

农 业 部 重 点 项 目

《池塘养鱼高产技术应用基础理论研究》

工 作 总 结 报 告

技 术 总 结 报 告

大 连 水 产 学 院 课 题

一 九 九 一 年 九 月

《池塘养鱼高产技术应用基础理论的研究》

工 作 总 结 报 告

一、工作概况

我院自1984年以来先后6年承担农业部水产司下达的有关《池塘养鱼基础理论研究》课题，概分为两个阶段。第一个阶段是《六五》计划后期1984—1985年，课题名称为《池塘养殖基础理论的研究》，拨款计二万元。接到任务后，组织池塘养鱼学教师、淡水渔业专业应届毕业生，成立了试验研究组，在海城市水产技术推广站的配合下，于1984——1985年连续两年在海城市西四乡渔场利用十口池塘计56亩进行了养鱼生物学技术、鱼类生长和生态系统结构等研究工作。测定并分析研究总结了以鲢、鳙为主体鱼不同放养模式高产池塘生态系统的水温、水化学等非生物学环境和浮游生物、底栖生物、鱼类等生物环境的结构；水温、营养条件、池塘基本条件、放养鱼种规格层次等因子对鲢、鳙、鲤生长的影响，高产池塘主要生态因子对鲢、鳙生长的影响作用等鱼类生长规律；中国北方温度和日照特点及其对池塘养鱼的影响；静水池塘养食用鱼缩短养殖周期的关键技术、提高单产的有效生物学技术和放养模式等生物学技术。

第二阶段是《七五》计划期间1987——1990年，课题名称为《池塘养鱼高产技术应用基础理论的研究》，拨款计4万元。在前个阶段工作的基础上，该阶段的试验研究工作内容有所深入和扩大，参与工作的研究人员的数量和学科都较多，取得的成果也是可喜的。根据该课题的主要研究内容的具体要求，先后组织池塘养鱼学、淡水生物学、淡水化学、动物学、微生物学、组织胚胎学和鱼类生理学等7门课程17

名教师（其中2名教授、6名副教授、3名讲师）、3名硕士研究生，以及每年平均10名应届本科毕业生和30名三年级本科生，分别在吉林省镇赉劳改总队渔场和校内实验室进行野外和室内试验观察和测示工作。在野外试验过程中，有关教师亲临现场蹲点，并指导硕士生、本科生进行具体试验测示工作，并把淡水化学、淡水生物和微生物有关仪器设备带到现场，建立相应实验室，保证了实验数据的可靠性。

该阶段的4年中，1987年进行人员、物质和资料等方面的准备工作，同时，开展了鲢、鳙、白鲫、尼罗罗非鱼和青鱼摄食器官发育生物学的部分研究工作；1988年、1989年和1990年在吉林省镇赉劳改总队渔场分别利用鱼池6口60.5亩、6口38亩和7口74亩进行了放养模式等养鱼生物学技术研究和养鱼池塘生态系统结构特点、能量流动等生态系统测示研究，同时，在校内实验室进行了主要养殖鱼类摄食器官发育生物学和主要消化酶的比较研究。

通过6年来的系统而深入的研究工作，较好的完成了本课题的主要研究内容，共撰写专题论文28篇，其中关于养鱼高产池塘生态系统的研究论文11篇，池塘养鱼生物学技术的研究论文3篇，池塘主要养殖鱼类的摄食器官胚后发育生物学和发育组织学的研究论文10篇，主要养殖鱼类的主要消化酶的比较研究论文4篇。

二、主要研究内容和指标的完成情况

我们对农牧渔业部水产局下达的项目计划和批准的我院上报的《计划任务书》的主要研究内容和指标（见文件汇编）执行和完成的情况概述如下：

（一）养鱼高产池塘生态系统结构特点和能量转换的研究

农牧渔业部水产局下达的项目计划，要求研究池塘养殖生态系统、鱼池能量转换。我们先后在海城市西四渔场和吉林省镇赉劳改总队渔场

分别对以鲢、鳙为主体鱼高产池塘和以鲤为主体鱼高产池塘的生态系统、能量流动（转换）进行了系统研究，总结并撰写了养鱼高产池塘生态系统结构和能量流动（平衡）论文。填补了我国养鱼高产池塘生态系统研究的空白。

（二）鱼类生物学的研究

农牧渔业部水产局下达的项目计划，要求研究池塘养殖鱼类生物学；提出鱼类在池塘养殖环境中生长规律与各因子间的相互关系。我们在对养鱼高产池塘生态系统非生物环境条件、生物环境条件和鱼类生长速度进行系统测定的基础上，总结并撰写了《高产精养池塘中生态因素对鲢、鳙生长速度的影响作用的研究》和水温、营养因子（条件）、放养鱼种规格层次、密度、轮捕和池塘鱼类贮存量对鲢、鳙、鲤等主要养殖鱼类生长速度的影响。同时，我们还系统研究了鲢、鳙、白鲫、尼罗罗非鱼等主要养殖鱼类摄食器官发育生物学，以及草鱼、鲤、鲢、鳙、尼罗罗非鱼等主要养殖鱼类的蛋白酶、淀粉酶、脂肪酶等主要消化酶的比较研究，并撰写了专题论文报告。

（三）池塘养鱼生物学技术的研究

农牧渔业部水产局下达的项目计划，要求在研究池塘生态系统和鱼类生物学的基础上建立池塘最佳生产模式。我们于1979—1990年在金州养殖试验场、海城市西四乡渔场和吉林省镇赉劳改总队渔场总计利用池塘38口计193亩，进行了五种放养模式的比较试验研究，分析总结了《鲤鱼苗当年养成食用鱼放养模式》、《以鲢、鳙为主体鱼的放养模式》和《以鲤为主体鱼的放养模式》等池塘养食用鱼高产放养模式，并分别撰写成论文。

三、体会和建议

（一）几点体会

1、充分发挥多学科协作的优势

本课题的研究内容广泛，工作量很大，而且指标要求较高。因此，单学科和少数人是不可能圆满完成课题任务的。我们持续多年组织了7门课程不同职称的17名教师、3名硕士研究生，以及多名应届本科毕业生有分工地协调作战，有计划地开展野外和室内的试验研究工作，较好地完成了课题任务。各课组的业务分工为：池塘养鱼学课组负责制定池塘养鱼高产放养方案和养鱼现场的指挥与管理工作和鱼类生长测示等工作，淡水生物学、动物学和微生物学课组负责养鱼池塘生态系统的生物环境条件的测定和能量转换工作，淡水化学课组负责生态系统的非生物学环境条件的试验测示等工作，池塘养鱼课组与组织胚胎学和鱼类生理学课组共同负责主要养殖鱼类摄食器官胚后发育生物学和主要消化酶的比较研究工作。

2、实行科研、教学和生产三结合

本课题的野外饲养管理工作、试验测示工作和室内观察测示工作量相当大，工作性质也不相同，同时，课题的性质要求在高产精养的池塘环境条件下开展工作。因此，我们与海城市西四乡渔场和吉林省镇赉劳改总队渔场共同研究制定池塘养鱼高产试验方案，在正常进行养鱼生产的实践过程中按照科研工作的要求，开展系统地试验测示工作。为了解决科研技术力量的不足，每年安排10名左右应届毕业生在试验现场进行毕业论文工作和一个班的本科生的生产实习。多年来的实践证明，实行科研、教学、生产三结合是高校完满和完成大型科研项目的切实可行的有效途径；同时，结合生产取得的科研成果具有较好的实用价值。

3、在试验现场建立相应的实验室

开展养鱼池塘的生态系统的测示工作，需要较多的水化学、微生物、浮游生物等仪器设备。为了保证试验数据的系统性和可靠性，我们把大

量的多种类仪器设备带到野外工作现场建立了适应科研工作需要的实验室。几年来，我们从思想上克服了精密仪器不能搬进野外工作现场的观念，在实践中加强了仪器的严格管理制度。

4、注意科技人员的思想革命化建设

多年来，我们在科研、教学和生产三结合的实践中注意了对青年教师的思想革命化建设工作，通过多种方式使他们认识到接触工农和生产实际，勇于刻苦实践是自己健康成长的正确道路。池塘养鱼学、淡水化学和淡水生物学课组的青年教师克服了种种困难长期坚持在渔场池塘边艰苦地开展试验测示工作。有的青年教师为了胜利完成科研任务，自觉克服了家庭无人照顾和野外工作条件艰苦、生活条件差等许多困难，连续三年在野外现场每年持续工作6个多月，受到领导和同志们的好评，被评为农业部优秀教师。

(二) 几点建议

1、我国静水池塘养鱼历史悠久，经验丰富，单位产量较高，但池塘养鱼的基础理论研究工作起步较晚，许多与提高池塘养鱼效益有关的理论问题需要系统深入研究。诸如，不同地区和不同放养模式的养鱼池塘的生态系统结构、能量流动和物质循环特点（规律）、高产池塘各生态因素对鱼类生长的影响作用和最适值、主要养殖鱼类在胚后发育过程中消化器官形态组织和消化酶的变化规律等都需要进行深入研究。为此，建议今后把池塘养鱼基础理论研究列为重点课题持续进行深入的研究。

2、为了便于比较各类鱼池生态系统结构和能量转换等特点，应尽快组织有关专家统一研究有关方面的研究方法和指标单位。

3、深入开展高产池塘基础理论和生物学技术的研究工作，需要单独的池塘、鱼种、各种生产设施、饲料等。因此，试验研究经费应设法增加。

4、在野外开展试验测示工作，不仅工作和生活条件都很艰苦，而且不计算教学工作量，影响有关人员职称的正常晋升，因此，需要对参与课题工作的教师等人员在生活待遇和职称评聘等方面有个明确的政策或规定。

《池塘养鱼高产技术应用基础理论的研究》

技术总结报告

我国静水池塘养鱼历史悠久，经验丰富，总产和单产都居世界首位，但池塘养鱼基础理论研究仍处起步阶段。养鱼池塘生态系统的研究，仅有过一些零碎的工作，并且集中于水化学和浮游生物方面。主要养殖鱼类的生长和摄食生物学研究以及主要消化酶的研究也报道不多。70年代末我们对无锡市河埭口高产塘传统肥水的水化学、浮游生物、叶绿素含量和初级生产力作了较全面深入研究，80年代开始研究大连地区池塘的底栖动物。近年太湖渔业研究中心对养鱼池细菌进行了定量研究。上海水产大学对上海市南汇养殖场和无锡河埭口养鱼池能量投入和产出的平衡及能量效率进行了研究。到目前为止，从整个生态系角度全面地研究非生物环境和生物群落特点以及有机物质的收支、生物生产力和能量流转和效率等尚处于空白状态。

根据《池塘养鱼高产技术应用基础理论研究》课题的要求，我们系统进行了不同放养模式高产池塘生态系统的结构和功能的研究，主要养殖鱼类在高产塘条件下生长规律研究，主要养殖鱼类摄食器官发育生物学和发育组织学研究，以及主要养殖鱼类的主要消化酶的比较研究，为提高养鱼池塘物质和能量转化效率，加速鱼类生长速度，提高鱼产力，以及改进养鱼生物学技术和饲料配方等提供了理论依据；同时，丰富了养鱼池塘生态学、养殖鱼类生物学、发育生物学和生化生理学的内容和填补了某些空白。

一、养鱼池塘生态系统研究

(一) 非生物环境

通过系统观测各试验池塘的溶氧、PH、营养盐的分布和变化；光合作用产氧、水呼吸耗氧和底泥耗氧；不同透明度的鱼池中太阳光照的衰减情况；底泥中可交换氮、磷含量及有机质含量； HCO_3^- 、 Ca^{++} 及 CaCO_3 的缓冲性等，取得下列成果：

1. 在大量定期观测的基础上，研究了不同时期各鱼池溶氧在鱼呼吸、水呼吸、底质耗氧及扩散逸出几方面对氧的消耗比率（表1），结果表明水呼吸是鱼池耗氧的最主要部分。一般都占总耗氧的 $1/2 \sim 3/4$ 。鱼呼吸耗氧居第二位。这小于水呼吸耗氧，一般占总耗氧的 $15 \sim 25\%$ 。个别鱼池因前期水中浮游植物未繁殖起来，水呼吸耗氧较小，才使鱼呼吸耗氧比例增大（达 41.7% ）。沉积物耗氧仅稍小于鱼呼吸耗氧，是养鱼池不可忽视的溶氧重要消耗方面。

2. 利用黑白瓶测氧法定期测定了鱼池光合作用产氧量，并分前、中、后期求了平均值。各池前期毛产氧量为 $2.28 - 5.63 \text{ g O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ；中期毛产氧量为 $6.06 - 11.35 \text{ g O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ；后期毛产氧量为 $7.12 - 10.65 \text{ g O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。光合作用产氧在总补氧量中占 61.5% 到 95% 以上。由空气溶解，包括开增氧机促进溶解的量，在 $0.34 - 5.98 \text{ g O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ，占 $4.9 - 34.7\%$ 。

3. 比较详细地研究了鱼池池底沉积物耗氧率（SOD）的变化、分布及影响因素。发现鱼池池底SOD分布是不均匀的。SOD随温度升高而迅速增加，洒石灰水及晾晒均可使SOD减少，据我们所测，北方鱼池SOD分布范围多数在 $0.4 - 1.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 。新开挖的鱼池SOD在养鱼前期较低，但到后期，SOD值与旧池相近。表明新沉积的有机物是淤泥耗氧的主要因素，淤泥厚度对SOD值影响不大。

表 1 镇费鱼池溶氧在不同时期氧的消耗量及比率 *

时 期	鱼 呼 吸	水 呼 吸	沉积物耗氧	扩散逸出	总 耗 氧
前 期	0.43—1.34	1.45—4.33	0.42—0.63	0—0.93	3.21—6.33
	8.1—41.7%	45.2—76.4%	9.0—15.4%	0—14.7%	
中 期	1.31—3.49	3.31—9.56	1.05—1.78	0—0.62	6.93—14.65
	12.6—24.0%	47.8—74.6%	10.1—22.1%	0—6.2%	
后 期	1.65—3.75	6.12—8.64	0.64—1.55	0—0.45	9.32—13.24
	14.7—28.3%	65.3—74.1%	5.1—16.6%	0—3.9%	

* 栏中上一行数为耗氧值, 单位为 $g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$; 下一行数据为占总耗氧的比率。

4. 营养盐含量,有效氮中也是以铵氮为主,铵氮含量与无锡高产池相近,硝酸氮则远比无锡的低。铵氮含量有明显昼夜变化。水平与垂直分布在白天一般不均匀。

5. 测定了部分养鱼池底泥中的有机物可交换铵氮,可交换活性磷含量、Eh值及PH值(表2)。表中含量是对底泥干重而言。

6. 利用晴天中午前后的时间测定了太阳辐射在水中的衰减规律,得出深度Z处的光幅照度I与水下表层光幅照度 I_0 的关系为 $I/I_0 = \exp(-KZ)$,衰减系数K(单位 m^{-1})与透明度L(单位cm)的关系为 $\ln K = 2.7108 - 0.0345L (r=0.798, n=30)$ 。

(二) 生物环境

1. 浮游生物 1988—1990年平均每周采样1次。

1988年在6个池采浮游植物水样58个,浮游动物58个;1989年在6个池采浮游植物水样145个,浮游动物水样73个;1990年6个池采浮游植物和浮游动物水样各120个。

根据水样分析,镇赉试验塘浮游生物特点如下:

(1) 浮游植物生物量 1988年平均 $36.6 (20.8 - 82.2) mg/l$, 1989年平均 $49.9 (34.2 - 58.9) mg/l$, 1990年平均 $59.5 (40.6 - 95.6) mg/l$, 3年总平均 $50.6 \pm 19.95 mg/l$, 82%水样生物量在 $20 - 100 mg/l$ 之间。各池生物量均达5—6级与南方肥水相近。

在生物量组成中3年均以硅藻、绿藻、裸藻占优势,个别池塘蓝藻占绝对优势;优势种类很集中,主要为隐藻、裸藻、小环藻、菱形藻、衣藻和绿球藻类,个别池塘束丝藻、鱼腥藻、微囊藻占优势。

多样性指数 1988年为1.95, 1989年2.04,

表 2 养鱼池底泥的一般性质

项目名称	可交换铵氮	可交换活性磷	有机物	E h	P H
计量单位	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-2}$	m v	
数据范围 及池数	18.61—417.8 15	13.07—58.5 12	1.41—4.51 19	-157—-119 9	6.50—7.12
平均值 ±标准差	184.6±129.1	38.4±24.1	2.58±0.82	-138±11	6.70±0.14

* 含量均是对底泥干重而言。

1990年为1.77。

(2) 浮游动物生物量1988年平均 $9.76(6.26-12.2)$ mg/l, 1989年平均 $7.85(3.58-11.1)$ mg/l, 1990年平均 $9.38(6.06-17.9)$ mg/l, 3年总平均 9.05 ± 3.45 mg/l, 84%水样在1—20 mg/l之间, 通常为5—20 mg/l。总的看来, 低于南方肥水水平。

在生物量组成中各年度均以轮虫为主, 各年度平均占浮游动物总量的56.4—76.8%。原生动物次之, 平均占8.1—24.6%。桡足类和枝角类仅占很小比重, 优势种类都是温带习见的普生种属, 主要为晶囊轮虫、臂尾轮虫、异尾轮虫、多肢轮虫、三肢轮虫、各种纤虫、蚤、秀体蚤以及剑水蚤类和剑水蚤类。

多样性指数 1988年为1.05, 1989年为0.76, 1990年为1.05。

无锡等地传统肥水中浮游动物量与浮游植物量的比值趋于1/4—1/3, 镇赉鱼池则趋于1/6—1/5。

(3) 浮游动物生产量1990年对6个池作了测定, 轮虫优势按世代时间或指数增长法, 桡足类和枝角类按累积增长法, 原生动物其他轮虫按P/B系数估算。

各池浮游动物日产量在 $5.16-11.1$ g/m²·d之间, 产量为 $681.1-1453.9$ g/m², 原生动物和轮虫分别占量49.4%和48.4%, 桡足类和枝角类仅占2.2%。浮游动物生产量平均为浮游植物净产量的18.8%。

相关分析表明浮游动物生产量和本身生物量、水温、透明度均呈显著的正相关, 但与食物条件(浮游植物生物量 and 生产量、细菌生物量

总COD_{cr})无显著的相关。

(4) P/B系数

根据7个池的资料浮游植物日P/B值平均0.36(0.17—0.73),年P/B值平均46.6(32.4—90.0)。浮游动物P/B系数根据1990年6个池的资料,日P/B值平均0.37(0.30—0.46),年P/B值平均48.2(39.6—60.7),与浮游植物相近。

2. 底栖动物

(1) 一般1—2周采样1次。1988年2个池生物量平均549.1(493.3—604.9)g/m²;1989年4个池平均0.968(0.083—3.214)g/m²,极值0—8480g/m²;1990年6个池平均0.184(0.124—0.315)g/m²,极值0—3.936g/m²。

生物量组成主要为摇蚊幼虫,水蚯蚓占小部分,极少数情形下出现软体动物,通常一个鱼池摇蚊幼虫有2—3个优势种,水蚯蚓只有1个优势种,摇蚊幼虫数量在4月中和9月中各有一个高峰。

(2) 总计划见到17种底栖动物:其中摇蚊幼虫6种,其他昆虫4种,寡毛类3种,软体动物4种,主要的优势种有羽摇蚊幼虫、粗腹摇蚊幼虫、颤蚓等。

(3) 根据底层铺网和昆虫挂网试验,鲤对摇蚊幼虫的利用率平均48.7%(35.5—67%),对水蚯蚓利用率平均66.5%(48.7—84.4%)。

3. 细菌和腐屑

(1) 1988年2个池细菌数量平均2142(2085—2199)万/ml, 生物量平均10.9(10.5—11.3)mg/l; 1989年3个池细菌数量平均100.1(80.5—109.4)万/ml, 生物量平均1.34(1.08—1.47)mg/l; 1990年6个池细菌数量平均759.4(730.2—807.5)万/ml, 生物量平均10.2(9.78—10.8)mg/l。

(2) 根据总COD_{Cr}和溶解COD_{Cr}及浮游生物量之差, 可粗略计算出腐屑+细菌的现存量以及水层中各类有机质的相对含量。

1989年悬浮有机质干重为18.3毫克/升, 其中腐屑+细菌占60.7%, 浮游生物占39.3%; 1990年悬浮有机质干重36.7mg/l, 其中腐屑+细菌占70.9%, 浮游生物占29.1%。

可见水层中腐屑+细菌现存量平均为浮游生物量的1.52—2.0倍。

(三) 鱼类的生产量和P/B系数

1. 年产量和日产量

1988年6个池年产量157.9—604.1kg/亩, 日产量2.37—6.92g/m²·d; 1989年5个池年产量272.1—756.4kg/亩, 日产量3.15—9.35g/m²·d; 1990年7个池年产量363.4—558.3kg/亩, 日产量4.13—6.24g/m²·d。

3年中鲢鳙年产量在73.8—277.3kg/亩之间, 日产量1.10—3.46g/m²·d, 有22%日产超过3g/m²·d。

50%日产在 $1.5-3.0 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 之间，仅28%日产低于 $1.5 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 。

2. 月产量

鱼产量5月份约占年产的8%，6月份约占20%，7月份约占30%，8—9月初约占40%。

鲤产量5月仅占3%（个别鱼池甚至负值），6月占20%，7月占30%，8—9月中旬占47%。鲢鳙5月产量约占年产15%，6月与鲤相近，7月产量最高，约相当于8—9月产量。

3. P/B 系数

鲤年 P/B 值平均 1.815 ($1.124-1.986$)，最高值出现在 B 和 P 值都高的东9号池。鲢鳙年 P/B 值平均 1.561 ($1.226-2.225$)，最高值出现在 B 和 P 值都最低的东12号池。这点表明：鲢鳙的生长受本身密度的影响大于外界环境，鲤的生长主要受环境条件的制约。

月 P/B 系数鲤在 $0.04-0.85$ 之间以5月最低，6月最高以后稍降；鲢鳙则呈双峰型：5月因密度低个体生长迅速 P/B 值较高6月下降，7月随水温的升高 P/B 值又见增大，8—9月又下降到最低点。月 P/B 值在 $0.132-0.876$ 之间。

(四) 有机质的收支和积累

根据初级产量的实测值，人工饲料和有机肥料的投入量、鱼产量、按资料计算的鱼呼吸量、实测的水呼吸和底泥呼吸耗氧量，可以计算出鱼池生态系中有机质（以 C 值表示）的收支和积累。

1. 7个池年收入的有机质总量在 $450.9—688.1\text{ kg c/亩}$ 之间，其中投入的人工饲料和有机肥料占 $50.4—70.3\%$ ，浮游植物合成的初级产量占 $29.7—49.9\%$ ，外来有机质均超过初级产量；

2. 有机质的年支出量在 $248.8—334.7\text{ kg c/亩}$ 之间，其中水呼吸占 $43.9—64.8\%$ ，鱼呼吸占 $12.9—28.3\%$ ，鱼利用（鱼产量）占 $9.5—18.6\%$ ，底泥呼吸占 $9.1—13.9\%$ 。

3. 7个池有机质年收入均远大于年支出，一年有 $128.5—353.9\text{ kg c/亩}$ 积累池中，占年收入量的 $28.3—51.4\%$ 。

4. 鱼产量占总收入 c 的 $4.7—10.2\%$ ，鲤产量为人工饲料 c 的 $6.5—13.1\%$ ，鲢鳙产量为初级毛产量的 $5.1—13.7\%$ 。

5. 根据鱼产量和鱼呼吸量计算，鲤的净生长效率（ K_p ）为 $0.35—0.45$ ，鲢鳙为 $0.34—0.52$ 。

（五） 生物能量平衡和能量效率

根据实测数据以及引用文献中的 K_p 值和同化效率，计算了两个试验塘的能量流动和能量转化效率。

1. 细菌同化的能量为浮游植物毛产量的 $49.2—80.5\%$ 。浮游植物和细菌的产量 $55.2—81.4\%$ 为浮游动物所利用， $18.4—22.4\%$ 为鲢鳙所利用， 0.2% 为底栖动物所利用。

2. 东3号池鲢鳙产量 36% 来自人工饲料， 64% 来自初级产量，从浮游植物到鲢鳙的能量转化效率达到 11.1% 。

3. 东3号池生物生产量总值为 17495.6 KJ/米^2 ，其中初级产量占 52.7% ，次级产量占 47.3% 。呼吸量总值为 17474.6 KJ/米^2 ，其中浮游植物占 13.6% ，细菌占