

# 圆尾斗鱼食物选择性的实验研究<sup>\*</sup>

郭先武 周洁 杨灵<sup>\*\*</sup>

(华中农业大学水产系, 武汉 430070)

**提要** 在实验条件下,圆尾斗鱼优先摄食蚊幼虫和摇蚊幼虫,对食物的选择性明显。同时表明,用数量指标,以选择指数和 $\chi^2$ 检验能较客观地、可靠地说明食物选择性的大小。

**关键词** 圆尾斗鱼 食物选择性 蚊幼虫

圆尾斗鱼 *Macropodus chinensis* (Bloch) 主要分布于我国长江和黄河流域的湖沼及沟渠中。近年来,它作为一种有前途的灭蚊鱼类而受到人们的重视,我们于1988年接受世界卫生组织的资助对这种鱼作了有关研究。对其食性的研究表明:浮游动物、蚊幼虫和摇蚊幼虫是其自然生境中的主要食物。另一方面,这种鱼对蚊幼虫的喜好性如何,也即对食物的选择性怎样,也是人们关注的问题,但由于其环境中背景值不易得而难以作出准确的判断。为此,我们在实验条件下,对圆尾斗鱼食物的选择性作了进一步的研究。关于鱼类食物选择性的研究,国内外极少报道<sup>[1]</sup>,且多以定性工作为主。本文拟以量的角度说明其选择性及其大小。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验用鱼全部采自武昌南湖附近的小水体。暂养7天以上用于实验。轮虫 *Asplanchna priodonta*、枝角类 *Daphnia pulex*、桡足类 *Mesocyclops* sp. 和摇蚊幼虫 *Chironomus tentans* Fabricius 直接采自野外。蚊幼虫 *Culex* sp. 用酵母室内培养所得。

### 1.2 方法

鱼类食物的选择性的研究应从环境中饵料生物的组成和鱼胃中食物组成的差异入手,故首先给予轮虫、枝角类、桡足类、蚊幼虫和摇蚊幼虫这五类食物的数量比例,观察圆尾斗鱼食物选择性,然后改变其食物的数量比例,观察其选择性的变化。

由于鱼胃中食物的消化会影响镜检和测量,且过早拿出鱼体也会影响选择性的表现,因而实验前对不同大小的鱼体进行摄食实验,并镜检胃内食物,推得其投喂后至基本饱食(胃基本充满)时的最短时间,为正式实验作准备。

\* 本课题由世界卫生组织和世界银行资助,课题编号:880531。

\*\* 现在北京市水利局工作。

收稿日期:1993年8月2日;接受日期:1994年2月26日。

作者简介:郭先武,男,1988年华中农业大学水产系毕业,讲师。主要从事动物学教学和科研工作,发表有“武汉南湖摇蚊幼虫群落的研究”等论文。

在具有相同饵料生物比例的、直径约为 20cm 的三个圆钵缸中(水深 10cm)放入大、中、小三组圆尾斗鱼,每组 6 条,测定水温。实验在环境安静的条件下进行,到基本饱食时间移出,测量体长、体重、取出胃中食物镜检。

改变水体中五类食物的数量比例(各类数量分别增加一倍)观察食物选择性的变化。分五组进行,每组 5 条实验鱼。

轮虫、枝角类和桡足类的生物量由其个体大小换算<sup>[2]</sup>,蚊幼虫和摇蚊幼虫的生物量由随机取出的样本在电子分析天平(精确度 0.1mg)上称量结果推出(选入作为饵料生物时,大小相当)。

实验均重复。

### 1.3 数据处理

用选择指数和  $\chi^2$  检验两种方法处理。

Ivive 指数<sup>[3]</sup> $E = \frac{r_i - P_i}{r_i + P_i}$ (其中  $E$  代表选择指数; $r_i$  代表食物中某一成分的百分数; $P_i$  代表食物基础上同一成分的百分数)。当  $E = 0$  时,表示没有选择性或称随机选食;介于 1 与 0 之间则具有正选择性,介于 -1 与 0 之间则为负选择性。

$\chi^2$  检验<sup>[4]</sup>:假定圆尾斗鱼没有选择性时,胃内食物比例应与环境饵料生物比例一致,依此求出理论摄食量。然后检验实际摄食量和理论摄食量的差异显著性,若显著则具有选择性,反之无选择性。

## 2 结 果

### 2.1 鱼体大小对食物选择性的影响

三组实验都反映了相同的选择趋势(表 1),对蚊幼虫和摇蚊幼虫的数量选择指数均在 0.9 以上,而对轮虫的在 -0.9 以下;对枝角类、桡足类的在 0 的两侧附近波动。即喜食蚊幼虫和摇蚊幼虫,对枝角类和桡足类无明显的选择性,对轮虫则有强烈的负选择性。生物量选择指数也反映了相似的选择顺序。可以认为,在本实验确定的体长、体重范围内,圆尾斗鱼的个体大小基本上不影响其食物的选择性。

### 2.2 当增加某一类食物的投喂比例时,对圆尾斗鱼食物选择性的影响

从数量选择指数可以看出(表 1),当增加某一食物组成时,其选择指数并未显出密切地相应变化,甚至有的相应地还降低了选择指数(如蚊幼虫组蚊幼虫的选择指数)。但反映出同样的选择顺序,即蚊幼虫和摇蚊幼虫是喜食食物,对枝角类和桡足类的选择性不强,轮虫则很少被摄食。生物量选择指数也基本上反映出这个趋势。

### 2.3 $\chi^2$ 检验的应用及与选择指数的比较

在一定的食物比例下,从数量的  $\chi^2$  值来看(表 2),圆尾斗鱼对蚊幼虫、轮虫、摇蚊幼虫这三类食物的实际摄食量与其理论摄食量的差异显著,而对枝角类和桡足类的差异不显著,说明它对蚊幼虫、摇蚊幼虫和轮虫有选择性,而对枝角类和桡足类不具有明显的选择性; $\chi^2$  值的大小反映了其间的差异程度,故其选择性大小依次为蚊幼虫、摇蚊幼虫、轮虫、桡足类和枝角类。从选择指数和镜检结果来看,轮虫应为负选择性,则其反映的顺序与数量选择指数的

结果完全一致。改变食饵比例后也是如此。

表 1 圆尾斗鱼的食物选择性指数(1991年5月11日~18日,水温:23±1℃)

Tab. 1 The results of Ivlev's index of *M. chinensis* (May 11~18, 1991, Temperature: 23±1℃)

实验条件	组别	选择指数 (E值)类别	轮虫	枝角类	桡足类	蚊幼虫	摇蚊幼虫
在一定的食物比例下	大型组 45.0~53.0mm, 2.8~4.15g	数量	-0.9619	-0.0047	0.0698	0.9283	0.9104
		生物量	-0.9955	-0.7872	-0.9016	0.1410	0.0307
	中型组 35.0~40.0mm, 1.6~1.9g	数量	-0.7470	-0.1590	-0.3530	0.9352	0.7972
		生物量	-0.9859	-0.9298	-0.9543	0.1945	-0.3849
	小型组 20.0~30.0mm, 0.5~1.15g	数量	-0.9323	-0.0848	0.1624	0.3271	0.9251
		生物量	-0.9967	-0.8243	-0.8475	0.1254	0.1187
某一类食物数量加倍后	第一组 (轮虫)	数量	-0.7210	0.1230	0.3529	0.9670	0.9710
		生物量	-0.9922	-0.9425	-0.9125	0.1629	0.2137
	第二组 (枝角类)	数量	-0.8727	0.1585	0.0341	0.9033	0.9530
		生物量	-0.9920	-0.8440	-0.8779	0.0937	0.4377
	第三组 (桡足类)	数量	-0.7769	-0.5950	0.4724	0.9645	0.9724
		生物量	-0.9921	-0.9406	-0.9267	0.2522	0.3700
	第四组 (蚊幼虫)	数量	-0.8137	0.4114	0.5479	0.6732	0.8802
		生物量	-0.9614	-0.5312	-0.7890	0.0529	0.4881
	第五组 (摇蚊幼虫)	数量	-0.5548	-0.2688	0.2132	0.9698	0.9424
		生物量	-0.9697	-0.9410	-0.8493	0.5454	0.2768

表 2 圆尾斗鱼食物选择性实验的 $\chi^2$ 检验

Tab. 2 The results of  $\chi^2$  test to the food selectivity of *M. chinensis*

条件实验	$\chi^2$ 值类别	轮虫	枝角类	桡足类	蚊幼虫	摇蚊幼虫
在一定的食物比例下	数量	19.388 <sup>1)</sup>	0.2126	0.3284	528.0085 <sup>1)</sup>	38.3133 <sup>1)</sup>
	生物量	0.3494	6.1758	3.6605	4.4389	0.8614
改变食物的数量比例后	数量	29.0043 <sup>2)</sup>	8.9712	8.846	822.969 <sup>2)</sup>	479.913 <sup>2)</sup>
	生物量	0.6987	16.5721	7.2044	18.883	15.193

1)  $\chi^2_{0.01}=9.21$ ; 2)  $\chi^2_{0.01}=13.28$

### 3 讨 论

#### 3.1 圆尾斗鱼对食物的选择性

对圆尾斗鱼野外食性的研究表明:枝角类和桡足类出现率最高,蚊幼虫、摇蚊幼虫在不

同季节、不同水体差异较大。轮虫虽然在其食物组成中不占大的比重,但在多数月份是其常见的食物组成之一。由于难以获得自然生境中蚊幼虫、摇蚊幼虫的背景值,也就不能对其是否存在选择性作出判断。鱼胃中枝角类和桡足类与环境的数量比例差异不大,但轮虫的差异极为明显。室内的选择性实验也反映了相似的结果。那么这种差距(尤其是轮虫)的确是由于选择性摄食的结果还是鳃耙结构上的因素?体长为 41mm 中等大小的圆尾斗鱼,鳃耙间为 0.165~0.235mm<sup>①</sup>,较大体型的晶囊轮虫滤入不成问题,体型较小的三肢轮虫其雌体的本体长正好落在这个区间,但若包括其前后肢长则远远超过这个间隙。因而,对轮虫而言充其量是其幼体不能滤入。所以,在自然生境和室内实验中,鱼胃内食物组成与环境的差异应是一定食饵基础上选择性摄食的结果。

实验表明,这五类食物可得性相似(圆钵缸中)的情况下,圆尾斗鱼将优先摄食蚊幼虫和摇蚊幼虫,二者选择性大小很接近,即它们同属喜好性食物。但在自然条件下的易得性,蚊幼虫要大于摇蚊幼虫。这是由其生物学特性所决定的,多数摇蚊幼虫有筑巢的习性,且在巢中活动的时间较多,而蚊幼虫则因呼吸和取食要不断地穿梭于水面和水底而更易被发现。这对于用圆尾斗鱼在蚊幼虫生物控制上有重要意义。

另外,在选择性实验中,当增加蚊幼虫的数量时,其选择指数出现了明显的下降。这可能是由于斗鱼摄食一定的蚊幼虫后即以达到基本饱食,增加的蚊幼虫数量更主要地是增加了背景值的数量,从而导致  $B$  值减少,这有待进一步证实。

### 3.2 食物选择性中的数量和生物量指标

在本实验中,当用选择指数时,从数量和生物量两个指标来看,其选择顺序基本一致,但是数量选择指数能反映其选择的程度,而生物量选择指数明显地表现不出其选择性的大小。当用  $\chi^2$  检验时,数量的  $\chi^2$  值不仅可以反映选择性的顺序,而且能反映选择性的大小,其结果也与用选择指数的一致。但生物量的  $\chi^2$  值不仅与数量的  $\chi^2$  值和数量选择指数的结果十分不一致,而且其生物学意义也很难解释。所以,从数量角度来考虑鱼类对食物的选择性比用从生物量的角度来考虑更可靠些。

### 3.3 $\chi^2$ 检验和选择指数在评价食物选择性中的作用

本实验是用选择指数和  $\chi^2$  检验同时作为评价食物选择性的手段。这两种方法反映的结果基本一致。选择指数计算简单,反映直观,但由于缺乏统计上的处理,当选择性不强时,就难以判断了。实际上对本实验选择指数结果的解释是应用了统计学的思想,因此, $\chi^2$  检验的结果更为可信。但是只能反映是否有选择性和选择性的大小,不能区分正和负选择性,这可以从生物学意义上的观察或选择指数中不难得出正确的结论。所以在评价鱼类食物选择性时,同时用这两种指标效果较好。

### 3.4 食物选择性实验研究的必要性

由于食饵基础的样本代表性不强(主要是鱼类的活动范围大),野外的研究远没有也不可能反映鱼类食物选择性的全部内容。所以,在实验条件下,以野外研究为基础来研究鱼类的食物选择性是非常必要的。当然,其结果的解释要结合考虑其生物学特性和环境因素,这样才能对其食物选择性有更为全面的了解。

<sup>①</sup> 由本系谢从新副教授提供。

## 参 考 文 献

- 1 何志辉、李永涵. 论白鲢的食物问题. 水生生物学集刊, 1975, 5(4). 541~547
- 2 何志辉. 淡水浮游生物的生物量. 动物学杂志, 1979, (4). 53~56
- 3 李明德. 鱼类生态学. 天津科技翻译出版公司, 1989. 180~181
- 4 马育华. 田间测验与统计方法. 北京: 农业出版社, 1987. 262~265

## EXPERIMENTAL STUDY ON THE FOOD SELECTIVITY OF *MACROPODUS CHINENSIS* (BLOCH) \*

Guo Xianwu    Zhou Jie    Yang Ling  
(Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)

### Abstract

Under the experimental conditions, the test that *Macropodus chinensis* (Bloch) feeds selectively on Rotifera *Asplanchna priodonta*, Cladocera *Daphnia pulex*, Copepoda *Mesocyclops* sp., mosquito larvae *Culex* sp. and chironomid larvae *Chironomus tentans* Fabricius was carried out. The magnitude of food selectivity is measured with Ivlev's index and  $\chi^2$  value in number and biomass of food organisms. The results show that the selectivity order is: feeding on chironomid larvae and mosquito larvae first, then Cladocera and Copepoda, and finally Rotifera. While the number of these five species in aquaria is doubled alternatively, the fish between 0.5 and 4.15g in weight has the identical food selectivity. *M. chinensis* is a promising species used in controlling the mosquito larvae population because mosquito larvae are easy to be sought by fish in natural condition. To evaluate the food selectivity more objectively, the individual number of food organisms is more suitable than biomass; and Ivlev's index and chi-squared test used simultaneously are better than used separately.

**Key Words** *Macropodus chinensis*, food selectivity, *Culex* sp.

\* Supported by WHO and World Bank by Contract of No. 880531