

池养花鲢摄食的天然生物食料

王 渊 源

(厦门水产学院)

提要 本文研究池塘养殖的花鲢在各发育、生长时期摄食浮游植物、浮游动物的规律。花鲢终生所摄食的浮游植物种类是基本相同的,摄食的浮游动物种类在不同发育生长期有所不同。养鱼池中浮游植物与浮游动物的数量,对花鲢摄食强度的影响有同样重要的作用。但是,浮游动物的热能高,在质量上显得比浮游植物重要。所谓“不能消化”的浮游植物种类,起着维持养鱼池生态平衡作用。影响花鲢产量的因素是水体中能提供营养的悬浮有机体和有机物的数量。

主题词 池塘养殖,花鲢,天然生物食料,食物网,能量级

花鲢 *Aristichthys nobilis* (Richardson) 是我国淡水养殖鱼类的主要种类,对其摄食和消化的研究,目前国内已有一些成果,如倪达书等(1954)的关于花白鲢食料问题的研究,其中提出有一些食料生物种类是能消化的,有一些食料生物种类是不能消化的。这个结论影响很广。但是,在后来应用示踪原子的研究中(蔡仁达等,1962;朱蕙,1982)对能否消化的种类作了澄清,朱蕙并对内陆水域的浮游生物要不要按能否消化种类的数量来测定其生产力提出了质疑。除此之外,倪达书(1959)和顾轶凡等(1960)都在各自研究中提到天然水域中花鲢仔鱼期的食料生物种类。显然,已有的研究结果还没有研究花鲢在特定的养殖池里各养殖阶段的食料成分和其食物链中能量流的情况,以及进一步研究那些“不能消化”种类在池塘环境中的作用,这些都是池塘养鱼中应该研究的问题。

材 料 与 方 法

在厦门郊外一口养鱼池,面积近2亩,放养草鱼、白鲢、花鲢、鲤鱼和鲫鱼,用“肥水”养殖,即施以大粪和大草沤肥,不投商品饵料。每月同时采集浮游生物定量样品和供作食料分析的花鲢样品。定量方法全都采用个体计数法。池塘环境的浮游动物浓缩后全样计数,浮游植物把采集水样浓缩成50毫升,分四次每次取样0.25毫升计数10格共计数0.1毫升。浮游动物与浮游植物分别统计,各种类在群落中占的百分数为 $b\%$ 。鱼肠经清理后平分为三段,取中段为分析段,把肠内容物用蒸馏水冲入玻璃容器,然后浓缩成20毫升,食料浮游动物计数其 $1/20$,食料浮游植物计数其 $1/200$,然后分别统计各种类在食料生物组成中的百分数 $r\%$ 。分析鉴定食料生物成分时,按以下规定作为1个食料生物计:轮虫以胴甲、或咀嚼器;枝角类以眼睛,或第二触角,或壳,或后腹部;桡足类以第一触角,或头胸部,或腹部,或尾叉;浮游植物以可识别的特征。把中段肠内容物浓缩样过滤后连同其他二段肠内容物在 40°C 烘箱中烘干4小时,作为摄食物的干重。本文所用的统计公式如下:

$$\text{食料生物的出现频率} = \frac{\text{种类出现的样品数}}{\text{分析的总样品数}} \times 100$$

$$\text{鱼类摄食饱满指数} = \frac{\text{摄食物的干重}}{\text{鱼的全重}} \times 10,000$$

$$\text{鱼类对食料生物的选择指数} = \frac{r\%}{b\%}$$

分析浮游动物的食料生物成分前,浮游动物先经蒸馏水洗涤,然后解剖其消化道前段,作食料生物分析。

样品的热值测定方法:在醋化烧瓶中称入几毫克的干样,同时加进3毫升5%的 KIO_3 和20毫升 H_2SO_4 (比重1.84),对照烧瓶不加干样,只加入同量的 KIO_3 和 H_2SO_4 。烧瓶置于具石棉板的电炉内煮沸1小时,呈紫色。冷却后呈透明淡黄绿色,小心加入50毫升蒸馏水,呈橙红色。搅拌加热去碘至无色无味(不沸腾)。重新加入250毫升蒸馏水,再加入10毫升10% KI ,并置暗处10分钟。氧化有机物后残留的 KIO_3 用0.1N的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定。1毫升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 相当于3.567毫克 KIO_3 ,1毫克 KIO_3 相当于0.1869毫克氧,即有 $3.567 \times 0.1869 = 0.6667$ 毫克氧。用下面公式计算干样的热量:

$$(V_0 - V_1) \times 0.6667 \times 3.38/M = (\text{卡/克})$$

M ——样品干重(克),

V_0 ——对照瓶耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的容积,

V_1 ——试样瓶耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的容积,

3.38——氧的热系数。

结 果

1. 花鲢的食料生物种类

花鲢的食料生物组成,分别列于表1与表2。按食料生物出现频率高的种类和生物种类占食料生物组成中百分率大的种类确定为重要的食料生物种类,用食料选择指数大的(>1)种类确定为偏爱的食料生物种类,各养殖阶段有如下的区别。

鱼苗 体长0.89~1.10厘米。重要的食料生物种类是裸藻、囊裸藻、羽纹藻,模糊裸腹蚤、前节晶囊轮虫和壶状臂尾轮虫。偏爱的种类是裸藻、羽纹藻、轮虫。应该指出的是,在分样样品中仅有1尾0.89厘米长的鱼苗,肠中全是模糊裸腹蚤。早期鱼苗的鳃耙不发达。没有过滤水的能力进行吞食,以后由于鳃的发育才有过滤更小食料生物(轮虫、浮游植物)的可能性。显然,食料太大吞不进,太小漏出去。因此,可以认为鱼苗期主要食料生物是模糊裸腹蚤与各种轮虫。

夏花鱼种 体长2.70~5.60厘米。重要的食料生物种类是栅藻、裸藻、臂尾轮虫和长肢秀体蚤;偏爱的是盘星藻、小球藻、轮虫。随着体长增大,各种轮虫在食料生物成分中所占的比例增加。

春花鱼种 体长11.70~21.20厘米。重要的生物种类是栅藻、裸藻、模糊裸腹蚤、近邻剑水蚤、泡轮虫;偏爱的种类是月牙藻、盘星藻、泡轮虫、长肢秀体蚤、近邻剑水

表 1 池养花鲢的浮游植物食料

Table 1 The phytoplankton diet of the pond-cultured *Aristichthys nobilis* (Rich.)

食料植物种类 the species of plant diet	出现频率(%) appearing frequency (%)				占食料植物组成的 百分率 percentage of the plant diet composition				选择指数(r%/b%) selection index (r%/b%)				备注* remarks
	鱼苗 1	夏花 2	春花 3	成鱼 4	鱼苗 1	夏花 2	春花 3	成鱼 4	鱼苗 1	夏花 2	春花 3	成鱼 4	
月牙藻 <i>Selenastrum</i>		80	28	25		1.6	4.8	0.5		16.43	36.07	0.29	
弓形藻 <i>Schroederia</i>		20				1.2				1.44			
四角藻 <i>Tetraëdron</i>		10	14	75		0.1	14.2	1.5		0.04	8.87	15.19	“不能消化” undigestible
纤维藻 <i>Ankistrodesmus</i>	25	90	42	75	9.4	2.0	10.2	3.5	0.37	0.42	4.06	1.00	
十字藻 <i>Crucigenia</i>	6	90	57	75	7.1	11.8	15.3	16.4	0.35	0.22	4.84	1.66	“不能消化” undigestible
盘星藻 <i>Pediastrum</i>	13	10	57	25	5.3	1.3	6.9	4.5	0.53	26.00	32.25	0.90	“不能消化” undigestible
栅藻 <i>Scenedesmus</i>	50	100	100	100	15.4	27.5	32.7	19.9	0.58	1.07	7.95	9.64	“不能消化” undigestible
小球藻 <i>Chlorella</i>		20				1.1				23.00			
裸藻 <i>Euglena</i>	68	80	57	75	52.2	26.7	30.7	58.2	11.32	2.37	13.67	3.31	“不能消化” undigestible
扁裸藻 <i>Phacus</i>	50	50		50	14.5	3.5		1.5	1.45	0.23		1.14	“不能消化” undigestible
囊裸藻 <i>Trachelomonas</i>	25	40	28		13.8	2.3	9.4		1.33	2.23	0.35		“不能消化” undigestible
平列藻 <i>Merismopedia</i>	38	20	71	50	12.0	0.5	16.8	21.4	0.67	2.50	0.48	0.24	“不能消化” undigestible
螺旋藻 <i>Spirulina</i>	25							0.2				0.06	
颤藻 <i>Oscillatoria</i>		20		25		99.3				2.00			
针杆藻 <i>Synedra</i>		50	28	75		0.6	13.6	1.4		0.77	27.2	7.60	
羽纹藻 <i>Pinnularia</i>	44	90	42	100	17.9	2.1	19.4	13.1	7.77	2.88	32.50	24.77	
布纹藻 <i>Gyrosigma</i>	6	20		75	20.0	0.9		1.2	2.00	0.05		2.46	
直链藻 <i>Melosira</i>				25				0.5				0.03	
水绵 <i>Spirogyra</i>		10				2.0				0.11			

* 摘自倪达书等(1954)所定的不能消化种类,列此作为比较之用。

Undigestible species, from NI Dashu *et al.*, 1954 in order to make a comparison.

1, 鱼苗 larvae fish

2, 夏花 summer fingerling

3, 春花 spring fingerling

4, 成鱼 adult fish

蚤。

成鱼 体长 25.30~26.10 厘米,体重超过 500 克。重要的食料生物种类是裸藻、栅藻、羽纹藻、模糊裸腹蚤、近邻剑水蚤、桡足类幼体、大型中镖水蚤;偏爱的食料生物是羽纹藻、四角藻、桡足类与其幼体。

综上所述,池养花鲢四个养殖阶段的食料生物成分,浮游植物几乎是一致的,主要是

表2 池养花鲢的浮游动物食料

Table 2 The zooplankton diet of the pond-cultured *Aristichthys nobilis* (Rich.)

食料动物种类 the species of animal diet	出现频率(%) appearing frequency(%)				占食料动物组成的百分率 percentage of the animal diet composition				选择指数 ($r\%/b\%$) selection index ($r\%/b\%$)			
	鱼苗 1	夏花 2	春花 3	成鱼 4	鱼苗 1	夏花 2	春花 3	成鱼 4	鱼苗 1	夏花 2	春花 3	成鱼 4
砂壳虫 <i>Difflugia</i> sp.			14				0.8				1.50	
前节晶囊轮虫 <i>Asplanchna priodonta</i>	50		14	50	29.1		0.6	0.3	4.85		1.20	0.50
沟痕泡轮虫 <i>Pompholyx sulcata</i>			71	50			17.8	1.7			8.00	0.14
壶状臂尾轮虫 <i>Brachionus urceus</i>	38		14		26.9		0.6		4.48		1.20	
花篮臂尾轮虫 <i>B. capsuliflorus</i>	6				33.3				5.55			
矩形臂尾轮虫 <i>B. leydigi</i>		20				40.8					6.02	
角突臂尾轮虫 <i>B. angularis</i>		50	14			47.6	1.9				0.77	3.80
单趾轮虫 <i>Monostyla</i> sp.		20		25		40.8		0.7			6.02	1.40
螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i>	19		28	75	45.7		30.0	1.1	7.61		2.30	0.09
长肢秀体溞 <i>Diaphanosoma leuckertii & gianum</i>		40	14			32.1	1.6				3.47	5.33
模糊裸腹溞 <i>Moina dubia</i>	75		71	100	77.3		51.7	37.4	0.86		0.84	0.62
柯氏象鼻溞 <i>Bosmina coregoni</i>			28	50			2.8	1.1			3.93	0.09
方形尖额溞 <i>Alma quadrangularis</i>				50				0.3				0.02
近邻剑水蚤 <i>Cyclops vianus</i>			85	100			20.3	29.0			5.37	9.60
长刺温剑水蚤 <i>Thermocyclops oithonoides</i>			42	25				1.6	1.6		0.73	1.77
大型中镖水蚤 <i>Sinodiaptomus sarsi</i>			71	100				6.5	3.3		1.87	1.87
桡足幼体 Copepoda larva			57	100				15.5	26.5		0.83	1.55
无节幼体 Nauplius	6	40	42	25	4.3	23.3	1.0	0.1	0.58	0.78	0.04	0.08
蚊科幼虫 Culicidae larva		10				16.6					2.37	

裸藻、栅藻、盘星藻、羽纹藻。而浮游动物在各养殖阶段有明显的对应种类,鱼苗阶段主要吃模糊裸腹溞,夏花鱼种以各种轮虫,春花鱼种以小型桡足类的近邻剑水蚤,成鱼阶段以大型桡足类的大型中镖水蚤与桡足幼体为主要食料。鱼苗是在体长0.9厘米以后才开始摄食浮游植物的。

2. 花鲢摄食量的季节变化

由表3的测定结果不难看出,池塘浮游植物在一年中出现的数量高峰期是春季的3月份,夏季的7月份,另在秋季11月份也是数量较多的,浮游动物出现的数量高峰都在浮游植物之后,即6月份、9月份和冬季的1月份。浮游生物的数量变动不仅受季节的水温。

表 3 养鱼池浮游生物数量与花鲢摄食饱满指数的逐月变化
 Table 3 The monthly changes of the amount of plankton in the fish pond and the stomach content index of *Aristichthys nobilis* (Rich.)

月 份 month	水 温(℃) water temperature (℃)	浮游植物(10 ³ 个/升) phytoplankton (10 ³ ind./l.)	浮游动物(个/升) zooplankton (ind./l.)	摄食饱满指数 Stomach content index
1	9.8	353	256	58.4
2	18.4	1265	90	81.5
3	17.0	1513	107	107.2
4	18.0	64	184	153.8
5	24.1	64	135	—
6	29.9	26	429	160.0
7	31.8	909	26	412.2
8	29.0	381	13	246.4
9	26.0	173	344	212.1
10	24.0	106	59	173.4
11	19.5	630	5	180.0
12	17.0	646	40	153.6

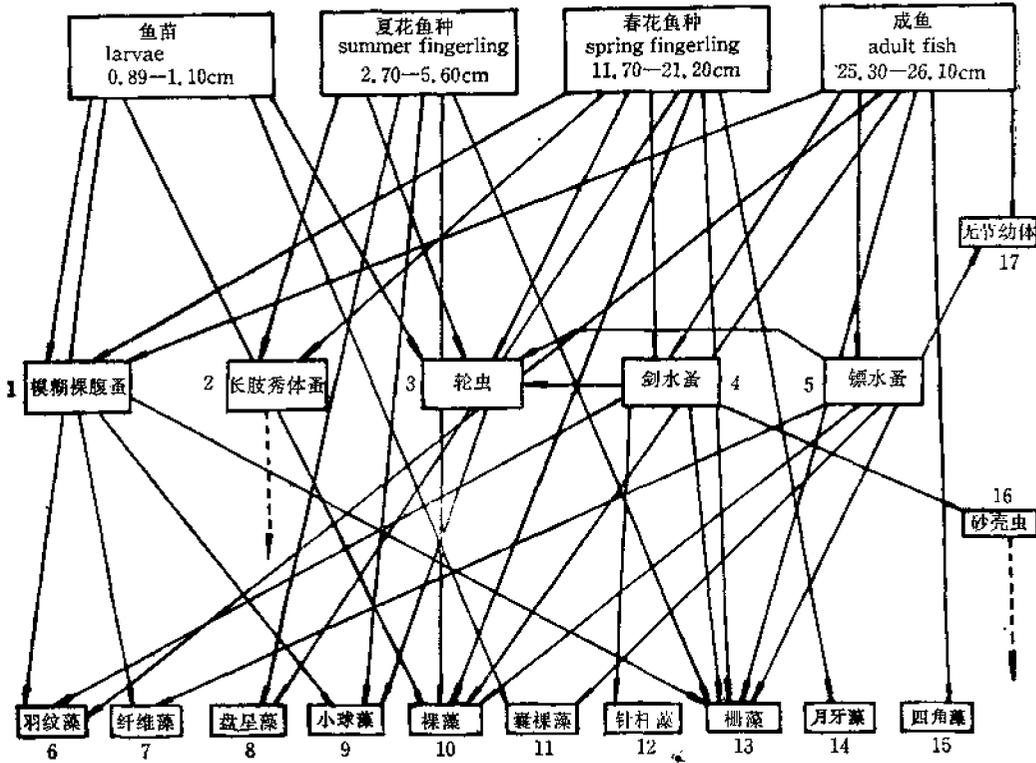
影响,也受施肥的影响。花鲢摄食的最旺盛季节是在夏季的7、8月份,和浮游植物的数量高峰相吻合。而浮游动物数量较多的4、6、9月份,恰是浮游植物数量较少的月份,花鲢的摄食饱满指数也是高的。显然,食料生物的丰歉影响花鲢的摄食强度,浮游植物和浮游动物的数量起着同样重要的替补代换作用。

3. 花鲢的食物链

分析花鲢主要摄食的大型中镖水蚤、近邻剑水蚤、长肢温剑水蚤、模糊裸腹溞、长肢秀体溞的食料成分,除长肢秀体溞未能看出结果外,其他四种甲壳动物都以浮游生物为食料。桡足类不仅摄食浮游植物(绿藻、裸藻),而且还摄食轮虫和原生动物,大型中镖水蚤还摄食无节幼体,枝角类只以绿藻为食料。依王家楫(1959)认为轮虫主要摄食原球藻。同时这些饵料生物又都是花鲢的食料。这样,花鲢的食物链间的关系就交错形成如附图。

4. 养殖池塘的能量级

养鱼池中的有机体和有机物的热量与花白鲢的热量值比较列于表4。不难看出,浮游生物样品中微小生物与有机物的热量最低,枝角类的模糊裸腹溞略高,桡足类的大型中镖水蚤最高,花白鲢的能量级处于枝角类和桡足类之间,按照池塘的食物关系,悬浮物、枝角类、桡足类都是花鲢的食料,所以在生产花鲢时所消耗的热能,用悬浮物为本身的7.33倍,用枝角类为本身的0.94倍,用桡足类为本身的0.71倍,由此得到各种食料营养价值



附图 池养花鲢的食物网

Attached fig. The food web of the pond-cultured *Aristichthys nobilis* (Rich.)

- 1. *Moina dubia* 2. *Diaphanosoma leuchtbergianum* 3. Rotifera 4. *Cyclops* 5. *Sinodiaptomus*
- 6. *Pinnularia* 7. *Ankistrodesmus* 8. *Pediastrum* 9. *Chlorella* 10. *Euglena* 11. *Trachelomonas*
- 12. *Synedra* 13. *Scenedesmus* 14. *Selinastrum* 15. *Tetraëdron* 16. *Difilugia* 17. Nauplius

表4 养鱼池的热量等级

Table 4 The grade of the calorific power of the fish pond

项 目 items	热量范围(卡/克干样) the ranges of the calorific power(cal./g. dry specimen)	热量的平均值(卡/克干样) the averages of the calorific power(cal./g. dry specimen)
悬浮物 ⁽¹⁾ suspended matter	563	563
模糊裸腹蚤 <i>Moina dubia</i>	4168~4563	4366
大型中镖水蚤 <i>Sinodiaptomus sarsi</i>	5070~5886	5778
白鲢 ⁽²⁾ <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	4680~6489	5359
花鲢 ⁽²⁾ <i>Aristichthys nobilis</i>	4132	4132

(1) 悬浮物包括有机碎屑、细菌、浮游植物、原生动物、轮虫。

Suspended matter is including the organic detritus, bacteria, phytoplankton, protozoa, and rotifera.

(2) 数据来源: 请参阅文献2。 The data sources: see reference no. 2

的关系是桡足类 > 枝角类 > 悬浮物。

讨 论

1. 养鱼池中的浮游植物是花鲢的基础食料,除了某些种类的“水花”引起的缺氧及其分泌物或分解物危害养殖鱼类外,一般地说,没有必要划分为“能消化”与“不能消化”种类。因为倪达书(1954)把鱼的肛内物培养得到不能消化种类的清单,没有排除摄食过剩的因素。摄食过剩可导致鱼类把尚未消化的食物排出体外,而且在示踪原子的应用研究中,已证明了小球藻、栅藻是能消化的。本文对花鲢各养殖阶段的食料分析得出,其主要的浮游植物种类大部分是所谓“不能消化”的种类,和 Савина (1965) 对白鲢的摄食选择比较,却有相同之处。白鲢对裸藻、囊裸藻、小球藻、四角藻、栅藻都有很高的选择性。本文对花鲢食料分析表明,以上种类同样有较高的选择指数,是一些偏爱的种类。另外,原认为不能消化的浮游植物种类都是浮游动物的食料,它们在养鱼池中起着生态平衡的作用,直接和间接地影响着花鲢的摄食。确定鱼类对食料的消化与否是鱼类消化道中有或没有与食物成分对应的水解酶,难以从食物的形态学上确定其能否被消化。

2. 花鲢既以浮游植物为食料,又以浮游动物为食料,而且浮游植物和浮游动物的数量高峰出现的先后,轮流影响着花鲢的摄食强度,因此由食料数量影响花鲢的摄食量的变化,浮游植物与浮游动物有同样重要的意义。但是在质量上,浮游动物的热能高于浮游植物,浮游动物显得比浮游植物更为重要。花鲢的能值比枝角类和桡足类低,即使因食物成分质量的提高使花鲢肉的热量提高,使花鲢和枝角类、桡足类处于同一能级。那末,影响花鲢的产量如同影响浮游甲壳类的产量一样,是养鱼池中有足量营养丰富的悬浮物,包括人工饵料。

参 考 文 献

- [1] 中国淡水养鱼经验总结委员会, 1982。中国淡水鱼类养殖学, 236~340。科学出版社。
- [2] 中国医学科学院卫生研究所, 1981。食物成分表, 140~141。人民卫生出版社。
- [3] 王家楫, 1961。中国淡水轮虫志, 21~235。科学出版社。
- [4] 王渊源, 1976。两种浮游动物的热值测定。动物学杂志, 1:47。
- [5] 朱 薰, 1982。鱼类对藻类消化吸收的研究。水生生物学集刊, 7(4):547~550。
- [6] 湖鸿钧等, 1980。中国淡水藻类, 9~368。上海科学技术出版社。
- [7] 蔡仁达等, 1962。应用示踪原子研究青草鲢鳙等鱼类对单细胞绿藻的消化吸收机制。原子能科学技术, 3:231~234。
- [8] 倪达书等, 1954。花鲢和白鲢的食料问题。动物学报, 6(1):59~71。
- [9] 倪达书, 1959。草青鲢鳙的饲养方法。太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会议论文集。
- [10] 顾铁凡等, 1960。提高鱼苗养成夏花成活率的饲料方法。水生生物学集刊, 2:105~133。
- [11] 勃鲁茨基, Е. В. (曾炳光等译), 1965。天然水域鱼类营养研究指南, 27~52。科学出版社。
- [12] Карякин, Г. С. И ИД. 1962。Методика определения калорийности в малых навесках. Руководство по методике исследований физиологии рыб, 147—150. Издательство Академии Наук СССР, Москва。
- [13] Савина, Р. А., 1965。Фильтрационное питание белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Val) Вопросы иктиологии, Т.5, В.1, 34。

THE FOOD ORGANISMS OF POND-CULTURED BIGHEAD *ARISTICHTHYS NOBILIS* (RICH.)

Wang Yuanyuan

(*Xiamen Fisheries College*)

ABSTRACT The prey-predator relationship between the plankton and the pond-cultured bighead at every growing stage has been studied in this paper. The fish consumes the same species of phytoplankton, but it takes different species of zooplankton at its every growing stage. The abundance of phytoplankton as well as zooplankton in the pond are of the same importance in the feeding intensity of the fish. Since the zooplankton has higher calorie than that of phytoplankton, it becomes more important in terms of quality. It is considered that the factor which influences the production of the bighead is the abundance of suspended nutritive matters in the water. So it is not necessary to divide the phytoplankton into "digestible or "undigestible".

KEYWORDS pond culture, *Aristichthys nobilis*(Rich.), food organism, food webs, energy