

梭梭对饵料摄食与吸收利用研究^①

李文权 郑微云 蔡阿根 陈伟琪

(厦门大学海洋系, 361005)

收稿日期 1991年11月28日

关键词 梭梭, 饵料, 摄食率, 转运, 分布

提要 本文采用¹⁴C标记技术测定梭梭幼体对褶皱臂尾轮虫、卤虫和亚心形扁藻等饵料的摄食率、吸收率和利用率, 并以³H-葡萄糖和¹⁴C-苯丙氨酸作示踪剂研究人工配合饵料中葡萄糖和氨基酸在梭梭体内转运和分布情况。结果表明, 卤虫、褶皱臂尾轮虫都是梭梭幼体合适的饵料; 氨基酸更多地参与了梭梭组织中的细胞代谢, 而葡萄糖则是梭梭体内重要的能源物质。

梭梭(*Liza carinatus* Cuvier et Valenciennes)幼
鱼主要以浮游动物为食, 随着体长增长, 逐渐转

变为摄食底栖硅藻和有机碎屑为主。由于梭梭

① 国家自然科学基金资助项目, No. 3880644。

是一种食性转换的鱼类,因此在人工育苗时要注意投饵的阶段性的。近年来在养殖虾场实验混养鲮科鱼类,以提高经济效益和生态效益。因此,存在幼鱼幼虾争食生物饵料的可能性,对虾养成投放配合饵料,也存在如何提高利用率,减少残饵,改善生态环境的问题。关于梭鱼鲮鱼摄食习性,国内外已有报道^[1,5,7],有关饵料吸收,营养物质在生物体内转运分布的研究较少。本文以同位素示踪手段,研究梭梭摄食习性和食物选择,投饵密度和营养物质的吸收与利用。

1 材料与方法

1.1 藻类标记

亚心形扁藻 (*Platymonas subcordiformis*) 在放射性比度为 3 700Bq/ml 的 ^{14}C - Na_2CO_3 培养液中,在 25℃,光照 1 700 lx 条件下培养 3d,亮暗比 12:12(h),经多次离心洗涤后稀释成不同密度的藻液,分别用显微镜计数和放射性测定,测定用液体闪烁计数器(美国 Packard 制造,型号 TRI-CARB4640)^[2]。

1.2 浮游动物标记

喂食标记:以 ^{14}C 标记的扁藻喂食褶皱臂尾轮虫 (*Brachionus plicatilis*) 和卤虫 (*Artemia salina*) 6~7h,用筛绢(200 目)过滤,冲洗后置于干净过滤海水中 2h,再过滤洗涤后配制成不同密度,分别进行计数和放射性测量。

渗透标记:将褶皱臂尾轮虫置于 3 700Bq/ml D- $[1-^3\text{H}]$ 葡萄糖中暗吸收 4h,用筛绢过滤后冲洗,置于干净过滤海水中 2h,再过滤洗涤数次。

1.3 人工配合饵料

人工配合饵料包括鱼粉 55%,花生饼 15%,麦粉 10%,玉米 10%,酵母 5%,添加剂 2%,粘合剂 3%。在造粒成型时,每 10g 饵料分别加 200 μl ^3H -葡萄糖(3 700Bq/ml)和 100 μl ^{14}C -苯丙氨酸(4 700Bq/ml)。

1.4 计算

设 a 为单位标记的饵料生物个体(扁藻、卤虫或轮虫)的放射性活度(取实验前后的平均

值), b 为梭梭粪便的放射性活度, c 为每尾梭梭体内总放射性活度, t 为摄食时间, A 为摄食率, B 为吸收率, C 为利用率

$$A = \frac{b+c}{at}, (\text{只/尾} \cdot \text{h})$$

$$B = \frac{c}{at}, (\text{只/尾} \cdot \text{h})$$

$$C = \frac{c}{b+c} \times 100(\%)$$

2 结果与讨论

2.1 梭梭幼体对浮游动物的摄食

一般认为叉长 20mm 左右自然繁殖的梭梭幼鱼主要摄食浮游动物,以桡足类和寡毛类幼体为主^[3],也发现有些个体摄食种类非常单纯,胃囊中的食物全部都是轮虫^[4]。为研究鱼虾混养中梭梭幼体对浮游动物的摄食,比较不同生物饵料营养价值,估计最适投饵密度,我们选择平均叉长 19.5mm 梭梭幼体,投放卤虫(1 龄无节幼体)4~20 只/ml,轮虫(100~130 μm)3.3~45.0 只/ml,分别喂食 10min。然后将幼鱼放入清水 1.5h。过滤分别得到剩余饵料、鱼体和粪便三种样品,加助溶剂(Soluene-350)0.5ml 和闪烁剂(Dimilune-30)10ml,用液体闪烁计数器测定样品的放射性活度,经计算,结果如图 1,2 所示。

梭梭对卤虫的摄食率随饵料密度增加而提高,最高达 3.7×10^2 只/尾 $\cdot$ h,但是其利用率却呈下降趋势,从 80.3%下降至 65.3%。这是由于当卤虫密度为 10 只/ml 时,吸收率达最大值(2.66×10^2 只/尾 $\cdot$ h)后即开始下降,这表明卤虫作为梭梭幼体饵料,在密度 4~10 只/ml 范围内,利用率比较高,可达 75%以上,是梭梭幼体适宜饵料之一。但如投饵密度超过 10 只/ml,虽然摄食率增加,但由于消化吸收欠佳,利用率反而下降。因此,投放卤虫时密度不宜过高。

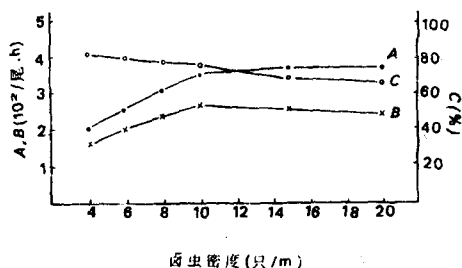


图1 梭梭幼体对卤虫的摄食率、吸收率和利用率
Fig. 1 Ingestion rates, absorption rates and utilizable proportions of *Artemia salina* by *Liza carinatus* juveniles

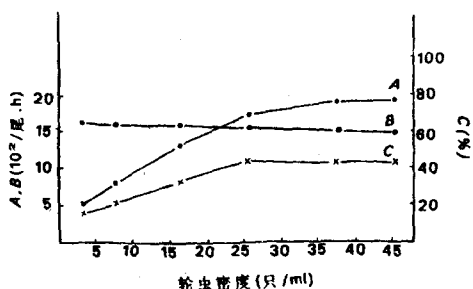


图2 梭梭幼体对轮虫的摄食率、吸收率和利用率
Fig. 2 Ingestion rates, absorption rates utilizable proportions of *Brachionus plicatilis* by *Liza carinatus* juveniles

当投放轮虫饵料时,摄食率和吸收率皆随密度增加而上升。当轮虫密度为45只/ml时,摄食率达最高值, 18.5×10^2 只/尾·h,而吸收率为 11×10^2 只/尾·h。其利用率与卤虫相比偏低,但基本上也能维持在60%左右。这表明轮虫也可以作为梭梭幼体的适宜饵料之一。同时由于轮虫个体比卤虫小,所以梭梭幼体对轮虫摄食的适宜密度比卤虫高。一般为35~45只/ml。

2.2 梭梭幼体对浮游植物的摄食

用显微镜解剖观察刚从海区捞获的梭梭幼体(叉长20mm左右)的胃肠,发现内含桡足类,部分未消化的底栖生物、原生动物,不含藻

类。对其鳃耙观察,发现发育不完全,无法通过鳃耙过滤而摄食,说明此阶段梭梭幼体可能不摄食浮游植物。为了证实这一结论,我们用 ^{14}C - Na_2CO_3 标记的扁藻和 ^3H -葡萄糖渗透标记的轮虫同时喂食。液闪计数仪内定程序,双标记同时测定,发现鱼体内有 ^3H 计数而无 ^{14}C 计数,表明梭梭幼体不食扁藻。

表1 ^3H -葡萄糖在梭梭体内的分布

Tab. 1 The distribution of ^3H -glucose in *Liza carinatus*

组织	^3H -葡萄糖含量(%)					
	时间(h)					
	4	8	12	16	20	24
胃	47.71	18.48	11.04	8.34	6.38	5.70
肠	24.12	34.56	27.22	24.00	19.78	15.50
肝脏	11.17	15.34	18.78	21.45	24.21	26.25
肌肉	10.34	17.03	24.96	28.16	32.30	36.76
生殖腺	1.32	2.81	4.37	6.03	6.97	7.05
鳃	5.34	11.78	13.63	12.02	10.36	8.74

2.3 配合饵料中 ^3H -葡萄糖在梭梭体内转运分布

选取平均叉长122mm梭梭,投喂无标记人工配合饵料,充气暂养。实验开始时平均每尾梭梭投放2g ^3H -葡萄糖标记的人工配合饵料,每隔4h取样,先冲洗体表,经解剖取不同组织样品,称湿重,加助溶剂和闪烁剂后测定。结果列于表1。投饵4h后发现仍有48%标记的葡萄糖在胃中,24%已到肠中。其它组织如肝脏、肌肉、生殖腺和鳃都测定到标记葡萄糖的存在。随着时间的延长,原来胃中的 ^3H -葡萄糖逐渐向各组织转运。投饵8h后胃中 ^3H -葡萄糖含量降低至18.48%,而肠的含量上升至34.56%,其他组织含量仍继续上升。投饵12h后,胃中 ^3H -葡萄糖含量减至11.04%,在肠中含量也减少至27.22%,而在其他组织如肝脏、肌肉、生殖器和鳃则分别上升到18.78%,24.96%,4.37%和13.63%。投饵24h后,胃中含量仅为5.7%,肠中含量15.50%,而肌肉和肝脏中含量分别增加到36.76%和26.25%,生殖腺和鳃

中含量相对较少。上述现象表明,饵料中的³H-葡萄糖主要在肠中被吸收,然后通过血液循环输送到肝脏和肌肉,并参与代谢活动,可能相当部分转化为肝糖元和肌糖元形式贮存于肝脏和肌肉中,作为梭梭活动时能量的来源。

表 2 ¹⁴C-苯丙氨酸在梭梭体内的分布

Tab. 2 The distributions of ¹⁴C-phenylalanine in *Liza carinatus*

组织	¹⁴ C-苯丙氨酸含量(%)					
	时间(h)					
	4	8	12	16	20	24
胃	52.45	28.95	17.23	12.09	9.01	7.30
肠	22.67	30.18	32.27	23.00	19.17	15.33
肝脏	8.78	12.87	15.14	13.32	12.59	11.49
肌肉	9.52	16.06	20.50	27.86	34.72	40.03
生殖腺	4.31	7.56	9.16	14.51	17.23	18.41
鳃	2.27	4.38	5.70	9.22	7.28	7.44

2.4 配合饵料中的¹⁴C-苯丙氨酸在梭梭体内的转运分布

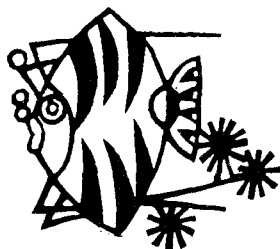
表 2 列出了投饵后不同时刻¹⁴C-苯丙氨酸在梭梭体内的分布情况。投饵 4h 后,有 52.45%的¹⁴C-苯丙氨酸仍在胃中,肠中只有 22.67%,其它组织都能测到¹⁴C-苯丙氨酸,但都不超过 10%。投饵 12h 后,营养物质向各组织转运,胃中仅存 17.23%,肠中含量上升至 32.27%,其他组织中¹⁴C-苯丙氨酸含量均有提高。投饵 24h 后,胃中含量只剩下 7.30%,肠中含量也下降到 15.33%,而肌肉中含量大幅度上升到 40.03%,其次是生殖腺,为 18.41%,肝脏含量略有降低,为 11.49%,鳃含量基本变化

不大。这表明¹⁴C-苯丙氨酸也是先在肠中被吸收,然后经血液循环后先经过肝脏然后被运送到其他各组织器官,参与各组织器官的代谢活动,并成为构成这些组织的细胞成分。

肌肉为鱼体最大组织,约占体重 70%以上,葡萄糖和氨基酸进入肌肉的绝对量皆远超过其他组织。与葡萄糖相比,苯丙氨酸参与肌肉组织的代谢活性更高。苯丙氨酸在生殖腺的含量比葡萄糖高 1 倍多,而在肝脏中苯丙氨酸含量却比葡萄糖少 1 倍,这表明苯丙氨酸比葡萄糖更多地参与了梭梭的细胞代谢活动,而葡萄糖则是梭梭活动能量的主要来源之一。

参考文献

- [1] 林重先等,1982。梭鱼鱼苗池的饵料生物组成和鱼苗食性及生长的研究。水产学报 8(4):359~367。
- [2] 李文权等,1989。光照强度及环境要素对海洋初级生产力的影响。厦门大学学报(自然科学版)28(4):423~426。
- [3] 杨圣云、丘书院,1989。罗源湾当年生梭鲷生长和食性初步研究。厦门大学学报(自然科学版) 28(增刊): 110~119。
- [4] 林重先等,1985。养殖条件下梭鱼仔、幼鱼摄食习性的研究。水产学报 9(3):289~296。
- [5] Chervinski, J. 1976. Growth of the golden grey mullet (*Liza aurata* Risso) in salt water pond during 1974. *Aquaculture* 7:51-57.
- [6] Tang, Y. H., 1975. Collection, handling distribution of grey mullet fingerlings in Taiwan. *Aquaculture* 5:81-84.
- [7] Zismann, L. and Ben-Tuvia, A., 1975. Distribution of juvenile mugilids in the hypersaline Bardwil Lagoon, January, 1973-January, 1974. *Aquaculture* 6:143-161.



THE STUDY ON THE DIET INGESTION, ABSORPTION AND UTILIZATION OF *LIZA CARINATUS*

Li Wenquan, Zheng Weiyun, Cai Agen and Chen Weiqi

(Department of Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005)

Received: Nov. 28, 1991

Key Words: *Lizacarinatus*, Diet, Ingestionrate, Transportation, Distribution

Abstract

Ingestion rates, absorption rates of *Brachionus plicatilis*, *Artemia salina* and *Platymonas subcordiformis* by *Liza carinatus* Cuvier et Valenciennes juveniles were determined with ^{14}C -labelling technique. Transportation and distributions of glucose and amino acids of artificial mixed diets in *Liza carinatus* were studied with ^3H -glucose and ^{14}C -phenylalanine as the tracers. Experimental results suggested that *Artemia salina* and *Brachionus plicatilis* were all suitable diets for the growth of *Liza carinatus* juveniles (ca 20mm), with maximum ingestion rates of $3.7 \times 10^2 \text{ ind. / fish} \cdot \text{h}$ and $18.5 \times 10^2 \text{ ind. / fish} \cdot \text{h}$ respectively, and the utilizable proportions could be ca 75% and 60% respectively in suitable diet densities. However, *Liza carinatus* juveniles couldn't feed on *Platymonas subcordiformis*. There was strengthened digestion in the stomach and intestines, and nutrients were mainly absorbed by *Liza carinatus* through intestines and then transported to tissues and organs by blood circulation. Amino acids seems to be more active in cell metabolism, otherwise, glucose is used as one of the major sources for energy metabolism.

