

盐度对长江口 3 种滤食性贝类滤水率、摄食率、同化率的影响

吕昊泽¹, 刘 健², 陈锦辉², 沈和定¹, 吴杨平³

(1. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 2. 上海市长江口中华鲟自然保护区管理处, 上海 200092; 3. 江苏省海洋水产研究所, 江苏南通 226007)

摘要: 采用实验生态学方法研究了盐度对长江口缢蛭(*Sinonovacula constricta*)、河蚶(*Corbicula fluminea*)和光滑河蓝蛤(*Potamocorbula laevis*)滤水率、摄食率、同化率的影响。缢蛭组设 6 个盐度梯度(5, 10, 15, 20, 25, 30), 光滑河蓝蛤组设 6 个盐度梯度(5, 10, 15, 20, 25, 30), 河蚶组设 6 个盐度梯度(0, 5, 10, 15, 20, 25), 并测定了此 3 种滤食性贝类的生物学参数。结果显示, 3 种滤食性贝类的滤水率、摄食率和同化率随着盐度的上升而增加, 当上升到一定盐度时达到峰值, 然后随着盐度的升高而降低。盐度 20 时, 缢蛭滤水率、摄食率和同化率达到峰值, 分别为 0.57L/h、5.38mg POM/h 和 0.72%。盐度 10 时, 光滑河蓝蛤滤水率和同化率达到峰值, 分别为 0.46L/h 和 0.53%, 摄食率在盐度 15 时达到峰值 3.80mg POM/h。盐度 5 时河蚶滤水率和摄食率都达到峰值, 分别为 0.39 L/h 和 2.48 mgPOM/h, 同化率在盐度 0 时已达到峰值 0.51%, 并随盐度上升而下降。上述结果表明, 盐度对 3 种滤食性贝类的 3 个摄食生理指标均有显著影响。

关键词: 滤食性贝类; 滤水率; 摄食率; 同化率; 盐度

中图分类号: S968

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2016)08-0010-08

doi: 10.11759/hyxx20140116001

滤食性底栖贝类是浅海海洋生态系统中的一个重要类群。由于该类群拥有较强的摄食(滤食浮游生物和有机碎屑等)、排粪(产生较大颗粒并形成生物沉积)等生理活动能力, 构成了连接浮游和底栖生态系统的重要纽带, 影响着浅海海洋生态系统中的营养分布和生物群落结构, 同时也调节着海湾生态系统的能流、物流。但外界环境条件对滤食性双壳贝类生理生态具有较大影响, 并已被广泛研究。国外对这方面的研究较早, 如 Walne^[1]曾报道, 牡蛎的摄食水平是由外界因子(藻细胞浓度)决定而不是摄食能力; 新西蓝贻贝和美洲牡蛎等大量研究^[2-4]也证明了这一点。国内的研究相对较晚, 但近 20 年来, 有关贝类摄食生理的研究也已有了大量报道^[5-8]。

缢蛭(*Sinonovacula constricta*)是一种在中国分布广泛的贝类, 属软体动物, 系异齿亚纲、帘蛤目、灯塔蛭科, 俗称蛭子, 营滤食性生活, 适宜生长于河口附近和内湾软泥海涂中。河蚶(*Corbicula fluminea*)是一种重要的淡水经济贝类, 在中国南北江河、湖泊、沟渠和池塘中广为分布, 属软体动物门, 异齿亚纲、帘蛤目, 蚶科。光滑河蓝蛤(*Potamocorbula laevis*)在中国沿海均有分布, 属软体动物门, 异齿亚纲, 海螂目, 蓝蛤科, 是一种重要的饵料生物^[9]。长江口是

由河流向海洋过度的区域, 淡水径流对河口海水的冲淡作用极为明显, 此外降水量、蒸发量、潮汐等也影响着长江口的盐度。本文以缢蛭、河蚶、光滑河蓝蛤为实验材料, 研究不同盐度条件下其摄食率、滤水率及同化率的变化情况, 以期弄清这 3 种滤食性底栖贝类摄食生理生态方面的问题, 从生理角度来验证其生存的最适盐度范围, 从而为长江口贝类的增殖放流提供参考, 也为海洋生态系统修复作用研究提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料

3 种滤食性底栖贝类购置于上海市浦东新区惠南镇农贸市场。取回后挑选外形完整、健康、无损

收稿日期: 2015-12-22; 修回日期: 2016-03-11

基金项目: 上海市长江口中华鲟自然保护区项目(沪鲟保科 20090826001)

[Foundation: Shanghai City, the Yangtze River Estuary Sturgeon Nature Reserve Project, Shanghai Branch sturgeon Acipenser sinensis20090826001]

作者简介: 吕昊泽, 硕士研究生, 从事海洋生物学研究, E-mail: lvhaoze1989@sina.com; 沈和定, 通信作者, 教授, 硕士生导师, 研究方向为贝类增养殖和遗传育种、贝类生态作用评价分析等, E-mail: hdshen@shou.edu.cn

伤、大小匀称个体, 洗刷去除表面污物, 暂养于底面积 735 cm² 的玻璃水槽中 1 周, 24 h 充气, 水温 (15±1)°C, 每日全量换水 1 次。缢蛏和光滑河蓝蛤投

喂适量等鞭金藻(*Isochrysis* sp.), 河蚬投喂适量小球藻(*Chlorella* sp.)。实验所用缢蛏、光滑河蓝蛤、河蚬生物学测定结果见表 1、表 2 和表 3。

表 1 盐度实验缢蛏生物学参数测定

Tab. 1 Biological data on *Sinonovacula constricta* in salinity experiments

盐度	壳长(mm)	壳宽(mm)	壳高(mm)	组织干质量(g)
5	56.22±1.62	12.94±0.46	18.15±0.59	0.7422±0.0628
10	54.40±2.01	12.76±0.48	17.70±0.68	0.7292±0.0591
15	55.56±2.20	12.40±0.38	17.84±0.74	0.7263±0.0745
20	56.02±1.29	13.26±0.56	18.34±0.41	0.6906±0.0580
25	56.60±1.20	12.81±0.42	17.52±0.55	0.7102±0.0457
30	54.00±1.34	12.70±0.48	17.79±0.69	0.7331±0.0742

表 2 盐度实验光滑河蓝蛤生物学参数测定

Tab. 2 Biological data on *Potamocorbula laevis* in salinity experiments

盐度	壳长(mm)	壳宽(mm)	壳高(mm)	组织干质量(g)
5	20.56±0.79	9.22±0.18	14.30±1.18	0.0428±0.0059
10	20.82±0.69	9.15±0.21	14.01±0.86	0.0445±0.0042
15	20.94±0.71	9.32±0.14	13.82±1.32	0.0420±0.0052
20	20.28±1.01	9.26±0.17	14.84±1.17	0.0442±0.0035
25	20.43±0.88	9.19±0.21	14.27±1.51	0.0418±0.0030
30	21.00±0.60	9.20±0.22	13.70±0.99	0.0439±0.0049

表 3 盐度实验河蚬生物学参数测定

Tab. 3 Biological data on *Corbicula fluminea* in salinity experiments

盐度	壳长(mm)	壳宽(mm)	壳高(mm)	组织干质量(g)
0	24.59±0.88	16.19±0.82	23.86±1.55	0.2517±0.0199
5	23.88±1.36	15.51±0.92	23.70±1.40	0.2532±0.0130
10	24.44±1.04	15.69±0.54	24.55±1.40	0.2492±0.0171
15	23.60±0.89	15.34±0.61	24.60±0.99	0.2470±0.0079
20	25.03±0.81	15.66±0.99	23.39±1.06	0.2506±0.0163
25	24.05±1.21	15.23±0.56	24.91±1.30	0.2561±0.0148

1.2 方法

实验采用静水系统, 用规格为 35 cm×21 cm×25 cm 的玻璃水槽完成, 实验分为缢蛏、光滑河蓝蛤、河蚬 3 组, 每组设 3 个重复。缢蛏组设 6 个盐度梯度(5、10、15、20、25、30), 每缸放 5 个缢蛏; 光滑河蓝蛤组设 6 个盐度梯度(5、10、15、20、25、30), 每缸放 20 个光滑河蓝蛤; 河蚬组设 6 个盐度梯度(0、5、10、15、20、25), 每缸放 10 个河蚬。另外, 每次实验设 2 个对照组, 以消除饵料繁殖和沉降的影响。用气石在玻璃缸中充气, 使饵料混合均匀并且保证贝类有充足的氧气, 同时气量不易过大, 以不搅动缸底粪便适中。实验前后藻浓度减少大约为 30%~40%,

以便于产生测定的浓度差, 又不会因为饵料浓度的大幅变化而影响贝类在特定浓度下的摄食。实验期间, 取各个开口摄食贝类的平均时间为实验起始时间。

饵料浓度的计算以海水中悬浮颗粒物 TPM (Total Particulate Matter)和颗粒有机物 POM (Particulate Organic Matter)来作为测定指标。TPM 和 POM 的测定方法: 将用蒸馏水清洗过的 GF/C 滤纸(Whatman, 孔径 1.2 μm)置于马福炉中灼烧(450°C)至恒质量, 标记并称其质量(W_0), 然后抽滤 1000 mL 的水样, 所滤物用约 10 mL 的甲酸铵(0.5 mol/L)漂洗掉盐分, 再在 110°C 下烘干至恒质量, 用 METTLER TOLEDO AL104 精密天平精确称质量(W_{110}), 最后再放入马福炉中灼烧(450°C)6 h 后称质量(W_{450})。颗粒态有机物

重(W_{POM})和总颗粒物重(W_{TPM})的计算公式分别为:
 $W_{POM}=W_{65}-W_{450}$, $W_{TPM}=W_{65}-W_{0}$

1.3 计算方法

滤水率 R_C : 滤食性生物在单位时间内滤食水中悬浮颗粒物时所滤过的水体积(L/h), 所用公式由 Coughlan^[10]提出, 经修改如下:

$$R_C = V \times \ln(C_{co} - C_{co} \times S_{cd}) / C_{ct} / (N \times T)$$

式中, V 为玻璃水槽中海水的体积; N 为实验贝个数; C_{co} 、 C_{ct} 分别为实验开始和 T 时刻的饵料浓度(mg/L); T 为实验进行的时间; S_{cd} 是对照组饵料浓度变化系数:

$$S_{cd} = (C_{co} - C_{ct}) / C_{co}$$

C_{co} 、 C_{ct} 分别为对照组实验开始和 T 时刻的饵料浓度(mg/L)。

摄食率 R_F : 指贝类在单位时间内所滤食的颗粒物质量(mg/h)。公式由 Jorgensen 等^[11]提出:

$$R_F = V \times [C_{co} - (C_{co} \times S_{cd}) - C_{ct}] / (N \times T)$$

式中, V 为玻璃水槽中海水的体积; N 为实验贝个数; C_{co} 、 C_{ct} 分别为实验开始和 T 时刻的饵料浓度(mg/L); T 为实验进行的时间; S_{cd} 是对照组饵料浓度变化系数。

同化率(E_A), 是指贝类经消化系统吸收的物质占其摄食量的比例(%)。

$$E_A = (F - E) / [(1 - E) \times F] \times 100\%^{[12]}$$

式中, F 指饵料中有机物的百分含量(POM/TPM); E 指粪便中有机物的百分含量(POM/TPM)。

1.4 数据处理

为了消除实验中个体质量对 3 种滤食性底栖贝类生理指标的影响, 故采用董波等^[13]的方法, 通过将测得实验数据转换为 1g 标准下的数据, 然后再进行比较。公式如下:

$$S_s = (1/W_g) b \times S_e$$

式中, S_s 为 1g 标准下的值; S_e 为经实验测定的实测值(滤水率、摄食率), W_g 为实验贝干组织重(剖取软组织于 65°C 下烘干至恒重后称量), b 为重量指数, 取 0.62^[13]。

数据分析采用 SPSS Statistics 19.0 软件, 用(one-way ANOVA)进行方差分析, 并进行 Duncan 多重比较。分析显著性水平设置为 $P < 0.05$ 。

2 结果

2.1 盐度对缢蛭滤水率、摄食率和同化率的影响

如图 1、图 2 和图 3 所示, 盐度对缢蛭滤水率、摄食率和同化率的影响。结果表明, 在实验盐度梯度

(5~30)范围内, 缢蛭的滤水率、同化率和吸收率随盐度的升高而增大, 盐度为 20 时均达到最大值, 分别为 0.57 L/h、5.38mg/h 和 0.72%, 当盐度上升到 25 和 30 时, 3 个摄食生理指标不再增加反而都大幅下降。经方差分析, 表明盐度对缢蛭的滤水率、摄食率和同化率的影响显著($P < 0.05$), 多重比较结果显示, 盐度为 20 时缢蛭的各项生理指标值与其他盐度时的生理指标值差异均达到显著水平($P < 0.05$), 这进一步证明了盐度在 20 左右时, 缢蛭达到了最佳摄食活动状态。

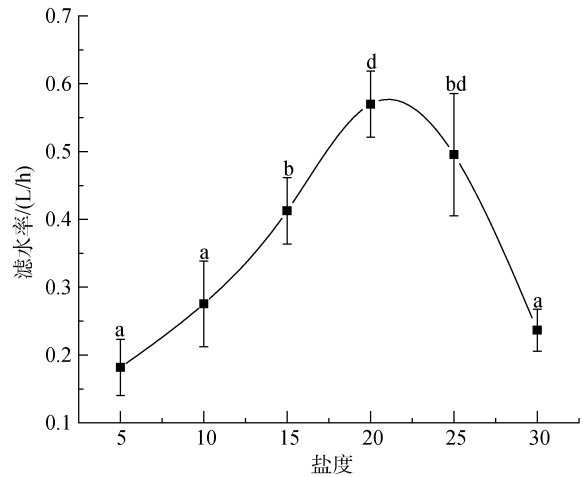


图 1 不同盐度下缢蛭的滤水率

Fig. 1 Filtration rate of *Sinonovacula constricta* at different salinities

图中拥有不同字母的表示差异显著 ($P < 0.05$), 拥有相同字母的表示差异不显著 ($P > 0.05$), 下同

Same superscript letters indicate no significant difference ($P > 0.05$), whereas different ones indicate a significant difference ($P < 0.05$), the same below

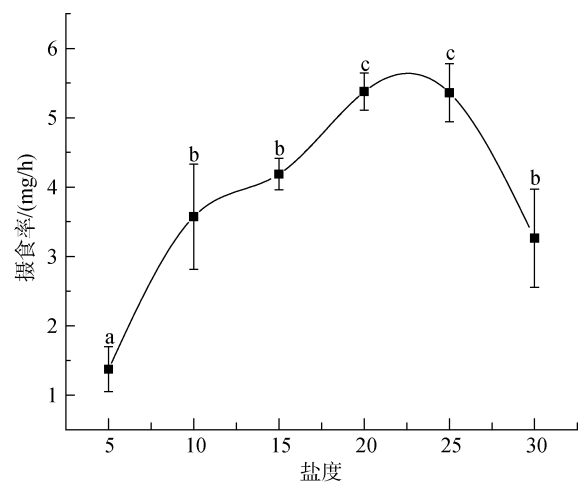


图 2 不同盐度下缢蛭的摄食率

Fig. 2 Ingestion rate of *Sinonovacula constricta* at different salinities

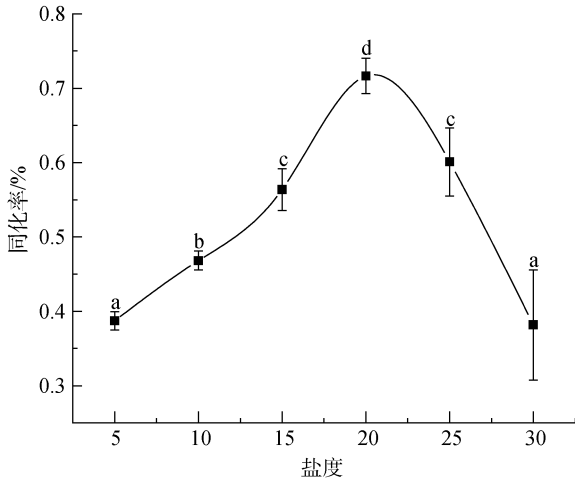


图 3 不同盐度下缢蛭的同化率

Fig. 3 Assimilation rate of *Sinonovacula constricta* at different salinities

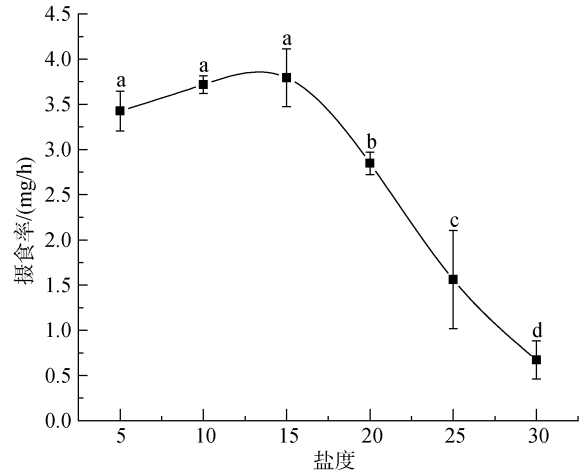


图 5 不同盐度下光滑河蓝蛤的摄食率

Fig. 5 Ingestion rate of *Ptamocorbula laevis* at different salinities

2.2 盐度对光滑河蓝蛤滤水率、摄食率和同化率的影响

在盐度对光滑河蓝蛤滤水率、摄食率和同化率的影响实验中, 实验结果表明, 光滑河蓝蛤的3项摄食生理指标随盐度上升表现出先增加后减小趋势(图 4、图 5 和图 6), 上升期的趋势都较平缓, 滤水率和同化率在盐度 10 时到达最大值, 分别为 0.46 L/h 和 0.53%, 摄食率在盐度 15 时达到最大 3.80 mg/h, 随后盐度继续上升, 3 个摄食生理指标呈迅速下降趋势。方差分析显示, 盐度对光滑河蓝蛤的滤水率、摄食率和同化率的影响显著($P < 0.05$), 多重比较结果显示, 盐度 10、15 时光滑河蓝蛤的各项生理指标值与其它盐度时的生理指标值差异均达到显著水平($P < 0.05$), 这也说明盐度 10~15 范围内, 光滑河蓝蛤具有最佳的摄食活动状态。

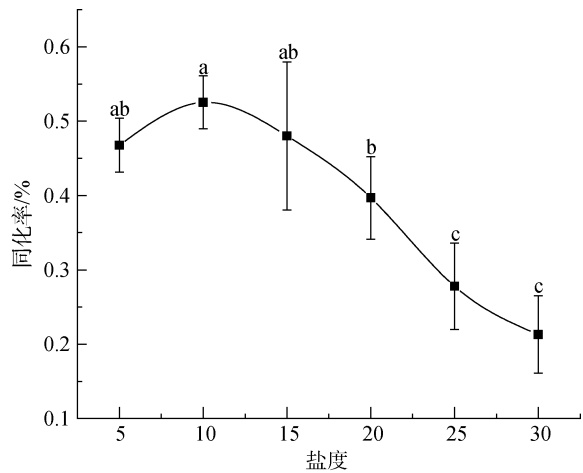


图 6 不同盐度下光滑河蓝蛤的同化率

Fig. 6 Assimilation rate of *Ptamocorbula laevis* at different salinities

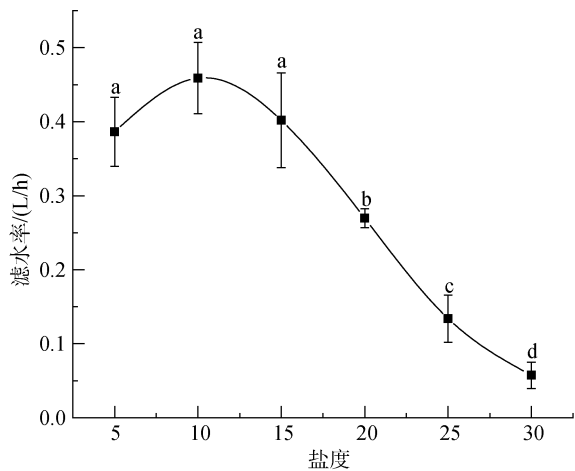


图 4 不同盐度下光滑河蓝蛤的滤水率

Fig. 4 Filtration rate of *Ptamocorbula laevis* at different salinities

2.3 盐度对河蚬滤水率、摄食率和同化率的影响

图 7、图 8 和图 9 显示, 盐度对河蚬滤水率、摄食率和吸收率具有显著影响。滤水率和摄食率随盐度增大均表现出先平缓上升后迅速下降的趋势, 并且在盐度 5 处都达到峰值, 分别为 0.39 L/h 和 2.48 mg/h。同化率则在盐度 0 达到峰值 0.51%, 在盐度 0~5, 下降平缓, 在盐度 5~20, 同化率呈迅速下降趋势, 当盐度超过 20, 下降又趋于平缓。方差分析显示, 盐度对河蚬的滤水率、摄食率和同化率的影响显著($P < 0.05$), 多重比较结果显示, 盐度 0、5 时河蚬 3 个摄食生理指标值与其它盐度时的摄食生理指标值差异均达到显著水平($P < 0.05$), 这证实了 0~5 是河蚬的

最佳摄食盐度。

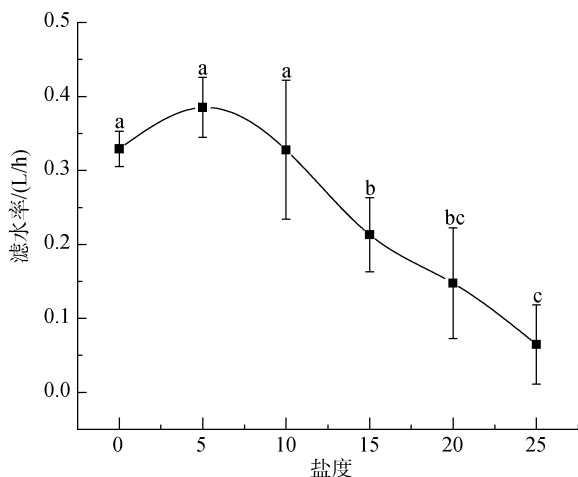


图 7 不同盐度下河蚬的滤水率

Fig. 7 Filtration rate of *Corbicula fluminea* at different salinities

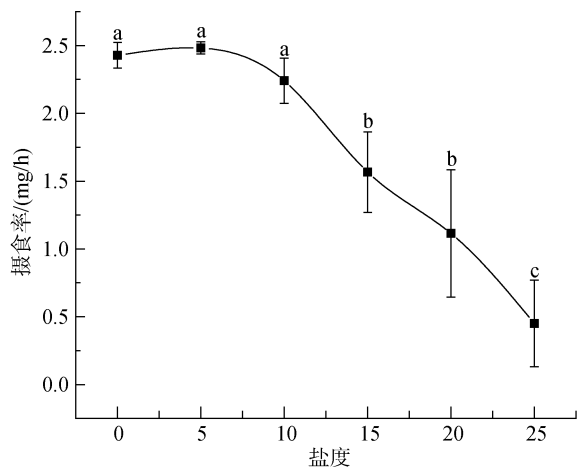


图 8 不同盐度下河蚬的摄食率

Fig. 8 Ingestion rate of *Corbicula fluminea* at different salinities

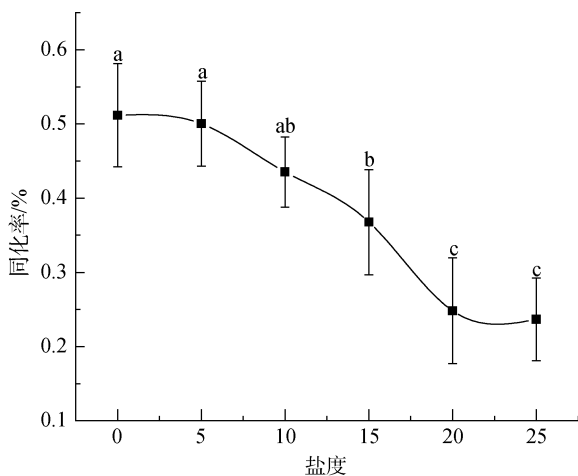


图 9 不同盐度下河蚬的同化率

Fig. 9 Assimilation rate of *Corbicula fluminea* at different salinities

2.4 盐度对缢蛏、河蚬和光滑河蓝蛤滤水率、摄食率和同化率影响对比研究

如图 10、图 11 和图 12 所示, 比较相同盐度段缢蛏、河蚬和光滑河蓝蛤的滤水率、摄食率和同化率。结果表明, 盐度较低时河蚬的滤水率、摄食率和同化率均处于较大值, 随着盐度升高呈下降趋势, 光滑河蓝蛤的 3 个摄食生理指标值在盐度 10~15 表现出较大数值, 随着盐度升高亦呈下降趋势。3 种贝类中缢蛏对盐度的需求最大, 盐度为 20 时缢蛏的滤水率、摄食率和同化率均达到最大值。

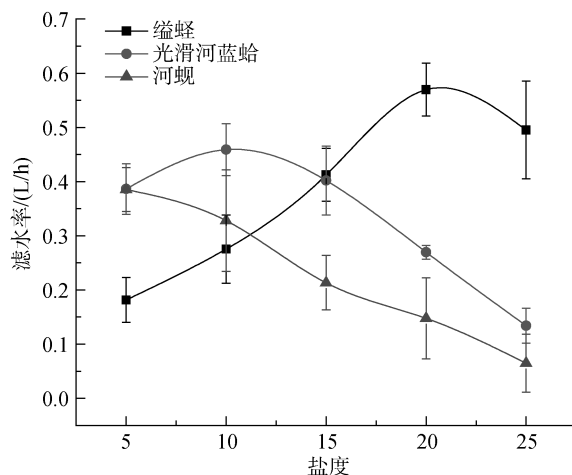


图 10 3 种贝类滤水率比较

Fig. 10 Comparison of the filtration rates of three bivalves

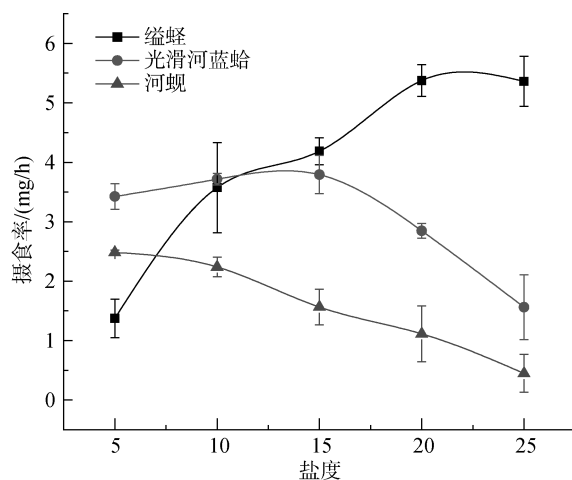


图 11 3 种贝类摄食率比较

Fig. 11 Comparison of the ingestion rates of three bivalves

3 分析与讨论

滤食性贝类的摄食活力很大程度上由外界环境决定。当外界环境发生变化时, 贝类往往会做出相应

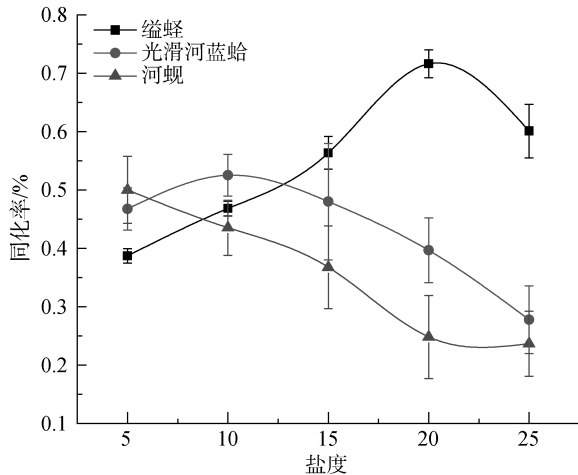


图 12 3 种贝类同化率比较

Fig. 12 Comparison of the assimilation rates of three bivalves

的反应以适应环境变化,即所谓的生理补偿性,这是贝类为了适应外界环境而调节自身生理状态的结果^[14]。国内外对滤食性贝类摄食生理生态的研究大多围绕海水温度、盐度、pH 等几种环境因子^[15-17]来展开,研究结果均反映出外界环境因子对贝类摄食活动的影响非常明显。本研究主要以盐度因子为考量因素开展实验,结果再次验证了上述共识。

盐度是重要的环境因子之一,影响贝类的生理代谢并决定了其分布。许多研究进一步解释了其中的作用机理,认为盐度通过影响贝类附着力,鳃纤毛运动以及心脏跳动等最终对其生理代谢产生最重要的影响^[18-19],进而导致贝类选择性分布。不同贝类对盐度的变化都有其自身的适应范围,一旦超过其适应范围,都将影响贝类的正常代谢。杨晓新等^[20]研究发现,一定盐度(16~32)范围内贻贝滤水率与盐度呈正相关关系。余祥勇等^[21]提出企鹅珍珠贝栖息于海水盐度稳定且较高的海域,最适的海水盐度范围为 26~33。本实验结果表明在适宜盐度范围内,3 种滤食性贝类的滤水率、摄食率和同化率会随着盐度上升而增加,当上升到一定盐度时达到峰值,其后随着盐度升高而降低,这与国内外的研究报道具有相似规律^[22-24]。从缢蛭的盐度实验结果可以初步判断,缢蛭适宜盐度范围为 15~25,此时缢蛭对水体中浮游植物的摄食较活跃,更好地起到了改善水质的作用。从光滑河蓝蛤盐度实验结果可以初步判断,盐度 5~20 是光滑河蓝蛤的适宜盐度范围,也是其生理活动较活跃的时期。从河蚶盐度实验结果可以判断,河蚶适合栖息在淡水和较低盐度的水域,此时的河蚶具有较高的摄食活力。本实验通过一种淡水

性贝类和两种海洋贝类对比研究表明,盐度 0~5、10~15 及 20 左右分别是河蚶、光滑河蓝蛤和缢蛭最佳摄食活动状态盐度。本实验结果从生理代谢角度对河蚶、光滑河蓝蛤和缢蛭的咸淡水自然分布状态进行了解释,证明盐度确实对这 3 种贝类的生理代谢有影响并决定了其分布。

贝类的摄食率、滤水率和同化率除受到盐度影响外,还受贝的大小、温度、流速、饵料的结构浓度、潮汐、pH 和底质等因素的影响,所以对滤食性贝类最佳摄食活力的研究,还有待进一步研究。通过作者的研究,希望能为长江口贝类的增殖放流提供参考,也为海洋生态系统修复作用研究提供理论依据。

参考文献:

- [1] Walne P R. Observations on the influence of food supply and temperature on the feeding and growth of the larvae of *Ostrea edulis* L[J]. Fishery Invest(London) Series II, 1965, 24(1): 45.
- [2] Ward J E, Levinton J S, Shumway S E. Influence of diet on pre-ingestive particle processing in bivalves: i: transport velocities on the ctenidium[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2003, 293(2): 129-149.
- [3] Ren J S, Ross A H, Hayden B J. Comparison of assimilation efficiency on diets of nine phytoplankton species of the greenshell mussel *Perna canaliculus*[J]. Journal of Shellfish Research. 2006, 25(3): 887-892.
- [4] Ian Laing. Filtration of king scallops (*Pecten maximus*)[J]. Aquaculture. 2004, 240(1-4): 369-384.
- [5] 王贵宁, 姜令绪, 王韶华, 等. 盐度对菲律宾蛤仔摄食率和清滤率的影响[J]. 海洋科学, 2010, 34(6): 6-8. Wang Guining, Jiang Lingxu, Wang Shaohua, et al. Influence of salinity on the ingestion rate and clearance rate of *Ruditapes philippinarum*[J]. Marine Sciences, 2010, 34(6): 6-8.
- [6] 董波, 薛钦昭, 李军. 温度对菲律宾蛤仔滤食率、清滤率和吸收率的影响[J]. 海洋水产研究, 2000, 21(1): 37-42. Dong Bo, Xue Qinzha, Li Jun, The effect of temperature on the filtration rate, clearance rate and absorption efficiency of manila clam, *Ruditapes philippinarum*[J]. Marine Fisheries Research. 2000, 21(1): 37-42.
- [7] 匡世焕, 方建光, 孙慧玲. 桑沟湾栉孔扇贝不同季节滤水率和同化率的比较[J]. 海洋与湖沼, 1996, 27(2): 194-199. Kuang Shihuan, Fang Jianguang, Sun Huiling. seasonal variation of filtration rate and assimilation efficiency of *Chlamys (Azumapecten) Farreri* in sanggou bay[J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 1996, 27(2): 194-199.

- [8] 吴杨平, 陈爱华, 姚国兴, 等. 大竹蛭稚贝滤水率的研究[J]. 海洋科学, 2011, 35(1): 6-9.
Wu Yangping, Chen Aihua, Yao Guoxing, et al. The filtration rate of juvenile *Solen grandis Dunker*[J]. Marine Sciences, 2011, 35(1): 6-9.
- [9] 常亚青. 贝类增养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
Chang Yaqing. Mollusc culture[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2007.
- [10] Coughlan J. The estimation of filtering rate from the clearance of suspensions[J]. Mar Biol, 1969, 2(4): 356-358.
- [11] Joergensen C B, Larsen P S, Riisgård H U. Effects of temperature on the mussel pump[J]. Mar Ecol Prog Ser, 1990, 64(1/2): 89-97.
- [12] Conover J R. Factors affecting the assimilation of organic matter by zooplankton and the question of superfluous feeding[J]. Limnology and Oceanography. 1966, 11(3): 346-354.
- [13] Bayne B L, Newell R C. Physiological energetics of marine mollusks[M]. New York: Academic Press, 1983, 407-515.
- [14] Bayne B L. The physiology of suspension feeding bivalve molluscs: an introduction to the Plymouth "TROPHEE" workshop[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1998, 219: 1-19.
- [15] 包永波, 尤仲杰. 几种因子对海洋滤食性贝类摄食率的影响[J]. 水产养殖, 2004, 25(6): 29-33.
Bao Yongbo, You Zhongjie. Influences of some factor on ingestion rate of marine suspension-feeding mollusks[J]. J. Aquaculture, 2004, 25(6): 29-33.
- [16] Albentosa M, Pérez A C, Labarta U, et al. Evaluation of live microalgal diets for the seed culture of *Ruditapes decussatus* using physiological and biochemical parameters[J]. Aquaculture. 1996, 148(1): 11-23.
- [17] Han K N, Lee S W, Wang S Y. The effect of temperature on the energy budget of the manila clam, *Ruditapes philippinarum*[J]. Aquaculture International. 2008, 16(2): 143-152.
- [18] 王如才, 王昭萍, 张建中. 海水贝类养殖学[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1993. 3-10.
Wang Rucai, Wang Zhaoping, Zhang Jianzhong. Science of marine shellfish culture[M]. Qingdao: Qingdao Ocean University Press, 1993. 3-10.
- [19] 董波, 薛钦昭, 李军. 滤食性贝类摄食生理的研究进展[J]. 海洋科学, 2000, 24(7): 31-34.
Dong Bo, Xue Qinzhaoh, Li Jun. Advances in studies on the feeding physiology of suspension-feed[J]. Marine Sciences, 2000, 24(7): 31-34.
- [20] 杨晓新, 林小涛, 计新丽, 等. 温度、盐度和光照条件对翡翠贻贝清滤率的影响[J]. 海洋科学, 2000, 24(6): 36-38.
Yang Xiaoxin, Lin Xiaotao, Ji Xinli, et al. Influences of temperature, salinity and illumination on clearance rate of *Perna viridis (Linnaeus)*[J]. Marine Sciences, 2000, 24(6): 36-38.
- [21] 余祥勇, 刘永, 冯奕成, 等. 低盐度海水对企鹅珍珠贝存活的影响[J]. 湛江海洋大学学报, 2005, 25(4): 22-26.
Yu Xiangyong, Liu Yong, Feng Yicheng, et al. Effects of lower salinity on survival of Wing Otster *Pteria penguin*[J]. Journal of Zhanjiang Ocean University, 2005, 25(4): 22-26.
- [22] 栗志民, 刘志刚, 邓海东. 温度和盐度对企鹅珍珠贝清滤率、滤食率、吸收率的影响[J]. 水产学报, 2011, 35(001): 96-103.
LI Zhimin, Liu Zhigang, Deng Haidong. Effects of temperature and salinity on clearance rate, filtration rate and absorption of Wing Otster *Pteria penguin*[J]. Journal of Fisheries of China, 2011, 35(001): 96-103.
- [23] 潘鲁青, 范德朋, 马甦, 等. 环境因子对缢蛭滤水率的影响[J]. 水产学报, 2002, 26(3): 226-230.
Pan Luqing, Fan Depeng, Ma Shen, et al. Influence of environmental factors on the filtration rate of *Sinonovacula constricta*[J]. Journal of Fisheries of China, 2011, 35(001): 96-103.
- [24] Navarro J M. The effects of salinity on the physiological ecology of *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) (Bivalvia: Mytilidae)[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 1988, 122(1): 19-33.

Effects of salinity on filtration, ingestion, and assimilation rates of three filter-feeding bivalves in the Yangtze River estuary

LÜ Hao-ze¹, LIU Jian², CHEN Jin-hui², SHEN He-ding¹, WU Yang-ping³

(1. College of Fisheries and Life, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Superintendency Department of Shanghai Yangtze Estuarine Nature Reserve for Chinese Sturgeon, Shanghai 200092, China; 3. Marine Fisheries Research Institute of Jiangsu, Nantong 226007, China)

Received: Dec. 22, 2015

Key words: filter-feeding bivalves; filtration rate; ingestion rate; assimilation rate; salinity

Abstract: The effects of salinity on the filtration, ingestion, and assimilation rates of three filter-feeding bivalves in the Yangtze River estuary were evaluated using indoor experimental ecological methods. Groups of *Sinonovacula constricta* and *Potamocorbula laevis* were each set up in six salinity grids (5, 10, 15, 20, 25, and 30), and *Corbicula fluminea* was set up in different six salinity grids (0, 5, 10, 15, 20, and 25). The biological parameters of these bivalves were measured. The results showed that their filtration, ingestion, and assimilation rates increased with increasing salinity, reaching peak levels when the salinity increased to a certain point, then dropped following increasing salinity. The filtration, ingestion, and assimilation rates of *S. constricta* reached peak levels at a salinity of 20, giving values of 0.57 L/h, 5.38 mg/h, and 0.72%, respectively. The filtration and assimilation rates of *P. laevis* reached peak levels at a salinity of 10, giving values of 0.46L/h and 0.53%, respectively, and the ingestion rate reached a peak level of 3.80 mg/h at a salinity of 15. The filtration and ingestion rates of *C. fluminea* reached peak levels at a salinity of 15, giving values of 0.39 L/h and 2.48 mg/h, respectively, and the assimilation rate reached a peak level of 0.51% at a salinity of 0 and dropped following increasing salinity. The above results indicate that salinity has a large impact on the three feeding physiology indexes of the three filter-feeding bivalves.

(本文编辑: 梁德海)