

研究简报

# 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

## FEEDING EFFICIENCY AND DIGESTIBILITY OF MITTEN CRAB ZOAEA (I) ON *SPIRULINA PLATENSIS*

周 鑫 何全源 宋迁红

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 无锡 214081)

Zhou Xin, He Quanyuan and Song Qianhong

(Freshwater Fisheries Research Center, CAFS, Wuxi 214081)

**关键词** 中华绒螯蟹, 摄食率, 消化率, 钝顶螺旋藻

**KEYWORDS** mitten crab (*Eriocheir sinensis*), feeding efficiency, digestibility, *Spirulina platensis*

在鱼类养殖和虾蟹育苗生产中, 浮游生物饵料的适口性和营养成分消化吸收率的研究是十分重要的。近几十年来, 国内外学者对此已进行了较为广泛的探讨[罗会明, 1982; 周爱堂, 1987; Calow 和 Fletcher, 1972; Moriarty 和 Moriarty, 1973]。采用放射性同位素标志藻类是研究鱼类和甲壳类幼体对藻类摄食与消化过程的有效方法[Pandian 和 Mariap, 1985]。朱 蕙和邓文瑾[1983]利用<sup>32</sup>P 作示踪原子, 就鲢、鳙对微囊藻和裸藻的消化吸收率作了研究, 证实鲢、鳙鱼能利用具有胶质壁的微囊藻和裸藻。罗会明和黄厚哲[1981]利用<sup>35</sup>S—甲硫氨酸作标志, 进行了有关长毛对虾幼体摄食角毛藻和丰年虫及食性转换方面的实验。在中华绒螯蟹幼体的摄食规律研究中, 何林岗和顾志敏[1988]就日摄食丰年虫无节幼体的数量作过详细报道。本试验利用同位素<sup>14</sup>C 标记法, 对中华绒螯蟹蚤状 I 期幼体摄食螺旋藻后的摄食率和消化率进行了研究, 以取得有关理论数据, 供育苗生产中应用螺旋藻时参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

中华绒螯蟹幼体为出膜 2 小时的蚤状—I 期幼体, 均取自同一抱卵蟹。钝顶螺旋藻藻体长 105—200 $\mu$ m, 藻丝宽 6.25—8.0 $\mu$ m, 藻丝拉直长度约 1000 $\mu$ m。同位素用<sup>14</sup>C—碳酸钠。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 幼体培育

收稿日期: 1994—08—12。

幼体摄食螺旋藻的试验在 400ml 烧杯中进行,每杯内盛 250ml 人工海水和中华绒螯蟹蚤 I 幼体 1000 只。海水盐度 15、pH8.1、水温  $23\text{C} \pm 1\text{C}$ 。为防止幼体缺氧,烧杯中置散气石一个,充气量以保持水面微波为准。

## 1.2.2 螺旋藻标记

### 1.2.2.1 实验用螺旋藻的收集

用 40 目筛绢制成的小网,从 Zarrouk 氏培养液表层捞取上浮的浓缩藻体 200 克,加 1000ml 蒸馏水稀释,搅匀后用 280 目筛绢滤去稀释液,重复漂洗两次后供标记用。

### 1.2.2.2 放射性 $^{14}\text{C}$ 培养液配制

取蒸馏水 900ml,加入硝酸钠 2.5 克、磷酸氢二钾 0.65 克、氯化钠和硫酸钾各 1 克、氯化钙 0.03 克、硫酸镁 0.01 克、乙二胺四乙酸二钠 0.08 克、放射性同位素  $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$  30 微居里。另用 1 克碳酸氢钠加适量氢氧化钠调节 pH 至 8.8。

### 1.2.2.3 螺旋藻培养

将 100 克经漂洗的螺旋藻加入含 $^{14}\text{C}$ 的培养液中,控制水温在  $25\text{C} \pm 1\text{C}$ ,并使之在照度为 6000Lux 的灯光下培养 48 小时。培养过程中每半小时搅拌一次。

### 1.2.2.4 标记后螺旋藻的漂洗

取标记后的藻液 200ml 于 280 目尼龙筛绢中,用真空抽滤器滤去培养液,并用蒸馏水反复冲洗和抽滤藻体五遍,将漂洗滤干后的螺旋藻置于盛有 200ml 蒸馏水的烧杯 A 中,取样稀释后测定藻体密度和放射性强度。

## 1.2.3 试验分组

每个试验组有烧杯三只,其中两只为平行试验。各组所用的螺旋藻均取自烧杯 A。幼体过滤用 80 目筛绢,漂洗用蒸馏水,幼体灭活用 98% 浓酒精。

(1)摄食组(C):烧杯中螺旋藻密度为 5700 个/ml,幼体摄食 2 小时后,滤出幼体并漂洗五遍,然后进行灭活、硝化和 DPM 测定。

(2)排空组(D):螺旋藻密度为 5700 个/ml,摄食 2 小时后滤出幼体,移至 1000ml 无藻类人工海水中暂养 12 小时后,待确认幼体消化道内食物已排空,再滤出幼体进行冲洗、灭活、硝化和 DPM 测定。

(3)不同饵料密度组(G):除(C)组的摄食率外,本组的螺旋藻密度分别为 285 个/ml、1140 个/ml 和 8550 个/ml。摄食 3 小时即滤出幼体进行冲洗、灭活和硝化及测定。

(4)推迟投饵组(F):幼体出膜 48 小时后开始投喂螺旋藻,螺旋藻密度为 5700 个/ml,滤出幼体后进行冲洗、灭活、硝化和测定。

## 1.2.4 样品测定和计算

样品的放射性测定采用 Beckman Ls 9800 液体闪烁计数器,放射性强度以每分钟衰变数(DPM)表示。

$$\text{摄食率}(\%) = \frac{\frac{a}{N}}{\frac{b}{n} \cdot t} \times 100 = \frac{an}{bNt} \times 100$$

$$\text{消化率}(\%) = \frac{e}{a} \times 100$$

上式中:a—幼体摄入螺旋藻后的 DPM; b—每毫升藻液中螺旋藻的 DPM; n—每毫升藻液中螺旋藻的数量; N—幼体数量; t—摄食时间; e—消化道排空后幼体的 DPM。

## 2 结果

### 2.1 各组幼体的 DPM 比较

表 1 分别列出了各组幼体在摄入螺旋藻及排空藻类状态下的 DPM 平均值和标准差。(C)组幼体摄食 2

小时后的DPM平均值为1244.455,摄食率为1.802±0.2023个/尾·小时。饥饿48小时后开始投喂螺旋藻的(F)组幼体,其DPM为944.277,比出膜2小时即投食的(C)组低24.1%。从(D)组实验可知,幼体消化螺旋藻并排空藻粪后的DPM平均值为413.205,参照摄食螺旋藻后又尚未排出体外的(C)组DPM,可知其表现消化率为(33.2±8.76)%。

### 2.2 不同饵料密度时的摄食率变化

表2为中华绒螯蟹蚤1幼体在不同饵料密度下的摄食率。由此可知,摄食率随投饵密度增加而增加,但增幅则随投饵密度的提高而减小。(G<sub>3</sub>)组的饵料密度比(C)组高1.5倍,但摄食率只增长1.8%,仅为(G<sub>1</sub>)组与(G<sub>2</sub>)组间增长率的4.63%,显然(C)组幼体的摄食量已渐近于饱和。图1表示了幼体在不同螺旋藻密度时的摄食变化趋势,其变化规律与方程 $Y = -0.904 + 0.312\text{Ln}X$ 的轨迹相近( $r = 0.967$ ),由于自变量为自然对数,因此摄食率曲线的变化将随饵料密度的增加而趋于平缓,即幼体对螺旋藻的摄食量将随藻体密度的增高而逐渐趋向稳定,这一结果与脊尾白虾和长毛对虾幼体对扁藻、菱形藻和角毛藻的摄食特性一致[罗会明,1982]。

表1 各组幼体的DPM摄食率和消化率

Table 1 The DPM feeding efficiency and digestibility from different larval group

组别	C	D	F
DPM±标准差	1244.455±139.673	413.205±109.023	944.277±161.721
摄食率±标准差(个/尾·小时)	1.802±0.2023		1.368±0.235
消化率±标准差(%)		33.2±8.76	

表2 不同饵料密度下的摄食率

Table 2 Feeding efficiency in different feed density

分组	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	C	G <sub>3</sub>
投饵密度(个/ml)	285	1140	5700	8550
DPM	778.560	1517.389	1244.455	1901.333
摄食率(个/尾·小时)	0.7515	1.465	1.802	1.835

## 3 讨论

### 3.1 摄食率

扁藻、角毛藻和三角褐指藻等单细胞藻类是中华绒螯蟹幼体重要的基础饵料[赵乃刚等,1988]。这些单胞藻的突出特点是个体大小只有5~15μm,仅为螺旋藻藻丝长度的0.5~1.0%,因此幼体对单胞藻的摄食率必定较螺旋藻为高。罗会明和黄厚哲[1981]利用同位素<sup>35</sup>S测得长毛对虾幼体摄食角毛藻的摄食率饱和值为15×10<sup>4</sup>个细胞/尾·小时,与此相比,中华绒螯蟹幼体摄食螺旋藻的摄食饱和值仅为1.802±0.2023个/尾·小时,差异十分显著。尽管虾蟹幼体在摄食藻类的特性上存在差别,但作为饵料的藻类在个体上的差异,无疑是引起摄食率出现较大差距的重要原因。由镜检可知,全长1.6毫米的幼体摄食2小时后,头胸甲及肠道的1/5已为摄入的螺旋藻所充塞,由此可见,尽管幼体对螺旋藻的摄食率较

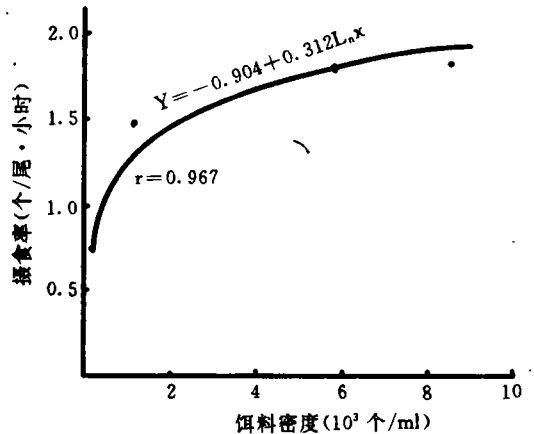


图1 不同饵料密度下幼体的摄食率变化

Fig.1 Change of feeding efficiency of the larvae in different feed density

低,但摄食效率并未因此而降低,同时也表明多细胞的螺旋藻可以象单胞藻一样满足幼体的摄食需要。

### 3.2 消化率

由于螺旋藻的细胞壁组成以半纤维素(hemicellulose)为主,所以消化率比绿藻要高出 30~40%(陈琪璜和林良平,1985)。周爱堂(1986)的试验表明,莫桑比克罗非鱼摄食带同位素<sup>32</sup>P 标志的螺旋藻 6 小时后,肠道中段和下段的藻丝呈模糊和糜状物,已见不到完整的藻丝,而朱蕙和邓文瑾[1983]在测定微囊藻和裸藻的消化吸收时,证实停食 48 小时后鲢、鳙的肠道内仍可见到较多完整的藻类细胞。显然,微囊藻和裸藻的消化是具有一定难度的。与鱼类相比,甲壳类幼体的消化能力要低得多。有报道指出,有些细胞壁较厚的藻类如扁藻和小球藻,没等消化就会被排出体外[林瑞才等,1992],因此选择幼体的藻类饵料时,易消化性是十分重要的指标。本试验的结果表明,螺旋藻作为中华绒螯蟹 I 幼体饵料时,其平均消化率为 33.2%,消化率区间为 24.44%~41.96%,同时从镜检的结果中可证实,幼体排出的藻粪中除有少量增宽一倍、色泽偏黄的藻丝碎片外,多数藻体已融合呈糜状,难以分辨。因此,可以认为,在中华绒螯蟹的育苗生产中,使用易消化的螺旋藻作为幼体饵料是切实可行的。

本实验得到南京大学周爱堂副教授的帮助,在此表示谢意。

### 参 考 文 献

- [1] 朱 蕙、邓文瑾,1983. 鱼类对藻类消化吸收的研究(Ⅰ): 鲢、鳙对微囊藻和裸藻的消化吸收. 鱼类学论文集(第三辑),77-92. 科学出版社(京).
- [2] 何林岗、顾志敏,1988. 中华绒螯蟹幼体摄饵量的研究. 海洋与湖沼,19(4): 391-394.
- [3] 赵乃刚等,1988. 河蟹的人工繁殖与增养殖,193. 安徽科学出版社(合肥).
- [4] 罗会明,1982. 过剩摄食的实验室研究. 海洋科学,(1): 27-31.
- [5] 罗会明、黄厚哲,1981. 长毛对虾幼体对饵料的摄食与吸收. 厦门大学学报(自然科学版),20(3): 362-371.
- [6] 林瑞才等,1992. 近缘新对虾幼体的饥饿、摄食和食性. 水产学报,16(3): 189-199.
- [7] 周爱堂,1987. 钝顶螺旋藻(*Spirulina platensis*)在水产养殖中应用的初步研究. 淡水渔业,(2): 5-6,9.
- [8] Calow, P. and C. R. Fletcher, 1972. A new radiotracer technique involving <sup>14</sup>C and <sup>51</sup>Cr, for estimating the assimilation efficiencies of aquatic primary consumers. *Oecologia*, (9): 155-190.
- [9] Moriarty, D. J. W. and C. M. Moriarty, 1973. The assimilation of carbon from phytoplankton by two herbivorous fishes: *Tilapia nilotica* and *Haplochromis nigripinnis*. *J. Zool.*, 171: 41-55.
- [10] Pandian, T. J. and M. P. Mariap, 1985. Nitrogen content of food as an index of absorption efficiency in fishes. *Marine Biology*, 85: 301-311.

(1) 陈琪璜、林良平,1985. 利用螺旋藻等微藻类生产单细胞蛋白质的可行性. 蓝藻—螺旋藻开发利用与生物技术资料汇编,18~23. 江西水产研究所.

(2) 周爱堂,1986. 莫桑比克罗非鱼摄食钝顶螺旋藻动态的观察. 江苏水产科学,(3): 12-13.