

# 长沙市利用城市污水养鱼的调查报告\*

湖南省肉食水产公司

何勤业

## 引 言

利用城市污水养鱼，这是随着城市建设和工农业生产发展而提出的一种新的养鱼方法。长沙市有关部门从1957年起就开始进行了试验，几年来，在生产上已取得比较显著的成效。到目前为止，全部或部分地利用城市污水养鱼的水面已有7,235亩（其中1964年改建或扩建的水面有3,200亩），约占市郊养殖总水面的40%；全市已利用的城市污水量平均每天有51,000吨（其中包括一部分灌溉农田菜地的污废水利用量）；污水池塘中生产的鲜鱼，到1964年底止，累计产量已达300余万斤，其中有的污水池塘平均亩产超过千斤。

为了促进城郊养鱼和今后进一步发展污水养鱼的生产，提供一些科学数据，作者从1962年10月起至1964年底止，在长沙市对利用城市污水养鱼进行了初步的调查和观察工作。本文的主要调查和观察工作，是在陈家湖和跃进湖进行的，这是长沙市利用城市污水养鱼最早的两个生产单位，也是目前长沙市利用城市污水养鱼的主要生产单位之一。由于作者水平有限，加之仪器工具十分简陋和缺乏，谬误之处敬请各位专家批评指正。

## 一、利用城市污水养鱼的主要技术经验

**（一）鱼池的选择** 利用城市污水养鱼的池塘，其形状、地势、面积、池水深度等皆与水质的变化有较密切的关系。根据长沙市的经验：

鱼池的形状，一般以纵长形，具有一定弯曲度、且进出水口的位置不在一直线上、处于缓慢地流水状态的效果较好。因为纵长形状的池塘，可以使污水入池后逐渐地与池水均匀相混，有利于污水的净化和营养物质的分布；污水进水口与池水出水口位置不在一直线上，这是为了遇到暴雨时，湖水骤涨，纵长形的鱼池变成过水道，将全部池水冲成混浊状态而不利于鱼类，并且可以避免产生短流，尽可能地减少大面积的死角地带，延长污水在池塘内的贮存时间，有利于污水的处理净化和利用。

鱼池的地势，最好选择进口处稍高，出口处略低，能使池水自动排洩，免去排灌设备，以节省人力物力。

鱼池的面积，一般以100~300亩左右比较合适，若水面过大，目前在经营管理上可能会

\* 本文承上海水产学院鱼类养殖教研组谭玉钧、雷慧谔、施正峰、祝皓明等诸位先生以及南海水产研究所费鸿年教授审阅，并提出了许多宝贵的意见，特此致谢。在工作中得到我公司领导和长沙市城市建设局领导的大力支持和鼓励，并承长沙市污废水中心试验站的同志和长沙市卫生防疫站张雄医师提供了有关水质理化性状和卫生学方面的观察测定资料，特向他们表示衷心的感谢。

带来一些困难：若水面过小，净化污水的能力有限，水质不易控制，极易发生水质突然恶化，使生产遭受损失。

池水的深度，以2米左右比较适宜，若池水过深，常因底层氧气不足而影响污水正常净化的效果，同时，鱼类起水率也稍差；如果池水过浅，则鱼类的栖息活动范围和净化污水的总数量会受到影响。

以陈家湖为例来看，湖略呈三角形，湖深一般为1.7~2.3米，最浅处为0.3米，面积为108公顷\*；养鱼后池水经北面的出水口，流入另一个湖重复利用后再排入浏阳河。在污水入池前进水口处，有一个面积为4亩左右的小池塘（沉淀池），能起沉淀作用。

**（二）污水的排放与水质控制** 城市污水可分为生活污水和工业污废水两类。生活污水主要是居民的淘米、洗菜、洗衣裳、沐浴等的废水，人们的剩菜残食和粪便、垃圾等，因此，大多比较肥沃，且没有危害鱼类的毒害物质。工业污废水的性质远比生活污水复杂，从渔业角度出发，可分为有毒和无毒两种。第一种是肉类联合加工厂、农副产品和畜产品加工厂、酿酒厂、面粉厂、粉丝厂、制糖厂、糖菓糕点厂、罐头食品厂等处排放出来的污废水，其性质与生活污水比较相近，一般不含有危害鱼类的毒害物质，只要经过简单的处理，就可以利用来养鱼。第二种是印染、化工、橡胶、制药、冶金、印刷、造纸等工厂排放的污废水，通常含有浓度很高的金属离子、酸、硷和其它有毒物质，若直接注入鱼池，将会对鱼类造成严重的危害。

长沙市目前采用合流系统的污水排放方法，也就是以城市生活污水为主，尚有一部分工业污废水和雨水的混合污水，经同一个地下管道或污水沟渠直接注入鱼池。例如流入陈家湖和跃进湖的城市污水，都是以生活污水为主，尚有一部分工业污废水和雨水的混合污水。这种合流制系统的污水排放方法的优点是：一小部分有毒害的工业污废水，与雨水及大量的生活污水相混合以后，起了良好的稀释作用，经长沙市污废水中心试验站和长沙市卫生防疫站多次测定，陈家湖和跃进湖的污水性质如下： $\text{pH}$  7.1~7.5，溶氧量为0~3.74毫克/升， $\text{NO}_3\text{-N}$  0.25~1.30毫克/升， $\text{NO}_2\text{-N}$  0.04~5.75毫克/升， $\text{NH}_4\text{-N}$  1.01~5.40毫克/升， $\text{PO}_4\text{-P}$  0.20~1.64毫克/升， $\text{SO}_4\text{-S}$  7.04~85.00毫克/升， $\text{K}$  21.0~37.5毫克/升，耗氧量 10.42~65.00毫克/升，悬浮物（主要是有机物）41~373毫克/升；一般情况下排入鱼池的污水中，不含有危害鱼类的有毒物质，有时偶或检得，通常也不超过危害鱼类的毒量<sup>[9]</sup>。因此，不需要再经过复杂的处理，就可以把城市污水直接排放入鱼池，如流入陈家湖的污水来源中，据测某电器厂电镀车间的废水，氰化物含量高达4毫克/升以上，但水量不多，一般每天只有4~5吨，所以，与大量的生活污水、雨水以及其它无毒的工业废水（主要是冷冻加工厂的冷却废水每天约有2,000吨）混合以后，氰化物的含量下降到用一般普通的化学方法无法测出的程度。并且，这些混合污水在污水沟渠中长途曝气充氧，沿途阻拦沉淀，也起了一定的预处理作用。城市污水入湖之前，又经过沉淀池的沉淀，因此，陈家湖和跃进湖迄今还没有发生过危害鱼类的严重事故。

污水的排放次数和数量，根据长沙市的经验，以少量多次、细水长流为原则。如流入陈

\* 近二年来，由于陈家湖不断进行扩建，1963年冬经实测其水面，高水位时为181亩，若除沉淀池4亩，净化带40亩外（污水浓度较高，一般情况下我们很少发现鱼类进入该区域内栖息活动），实际能利用来养鱼的安全利用带水面则为140亩；枯水位时，水面只有130亩左右，除沉淀池、净化带外，安全利用带只有100亩左右。

家湖的污水，是根据自然水系，常年不分昼夜源源不断地直接排放入池，在沒有雨水的季节，經測定每天流入陈家湖的污水为5,900吨，平均每天流入每立方米水体的污水量为25公斤(高水位时)，降雨时虽然入湖的污水量陡增，但是，因大量的雨水稀释之后，污水的浓度也显著减低了。污水的排放，同时还要結合季节气候、温度、水质等具体情况来控制。其方法是采取結合降雨，調节魚池的水位，通过排灌污水或清水的措施来实现。因为，通常开始降雨初期，流入魚池的污水浓度較高，之后，污水浓度逐渐降低，基本上可視作清水；污水浓度高峰出現的时间，視降雨的强度而定，并与污水沟渠的流程长短有关，一般中等强度的降雨，污水流程在5公里以内，降雨后1~2小时，流入魚池的污水浓度較高，之后逐渐降低。因此，可以根据池水的具体情况确定排灌污水或清水。如果池水很肥，需要灌溉清水，可以采取在降雨后打开出水口閘門的拦水板，放走一部分过肥的池水和降雨后1~2小时以内流入魚池的污水，让其好似在过水道中一样，通过魚池排出，之后，关闭出水口閘門的拦水板，留蓄貯存降雨后期（具体时间要視降雨强度而灵活掌握）流入魚池的清水，多余的水源则从拦水板顶部溢出魚池；若池水較瘦，需要灌注污水，除平时每天留蓄排放入池的污水以外，可以在降雨后，迅即抬高出水口閘門拦水板的位置，提高水位，截留降雨初期流入魚池浓度較高的大量污水，后期流入魚池的清水，則流經魚池水面从出水口閘門的拦水板顶部溢出魚池，这样就留貯了污水，排洩了清水。从这几年的实践結果来看，这是污水养魚生产中行之有效、比較簡便的一种控制水质、排灌污水的方法。

### (三) 魚类的放养

1. 以白鲢为主，进行混养。利用城市污水养魚，主要是通过污水来培肥水质，使浮游生物和部分底栖生物等天然饵料生物大量繁生，为魚类提供丰富的食物。根据这个特点，魚类的放养品种，目前长沙市是以摄食浮游生物的鯉、鱮魚作为主要对象；此外，再酌量放养一些青魚、草魚、鯉、鯽、鰱、鲂、鳊等魚类。一般放养的比例是：鯉魚占放养总数的75~90%，鱮魚5~20%，其它魚类2~10%。茲将陈家湖近几年来魚类放养情况列成表1；根据这几年魚类的生长、魚产量和魚池中浮游生物の利用等情况来看，鱮、鯉魚比鯉魚生长要快。浮游动物及一些底栖动物未被充分利用，数量还甚丰盛。因此，魚类的放养比例有必要加以調整。作者认为，鯉魚应調整到占放养总数的50~60%，鱮魚25~30%，其它魚类15~20%可能是比較合适的。值得注意的是：1964年在車屯渡漁場試养了一批鯉(♂)×鱮(♀)和鱮(♂)×鯉(♀)杂交魚种，目前生长情况頗佳，看来，这在污水养魚生产中将是一种很有发展前途的优良品种。

2. 魚种放养密度和方法。魚种放养的规格一般以体长5寸以上的較好，如放养半斤以上的魚种則更好；因为，个体較大的魚种成长快，对病害的抵抗能力强，成活率較高。放养的密度，长沙市目前一般每亩放养4~5寸的春片魚种1,000~1,200尾，或者半斤左右的魚种每亩放养500~600尾，若采用輪捕輪放的办法，放养密度还可以适当增加15~20%。

在成魚池里套养夏花魚种，飼养到当年冬天一般可达半市斤左右的魚种，翌年5~6月間长到1~1.5市斤上市，这是长沙市陈家湖等生产单位普遍采用的一种放养办法。因此，采用套养的陈家湖，通常在7~8月間放养一批体长3~4寸的魚种，这样使每亩放养的密度增加到1,500~2,000尾。但是，1959年放养密度高达2,903尾/亩，結果引起了商品魚上市规格的下降。因此，放养密度不宜过高，不然极易引起魚类浮头和影响魚类生长。

表 1 陈家湖历年鱼类放养及产量情况表\*

年度	放养总数 (尾)	放养规格 (寸)	放养数量 (尾)	放养时间 (年、月)	放养 总重量 (斤)	鱼池 面积 (亩)	平均 每亩 放养 (尾)	平均 每亩 放养 (斤)	放养比例		起水上 市总量 (斤)	存塘 鱼种 重量 (斤)	平均每亩产量		备 注
									鲤 (%)	鳊 (%)			毛产量 (斤)	净产量 (斤)	
1956	76,000	4	76,000	1956.2	3,800	73	1,041	52	80	10	22,000	半湖	361	219	系采用一般人工饲养方法养鱼
1957	117,000	4	75,000	1957.1	5,850	73	1,602	80	30	15	44,800	5000	615	602	自本年起开始利用城市污水养鱼。半斤左右的鱼种不起水存塘继续饲养。
		3	37,000	1957.3											
1958	85,000	7-8	10,000	存塘鱼	8,750	73	1,181	120	73	20	86,400	干湖	1,184	1,064	
		4	73,000	1958.7											
1959	299,000	3	120,000	1959.1											7月份套养在成鱼池里的春片鱼种隔年起水。
		4	105,000	1959.3	10,500	103	2,903	102	90	5	107,500	15,000	1,042	1,085	
1960	160,000	4	71,000	1959.7											
		7-8	40,000	存塘鱼											
1961	152,000	4	60,000	1960.1	22,000	103	1,553	223	80	15	141,000	干湖	1,400	1,177	
		3	60,000	1960.8											
1962	220,000	7-8	32,000	存塘鱼	22,000	108	1,402	234	85	10	104,000	25,000	993	991	上年年底干湖后半斤左右的鱼种仍留湖继续饲养。
		4	120,000	1961.2											
1963	125,000	7-8	50,000	存塘鱼	33,500	108	2,037	308	87	10	111,700	干湖	1,370	1,082	干湖后,半斤左右的鱼种在干湖后继续饲养。3月份放养1寸春片鱼种5万尾,8月份放13万尾。
		4	170,000	1962.2 1962.8											
1964	200,000	7-8	32,000	存塘鱼	27,000	108	1,155	250	80	18	125,000	26,000	1,160	1,150	此外尚有3000尾上年存塘鲤、鲫鱼在年初放养池内。
		4	90,000	1963.2											
1965	200,000	7-8	20,000	存塘鱼	34,500	108	1,851	319	90	7	128,000	40,000	1,185	1,236	
		4	170,000	1964.1											
		鲤鲫	10,000	存塘鱼											

\* 由于缺乏历年的原始记录,表列放养数、产量系根据经办人员的记录和上市尾数算出。故此表数字基本正确,仅供参考。

套养的鱼种，一般在冬季不起水，如干湖清塘消毒，则起水后移至别的鱼池暂养，然后放回鱼池继续饲养。

3. 轮捕轮放。通常每年可捕捞3~5次，即在国际劳动节和端午节、国庆节和中秋节、元旦和春节捕捞鲜鱼上市。放养以春节前后为主，常占放养总数的70~80%，其余的鱼种和套养鱼种，结合每次捕捞，根据当时的水质、存塘鱼密度和生长情况以及季节气候等具体条件，灵活掌握。有时一次放足，分批起水。一般国庆和中秋、元旦和春节捕捞年初放养的4~5寸的鱼种，这时它们已长到1~1.5斤，可作为商品鱼上市；国际劳动节和端午节则捕捞年初放养的半斤左右的鱼种，这时已长到1~1.5市斤可供市场。这就是说，年初放养的春片鱼种在下半年起水，下半年套养的夏花鱼种隔年在5~6月间起水。

4. 饲养管理。首先是坚持对鱼池进行定期的清塘消毒，这在利用污水养鱼生产中具有特别重要的意义。长沙市几个利用城市污水养鱼的地方，大多每隔1~2年就用生石灰进行一次彻底的清塘消毒，几年来没有发生过严重的病害。清塘消毒通常结合冬季捕捞放干池水时进行，清除一部分池底淤泥，让日光曝晒改良池底土壤结构和通气状况，以促进有机物质分解。清塘消毒药物以生石灰效果最佳，因为，生石灰清塘后，其碳酸盐类能调节池水pH值，使池水具有一定的缓冲作用，从而减轻污水对鱼类和其它水生生物的危害。其次，及早放养，长沙地区气候比较温暖，冬季一般无冰封现象，放养季节适当提早对鱼类生长有利。目前一般在春节前后就放养，并坚持常年灌注污水，使鱼类能摄食丰富的饲料。

在饲养过程中，一般的日常管理工作和防治病害工作，与普通养鱼方法大体相同。

## 二、污水养鱼生物学基础的观察

1. 浮游生物的种类组成 从1963年2月至1964年2月，在陈家湖和跃进湖分别进行了21次观察。据初步鉴定，浮游生物共有138属，其中浮游植物67属、浮游动物71属；陈家湖和跃进湖的浮游生物种类组成情况大体相同。每次采水样鉴定时，通常都能发现60~70属浮游生物，由此可见，浮游生物的种类是比较丰富的。常见的浮游生物主要有：隐藻 (*Cryptomonas*)、黄丝藻 (*Tribonema*)、角甲藻 (*Ceratium*)、壳虫藻 (*Trachelomonas*)、扁虫藻 (*Phacus*)、眼虫藻 (*Euglena*)、片藻 (*Merismopedia*)、微胞藻 (*Microcystis*)、颤藻 (*Oscillatoria*)、针杆藻 (*Synedra*)、卵形藻 (*Cocconeis*)、桥穹藻 (*Cymbella*)、菱形藻 (*Nitzschia*)、脆杆藻 (*Fragilaria*)、直链藻 (*Melosira*)、舟形藻 (*Navicula*)、衣藻 (*Chlamydomonas*)、实球藻 (*Pandorina*)、空球藻 (*Eudorina*)、针连藻 (*Ankistrodesmus*)、栅列藻 (*Scenedesmus*)、十字藻 (*Crucigenia*)、集星藻 (*Actinastrum*)、团藻 (*Volvox*)、小球藻 (*Chlorella*)、月牙藻 (*Selenastrum*)、表壳虫 (*Arcella*)、砂壳虫 (*Diffugia*)、榴弹虫 (*Collops*)、草履虫 (*Paramecium*)、狭盗虫 (*Strobilidium*)、急游虫 (*Strombidium*)、似铃壳虫 (*Tintinnopsis*)、多肢轮虫 (*Polyarthra*)、臂尾轮虫 (*Brachionus*)、晶囊轮虫 (*Asplanchna*)、三肢轮虫 (*Filinia*)、秀体溞 (*Diaphanosoma*)、裸腹溞 (*Moina*)、象鼻溞 (*Bosmina*)、溞 (*Daphnia*)、剑溞 (*Cyclops*)、无节幼虫 (*Nauplius*) 等属，普通养鱼池塘里比较常见的浮游生物种属，在利用污水养鱼的陈家湖、跃进湖里也大体都能发现。

主要的优势种类，枝角类的裸腹溞、美女溞、秀体溞、盘肠溞以及桡足类的剑溞和无节幼虫在整个观察期内，尤其在3~4月和9~10月间数量相当丰富；轮虫类的臂尾轮虫在4~5月

間一度出現高峰；眼虫藻則在6月份以后天气已比較炎熱的時候才大量繁生；隱藻是在10月份以后出現高峰。这种浮游生物的变化情况和一般規律是相符合的。

从漁業角度来看浮游生物的种类組成情况，浮游动物与易消化性浮游植物有90属，占浮游生物种类总数的2/3，并且，枝角类和橈足类常成为主要优势种群，这就給魚类的生长提供了十分优良的餌料基础。

2. 浮游生物的数量和生物量 观察結果见表2、表3。

表2 陈家湖、跃进湖浮游植物数量

单位：万个/升

湖名	采样月份	观察次数	浮游植物				备注
			总数	易消化性浮游植物数量	难消化性浮游植物数量	微細浮游植物数量	
陈家湖	1963年2月	1	4834	855	2234	1745	如一个月內观察3次以上者，表列数字皆系平均数，后同。
	1963年3月	3	6940	1130	3372	2438	
	1963年4月	2	9462	869	3978	4615	
	1963年5月	3	9895	651	2830	6411	
	1963年6月	2	8118	472	3786	3860	
	1963年7月	1	7735	443	3132	4160	
	1963年8月	1	9405	318	1170	7917	
	1963年9月	1	10263	458	2975	6830	
	1963年10月	3	6660	896	2544	3220	
	1963年11月	1	6747	1351	2426	2970	
	1963年12月	1	7034	1291	2659	3085	
	1964年1月	1	4631	821	1695	2115	
	1964年2月	1	359	47	109	203	
	观察期內平均数值		7083	738	2531	3814	
跃进湖	1963年2月	1	3447	215	935	2347	
	1963年3月	3	4188	308	1419	2461	
	1963年4月	2	7886	359	1590	5937	
	1963年5月	3	5439	273	1369	3797	
	1963年6月	2	6227	240	1298	4689	
	1963年7月	1	6943	312	1088	5543	
	1963年8月	1	8191	396	1031	6767	
	1963年9月	1	6226	552	989	4685	
	1963年10月	3	6592	762	1347	4483	
	1963年11月	1	5326	424	945	3957	
	1963年12月	1	4496	652	1078	2766	
	1964年1月	1	3844	388	858	2598	
	1964年2月	1	1649	185	375	1089	
	观察期內平均数值		5420	390	1105	3925	

3. 浮游生物的区域分布 作者在进行浮游生物的种类和数量观察时，曾注意到陈家湖有比較明显的浮游生物区域分布現象。在污水入口处兩側的魚池边緣水表面，尤其在清晨常聚集着成群的枝角类，主要的种类有裸腹溞、美女溞等，在通常的情况下，这一区域里枝角类也特別多；在池水出口处，則浮游植物，特別是魚类难消化的藍藻和綠藻以及微細浮游植物的种类較多；在魚池的1/3和中間区域，則是浮游动物、植物种类最多，組成情况也是最复

表3 陈家湖、跃进湖浮游动物数量及生物量

湖名	采样月份	浮游动物数量(个/升)					浮游动物生物量(克/米 <sup>3</sup> )				
		原生动物	轮虫类	枝角类	桡足类	浮游动物总数	原生动物	轮虫类	枝角类	桡足类	浮游动物总量
陈家湖	1963年2月	10450	5450	432	645	16977	0.3135	3.8150	43.2000	6.1500	53.7785
	1963年3月	42567	12300	290	501	56667	1.2770	8.6100	29.9000	5.0100	44.7970
	1963年4月	114175	29500	425	115	144245	3.4253	20.6500	42.5500	1.4500	68.0753
	1963年5月	47550	31460	922	676	80614	1.4265	22.0267	92.2333	6.7900	122.4765
	1963年6月	21875	6900	620	141	29536	0.6563	4.8300	62.0000	1.4150	68.9013
	1963年7月	12850	5963	449	307	19569	0.3855	4.1741	44.9000	3.0700	52.5296
	1963年8月	7225	3420	262	478	11385	0.2168	2.3940	26.2000	4.7800	33.5908
	1963年9月	65750	18650	361	229	84990	1.9725	13.0550	36.1000	2.2900	53.1175
	1963年10月	38968	24853	628	354	64800	1.1690	17.3971	62.8000	3.5400	81.9061
	1963年11月	25450	13650	284	468	39852	0.7633	9.5550	28.4000	4.6800	43.3985
	1963年12月	17650	7750	173	202	25775	0.5295	5.4250	17.3000	2.0200	25.2745
	1964年1月	2950	1700	69	48	4767	0.0885	1.1900	6.9000	0.4800	8.6585
	1964年2月	650	300	9	42	1001	0.0195	0.2100	0.9000	0.4200	1.5495
	观察期内平均数值	31393	12454	379	326	44552	0.9418	8.7178	37.9525	3.2612	50.8733
跃进湖	1963年2月	4650	2550	243	142	7535	0.1395	1.7850	24.3000	1.4200	27.6445
	1963年3月	13383	1333	113	173	15052	0.4015	0.9681	11.3000	1.7300	14.3996
	1963年4月	43600	4665	190	512	48967	1.3080	3.2655	19.0000	5.1200	28.6935
	1963年5月	72602	11850	396	363	85211	2.1781	8.2950	39.6000	3.6300	53.7031
	1963年6月	14575	2800	116	110	13645	0.4373	1.9600	11.6000	1.1000	15.0973
	1963年7月	11250	4850	366	294	16760	0.3373	3.3950	36.6000	2.9400	43.2725
	1963年8月	7450	3550	288	405	11693	0.2235	2.4850	28.8000	4.0500	35.5585
	1963年9月	121450	31640	374	293	153747	3.6435	22.1480	37.4000	2.8300	66.0215
	1963年10月	21850	13300	428	229	35807	0.6555	9.3100	42.8000	2.2900	55.0555
	1963年11月	7300	6150	317	482	14195	0.2190	4.3050	31.7000	4.8200	41.0440
	1963年12月	12450	6600	183	625	19853	0.3735	4.6200	18.3000	6.2500	29.5435
	1964年1月	5900	3650	84	319	9953	0.1770	2.5550	8.4000	3.1900	14.3220
	1964年2月	1650	850	27	152	2679	0.0195	0.5950	2.7000	1.5200	4.8645
	观察期内平均数值	26085	7218	240	315	32350	0.7803	5.0523	24.0335	3.1454	33.0170

注：观察次数与表2同。表列数字系平均数值。

杂的地段；这种浮游生物的区域分布现象，在一般普通养鱼池塘里是比较少见的。

4. 鱼类的食性与生长 先后共检查了167尾鳊、鳙鱼（其中鳊鱼100尾、鳙鱼67尾）的消化道，取食的种类有114属浮游生物，占陈家湖、跃进湖浮游生物种类总数的80%以上；鳊、鳙鱼消化道内充满食物的有125尾，食物比较多的有42尾，摄食强度是较高的鳊、鳙鱼消化道内主要食物种类组成情况见表4。

由于饵料丰富，摄食旺盛，故鱼类生长情况比较好。如放养在陈家湖和跃进湖里的白鳊，从鱼苗到食用鱼上市，实际饲养时间为20个月，平均体重就分别达到1412克和1831克，陈家湖实际饲养14个月的白鳊，平均体重达776.5克，而长沙市渔场清水池塘里饲养的同龄同期的白鳊，平均体重只有361克和221克（放养密度要比陈家湖小），生长速度要差2~3倍之多。污水养鱼池中的白鳊其体长与体高的比例以及生长丰满度值也都较一般鱼池的结果更为令人满意。

表 4 鱖 鱠 魚 消 化 道 內 主 要 食 物 种 类 組 成

主要食物种类 名 称		鱧				魚			鱖				魚		
		腸 道 充 塞 度				不 同 季 节 內 腸 道 充 塞 度			腸 道 充 塞 度				不 同 季 节 內 腸 道 充 塞 度		
		全 腸	前 段	中 段	后 段	春 秋	夏	冬	全 腸	前 段	中 段	后 段	春 秋	夏	冬
鱖	+++	++	++	++	++	+	+++	++	++	+	+	++	+	+++	
針 杆 藻	++	+	++	+	++	-	+	+	+	-	-	+		-	
梭 梭 藻	++	++	++	+	++	-	+	+	+			+		-	
雙 雙 藻	++	+	+	+	++	-	+	+	+	-	-	+		-	
直 直 藻	++	++	++	+	++	+	+	+	+			+		-	
舟 舟 藻	++	++	++	+	++	+	+	+	+	+	-	+	-	+	
扁 扁 藻	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	+	
眼 眼 藻	+++	+++	+++	+++	++	+++	+	++	++	+	+	+	++	-	
片 片 藻	++	++	++	+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	+	
衣 衣 藻	++	++	++	+	++	+	++	+	+	-	-	+	-	+	
空 空 藻	++	++	++	++	+	++	+	+	+	+	+	+	+	-	
新 新 藻	++	++	++	+	++	++	+	+	+	+	+	+	+	-	
鼓 鼓 藻	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+	-	
圓 圓 藻	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	+	
表 亮 虫	++	++	++	+	++	++	+	++	++	++	++	++	++	+	
砂 亮 虫	+++	+++	++	+	+++	++	+	++	++	+	+	++	++	+	
似 亮 虫	++	++	++	+	++	+	-	++	++	+	+	++	++	-	
臂 尾 虫	++	++	++	+	++	+	-	+++	+++	+++	+	+++	++	-	
多 肢 虫	+	+	+	+	+	+	-	++	++	++	+	++	++	+	
盞 腸 藻	++	++	++	+	++	+	-	+++	+++	+++	++	+++	++	+	
裸 腹 藻	+	+	+	+	+	+	-	+++	+++	+++	+	+++	++	+	
长 刺 藻								++	++	++	+	++	++	-	
美 女 藻								+++	+++	+++	++	+++	++	+	
秀 作 藻	+	+			+	+	-	++	++	+	+	++	++	-	
劍 節 虫	++	++	++	+	++	++	+	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	
无 节 虫	+++	+++	++	+	+++	+++	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	
淤 泥	++	++	++	+	+	++	+	+	+	+	+	+	-	-	

表內“+++”表示很多,“++”較多,“+”有,“-”較少。

### 三、利用城市污水养魚的經濟效益

从长沙市現已取得的成效来看,利用城市污水养魚确具有很多优点。首先,由于水质肥沃,天然餌料丰富,魚类生长較快,因此,魚产量較高,如陈家湖从1958年以来,鮮魚亩产量已連續7年比較稳定地保持在1000市斤左右,較当地一般产量要高2~3倍之多。其次,成本低、收益大、收效快。利用污水养魚的池塘,一般不需要再投施商品飼料,其它人工飼料和肥料,大大地节省了飼料和肥料費用的支出,降低了生产成本。如陈家湖生产每百斤鮮魚只需魚种、网具折旧和葯費(主要是清塘消毒用的生石灰)开支計12元,比当地其它一般



表 5 陈家湖和跃进湖的白鲢生长情况

组别	标本来源* <sup>1</sup>	鱼名	年龄 (冬龄)	数量 (尾)	实际* <sup>2</sup> 饲养期 (个月)	平均 体重 (克)	与清水池 饲养的 比较增重 百分比 (%)	平均 体长 (厘米)	平均 体高 (厘米)	体长/ 体高	丰满度* <sup>3</sup> (克/ 厘米 <sup>3</sup> )	采 样 时 间
I	陈家湖 跃进湖 长沙市渔场	白鲢	1	20	8	263	153	23.1	7.0	3.3	2.13	1963.12
		白鲢	1	20	8	274	163	23.0	7.1	3.2	2.25	1963.12
		白鲢	1	20	8	104		17.2	4.5	3.8	2.04	1963.12
II	陈家湖 跃进湖 长沙市渔场	白鲢	2	30	20	1412	191	40.0	12.5	3.12	2.15	1963.12
		白鲢	2	30	20	1831	307	44.0	14.2	3.1	2.21	1963.12
		白鲢	2	26	20	361		29.0	7.2	4.0	1.48	1963.12
III	陈家湖 长沙市渔场	白鲢	2	38	14	776.5	251	34.9	10.97	3.18	1.83	1964.6
		白鲢	2	30	14	221		23.2	8.5	3.85	1.77	1964.6

\*<sup>1</sup> 标本来源：陈家湖与跃进湖为利用城市污水养鱼的池塘；长沙市渔场系清水池塘饲养鱼类。

\*<sup>2</sup> 实际饲养期：系从鱼苗培育算起。

\*<sup>3</sup> 丰满度 = 体重(克)/体长(厘米)<sup>3</sup> 即： $K = W \times 100/L(\text{cm})^3$

养鱼方法的成本要低一半多。再次，运销方便，能提高鱼类的品质和鲜活度。由于利用污水养鱼的地方，大多距市区较近，交通方便，在很短时间內就能将鲜鱼运往市区出售供应，因此，鱼的品质和鲜活度都较好。此外，能净化污水改善城市环境卫生。利用污水养鱼的池塘，好比是一座“污水处理工厂”，在各种水生生物的作用下，不断地处理和净化着数以千吨计的城市污水，化有害为无害，既改善了城市的环境卫生，又为国家节省了大批的建造污水处理厂所需的基建投资和经常性维修、管理费用的支出。

食用污水饲养出来的鲜鱼，对人体健康没有影响。据长沙市卫生防疫站近几年来多次检验的结果，除鳞片、鳍、鳃等直接与污水相接触的部分，细菌数量多一些以外，鱼肉部分与一般鲜鱼没有什么区别，且鱼体各部分都没有发现危害人体健康的致病菌和寄生虫卵，同时，经广大人民食用后，迄今尚未听到各种不良的反映，所以，在食用时只要把鱼洗净煮熟，对人体决无危害。

#### 四、结 语

1. 利用城市污水养鱼的池塘，一般以纵长形、具有一定弯曲度、且进出水口的位置不在一直线上、处于缓慢地流水状态的效果较好；鱼池的地势最好进水口稍高，出口处略低；鱼池的面积一般以100~300亩左右比较合适；池水的深度以2米左右为宜。

2. 有毒工业污水量不大的情况下，采用合流制系统的污水排放方法，可以使一部分含有毒物的工业污水，与大量的生活污水、雨水以及无毒的工业污水均匀混合之后，起了良好的稀释作用；并且，这些污水流经污水沟渠时，沿途阻拦沉淀，长途曝气充氧，实际上起了一定的处理作用；同时，污水流入鱼池之前又经沉淀池进一步得到沉淀；特别是污水流入鱼池之后，经各种水生生物的自然净化作用下，这样的水质环境，对鱼类基本上是合适的。

3. 污水的排放以少量多次、细水长流为原则，常年不分昼夜源源不断地直接排放入鱼池。污水的排放，同时还要根据季节气候、温度、水质等具体情况来控制。其方法是采取结合

降雨，调节鱼池水位，通过排灌污水或清水的措施来实现。

4. 鱼类的放养要符合污水养鱼的特点。放养的品种以摄食浮游生物的鳊、鲮鱼为主，另外再酌量放养一些青鱼、草鱼、鲤、鲫、鳊、鲂、鳊等鱼类。放养的规格一般以 5 寸以上的鱼种较好，如放养半斤以上的鱼种则更好。放养密度一般每亩放养春片鱼种 1,000~1,200 尾或半斤左右的鱼种 500~600 尾；若采用轮捕轮放的办法，放养密度还可适当增加 15~20%。在成鱼池里套养夏花鱼种，能够充分合理利用水体，有利于提高鱼产量。轮捕轮放在污水养鱼生产中是一个有效的增产措施。放养季节适当提早对鱼类生长有利。

5. 污水养鱼生产中，坚持进行定期的清塘消毒具有特别重要的意义。清塘消毒药物以生石灰效果最佳。

6. 污水养鱼池塘里，天然饵料生物十分丰富；普通养鱼池塘里常见的浮游生物种类在污水养鱼池塘里也大体都可以发现；浮游生物的数量也相当丰盛，如陈家湖平均每升池水中浮游植物 7,083 万个、浮游动物有 44,552 个、折生物量为 50.8733 克/米<sup>3</sup>。

7. 由于饵料丰富，鱼类摄食也相当旺盛，故生长情况比较良好；其生长速度、体长与体高的比例以及生长丰满度值也都较一般鱼池的结果令人满意。

8. 利用城市污水养鱼的优点：首先是由于水质肥沃，天然饵料丰富，鱼类生长较快，因此，鱼产量较高。其次，成本低，收益大，收效快。再次，运销方便，能提高鱼类的品质和鲜活度。此外，能净化污水改善城市环境卫生，并为国家节省了大批的建造污水处理工厂所需的基建投资和经常性维修、管理费用的支出。

### 参 考 文 献

- [1] 上海水产学院主编，1961，池塘养鱼学，农业出版社。
- [2] 上海水产学院主编，1962，水产资源学，15—17 页，农业出版社。
- [3] 上海水产学院水产养殖系 1959 级学生编，1959，池塘养鱼学，100—106 页，高等教育出版社。
- [4] 王家骅，1960，中国淡水轮虫志，科学出版社。
- [5] 中国淡水养鱼经验总结委员会，1960，中国淡水鱼类养殖学，科学出版社。
- [6] 何勤业，1964，长沙市利用城市污水养鱼的技术经验，29—31 页，中国水产 1964 年第 8 期。
- [7] 哈尔滨建筑工程学院给水排水教研组编，1961，水化学及水微生物学，20—22 页、248—271 页，中国工业出版社。
- [8] “排水工程”教材选编小组编，1961，排水工程，上册 143—150 页，下册 5—15、239—229 页，中国工业出版社。
- [9] 张雨元等，1959，工业污水对鱼类影响研究，太平洋西部渔业研究委员会第五次全体会论文集，5—12 页，科学出版社。
- [10] B. O. 博克上等，生活污水的处理（中译本），7 页，10—16 页，1957，高等教育出版社。
- [11] F. H. 巴甫洛夫斯基，B. H. 查金主编，仓之古等译，淡水生物研究法，1962，165—240 页，科学出版社。
- [12] Smith M., 1959, The Fresh-Water Algae of the United States, 1950, London.

## REPORT ON THE SURVEY OF SEWAGE WATER USED FOR FISH CULTURE IN THE MUNICIPALITY OF ZHANG SHA

*Meat and Fish Products Company of Hunan Province.*

He Qin-ye

### ABSTRACT

Since 1957, an experiment on utilizing domestic sewage water for fish culture has been carried on by the municipality of Zhang Sha. A total surface area of 7,235 mows are used, which utilize completely or partially sewage pollution for fish culture. The average amount of sewage water used daily is about 51,000 tons, and up to the present, more than 3 million catties of pond fishes have been produced. The productivity of some ponds has exceeded 1,000 catties per mow.

The desirable shape and size of the fish pond should be rectangular and slightly curved with a surface area of 100—300 mows. The inlet and outlet openings of the pond should not be located on a straight course, and the elevation of the inlet must be slightly higher than that of the outlet, and the depth of the water is preferably 2 meters.

The irrigation of the sewage water into the ponds must be frequent and in small flow and long duration. In handling the sewage flow, situations of seasonal climate, water temperature, quality of water, etc., should also be considered.

The species of fish for culture are mainly plankton feeders, they are *Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys nobilis*, and some supplemental species are the *Mylopharyngodon piceus*, *Otenopharyngodon idellus*, *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus*, *Parabramis pekinensis*, *Xenocypris argentea*, and *Megalobrama terminalis*. The density of the fingerlings planted is generally 1,000—1,200 individuals of body length 13—16 cm., or 500—600 individuals of body weight 250 g. per mow. Density may be increased to 15—20%, if the process of planting and catching are alternately applied.

It is of importance to treat the ponds regularly with unslaked lime, which will help to increase the productivity of the ponds.

The benefits of using sewage water for fish culture are, the increase of the productivity of the fish pond; the less cost and more profit; easy transportation and the freshness of the fish goods; and at same time the polluted water gets to be purified.