

文章编号:1000-0615(2012)07-1094-08

DOI:10.3724/SP.J.1231.2012.27771

温度和盐度对中华原钩虾幼体孵化、存活及生长的影响

薛素燕^{1,2,3}, 赵法箴^{2,3*}, 方建光^{2,3}, 孔杰², 毛玉泽^{2,3}, 张继红^{2,3}, 张庆文⁴

(1. 中国海洋大学水产学院, 山东 青岛 266003;

2. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东 青岛 266071;

3. 山东省渔业资源与生态环境重点实验室, 山东 青岛 266071;

4. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 海水养殖引种育种中心, 山东 青岛 266000)

摘要: 采用室内受控实验方法测定了不同温度(15, 20, 25 和 30 °C)和盐度(盐度 5, 10, 15, 20, 25, 30 和 35)以及温度和盐度交互作用对中华原钩虾幼体孵化、存活及生长的影响。结果表明, 中华原钩虾幼体孵化的数量受水温影响显著($P<0.05$), 20 °C 幼体孵化率最高, 平均每只亲体孵化幼体 30.67 个。水温对幼体生长的影响差异十分显著($P<0.01$), 15~25 °C 范围内, 幼体的日增长和特定生长率随水温升高而增加, 水温 25 °C 时达到最大值, 平均日增长体长为 0.23 mm/d、体质量平均日增长体质量为 0.20 mg/d, 特定生长率体长为 6.40 %/d、体质量特定生长率为 15.79 %/d; 当水温高于 25 °C, 钩虾的日增长和特定生长率降低。根据相关性方程式推算其最适孵化温度为 21.50 °C, 最适生长温度为 20~25 °C。中华原钩虾幼体的存活率受温度的影响差异不显著($P>0.05$), 20 °C 钩虾幼体存活率最高, 为 98%, 30 °C 存活率最低, 为 87.67%。盐度对中华原钩虾孵化幼体数量、存活率及幼体生长的影响差异不显著($P>0.05$)。温度和盐度交互作用结果表明, 中华原钩虾对盐度有较好的适应能力, 温度对中华原钩虾种群发展的影响要大于盐度的影响。

关键词: 中华原钩虾; 温度; 盐度; 孵化; 生长

中图分类号: Q 178.1; S 917.4

文献标志码: A

饵料生物是重要的蛋白质源, 不仅为养殖动物提供优良饵料, 而且对调节水质、改善养殖环境有一定的积极作用。随着我国水产养殖业的飞速发展, 蛋白质资源紧缺加之养殖环境急需改善, 开辟生物性饵料培养生产的新途径十分必要, 也符合生态健康养殖的理念。以钩虾为代表的端足类, 具有种群快速增殖的生物学特性, 有着较高的次级生产力和生物量^[1-2], 能为鱼虾等经济动物提供丰富的食物来源^[3], 是具有良好推广和应用前景的优良生物活饵料。同时它们能大量摄食石莼(*Ulva*)、浒苔(*Enteromorpha* sp.)等大型藻类^[4-5], 是初级生产向更高营养级流动的重要通道^[6-8], 在健康养殖

系统中能发挥一定的生态调控作用。因此对其进行相关研究具有重要的现实意义。

中华原钩虾(*Eogammarus sinensis*)隶属于节肢动物门(Arthropoda)甲壳纲(Crustacea), 主要分布于中国渤海、黄海^[9], 是山东半岛潮间带及养殖池塘等的优势种之一, 常栖息于潮间带海藻间或岩石下。近年山东等沿海地区开始规模化培养, 但是关于该种的生理生态学等方面的研究资料十分匮乏, 环境因子对该物种繁殖和生长的影响尚未见报道。本实验观测了不同温度、盐度对中华原钩虾幼体孵化、存活及生长的影响, 旨在确定中华原钩虾发育生长的适宜环境条件, 为海水增养殖开辟

收稿日期: 2011-10-17 修回日期: 2012-03-19

资助项目: 国家“九七三”基础研究计划(2006CB400608); 国家科技支撑计划(2006BAD09A02); 黄海所基本科研业务费(2009-TS-05)

通讯作者: 赵法箴, E-mail: zhaofz@ysfri.ac.cn

一条动物性活饵料培养生产的新途径提供理论依据和科学指导。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

中华原钩虾成虾采自烟台海阳浅海附近的养殖池塘, 成虾带回实验室在自然海水环境条件下暂养, 分别筛选个体大小均匀的雌、雄钩虾备用。雄性钩虾体长(16.98±0.66) mm, 体质量(47.43±4.64) mg; 雌性钩虾体长(12.26±0.66) mm, 体质量(33.41±5.70) mg。

1.2 实验方法

温度实验 (1) 孵化。将同批次交尾雌雄体若干对移入培养箱中培养, 待交尾结束时, 挑选 120 只刚抱卵的雌性钩虾用于实验。于实验前 1 d, 准备 12 个 1000 mL 烧杯, 装入沉积物(经消毒的细砂, 粒径约为 0.5 mm)2~3 cm, 上覆海水 700 mL。实验设置 4 个温度组, 分别为 15、20、25 和 30 °C。每个温度组设 3 个平行, 每个平行放入 10 只抱卵钩虾。实验期间, 盐度为 31.68±0.72, pH=7.74~8.03, 每天更换上覆水, 充气, 每 2 天更换新鲜海藻。实验开始时为避免剧烈温差对钩虾造成伤害, 以驯养水温为基础, 以每 2 小时改变 3 °C 的速率渐次升(降温)至实验所需温度。记录各组孵化的幼体数量。

(2) 生长。从温度孵化实验中幼体孵出数量最多的 20 °C 处理组挑选活泼健康的初孵幼体用于实验。温度设置同上, 每个温度组设置 3 个平行, 每个平行移入 20 只钩虾幼体, 规格为体长(1.41±0.05) mm, 体质量(0.14±0.001) mg。实验进行 20 d。其他操作管理同上。实验结束时测量钩虾的体长、体质量, 计算生长相关指标; 记录钩虾存活数量, 计算存活率。

体长和体质量的测定方法, 实验开始前用长吸管随机取 100 只初孵幼体移至 5% 酒精麻醉后移到显微镜下用目镜测微尺测量初始体长; 再以吸水纸吸去钩虾体表多余水分, 置入称量皿内用万分之一电子天平测量总体质量, 计算 1 只钩虾幼体的体质量, 重复上述操作 4 次, 求其平均值。实验结束后用游标卡尺测量各处理组钩虾的体长, 每个平行样随机取 5 只钩虾测量总体质量, 计算 1 只钩虾的体质量, 重复上述操作 4 次, 求其平均值。

盐度实验 (1) 孵化。实验设置 7 个盐度组, 分别为 5、10、15、20、25、30 和 35。每个盐度组设置 3 个平行, 每个平行放入 10 只抱卵钩虾。实验期间, 温度为(25.23±0.26) °C, 其它条件同上。实验开始时为避免剧烈盐差对钩虾造成伤害, 盐度以每 1 h 改变 3 的速率渐次升(降盐)至实验要求盐度。记录各组孵化的幼体数量。

(2) 生长。从盐度孵化实验中幼体孵出数量最多的盐度 20 处理组挑选活泼健康的初孵幼体用于实验。盐度设置同上, 每个盐度组设置 3 个平行, 每个平行移入 20 只钩虾幼体, 体长(1.42±0.04) mm, 体质量(0.14±0.002) mg。实验进行 20 d。其他操作管理同上。实验结束时测量钩虾的体长、体质量, 计算生长相关指标; 记录钩虾存活数量, 计算存活率。

温度盐度交互作用实验 以上述实验为基础, 设置 3 个温度(15、20、25 °C)和 4 个盐度(15、20、25、30)梯度进行交互作用实验, 分别为温度 15 °C—盐度 15、20、25、30; 温度 20 °C—盐度 15、20、25、30; 温度 25 °C—盐度 15、20、25、30, 共 12 个实验组。记录各组钩虾幼体孵化数量、存活数量, 测量钩虾体长、体质量, 计算存活率及生长等指标。

1.3 计算与统计分析

日增长(daily growth, DG)、特定生长率(specific growth rate, SGR)采用以下公式进行计算:

$$DG = (W_t - W_0) / t \quad DG = (L_t - L_0) / t$$

$$SGR = 100 \times (\ln W_t - \ln W_0) / t$$

$$SGR = 100 \times (\ln L_t - \ln L_0) / t$$

式中, W_0 、 W_t 分别为初体质量(mg)和末体质量(mg), L_0 、 L_t 分别为初体长(mm)和末体长(mm), t 为实验时间(d)。

运用 SPSS 18.0 软件包对数据进行 ANOVA 单因素和双因素方差分析, 并作 SNK 多重比较, 以 $P < 0.05$ 作为不同处理之间差异显著标准。

2 结果

2.1 温度对中华原钩虾幼体孵化数量及存活率的影响

在 15~30 °C 范围内, 水温对中华原钩虾幼体孵化数量的影响显著, $F=12.786$, $P < 0.01$ 。水温 15~30 °C 范围内, 钩虾幼体孵化数量与温度有

较强的相关性, 拟合方程式为 $y = -0.1958x^2 + 7.2975x - 36.037$, 相关系数 $R^2 = 0.9952$ 。由图 1 可知, 20 °C 幼体孵化数量最多, 平均每个亲虾孵出幼体为 30.67 个, 30 °C 孵出幼体数量最少, 平均为 6.33 个。

20 °C 时的钩虾幼体存活率最高, 为 98%, 30 °C 存活率最低, 为 87.67%(图 2)。经差异显著性分析, 水温对钩虾幼体存活率的影响不显著, $F=0.996$, $P>0.05$ 。

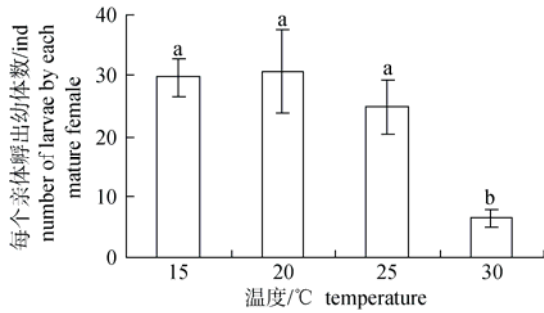


图 1 温度对钩虾幼体孵化数量的影响

字母不同表示差异显著($P < 0.05$), 下同。

Fig. 1 The hatching number of *E. sinensis* at different temperatures

The different letters mean significant difference ($P < 0.05$), the same as the following.

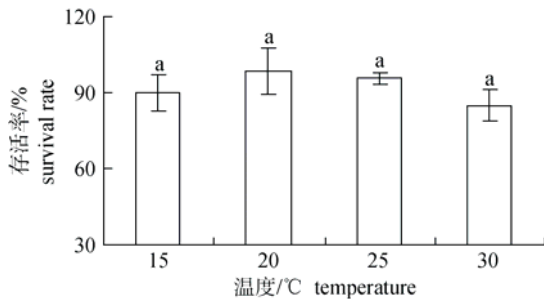


图 2 温度对钩虾幼体存活率的影响

Fig. 2 The survival rate of *E. sinensis* at different temperatures

2.2 温度对中华原钩虾幼体生长的影响

水温 15 ~ 25 °C, 钩虾的平均体长随水温升高而增加; 水温 25 °C 时, 钩虾的平均体长达到最大值, 为 6.53 mm, 日增长为 0.23 mm/d, 特定生长率为 6.40 %/d; 当水温高于 25 °C 时, 钩虾平均体长降低(图 3)。水温与钩虾的平均体长呈多项式关系, 拟合方程式:

$$y = -0.0303x^2 + 1.3314x - 8.2973, R^2 = 0.8208。$$

经差异显著性分析, 水温对钩虾体长的影响

十分显著, $F=30.016$, $P<0.01$ 。

水温 15 ~ 25 °C, 钩虾的平均体质量随水温升高而增加; 当水温为 25 °C 时, 钩虾的平均体质量达到最大值, 为 4.24 mg, 日增长为 0.20 mg/d, 特定生长率为 15.79 %/d; 当水温高于 25 °C 时, 钩虾平均体质量降低, 即钩虾体质量随温度的升高而降低(图 4)。水温与钩虾的平均体质量呈多项式关系, 拟合方程式为

$$y = -0.0443x^2 + 1.931x - 16.821, R^2 = 0.9183。$$

经差异显著性分析, 水温对钩虾体质量的影响极显著, $F=15.249$, $P<0.01$ 。

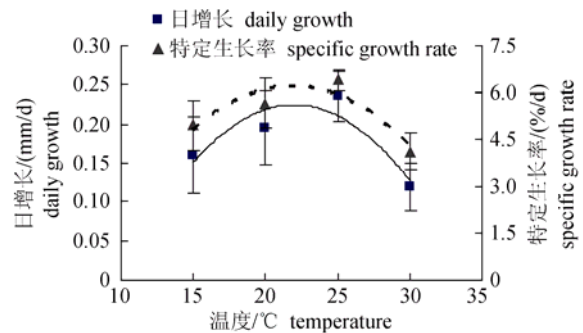


图 3 温度对钩虾体长的影响

Fig. 3 Growth of body length of *E. sinensis* at different temperatures

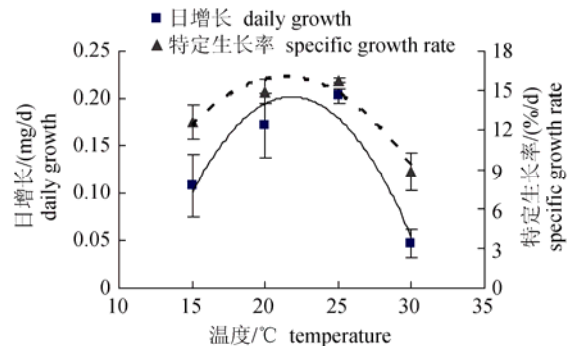


图 4 温度对钩虾体质量的影响

Fig. 4 Growth of body weight of *E. sinensis* at different temperatures

2.3 盐度对钩虾幼体孵化数量及存活率的影响

幼体平均孵化数量在盐度 20、25 和 30 时出现 3 个高峰, 分别为 24、21、20.5, 经差异显著性分析, 盐度对钩虾幼体孵化数量的影响不显著, $F=1.243$, $P>0.05$ (图 5)。

钩虾的存活率在盐度 25 时最高, 为 90%, 在盐度 35 时最低, 为 76.67%。经差异显著性分析, 盐度对钩虾幼体存活率的影响不显著, $F=0.741$, $P>0.05$ (图 6)。

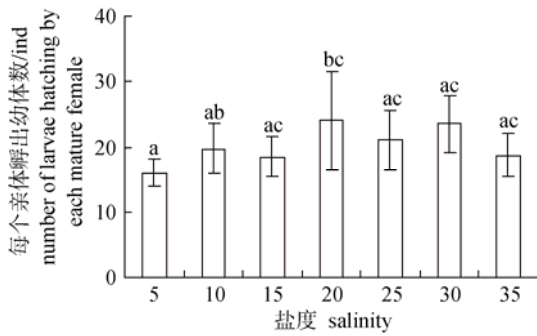


图 5 盐度对钩虾幼体孵化数量的影响
 Fig. 5 The hatching number of *E. sinensis* at different salinities

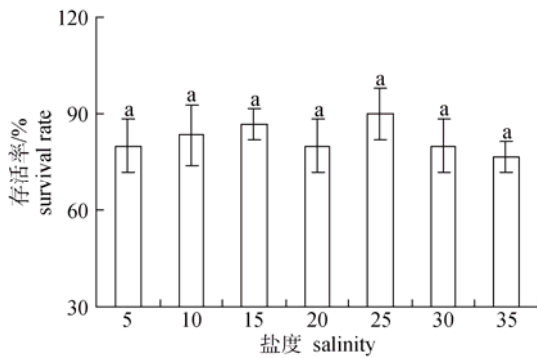


图 6 盐度对钩虾幼体存活率的影响
 Fig. 6 The survival rate of *E. sinensis* under different salinities

2.4 盐度对钩虾幼体生长的影响

图 7 和图 8 分别表示了盐度对钩虾体长和体质量的影响。随着盐度的升高, 钩虾的日增长和特定生长率先升高后降低, 体长和体质量分别在盐度 30 和 20 达到最大值, 体长日增长为 0.23 mm/d, 特定生长率为 6.28 %/d; 体质量日增长为 0.23 mg/d, 特定生长率为 4.87 %/d。经差异显著性分析, 在盐度 5~35 范围内, 钩虾平均体长和体质量无显著性差异(体长 $F=1.213, P>0.05$; 体质量 $F=2.485, P>0.05$)。

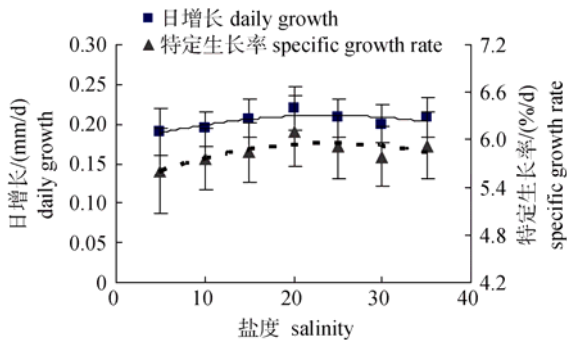


图 7 盐度对钩虾体长的影响
 Fig. 7 Growth of body length of *E. sinensis* at different salinities

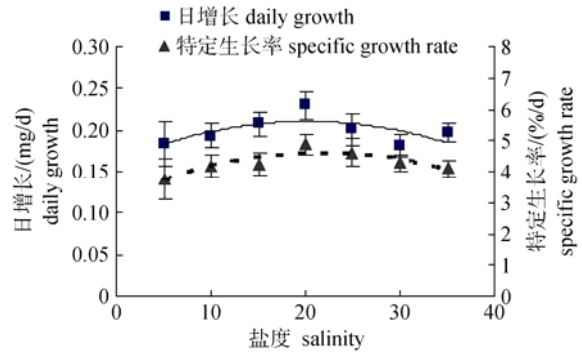


图 8 盐度对钩虾体质量的影响
 Fig. 8 Growth of body weight of *E. sinensis* at different salinities

2.5 温度和盐度交互作用对钩虾幼体孵化数量及存活率的影响

温度和盐度交互作用对中华原钩虾幼体孵化数量的影响差异显著($P<0.01$), 单因子温度的影响差异显著($P<0.01$), 而盐度的影响差异不显著($P>0.05$)(表 1)。水温 15~25 °C 时, 钩虾幼体孵化数量随温度升高而减少, 而每个温度条件下各盐度处理组无明显规律(图 9)。同时, 本实验温度和盐度交互作用对幼体存活率影响差异不显著, $P>0.05$ (图 10 和表 2)。

表 1 双因素方差分析温度和盐度对中华原钩虾幼体孵化数量的影响

Tab. 1 Two-factor ANOVA of effects of temperature and salinity on the hatching number of juveniles of *E. sinensis*

来源 source	自由度 df	均方 MS	F	P
温度 temperature	2	647.692	25.958	0.000
盐度 salinity	3	65.619	2.630	0.073
温度×盐度 temperature × salinity	6	111.154	4.455	0.004
误差 error	24	24.952		
总计 total	36			

2.6 温度和盐度交互作用对钩虾幼体生长的影响

图 11 和图 12 分别为温度和盐度交互作用对钩虾体长和体质量的影响。水温 15~25 °C, 钩虾的特定生长率随着温度的升高而升高, 而同一水温条

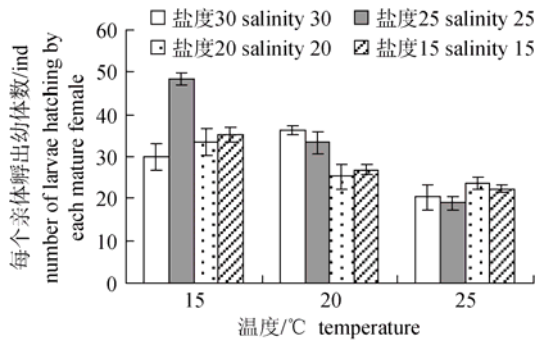


图9 温度和盐度对钩虾幼体孵化数量的影响
Fig. 9 The hatching number of *E. sinensis* at different temperatures and salinities

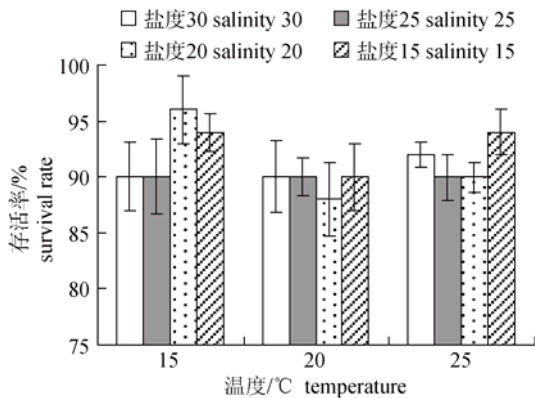


图10 温度和盐度对钩虾幼体存活率的影响
Fig. 10 The survival rate of *E. sinensis* at different temperatures and salinities

表2 双因素方差分析温度和盐度对中华原钩虾幼体存活率的影响
Tab. 2 Two-factor ANOVA of effects of temperature and salinity on survival rate of *E. sinensis*

来源	自由度	均方	F	P
source	df	MS	F	P
温度	2	27.444	1.669	0.210
temperature				
盐度	3	12.444	0.757	0.529
salinity				
温度×盐度	6	14.111	0.858	0.539
temperature×salinity				
误差	24	16.444		
error				
总计	36			
total				

件下各盐度处理对钩虾的特定生长率的影响无明显差异。经差异显著性分析, 温度和盐度交互作用对钩虾的特定生长率影响差异不显著($P>0.05$) (表3)。

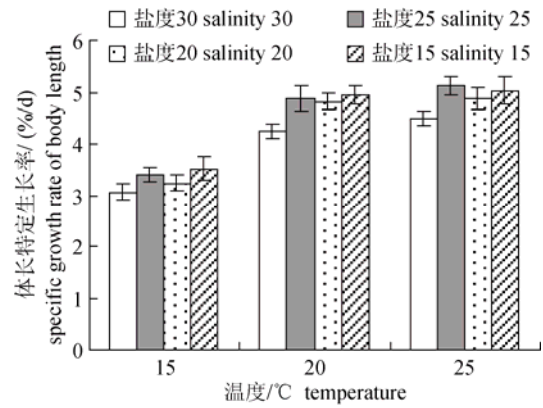


图11 温度和盐度对钩虾体长的影响
Fig. 11 Growth rate of body length of *E. sinensis* at different temperatures and salinities

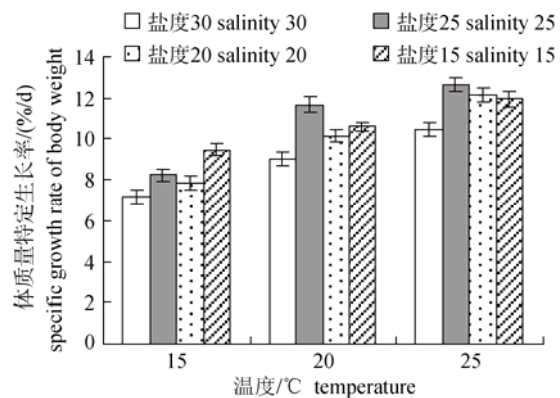


图12 温度和盐度对钩虾体质量的影响
Fig. 12 Growth rate of body weight of *E. sinensis* at different temperatures and salinities

表3 双因素方差分析温度和盐度对中华原钩虾特定生长率的影响
Tab. 3 Two-factor ANOVA of effects of temperature and salinity on specific growth rate of *E. sinensis*

来源	自由度	均方	F	P
source	df	MS	F	P
温度	2	8.923	29.017	0.000
temperature				
盐度	3	0.600	1.951	0.148
salinity				
温度×盐度	6	0.027	0.087	0.997
temperature×salinity				
误差	24	0.308		
error				
总计	36			
total				

3 讨论

3.1 温度对中华原钩虾幼体孵化、存活及生长的影响

水温是影响端足类动物繁殖和生长发育的重

要环境因子。在适温范围内, 温度越高, 端足类的新陈代谢越快, 生长发育速率也越快, 从而缩短生活史各阶段的持续时间, 提高了周转率, 进而提高了生产力^[10]。在实验水温 15~25 °C 范围内, 中华原钩虾幼体的日增长和特定生长率逐渐提高, 说明 15~25 °C 是其适温范围。Fredette 等^[11]也认为, 在 5、14 和 23 °C, 钩虾(*Gammarus mucronatus*)的生长率分别是 0.01、0.05 和 0.06 mm/d, 即随着温度的升高, 钩虾的生长率提高; Neuparth 等^[12]证实, 温度是影响 *Gammarus locusta* 生活史的最显著因子, 在适宜温度条件下, 高温缩短了 *G. locusta* 世代时间、提高了个体生长率、提早性成熟和增加种群密度。

当温度的影响超过了动物自身的调节能力时, 如高于适温, 代谢强度加大, 能量无法积累或已经积累的能量被消耗; 或者低于适温, 代谢活动降低, 都会导致生长速率减慢。中华原钩虾主要生活在中国黄渤海潮间带区域, 属温带种。本实验温度升高至 30 °C 时, 钩虾的日增长和特定生长率均降低, 推测温度 30 °C 超出钩虾的适温范围, 使得钩虾需要消耗大量的维持能量, 用于生长的能量相对较少, 因而影响生长速率。

中华原钩虾的日增长和特定生长率与水温有较强的相关性, 根据本实验结果及相关性方程计算, 推测中华原钩虾幼体生长的最适温度范围介于 20~25 °C。钩虾的幼体孵化数量与温度也有较强的相关性, 4 个温度处理组中, 水温 20 °C 中华原钩虾幼体孵化数量最多, 根据方程式推算中华原钩虾孵化幼体的最适温度为 21.50 °C。

3.2 盐度对中华原钩虾幼体孵化、存活及生长的影响

盐度是端足类生存环境中另一个重要的生态因子。据现有的一些研究表明, 盐度对端足类的影响差异较大, 具种的特异性^[11,13-16]。Drake 等^[13]的研究表明, 端足类 *Microdeutopus gryllotalpa* 的生物量和盐度密切相关。Subida 等^[14]的研究也显示, 在盐度变化平缓的秋冬两季, 虽然温度较低, 但生物量较大, 生产力也更高。而 Neuparth 等^[12]认为, *G. locusta* 对盐度有很好的适应能力, 在一定范围内对生长的影响并不明显。本研究结果与其类似, 在盐度 5~35 范围内, 中华原钩虾幼体孵化数量和存

活率的影响不明显, 甚至将其直接移入淡水中, 也可存活数周。盐度对中华原钩虾的生长有一定影响, 但各盐度试验组幼体的生长差异不显著。上述结果表明, 中华原钩虾对盐度的适应范围较广。Mclusky^[17]报道端足类 *Corophium volutator* 适宜盐度范围为 10~30, 本实验盐度 5~35 范围内, 中华原钩虾均能进行正常的繁殖生长, 存活率也没有发生较大变化, 说明该盐度在其适盐范围内, 即中华原钩虾对盐度有相对较强的耐受性。

3.3 温度盐度交互作用对中华原钩虾幼体孵化、存活及生长的影响

自然海水中温度与盐度对水生动物的影响往往有交互起作用。在温度 15~25 °C 和盐度 15~30 范围内, 两生态因子的交互作用对中华原钩虾的幼体存活率和生长没有显著影响。相比较而言, 温度的影响明显大于盐度, 即中华原钩虾种群受温度的影响高于盐度。这与施流章^[18]的研究结果相似, 其在比较研究了温度、盐度对甲壳纲动物长毛对虾幼体发育速度的影响后指出, 温度与发育时间的关系大于盐度与发育时间的关系, 影响幼体发育速度快慢的主要因素是温度。虽然盐度对中华原钩虾生长的影响不显著, 但在本实验盐度 30 的不同温度组幼体的生长要略低于其它各盐度组, 因此推测中华原钩虾更适于在海水盐度稍低的水体中培育。

综合以上结果表明, 中华原钩虾对盐度具有较好的耐受性, 适盐范围较广, 其繁殖生长受温度的影响较大。中华原钩虾孵化幼体的最适温度为 21.50 °C, 最适生长温度范围为 20~25 °C, 即在此温度内, 中华原钩虾能够保持较高的生物量及生产力。

参考文献:

- [1] Costa F O, Costa M H. Life history of the amphipod *Gammarus locusta* in the Sado estuary (Portugal)[J]. Acta Oecologica-Internationa Journal of Ecology, 1999, 20(4): 305-314.
- [2] Jeong S J, Yu O H, Suh H L. Life history and reproduction of *Jassa slatteryi* (Amphipoda, Ischyroceridae) on a seagrass bed (*Zostera marina* L.) in southern Korea[J]. Journal of Crustacean Biology, 2007, 27(1): 65-70.
- [3] Duffy J E, Hay M E. Strong impacts of grazing amphipods on the organization of a benthic community[J].

- Ecological Monographs, 2000, 70(2): 237-263.
- [4] Hauxwell J, McClelland J, Behr P J, *et al.* Relative importance of grazing and nutrient controls of macroalgal biomass in three temperate shallow estuaries[J]. *Estuaries and Coasts*, 1998, 21(2): 347-360.
- [5] Balducci C, Sfriso A, Pavoni B. Macrofauna impact on *Ulva rigida* C. Ag. production and relationship with environmental variables in the lagoon of Venice[J]. *Marine Environmental Research*, 2001, 52(1): 27-49.
- [6] Edgar G J, Shaw C. The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in southern Australia III. General relationships between sediments, seagrasses, invertebrates and fishes[J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1995, 194(1): 107-131.
- [7] Aikins S, Kikuchi E. Grazing pressure by amphipods on microalgae in Gamo Lagoon, Japan[J]. *Marine Ecology Progress Series*, 2002, 245: 171-179.
- [8] Valentine J F, Duffy J E. The central role of grazing in seagrass ecology[M]. *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*, 2006: 463-501.
- [9] 任先秋. 中国动物志[M]. 北京:科学出版社, 2002: 252.
- [10] 郑新庆. 端足类啃食作用对筲箕湖大型海藻群落影响的初步研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2008: 18.
- [11] Fredette T J, Diaz R J. Life history of *Gammarus mucronatus* Say (Amphipoda: Gammaridae) in warm temperate estuarine habitats, York River, Virginia[J]. *Journal of Crustacean Biology*, 1986, 6(1): 57-78.
- [12] Neuparth T, Costa F O, Costa M H. Effects of temperature and salinity on life history of the marine amphipod *Gammams locusta*. Implications for ecotoxicological testing[J]. *Ecotoxicology*, 2001, 11(1): 61-73.
- [13] 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.
- [14] Subida M D, Cunha M R, Moreira M H. Life history, reproduction, and production of *Gammarus chevreuxi* (Amphipoda: Gammaridae) in the Ria de Aveiro, northwestern Portugal[J]. *Journal of the North American Benthological Society*, 2005, 24(1): 82-100.
- [15] Martins I, Maranhão P, Marques J C. Modelling the effects of salinity variation on *Echinogammarus marinus* Leach (Amphipoda, Gammaridae) density and biomass in the Mondego Estuary (Western Portugal)[J]. *Ecological Modelling*, 2002, 152(2-3): 247-260.
- [16] Normant M, Lamprecht I. Does scope for growth change as a result of salinity stress in the amphipod *Gammarus oceanicus*? [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2006, 334(1): 158-163.
- [17] Mcclusky D S. Salinity preference in *Corophium Volutator*[J]. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1970, 50(3): 747-752.
- [18] 施流章. 温、盐度与长毛对虾卵的孵化及无节幼体发育的关系[J]. *水产学报*, 1981, 5(1): 57-63.

Effects of temperature and salinity on hatching , survival and growth of amphipod crustacean (*Eogammarus sinensis*)

XUE Su-yan^{1,2,3}, ZHAO Fa-zhen^{2,3*}, FANG Jian-guang^{2,3}, KONG Jie², MAO Yu-ze^{2,3},
ZHANG Ji-hong^{2,3}, ZHANG Qing-wen⁴

(1. Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China;

2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

3. Shandong Provincial Key Laboratory of Fishery Resources and Ecological Environment (SFREE), Qingdao 266071, China;

4. Marine Aquaculture Breeding Center of Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266000, China)

Abstract: *Eogammarus sinensis* was reared at different temperatures, and salinities so as to analyze the effects of temperature and salinity on its hatching, survival and growth. *E.sinensis* were sampled from Haiyang shrimp cultural pond, Yantai city. The berried females were accustomed to the experimental conditions gradually as the females were pregnant. In the temperature experiment, the larvae were reared in beakers (the cubage of each was about 700 mL) at four temperatures (15, 20, 25, and 30 °C). The results showed that the optimum temperature to the hatching was 20°C. The DG (daily growth) and the SGR (specific growth rate) of *E.sinensis* were significantly affected by temperature ($P<0.01$). The body length and body wet weight increased ranging from 15°C to 25°C, and 25°C was the optimum temperature to the larval growth. When the temperature is beyond 26, the growth was decreased. The above results suggested that *E.sinensis* was able to have higher biomass and productivity ranging from 20°C to 25°C. According to correlation equations and calculation results, optimum incubation temperature is 21.50 °C. On the other hand, the survival rate of larvae had no significant differences affected by temperature ($P>0.05$). In the salinity experiment, the animals were reared in the same beakers at seven salinities (5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35). The number of larvae and the survival rate were both increased at first and reduced later in succession, so did the DG and SGR. There were no significant effects of salinity on the hatching, larval survival rate, the DG and SGR ($P>0.05$). Temperature and salinity interaction experiments showed that the *E.sinensis* had better ability to adapt to salinity, the development of its population was more affected by temperature than by salinity.

Key words: *Eogammarus sinensis*; temperature; salinity; hatching; growth

Corresponding author: ZHAO Fa-zhen. E-mail: zhaofz@ysfri.ac.cn