

# 鱼类对藻类消化吸收的研究

## (I) 白鲢对斜生栅藻的消化与吸收\*

朱 蕙

(中国科学院水生生物研究所)

### 提 要

斜生栅藻对<sup>32</sup>磷有很强的吸收积累能力，吸收率在98%以上。白鲢对用3种不同强度的<sup>32</sup>磷标记的斜生栅藻中的<sup>32</sup>磷也有较高的摄取率，平均在43.59—59.78%之间。<sup>32</sup>磷在白鲢各组织中积累和分布的比放射性(specific radioactivity)大小顺序为：肠>肝>骨>肉>脑。白鲢各组织的总放射性(total radioactivity)大小顺序为：肉>肠>骨>肝>脑，肌肉中<sup>32</sup>磷的含量占各组织中<sup>32</sup>磷的48—70%，说明白鲢能消化吸收斜生栅藻。

白鲢在我国淡水渔业生产中占有重要地位，它的主要食物是浮游植物，但是，它对各个门类的浮游植物是否都能消化吸收，迄今仍是值得研究的问题。过去有些报道认为：白鲢不能吸收浮游植物中的某些种类，例如，蓝藻、绿藻、裸藻等<sup>[2,3,7,8]</sup>。为此，我们于1960年利用示踪原子方法进行了白鲢对单细胞绿藻消化吸收的试验。用<sup>32</sup>磷标记斜生栅藻(以下简称栅藻)，然后再用标记栅藻饲养白鲢，通过测定<sup>32</sup>磷在栅藻和白鲢体内的积累、转移和分布情况，研究白鲢对栅藻能否消化吸收的问题。

### 一、材料和方法

#### 1. 材料

试验藻类为绿藻门(Chlorophyta)绿球藻目(Chlorococcales)的斜生栅藻(*Scenedesmus obliquus* (Turp) Kütz)；试验鱼为白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)，全长在10—14厘米之间，体重在11—23克之间；示踪原子为<sup>32</sup>磷，其化合物为K<sub>2</sub>H<sup>32</sup>PO<sub>4</sub>。

#### 2. 方法

(1) 栅藻的标记培养：取三个方形玻璃缸，每只缸内装一升无稳定性<sup>31</sup>磷水生4号培养液，分别加入3种不同强度的<sup>32</sup>磷(20微居里/升、30微居里/升、50微居里/升)，从各缸中分别吸取0.5毫升培养液测定开始时<sup>32</sup>磷强度，然后向各缸中投入生长正常的栅藻浓缩物(约合457毫克干物质)，置于室内，用两只100瓦的钨丝灯连续光照，水温在15℃

\* 本研究在黎尚豪教授指导下进行，特此致谢。  
1980年12月2日收到。

左右,每天人工搅动4—5次,共标记培养72小时,用过滤法取出标记栅藻,经自来水冲洗后(待洗液放射性接近本底为止)供饲养白鲢用,同时,复测各缸中结束时培养液中<sup>32</sup>磷强度。

(2) 白鲢的标记饲养: 将上述已冲洗的标记栅藻分别转入有10升自来水的圆形玻璃缸中,测定开始时的<sup>32</sup>磷强度后,向各缸内投放白鲢5尾,水温保持12℃左右。饲养48小时后,再从各缸中吸取0.5毫升饲养液,测定结束时<sup>32</sup>磷强度。同时,将试验鱼取出,用自来水冲洗后解剖,取出脑、肝、肠和部分背肌及鳃盖骨,称湿重后制样测定。

全部样品均用64进位定标器和G-M端窗计数管测定。

## 二、试验结果

1. 栅藻对3种不同强度的<sup>32</sup>磷都有很强的吸收积累能力,其吸收率均在98%以上(表1)。表明<sup>32</sup>磷标记栅藻的成功率是高的,这与以往报道是一致的<sup>[4,4]</sup>。

表1 栅藻对<sup>32</sup>磷吸收积累的脉冲数

项 目	代 号	微 居 里/升		
		20	30	50
试验开始时培养液 <sup>32</sup> 磷强度	S <sub>0</sub>	4080	9512	9332
试验结束时培养液 <sup>32</sup> 磷强度	S <sub>n</sub>	60	148	158
试验结束时栅藻中 <sup>32</sup> 磷强度	S <sub>s</sub>	4020	9364	9174
栅藻吸收 <sup>32</sup> 磷百分率(%)	S <sub>p</sub>	98.53	98.33	98.31

$$\text{注: } S_s = S_0 - S_n \quad S_p = \frac{S_s - S_n}{S_0} \times 100\%.$$

2. 用标记栅藻饲养白鲢48小时测定结果表明:白鲢能消化吸收栅藻,白鲢摄取<sup>32</sup>磷的百分率在47.37—63.56%之间(包括从体表渗入的<sup>32</sup>磷,据1980年试验,渗入的<sup>32</sup>磷仅占3.78%)(表2)。

表2 白鲢对栅藻中<sup>32</sup>磷吸收积累的脉冲数

项 目	代 号	微 居 里/升		
		20	30	50
试验开始时饲养液 <sup>32</sup> 磷强度	F <sub>0</sub>	304	474	686
试验结束时饲养液 <sup>32</sup> 磷强度	F <sub>n</sub>	160	244	250
白鲢摄取栅藻中 <sup>32</sup> 磷强度	F <sub>p</sub>	144	230	436
白鲢摄取 <sup>32</sup> 磷百分率(%)	S	47.37	48.52	63.56

$$\text{注: } F_p = F_0 - F_n \quad S = \frac{F_p - F_n}{F_0} \times 100\%.$$

3. 白鲢摄取、消化吸收标记栅藻之后,在体内进行积累、转移和分布。不同组织吸收积

累<sup>32</sup>磷的能力不同，其比放射性大小顺序为：肠>肝>骨>肉>脑。同一种组织对<sup>32</sup>磷积累的量随标记栅藻的<sup>32</sup>磷强度增加而增加。它们的总放射性都是肌肉中最高，脑中最低（表3）。

表3 白鲢各组织对栅藻中<sup>32</sup>磷吸收积累的脉冲数

微居里/升	放 射 性	肠	肝	骨	肌 肉	脑
20	比放射性	558	156	146	74	62
	总放射性	1116	272	415	4940	124
30	比放射性	1560	178	148	74	72
	总放射性	3120	356	497	4950	144
50	比放射性	4580	650	609	118	110
	总放射性	5160	1312	2022	7977	220

### 三、讨 论

1. 磷是一切植物必需的营养元素之一，单细胞绿藻所需要的磷必须从水中获得，用<sup>32</sup>磷代替水生4号中<sup>31</sup>磷培养栅藻，通过光合作用，可以获得良好的标记生物——载有<sup>32</sup>磷的栅藻。

2. 3种不同强度的<sup>32</sup>磷标记栅藻测定结果表明：等量栅藻中<sup>32</sup>磷强度随标记强度增高而增高（表2 F<sub>p</sub>），说明栅藻个体中<sup>32</sup>磷的含量是不等的，因此，白鲢摄取不同强度的标记栅藻，各组织中比放射性也有明显差异，与试验强度成正相关。

3. 用3种不同强度<sup>32</sup>磷标记的栅藻饲养白鲢后，都可从各个组织中测得一定强度的放射性，这说明白鲢可以消化、吸收、利用栅藻。从比放射性看，白鲢各个组织对<sup>32</sup>磷吸收积累的量不等，其中肠最高，肝次之，脑最低，由此可见肠道消化吸收栅藻后再输送到肝，在肝内贮存，然后再向身体其他组织输送，肠和肝放射性含量较高是与动物各组织生理功能有关。从白鲢各组织总放射性看，鱼肉中含<sup>32</sup>磷量最高，约占整个鱼体的48—70%，脑中含量最少，这与各种组织在鱼体内所占的份量多少有相应的关系。

4. 据报道，栅藻的蛋白质和油脂的含量都比泉生菱形藻(*Nitzschia fonticola* Grun.)高，前者分别为50%和10—20%，后者分别为28—30%和6.3%<sup>[5,6]</sup>。由此可见，白鲢消化两份泉生菱形藻所获得的蛋白质和油脂才相当于消化一份栅藻所获得的蛋白质和油脂。即使栅藻的消化率低于菱形藻，白鲢仍可从栅藻中获得不亚于菱形藻的养分。因此，不论从数量上，还是从质量上看，栅藻确是白鲢的基本食物之一<sup>[4]</sup>。

5. 从提高水体生产力角度看，应该考虑整个生态系统情况，也就是说：估算白鲢在天然水体中可能达到的产量时，由于它的主要食物是浮游植物，应该以整个浮游植物的群落为其食料基础估算其产量，进行合理放养。如果仅以易消化的种类为依据，而忽略了难消化的种类，这种估算的结果不一定能反映水体中白鲢的食料基础的客观情况，结果可能偏低。

## 参 考 文 献

- [1] 朱蕙等, 1979。利用水生植物清除水体中放射性物质的研究 (II) 斜生栅藻对放射性物质的吸收和去除。水生生物学集刊, 6 (4): 439—444。
- [2] 倪达书、蒋燮治, 1954。花鲢和白鲢的食物问题。动物学报, 6 (1): 59—71。
- [3] 饶钦止等, 1956。湖泊调查基本知识。65—105。科学出版社。
- [4] 蔡仁述等, 1962。应用示踪原子研究青、草、鲢、鳙、鲤等鱼类对单细胞绿藻的消化吸收机制。原子能科学技术, (3): 231—235。
- [5] 黎尚豪等, 1959。单细胞绿藻人工大量培养研究。水生生物学集刊, (4): 462—472。
- [6] 湖北省水生生物研究所藻类研究室藻类应用组, 1975。淡水硅藻的大量培养。水生生物学集刊, 5 (4): 503—511。
- [7] Bernard, F., 1952. La digestion chez les poissons. Trav. Lab. d'Hydrol. piscicult. Grenoble. 34/44, 61—95.
- [8] Fish, G. R., 1951. Digestion in Tilapia esculenta. *Nature*, 167 (4257): 900—901.

## STUDIES ON THE DIGESTION OF ALGAE BY FISH

(I) THE DIGESTION AND ABSORPTION OF *SCENEDESMUS OBliquus* BY SILVER CARP

Zhu Hui

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica)

## Abstract

In order to find out whether unicellular green algae could be digested by silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), tracer experiments of  $^{32}\text{P}$  were carried out. *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz was cultivated in HB No. 4 medium containing  $^{32}\text{P}$  of different specific activities (20  $\mu\text{Ci/L}$ , 30  $\mu\text{Ci/L}$ , 50  $\mu\text{Ci/L}$ ) instead of  $^{31}\text{P}$ . After being cultivated for 72 hours, the algae were collected and their radio-activity was measured. The result showed that  $^{32}\text{P}$  was absorbed and accumulated rapidly by *Scenedesmus obliquus*. The rates of absorption were all over 98%.

The fish were fed with thoroughly-washed labeled algae. After feeding 48 hours, the fish were taken out of the water, dissected, and various tissue samples were prepared.

The results showed that *Scenedesmus obliquus* could be ingested, digested and absorbed by silver carp. The rates of ingestion ranged from 47% to 63%. Different tissues have different capacity for assimilating and accumulating  $^{32}\text{P}$ . According to the data at 48th hours (50  $\mu\text{Ci/L}$ ), the specific radioactivity of  $^{32}\text{P}$  accumulation were 4580 (intestine), 650 (liver), 609 (skeleton), 118 (muscle), 110 (brain) CPM/500 mg. It is evident that *Scenedesmus obliquus* is not only ingested, but also digested and absorbed by silver carp. There is reason to think that unicellular green algae might play a more important role in the nutrition of silver carp than people used to believe.