] 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 (in Chinese).
- [32] 常国亮, 成永旭, 丁怀宇, 等. 早熟中华绒螯蟹雄蟹性腺指数、性腺生化成分及脂肪酸组成变化[J]. 河南师范大学学报 (自然科学版), 2014, 42(1): 120-123.
Chang G L, Cheng Y X, Ding H Y, et al. Comparison of GSI, gross biochemical and fatty acid composition in male gonads between normal and precocious Chinese crab, *Eriocheir sinensis*[J]. *Journal of Henan Normal University(Natural Science Edition)*, 2014, 42(1): 120-123 (in Chinese).
- [33] Wu X G, Cheng Y X, Sui L Y, et al. Biochemical composition of pond-reared and lake-stocked Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (H. Milne-Edwards) broodstock[J]. *Aquaculture Research*, 2007, 38(14): 1459-1467.
- [34] Sui L Y, Sun H X, Wu X G, et al. Effect of dietary HUFA on tissue fatty acid composition and reproductive performance of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (H. Milne-Edwards) broodstock[J]. *Aquaculture International*, 2011, 19(2): 269-282.
- [35] Watanabe T, Kitajima C, Fujita S. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review[J]. *Aquaculture*, 1983, 34(1-2): 115-143.
- [36] Alava V R, Quiniti E T, De Pedro J B, et al. Lipids and fatty acids in wild and pond-reared mud crab *Scylla serrata* (Forsskål) during ovarian maturation and spawning [J]. *Aquaculture Research*, 2007, 38(14): 1468-1477.
- [37] 周波, 吴旭干, 丰浪, 等. 远海梭子蟹成熟卵巢和早期胚胎的脂类成分比较研究[J]. 上海海洋大学学报, 2011, 20(6): 853-857.
Zhou B, Wu X G, Feng L, et al. A comparative study of lipid class and fatty acid composition of mature ovary and early embryo of *Portunus pelagicus*[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2011, 20(6): 853-857 (in Chinese).
- [38] 王帅, 吴旭干, 陶宁萍, 等. 盐度调控对中华绒螯蟹肝胰腺主要营养品质的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(12): 318-324.
Wang S, Wu X G, Tao N P, et al. Effects of water salinity on the nutritional quality of *Eriocheir sinensis* hepatopancreas[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2015, 31(12): 318-324 (in Chinese).

Effects of salinity on reproductive characteristics and embryo quality of *Eriocheir sinensis*

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

(1. 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;

2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, 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 214081, China)

Abstract: Salinity is a limiting factor affecting gonadal development, mating, oviposition, growth and breeding of *Eriocheir sinensis*. In the research on the reproductive performance and embryo quality of *E. sinensis*, the existing reports mainly focus on the effects of different populations, parental specifications and bait composition, while the effects of salinity on the reproductive characteristics and embryo quality of *E. sinensis* have not been examined. In order to find out the effects of salinity on the reproductive characteristics and embryo quality of *E. sinensis* parents, the reproductive and oviposition experiments of parents under different salinities (3, 6, 9, 12, 15, 18, 21) were set up. The reproductive characteristics of parents, such as egg production, reproductive index and fecundity, and the egg diameter, weight, biochemical composition and fatty acid composition of embryos were analyzed. The results showed the following. ① The lowest salinity for spawning was 6, at the range of salinity 6-21, the egg production, reproductive index and fecundity of *E. sinensis* parents increased first and then decreased. When the salinity was 18, the egg production, reproductive index and fecundity of the parents were the highest, and there were significant differences with other groups ($P < 0.05$). ② The embryo diameter was the largest at salinity 6, with an average of $(391.13 \pm 12.27) \mu\text{m}$, which was significantly higher than that in other groups ($P < 0.05$). When the salinity was 12, the wet weight and dry weight of single embryo were the highest, which were $(50.64 \pm 2.80) \mu\text{g}$ and $(14.85 \pm 0.31) \mu\text{g}$ respectively, and there were significant differences with other groups ($P < 0.05$). ③ With the increase of salinity, the contents of crude protein, total lipid and moisture in the embryo of *E. sinensis* increased at first and then decreased. When the salinity was 15, the contents of crude protein, total lipid and ash in embryos reached the highest, with an average of $(20.64\% \pm 3.42\%)$, $(8.65\% \pm 1.44\%)$ and $(1.30\% \pm 0.22\%)$ respectively. There was no significant difference in moisture content under different salinities ($P > 0.05$). With the increase of salinity, the contents of cholesterol and phospholipid in embryos increased first and then decreased, while the contents of triglyceride did not change significantly. ④ A total of 19 kinds of fatty acids were detected in the embryos of *E. sinensis*, including 7 kinds of saturated fatty acids, 4 kinds of monounsaturated fatty acids and 8 kinds of polyunsaturated fatty acids. At salinity 6, the contents of C20:4n6 (ARA), C20:5n3 (EPA) and C22:6n3 (DHA) in embryos were the highest, averaging at $(0.0098\% \pm 0.0011\%)$, $(0.4300\% \pm 0.0044\%)$ and $(0.0652\% \pm 0.0008\%)$, respectively, which were significantly higher than other groups ($P < 0.05$). At salinity 21, the total contents of saturated fatty acids (SFA) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) were the highest, and there were significant differences with other groups ($P < 0.05$). Salinity had a certain effect on the quality of embryos, reproductive characteristics of *E. sinensis* were the best at salinity 18. This experiment explored the relationship between salinity and the reproductive characteristics and embryo quality of *E. sinensis*, in order to further provide basic data and reference for the breeding of *E. sinensis*, and provide theoretical basis and scientific support for seeding production.

Key words: *Eriocheir sinensis*; salinity; reproductive characteristics; embryo quality

Corresponding author: ZHUANG Ping. E-mail: pzhuang@ecsf.ac.cn

Funding projects: National Key R & D Program of China (2018YFD0900903); Shanghai Chinese Mitten Crab Modern Agricultural Technology System Project (2017-4); National Natural Science Foundation of China (31972795); Central Public-interest Scientific Institution Basal Research Fund, Chinese Academy of Fishery Sciences (2020TD13); National Science and Technology Resource Sharing Service Platform