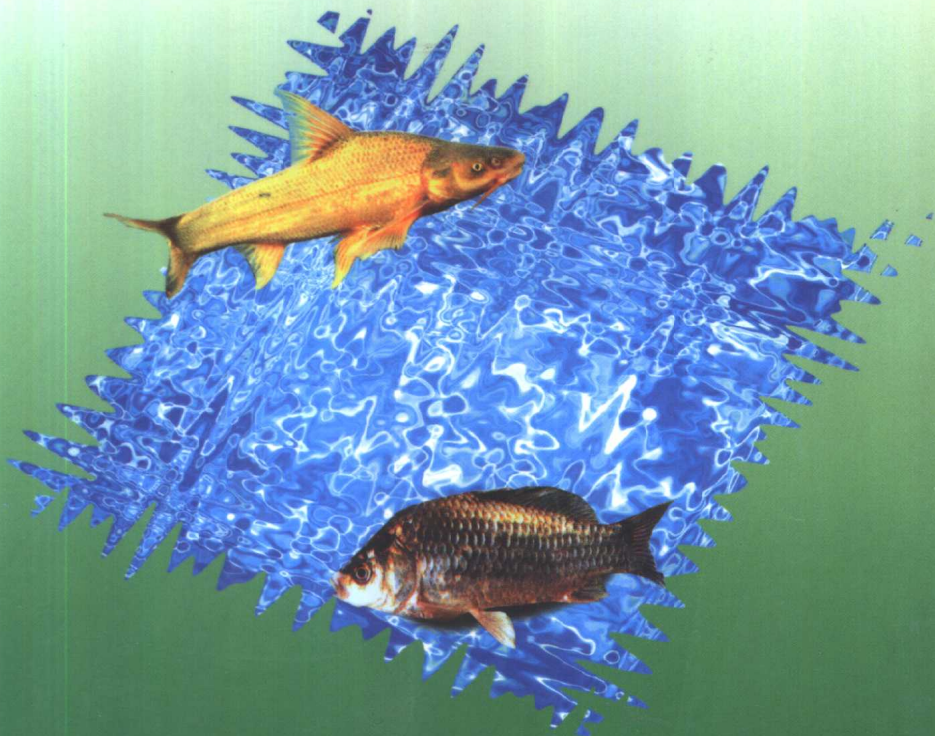


稻田养



高效实用技术

陈昌齐 刘方贵 编著



中国农业出版社

稻田养鱼高效实用技术

陈昌齐 刘方贵 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

稻田养鱼高效实用技术/陈昌齐, 刘方贵编著. -北京: 中国农业出版社, 1999.12

ISBN 7-109-06037-3

I. 稻… II. ①陈…②刘… III. 稻田养鱼
IV. S964.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 46626 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 张 志

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/32 印张: 6

字数: 132 千字 印数: 1 ~ 10 000 册

定价: 7.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

目 录

一、稻田养鱼增产原理及意义	1
(一) 稻田生态系统特点	1
(二) 稻鱼共生互利作用	4
(三) 稻田养鱼的意义	10
(四) 稻田养鱼的历史与发展	14
二、养鱼稻田工程建设	20
(一) 养鱼稻田基本要求	20
(二) 养鱼稻田基本建设	21
(三) 养鱼稻田沟、凼建设	27
三、稻田主养鱼类及饲养技术	34
(一) 稻田宜养鱼类选择	34
(二) 主养鱼类生物学特性	34
(三) 主养鱼类苗种繁育与运输	43
(四) 主养鱼类饲料及青饲料栽培	57
(五) 鱼病防治方法与药物	74
四、养鱼稻田稻作技术要求	92
(一) 水稻品种选择与栽插	92
(二) 稻田施肥	93
(三) 水稻病虫害防治	96
(四) 田水调控	102
五、稻田养鱼生产类型	104

(一) 稻鱼生产的时间关系	104
(二) 稻田养鱼的养成规格	109
(三) 稻田的综合利用程度	117
六、稻田养鱼技术与方法	121
(一) 平田摊鱼育苗	121
(二) 水旱两熟田稻鱼兼作	123
(三) 单季稻与冬(囤)水田稻鱼连作	127
(四) 两季稻田稻鱼兼、连作	130
(五) 半旱式稻田养鱼	135
(六) 稻鱼萍混作	139
七、特种水产品稻田养殖	145
(一) 泥鳅	145
(二) 革胡子鲶	149
(三) 青虾	153
(四) 河蟹	157
(五) 南方大口鲶	161
(六) 斑点叉尾鲴	166
(七) 牛蛙	168
(八) 美蛙	170
(九) 罗氏沼虾	173
(十) 黄鲢	176
(十一) 河蚌	180
附录 重庆市稻田养鱼技术规范	181
参考文献	187

一、稻田养鱼增产原理及意义

稻田养鱼指利用稻田的自然环境，辅以人为的技术措施，通过水稻、鱼类等植物、动物间共生互利作用的有效发挥，合理地改造稻田生态系统的结构和功能，提高自然资源的利用率，增强稻田的产出能力，进而提高稻田生产综合效益的生产技术。

(一) 稻田生态系统特点

稻田生态系统中非生物成分有水、土、矿物质、有机碎屑、气体等以及阳光提供的光能和热能；生物成分有水稻、杂草、微生物、浮游植物、浮游动物、底栖动物、小杂鱼等。这些成分相互联系、相互制约，在统一的生态系统中进行着能量的流动和物质的循环。水稻是稻田生态系统的中心和主体，它大量地吸收光能、水分、二氧化碳和无机盐，借光合作用制造有机物并通过转换运转和贮存而形成稻谷这一最终产品。因此，提高稻谷产量技术措施的实质，就是努力促使稻田生态系统中能量和营养物质尽可能多的转化为稻谷产品。然而，在单一种稻的田块中，由于生物成分组成结构上的欠缺，导致生态系统中能量和营养物质在循环过程中至少在下述两个方面存在流失。

首先，阳光照射到稻田中，水稻、杂草、浮游植物、光合细菌都能营光合作用，将二氧化碳和水合成碳水化合物从

而将太阳能固定下来；同时，通过吸收水中和土壤中的各种营养物质，合成自身的组成部分；上述成分作为稻田中的初级生产者而存在。对于水稻而言，杂草、浮游植物、光合细菌都是稻田中营养成分的争夺者，伴随着杂草拔出后移出田外，稻田中部分营养物质流失于系统外；同时，浮游植物、光合细菌多数随田水交换而移出田外，同样带走部分营养物质。其次，为改良土壤性能和增加土壤肥力，稻田中将施入相当数量的有机肥，但有机肥不能直接为水稻所吸收，需要经过微生物的分解、矿化；而微生物在分解有机肥的过程中，先将肥料分解成腐屑（有机碎屑和微生物群结合成的小集团）。这种腐屑和浮游植物、光合细菌等都是浮游动物、底栖动物（摇蚊幼虫、水蚯蚓、螺、蚌以及水生昆虫的幼虫等）及一些小杂鱼的食物，稻田中的营养物质通过这一渠道部分地转移到这些动物身上，使之作为一级消费者而存在于系统中。然而，从经济价值的角度衡量，这些小动物未能或者极少能发挥其价值的作用，其所占有的能量和营养物质不能得以有效利用。

稻田放养鱼类后，生态系统中各生物种群及相关联系发生了重大调整，物质循环在途径和分量上随之变化，能量和营养物质流入水稻和养殖鱼类的部分明显增大，流入杂草和其他生物的部分大为减少，稻田的产出能力得以有效提高。稻田放养鱼类前、后系统中物质、能量的转化示意可见图 1。

从图 1 可以看出，由于稻田中放养了鱼类，阻止了系统中物质和能量的流失，提高了稻田对日光能的利用率，增强了稻田的生态承载力和物质产出能力。西南农业大学水产系对养鱼稻田和单一稻作田能量投入产出的定量分析（郑永华

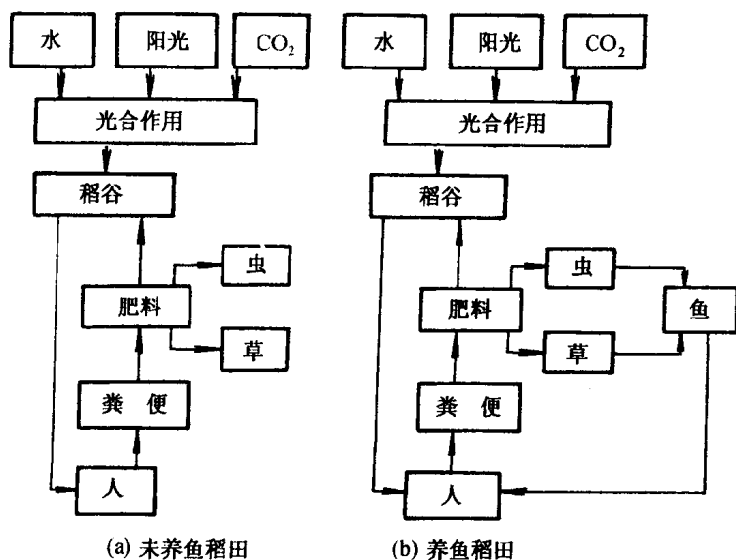


图 1 稻田物质能量转化示意图
(仿汪名芳、石道全等, 1996)

等, 1997) 表明, 养鱼稻田的能量产投比和光能利用率分别比单一稻作田高 14.10% 和 11.67%, 即稻田放养鱼类后能量的有效利用率得以显著提高 (表 1)。

表 1 养鱼稻田与单一稻作田能量投入与产出
($\times 10^{10}$ 焦耳/公顷)

类别	投入能			产出能	产投比			光能利用率(%)
	有机	无机	总计		有机	无机	总计	
养鱼稻田	6.68	5.20	11.88	30.81	4.61	5.93	2.59	3.16
单一稻作田	5.93	5.43	11.36	25.75	4.34	4.74	2.27	2.83
比较(%)	12.6	-4.2	4.5	19.70	6.21	25.1	14.1	11.7

(二) 稻鱼共生互利作用

养鱼稻田生态系统中稻、鱼共生互利作用主要体现在下述方面。

1. 除草作用 稻田中共有杂草30余种，稻作期间每公顷稻田中杂草鲜重约3 750~15 000千克，全年每公顷稻田杂草鲜重可达30 000~52 500千克（稻作期间与冬水田合计）。杂草是水稻的劲敌，它不但与水稻争夺营养物质，而且还争夺生存空间、阳光和水分。据测定，杂草从稻田中吸取的氮素相当于1.35~19.0千克的尿素，占稻田植物吸收总氮重的8%以上；因杂草的影响，稻谷产量降低约为10%~30%。为了清除杂草，农民需耗费大量时间在田中反复从事高强度的劳动；采用化学除草剂虽然能减轻除草劳动量，但会增加稻田生产成本，大量或长时期施用除草药物，对农产品质量和生态环境也将构成不利影响。显然，稻田中大量杂草的存在，不仅降低了自然资源的有效利用程度，对稻作生产过程也有诸多不利的影响。

然而，稻田杂草中的大多数种类，如轮叶黑藻、鸭舌草、聚草、菹草等是鱼类尤其是草食性鱼类喜好的饵料生物。据测定，体长7~13厘米的草鱼种日食草量约相当于自身体重的52%，约为3~10克，若每公顷放养数千尾草鱼种每日即可除去杂草数十千克。试验结果表明，在每公顷稻田中放养3 000尾鱼种（其中草鱼占30%、鲤或鲫鱼占60%、鲢鱼占10%）的条件下，经75天饲养，鱼去除和抑制生长的杂草总量达12 471.75千克，杂草剩余量仅为366.6千克（西南师范学院生物系，1977）。中国科学院水生生物所等单位比较了放养草鱼种的稻田与单一稻作田中杂

草的变化：5月28日测定田中杂草量，单一稻作田因5月26日除草1次，故每公顷杂草量1380千克，养鱼田每公顷杂草量3105千克；6月17日测定，单一稻作田杂草量上升到1425千克，养鱼田杂草量下降为1875千克；7月28日测定，单一稻作田虽经6月18日第2次除草，但田中杂草仍上升到4755千克，而养鱼田已几乎无杂草。测定结果表明，试验开始时养鱼田杂草虽为单一稻作田的2.25倍，但经过鱼类2月啃食，杂草已清除完毕；而单一稻作田虽经两次人工除草，其杂草量却持续上升。显然，稻田放养鱼类的除草作用是十分显著的。

2. 除虫作用 稻田中的主要害虫有螟虫、稻飞虱、金花虫等，而稻田中主要养殖鱼类鲤、鲫、罗非鱼等均能大量地吞食这些害虫。据西南师范学院生物系测定，稻田中鲤鱼肠道中发现包括蝗、螭、飞虱、螟虫等在内的水稻害虫的达15.9%（表2）。江苏省如皋县病虫测报站对放养罗非鱼的稻田和单一稻作田的虫害监测结果（表3）表明，在减少两次农药施用的条件下养鱼稻田中主要害虫三化螟（二代、三代）、纵卷叶虫、稻飞虱、稻叶蝉的平均量仅为单一稻作田的29.17%、50%、56%、50%。由此可见，稻田养鱼不失为稻田虫害防治的有效措施。

表2 稻田中鲤鱼食性统计

食 物 种 类	出 现 次 数	出 现 率	出 现 次 数 百 分 比	说 明
水生植物	68	98.6	41.2	主要为植物碎屑、藻类、稗粒
枝角类	15	21.7	9.1	
桡足类	32	46.4	19.4	
线虫类	9	13.0	5.5	

(续)

食物种类	出现次数	出现率	出现次数百分比	说明
轮虫类	6	8.7	3.6	主要为有壳变形虫类 主要为孑孓、摇蚊幼虫等
螺类	6	8.7	3.6	
原生动物	5	7.2	3.0	
昆虫幼虫	6	8.7	3.6	
水生昆虫	7	10.1	4.2	
陆生昆虫	11	15.9	6.7	主要为蝗、螞、飞虱等

表3 养鱼田与单一稻作田虫害调查结果

田别	水稻品种	三化螟				纵卷叶虫		稻飞虱		稻叶蝉		备注
		二代		三代		百株束叶数	白叶率	虫数		虫数		
		卵块/公顷	枯心率(%)	卵块/公顷	枯心率(%)			单棵	每公顷	每穴	每公顷	
						3头	180万					
养鱼田	苏梗2号	75	0.1	300	0.25	12	0.2	3头	180万	2头	120万	用药1次
养鱼田	苏梗2号	450	0.3	900	0.35	44	1.2	5头	300万	6头	360万	用药1次
单一稻作田	苏梗2号	900	0.5	1200	0.5	50	1.6	8头	480万	8头	480万	用药3次

3. 增肥作用 鱼吃食了稻田中各种食物，除部分用于自身增重和能量消耗外，大部分变成粪便排泄而返回田中。体重数十克的草鱼种，其日排粪量约相当于日摄食量的72%。鱼粪中含氮、磷较高，优于猪、牛粪，与人、羊粪接近，仅次于鸡、兔粪（表4）。因此，鱼粪是稻田的优质肥料。

稻田中鱼类的排粪总量及施肥作用的大小，可依放养鱼类的数量大致估算。尾重100克左右的鱼种每尾日排粪2克，若每公顷放养3000尾，则每天排粪总量约为6000克；

表 4 稻田养殖鱼类粪便及人、畜粪便中肥分含量比较表
(朱林庚等, 1988)

粪便种类	氮%	磷%	每 100 千克粪便相当化肥量	
			硫酸铵(千克)	普通过磷酸钙(千克)
草 鱼 粪	1.102	0.426	11.20	4.26
鲤 鱼 粪	0.824	0.671	8.24	6.70
鲫 鱼 粪	0.760	0.403	7.60	4.02
鲢 鱼 粪	1.900	0.581	19.0	5.80
人 粪	1.000	0.500	10.0	5.00
猪 粪	0.560	0.400	5.60	4.00
牛 粪	0.320	0.250	3.18	2.50
羊 粪	0.650	0.500	6.50	5.00
鸡 粪	1.630	1.540	16.32	15.32
兔 粪	1.720	2.95	15.70	29.40

随着鱼个体的长大, 日摄食量加大, 其日排粪量也相应增加。据测算, 每 500 尾草鱼种所排泄的粪便, 相当于 5 千克过磷酸钙、2.5 千克硫酸铵; 每公顷养鱼稻田可以提供鱼沟肥泥 750 ~ 1500 担, 为下茬作物提供一季基肥, 相当于 150 ~ 300 千克标准化肥的肥效; 养鱼稻田与单一稻作田相比, 有机质增加 0.4 倍, 全氮增加 0.5 倍, 速效钾增加 0.6 倍, 速效磷增加 1.3 倍 (江苏省水产局等, 1983)。重庆市大足县水产部门测定, 每公顷产成鱼 1 350 千克的稻田, 鱼类排出的粪便相当于增加了 189 千克纯氮, 约折合 411 千克尿素 (陈彬文等, 1997)。稻田放养鱼类后, 大量的鱼粪迅速分解、矿化, 不仅为当季稻作及时提供了速效肥, 而且还为下茬作物提供了优质的基肥, 显著地提高了稻田肥力, 为稻田作物增加单产提供了良好条件。

4. 松土、通气作用 稻田处于淹水状态, 水分的需要

一般可以充分满足。但长期浸水条件下氧气只能借助扩散渗透作用进入土壤，尽管田水中溶氧常因藻类的光合作用而达到过饱和状态（每立方米水体中溶氧高达 12~14 克），但扩散渗透入土壤中的氧量甚少。因此，水中的溶解氧只能氧化表面土壤，形成只有几毫米厚的氧化层。在氧化层中繁生着很多的好氧微生物，能在氧气充足的条件下将肥料迅速分解、矿化而供水稻所吸收；而在氧化层下的很厚的土壤中却得不到足够的氧气，只有嫌氧微生物在缺氧条件下分解有机物，产生如硫化氢、亚硝酸盐、沼气、有机酸等物质。稻田中土壤氧化层的“封固”作用，不仅使土壤中有机肥分解不彻底，降低其应用肥效，而且会影响水稻根系生理机能，造成烂根现象。生产中为打破土壤表面氧化层的封固，避免出现烂根，多采用晒田的手段。

稻田放养鱼类后，能较好地解除土壤氧化层的“封固”。首先，鱼类基本处于不间断的游动之中，搅动水体，增加溶氧在田水中的均匀性；其次，鱼类从土壤中掘取食物，频繁和大量地翻动表面土层，打破了氧化层的原有结构，使氧气能渗入缺氧的土层中。因此，鱼类的游动、觅食等行为能促进稻田土壤中肥料的分解和矿化，增加肥效，有利于水稻的根系发育。从此角度出发，可以认为鱼类在稻田中的持续不断地活动，实际上起着 1~2 次稻田中耕松土的效果。

此外，鱼类吞食稻田中杂草和稻脚叶，可疏通稻脚空间，改善稻田的通气 and 光照条件，有利于稻田中气体交换和水稻的光合作用。

5. 水质条件 稻田水体为鱼类养殖提供了空间、溶氧、饵料等较好条件，但也使养殖对象、放养规格等受到一些限制。稻田水体的基本特点是面积大，水位浅，稻作期间因水

稻生长的要求，水深一般维持在 7~15 厘米。由于面积大、水浅、地势开阔，空气中的氧容易溶解于田水中，加之大量植物光合作用释放氧气，田水中溶氧一般较为充足，有时甚至过饱和，充足的溶氧为鱼类的良好生长提供了基础；另一方面，春季在阳光照射下田水升温快，有利于鱼类的提早开食和延长生长时期。然而，由于田水容量小，受光面大，且其中生物丰富，田水的缓冲能力弱，环境因子受气候等影响变化快，变幅大，对鱼类生长构成一定的不利影响。如溶氧一般在每立方米 1.5~8.2 克之间变动，昼高夜低，天亮前达到最低值；水温日变幅常可达到 3~5℃，夏季白日最高水温在南方部分省市（如广东、重庆等）可达 38~40℃。针对稻田渔业环境的基本特点，选择养殖对象时应注意其对环境因子变化应具有较好的适应能力；同时，采取开挖沟、凼，搭设遮棚等措施，增加稻田对气候变化的缓冲能力。

6. 饵料生物 稻田中存在着大量可作为鱼类饵料的各类生物，四川省农业科学研究院水产研究所的测定（表 5），以 60 千克杂草可转换为 1 千克鱼产品估算，稻田中天然饵料仅杂草一项即可提供每公顷 250.05 千克鱼产品的生产能力。除水生昆虫等较大个体的饵料生物能被鲤、鲫、罗非鱼等杂食性鱼类有效利用外，稻田中的浮游植物、浮游动物亦是鲢、鳙等滤食性鱼类的主要饵料。重庆市郊区肥水稻田放养鲢鱼夏花，饲养 7 个月每公顷产可达 540 千克，尾重可达 150~200 克。按浮游植物转化为鱼体重的效率估算，该类稻田中鱼类饲养期浮游植物量应有 5 400 千克以上。此外，稻田中绝大部分的细菌、有机碎屑等不仅能被杂食、滤食性鱼类直接摄取，而且能通过浮游生物的食物链关系被鱼类间接利用。稻田中丰富的天然饵料为降低鱼类养殖生产成本，

提高鱼产品单位面积产量奠定了良好的基础。

表 5 稻田中鱼类天然饵料的生物量 (6月)

类 别	数 量	优 势 种 类
杂 草	15 000 千克/公顷	轮叶黑藻、鸭舌草、聚草、菹草、青萍、紫萍、萍、眼子菜、红萍
浮游植物	100 万个/升 3.1 毫克/升	硅藻、眼虫藻
浮游动物	213 个/升 5 毫克/升	轮虫、剑水蚤、网纹溞、裸腹溞
底栖动物	560 个/平方米 10 克/平方米	水蚯蚓、水生昆虫

(三) 稻田养鱼的意义

我国既是世界上最早利用稻田从事鱼类养殖的国家，也是目前世界上稻田养鱼面积最大的国家。稻田养鱼技术在我国广泛应用，对于增加淡水养殖产量，提高稻田综合效益，改善国民食物结构等发挥了积极作用，取得了显著的社会效益、经济效益和生态效益。

1. 增加水产品总量，改善国民食物结构 我国是世界上贫水国家之一，人均水资源占有量仅为世界人均占有量的四分之一。另一方面，我国人均耕地占有量也十分有限，人多地少的矛盾不断加剧。水资源和耕地资源的短缺，一定程度地制约了耗费、占用水、土资源较多的池塘养鱼等养殖方式的发展，通过扩大池塘等养殖水体的面积以获取水产品产量的增加，将会面临越来越大的困难。

在我国广大的内陆地区，水产品 in 国民食品结构中的比

例普遍较低。以重庆市为例，1997年水产品总量为15.8万吨，人口302万，人均不足5.3千克。显然，要达到国家《九十年代中国食物结构改革与发展纲要》提出的到2000年我国人均年消费水产品9千克的要求，水产品供应尚有较大缺口。利用稻田从事鱼类养殖，每公顷产鱼可达300~1500千克，在不增加渔业专用水面的前提下，可使以稻作为主的广大地区显著地增加水产品总量。表6为我国及部分省区稻

表6 近几年全国及部分省、市稻田养鱼面积与产量

年 度	地 区	养 殖 面 积		水 产 品 产 出	
		面积(公顷)	增加(%)	产量(万吨)	增加(%)
1994	全 国	85.32		20.69	
	黑 龙 江	9.33			
	贵 州	9.67		1.16	
	辽 宁	0.52		0.42	
	江 西	6.64		2.25	
1995	全 国	102.93	20.64	27.29	31.90
	黑 龙 江	11.33	21.43	1.60	
	贵 州	10.52	8.80	1.24	7.10
	重 庆	8.4		2.49	
	辽 宁	0.95	82.05	0.58	38.10
	江 西	7.84	18.13	2.90	28.89
	广 东	2.39		0.98	
1996	全 国	120.49	17.06	37.68	38.07
	四 川	28		8.00	
	广 东	3.59	50.28	1.67	70.41
	江 苏	3.97			
	重 庆	11.6	38.10	3.89	56.22
1997	全 国	130.46	8.27	45.51	20.78

田养鱼面积及产量情况。近几年来，贵州、四川、重庆等内陆省市稻田养鱼产量已占到养殖总产量的 $1/4 \sim 2/5$ ，稻田养鱼已成为这些省市渔业的主要方式之一。

1996年重庆市按农业部丰收计划要求实施稻田养鱼面积 3 174.67 公顷，平均每公顷产鱼 964.35 千克，仅此一项就增加水产品量 3 061 吨，增产效果十分突出。

利用稻田养鱼显著增加水产品的总量，为减轻粮食压力，平抑物价，改善国民食物结构，特别是使远离商品鱼生产基地，水资源缺乏，交通闭塞的小城镇居民和广大的农民吃上鲜鱼，起到了积极作用，有助于提高我国国民的健康水平，缓解水资源、耕地资源短缺的压力。

2. 增加水稻单产，提高稻田综合效益 稻田养鱼开挖鱼沟、鱼凼占用 $5\% \sim 10\%$ 的稻田面积，对稻谷单产构成一定的不利影响。然而，由于稻田放养鱼类的除草、杀虫、增肥、松土等作用 and 沟垄边际在光、热、气等方面的优势，一般养鱼稻田不仅可以不减产，其中大部分稻田因技术措施得当，还可促使稻谷较大幅度的增产（表 7）。从大面积稻田养鱼的统计结果看，养鱼稻田较单一稻作田一般可增产稻谷 $5\% \sim 10\%$ 。稻谷单产的提高，可有效提高稻作的产值和效益，有利于稳定粮食生产。

另一方面，稻田养鱼后鱼类的增肥作用可使每公顷稻田节约肥料（尿素）数十千克至数百千克；鱼类的除草作用可使每公顷稻田减少薅秧除草用工 $10 \sim 15$ 劳动日；鱼类的除草、杀虫作用可使稻田减少农药用量。而稻田鱼产品的产出，可使每公顷稻田增加产值数百至上千元，增加收益数十元至数百元。从大面积稻田养鱼的统计结果看，养鱼稻田较单一稻作田每公顷年增加收益 1 500 ~ 7 500 元；部分综合