

文章编号:1005-8737(2000)01-0124-04

·研究简报·

中华绒螯蟹幼体日粮和生长效率的初步研究

Study on ration and ecological growth efficiency of crab, *Eriocheir sinensis*, at larval stage

冯晓宇, 朱丽敏

(湛江海洋大学水产学院, 广东 湛江 524025)

FENG Xiao-yu, ZHU Li-min

(Fisheries College, Ocean University of Zhanjiang, Zhanjiang 524025, China)

关键词: 中华绒螯蟹; 幼体; 日粮; 物质; 能量; 转换效率

Key words: *Eriocheir sinensis*; larvae; ration; material; energy conversion efficiency

中图分类号: S966.163

文献标识码: A

目前国内对物质和能量的主要研究对象是鱼类、对虾类和龟鳖类^[1~7]。何林岗^[8,9]曾测定了河蟹和青虾各期幼体的摄食量;周鑫^[4]研究了河蟹Ⅰ期蚤状幼体对钝顶螺旋藻的摄食和消化率。周名江^[10]对单胞藻-卤虫的能量流动进行了研究。至今未见中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)幼体物质和能量转换效率方面的报道。研究物质和能量的转换效率不仅在生态学上具有重要意义,而且能指导蟹类的养殖生长及科学管理。

1 材料与方法

1.1 实验场地和用水

实验于1997年在海南万宁市万州罗氏沼虾孵化场进行,海水为天然海水(盐度24~26),淡水为水库水,均经沉淀砂滤后调用。调配后盐度11~12, pH 7.8~8.3,再经沉淀和台湾绒袋(300目以上)过滤使用。水中无其它饵料生物。

1.2 饵料和实验条件

卤虫卵产自河北。水温23~28℃,孵化时间在35~60 h。取孵化出膜后4~8 h的卤虫无节幼体作为饵料。先收取去沉卵和卵壳之无节幼体,然后利用其趋光的特性再纯化。各期实验均准确放水2 000 ml于3 000 ml玻璃缸中,将缸置于工厂化育苗的水泥池中水浴,微充气,水温20~

24℃。

1.3 幼体取样

以Z₁~Z₅表示各期蚤状幼体,以M表示大眼幼体。幼体均取自同一大池,并在各期幼体大量变态后再经36 h左右,尽量不使幼体在实验过程中变态蜕壳而影响结果。每次幼体先放在净水中暂养3~6 h再计数试验。从Z₁到M各期幼体数量分别取:500、500、400、300、150和100个;投放的卤虫无节幼体数量分别为:2 000、2 000、2 500、3 000、4 000和6 000个。

1.4 方法

实验前先做预备试验,预计各期幼体平均摄食卤虫无节幼体的数量,不致饵料投放比例不适。每2缸为1组,每隔2~3 h检查1次并及时记录死亡个体及观察有无蜕壳。实验时间为24 h。结束时准确计数剩余卤虫无节幼体和河蟹各期幼体数并用4%的福尔马林固定,实验前的各期河蟹幼体也固定。卤虫无节幼体数值随时间有所变化,故共固定4次求其均值。

1.5 测定和计算

先将各样品置于70℃烘箱中干燥15~20 h至恒重,称重后得出各期幼体摄食后的增重。能量用日产CA-3氧弹计测定。考虑到河蟹各期幼体在实验期间会有一定的死亡,但实验操作中又无法确定其何时死亡,故假定平均死亡时间发生在实验中间,这样实验中各期幼体的总增重ΔW按下式计算:

$$\Delta W = \Delta w \times n_2 + \Delta w \times (n_1 - n_2) / 2$$

式中:Δw为实验前后平均每个幼体的增重;n₁为实验开始时各期幼体数;n₂为实验结束时各期幼体数。

收稿日期:1999-01-27

作者简介:冯晓宇(1962-),男,浙江余杭人,湛江海洋大学副教授,从事虾、蟹、鱼类的繁殖生物学研究。现在工作单位:杭州市水产科学研究所。

所有测定数据均采用统计学方法处理计算,回归方程采用直线和曲线拟合。

2 结果

2.1 日粮

河蟹各期幼体摄食卤虫无节幼体的结果见表 1。

表 1 各期河蟹幼体及其摄食无节幼体的数量

Table 1 The number of nauplius and crab larvae at different stages

个 ind

项目 Item	Z ₁		Z ₂		Z ₃		Z ₄		Z ₅		M	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
喂食前幼体数 Number of larvae before feeding	527	501	505	509	404	398	298	303	152	148	98	97
结束时存活数 Survival larvae after feeding	522	500	499	504	398	394	293	295	149	146	95	94
结束时总死亡数 Total of death larvae	5	1	6	5	5	4	5	8	3	2	3	3
共摄食卤虫无节幼体数 Total of nauplius intaken	601	634	1 470	1 484	1 892	1 901	2 488	2 476	3 499	3 497	4 896	4 575
每个幼体摄食数 Nauplius intaken by per larva	1.32	1.28	2.93	2.93	4.72	4.80	8.42	8.28	23.25	23.79	50.74	47.91
平均值 Average	1.3		2.93		4.76		8.35		23.52		49.32	

注:各期幼体平均摄食卤虫无节幼体数=(起始无节幼体数-剩余无节幼体数)/(实验后存活数+死亡数/2)

Mean consumed nauplius number=(Initial nauplius number-Surplusnauplius number)/(Survival number+Dead number/2)

表 2 各期河蟹幼体摄食前后的干重、增重和物质转化效率

Table 2 Dry weight, weight increment and material conversion efficiency of crab larvae before and after feeding at different stages

项目 Item	Z ₁		Z ₂		Z ₃		Z ₄		Z ₅		M	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
摄食前固定幼体数/ind Fixed larval number before feeding	2 000		1 500		800		500		300		100	
摄食前总重/mg Total larval weight before feeding	25.2		23.26		26.1		55.1		66.3		82.5	
摄食前平均重/($\mu\text{g}\cdot\text{ind}^{-1}$) Mean larval weight before feeding	12.60		15.51		32.63		110.2		221.0		829.0	
摄食后总重/mg Total larval weight after feeding	7.08	7.40	10.34	11.55	16.77	18.21	36.83	39.42	40.69	43.39	86.45	87.82
摄食后平均重/($\mu\text{g}\cdot\text{ind}^{-1}$) Mean larval weight after feeding	14.13		27.70		43.95		128.25		282.79		907.75	
平均增重/($\mu\text{g}\cdot\text{ind}^{-1}$) Mean weight increment	1.53		6.20		11.32		18.05		62.00		78.75	
摄食无节幼体重/($\mu\text{g}\cdot\text{ind}^{-1}$) Weight of nauplius intaken by per larva	12.9		29.07		47.22		82.83		233.32		489.2	
物质转化效率/% Material conversion efficiency	11.8		21.33		23.97		21.79		26.57		16.10	

2.3 能量和能量转化效率

2.3.1 卤虫能量 4次测得卤虫无节幼体的平均能量值为 37.75 J/mg,无节幼体平均能量值为 374.48×10^{-3} J/个。

2.3.2 幼体能量 河蟹各期幼体测定后得出其摄食前后的能值及增加值。测定结果见表 3。

2.2 能量和物质转化效率

2.2.1 卤虫干重 每次固定的无节幼体数为 5 000~7 000 个,共 4 次测得卤虫无节幼体平均个体干重为 9.92 μg /个。

2.2.2 幼体干重 测得河蟹各期幼体摄食前后的重量,即可计算出被摄食饲料的重量和幼体增重量,见表 2。

2.4 日粮与转化的关系

通过计算得出,河蟹各期幼体的日粮与物质和能量之间呈指数相关。幼体平均日粮与平均增重的回归方程为: $Y = 3.023 5e^{0.104 5x}$,相关系数为: $r = 0.861$ ($r_{0.05} = 0.837$; $r_{0.01} = 0.707$);日粮与平均增能回归方程为: $Y = 333.52e^{0.059 3x}$, r

=0.724, 两者均呈高度紧密相关。另幼体的日粮与幼体的发育生长成正相关, 但与物质和能量的转化效率无明显的关联性($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 转化效率

从表 2、3 可以看出, 物质和能量的转化效率趋势是从 Z_1 到 Z_3 递增, 之后有所下降(但 Z_5 有回升), Z_3 期的物质和能量转化效率都出现高峰值(物质转化效率最高的是 Z_5), Z_3 期摄食量也显著增加(与何林岗^[8]一致)。据堵南山^[11]报道, 河蟹幼体消化系统的发育为: 胃在 Z_1 呈椭圆形, 到 Z_3 则明显

分化为贲门胃与幽门胃两部分, 贲门胃内形成侧齿, 说明从 Z_3 开始幼体方具备研磨食物的能力。这从摄食消化系统本身说明了 Z_3 摄食量增加较大的原因, 以及物质和能量的转化效率较高的原因, 从河蟹各期幼体的发育规律看, Z_3 幼体的个体比前几期明显增大(从表 2 可见, 摄食前均重 Z_3 比 Z_4 大 1 倍以上, 比其它各期分别大几倍至几十倍); 活动和摄食能力也明显增大, 摄食无节幼体数量的递增倍数最高, 摄入的能量和重量递增倍数也最高(表 2、3), 故 Z_3 的转化效率有所回升。这也符合河蟹幼体的发育生长规律, 从 Z_3 到 M 其个体增大明显, 并将完成一次大变态, 必须有更多的能量和物质的摄入与同化。

表 3 河蟹各期幼体摄食前后的能量、增量值和能量转化效率

Table 3 Energy, energy increment and energy conversion efficiency of juvenile crab before and after feeding at different stages

项目	Item	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	M
摄食前幼体平均能值/(J·mg ⁻¹)	Mean energy of larvae before feeding	70.37	48.74	70.92	27.45	21.63	18.70
摄食后幼体平均能值(J·mg ⁻¹)	Mean energy of larvae after feeding	132.5	89.18	86.07	33.83	33.65	26.28
摄食后幼体平均增能值($\times 10^{-3}$ J·ind ⁻¹)	Mean energy increment after feeding	203.39	551.59	973.02	610.46	2095.88	2069.55
摄食无节幼体能量($\times 10^{-3}$ J·ind ⁻¹)	Nauplius energy intaken by larva	486.8	1 097.23	1 760.1	3 126.9	8 807.76	18 469.4
能量转化效率/%	Energy conversion efficiency	41.78	50.27	55.28	19.52	23.79	11.21

3.2 总转化效率

其含义是高营养级生物增重(或增能)与所摄食的低营养级生物的重量(或能量)之比。一般该比值在 10%~40%^[12]之间, 但不同情况下有较大差异。如杨纪明^[5]测得石螺和皱唇鲨在 8.0%~24.5%; Harms^[13]测得各种浮游动物在 10%~76%之间; Parsons^[12]测得 3 种卤虫的能量转换效率分别为 18.5%, 13.0% 和 9.0%; 张廷军^[6]测得体重为 9.12~109.4 g 的中华鳖幼鳖总转化效率(能量)为 16.31%~32.42%; 而虾蟹类这方面的资料甚少。本实验物质和能量的转化效率基本在此范围。机体摄入食物的能量除用于生长和代谢, 另一部分不能消化或消化后再排出体外。代谢能包括标准代谢、特殊动力作用和活动代谢, 周洪琪^[3]测得中国对虾幼体由于摄食额外消耗能量达 24.5%, 说明对虾幼体与其它高等动物一样, 也有特殊动力作用, 这将影响转化效率。而河蟹幼体这方面的工作需进一步研究。

3.3 日粮

从河蟹各期幼体的平均日摄食卤虫无节幼体数量看(表 1), 其结果与何林岗^[8]相比偏低。后者是用培养皿单个个体培养。从 Z_1 到 M 期平均每天每个幼体摄食无节幼体的个数依次为: 4、11、18、30、39、81。分析造成这种差异的主要原因, 一方面可能是个体摄食和群体摄食差异, 在饵料充足的情况下单个幼体摄食量可能会超过群体中单个个体的摄食量, 这方面的工作有待深入, 该问题对生产的指导意义也较

大; 另一方面据何林岗^[8,9]报道, 河蟹和青虾幼体在蜕壳期的摄食量无明显差异, 但完成 1 次蜕壳后其摄食量则显著(“跳跃式”)增加。而本文的各期幼体均取自各期的中期(为避免蜕壳对转化效率的影响), 避开了这一“跳跃式”增加, 结果总的平均日粮偏低。

3.4 蜕壳

为防止河蟹幼体在实验中蜕壳和死亡造成物质能量的损失影响结果的准确性, 实验中均取各期幼体的中期, 尽可能避免蜕壳, 但实际上不可能保证每个幼体在实验中不蜕壳或死亡; 其次作为饵料的卤虫在实验过程中同样会蜕壳或死亡而损失部分物质和能量而影响结果的准确性, 所以对卤虫取多次测定的均值。从多次测定的结果看, 卤虫大小不一其重量和能值是有差异的。甲壳动物的生长离不开蜕壳, 如何提高实验的精度是一个方法问题。本实验河蟹幼体最高死亡率为 3%, 死亡个体损失的能量占摄入能量的最大比例为 0.06%。

3.5 卤虫能值

周名江^[10]测得 4 日龄的卤虫能值为 20.54 J/mg, Personne^[14]报道为 19.94 J/mg。本文测得的能值为 37.75 J/mg, 比前两者高, 其差异可能是本文取的是孵化出膜后 4~8 h 的卤虫, 其时卤虫个体尚小, 有卵黄, 而卵黄的能值相对要高些。不同产地的卤虫能值是否有差异尚待进一步比较证实。

致谢:本文承蔡英亚教授指正,谨致谢意。

参考文献:

- [1] 牟乃海. 毛蟹育苗饲料和盐度试验[J]. 海洋湖沼通报, 1980, 2: 51-56.
- [2] 朱小明, 等. 生态能学与虾蟹幼体培育[J]. 中国水产科学, 1998, 5(3): 104-107.
- [3] 周洪琪, 等. 中国对虾幼体的能量代谢[J]. 水产学报, 1992, 16(2): 167-170.
- [4] 周鑫, 等. 中华绒螯蟹蚤状 I 期幼体对钝顶螺旋藻的摄食率和消化率[J]. 水产学报, 1995, 19(4): 358-361.
- [5] 杨纪明, 等. 石斑和皱唇鲨生态生长效率的研究[J]. 水产学报, 1987, 9(3): 251-253.
- [6] 张廷军, 等. 中华鳖 (*Trionyx sinensis*) 幼体能量转换的初步研究[J]. 生态学报, 1996, 16(2): 202-207.
- [7] 谭洪新, 等. 水产龟鳖类能量生态学研究进展[J]. 上海水产大学学报, 1998, 7(3): 238-244.
- [8] 何林岗, 等. 中华绒螯蟹幼体摄食量的研究[J]. 海洋与湖沼, 1988, 19(4): 391-394.
- [9] 何林岗, 等. 日本沼虾幼体摄食量及生长的研究[J]. 海洋与湖沼, 1993, 24(2): 151-155.
- [10] 周名江, 等. 单胞藻-卤虫能流实验研究[J]. 生态学报, 1996, 16(2): 221-223.
- [11] 堵南山, 等. 中华绒螯蟹幼体消化系统发育的研究[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(1): 79-82.
- [12] Parsons T R, et al. Biological oceanographic processes[M]. Pergamon Press, 1977. 13-143.
- [13] Harms J. Energy budget for the larval development of *Elminius modestus* (Crustacea: Cirripedia) [J]. Pharmaceutical Sciences, 1982, 71(4): 463-465.
- [14] Personne G, et al. The brine shrimp *Artemia* [A]. Vol. 3 Ecology, culturing, use in aquaculture[C]. Wetteren; Belgium: Universa Press, 1980. 456.