

环境因子对菲律宾蛤仔摄食 生理生态的影响*

董 波 薛钦昭 李 军

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 于 1998 年 1—6 月, 在中国科学院海洋研究所实验室内采用静水方法对采自胶州湾潮间带的菲律宾蛤仔(以下简称蛤仔)进行摄食率、清滤率和吸收率的测定。结果表明: (1) 蛤仔摄食率和清滤率随着个体体重的增加而增大, 而单位重量的摄食率和清滤率随个体体重的增加而减小, 它们之间呈幂函数关系。(2) 底质对蛤仔摄食生理影响的实验表明: 铺砂可以显著地提高蛤仔的摄食生理指标。(3) 在一定的饵料浓度范围内, 摄食率和清滤率随着浓度的增加而增大, 呈幂函数关系。当饵料浓度达到一定值后, 清滤率迅速下降, 而摄食率只略微有所下降, 基本上保持平稳不变。这说明蛤仔可以通过调节清滤率来稳定摄食率。(4) 蛤仔吸收率和饵料浓度及个体大小无明显相关性。(5) 水温 15℃, 投喂小球藻的条件下, 实验结果显示蛤仔[壳长(3.53 ± 0.02) cm、软体部干重(0.41 ± 0.02) g]产生假粪的阈值为 2.16mgPOM/L。

关键词 菲律宾蛤仔 清滤率 摄食率 吸收率

学科分类号 Q494

近 20 年来, 运用生物沉积法(biodeposition method) 已经对双壳贝类的生理能量学(physiological energetics) 进行了广泛的研究(Iglesias *et al.*, 1998), 并在桑沟湾(方建光等, 1996) 及 Ria de Arosa 湾(Navarro *et al.*, 1991) 等地实际运用中较好地预测了养殖区养殖贝类的生长潜力和产量, 为估算养殖区的养殖容量提供了必要的理论数据。研究贝类生理能量学离不开对其摄食生理的研究, 其中摄食率、清滤率、吸收率等几个指标的研究是生理能量学研究的必要环节。

国外对滤食性贝类摄食生理生态的研究报道很多, 特别是对几个环境因子, 如海水的温度、盐度、流速、海水中悬浮颗粒物的理化性质(数量和质量) 以及饵料的结构和浓度对摄食生理的影响进行了广泛而深入的研究。国内对于这方面的工作较少, 仅见于孙慧玲等(1995) 对栉孔扇贝, 匡世焕等(1996a, b) 对牡蛎、栉孔扇贝等经济贝类的清滤率、同化率进行了研究。对菲律宾蛤仔这方面的研究尚未见报道。本文以菲律宾蛤仔为材料对其在不同条件下的摄食生理进行初步的探讨。

* 国家“九五”攻关资助项目, 96- 922- 02- 03 号。董 波, 男, 出生于 1973 年 10 月, 硕士, E- mail: dongbo@ms. qdio. ac. cn

收稿日期: 1999- 02- 23, 收修改稿日期: 1999- 10- 12

1 材料与方法

1.1 蛤仔

于 1998 年 1—6 月, 在中国科学院海洋研究所实验室采用静水方法对采自胶州湾潮间带的菲律宾蛤仔[*Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve, 1850)] (以下简称蛤仔) 进行摄食率 IR (ingestion rate)、清滤率 CR (clearance rate)、吸收率 AE (absorption efficiency) 的测定。蛤仔取回后在室内驯养, 一周后挑选健康个体进行实验。驯养期间, 饵料种类和浓度均按实验设计时定量投喂。

1.2 实验方法

实验采用 30cm × 30cm × 40cm 的玻璃缸充气静水系统, 每缸放 5 个蛤仔, 每组设 4 个重复, 每次实验设 2 个对照组, 以校正饵料繁殖和沉降的影响。实验期间用显微镜监测饵料浓度的变化, 使其变化幅度为 20%—30%, 这样既能产生易于测定的浓度差, 又不致因浓度改变太大而影响动物在特定浓度下的摄食。实验期间以开口摄食的蛤仔的数量作为实验蛤仔数。实验结束时测定蛤仔的壳长、壳高、壳宽、壳干重和软体部干重(软体部放在 90℃ 烘箱中烘干 24h, 用扭力天平称重, 精确到 0.01g)。

饵料浓度的计算用海水中悬浮的总颗粒物 TPM (Total Particulate Matter) 和颗粒有机物 POM (Particulate Organic Matter) 作为测定指标。TPM 和 POM 测定的方法如下: 用经过清洗并在 450℃ 灼烧 6h 后称重 (W_0) 并标记好的 GF/C 玻璃纤维滤纸(孔径为 1.2μm) 抽滤一定体积(1000ml) 的水样, 所滤物用 0.5mol/L 的甲酸铵(约 10ml) 漂洗掉盐分。然后在 110℃ 下烘干至恒重, 称重 (W_{110}); 再在 450℃ 灼烧 6h 后称重 (W_{450})。称重用 TG328A 电光分析天平(精确到 0.0001g)。按以下公式计算 POM 和 TPM 的值:

$$POM = W_{110} - W_{450}; \quad TPM = W_{110} - W_0$$

1.3 计算方法

1.3.1 清滤率 (CR) 滤食性生物在单位时间内滤食悬浮总颗粒物时所滤过的水体积 (L/h)。用 Coughlan (1969) 提出的公式计算:

$$CR = \frac{V \times \ln \frac{C_{e0} - C_{e0} \times S_{ed}}{C_{et}}}{N \times t}$$

式中, V 为实验海水的体积; N 为实验贝个体数; C_{e0} 、 C_{et} 分别指实验开始和 t 时间后饵料的浓度 (mg/L); S_{ed} 指对照组饵料浓度变化系数: $S_{ed} = (C_{c0} - C_{ct}) / C_{c0}$, C_{c0} 、 C_{ct} 分别指对照组实验开始和 t 时间后的饵料浓度 (mg/L)。

1.3.2 滤食率 (FR , filtration rate) 滤食性生物在单位时间内所滤食的悬浮总颗粒物的重量 (mg/h)。滤食率在贝类没产生假粪时和摄食率是一致的, 当饵料浓度在假粪阈值以上时, 滤食率减去单位时间内产生的假粪量等于摄食率。

1.3.3 摄食率 (IR) 是指贝类在单位时间内所摄食的总颗粒物重量 (mg/h)。用 Jorgensen (1943) 提出的公式计算:

$$IR = \frac{V \times [C_{e0} - (C_{e0} \times S_{ed}) - C_{et}]}{N \times t}$$

式中, V 为培养器的体积 (L); N 为实验贝个体数; C_{e0} 、 C_{et} 分别指实验开始和 t 时间后饵

料的浓度 (mg/L); S_{ed} 指对照组饵料变化系数。

1.3.4 吸收率 (AE) 指贝类通过消化系统吸收的物质占其摄食量的比例 (%)。用 Conover (1966) 提出的公式计算:

$$AE = \frac{F' - E'}{(1 - E') \times F'} \times 100$$

式中, F' 指饵料中无灰分干重的比例; E' 指粪便中无灰分干重的比例。

2 结果

2.1 不同体重蛤仔摄食生理的实验

实验在室内进行, 水温为 16.51 °C、投喂饵料为三角褐指藻、浓度为 (2.50 ± 0.10) mg POM/L。在摄食 2h 后测定蛤仔的摄食率、清滤率、吸收率、壳长、软体部干重、肥满度。实验蛤仔的生物学测定结果见表 1。

表 1 实验蛤仔的生物学测定结果

Tab. 1 Result of biological measurement of experimental *R. philippinarum*

规格	壳长 (cm)	壳高 (cm)	壳宽 (cm)	软体部干重 (g)	壳干重 (g)	肥满度 (%)
I	5.13 ± 0.07	3.53 ± 0.04	2.49 ± 0.05	1.40 ± 0.24	13.85 ± 1.22	10.11
II	4.10 ± 0.08	2.81 ± 0.05	1.80 ± 0.02	0.76 ± 0.16	6.87 ± 0.86	11.05
III	2.66 ± 0.66	1.80 ± 0.04	1.18 ± 0.03	0.15 ± 0.09	2.09 ± 0.55	7.19

注: 肥满度 = 干肉重 / 壳重 × 100%

表 2 不同软体部干重的蛤仔吸收率的比较

Tab. 2 Absorption efficiency of *R. philippinarum* with different dry tissue weights

温度 (°C)	软体部干重 (g)	吸收率 (%)
9.00	0.16 ± 0.03	40.73 ± 1.25
	0.97 ± 0.13	41.97 ± 3.87
	1.81 ± 0.21	39.00 ± 2.12
16.51	0.15 ± 0.09	55.49 ± 1.40
	0.76 ± 0.16	54.62 ± 5.63
	1.40 ± 0.24	56.48 ± 2.21
22.00	0.17 ± 0.00	81.98 ± 3.9
	0.36 ± 0.04	82.60 ± 7.28
	0.68 ± 0.01	82.29 ± 1.28

实验得出蛤仔摄食率和清滤率随体重变化的关系式分别为: $IR = 0.98 W^{0.56}$ ($R^2 = 0.97$)、 $CR = 0.47 W^{0.63}$ ($R^2 = 0.90$), 单位重量的摄食率、清滤率随体重变化的关系式分别为: $IR = 0.98 W^{-0.44}$ ($R^2 = 0.96$)、 $CR = 0.47 W^{-0.37}$ ($R^2 = 0.93$) (W 为软体部干重)。从上式中可以看出蛤仔个体摄食率、清滤率随着体重的增加而增加, 单位重量的摄食率、清滤率随体重的增加而减小, 它们之间呈幂函数关系。

实验过程中对不同个体大小蛤仔的吸收率作了比较。表 2 是 3 次重复实验的温度、所用蛤仔的软体部干重以及相应吸收率

的实验结果。表 2 的结果表明: 在相同温度下菲律宾蛤仔不同大小个体间吸收率差异不显著; 而在不同温度下吸收率之间差异显著, 在实验温度范围内, 随着温度的升高而显著增加 (ANOVA, $P < 0.05$)。

2.2 栖息环境对蛤仔摄食生理的影响实验

蛤仔在自然环境中营埋栖生活, 而实验中为了操作的方便往往采用不铺砂的方式, 这样, 生态环境的改变必然会影响到它的一切生理活动。为了比较蛤仔在铺砂与否情况下摄食率、清滤率、吸收率是否有差别, 在实验室中做了铺砂和未铺砂的对照实验。实验所用

砂子取自海滨蛤仔栖息地, 直径大约在 1mm。砂子经酸处理, 暴晒后用于实验。实验所用砂子的量以可供蛤仔埋栖为准。实验所用蛤仔体重为 (0.26 ± 0.02) g(软体部干重); 温度为 17℃, 饵料为三角褐指藻; 浓度为 (2.87 ± 1.07) mgPOM/L(无假粪产生)。实验测定铺砂时蛤仔的摄食率 (1.00 ± 0.08) mg POM/(ind·h); 清滤率为 (0.41 ± 0.03) L/(ind·h); 未铺砂时测定蛤仔的摄食率为 (0.33 ± 0.10) mgPOM/(ind·h); 清滤率为 (0.12 ± 0.03) L/(ind·h)。在铺砂以后, 蛤仔摄食率和清滤率都增加了大约 2 倍, 差异极显著(ANOVA, $P < 0.01$)。实验中对蛤仔的吸收率也进行了对比研究。结果表明: 铺砂组的吸收率为 $74.27\% \pm 3.26\%$; 未铺砂组吸收率为 $63.56\% \pm 7.33\%$, 铺砂组比未铺砂组提高了 $10.71\% \pm 4.57\%$, 经单因子方差检验铺砂和未铺砂时蛤仔吸收率差异显著(ANOVA, $P < 0.05$)。

2.3 饵料浓度对蛤仔摄食生理影响的实验

实验温度为 15℃, 饵料为小球藻。实验所用蛤仔大小为: 壳长 (3.53 ± 0.02) cm, 软体部干重 (0.41 ± 0.02) g。实验设 4 个浓度梯度, 分别为 (2.33 ± 0.24) 、 (3.56 ± 0.36) 、 (4.82 ± 0.06) 和 (6.15 ± 0.19) mgPOM/L。结果表明, 在 2.33—6.15mgPOM/L 饵料浓度范围内, 蛤仔的摄食率和清滤率都随着饵料浓度的增加而增加, 呈幂函数的关系: $IR = 0.32C^{1.31}$ ($R^2 = 0.70$); $CR = 0.27C^{0.92}$ ($R^2 = 0.60$), C 为饵料浓度(mgPOM/L)。

随着饵料浓度的增加, 蛤仔会排出一定量的假粪。这时, 蛤仔的摄食率等于滤食率减去蛤仔单位时间内产生的假粪量。经计算摄食率、滤食率和饵料浓度的关系式分别为: $IR = 0.32[POM]^{1.31}$ ($R^2 = 0.70$)、 $FR = 0.23[POM]^{1.74}$ ($R^2 = 0.88$)。但在蛤仔产生假粪以前滤食率和摄食率是相等的。故令两者相等, 则可算出蛤仔产生假粪的阈值。经计算 $0.32[POM]^{1.31} = 0.23[POM]^{1.74}$ 得出蛤仔产生假粪的阈值为 2.16mgPOM/L。这一计算值与实际观察值大体一致。

高浓度饵料条件下, 蛤仔摄食率、清滤率和吸收率的测定结果见图 1。

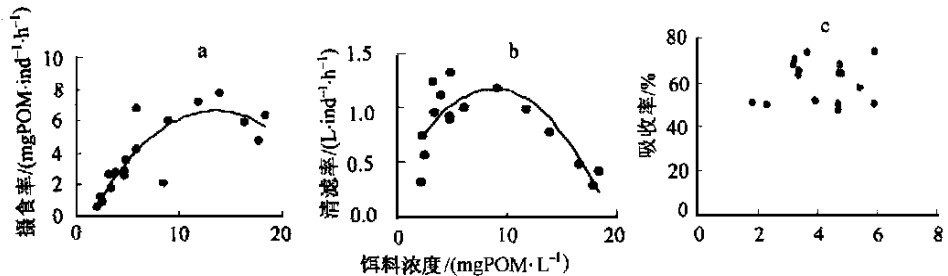


图 1 不同饵料浓度下蛤仔的摄食率(a)、清滤率(b)和吸收率(c)

Fig.1 Ingestion rate (a), clearance rate (b), absorption efficiency (c) as a function of the particulate organic matter in *R. philippinarum*

由图 1 可知, 蛤仔摄食率和清滤率随着饵料浓度增大而发生变化。在饵料浓度比较小的情况下, 摄食率和清滤率随着饵料浓度的增大而增大, 呈幂函数的关系。在饵料浓度达到一定值时, 摄食率和清滤率都会达到一个最大值。本实验中当饵料浓度分别达到 (8.79 ± 0.24) mgPOM/L、 (7.31 ± 1.36) mgPOM/L 时, 蛤仔的摄食率、清滤率分别达到最大值 (6.17 ± 0.48) mg POM/(ind·h)和 (1.02 ± 0.06) L/(ind·h)。当随着饵料浓度继续增

大后, 摄食率开始减小, 但变化比较平缓, 始终保持在一定的水平(图 1a), 而清滤率却急速下降(图 1b)。另外从图 1c 中可以看出, 蛤仔在不同饵料浓度下, 吸收率基本上保持不变, 差异不显著($P > 0.1$), 平均值为 $57.93\% \pm 2.94\%$ 。

3 讨论与结语

3.1 体重的影响

众多的实验表明: 双壳贝类清滤率(CR)、摄食率(IR)与体重(W)的关系可用公式表示: $Y = aW^b$, b 为体重指数(Bayne *et al.*, 1983)。Winter(1978)总结得出滤食性贝类 b 值范围为 0.66—0.82。Bayne 等(1983)综合众多文献计算的 b 值平均为 0.62 ± 0.13 。本实验中 b 值分别为 0.56 和 0.63, 其大小与 Bayne 等(1983)总结的滤食性双壳贝类重量指数值有所差异。这种差异可能与实验所用蛤仔的生理状况及蛤仔所处的环境有关。

另外从表 2 可以看出, 个体大小对蛤仔吸收率无明显影响。不同大小的个体是通过调节其摄食率来满足自身营养需要的。这与 Winter(1969)对偏顶蛤(*Modiolus modiolus*), Vahl(1973)对紫贻贝(*Mytilus edulis*)所做的实验结果类似。

3.2 栖息环境的影响

本文结果表明, 底质对蛤仔摄食生理产生显著的影响。铺砂的实验组中蛤仔的摄食率和清滤率都增加了 2 倍, 吸收率也从 63.56% 提高到 74.23%。各项指标值显著地高于未铺砂的对照组。有学者发现蛤仔在铺砂的情况下其呼吸和排泄也显著差异于未铺砂的对照组(王芳等, 1998)。这一方面可能与蛤仔的生态习性有关: 蛤仔属埋栖性贝类, 适宜生活在自然海区潮间带和潮下带含砂量大约为 70%—80% 的底质中, 在这种环境中蛤仔可以倒立埋栖在砂子中, 将水管伸出水面自由摄食。而本实验中在未铺砂的实验组中, 把蛤仔放在无底质的光滑玻璃缸中, 改变了蛤仔的生态环境, 蛤仔不得不把水管从壳中向上翻卷来摄食、排粪, 进行生理活动。这样势必消耗其能量影响其摄食等生理活动。

另一方面, 在铺砂的实验组中, 蛤仔在摄食过程中不可避免的要摄食一定量的砂子, 根据 Bricelj 等(1984)、Bayne 等(1987)和 Kiorboe 等(1980)的研究: 滤食性贝类摄食一定量的砂子, 有助于粉碎胃内颗粒物, 促进贝类对有机颗粒中碳的吸收; 另外砂子还可以诱导体内消化酶的分泌, 从而使贝类可以充分地吸收饵料中的营养成分, 加快了胃内食物的转换, 促进了蛤仔对饵料的需求, 提高了蛤仔的摄食率、清滤率以及吸收率。这就提醒我们注意在海区养殖过程中一定要注意养殖区底质的选择, 同时也要加强浅海区和潮间带底质的改造, 营造和扩大适合蛤仔生长的养殖区, 扩大蛤仔的养殖面积, 提高其产量。

3.3 饵料浓度的影响

饵料浓度是影响滤食性贝类摄食生理的关键因子之一, 也是近年来国内外学者研究的重要方面。本文结果显示: 在适宜的饵料浓度范围内(2.1—6.5mgPOM/L), 随浓度的增加蛤仔摄食率和清滤率也随之增加, 呈幂函数关系。超过一定的饵料浓度时, 随浓度增加摄食率稍微降低, 但变化比较平缓; 清滤率却急剧下降, 几乎达到零。这表明蛤仔可以在高饵料浓度下稳定其摄食率。这是滤食性贝类自我生理调节的一种反应, 可能与生理生态学的多种因素有关。一般来说, 滤食性贝类主要有两种调节摄食率的方式: 一是靠降低清滤率 CR 减少其滤食的饵料量; 二是通过排出大量假粪来稳定摄食率。应该说这两种方式在调节摄食率时是同时起作用的(Iglesias *et al.*, 1992)。但对于不同的饵料质量其

起的作用也不一样, 当饵料中有机物含量较高时, 前者起主要作用; 当饵料中有机物含量较低时, 后者起主要作用。从本实验的结果及观察来看, 排出假粪和降低清滤率二者在蛤仔调节摄食率时均起作用。不过由于本研究中所用饵料为有机物含量较高的微藻, 故假粪的排出量是很有限的, 主要靠降低清滤率来调节摄食率。从本文的结果可以得出这样的结论: 蛤仔和其它滤食性贝类一样对摄食率具有很强的调节能力, 可以使摄食率在饵料浓度较高时始终保持在一定的水平。这与一些学者在研究其它贝类时所得出的结果一致 (Aldridge *et al.*, 1995; Jin *et al.*, 1996)。

关于饵料浓度对贝类吸收率影响的研究有很多报道。对硬壳蛤 (*Mercenaria mercenaria*)、紫贻贝 (*Mytilus edulis*)、鸟蛤 (*Cerastoderma edule*) 和海扇贝 (*Pecten magellanicus*) 的研究结果表明, 吸收率基本上不随饵料浓度而变化 (Bricelj *et al.*, 1984; Bayne *et al.*, 1987, 1993; Iglesias *et al.*, 1992; Cranford, 1995)。本文结果表明, 蛤仔吸收率与饵料浓度无显著的相关性, 不同饵料浓度其吸收率始终保持在 $57.93\% \pm 2.94\%$ 。Bruce 等 (1998) 研究表明: 悬浮总颗粒物的浓度对海扇贝和砂海螂 (*Mya arenaria*) 的吸收率都没有显著的影响, 但随着悬浮总颗粒物的质量 (颗粒物中有机物含量) 的增加, 这两种贝类的吸收率都有明显的增加。可以看出, 在贝类生理反应 (如吸收率) 和饵料的质量 (饵料中有机物的含量) 之间有很密切的关系, 可以利用这一关系来增加海区饵料中有机物的含量, 从而达到增加海区养殖容量的目的。

参 考 文 献

- 王 芳, 董双林, 王 涛等, 1998. 菲律宾蛤仔呼吸和排泄规律的研究. 海洋科学, 2: 1—3
- 方建光, 匡世焕, 孔慧玲等, 1996. 桑沟湾栉孔扇贝养殖容量的研究. 海洋水产研究, 17(2): 18—31
- 匡世焕, 方建光, 孔慧玲等, 1996a. 桑沟湾栉孔扇贝不同季节滤水率和同化率的比较. 海洋与湖沼, 27(2): 194—199
- 匡世焕, 孔慧玲, 李 锋等, 1996b. 野生和养殖牡蛎种群的比较摄食生理研究. 海洋水产研究, 17(2): 87—94
- 孔慧玲, 方建光, 匡世焕等, 1995. 栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 在模拟自然水环境中滤水率的测定. 中国水产科学, 2(4): 16—21
- Aldridge D W, Payne BS, Miller A C, 1995. Oxygen consumption, nitrogenous excretion and filtration rates of *Dreissena polymorpha* at acclimation temperatures between 20—32°C. Can J Fish Aquat Sci, 52: 1 761—1 767
- Bayne B L, Newell R C, 1983. Physiological Energetics of Marine Molluscs. In: Saleuddin A S M, Wilbur K M ed. The Mollusca, Vol. 4. Physiology, Part 1. New York: Academic Press, 407—515
- Bayne B L, Hawkins A J S, Navaro E, 1987. Feeding and digestion by the mussels *Mytilus edulis* (L) in mixtures of silt and algal cells at low concentration. J Exp Mar Biol Ecol, 111: 1—22
- Bayne B L, Iglesias J I P, Hawkins A J S *et al.*, 1993. Feeding behaviour of the mussel *Mytilus edulis*: responses to variations in quantity and organic content of the seston. J Mar Biol Ass U K, 73: 813—829
- Bricelj V M, Malouf R E, 1984. Influence of algal and suspended sediment concentrations on the feeding physiology of the hard clam *Mercenaria mercenaria*. Mar Biol, 84: 155—165
- Bruce A MacDonald, Gregory S Bacon, J Evan Ward, 1998. Physiological responses of infaunal (*Mya arenaria*) and epifaunal (*Placopecten magellanicus*) bivalves to variations in the concentration and quality of suspended particles II. Absorption efficiency and scope for growth. J Exp Mar Biol Ecol, 219: 127—141
- Conover R J, 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. Limnol Oceanogr, 11: 338—354
- Cranford P J, 1995. Relationships between food quantity and quality and absorption efficiency in sea scallops *Plac-*

opecten magellanicus (Gmelin). J Exp Mar Biol Ecol, 189: 123—142

Coughlan J, 1969. The estimation of filtering rate from the clearing of suspension. Mar Biol, 2: 356—358

Iglesias J I P, Navarro E, Jorna P A *et al*, 1992. Feeding, particle selection and absorption in cockles *Cerastoderma edule* (L.) exposed to variable conditions of food concentration and quality. J Exp Mar Biol Ecol, 162: 177—198

Iglesias J I P, Urntia M B, Navarro E *et al*, 1998. Measuring feeding and absorption in suspension-feeding bivalves: an appraisal of the biodeposition method. J Exp Mar Biol Ecol, 219: 71—86

Jin Lei, Barry S P, Shiao Y W, 1996. Filtration dynamics of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*. Can J Fish Aquat Sci, 53: 29—37

Jorgensen C B, 1943. On the water transport through the gills of bivalves. Acta Physiol Scand, 5: 297—304

Kiorboe T, Mohlenberg F, Nohr O, 1980. Feeding, particle selection and carbon absorption in *Mytilus edulis* in different mixtures of algae and resuspended bottom material. Ophelia, 19(2): 193—205

Navarro E, Iglesias J I P, Camacho A P *et al*, 1991. The physiological energetics of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) from different cultivation rafts in the Ria de Arosa (Galicia N W Spain). Aquaculture, 94: 197—212

Vahl O, 1973. Pumping and oxygen consumption rates of *Mytilus edulis* L. of different sizes. Ophelia, 12: 45—52

Winter J E, 1969. Über den Einfluss der Nahrungskonzentration und anderer Faktoren auf Filtrierleistung und Nahrungsausnutzung der Muscheln. *Arctica islandica* und *Modiolus modiolus*. Mar Biol, 4: 87—135

Winter J E, 1978. A review on the knowledge of suspension-feeding in Lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. Aquaculture, 13: 1—33

ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING THE FEEDING PHYSIOLOGICAL ECOLOGY OF MANILA CLAM, *RUDITAPES PHILIPPINARUM* (ADAMS ET REEVE, 1850)

DONG Bo, XUE Qin-zhao, LI Jun

(Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071)

Abstract Feeding physiological traits (ingestion rate *IR*, clearance rate *CR* and absorption efficiency *AE*) of Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, were studied within laboratory in static systems. The results obtained are as follows. (1) Relationships between *IR*, *CR* and body size were expressed as: $IR = 0.98 W^{0.56}$ ($R^2 = 0.97$); $CR = 0.47 W^{0.63}$ ($R^2 = 0.90$). (2) *IR*, *CR* and *AE* of *Ruditapes philippinarum* in sand substrate were significantly higher than those in the environment without sand substrate (ANOVA, $p < 0.05$). (3) *CR* increased with higher concentrations of diet but decreased sharply if the concentration exceeded a definite value (7.31 ± 1.36) mg POM/L. *IR* has the same trend as *CR* but decreased smoothly after exceeding the definite value (8.79 ± 0.24) mg POM/L. This indicates that Manila clam possesses the inherent ability of regulating ingestion and clearance rates responding to the external diet conditions. (4) Diet concentrations and body size had no significant effect on *AE*. (5) The threshold concentration of diet leading to pseudofeces production in Manila clam [shell length (3.53 ± 0.02) cm; dry tissue weight (0.41 ± 0.02) g] was around 2.16 mg POM/L.

Key words *Ruditapes philippinarum* Clearance rate Ingestion rate Absorption efficiency

Subject classification number Q494