

白鲢等鱼种对螺旋鱼腥藻消化吸收的示踪实验报告*

石志中 方德奎

(陕西省水产研究所) (陕西省渭南地区水产工作站)

张 卫

(中国科学院西北水土保持生物土壤研究所)

提 要

为了研究螺旋鱼腥藻塘里鱼种快速生长的作用机制,首先应该弄清鱼种究竟能否消化吸收螺旋鱼腥藻。本报告应用放射性同位素示踪法,对此问题做了初步的探讨,认为白鲢等鱼种是可以消化吸收螺旋鱼腥藻的。

螺旋鱼腥藻 (*Anabaena spiroides*) 在分类上位于蓝藻门 (Cyanophyta) 的念珠藻科 (Nostocaceae)^[1]。

螺旋鱼腥藻在鱼池中大量繁殖时,水中其他的浮游植物极少,表层水内可见到由螺旋鱼腥藻形成的翠绿色的絮状,池水一般呈豆绿色。在生产中,我们把这种池塘叫做螺旋鱼腥藻塘^[2]。

我们对于螺旋鱼腥藻的认识,始于1967年。此后,在多年的生产实践中,发现螺旋鱼腥藻塘里的鱼种往往比一般池塘里的鱼种长得快,体质好(放养比例都是以白鲢为主),而且在生产管理中省人工、省饲料。

几年来,我们通过多次解剖螺旋鱼腥藻塘里的鱼种,发现鱼种能摄食螺旋鱼腥藻,其中以白鲢吃得最多,最明显。但过去文献中把螺旋鱼腥藻列入鱼类不易消化的藻类^[3],甚至认为是有害的种类^[4]。为了弄清鱼种究竟能否消化吸收螺旋鱼腥藻,进而在研究螺旋鱼腥藻塘里鱼种快速生长的作用机制方面做一些探讨工作,我们于1974年6—9月,利用放射性同位素磷³²反复进行了多次关于白鲢 [*Hypophthalmichthys molitrix* (Cuv. et Val.)]、花鲢 [*Aristichthys nobilis* (Rich.)]、草鱼 [*Ctenopharyngodon idellus* (Cuv. et Val.)] 等鱼种对螺旋鱼腥藻消化吸收的示踪实验。

一、材料和方法

1. 螺旋鱼腥藻的采集与标记

我们在数年的培养实验中,发现池塘里的螺旋鱼腥藻经过室内纯种培养之后,藻形

1974年12月28日收到。

* 实验中得到中国科学院西北水土保持生物土壤研究所张仲先同志的具体指导。

变化甚大，同时室内培养液的水环境（包括营养盐类和 pH 等）与池塘里又存在着较显著的差异。为了使我们的示踪实验尽量反映出鱼种对池塘中生长的螺旋鱼腥藻的消化吸收情况，我们决定采用池塘中自然生长的螺旋鱼腥藻做实验。

对螺旋鱼腥藻的采集，一般在早上；只要采集地点适当，时间及时，都能从螺旋鱼腥藻塘的“翠绿纱”中采到纯度极高的藻种。本实验用的螺旋鱼腥藻采自陕西省水产研究所院内的五号塘（螺旋鱼腥藻塘）。采后带原塘水用 25 号筛绢过滤。

在白搪瓷盆内，各盛 5 升过滤藻液，搅匀定量（螺旋鱼腥藻浓度一般在 $3-6 \times 10^8$ 个/升之间）后，加入标记的 K_2HPO_4 溶液，使藻液的放射性强度为 200 微居里/升^[5]。然后在室内两支 30 瓦日光灯照射下培养 24—72 小时，灯管与藻液面相距 30 厘米。为了防止昆虫进入盆内，夜间停止光照。试验期间水温在 24—28℃ 之间。

标记后，将盆内上层悬浮的浓藻移入分液漏斗中，利用螺旋鱼腥藻自然上浮的特性，以自来水反复冲洗 3—4 次，使冲洗液活性接近本底（9—11 脉冲/分），然后吸取 0.5 毫升洗好的标记浓藻液于样品盘中，重复 3 次，烘干测其活性。标记强度一般为 $3-4 \times 10^4$ 脉冲/分。其余标记浓藻液供饲养鱼种用。

经早上细心采种，筛绢过滤，一般冲洗两次后，镜检可得较纯的螺旋鱼腥藻。

2. 鱼种的饲养

所用鱼种采自陕西省渭南地区水产工作站，各次实验均用当年鱼种，全长在 5—7 厘米之间。饲养前，先在盛有自来水的槽内驯化。

将洗好的标记藻倒入玻璃圆水槽中（水槽内径 29 厘米，深 30 厘米），加自来水稀释至一万毫升，搅匀取样，计数螺旋鱼腥藻浓度（一般在 $2-3 \times 10^8$ 个/升之间），并吸取 0.5 毫升藻液置红外灯下烘干，重复 3 次，测其活性为 12,490 脉冲/分。然后将鱼种放入水槽内进行饲养，每槽放 6—10 尾；饲养时间一般为 48 小时。饲养期间概不投喂。

为了了解饲养过程中，饲养液中活性消长情况，定时取养鱼水样，过滤，同样取 0.5 毫升样品烘干，重复 3 次，测定清液活性。

3. 鱼样活性测定

饲养完毕，电死鱼种，除去内脏，用自来水反复冲洗，直洗至体表及体腔内的冲洗液活性接近本底为止。烘干称重。一次实验中，每槽同种鱼类的样品一般为 3 尾，于同一研钵内研细，称取 100 毫克制样，重复 3 次，在端窗式的盖革管下进行计数，测量误差小于 1%。

二、结 果 讨 论

1. 鱼种对螺旋鱼腥藻的吸收

当我们以 K_2HPO_4 形式加入示踪磷之后，在 1—3 天内，作为浮游植物生长所必需的营养元素——无机磷，绝大部分能被螺旋鱼腥藻吸收。一般在标记一昼夜之后，标记藻活性可达 4×10^4 脉冲/分左右。此生理现象为我们的示踪实验提供了有利条件。

通过标记藻液对鱼种的饲养试验，可以明显地看出：

(1) 不同鱼种对螺旋鱼腥藻消化吸收差异甚大。其中白鲢鱼种对螺旋鱼腥藻消化吸收的最多，其次是花鲢，而草鱼则很少。在同样实验条件下饲养 48 小时之后，分别测定鱼

种活性，结果如表 1。

表 1 白鲢、花鲢、草鱼对螺旋鱼腥藻的吸收

鱼名 \ 项目	鱼体平均全长 (厘米)	鱼体平均干重 (毫克)	鱼体平均活性 (脉冲/分 · 100 毫克干重)	各鱼种活性比
草 鱼	8.3	775	2,695	1.0
花 鲢	6.2	345	17,345	6.4
白 鲢	6.8	384	107,718	39.6

饲养时间 48 小时；水温 25℃。

由表 1 可知，在我们的实验中，白鲢鱼种吸收标记螺旋鱼腥藻中磷素约为花鲢的 6 倍，为草鱼的 40 倍。

实验中，我们对饲养鱼种进行肠道解剖，发现白鲢鱼种肠道中充满着螺旋鱼腥藻，花鲢肠道中很少，而草鱼肠道中则常常很难找到。这一现象与上述示踪结果是吻合的。

(2) 实验结果使我们确信，以食浮游植物为主的白鲢，能够大量摄食、消化吸收螺旋鱼腥藻。对于花鲢，由于是以食浮游动物为主，故对螺旋鱼腥藻的摄食吸收是有限的。而草鱼由于其鳃耙稀疏，滤食螺旋鱼腥藻则更为困难。

2. 关于标记藻释放示踪磷及水中活性对鱼体活性的影响

我们在用标记螺旋鱼腥藻养鱼过程中，将标记藻的饲养液定时取样，过滤测定清液活性。发现清液中活性变化较大，且随着饲养时间的延长，清液活性在不断增加(见图 1)。

从图 1 可以看出，用标记螺旋鱼腥藻养鱼时，饲养清液中的活性是很低的，但是，当养鱼结束时，饲养清液中的活性大大增加，为开始养鱼时的 3 倍左右。我们认为这种现象是正常的。

饲养清液中的活性主要来源于标记螺旋鱼腥藻本身的新陈代谢和藻体死亡释放出的示踪磷；另外螺旋鱼腥藻表面吸附的示踪磷，也会不断与水中非示踪磷进行离子交换。同时白鲢等鱼种在摄食标记螺旋鱼腥藻之后，排泄出的粪便也会有活性释放。因此，用标记螺旋鱼腥藻养鱼过程中，清液中不但有活性，而且在不断增加。但这种释放出来的磷的活性 (1×10^2 脉冲/分) 与标记藻本身的活性(一般都在 1×10^4 脉冲/分以上) 相比是很低的。

至于释放磷的快慢与多少，可能受下列诸因子的影响，即标记螺旋鱼腥藻的活性强度、藻的浓度和藻本身的衰老程度、水温以及鱼的种类、密度和饲养时间等。

为了阐明实验缸中标记螺旋鱼腥藻释放到水中的示踪磷对鱼的影响，即弄清鱼体究竟能从饲养清液中吸收多少示踪磷，我们将鱼种放入没有标记藻但加有示踪磷的水溶液中进行试养(放射性强度按标记螺旋鱼腥藻养鱼缸中开始饲养时清液的活性 46 脉冲/分

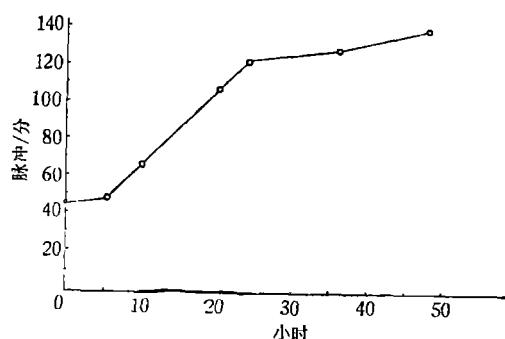


图 1 养鱼过程中标记螺旋鱼腥藻对示踪磷的释放(温度 25—27℃)

和结束时饲养清液中的活性 139 脉冲/分的平均值,即 93 脉冲/分配制),结果在试养两天之后,无论是白鲢还是花鲢和草鱼,测定均有活性,白鲢仍较花鲢和草鱼为高(见表 2)。

表 2 在加有示踪碘水溶液中鱼体活性

鱼 名 项 目	鱼体平均全长 (厘米)	鱼体平均干重 (毫克)	鱼体活性 (脉冲/分 100 毫克干重)
白 鲢	5.8	260	2,999
花 鲢	5.2	302	1,845
草 鱼	6.5	391	775

水温 26°C。

鱼种活性的来源,我们初步认为可能有以下几方面,即:

- (1) 鱼体表面对示踪磷的吸附作用;
- (2) 放射性磷通过渗透作用进入鱼体;

另外,鱼种放入加有示踪磷的水溶液中后,原来肠道中的内含物排出体外,被水中磷³²污染,又被鱼种所吞食。

至于三种鱼种获得的活性强度不一样,这可能是由于它们鳃耙的细密程度不同造成的。鳃耙密细的白鲢,鳃耙表面积较花鲢、草鱼的要大,在鳃盖张闭的压力下,通过此处吸附渗透到鱼体里的示踪磷的量当然也大。而且由于其鳃耙细密,滤食到的被污染的排泄物也较多。但由此所致活性,与鱼种摄食吸收标记螺旋鱼腥藻后所产生的活性相比较是很小的。在我们实验中,白鲢摄食吸收标记螺旋鱼腥藻所致活性,比从示踪磷水溶液中获得的活性大 30 倍,花鲢大近 10 倍,草鱼也大 3 倍多。

通过实验我们看出,白鲢等鱼种不仅能摄食,而且能够消化吸收螺旋鱼腥藻。结合多年生产实践,我们初步认为该藻可能是白鲢等鱼种的良好食物。

三、小 结

1. 实验证明,螺旋鱼腥藻对示踪磷的吸收是很快的。我们在 $3-6 \times 10^8$ 个/升的藻液浓度下,以 200 微居里/升放射性强度对螺旋鱼腥藻进行标记,藻类生长良好,均能达到示踪标记要求。

2. 实验证明,白鲢等鱼种不但能够摄食螺旋鱼腥藻,而且能消化吸收。其中以白鲢摄食吸收得最多。

3. 在用标记过的螺旋鱼腥藻养鱼期间,藻体所含的部分示踪磷可以释放到水中去,且随着时间的延长而有所增加。但水中清液活性与藻体吸收示踪磷的活性相比是很小的。

释放到水中的示踪磷,可以通过吸附渗透等途径增加鱼体活性,但它与鱼种摄食吸收标记螺旋鱼腥藻后所产生的活性相比是很小的。

参 考 资 料

- [1] 饶钦正等, 1956。湖泊调查基本知识, 105 页。科学出版社。
- [2] 陕西省渭南水产工作站, 1973。螺旋鱼腥藻鱼种塘的初步探讨。淡水渔业科技动态, 1973 年 (9): 8—13 页。
- [3] 中国淡水养鱼经验总结委员会, 1973。中国淡水鱼类养殖学(第二版)。图版 IX, 科学出版社。

-
- [4] 上海水产学院水产养殖系 1959 级学生编,池塘养鱼学讲义。1960 年, 105—107。
 - [5] 蔡仁达、华 瑶, 1962。应用示踪原子法研究青、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, 1962 (3): 231—235。

TRACER EXPERIMENTS ON THE DIGESTION AND ABSORPTION OF *ANABAENA SPIROIDES* BY FINGERLING SILVER CARP AND OTHER SPECIES

Shi Zhi-zhong

Fang De-kuei

(*Fisheries Institute of Shensi Province*)

(*Fisheries Station of Weinan District*)

Chang Weih

(*The North-Western Institute of Water and Soil Conservation, Biology, and Soil Science*)

Abstract

For the purpose of elucidating the rapid growth of the Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in nursery ponds blooming with the blue-green alga, *Anabaena spiroides*, a series of tracer experiments using P^{32} as a tagger has been carried out. Geiger Counter data from these experiments indicate that silver Carp digests and absorbs this alga most, the Bighead (*Aristichthys nobilis*) ranks next and the Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*) the least. Certain absorption of P^{32} from algae-free media via parenteral route occurs in all 3 species, but the amount of this type of absorption is much less than that obtained through ingestion.