

综合养鱼基础理论和渔业 生物经济研究论文集

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心
亚太地区综合养鱼研究和培训中心

科学出版社

综合养鱼基础理论和渔业 生物经济研究论文集

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心
亚太地区综合养鱼研究和培训中心

编

科学出版社

1994

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书汇编了中国水产科学研究院淡水渔业研究中心以及亚太地区综合养鱼研究和培训中心科技人员的论文22篇,主要介绍综合养鱼的生物学基础、高产模式及其理论依据、鱼池生态系统中物质循环和能量转移的动力学过程。这些新的科研成果对淡水渔业的基础理论和渔业生物经济研究均具有现实意义。可供水产工作者、水产院校师生阅读参考。

综合养鱼基础理论和渔业生物 经济研究论文集

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 编
亚太地区综合养鱼研究和培训中心

责任编辑 周 钢

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码 100717

江苏句容县排印厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1994年8月第一版 开本: 787×1092 1/16

1994年8月第一次印刷 印张: 22 1/2

印数: 1-1000

字数: 530 000

ISBN 7-03-004443-6/S·144

定价: 36.00元

前 言

十年来,在中国政府与亚洲水产养殖中心网(NACA)和加拿大国际发展研究中心(ID-RC)的真诚合作和大力支持下,我中心综合养鱼研究室和渔业经济研究室等有关部门承担综合养鱼基础理论研究和生物经济研究的合作项目。由于广大科技人员辛勤努力,开展了大量的试验、研究和调查工作,取得了显著成绩。在国内外陆续撰写和发表了一批科研论文,获得了有关方面的好评。

为了充分反映该合作项目的工作进展、研究成果和学术水平,不断促进与加拿大国际发展研究中心和亚洲水产养殖中心网等国际组织的合作与交流,现收集、整理了部分有关综合养鱼基础理论和渔业经济研究方面的论文二十二篇,委托科学出版社编辑出版。

本论文集中不妥之处在所难免,诚望国内外水产养殖界批评指正。

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心
亚太地区综合养鱼研究和培训中心

FOREWORD

For a decade, with the sincere cooperation and strong support of the Chinese government, the Network of Aquaculture Centres in Asia and Pacific (NACA) and the International Development Research Centre of Canada (IDRC), the Department of Integrated Fish Farming and Department of Fishery Economics of the Freshwater Fisheries Research Centre have been undertaking cooperative projects on integrated fish farming and bio-economic studies. Due to conscientious efforts made by various scientists and specialists, many experiments, researches and surveys have been accomplished with remarkable results, and many papers have been written and published both at home and abroad, winning good commendations from various parties concerned.

In order to fully present the project progress, research achievements and academic levels, and to promote the exchange and cooperation with NACA and IDRC as well as other international organizations, the editors, after deliberation, have collected and edited twenty-two papers on integrated fish farming and bioeconomic studies, and entrusted the Science Press with the publication.

The editors understand that defects, mistakes or errors are unavoidable in the collected papers. We hope that the experts, specialists and other readers at home and abroad would kindly oblige us with their comments, criticism and suggestions.

**Freshwater Fisheries Research Centre of
Chinese Academy of Fishery Sciences
Asian-Pacific Regional Research and Training
Centre for Integrated Fish Farming**

目 录

我国综合养鱼主要类型及其配置·····	杨华祝、方映雪、陈中林(1)
猪-草-鱼系统的能量效率·····	方映雪、杨华祝、刘志云、杜晓燕(34)
中国鱼-桑-蚕综合养殖·····	胡保同、杨华祝、闵宽洪、蔡程瑛(45)
“竹基鱼塘”及其经济效益的评价·····	闵宽洪(60)
“猪-草-鱼”模式生态经济学效益初步探讨·····	杨华祝(71)
关于提高池塘养鱼经济效益的调查研究·····	杨华祝、刘志云(89)
稻田、鱼种和成鱼养殖系统·····	李康民、潘隐和(104)
综合养鱼池中施肥量和施肥频率对鱼产量的影响·····	
·····朱 耘、杨叶金、万军华、华 丹、Jack A. Mathias	(128)
绿肥在鲢、鳙为主混养池塘中的养鱼效果·····	单 健、吴圣杰(160)
不同畜禽粪肥养鱼效果·····	方映雪、郭贤桢、王继坤、方秀珍、刘志云(166)
沼气肥水养鱼效果的初步研究·····	韩玉勤、丁介一(183)
草鱼带养滤、杂食性鱼的生物学原理和比例·····	杨华祝、方映雪、刘志云(196)
动物粪肥养鱼池水中细菌区系分析及其消长规律初步研究·····	
·····郭贤桢、方映雪、王继坤	(213)
用稳定性同位素碳分析池养鱼类食性的初步探讨·····	
·····朱 耘、周小兴、于蓉生、杨叶金	(226)
高产鱼池中异养细菌的初步研究·····	方秀珍、郭贤桢、王继坤、方映雪、刘志云(234)
施禽、畜粪肥对鱼类细菌性疾病和鱼品卫生影响的初步研究·····	
·····丁介一、郭贤桢、方秀珍、刘梅珍、张文优	(249)
以 δc 分析有机粪肥养鱼池中鱼类生长能源的初步研究·····	
·····郭贤桢、方映雪、王继坤、方秀珍、刘志云	(269)
新鲜猪粪与厌氧发酵猪粪养鱼效果的对比试验·····	丁介一、韩玉勤(284)
水生细菌对施肥养鱼池塘生态系统和鱼产量影响的初步研究·····	
·····郭贤桢、方映雪、王继坤、方秀珍	(297)
新鲜和发酵猪粪对鱼产量影响初探·····	杨叶金、朱 耘、华 丹、万军华(321)
在水族箱内用新鲜或发酵鸡粪饲养罗非鱼(杂种)的结果·····	杨叶金、华 丹(328)
在鲤科鱼类混养中动物粪肥蛋白质对鱼产量的作用·····	
·····方映雪、郭贤桢、王继坤、杨叶金、杨亚平、刘志云、Jack A. Mathias	(335)

CONTENTS

DESCRIPTION OF INTEGRATED FISH FARMING SYSTEMS IN CHINA AND THE ALLOCATION OF RESOURCES.....	Yang Huazhu, Fang Yingxue and Chen Zhonglin (1)
ENERGY EFFICIENCY OF PIG-GRASS-FISH SYSTEM.....	Fang Yingxue, Yang Huazhu Liu Zhiyun and Du Xiaoyan (34)
THE INTEGRATION OF FISH FARMING WITH MULBERRY CULTIVA- TION AND SERICULTURE IN CHINA.....	Hu Baotong, Yang Huazhu, Min Kuanhong and T.E. Chua (45)
"BAMBOO PLOT-FISH" FARMING AND ITS ECONOMIC APPRAISAL	Min Kuanhong (60)
STUDIES ON THE ECOLOGICAL-ECONOMIC BENEFITS OF "PIG-GRASS- FISH" FARMING MODEL	Yang Huazhu (71)
RAISING THE ECONOMIC BENEFITS OF POND FISH CULTURE	Yang Huazhu and Liu Zhiyun (89)
RICE FIELDS AS FISH NURSERIES AND FISH GROW-OUT SYSTEMS UNDER RICE - FISH FARMING SYSTEMS.....	Li Kangmin and Pan Yinhe (104)
THE EFFECT OF MANURE APPLICATION RATE AND FREQUENCY UPON FISH YIELD IN INTEGRATED FISH FARM PONDS.....	Zhu Yun, Yang Yejin, Wan Junhua, Hua Dan and Jack A. Mathias (128)
STUDY ON THE EFFECTS OF GREEN MANURE ON FISH PRODUCTION IN POLYCULTURE PONDS WITH SILVER CARP AND BIGHEAD CARP AS THE MAIN SPECIES.....	Shan Jian and Wu Shenjie (160)
EFFECTS OF DIFFERENT ANIMAL MANURES ON FISH FARMING	Fang Yingxue, Guo Xianzhen, Wang Jikun, Fang Xiuzheng and Liu Zhiyun (166)
PRELIMINARY STUDIES ON THE EFFECTS OF BIOGAS FERMENTATION LIQUID UPON FISH FARMING.....	Han Yuqin and Ding Jieyi (183)
THE BIOLOGICAL EFFECTS OF GRASS CARP CTENOPHARYNGODON IDELLUS ON FILTER-FEEDING AND OMNIVOROUS FISH IN FOLY- CULTURE.....	Yang Huazhu, Fang Yingxue and Liu Zhiyun (196)
PRELIMINARY STUDY ON BACTERIA COMMUNITY AND RULES OF GROWTH AND DECLINE IN ANIMAL MANURE APPLIED FISH POND.....	Guo Xianzhen, Fang Yingxue and Wang Jikun (213)

PRELIMINARY STUDIES ON THE FEEDING PATTERN OF POND-CULTURED FISH USING STABLE ISOTOPE CARBON ANALYSIS	
.....Zhu Yun, Zhou Xiaoxing Yu Rongsheng and Yang Yejin (226)	
A PRELIMINARY STUDY ON AEROBIC HETEROTROPHIC BACTERIA IN SEMI-INTENSIVE POLYCULTURE FISH POND	
Fang Xiuzhen, Guo Xianzhen, Wang Jikun, Fang Yingxue and Liu Zhiyun (234)	
PRELIMINARY STUDIES ON THE EFFECTS OF ANIMAL MANURE APPLICATION UPON FISH BACTERIAL DISEASES AND FISH FOOD HYGIENE	
Ding Jieyi, Guo Xianzhen, Fang Xiuzhen, Liu Meizhen and Zhang Wenyong (249)	
A PRELIMINARY STUDY ON THE ENERGY SOURCES OF FISH GROWTH IN MANURED PONDS USING DELTA C ANALYSIS.....	
Guo Xianzhen, Fang Yingxue, Wang Jikun, Fang Xiuzhen and Liu Zhiyun (269)	
COMPARATIVE STUDIES ON THE EFFECTS OF FRESH PIG MANURE AND ANAEROBICALLY-FERMENTED PIG MANURE UPON FISH FARMING.....	
Ding Jieyi and Han Yujin (284)	
THE PRELIMINARY STUDIES ON THE BACTERIAL TYPES IN THE FISH PONDS APPLIED WITH FOUR KINDS OF ANIMAL MANURE AND THE EFFECTS UPON ECOSYSTEM AND YIELD.....	
.....Guo Xianzhen, Fang Yingxue, Wang Jikun and Fang Xiuzhen (297)	
PRELIMINARY STUDIES ON THE EFFECTS OF FRESH AND FERMENTED PIG MANURES ON FISH PRODUCTION	
.....Yang Yejin, Zhu Yun, Hua Dan and Wan Junhua (321)	
RESULTS OF REARING TILAPIA HYBRID WITH FRESH OR FERMENTED CHICKEN MANURE IN AQUARIA	
..... Yang Yejin and Hua Dan (328)	
THE EFFECT OF ANIMAL MANURE PROTEIN ON FISH YIELD IN CARP POLYCULTURE	
.....Fang Yingxue, Guo Xianzhen, Wang Jikun, Yang Yejin, Yang Yaping, Liu Zhiyun and Jack A. Mathias (335)	

我国综合养鱼主要类型及其配置¹⁾

杨华祝 方映雪 陈中林

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心)

(亚太地区综合养鱼研究和培训中心)

摘 要

中国综合养鱼有六个系统:鱼-农、鱼-畜/禽、鱼-畜-农、桑基鱼塘、多层次综合利用和渔-工-商。本文着重介绍各系统中不同专业间资源配置的原理和技术,单位面积鱼池所需的合理的饲料地面积和畜、禽头数的计算式,以及废弃物综合利用的新方法。

综合养鱼是以养鱼为主,渔、农、牧和农副产品加工业综合经营及综合利用的生产形式。我国综合养鱼具有悠久的历史,公元前2—1世纪就有水生植物种植与养鱼结合的记载(刘岫,889—904,《岭表录异》),公元9世纪就有稻田养鱼的记载,公元14—16世纪就有鱼草轮作(徐光启,1562—1633,《农政全书》)、桑基鱼塘(钟功甫,1980)、鱼畜结合,以及多专业与养鱼综合的复杂结构(张履祥,1644;《补农节》)。

我国综合养鱼模式分六个主要类型:鱼-农,鱼-畜/禽,鱼-畜-农,桑基鱼塘、多层次综合利用、渔-工-商。

一、鱼-农

我国综合养鱼场通常都在饲料地、池埂、干塘后的池底及零星土地种植陆生饲料,南方养鱼场也常在河、湖、沟、洼种植水生饲料。

(一) 主要作物品种及其效益

水陆生饲料作物品种见表1。目前陆生饲料中效益最佳、最普遍的是黑麦草与苏丹草轮作。广东等省种植的象草和冬季蔬菜效益亦佳。这些作物单位面积产量的季节变化能够与鱼类摄食量的季节变化保持一致(图1),而且产量高,成本低。种草养鱼,每公斤草鱼饲料成本只有商品大麦养鱼饲料成本的1/2(种草工资按3元/工作日,而大麦价格仅0.24元/公斤,下同),水生饲草主要是水葫芦和水浮莲,经青饲料粉碎机粉碎后,用于草食性鱼类的养殖。种水葫芦养鱼每公斤草鱼饲料成本只有商品大麦养鱼饲料成本的1/6。种粮食作物养鱼的经济效益,不及上述作物。

1) 本文承朱林庚副研究员审阅修改,值此致以热忱谢意。

表 1 鱼农综合类型主要水陆生饲料作物品种

品 种	播种期 (月份)	播种 方法	播种量 (公斤/公顷)	生长期 (月份)	用 途	产量(鲜重, 吨/公顷)	饲料系数 (鲜重)
黑麦草 <i>Lolium multiflorum</i>	9—10	撒播 或移栽	30—45	11—5	叶、茎作饲料	75—150	17—23*
苏丹草 <i>Sorghum vulgare</i> var <i>sudanese</i>	5	撒播	45—60	6—10	叶、茎作饲料	150—225	19—28*
象 草 <i>Penisetum purpureum</i>	3—8	扦插	120 000—135 000 株(扦插苗)	4—10	叶、茎作饲料	225—450	30—40
杂交狼尾草 <i>Penisetum americanum</i> × <i>Pennisetum purpureum</i>	4—5	扦插或育 苗移栽	45 000—60 000 株 (扦插苗)	6—10	叶、茎作饲料	225—300	25—30
紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	3—6 8—9	撒播	12—15	4—10	叶、茎作饲料 或绿肥	45—90	25—30
红、白车轴草 <i>Trifolium pratense</i> & <i>repense</i>	3—6	撒播	12—15	4—10	叶、茎作饲料 或绿肥	60—90	25—30
苦苣菜 <i>Lactuca indica</i>	3—8	撒播	15—22.5	5—10	叶、茎作饲料	75—112.5	30—35
青 菜 <i>Brassica chinensis</i>	4—5茬 (每年)	撒播或 移栽	10.5—45	全年	叶、茎作饲料	30—40 (每茬)	35—40
卷心菜 <i>Brassica oleracea</i> var <i>capitata</i>	3—4茬 (每年)	撒播或 移栽	10.5—30	全年	叶、茎作饲料	30—40 (每茬)	35—40
大 豆 <i>Glycine max</i>	3—4 或 6	点播	90—112.5	6—10	豆饼或豆浆 作饲料	0.75—1.95	3*
水葫芦 <i>Eichhirnia crassipes</i>	4—5	移植	4 500—7 500 株 移植苗	6—10	全株作饲料	150—300	45—50*
水浮莲 <i>Pistia stratiotes</i>	4—5	移植	1 500—3 000株 移植苗	6—10	全株作饲料	150—225	45—50

* 试验结果,其余根据调查资料总结。

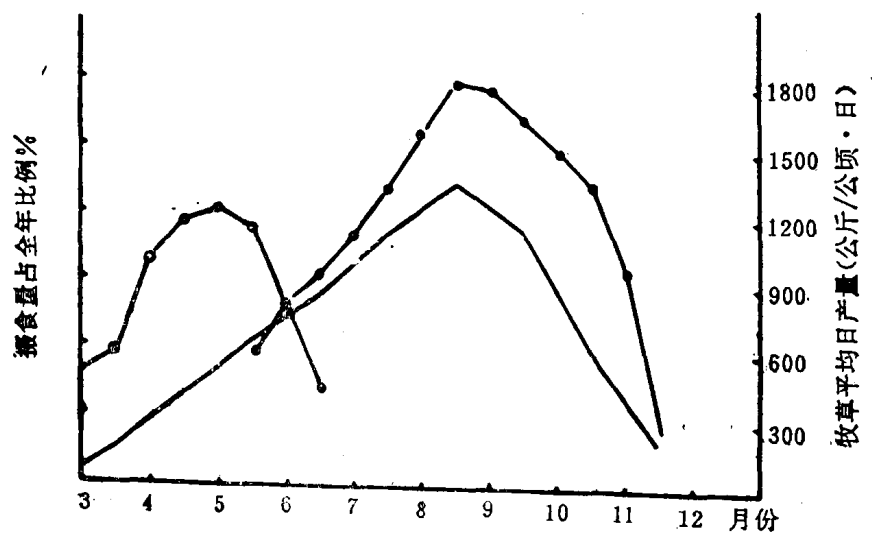


图 1 鱼类摄食量和黑麦草、苏丹草日产量变化趋势

— 鱼类; —○— 黑麦草; —·— 苏丹草

(二) 鱼农的合理配置

1. 鱼池和饲料的比例

在饲料自给系统中,根据耕作制度不同,种植面积可分别按下列诸方法计算。

(1) 非轮作型种植。如常年只种一种饲料,并能被混养的多种吃食鱼所摄食,例如象草、三叶草、青菜等,草鱼、鳊鱼和团头鲂都能摄食。南方有一些地区常年种一种谷类,一年种几茬。谷类能被所有吃食鱼摄食,但饲料系数不同。此类情况可按下式计算:

$$S = \sum_{i=1}^n Y_i F_i / PN \quad (1)$$

式中, S —每亩(公顷)鱼池计划配备的种植面积(亩或公顷)¹⁾;

Y_i 是混养鱼池中该饲料所养的各种吃食鱼的计划净产量(公斤/亩或公斤/公顷);

F_i 是各种鱼利用所种饲料的饲料系数;

P 为该饲料平均每茬每亩产量[公斤/(亩·茬)或公斤/(公顷·茬)]

N 为该饲料连作茬数($N \geq 1$)。

当该饲料所养各种鱼的饲料系数相同,或者单养一种吃食鱼,式(1)可简化为:

$$S = YF / PN \quad (2)$$

如同时种植几种非轮作饲料,一是按照鱼类不同食性,用上式分别计算各饲料种植面积,然后合计;也可取其中一种用量最多、来源最可靠,或几种吃食鱼都通用的饲料作“标准”,计算上述二式分子项,即饲料需要量 $M = \sum_{i=1}^n Y_i F_i$ (或 $M = YF$),然后取其中不足部分按下式换算成另一饲料需要量:

$$M_b = M_a \cdot F_b / F_a = M_a \cdot R \quad (3)$$

式中, M_b 是由标准饲料换算成的某饲料量(公斤);

M_a 为标准饲料中待换算的部分(公斤);

F_b 为某饲料的饲料系数;

F_a 为标准饲料的饲料系数。

F_b 和 F_a 必须是养同一种鱼的饲料系数,求得各饲料需要量后,再分别除以式(1)分母项 PN 即得各饲料面积,随之求总面积。当系统内饲料供应不足时,式(3)同样可计算需外购的饲料数量。

R 为等效比值,即不同饲料或肥料在相同条件下养鱼,其饲料系数或肥料转化系数的比值。

(2) 轮作型种植。全年采取两种以上饲料作物轮作时,因为各个轮作期的鱼产量难以测定,难以用式(1)计算,所以设某一轮作期的一种饲料作“标准”,按式(1)的分子项求“标准饲料”全年的计划需要量,那么某轮作期“标准饲料”需要量 M_a 应按下式计算:

$$M_a = \sum_{i=1}^n Y_i F_{ai} R, \text{ 或 } M_a = YF_a R$$

1) 1亩=1/15公顷,

F_{ai} 是指 a 饲料对所养的 i 种鱼的 i 个饲料系数;

式中, Y_i 和 F_i 含义同式(1); R 为该轮作期鱼类摄食量占全年摄食量的比例(%). 此比例可通过投喂同一种饲料测出. 有关这方面资料也较多.

另一轮作期所种某饲料的需要量按下式求:

$$M_b = YF_a(1-R)F_b/F_a = YF_b(1-R) \quad (4)$$

式中, M_b 和 F_b 分别为另一轮作期某饲料的需要量和饲料系数.

各轮作期的饲料需要量分别除以式(1)中相应的 P 和 N 值, 即为各轮作期计划种植面积.

综合试验结果和调查资料(白遗胜等, 1983; 杨华祝, 1986; Yang Huazhu et al., 1990) 在长江流域, 每年10月至翌年5月底每亩鱼池配备黑麦草面积0.3亩左右(包括池埂及其斜坡, 下同), 5—10月配备苏丹草或杂交狼尾草0.6亩左右, 水肥管理适当, 可收割上述饲草合计约8000多公斤, 可净产吃食性鱼300多公斤, 带养滤、杂食性鱼约100公斤. 如上半年扩大种植面积, 多余青饲料采取适当的贮藏方法, 用于下半年调剂; 下半年则选用产量更高的牧草, 那么下半年面积可减少, 两轮作期面积可趋于相等.

2. 合理按排青饲料作物茬口

目前群众在黑麦草和苏丹草接茬方面还存在时间和方法问题. 因6月上旬黑麦草生长转慢, 并渐枯萎, 此时播种苏丹草到第一次刈割需30—40天, 因此有些群众为保证6月份鱼类摄食高峰期有充足的青饲料, 在5月初就把黑麦草翻耕掉而播种苏丹草. 这样虽保证6月份饲料, 但失去5月份黑麦草产量高峰, 而且因5月份低温多雨, 苏丹草萌发、生长慢, 从播种到第一次刈割需50天左右, 造成鱼类断饲, 有些群众在5月底黑麦草接近枯萎时才翻耕, 播种苏丹草, 这样虽获黑麦草产量高峰, 但从黑麦草最后一次刈割到苏丹草第一次刈割, 相隔40天左右, 也会发生断饲.

解决办法: 采取黑麦草地套播苏丹草. 5月下旬, 预计割最后一次黑麦草前7—10天, 在黑麦草行列间仅挖3—5厘米的浅沟, 在沟中均匀播入苏丹草, 然后将土耙松盖上, 再浇一层薄泥浆或腐熟的畜粪水, 大约7—10天苏丹草普遍出苗, 此时将黑麦草全部刈割, 并将草根除去, 或翻盖入土. 谨防因黑麦草遮行, 影响苏丹草长苗, 尤其是阴雨天烂苗. 挖除黑麦草时切忌伤及苏丹草幼苗. 采用此法只要播种得法, 并做到上述两点, 并不影响苏丹草产量. 据试验, 即使在黑麦草株行距为15×20厘米密植条件下播种苏丹草, 最后一次割黑麦草到第一次割苏丹草仅隔18—20天, 和割黑麦草的间隔时间一样. 第一次刈割产量和累计产量与不套种的对照地块相似.

3. 青饲料养鱼的鱼类放养模式

种植水、陆生青饲料养鱼, 应主养草鱼和团头鲂, 带养滤、杂食性鱼. 据试验结果和鱼场的多年实践, 放养重量比例如下: 大、中规格的草鱼(2—4尾/公斤)占总放养重量的65—70%; 水深1—2.5米的鱼池, 每亩放养60—130公斤. 团头鲂占10—15%, 规格30—40尾/公斤. 鲢、鳙占15—20%, 规格15—20尾/公斤. 鲤、鲫占5—7%, 规格: 鲤20—40尾/公斤, 鲫30—50尾/公斤. 按此比例, 鱼池不需施肥, 滤杂食性鱼靠草鱼带养.

二、鱼-畜、禽

饲养畜、禽,用畜禽粪肥养鱼,也是我国综合养鱼的基本类型,主要畜、禽有猪、奶牛、鸡、鸭、鹅,最普遍的是鱼-猪模式。近几年因鱼-牛、鱼-鸭经济效益显著(杨华祝,1983;1985),也得到迅速发展。

(一) 畜、禽粪肥养鱼效果

畜、禽粪肥养分全面,氮、磷、钾等营养元素含量较高(北京农业大学,1979),并混有大量被畜、禽泼撒的饲料和未消化饲料,禽粪中尤其多(杨华祝,1983,1985),因此畜禽粪肥养鱼具有明显的效果。用不同畜、禽粪肥养鱼试验(方映雪,1985),虽然每日每米³水体仅各投0.004—0.005公斤粪肥(按干重计),但各畜、禽粪肥鱼池无机氮、磷含量、浮游生物量、细菌数和有机碎屑含量都接近或超过无锡市河埭口高产鱼池肥水水平(见表2)。

综合不同类型鱼池(水深0.8—2米)试验结果,鸡、鸭、鹅、猪、牛粪养滤、杂食性的肥料转化系数按干重计分别为2.28—5.45,2.32—5.70,3.48—5.73,2.17—5.77,3.15—6.24,按湿重计分别为4—10,10—15,15—25,10—24,21—41(方映雪,1985; Fang Ying-xue,1986,1988)。试验发现,肥料转化系数随着水深增加而偏向上述高限,水深2米的鱼池常为上述最高限。

如每只家禽每年的粪肥和泼撒饲料全用于养鱼,蛋鸡可产滤食性和杂食性的鱼2公斤左右,卡基康贝尔鸭可产鱼3公斤左右,太湖种鹅可产鱼(包括部分草鱼、团头鲂)约4公斤,一头育肥猪从小养到8月龄,其粪尿和废弃饲料可产鱼约40多公斤,一头体重450—500公斤的乳牛可产鱼450—500公斤(其中草鱼和团头鲂约占10%)。

(二) 鱼-畜、禽的合理配置

1. 布置

鱼-鸭(鹅)综合有3种布置形式:(1)集群放牧。利于大水面鱼类增、养殖。(2)塘外集中圈饲。鱼池附近建大型鸭、鹅棚,并排设置活动场和洗羽池,鸭、鹅粪和泼撒饲料扫入活动池,活动池肥水每天引入鱼池。此法对泼撒和未消化饲料利用不足。(3)鱼、鸭(鹅)混养。此法较佳。在成鱼池、外荡围养区或网箱附近堤埂上建简易鸭、鹅棚。围部分埂面和池坡作活动场。棚、场饲养密度4—5只/米²。用旧网片或篾栅围鱼池一角作洗羽池,密度3—4只/米²。猪多数饲养在池埂上的简易棚里,平均每头肉猪占圈面积1—1.2米²育肥效果较佳(王益华等,1980)。奶牛都集中饲养,每头奶牛平均需牛舍建筑面积约7米²和活动场15—20米²。鸡养在池埂简易鸡舍里或在鱼池附近集中饲养。

2. 配合比例

单位面积鱼池搭配畜、禽数量,通常可按下列式计算:

表 2 不同鱼池主要营养盐和天然饵料含量

鱼池类型	平均施肥量 (公斤/米 ² ·日)	无机氮 (NH ₄ ⁺ 、NO ₂ ⁻ 、 NO ₃ ⁻)(毫克/升)	无机磷 (PO ₄ ³⁻) (毫克/升)	浮游植物 (毫克/升)	浮游动物 (毫克/升)	总菌数 (个/毫升)	有机碎屑 (毫克/升)	资料来源
鱼类旺长季节的 临界值或范围		0.34	0.04	20—100	5	1×10 ⁴ —1×10 ⁶	—	综合吴新儒等(1980) 和其它若干资料
施猪粪鱼池	0.004—0.005 (干重)	0.958	0.067	20.61±6.15	7.73	4.15×10 ⁶	52.57	方映雪等(1985)
施牛粪鱼池		0.879	0.024	19.15±6.5	5.61	5.18×10 ⁶	64.44	
施鸭粪鱼池		0.995	0.094	22.55±6.88	6.29	6.31×10 ⁶	61.96	
施鸡粪鱼池		2.275	0.434	38.70±19.46*	18.30	11.05×10 ⁶	71.00	
河埭口高产鱼池 (八口池平均)		0.97—2.66 (1.38)	0.003—0.17 (0.023)	46.2—47.8 (46.8)	10.1—15.1 (12.7)		67.9—111.2**	雷衍之等(1983) 何志辉等(1986)
“猪-草-鱼”池(土池, 仅留5—10厘米淤泥)	不施肥	1.548	0.900	54.24	11.46	13.07×10 ⁶	106.65	杨华祝(1986)
“猪-草-鱼”鱼池,水 泥池坡,清除淤泥(九 口池平均)	只投草,不 施肥,每天清 除剩草	0.846—1.043 0.919±0.007	0.034—0.039 0.037±0.002	16.98—32.33 26.31±5.43	5.15—15.46 9.7±5.43	2.4—3.7×10 ⁶ 3.26±0.36×10 ⁶	257—665 459±235	杨华祝等(1989)

* 因水质恶化,浮游植物大量死亡。

** 按作者统计的有机碎屑干重比折算。

$$N = \frac{(Y_1 - nY_2)C}{M} \quad (5)$$

式中, N 为鱼池搭配畜、禽数量(头/亩); Y_1 为滤食鱼计划净产量(公斤/亩)(滤食鱼计划净产量以 250—300 公斤/亩为佳); Y_2 为吃食鱼计划毛产量; n 为吃食鱼单位毛产量能带养出滤食性鱼净产量的比例; C 为某畜、禽粪肥养鱼的肥料转化系数(按鲜湿重计); M 为该畜、禽每头每年(或每生产周期)排粪量(净鲜粪), 畜尿通常按 5:1 折算为畜粪。 n 和 C 是若干因子作用的结果, 据试验和调查, n 一般为 0.2—0.5(陈乃德, 1982; 白遗胜, 1983; 杨华祝, 1986), 通常用 0.3, C 为肥料转化系数。

按式(5)计算, 如使用两种以上粪肥, 可选一种粪肥为基准计算, 然后按它们的等效比值(养鱼等效比值是不同饲料或肥料在相同条件下养鱼, 其饲料系数或肥料转化系数的比值)换算。如以猪粪为基准, 鸡、鸭、鹅、牛粪养鱼与猪粪养鱼的等效比值分别为 1/5、3/5、1、8/5(按净鲜粪计)。将一定量猪粪换算成某畜、禽粪, 则乘上该畜、禽粪与猪粪的养鱼等效比值。如畜、禽饲养生产周期不满一年者(肉畜、肉禽), 按鱼池将按式(5)求得的畜、禽头数按不同季节的需肥量分配在适当时间饲养。如根据式(5)计算结果为零, 表示吃食鱼可带养出滤食鱼计划产量, 两者产量比例适当不需施肥; 当结果为负值时, 表示吃食鱼带养滤食鱼的能力大于滤食鱼计划产量, 在鱼池负载能力允许时, 可增加滤食鱼计划产量。

综合试验和调查研究结果, 在长江流域, 亩净产 400 公斤(其中滤、杂食性鱼占 60—65%, 其余为草、青鱼), 除草, 青鱼靠投饲外, 每亩鱼池配蛋鸡 90—100 只, 或康贝尔鸭 60—70 只, 或种鹅 50 只左右, 或育肥猪 4 头左右, 或体重 450—500 公斤的成乳牛 0.4 头, 可满足鱼池的肥料的需求, 如只养滤、杂食性鱼, 亩净产 250 公斤(其中杂食鱼占 1/4—1/3), 每亩鱼池搭配畜、禽数量可比上述数量约增加 20%。

三、鱼-畜-农

鱼-畜-农是鱼-农和鱼-畜、禽两个基本类型的结合。有猪-草-鱼, 菜-猪-鱼等模式。前者较多, 效益也较佳, 是鱼-畜-农的代表模式。猪-草-鱼中的猪粪除直接下塘肥水, 还用作高产牧草的肥料。用草主养草食性鱼, 同时, 以草食鱼粪便肥水带养滤、杂食性鱼, 塘泥再作种草肥料(图 2)。由图中可见, 单纯鱼-猪塘泥不能很好利用。猪粪种草养鱼途径既利用了牧草生产力, 又利用了浮游植物生产力。每亩牧草初级生产力是浮游植物生产力的 2—2.5 倍(杨华祝, 1986); 不施任何肥料的猪-草-鱼鱼池, 只靠鱼粪肥水, 同样可达到高产池肥水水平(见表 2)。因此随着猪粪种草养鱼比例加大, 经济效益相应提高, 据实验(鱼池水深 2 米)每百公斤猪粪尿(粪尿各半)直接养鱼, 可产滤、杂食性鱼约 2.5 公斤; 而用于种草则产草 112 公斤, 可产草鱼、团头鲂 4.2 公斤, 并带养出滤、杂食性鱼约 1.5 公斤, 合计产鱼 5.7 公斤, 比猪粪尿直接养鱼增加 3.2 公斤。增产 133%, 按 1980 年可比价计算, 增加收入 234%(杨华祝, 1986)。

每年 3—9 月养 3—4 头肉猪, 可保证 1 亩饲料地全年种草肥料(其中黑麦草基肥用塘泥), 可产草 15 000—20 000 公斤, 可供 2 亩鱼池, 每亩鱼池可净产鱼 400 多公斤。

为了给养鱼业提供更多的饲料和肥料, 并增加产品品种, 提高经济效益, 目前很多鱼

场综合上述三个基本类型,以养鱼为主,同时饲养多种畜禽,种植多种水陆生饲料作物,而且各专业之间的物质能量相互交流(图3)。

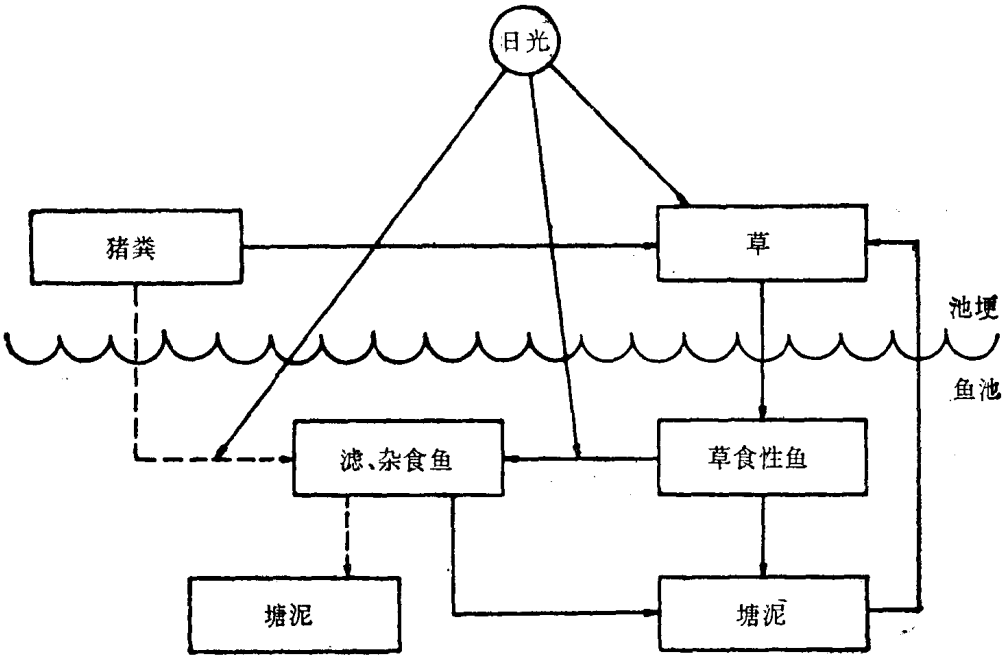


图 2 猪-草-鱼系统物质能量流向示意图
—— 猪-鱼; --- 猪-草-鱼

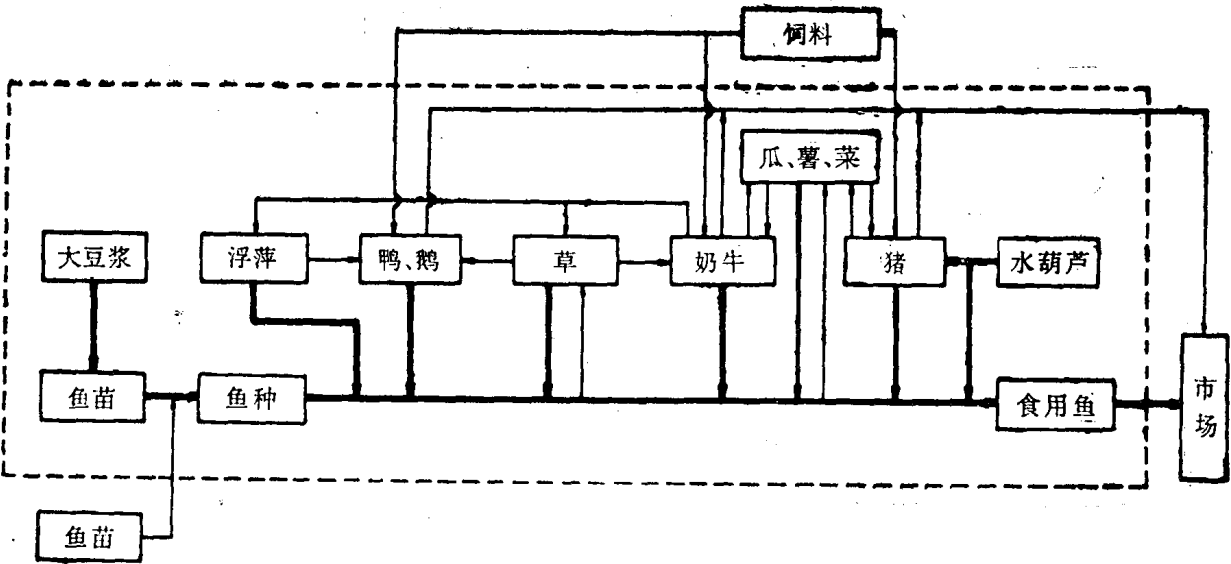


图 3 无锡市向阳水产养殖场鱼-农-牧横向并联网络
虚线外为单位以外
—— 直接为养鱼提供饲料、肥料; ——— 间接提供饲料、肥料

四、桑基鱼塘及其配合关系

桑基鱼塘是综合养鱼的特殊类型,分布在珠江三角洲和太湖流域。鱼池为基上的桑

提供泥肥,桑叶养蚕,蚕沙、蚕蛹和蚕蛹水养鱼;在桑基边沿,以及秋冬落叶后的桑间,分别种植象草和蔬菜,作为鱼类饲料。以塘泥和饲料为物质纽带,将基与塘紧密结合在一起,组成了结构完整的人工生态系(图4)。基与塘的配合具有一定的数量关系。

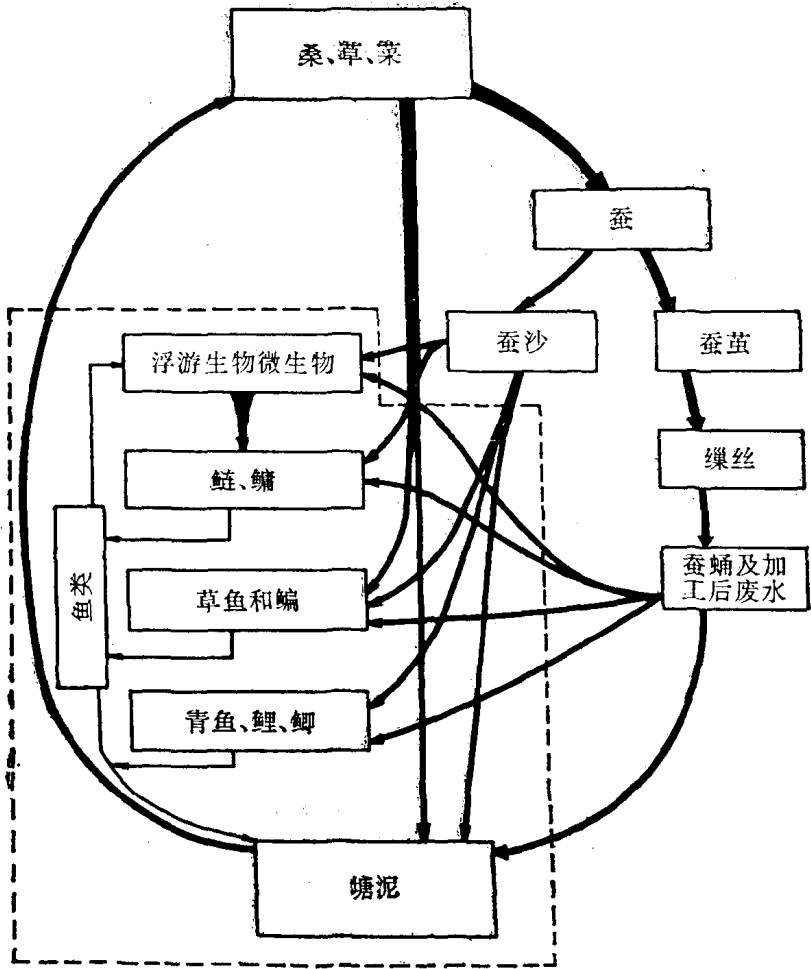


图4 桑基鱼塘结构示意图(虚线外为系统外投入、产出)
—— 物质循环路线; --- 鱼场以内

(一) 塘 泥

塘泥是基上作物的主要肥源,每亩鱼池的塘泥可供1—2亩基面。冬天干塘后取泥盖于基面,然后在桑间套种冬荳作物。夏秋捞塘泥屏于基面,采桑一次屏一次,补充肥力,增厚耕作层5—6厘米。基上泥土和落叶被雨水冲入鱼池,塘泥又带营养盐补充基上,循环不已。

(二) 饲料和肥料

1. 直接提供的饲料

主要是牧草、蔬菜和桑叶。每亩桑基套种的草、菜可收3000多公斤,可产鱼约140