

文章编号: 1674 - 5566(2017)03 - 0415 - 07

DOI:10.12024/jsou.20150401415

pH 和盐度对大型溞心率和摄食行为的影响

蔡清洁¹, 何文辉^{1,2}, 彭自然¹, 李鲜鲜¹, 崔丽香¹, 张 奥¹

(1. 上海海洋大学 海洋生态与环境学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学 省部共建水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 201306)

摘要: 以 1 日龄和 12 日龄大型溞(*Daphnia magna*)为研究对象, 研究了 8 个 pH(4~11)和 8 个盐度(1~8)水平对其心率和摄食行为的影响。两种生长期大型溞对 pH 和盐度值变化的响应都表现出“低促高抑”的趋势, 对碱性水体的适应性大于酸性水体。幼龄溞和大龄溞的最适 pH 范围分别为 6~8 和 7~9, 最适盐度分别为 2 和 3, 幼龄溞对 pH 和盐度变化较大龄溞敏感, 对外界不良环境的适应性低于大龄溞。幼龄溞在 pH 为 10、盐度为 5 时心率先分别为 372.1 ± 15.1 和 365.3 ± 10.2 , 与对照组相比差异极显著($P < 0.01$), 其心率高于大龄溞, 但适应范围较大龄溞窄。在 pH 为 8 时, 幼龄溞的滤水率和摄食率都达到最大, 与对照组相比, 滤水率上升不显著($P > 0.05$), 摄食率显著提高($P < 0.05$), 大龄溞在 pH 为 9 时规律相同。在盐度为 2 时, 幼龄溞的滤水率和摄食率都达到最大, 与对照组相比, 滤水率显著增大($P < 0.05$), 摄食率增加极显著($P < 0.01$), 大龄溞在盐度为 3 时有同样规律。研究表明: 不同生长期大型溞的最适 pH 和盐度不同, 应合理调整 pH 和盐度, 促进产量最大化。

关键词: pH; 盐度; 大型溞; 心率; 滤水率; 摄食率
中图分类号: X 174 **文献标志码:** A

盐碱地长期以来被认为是一种重要的可复垦开发利用的土地资源。在我国西北干旱半干旱地区, 有约 0.13 亿公顷的盐碱地存在^[1]。西北干旱地区水域水质具有高 pH 和高碱性的特点, 且部分水域离子比例失调, 水体情况较为复杂, 因此绝大部分水域长期荒芜, 不仅影响区域生态环境改善, 而且造成经济社会发展相对滞后。

目前对盐碱地区水域的改良方法主要有: 人工盐碱地水体淡化、种植耐盐耐碱水生植物、发展咸水-微咸水养殖等, 其中水产养殖和生态恢复是目前较为普遍的手段。这样不仅可充分利用原本无法利用的盐碱水域资源, 而且能产生较好的经济效益和环境效益。枝角类作为生态修复过程中的关键物种, 同时又是优质的动物蛋白型饵料, 其在盐碱地的人工养殖就显得尤为重要。

本文研究了不同 pH 和盐度影响下大型溞的心率和摄食行为的变化情况, 旨在找到大型溞在盐碱胁迫下心率和摄食行为的规律, 为大型溞在盐碱地区的开发利用提供必要的理论基础。

1 材料与方法

1.1 实验种类

大型溞(*Daphnia magna*)取自上海金山区朱行基地实验室多年驯化的纯种品系。日常培养条件: 培养用水为盐度 1~2、经 200 目网孔过滤的井水, pH 为 7.5 ± 0.2 , 硬度为 180 mg/L; 培养温度为 $(22 \pm 1)^\circ\text{C}$, 光强为 $(2\ 500 \pm 500)$ lx, 光暗比为 14h:10 h。同时喂以密度为 10^5 cell/mL 的铜绿微囊藻。实验中幼龄溞采用培养三代以上、溞龄小于 12 h、未经第一次蜕皮的幼龄溞, 大龄溞采用经三代以上、培养达到 (12 ± 1) d、经 5 次

收稿日期: 2015-04-22 修回日期: 2017-02-16

基金项目: 水体污染控制与治理国家科技重大项目(2014ZX07101-012-004)

作者简介: 蔡清洁(1990—), 男, 硕士研究生, 研究方向为水域生态修复。E-mail: 807067403@qq.com

通信作者: 何文辉, E-mail: whhe@shou.edu.cn

蜕皮且体型状态相当的大型溞。

铜绿微囊藻藻种购自中国科学院野生生物种质库淡水藻种库,利用 BG-11 培养基在恒温光照培养箱中培养,温度为 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$,光照条件为 3 000 lx,光暗比 12 h:12 h,每天震荡 3~5 次。实验时藻细胞处于旺盛的对数生长期,将藻液离心收集,按比例稀释到所需浓度。实验期间所用器皿和培养液均需严格高温灭菌处理,所有操作过程均在超净工作台上进行。

1.2 实验方法

1.2.1 不同 pH 和盐度溶液的制备

pH 溶液的配制:先配制 0.2 mol/L 的 HCl 和 NaOH 溶液,再逐级稀释配制各浓度溶液,之后用 pH 计校准,确保 pH 准确。

盐度溶液的配制:用分析天平准确称取所需质量海水晶溶于蒸馏水中,用盐度计校准。

1.2.2 分离 6~12 h 的幼龄溞和 12 d 日龄的大龄溞

实验前挑选产自同一母体、生长状态良好的抱卵大型溞 50 个,放入 2 L 烧杯中培养 6 h。之后取出母溞,得到 6~12 h 的幼龄溞。12 d 的大型溞取自连续培养三代以上、生长日龄在 12 d 左右,长势均一旦未抱卵的大型溞。

1.2.3 大型溞的心率实验

实验设置 1、2、3、4、5、6、7 和 8 等 8 个盐度和 4、5、6、7、8、9、10 和 11 等 8 个 pH 梯度。每个处理组中放置 30 只大型溞,设计 3 个平行,同时设计 3 个对照。实验用 250 mL 玻璃烧杯,200 mL 实验溶液。在光照培养箱内暗培养 5 h,温度 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$,实验期间不喂食。从各处理中随机挑取成活的大型溞(以 15 s 内大型溞包括触角能活动为准)8 只,通过体式显微镜和 CCD 显微影像设备记录大型溞的心跳。

1.2.4 大型溞的摄食行为实验

实验设计同心率实验。另有 3 个空白组(双蒸水加藻液,无大型溞)。铜绿微囊藻的初始密度为 3×10^5 个/mL,在光照培养箱内暗培养 5 h,温度 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$,实验结束后,利用光密度法测定铜绿微囊藻密度。参照 GAULD^[2]的方法计算不同实验条件下的滤水率(F)和摄食率(I)。

$$F = V/n(\ln \times (C_0 - C_t))/t - A \quad (1)$$

$$A = (\ln(C_0 - C_t))/t \quad (2)$$

$$I = \sqrt{C_0 \times C_t} \quad (3)$$

式中: F 为滤水速率,即单个大型溞在单位时间内滤过的实验液体积($\mu\text{L}/\text{h}$); A 为校正因子,以蒸馏水加藻液,不添加大型溞的对照组来计算; I 为摄食率,即单个大型溞单位时间内摄食的藻细胞数量(cells/h); V 为实验液体积(μL); n 为每组大型溞只数; C_t 为 t 时间后不放大型溞的空白组藻液浓度($\text{cells}/\mu\text{L}$); C_0 为初始藻液密度($\text{cells}/\mu\text{L}$); C_t 为大型溞摄食后的藻液密度($\text{cells}/\mu\text{L}$); t 为实验时间(h)。

1.3 数据处理

运用 Excel 2007 软件进行数据整理,采用 SPSS 17.0 统计软件进行单因素方差分析。 $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 pH 和盐度对大型溞心率的影响

图 1 是在不同 pH 下,两种生长期大型溞的心率变化,它们对 pH 的响应都存在差异性。与对照组相比,幼龄溞心率在 pH 为 7~8 时无显著差异;pH 为 6、9 时,幼龄溞心率显著升高($P < 0.05$),这时不适的 pH 浓度能刺激幼龄溞的代偿作用,心率升高;这种代偿作用在 pH 为 10 时更大,心率升高极为显著,达到 (372.1 ± 15.1) 次/min;而 pH < 6 和 pH > 10 时,心率下降,当 pH 为 4 时极显著($P < 0.01$),达到 (230.1 ± 10.1) 次/min,说明此时幼龄溞心率受到抑制,幼龄溞对酸的耐受性弱于对碱的耐受性。大龄溞的心率随 pH 的变化规律与幼龄溞相似,pH 为 7~9 时无显著差异;pH 为 6 和 10 时心率显著升高($P < 0.05$);pH 为 5 和 11 时心率极显著上升。对比发现大龄溞对 pH 变化的适应性强于幼龄溞。

图 2 为两种生长期大型溞在不同盐度下的心率变化。幼龄溞在盐度为 1~3 时心率与对照组无显著差异;盐度 4~5 时随着盐度的升高,幼龄溞心率显著升高(4 时 $P < 0.05$,5 时 $P < 0.01$),说明适当的低盐度刺激了幼龄溞,使其心率加快;当盐度大于 5 时,心率逐渐下降,说明当盐度值超过幼龄溞的耐受范围时会对其造成一定的伤害。大龄溞心率随盐度的变化规律与幼龄溞相似,但盐度升至 5 时才出现心率显著升高,6~7 时达到最大,为 345 ± 12.10 。盐度为 8 时才开始下降,说明大龄溞较幼龄溞耐盐阈值更高。

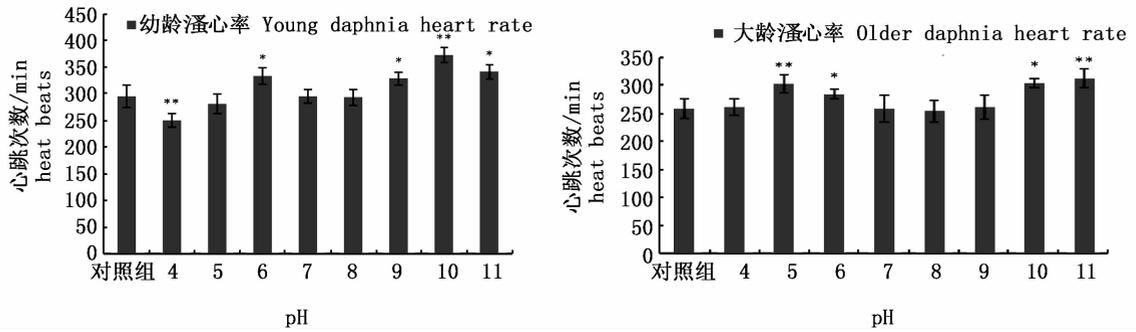


图 1 不同 pH 下两种生长期大型溞的心率变化

Fig.1 Changes in heart rate at different pH values at two ages of *Daphnia magna*

$P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著, 图表中分别用 * 和 ** 标示, 图 2-6 同

* indicates significant difference ($P < 0.05$); ** indicates highly significant difference ($P < 0.01$), the same in fig. 2-6

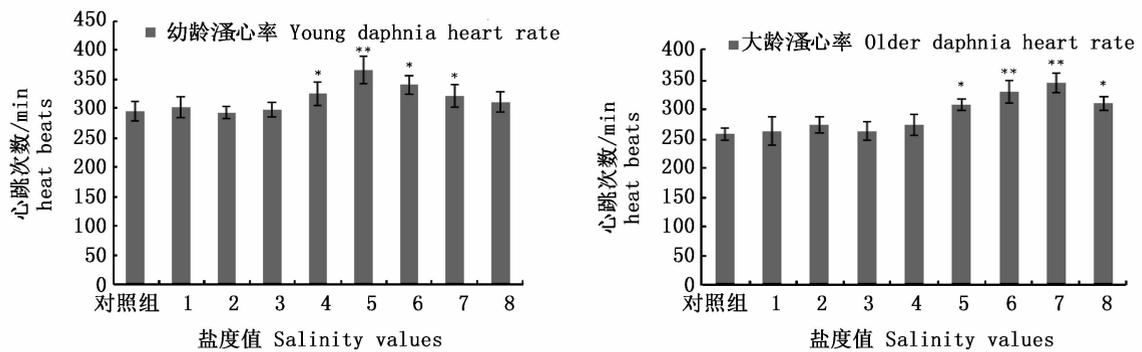


图 2 不同盐度值下两种生长期大型溞的心率变化

Fig.2 Changes in heart rate at different salinity at two ages of *Daphnia magna*

2.2 pH 和盐度对大型溞滤水率的影响

图 3 为不同 pH 对幼龄溞和大龄溞滤水率的影响。pH 为 6 和 8 时幼龄溞滤水率略有升高, 变化不显著 ($P > 0.05$); 在 $pH < 6$ 时随着 pH 下降和 $pH > 9$ 时随着 pH 升高, 幼龄溞滤水率均显著下降, 说明幼龄溞保持高滤水率的最适 pH 范围为 6~8。大龄溞滤水率随 pH 的变化规律与幼龄溞相似; 在 pH 为 7~9 时, 大龄溞滤水率与对照组无显著差异 ($P > 0.05$); 在 $pH < 7$ 和 $pH > 9$ 时, 大龄溞滤水率显著降低, 说明大龄溞滤水率的最适 pH 范围在 7~9 之间, 区间比幼龄溞宽。

从图 4 可以看出盐度对两种生长期大型溞

滤水率的影响。在盐度小于 2 时, 幼龄溞滤水率随盐度增加逐渐增高, 盐度为 2 时达到最大值 (231.12 ± 15.31) $\mu\text{L}/(\text{ind} \cdot \text{h})$, 差异显著 ($P < 0.05$); 盐度大于 2 时, 随盐度增大, 幼龄溞滤水率迅速降低, 大于 4 时达到极显著程度 ($P < 0.01$)。从滤水率看, 大龄溞的最适盐度范围较幼龄溞大, 滤水率在盐度小于 3 时随盐度增大而升高, 盐度 3 时达最大, 为 (678.63 ± 27.89) $\mu\text{L}/(\text{ind} \cdot \text{h})$, 且与对照组差异显著 ($P < 0.05$); 当盐度大于 3 时滤水率下降, 盐度大于 6 时差异极显著 ($P < 0.01$); 相比幼龄溞, 大龄溞耐盐性更强。

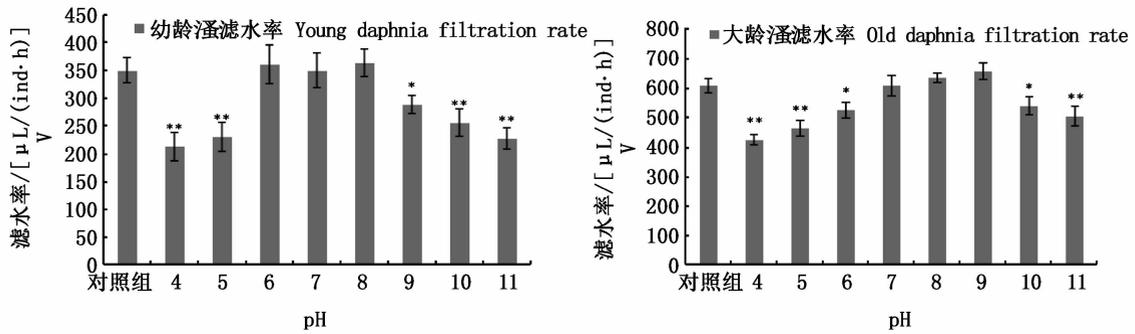


图3 不同 pH 值下两种生长期大型溞滤水率的变化

Fig. 3 Changes in filtration rate at different pH values at two ages of *Daphnia magna*

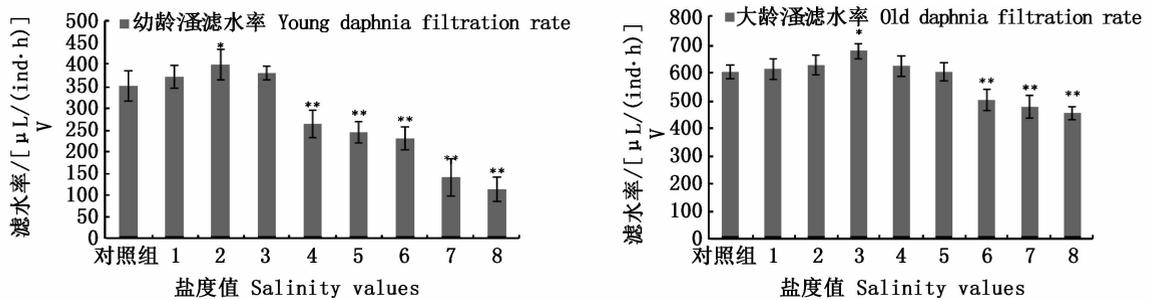


图4 不同盐度下两种大型溞的滤水率的变化

Fig. 4 Changes in filtration rate at different salinity at two ages of *Daphnia magna*

2.3 pH 和盐度对大型溞摄食率的影响

图5 显示了 pH 影响下大型溞摄食率的变化。在 pH 为 7 时,幼龄溞摄食率与对照组无显著差异($P > 0.05$),在 pH 为 6 ($P > 0.05$) 和 8 ($P < 0.05$) 时甚至有所上升;pH < 6 和 pH > 8 时,幼龄溞摄食率显著降低 ($P < 0.05$), pH < 5 和 pH > 9 时极显著 ($P < 0.01$),说明幼龄溞摄食的

适宜 pH 范围为 6~8,超出此范围都会影响摄食率。大龄溞摄食率在 pH 为 6~7 时与对照组差异不明显($P > 0.05$);pH 为 8~9 时,较对照组显著升高($P < 0.05$);在 pH < 6 和 pH > 9 时均随 pH 变化而显著下降($P < 0.05$),说明大龄溞摄食的最适 pH 为 6~9 之间,区间长度大于幼龄溞。

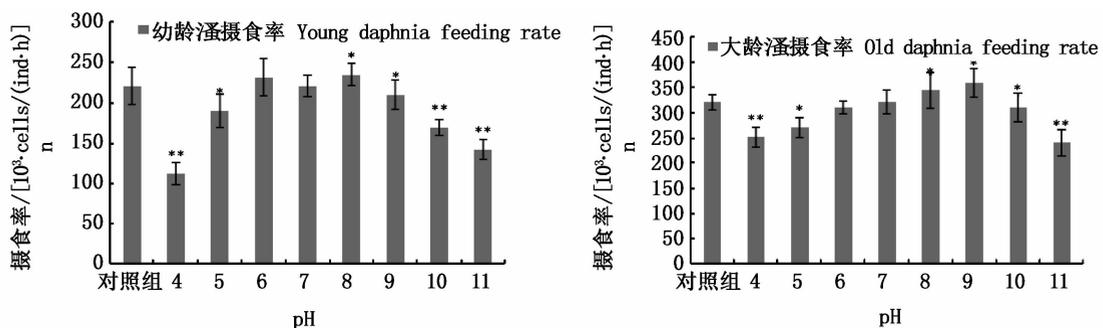


图5 不同 pH 下两种大型溞摄食率的变化

Fig. 5 Changes in feeding rate at different pH values at two ages of *Daphnia magna*

图 6 显示,盐度对幼龄溞摄食率有较大影响。当盐度为 2~3 时,幼龄溞摄食率显著增大;之后随着盐度增加,其摄食率急剧下降,盐度大于 4 下降显著($P < 0.05$),大于 6 时极显著($P <$

0.01)。盐度对大龄溞摄食率的影响较幼龄溞小。在盐度为 3 时,大龄溞摄食率显著上升($P < 0.05$);之后随盐度增加,摄食率下降,盐度大于 5 时,其摄食率下降极显著($P < 0.01$)。

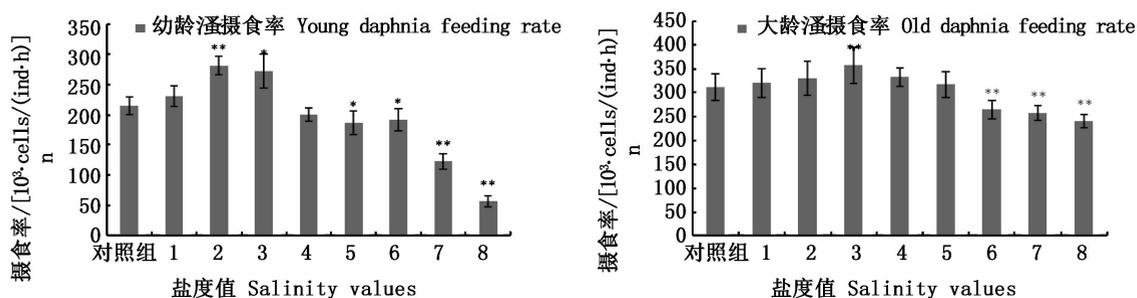


图 6 不同盐度下两种大型溞摄食率的变化

Fig. 6 Changes in feeding rate at different salinity at two ages of *Daphnia magna*

3 讨论

pH 作为水体重要的环境因子极大地影响着枝角类的生长繁殖。淡水枝角类的 pH 适应性较广,如多刺裸腹溞的最适 pH 在 7.0~9.0 之间,圆形盘肠溞的最适 pH 在 5.0~9.0 之间。pH 急剧下降对枝角类生长繁殖和生理指标影响较大,但经过长期适应后并不会引起枝角类死亡,而只是降低其生长和繁殖能力^[3]。

盐度是影响水生动物正常生理代谢的另一项重要指标。在一定范围内,随着盐度的不断升高,生物体新陈代谢和摄食不断增加;超过范围时,对其新陈代谢和摄食率产生抑制作用。GAUDY^[4]指出,淡水盐度在 4 以内的升高会对大部分淡水动物的生长代谢和生殖有一定的刺激作用。邱德依、秦克静^[5]研究发现,在盐度 3~7 间生长,鲤鱼的最大摄食率、生长率和能量转化率均显著高于饲养在淡水中的鲤鱼;何志辉等^[6]也认为一定的低盐度对淡水动物的生活有积极作用。

3.1 pH 和盐度对大型溞心率的影响

大型溞心脏位于头部后方的背侧,拥有透明的心脏壁和壳瓣,心脏搏动可通过显微镜观察。大型溞心率作为敏感指标在毒理学中应用相当广泛。VILLEGAS 等^[7]和 COROTTO 等^[8]报道了毒物对大型溞心率的影响。CLEMEDSON 等^[9]研

究发现,尼古丁会使大型溞心率降低,乙醇则使其心率升高。BECKER 等^[10]发现鱼藤酮抑制大型溞心率。李志芬^[11]研究了 PFOS 对大型溞生态效应的影响,结果表明:48 h 后,在浓度小于 100×10^{-6} 时随着 PFOS 浓度增加,大型溞心率显著增加, 100×10^{-6} 之后大型溞心率受到抑制,但仍快于对照组。

本研究中,当 pH 和盐度变化时,不管是幼龄溞还是大龄溞,在适应外界环境变化过程中都表现出低促高抑的趋势,这与彭方^[12]的研究结果相一致。接近大型溞最适 pH 范围的变化以及低盐度刺激会诱导大型溞心率加快,随着 pH 和盐度进一步变化,大型溞心率会出现一定程度的抑制。本实验中幼龄溞心率强于大龄溞,这与何志辉等^[6]的研究结果一致。且幼龄溞对 pH 和盐度的变化较大龄溞敏感,适应性较差,这可能是 12~16 h 幼龄溞在体质和发育程度上都不及大龄溞,自身抗逆性系统还不完善,对外界刺激未形成完善的防御机制所致。另外,大型溞在实验期间不喂食,实验在 8:00~13:00 进行,而 8:00~9:00 是大型溞的摄食高峰,5 h 饥饿也会对大型溞心率产生一定影响,且幼龄溞所受的影响较大龄溞大。本文仅从生理学角度阐述了 pH 和盐度刺激下大型溞心率的变化,其变化机制还需进一步研究。

3.2 pH和盐度对大型溞滤水率和摄食率的影响

摄食行为作为水生动物的基本行为,能直观反映机体对外界环境的响应。枝角类的滤水率和摄食率作为其摄食行为的标志在毒理学和生态学中研究较为广泛。冯蕾^[13]等发现温度、盐度和pH对壶状臂尾轮虫的滤水率和摄食率有显著的影响,最适摄食温度为25℃,最适盐度为20,最适pH为6~8。环境因子超过最适范围会显著降低壶状臂尾轮虫的滤水率和摄食率。罗艳蕊等^[14]发现离子液体显著降低了大型溞的摄食率。WARE^[15]研究认为外源毒物对大型溞摄食行为的中毒机制在于影响大型溞神经系统功能,降低或麻痹其协同能力,使摄食能力下降,造成营养不足,进而影响机体的正常生长和生殖。

本实验结果表明,幼龄溞和大龄溞滤水率和摄食率对pH和盐度变化的响应存在一致性。大龄溞摄食的最适pH和盐度分别为6~9和3,幼龄溞则为6~8和2,说明幼龄溞的适应性低于大龄溞,这与郑重^[16]的研究结果一致。MARTINS等^[17]也指出,在外界不良环境的适应性方面,枝角类幼体明显弱于成体。同时发现,不管是幼龄溞还是大龄溞,其对碱性水体变化的反应较酸性水体平缓,其耐碱能力高于耐酸能力。大龄溞的滤水率和摄食率高于幼龄溞,这与它们的口径大小、肠道发育及滤水量等有密切关系。另外,本实验所用大型溞经盐度为1~2的滨海井水培养,长时间的低盐度驯化也使其对盐度产生一定的适应性。所以当盐度上升时,其滤水率和摄食速率显著提高,随后才出现大幅下降;幼龄溞滤水率和摄食率峰值较大龄溞出现早,说明了大龄溞较幼龄溞对盐度具有更好的适应性。

参考文献:

- [1] 钱正英. 中国水利[M]. 北京: 水利水电出版社, 1991.
QIAN Z Y. China Water Resources[M]. Beijing: China Water Power Press, 1991.
- [2] GAULD T D. The grazing rate of planktonic copepods[J]. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1951, 29(3): 695-706.
- [3] 杨四秀. 枝角类繁殖生物学研究概况[J]. 水利渔业, 2004, 24(4): 12-14, 22.
YANG S X. Advances in the reproductive biology of Cladocerans[J]. Reservoir Fisheries, 2004, 24(4): 12-14, 22.

- [4] GAUDY R. Feeding four species of pelagic copepods under experimental conditions[J]. Marine Biology, 1974, 25(2): 125-141.
- [5] 邱德依, 秦克静. 盐度对鲤标准代谢的影响[J]. 大连水产学院学报, 1992, 7(4): 35-42.
QIU D Y, QIN K J. The influence of salinity on standard metabolism of juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.) [J]. Journal of Dalian Fisheries College, 1992, 7(4): 35-42.
- [6] 何志辉, 张建国, 姜宏. 海水盐度对大型溞的存活和内禀增长率的影响[J]. 大连水产学院学报, 1996, 11(3): 1-7.
HE Z H, ZHANG J G, JIANG H. Effects of salinity of seawater on the survival and intrinsic rate of increase of two populations of *Daphnia Magna* [J]. Journal of Dalian Fisheries College, 1996, 11(3): 1-7.
- [7] VILLEGAS-NAVARRO A, ROSAS-L E, REYES J L. The heart of *Daphnia magna*; effects of four cardio active drugs [J]. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 2003, 136(2): 127-134.
- [8] COROTTO F, CABALLOS D, LEE A, et al. Making the most of the *Daphnia* heart rate lab; optimizing the use of ethanol, nicotine & caffeine [J]. The American Biology Teacher, 2010, 72(3): 176-179.
- [9] CLEMEDSON C, EKWALL B. Overview of the final MEIC results; I. The *in vitro*—*in vitro* evaluation [J]. Toxicology in Vitro, 1999, 13(4/5): 657-663.
- [10] BECKER J M, KRIJGSMAN B J. Physiological investigations into the heart function of *Daphnia* [J]. The Journal of Physiology, 1951, 115(3): 249-257.
- [11] 李志芬. PFOS单一污染及与BDE-47的联合污染对大型溞的生态效应研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2013.
LI Z F. Single PFOS and combined ecological effects of BDE-47 pollution on *Daphnia magna* [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2013.
- [12] 彭方. 溴氰菊酯对多刺裸腹溞的毒性效应研究[D]. 山西: 山西大学, 2013.
PENG F. Effect of deltamethrin in water flea, *Moina macrocopa* [D]. Shanxi: Shanxi University, 2013.
- [13] 冯蕾, 王进河, 唐学玺. 壶状臂尾轮虫摄食生态的实验研究[J]. 海洋环境科学, 2009, 28(4): 349-354.
FENG L, WANG J H, TANG X X. Study on feeding ecology of rotifer *Brachionus urceus* [J]. Marine Environmental Science, 2009, 28(4): 349-354.
- [14] 罗艳蕊, 李效宇, 皇培培, 等. 不同碳链长度的离子液体对大型溞摄食行为的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2008, 14(3): 383-387.
LUO Y R, LI X Y, HUANG P P, et al. Effect of ionic liquids with different alkyl chain lengths on feeding behavior of *Daphnia magna* [J]. Chinese Journal of Applied & Environmental Biology, 2008, 14(3): 383-387.

- [15] WARE G W. Pesticides: Theory and application[M]. New York: WH Freeman, 1983.
- [16] 郑重. 温度对于淡水枝角水蚤 (*Daphnia pulex*) 生殖的影响[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1953(1): 29-36.
- ZHENG Z. Reproductive effects of the temperature on the freshwater cladoceran *Daphnia* (*Daphnia pulex*) [J]. Journal of Xiamen University (Natural Science), 1953(1): 29-36.
- [17] MARTINS J, TELES L O, VASCONCELOS V. Assays with *Daphnia magna* and *Danio rerio* as alert systems in aquatic toxicology[J]. Environment International, 2007, 33(3): 414-425.

Effects of pH and salinity on heart rate and feeding behavior of *Daphnia magna*

CAI Qingjie¹, HE Wenhui^{1,2}, PENG Ziran¹, LI Xianxian¹, CUI Lixiang¹, ZHANG Ao¹

(1. College of Marine Ecology and Environment, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Shanghai Ocean University, Ministry of Education, Shanghai 201306, China)

Abstract: The heart rate and feeding behavior of one-day and 12-day-old *Daphnia magna* were studied at eight pH values (4 – 11) and eight salinities (1 – 8). The effects of pH and salinity on two ages of *Daphnia magna* exhibited the similar tendency—to promote at low and to suppress at high. The adaptability to alkaline water is greater than that to acidic water. The optimum requirement of young and old *Daphnia magna* were 6 – 8 and 7 – 9 for pH, 2 and 3 for salinity, respectively. The metabolism of young individuals was higher than the old, and the young were more sensitive to pH and salinity change, but less adaptable to adverse external environment. The heart rate of the young *Daphnia* at pH 10 and at salinity 5 was (372.1 ± 15.1) and (365.3 ± 10.2) with highly significant difference from the control ($P < 0.01$), higher than the old but narrower adaptability. At pH 8, the filtration rate and feeding rate of the young *Daphnia* reached maximum and the feeding rate was significantly higher than the control ($P < 0.05$), just as the regularity of the old at pH 9. At the salinity of 2, the filtration rate and feeding rate of young population were the highest, both significantly higher than the control, similar to the old at the salinity of 3. It can be concluded that different ages of *Daphnia magna* have different optimum pH and salinity, so pH and salinity should be reasonably adjusted to maximize the production.

Key words: *Daphnia magna*; pH; salinity; heart rate; filtration rate; feeding rate