

论白鲢的食物问题

何志辉 李永函

(大连水产专科学校养殖系生物教研组)

提 要

本文系作者结合自己的实践和国内外的文献资料,对白鲢食谱、食物的选择性和消化性等问题进行探讨,指出必须从新的角度来理解白鲢的食物问题和衡量养鱼池水的肥度。

关于白鲢的营养问题,最近几年国内有很大的突破,国外也积累了一定的资料,但是这些工作还没有得到科学的总结。迄今为止,一些不正确的观点仍有流传。因此,用辩证唯物主义的观点,对现有关于白鲢营养的研究工作做一个综合分析,是十分必要的。本文即根据我们自己的实践和参考国内外的有关资料,试对白鲢的食物问题进行初步探讨。

一、白鲢的食谱

大家都知道,白鲢是滤食性鱼类,以浮游植物为主要食物。据我们的观察,在河流和水库通常以硅藻为主,在池塘通常以绿球藻和鞭毛藻类为主,在食浮游植物同时也食进一定数量的浮游动物,主要为轮虫和原生动物;较大型的枝角类和桡足类则很少被食。

但是,作为白鲢食物的其它方面,人们常常没有给予足够的注意。

首先是腐屑和细菌。我国劳动人民在生产实践中早就发现白鲢跟食草鱼的粪便,可惜以后一些作者把这一现象单纯理解为鱼类—浮游植物—白鲢之间的间接食物关系。至于白鲢直接摄食大粪之类有机肥料的现象,在生产单位是很少有人怀疑

的。据我们的观察,在微流动的污水池塘和水库,腐屑在白鲢营养中有时起了主要作用。例如大连水泥厂污水养鱼池,由于水的循环使用,浮游植物不易滋生,白鲢肠管中食物团呈黑色,主要由腐屑组成。又例如^[7]在黑龙江春秋两季,曾发现腐屑占白鲢食物的60—100%。

白鲢不仅滤食悬浮性腐屑,还能摄食水底腐屑;这时鱼类先把表层土壤搅混,然后带泥滤食之。据有关报道^[8],在某些浮游植物贫乏的池塘,2龄白鲢整个夏季借助于从池底搜食蓝藻腐屑为生,腐屑占其食物重量的90—99%。

由于腐屑上滋生大量细菌,所以提到腐屑的食物意义时不能离开细菌。

但是以腐屑和细菌为主要食物时,鱼类肠道饱满系数一般低于食浮游植物时。例如^[7],黑龙江白鲢春季食物以腐屑为主(90—99%),肠饱满系数仅57—91;初夏,随着硅藻水华的出现,腐屑降到75%,肠饱满系数增高到160—340;盛夏,水华盛期,食物中浮游植物占绝对优势,腐屑减到5—15%,肠饱满系数达到401—672;秋季以后随着浮游植物的减少,肠饱满系数也

显著降低。

底生藻类在白鲢营养中也有一定的作用。我们多次见到白鲢浮到水面取食主要由底生硅藻组成的褐色浮泥团。当观察某些透明度很大的瘦水池塘中的白鲢消化道时,也发现底生藻类占一定比重。据有关作者的观察^[12],当水中浮游植物密度很低,或者小平裂藻(*Merismopedia minima*)之类的蓝藻占优势时,白鲢停止在水层滤食而转以底生藻类为主要食物。

此外,据我们的观察,当水中缺乏适宜的食料时,白鲢甚至可以改变取食方法——直接吞食较大形的动物。例如1970年在辽宁清河水库鱼种场几个亲鱼培育池中,由于蚌壳虫的大量滋生,使水变得十分浑浊,浮游生物几乎绝迹,这时白鲢亲鱼消化道内含物中,95%以上由蚌壳虫组成,根据残余物判断,其中包括10毫米大小的成长个体。

近来有关报道^[10]提到,当水中缺乏浮游动物时,鲤鱼、草鱼和花鲢幼鱼都能转营肉食性营养——捕食仔鱼,但白鲢幼鱼(50—500毫克重)甚至经2—5昼夜饥饿后也从从不捕食仔鱼(1.5—2毫克重)。但是从吞食蚌壳虫这一现象判断,当白鲢成鱼极端饥饿时,捕食仔鱼也不是没有可能的。

因此,可以认为和其它鱼类一样,白鲢的食物可分为以下四类:

1. 主要食物——浮游植物。当这类食物丰富时,就被白鲢大量滤食;

2. 代替食物(次要食物)——腐屑和底生藻类。当缺少浮游植物时,白鲢以它为主要食物,但食量不及前者;

3. 偶然食物——浮游动物。和浮游植物一起食进,通常数量不多;

4. 迫食食物——蚌壳虫之类的较大形动物。

当然,这样的划分不是绝对的。当水

中小型浮游动物密度很高时,白鲢也可以把它作为代替食物,反之,底生藻类也常常以偶然食物形式在白鲢肠道中个别出现。

二、食物的选择性

白鲢对食物有没有主动选择能力?对这个问题的看法尚有分歧。早期的作者^[3,7]都认为白鲢在滤食时没有选择性,能滤进什么就食什么,如果白鲢肠道中食物组成和外界浮游生物有什么差异的话,那是由于某些藻类的形状、大小等和鱼类滤食器官的构造不相适应,因而不易滤进而已。但是,随后有些作者则认为白鲢能主动选择食物^[9,11,12]。其中 Савина 提出:白鲢有两种滤食方式,一是主动滤食,这时鱼类几乎停在一处,在缓慢的游动中进行滤食;二是被动滤食,在呼吸过程中带进食物。在主动滤食时白鲢对食物有明显的选择能力,一部分藻类是它喜食的,当这些种类占优势时首先大量的被滤食;一部分是它摒食的,通常是在呼吸时带进来的;另一部分藻类通常不很嗜食,但在缺乏喜食种类时就大量滤食。作者认为很多种蓝藻属于后一类。有的作者^[9]也认为白鲢不仅被动滤食,还能主动选择食物,并指出主动滤食时鳃盖的动作较呼吸时强烈得多。

应当指出,在 Савина 的工作中是存在不少问题的。第一,作者按实验前后水族箱中各种藻类数量的变化所计算的滤食水量,和根据各种藻在池水中的百分比和在鱼肠道中的百分比的对比而确定的选择指数,不仅不同种类差别很大,并且在同一种类中也有很大变化。有时同一种藻类的滤食水量甚至相差十几倍到几百倍,有些在池水中未发现种类在鱼肠道中竟占80%以上。这些情况使人不得不怀疑其实验的准确性。第二,实验前后水族箱中各种藻数量的变化不仅决定于被滤食量,还与是

否消化有关。几种蓝藻的数量没有显著减少,可能由于鱼类摄食,也可能是大部分食后未消化再排出来。也正是因为没有认识到隐藻很快被消化这一事实,错误地把隐藻列为摄食食物。第三,所谓在缺乏喜食种类时就大量滤食栅藻之类的说法既与本身实验的数据不尽符合,也难在机理上作出解答。此外,还能举出其他一些问题。

至于白鲢对食物是否有选择能力的问题是值得注意的。我们知道,食物的选择性是动物对营养条件的一种适应,近年很多工作表明,滤食性无脊椎动物对食物有一定程度的选择能力,滤食性鱼类是否例外?并且白鲢几乎停在一处主动滤食的现象在喂食豆浆时经常可以看到。据我们的观察,当粉状微囊藻(*Microcystis pulverea* (Wood, Forti) 之类的蓝藻占优势时,即使水中浮游生物密度很大,白鲢仍集群寻食豆浆,而据渭南地区水产工作站的报道^[6],则在螺旋鱼腥藻(*Anabaena spiroides*)形成强烈水华的鱼池中,白鲢拒食豆浆之类人工饵料。可见白鲢对人工投饵不是简单的趋食,而是主动选食。因此有理由认为,白鲢能够选择其喜食食物比较密集的水区或水层并在那里滤食。自然,这种选择能力不是总能实现的,当大风把水搅浑,各种悬浮物在水中较均匀分布时,白鲢甚至滤进大量泥砂。当缺乏选食条件时,白鲢食物团的组成和外界浮游生物成分十分接近。

白鲢选择食物的能力究竟达到何等程度?那些是喜食食物?以及选食的机理等等,尚需要进一步的研究。

三、食物的消化性

白鲢对食物的消化性问题,迄今为止在国内仍有分歧。1954年有关作者^[3]根据肠的内含物和粪便的培养观察,得出白鲢只能消化金藻、甲藻、硅藻和一部分黄藻而

不能消化蓝藻、绿藻和裸藻(即眼虫藻)的结论。此后所谓“可消化种类”和“不可消化种类”等概念便在水产界广泛流传,并且用于指导生产。虽然以后有些作者开始用“易消化”和“不易消化”来代替“可消化”和“不可消化”或“能消化”和“不能消化”等概念,同时蔡仁达等(1962)^[5]和黄世葆等^[4](1965)用示踪原子研究,发现白鲢可以消化绿藻中的小球藻,但是这些情况似乎未引起人们的注意。

1971—1972年我们^[1]根据水中浮游植物和鱼类生长的比较以及消化道内含物的观察,研究白鲢对各种藻类的利用程度。首先在鱼种饲养中发现隐藻和血红裸藻(*Euglena sanguinea*)多的鱼池,白鲢生长良好,而蓝藻中的粉状微囊藻多的鱼池,则生长都不好。以后陆续观察各类水域的鱼的消化道,与再次肯定金藻、隐藻、硅藻易于消化和蓝藻难于消化的同时,发现裸藻也是白鲢易于消化的食物,并且绿藻中的实球藻也可以消化;最近还观察到衣藻等绿藻也能被白鲢鱼种所利用。1973年我校工农兵学员在实践教学中发现蓝藻中的尖头藻(*Raphidiopsis curvata*)在白鲢肠中消化良好。在他们所观察的白鲢鱼种的肠道中,尖头藻的消化数平均高达96%。也在这一年,陕西省渭南地区水产工作站的报告^[6]指出,蓝藻中的螺旋鱼腥藻是白鲢幼鱼的优异饵料。当这种藻在池塘中占优势时,不投饵、不施肥或很少施肥,每亩水面在一个月内即可培育出体质健壮肥满、规格整齐的三寸鱼种(下塘时为0.7寸)两万尾以上。镜检鱼肠内含物证明这种藻可以被消化。

近来束玉春^[2]根据多年在生产实践中的体会,指出多裸藻的鱼池、养白鲢鱼种的效果和隐藻池塘一样可靠;也肯定鱼腥藻鱼塘生产力比较高。

国外有的作者在研究黑龙江白鲢营养时,发现硅藻、蓝藻、绿藻都可以被消化而以绿藻消化最好^[7]。他指出:在肠前段硅藻、蓝藻中无色素粒的约占10%,在后段则增到64%,而绿藻在后段几乎都剩下空细胞。该作者粗略估计,藻类食物的消化率约60—70%。以后据 Савина^[11]的观察,白鲢对绿球藻、硅藻、裸藻消化良好,蓝藻则消化很差,在鱼粪和鱼肠中有大量颗粒颤藻、魏尔鱼腥藻(*Anabaena werneri*)等完整的丝状体。

另外一些作者^[9,13]也都认为,当以硅藻和绿球藻类为主要食物时,白鲢的生长快得多。

最近有的作者^[8]在综合性报道中指出,白鲢的食谱是十分广阔的。它喜食硅藻和绿球藻类,也能很好地摄食和消化裸藻以及蓝藻中的水花蓝针藻(*Aphanizomenon flos-aquae*)、变异鱼腥藻(*Anabaena variabilis*)、舍蕾鱼腥藻(*Anabaena Scheremetievi*)、哈萨鱼腥藻(*Anabaena hassalii*)、阿加颤藻(*Oscillatoria agardhii*)等,甚至也能利用铜绿微囊藻(*Microcystis aeruginosa*),但消化程度较差。

为什么不同的研究者得出这样不同的结果呢?我们认为这里有方法上的问题,也有理论上的问题。

毛主席教导我们:“我们必须学会全面地看问题,不但要看到事物的正面,也要看到它的反面。”我们知道,藻类植物很少是百分之百地被消化的,未消化的细胞可以活着通过鱼的消化道而被排出。因此当用鱼粪和消化道内含物进行培养时,象裸藻、绿藻、蓝藻之类易于培养的种类就首先繁殖起来,但是决不能因此推论它们完全没有被消化。

在显微镜下观察消化情况时,也同样地存在着这种片面性的问题。通常在鱼粪

和肠的内含物中,我们最容易辨认的是那些未消化的较完整的细胞,而已经消化后的残余物则不总是可以辨别的。因此,观察者极易只根据未消化的细胞和半消化的细胞数而作出某种藻不能消化或消化率很低的结论。前述 Савина 把隐藻列为白鲢的摄食食物就出于这种原因。我们也是在发现浮游植物中有大量血红裸藻而鱼的消化道又被血红素染成红褐色以后,才断定肠中许多已破碎的膜片是这种藻的残余物,并进而找到未消化的副淀粉体等。反之,硅藻类消化后总留下明显的空的硅质外壳,可能这就是对于硅藻类的消化性没有分歧的缘故。

其次,鱼类对食物的消化性是一个十分复杂的生态和生理问题,远不是用某一门可以消化,某一门不可以消化等词所能概括的。现在一些研究工作,多是根据自己在具体条件下对某些代表种类的观察,而推论到整个分类系统。一般说来,属于同一分类系统的藻类在细胞构造和生物化学组成等方面是有共性的,因此在个别种属的消化性中也寓有门、纲、目、科的消化性,但是同一分类系统内的不同种类,在这些特性上也可能有较大的差异,因此消化性也不是相同的。例如,蓝藻门通常较难消化,但有些种类细胞壁较薄,又无胶质鞘包裹(如尖头藻),就易于消化。

同一种藻由于本身生理状态的不同,消化性也有变化。裸藻通常较易消化,但形成孢囊后就难于消化。许多藻类(特别是蓝藻和绿藻)繁殖到一定密度后,由于环境中氮、磷、碳或其他养分的不足而停止增长和生殖,呼吸和光合作用都大为减弱,同时细胞的生物化学成分也起了变化。这种所谓老化的藻类细胞,浮游动物和鱼类常常摄食,食后也难消化。我们曾多次见到在某些长期不施肥又不换水但水色很浓的

鱼池中,白鲢鱼苗生长极为缓慢;有些作者指出藻类在水华期不易消化^[8]。上述情况都可以归结为细胞的老化。

这里附带说明一个问题。有些养鱼池在夏季长时间被一层血红裸藻形成的红膜所掩盖,甚至撒药后还不消退,因而引起一些人对这种藻的消化性的怀疑。但是据我们的了解,凡是以饲养白鲢鱼种为主的鱼池,似乎都没有产生过这种红膜层,这是否正好说明了鱼类对血红裸藻的利用效率。至于已形成红膜以后,藻类细胞开始老化,就难于被利用了。在蓝藻中看来也有类似情况。

此外,食物的消化性还决定于鱼类的生理状况、摄食量以及水温、溶氧量等环境因子。据我们的观察,不仅从不同水域,甚至从同一水域所采取的同一批鱼样品中,对食物的消化情况也不是一样的。有的肠后段的食物几乎都消化了,有的后段和前段差别不大,藻类细胞大多保持原形。

阐明消化性问题的复杂性,并不排斥在通常情况下白鲢对各种藻类利用程度的差别。但是这种差别只有难和易之分,而没有不可跨越的“可消化”和“不可消化”之别。根据我们的观察和有关文献资料的报道,大致可以肯定:

(1) 金藻、隐藻、一部分甲藻[如飞燕角藻(*Ceratium hirundinella*)等]和硅藻[如颗粒直链藻(*Melosira granulata*)、细针杆藻(*Synedra acus*)等]以及其它各门中的某些种类是最易消化的,并且消化性较稳定;

(2) 大多数蓝藻难消化,有些种类(如微囊藻之类)可能仅在幼嫩状态或死后才有利用价值;

(3) 大部分绿藻、裸藻以及其它一些种类(包括一部分蓝藻)的消化性变化很大,正常情况下容易消化,细胞老化或其它

特殊生理状况下则难消化。我们曾经建议按消化性把白鲢的食物分为优质食物、一般食物和劣质食物三类^[1]。现在看来,仅凭消化性来区分饵料的质量还是不够的,还应该考虑饵料本身的营养价值。例如硅藻的含氮量只占细胞干重1.5—3.0%,而单细胞绿藻则占2.5—8.5%,蓝藻的含氮量又比绿藻更高。因此同样消化1克硅藻和1克绿藻或蓝藻,其营养作用是相差很大的。从这点出发,那么不可食的细胞壁占较大比重的硅藻和甲藻之类,其食物价值又不及其它易消化藻类了。如果更考虑到在水中所能达到的密度和生物量,那么蓝藻(当易消化时)的作用是值得注意的,因为只有蓝藻水华能使浮游植物达到特别高的生物量。

鉴于螺旋鱼腥藻塘中鱼种生长特别迅速,渭南工作站设想这种藻可能分泌促长激素一类的物质^[6]。不能排除这样的可能性,但是,仅从蓝藻丰富的营养价值和远超过其它藻类的生物量这一点,也可以解释鱼类迅速成长的原因。

至于腐屑和细菌的食物价值,在水生无脊椎动物营养的研究中早已得到肯定。近年在有关报道中^[9]提到:有的作者认为,白鲢对藻类死后所形成的腐屑的利用效率甚至可以高过活的藻类。而另一作者的对照实验,长期喂食蓝藻腐屑的白鲢与喂食新鲜绿球藻和硅藻的相比,其氮的代谢强度较低,同时肝脏中维生素B₁的含量降低了33—51%,维生素B₂的含量降低了8—29%,而脂类酶的活性则增高了11—24%,这样一来生长速度也减慢。但这种情况并未影响到鱼类的生命抵抗力和有机体的总体态,鱼的成活率仍然很高,并且当改变营养条件以后,鱼类生长很快。

动物性食物的消化率都比较高,但在白鲢营养上仅起辅助的作用。

四、结 语

1. 白鲢的食物来源是十分广泛的,它主要滤食浮游植物,也能利用腐屑和细菌以及底生藻类,浮游动物等,当缺乏食物时甚至可以吞食较大形的动物性食物。

白鲢对各种藻类的消化性是有差别的,但只是程度上的难易而已。食物的质量不仅决定于消化性,还要考虑到本身的营养价值,以及在水中所能达到的丰度。因此绿藻和蓝藻等的作用更不应忽视。

当水中氧气充足而浮游植物又分带或分层分布时,白鲢可以几乎停在一处主动选择其喜食食物。食物的选择性应该和食物的质量基本一致,否则选择性就失掉其生物学意义。因此可以认为,一般情况下,优质食物也就是其喜食食物。

2. “马克思主义的哲学认为十分重要的问题,不在于懂得了客观世界的规律性,因而能够解释世界,而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。”食物问题是养鱼业主要问题之一,倪达书等^[3] 1954年的工作,确定了金藻、甲藻、硅藻和一部分黄藻的饵料意义,为用肥料代替人工饵料和看水色等问题提供了理论根据,对当时的生产有过积极的作用。但是,“一个正确的认识,往往需要经过由物质到精神,由精神到物质,即由实践到认识,由认识到实践这样多次的反复,才能够完成。”从今天来看,这种把白鲢的食物来源看得十分狭隘的观点已不足以反映事物的真相,也失去指导生产的作用。今后必须用新的观点来衡量养鱼池水的肥度。

既然各种藻类的食物意义是有差别的,那么估计水的肥度时,除了浮游植物总量外,自然要考虑到种类组成,特别要注意那些优质食物的生物量。但是同一种藻类的消化性因各种条件而变化,其中特别重

要的可能是细胞的生理状态(老化与否)。究竟白鲢池的水质要求,主要是决定于浮游植物的总量和种类组成,还是决定于浮游植物总量和老化程度,是一个值得研究的问题。必须进一步学习和总结群众看水色的经验。

3. 关于白鲢营养的许多方面,我们还没有足够的了解,有些材料我们没有看到,很多问题还有争论。这篇短文不是,也不可能是对白鲢食物问题所有工作的总结。与指出前人工作的某些片面性的同时,可能我们犯有更大的片面性,有些论断可能是根据不足的。但是,至少应该承认这一点:关于白鲢的食物问题我们不是已经了解差不多了,而是刚刚开始了解。应该解放思想,在实践中不断检验和发展这方面的理论。

参 考 资 料

- [1] 大连水产专科学校养殖系生物教研组, 1973. 白鲢对藻类消化性的研究. 动物利用与防治, 2: 30—33.
- [2] 束玉春, 1974. 养鱼种的几点体会. 辽宁淡水渔业, 1: 4—5.
- [3] 倪达书、蒋燮治, 1954. 花鲢和白鲢的食料问题. 动物学报, 6 (1) 59—71.
- [4] 黄世葆等, 1965. 白鲢对小球藻消化吸收的初步探讨. 中国水产学会一九六五年学术年会论文摘要(油印本), 第一册 22—23.
- [5] 蔡仁达等, 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.
- [6] 陕西渭南地区水产工作站, 1973. 螺旋鱼腥藻鱼种塘的初步探讨. 淡水渔业, 9: 8—13.
- [7] Боруцкий, Е. В., 1950. Материалы по питанию амурского толстолобика. Тр. амурской ихиол. эксп. 1945—1949 гг I: 287—302.
- [8] Вовк, П. С., 1974. О возможности использования белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (val) для повышения рыбопродуктивности и снижения уровня эвтрофикации днепровских водохранилищ. Вопросы ихиол. 3 (86): 406—414.
- [9] Никольский, Г. В. и Б. В. Веригин, 1966. Основные биологические особенности белого амура и толстолобиков и их акклиматизация в водоемах страны. Растительная фауна:

- 30—40. Изд-во Пищевая промышленность. Москва.
- [10] Панов, Д. А., Мотенкова, Л. Г. и В. Г. Чертихин, 1973. Условия перехода молоди карпа *Cyprinus carpio* L. на потребление молоди растительноядных рыб при совместном выращивании. Вопросы ихтиод. **6** (83): 1093—1098.
- [11] Савина, Р. А., 1965 а. Фильтрационное питание белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) Вопросы ихтиол. **3** (84): 135—140.
- [12] Савина, Р. А., 1965б. Питание и рост белого толстолобика в прудах. Тр. всероссийского научно-исследовательского института прудового хозяйства т. XIII: 47—54.
- [13] Суховерхов, Ф. М., 1966. Биологические основы и эффективность поликультуры в прудовом рыбоводстве. Изд-во Пищевая промышленность. Москва.

ON THE FOOD OF THE SILVER CARP

Ho Chih-huei and Li Yen-hang

(*Daricn Fishery College*)

Abstract

This paper is a review on problems concerning the food spectrum, selective feeding and digestibility of the food of the silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*.

Food ingested by the silver carp covers a broad range. The fish feeds mainly on phytoplankton, but also utilizes organic detritus, benthic algae and

zooplankton when suitable food is lacking; sometimes animals of larger size, such as Conchostraca, may be swallowed.

In accordance with the digestibility and composition of nutriments, the various kinds of food items play different roles in the nutrition of the silver carp. Under certain conditions, the fish shows the ability to select its preferable food.