

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第7期 Vol.31 No.7 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 7 期

2011 年 4 月 (半月刊)

目 次

川南天然常绿阔叶林人工更新后土壤氮库与微生物的季节变化·····	龚 伟,胡庭兴,王景燕,等 (1763)
IBIS 模拟东北东部森林 <i>NPP</i> 主要影响因子的敏感性·····	刘 曦,国庆喜,刘经纬 (1772)
不同坡位沙棘光合日变化及其主要环境因子·····	靳甜甜,傅伯杰,刘国华,等 (1783)
氮、硫互作对克隆植物互花米草繁殖和生物量累积与分配的影响·····	甘 琳,赵 晖,清 华,等 (1794)
海岛棉和陆地棉叶片光合能力的差异及限制因素·····	张亚黎,姚贺盛,罗 毅,等 (1803)
遮荫对连翘光合特性和叶绿素荧光参数的影响·····	王建华,任士福,史宝胜,等 (1811)
3 种木本植物在铅锌和铜矿砂中的生长及对重金属的吸收·····	施 翔,陈益泰,王树凤,等 (1818)
施氮水平对小麦籽粒谷蛋白大聚合体粒径分布的调控效应·····	王广昌,王振林,崔志青,等 (1827)
强光下高温与干旱胁迫对花生光系统的伤害机制·····	秦立琴,张悦丽,郭 峰,等 (1835)
环境因子和干扰强度对高寒草甸植物多样性空间分异的影响·····	温 璐,董世魁,朱 磊,等 (1844)
利用 CASA 模型模拟西南喀斯特植被净第一性生产力·····	董 丹,倪 健 (1855)
北京市绿化树种紫玉兰的蒸腾特征及其影响因素·····	王 华,欧阳志云,任玉芬,等 (1867)
平衡施肥对缺磷红壤性水稻土的生态效应·····	陈建国,张杨珠,曾希柏,等 (1877)
冬小麦种植模式对水分利用效率的影响·····	齐 林,陈雨海,周勋波,等 (1888)
黄土高原冬小麦地 N_2O 排放·····	庞军柱,王效科,牟玉静,等 (1896)
花前渍水预处理对花后渍水逆境下扬麦 9 号籽粒产量和品质的影响·····	李诚永,蔡 剑,姜 东,等 (1904)
低硫氮比酸雨对亚热带典型树种气体交换和质膜的影响·····	冯丽丽,姚芳芳,王希华,等 (1911)
夹竹桃皂甙对福寿螺的毒杀效果及其对水稻幼苗的影响·····	戴灵鹏,罗蔚华,王万贤 (1918)
海河流域景观空间梯度格局及其与环境因子的关系·····	赵志轩,张 彪,金 鑫,等 (1925)
中国灌木林-经济林-竹林的生态系统服务功能评估·····	王 兵,魏江生,胡 文 (1936)
城郊过渡带湖泊湿地生态服务功能价值评估——以武汉市严东湖为例·····	王凤珍,周志翔,郑忠明 (1946)
黄河三角洲植物生态位和生态幅对物种分布-多度关系的解释·····	袁 秀,马克明,王 德 (1955)
基于景观可达性的广州市林地边界动态分析·····	朱耀军,王 成,贾宝全,等 (1962)
红脂大小蠹传入中国危害特性的变化·····	潘 杰,王 涛,温俊宝,等 (1970)
基于线粒体 <i>Cyt b</i> 基因的西藏马鹿种群遗传多样性研究·····	刘艳华,张明海 (1976)
不同干扰下荒漠啮齿动物群落多样性的多尺度分析·····	袁 帅,武晓东,付和平,等 (1982)
秦岭鼯鼠的洞穴选择与危害防控·····	鲁庆彬,张 阳,周材权 (1993)
京杭运河堤坝区域狗獾的栖息地特征·····	殷宝法,刘宇庆,刘国兴,等 (2002)
专论与综述	
微生物胞外呼吸电子传递机制研究进展·····	马 晨,周顺桂,庄 莉,等 (2008)
厌氧氨氧化菌脱氮机理及其在污水处理中的应用·····	王 惠,刘研萍,陶 莹,等 (2019)
问题讨论	
海河流域森林生态系统服务功能评估·····	白 杨,欧阳志云,郑 华,等 (2029)
研究简报	
体重和盐度对中国蛤蚧耗氧率和排氨率的影响·····	赵 文,王雅倩,魏 杰,等 (2040)
虾塘养殖中后期微型浮游动物的摄食压力·····	张立通,孙 耀,赵从明,等 (2046)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 290 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-04



封面图说:日斜茅荆坝·河北茅荆坝——地处蒙古高原向华北平原过渡地带的暖温带落叶阔叶林,色彩斑斓,正沐浴着晚秋温暖的阳光。

彩图提供:国家林业局陈建伟教授 E-mail: cites.chenjw@163.com

体重和盐度对中国蛤蜊耗氧率和排氨率的影响

赵文*, 王雅倩, 魏杰, 王丽

(大连海洋大学 生命科学与技术学院; 辽宁省水生生物学重点实验室, 辽宁 大连 116023)

摘要: 采用室内实验生态方法研究了不同软体部干重 (1.022 ± 0.821)、(0.557 ± 0.266)、(0.303 ± 0.277) g 和盐度 (13、18、23、28、33) 对中国蛤蜊 (*Macra chinensis* Philippi) 耗氧率和排氨率的影响。结果表明: 盐度、个体大小对中国蛤蜊耗氧率的影响极显著 ($P < 0.01$), 二者的交互作用对中国蛤蜊耗氧率影响显著 ($P < 0.05$); 中国蛤蜊单位体重耗氧率 (R_0) 与软体部干重 (W) 负相关, 符合幂函数方程 $R_0 = aW^{-b}$, 其中 a 值的取值范围是 0.695—1.762, 平均值为 1.449, b 值的取值范围是 0.446—0.587, 平均值为 0.542。盐度、个体大小对中国蛤蜊排氨率影响也极显著 ($P < 0.01$); 随着中国蛤蜊个体的增大, 其单位体重排氨率逐渐降低; 排氨率与其软体部干重呈负相关, 它们之间可以用幂函数 $R_N = a_0 W^{-b_0}$ 表示。单位体重耗氧率和排氨率与盐度 (S)、软体部干重 (W) 的二元线性回归方程分别为: $R_0 = 2.111 - 1.817W + 0.49S$ ($R^2 = 0.546$, $F = 34.294$, $P < 0.001$); $R_N = 168.186 - 120.589W + 1.734S$ ($R^2 = 0.561$, $F = 36.418$, $P < 0.001$)。

关键词: 中国蛤蜊; 体重; 盐度; 耗氧率; 排氨率

Effects of body size and salinity on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Macra chinensis* Philippi

ZHAO Wen*, WANG Yaqian, WEI Jie, WANG Li

Liaoning Provincial Key Laboratory of Hydrobiology, College of Life Science and Technology, Dalian Ocean University, Liaoning Dalian 116023, China

Abstract: Effects of body weight (1.022 ± 0.821 , 0.557 ± 0.266 and 0.303 ± 0.277) and salinity (S : 13, 18, 23, 28, and 33) on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Macra chinensis* Philippi were studied by means of experimental ecology methods at water temperature 18°C . The results showed that (1) Individual size and salinity had significant effected on oxygen consumption rate ($P < 0.01$), and interaction of the both factors had significant effected on oxygen consumption rate (O) ($P < 0.05$). The relationship between O and dry weight of soft tissue (W) can be represented by the allometric equation $R_0 = aW^{-b}$, where a ranges from 0.695 to 1.762, with mean of 1.449, and b ranges from 0.446 to 0.587, with mean of 0.542. (2) Individual size and salinity had significant effected on ammonia excretion rate (N) ($P < 0.01$); ammonia excretion rate decreases as the increase of body size and there is a negative exponential regressive function $R_N = a_0 W^{-b_0}$. (3) The relationships of O and N with W and S can be described by the following linear regression equations: $R_0 = 2.111 - 1.817W + 0.49S$ ($R^2 = 0.546$, $F = 34.294$, $P < 0.001$); $R_N = 168.186 - 120.589W + 1.734S$ ($R^2 = 0.561$, $F = 36.418$, $P < 0.001$).

Key Words: *Macra chinensis* Philippi; body sizes; salinity; oxygen consumption rate; ammonia excretion rate

中国蛤蜊 (*Macra chinensis* Philippi) 隶属瓣鳃纲、帘蛤目、蛤蜊科、蛤蜊属, 我国主要分布于辽宁、山东沿海, 日本、朝鲜也有分布^[1]。中国蛤蜊生活在潮间带的细沙滩至水深 60m 的浅海区, 肉味鲜美, 出肉率高, 具有较高营养价值, 是一种具有重要经济价值的养殖贝类。目前国内外对于中国蛤蜊研究报道主要集中于其生

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目 (2006BAD09A01); 辽宁省教育厅创新团队项目 (2007T016)

收稿日期: 2010-03-15; 修订日期: 2010-08-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhaowen@dlou.edu.cn

物学研究^[2-6]。

呼吸与排泄是贝类新陈代谢的基本生理活动,也是贝类能量学研究的重要内容。它既反映了贝类的生理状态,也反映了环境条件对贝类生理活动的影响。关于贝类呼吸代谢的研究已有大量报道^[7-10],而关于中国蛤蜊的呼吸排泄的报道不多^[11]。本文报道体重和盐度对中国蛤蜊呼吸排泄的影响,旨在了解它们的呼吸及排泄规律,为进一步研究中国蛤蜊的能量学、养殖容量以及可持续开发利用这一资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

中国蛤蜊购自大连市长兴水产品市场,选取活泼无损伤个体,清洗贝壳上的附着物,并暂养于 68cm×45cm×42cm 的水槽中 4—5d,暂养期间连续充气,每日换水 1 次并投喂蛋白核小球藻(*Chlorella pyrenoidesa*)。试验前 2d 移入经砂滤海水中,停止投饵,暂养备用。试验用海水经 0.45μm 孔径纤维滤膜抽滤备用;试验用化学试剂均为分析纯或优级纯。

1.2 方法

将中国蛤蜊按壳长分成 A、B、C 3 组,暂养于 64cm×50cm×45cm 的水槽中,其生物学参数见表 1。实验盐度每日升高或者降低 1—2℃,直至所需盐度并稳定 2d。试验设 5 个盐度水平(13、18、23、28、33),每个水平 4 个重复和 2 个空白对照。实验温度为 18℃。实验以 2.5L 广口瓶为呼吸瓶,每个瓶放一个中国蛤蜊,放入中国蛤蜊立即用插有进水管和出水管的橡胶塞密封。以贝壳开始张开为起始点进行计时,持续 2h。实验前后测定呼吸瓶中水样的溶解氧和氨氮含量。为了排除耗氧率昼夜变化的影响,不同水平梯度的试验均于当天的同一时间内进行。

表 1 中国蛤蜊的生物学特征($\bar{X}\pm\text{SD}$; $n=60$)

Table 1 Biological characteristics of *Macrta chinensis* Philippi

实验组 Experiment group	壳长/cm Shell height	湿重/g Wet weight	软体部干重/g Dry weight of soft tissue
A	5.149±0.177	22.4994±1.688	1.0217 ±0.821
B	4.174±0.175	13.660±1.532	0.5568±0.266
C	3.817±0.320	10.851±1.270	0.3033±0.277

溶解氧的测定采用碘量法,氨氮的测定采用次溴酸钠氧化法,实验结束时测定中国蛤蜊的壳长、壳高、壳宽、壳干重和软体部干重(软体部放在 65℃烘箱中烘干 48h,用电子天平称重,精确到 0.0001g)。

根据实验前后呼吸瓶内水中的 DO 及氨氮含量,按下式计算中国蛤蜊的耗氧率和排氮率:

$$OR = [(DO_0 - DO_t) \times V] / (W \times t)$$

$$NR = [(N_t - N_0) \times V] / (W \times t)$$

式中, OR 为单位体重耗氧率 [$\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$], DO_0 和 DO_t 为实验开始和结束时水中溶氧含量 (mg/L); NR 为单位体重排氮率 [$\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$], N_0 和 N_t 为实验开始和结束时水中 NH_4^+-N 的浓度 (mg/L), V 为实验水体积 (L), W 为软体部干重 (g), t 为实验持续时间 (h)。

氧氮比 ($O:N$) 的计算公式为:

$$O:N = (\rho_1/16) / (\rho_2/14)$$

式中, ρ_1 为单位时间实验动物消耗氧的含量 ($\mu\text{g/h}$); ρ_2 为单位时间实验动物排出氨氮的含量 ($\mu\text{g/h}$)

1.3 数据处理

采用 Excel 2003 及 SPSS16.0 统计软件进行方差分析 (ANOVA), $P<0.05$ 作为差异显著水平, $P<0.01$ 为差异极显著水平。

2 结果

2.1 盐度和体重对中国蛤蜊耗氧率的影响

随着中国蛤蜊个体的增大,其单位体重耗氧率逐渐降低,变化幅度为 $(0.68 \pm 0.09) - (3.45 \pm 0.53) \text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$;

各规格组在盐度为 13 时,耗氧率最低,平均值为 $(0.94 \pm 0.24) \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$; 在盐度为 18 时,耗氧率最高,平均值为 $(2.56 \pm 0.80) \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 。耗氧率与其软体部干重呈负相关,它们之间可以用幂函数 $R_o = aW^{-b}$ 表示,其回归方程的参数及相关系数见表 2。其中 a 值的取值范围是 0.695—1.762,平均值为 1.449, b 值的取值范围是 0.446—0.587,平均值为 0.542,在盐度为 18 时,出现最大值。

方差分析表明,盐度和规格对中国蛤蚧耗氧率影响极显著 ($P < 0.01$),盐度和规格交互作用对中国蛤蚧耗氧率影响显著 ($P < 0.05$); 在设定盐度范围内,盐度 13 组与盐度 18、23、28、33 组,盐度 18 组与盐度 28 组差异极显著 ($P < 0.01$),盐度 28 组与盐度 23 组差异显著 ($P < 0.05$),其余各组差异不显著。中国蛤蚧耗氧率与盐度、软体部干重之间符合方程: $R_o = 2.111 - 1.817W + 0.490S$ ($R^2 = 0.546$, $F = 34.29$, $P = 0.000$)。

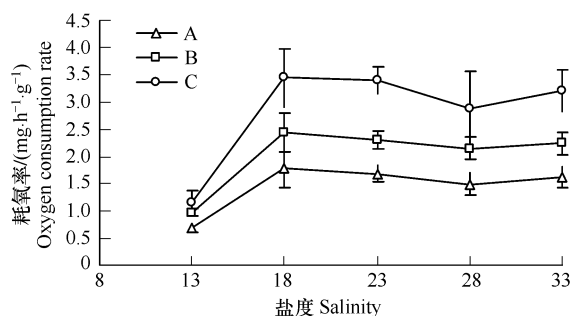


图 1 盐度和体重对中国蛤蚧耗氧率的影响

Fig. 1 Effects of salinity and body size on the oxygen consumption rates of *Mactra chinensis* Philippi

表 2 中国蛤蚧的耗氧率与软体部干重的回归方程参数

Table 2 The parameter related to the regress equation between dry weight and oxygen consumption rates (R_o) of *Mactra chinensis* Philippi

盐度 Salinity	a	b	R^2	N
13	0.695	0.446	0.788	12
18	1.762	0.587	0.896	12
23	1.655	0.568	0.928	12
28	1.519	0.540	0.866	12
33	1.614	0.570	0.937	12

2.2 盐度和体重对中国蛤蚧排氨率的影响

盐度对不同规格中国蛤蚧排氨率的影响如图 2 所示,随着中国蛤蚧个体的增大,其单位体重排氨率逐渐降低,中国蛤蚧的排氨率变化在 $(53.74 \pm 2.81) - (226.68 \pm 48.72) \mu\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间;各规格组在盐度为 13 时,排氨率最低,平均值为 $76.47 \pm 26.06 \mu\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$; 在盐度为 18 时,排氨率最高,平均值为 $160.39 \pm 60.15 \mu\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 。耗氧率与其软体部干重呈负相关,它们之间可以用幂函数 $R_N = a_0W^{-b_0}$ 表示,其回归方程的参数及相关系数见表 3。其中 a_0 值的取值范围是 54.074—102.13, b_0 值的取值范围是 0.508—0.696。方差分析表明,盐度和规格对中国蛤蚧排氨率影响极显著 ($P < 0.01$),盐度和规格交互作用对中国蛤蚧耗氧率影响不显著;在设定盐度范围内,盐度 13 组与盐度 18、23、28、33 组、盐度 18 组与盐度 28 组差异极显著 ($P < 0.01$),盐度 18 组与 33 组、盐度 23 组与 28 组差异显著 ($P < 0.05$),其余各组差异不显著。中国蛤蚧排氨率盐度、软体部干重之间符合方程: $R_N = 168.186 - 120.589W + 1.734S$ ($R^2 = 0.561$, $F = 36.418$, $P < 0.001$)。

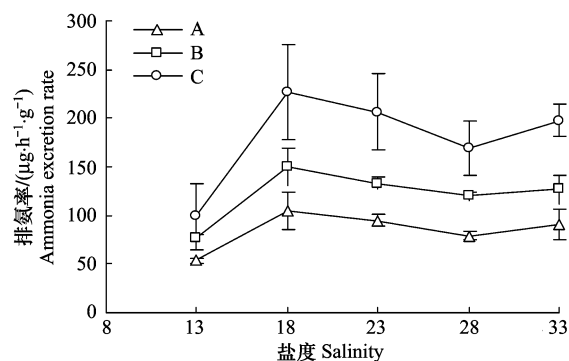


图 2 盐度对中国蛤蚧排氨率的影响

Fig. 2 Effects of salinity on ammonia excretion rates of *Mactra chinensis* Philippi

表 3 中国蛤蚧排氨率与软体部干重的回归方程参数

Table 3 The parameter related to the regress equation between dry weight and ammonia excretion rates (R_N) of *Mactra chinensis* Philippi

盐度 Salinity	a_0	b_0	R^2	N
13	54.074	0.508	0.772	12
18	102.13	0.696	0.878	12
23	92.25	0.634	0.944	12
28	81.80	0.608	0.946	12
33	89.30	0.644	0.935	12

2.3 体重、盐度与 O:N 比的关系

氧氮比是动物呼吸排泄的重要生理指标,从表 4 可见,中国蛤蚧的 O:N 比范围 10.37—16.53,平均值是 14.16。其 O:N 比随盐度的升高而升高,在盐度 28 时达到最大值,然后随盐度的升高而降低。其 O:N 比随体重增大而增大。

3 讨论

呼吸和排泄是贝类最重要的生理活动。本实验结果表明,中国蛤蚧单位体重的耗氧率和排氨率随体重的增加而降低,呈负相关的幂指数关系。结果与其它学者^[11-16]对贝类研究中发现的耗氧率和排氨率随体重的增加而降低的规律相同。

在影响动物呼吸和排泄的众多因素中,海水盐度作为一个重要的生理指标,对滩涂贝类的生理代谢有重要影响。盐度变化对水生动物耗氧率的影响主要与动物体的渗透压调节有关,当水生动物体液和外界

水体两者的渗透压相等时,水体的盐度即为等渗点。水生动物处于或接近等渗点时,耗氧率最低,原因可能是动物处于或接近等渗点时用于渗透压调节的耗能最少。当外界盐度变化时,体内外渗透压处于不平衡状态,机体为调节渗透压需要消耗一定的能量,从而导致耗氧率和排氨率的上升。Barber 等报道,海湾扇贝 (*Argopecten irradians*) 的排氨率在盐度 17—34 范围内随盐度的升高而下降^[17]。金春华^[18]对青蛤 (*Cyclina sinensis*) 进行研究时表明,当盐度在 6—30 时,青蛤的耗氧率和排氨率均逐渐增大,峰值出现在盐度 22,然后开始下降。沈伟良等^[19]在对毛蚶 (*Scapharca subcrenata*) 进行研究时表明,耗氧率随着盐度的升高而升高,最大耗氧率和排氨率分别在盐度为 30 和 27。刘建勇等^[20]对方斑东风螺 (*Babylonia areolata*) 的研究表明,耗氧率和排氨率都随盐度的升高而增加,最大的耗氧和排氨率为 28 盐度条件下。Farmer 等^[21]报道, *Acartia tonsa* 的耗氧率和排氨率在其栖息地盐度时最低,当盐度降低或升高时耗氧率和排氨率均升高。张媛等^[22]对橄榄蚶 (*Estellarca olivacea*) 的研究得出了相似的结果,认为贝类在其栖息地盐度时耗氧率和排氨率较低,其最低耗氧率和排氨率出现在盐度 26。在本实验中也发现了类似的规律,在实验盐度范围内,盐度 28 可能最接近于中国蛤蚧的体液等渗点。而当盐度升高到 33 或降低至 23 时,其耗氧率均上升,盐度降至 18,耗氧率最高,可能是因为中国蛤蚧体内外的渗透压严重失衡,需要投入更多的能量进行调节,体内分解代谢作用增强,导致耗氧率和排氨率升高。盐度继续降至 13 时,实验中有个别中国蛤蚧出现麻痹状态,此时耗氧率和排氨率降至最低,出现这个现象的原因可能因为此时个别中国蛤蚧无法保持正常的渗透调节,导致耗氧率和排氨率的急降。其具体的调节机制尚不清楚,有待于进一步的研究。

O:N 比是揭示动物代谢规律的重要参数。据此可评估海洋无脊椎动物的能量需求和对营养物质的利用特性^[23]。Mayzand^[24]提出,如果完全由蛋白质提供能量,O:N 约为 7。Ikeda^[25]认为,不使用碳水化合物时,蛋白质和脂肪等量氧化时的 O:N 比值约为 24。理论上 O:N 比小于 10 动物蛋白质代谢占主导地位并且代谢产物全部以氨的形式释放;而 O:N 比大于 10 则脂肪和碳水化合物的代谢占主导地位。O:N 比值越大表明动物消耗的能量较少部分由蛋白质提供、多数由脂肪和糖类提供。因此依据实验结果可以推知中国蛤蚧在实验盐度内的体内代谢基本特征。从表 4 可以看出 3 种规格的中国蛤蚧 O:N 的值与中国蛤蚧体重之间没有特别的明显相关,但伴随着盐度的变化却有一定的变化。中国蛤蚧呼吸排泄的 O:N 比随盐度的升高而升高,在盐度 28 时达到最大值,然后随盐度的升高而降低。各个盐度条件下不同体重的中国蛤蚧其 O:N 比在 14 左右,表明本实验条件下脂肪和碳水化合物是中国蛤蚧主要代谢底物。Lu 等^[26]报导了菲尔德斯半岛南极帽贝潮间带种群的 O:N 值为 8.9—18.3,与本文的结果极为相似。

表 4 规格和盐度对中国蛤蚧 O:N 比的影响

Table 4 The effect of body size and salinity on the O:N ratio in the *Mactra chinensis Philippi*

盐度 Salinity	规格 Body size		
	A	B	C
13	11.10	10.99	10.37
18	14.91	14.22	13.31
23	15.53	15.22	14.39
28	16.53	15.71	14.91
33	15.69	15.47	14.20

References:

- [1] Qi Z Y. Economic mollusca of China. Beijing: China Agriculture Press, 1998.
- [2] Qi Z Y, Ma X T, Wang Z R, Lin Y G, Xu F S, Dong Z Z, Li F L, Lü R H. Mollusca of Huanghai and Bohai. Beijing: Agriculture Press, 1989.
- [3] Wang Z C, Liu J M, Zhu A, Li W J, Shen Y C. A preliminary survey on the biology of *Mactra chinensis* in the outfall of Yalu Jiang River. Journal of Fisheries of China, 1984, 8(1):33-44.
- [4] Liu X Q, Fang J G, Bao Z M, Wang R C. A preliminary study on the reproductive biology of *Mactra chinensis* Philippi. Periodical of Ocean University of China: Natural Science, 2007, 37(1):89-92.
- [5] Cui L B, Kong J, Zhou X Y. Observation on the gill of *Mactra chinensis* with optical and scanning electron microscopes. Marine Fisheries Research, 2005, 26(4):60-63.
- [6] Wang X A, Jiang X M. Preliminary study on the microscopic structure of the nerve system of *Mactra chinensis*. Chinese Journal of Zoology, 1999, 34(4):6-9.
- [7] Wang J, Jang Z H, Tang Q S. Oxygen consumption and ammonia-N excretion rates of *Chlamys farreri*. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(9):1157-1160.
- [8] Feng J B, Wang M Z, Chen H C, Chen X L, Sun J M, Li J L. Effects of temperature and body size on oxygen consumption rate of *Meretrix meretrix*. Journal of Shanghai Fisheries University, 2004, 13(2):126-129.
- [9] Wang S H, Ou Y X, Gao J H, Zhao D X, Ling G, Wu X P. Oxygen consumption and ammonia N-excretion rates of *Hyriopsis schlegelii*. Marine Sciences, 2005, 29(8):37-41.
- [10] Luo J, Liu C W, Tang H C, Li F, Chen J H. Effects of temperature on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Hemifusus tuba* (Gelin). Journal of Guangdong Ocean University, 2008, 28(1):85-88.
- [11] Liu J Y, Deng X C, Shao J. Influence of dry weight of soft tissue and water temperature on oxygen consumption and ammonia excretory rate in *Babylonia areolata*. Journal of Fishery Sciences of China, 2005, 12(3):239-244.
- [12] Fang D P, Pan L Q, Ma S, Dong S L. Effects of temperature on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Sinonovacula constricta*. Journal of Ocean University of Qingdao: Natural Science, 2002, 32(1):56-62.
- [13] Dong Z G, Li J L, Wang M Z, Chen H C, Chen X L. The influence of body size and temperature on oxygen consumption rate of *Hyriopsis cumingii*. Journal of Shanghai Fisheries University, 2004, 13(1):47-51.
- [14] Xu Q Q, Liu J, Huang H W. Effects of temperature on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *Solenia oleivora*. Journal of Zhanjiang Ocean University, 2005, 25(1):51-55.
- [15] Bi Y B, Jang S, Liu H Y, Xue K, Dong J. Effect of temperature and weight on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *haliotis discus hannai*. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2000, 6(5):444-446.
- [16] Wang F, Dong S L, Li D S. Studies on respiration and excretion of *Ruditapes philippinarum* and *Chlamys farreri*. Journal of Fisheries of China, 1997, 21(3):252-257.
- [17] Barber B J, Blake N J. Substrate catabolism related to reproduction in the bay scallop *Argopecten irradians concentricus*, as determined by O/N and RQ physiological indexes. Marine Biology, 1985, 87(1):13-18.
- [18] Jin C H. Effects of temperature and salinity on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of *cyclina sinensis*. Journal of Lishui University, 2007, 27(2):46-51.
- [19] Shen W L, You Z J, Shi Y X. Study on size and salinity related oxygen consumption and ammonia excretion of *Scapharca subcrenata* spat. Marine Fisheries Research, 2008, 29(2):53-56.
- [20] Liu J Y, Shao J, Zhuo J H. Effect of salinity on respiration and excretion of *Babylonia areolata*. Journal of Tropical Oceanography, 2005, 24(4):35-39.
- [21] Farmer L, Reeve M R. Role of the free amino acid pool of the copepod *Acartia tonsa* in adjustment to salinity change. Marine Biology, 1978, 48(4):311-316.
- [22] Zhang Y, Fang J G, Mao Y Z, Zhang J H, Xue S Y. Effects of temperature and salinity on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of clam *Estellarca olivacea*. Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14(4):690-694.
- [23] Bayne B L, Widdows J. The physiological ecology of two populations of *Mytilus edulis* L. Oecologia, 1978, 37(2):137-162.
- [24] Mayzaud P. Respiration and nitrogen excretion of zooplankton. IV. The influence of starvation on the metabolism and the biochemical composition of some species. Marine Biology, 1976, 37(1):47-58.
- [25] Ikeda T. Nutrition ecology of marine zooplankton. Memoirs of the Faculty of Fisheries Hokkaido University, 1974, 22(1):1-97.

- [26] Lu H, Zhu M Y, Wu B L. Ecology and physiological study of the Antarctic limpet *Nacella concinna* in King George Island. *Korean Journal of Polar Research*, 1994, 5(2):1-8.

参考文献:

- [1] 齐钟彦. 中国经济软体动物. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [2] 齐钟彦, 马绣同, 王祯瑞, 林光宇, 徐凤山, 董正之, 李凤兰, 吕瑞华. 黄渤海的软体动物. 北京: 农业出版社, 1989.
- [3] 王子臣, 刘吉明, 朱岸, 李文姬, 沈永忱. 鸭绿江口中国蛤蚧生物学初步研究. *水产学报*, 1984, 8(1):33-44.
- [4] 刘相全, 方建光, 包振民, 王如才. 中国蛤蚧繁殖生物学的初步研究. *中国海洋大学学报: 自然科学版*, 2007, 37(1):89-92.
- [5] 崔龙波, 孔俊, 周雪莹. 中国蛤蚧的光镜与扫描电镜观察. *海洋水产研究*, 2005, 26(4):60-63.
- [6] 王晓安, 蒋小满. 中国蛤蚧神经系统显微结构的初步研究. *动物学杂志*, 1999, 34(4):6-9.
- [7] 王俊, 姜祖辉, 唐启升. 栉孔扇贝耗氧率和排氨率的研究. *应用生态学报*, 2002, 13(9):1157-1160.
- [8] 冯建彬, 王美珍, 陈汉春, 陈贤龙, 孙建苗, 李家乐. 温度和规格对文蛤耗氧率的影响. *上海水产大学学报*, 2004, 13(2):126-129.
- [9] 王尚洪, 欧阳珊, 高建华, 赵大显, 凌高, 吴小平. 许氏帆蚌耗氧率和排氨率研究. *海洋科学*, 2005, 29(8):37-41.
- [10] 罗杰, 刘楚吾, 唐洪超, 李锋, 陈加辉. 温度对管角螺 *Hemifusus tuba* (Gelin) 耗氧率和排氨率的影响. *广东海洋大学学报*, 2008, 28(1):85-88.
- [11] 刘建勇, 邓兴朝, 绍杰. 体重和温度对方斑东风螺耗氧率和排氨率的影响. *中国水产科学*, 2005, 12(3):239-244.
- [12] 范德朋, 潘鲁青, 马甦, 董双林. 温度对缢蛏 (*Sinonovacula constricta*) 耗氧率和排氨率的影响. *青岛海洋大学学报 (自然科学版)*, 2002, 32(1):56-62.
- [13] 董志国, 李家乐, 王美珍, 陈汉春, 陈贤龙. 规格和温度对三角帆蚌耗氧率的影响. *上海水产大学学报*, 2004, 13(1):47-51.
- [14] 许巧情, 刘俊, 黄华伟. 温度对橄榄蛏蚌耗氧率和排氨率的影响. *湛江海洋大学学报*, 2005, 25(1):51-55.
- [15] 毕远溥, 蒋双, 刘海映, 薛克, 董婧. 温度、体重对皱纹盘鲍耗氧量和排氨量的影响. *应用与环境生物学报*, 2000, 6(5):444-446.
- [16] 王芳, 董双林, 李德尚. 菲律宾蛤子和栉孔扇贝的呼吸与排泄研究. *水产学报*, 1997, 21(3):252-257.
- [18] 金春华. 温度和盐度对青蛤耗氧率和排氨率的影响. *丽水学院学报*, 2005, 27(2):46-51.
- [19] 沈伟良, 尤仲杰, 施祥元. 不同规格及不同盐度下毛蚶稚贝耗氧率和排氨率的研究. *海洋水产研究*, 2008, 29(2):53-56.
- [20] 刘建勇, 绍杰, 卓健辉. 盐度对方斑东风螺耗氧率和排氨率的影响. *热带海洋学报*, 2005, 24(4):35-39.
- [22] 张媛, 方建光, 毛玉泽, 张继红, 薛素燕. 温度和盐度对橄榄蛏耗氧率和排氨率的影响. *中国水产科学*, 2007, 14(4):690-694.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 7 April, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Seasonal variation of soil nitrogen pools and microbes under natural evergreen broadleaved forest and its artificial regeneration forests in Southern Sichuan Province, China	GONG Wei, HU Tingxing, WANG Jingyan, et al (1763)
Sensitivity analysis for main factors influencing <i>NPP</i> of forests simulated by IBIS in the eastern area of Northeast China	LIU Xi, GUO Qingxi, LIU Jingwei (1772)
Diurnal changes of photosynthetic characteristics of <i>Hippophae rhamnoides</i> and the relevant environment factors at different slope locations	JIN Tiantian, FU Bojie, LIU Guohua, et al (1783)
Interactive effects of nitrogen and sulfur on the reproduction, biomass accumulation and allocation of the clonal plant <i>Spartina alterniflora</i>	GAN Lin, ZHAO Hui, QING Hua, et al (1794)
Difference in leaf photosynthetic capacity between pima cotton (<i>Gossypium barbadense</i>) and upland cotton (<i>G. hirsutum</i>) and analysis of potential constraints	ZHANG Yali, YAO Hesheng, LUO Yi, et al (1803)
Effects of shades on the photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters of <i>Forsythia suspensa</i>	WANG Jianhua, REN Shifu, SHI Baosheng, et al (1811)
Growth and metal uptake of three woody species in lead/zinc and copper mine tailing	SHI Xiang, CHEN Yitai, WANG Shufeng, et al (1818)
GMP particles size distribution in grains of wheat in relation to application of nitrogen fertilizer	WANG Guangchang, WANG Zhenlin, CUI Zhiqing, et al (1827)
Damaging mechanisms of peanut (<i>Arachis hypogaea</i> L.) photosystems caused by high-temperature and drought under high irradiance	QIN Liqin, ZHANG Yueli, GUO Feng, et al (1835)
The effect of natural factors and disturbance intensity on spacial heterogeneity of plant diversity in alpine meadow	WEN Lu, DONG Shikui, ZHU Lei, et al (1844)
Modeling changes of net primary productivity of karst vegetation in southwestern China using the CASA model	DONG Dan, NI Jian (1855)
The characteristics of <i>Magnolia liliflora</i> transpiration and its impacting factors in Beijing City	WANG Hua, OUYANG Zhiyun, REN Yufen, et al (1867)
Ecological effects of balanced fertilization on red earth paddy soil with P-deficiency	CHEN Jianguo, ZHANG Yangzhu, ZENG Xibai, et al (1877)
Effects of planting patterns on water use efficiency in winter wheat	QI Lin, CHEN Yuhai, ZHOU Xunbo, et al (1888)
Nitrous oxide emissions from winter wheat field in the Loess Plateau	PANG Junzhu, WANG Xiaoke, MU Yujing, et al (1896)
Effects of hardening by pre-anthesis waterlogging on grain yield and quality of post-anthesis waterlogged wheat (<i>Triticum aestivum</i> L. cv Yangmai 9)	LI Chengyong, CAI Jian, JIANG Dong, et al (1904)
Effects of simulated acid rain with lower S/N ratio on gas exchange and membrane of three dominant species in subtropical forests	FENG Lili, YAO Fangfang, WANG Xihua, et al (1911)
Molluscicidal efficacy of <i>Nerium indicum</i> cardiac glycosides on <i>Pomacea canaliculata</i> and its effects on rice seedling	DAI Lingpeng, LUO Weihua, WANG Wanxian (1918)
Spatial gradients pattern of landscapes and their relations with environmental factors in Haihe River basin	ZHAO Zhixuan, ZHANG Biao, JIN Xin, et al (1925)
The assessment of forest ecosystem services evaluation for shrubbery-economic forest-bamboo forest in China	WANG Bing, WEI Jiangsheng, HU Wen (1936)
Evaluation on service value of ecosystem of Peri-urban transition zone lake: a case study of Yandong Lake in Wuhan City	WANG Fengzhen, ZHOU Zhixiang, ZHENG Zhongming (1946)
Explaining the abundance-distribution relationship of plant species with niche breadth and position in the Yellow River Delta	YUAN Xiu, MA Keming, WANG De (1955)
Forestland boundary dynamics based on an landscape accessibility analysis in Guangzhou, China	ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (1962)
Changes in invasion characteristics of <i>Dendroctonus valens</i> after introduction into China	PAN Jie, WANG Tao, WEN Junbao, et al (1970)
Population genetic diversity in Tibet red deer (<i>Cervus elaphus wallichi</i>) revealed by mitochondrial <i>Cyt b</i> gene analysis	LIU Yanhua, ZHANG Minghai (1976)
Multi-scales analysis on diversity of desert rodent communities under different disturbances	YUAN Shuai, WU Xiaodong, FU Heping, et al (1982)
Cave-site selection of Qinling zokors with their prevention and control	LU Qingbin, ZHANG Yang, ZHOU Caiquan (1993)
The habitat characteristics of Eurasian badger in Beijing-Hangzhou Grand Canal embankment	YIN Baofa, LIU Yuqing, LIU Guoxing, et al (2002)
Review and Monograph	
Electron transfer mechanism of extracellular respiration: a review	MA Chen, ZHOU Shungui, ZHUANG Li, et al (2008)
The biochemical mechanism and application of anammox in the wastewater treatment process	WANG Hui, LIU Yanping, TAO Ying, et al (2019)
Discussion	
Evaluation of the forest ecosystem services in Haihe River Basin, China	BAI Yang, OUYANG Zhiyun, ZHENG Hua, et al (2029)
Scientific Note	
Effects of body size and salinity on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of <i>Macra chinensis</i> Philippi	ZHAO Wen, WANG Yaqian, WEI Jie, et al (2040)
Study on microzooplankton grazing in shrimp pond among middle and late shrimp culture period	ZHANG Litong, SUN Yao, ZHAO Congming, et al (2046)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1~9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任:孔红梅

执行编辑:刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 7 期 (2011 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 7 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元