

淡水渔业研究文集

SELECTED PAPERS OF FRESHWATER FISHERIES RESEARCH

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 编辑

淡水渔业研究文集

SELECTED PAPERS OF FRESHWATER FISHERIES RESEARCH

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 编辑

科学出版社

1990

内 容 简 介

本文集是中国水产科学研究院淡水渔业研究中心汇集的学术论文报告,共13篇。其主要内容有:建鲤选育的新工艺、综合养鱼的生物学基础、诱导鱼类染色体的变施化、粪肥对鱼类疾病和鱼体的影响、草鱼的肌原纤维腺苷三磷酸酯以及大水面的综合开发利用等等,涉及生物工程、生态渔业、生理生化以及鱼类病理等学科,具有较高的学术水平;反映了淡水渔业研究领域的新的科研成果。对渔业的基础理论研究和生产实际都具有一定的指导意义。

本文集可供水产院校师生和水产部门科技工作者参考。

淡 水 渔 业 研 究 文 集

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 编辑

责任编辑 赵徐懿

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码 100707

中国科学院上海分院印刷所印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1990年5月第一版 开本:787×1092 1/16

1990年5月第一次印刷 印张:7 1/8 插页:2

印数:0001—2,000 字数:170,000

ISBN 7-03-002042-1/S·67

定价:10.00元

《淡水渔业研究文集》编辑委员会

Editorial Board of Selected Papers of Freshwater
Fishries Research

主任委员(Chairman)

郭贤桢 Guo Xianzhen

副主任委员(Vice Chairman)

刘世英 Liu Shiyong 蔡仁逵 Cai Renkui

胡保同 Hu Baotong

委

员(Members of Editorial Board)

刘世英 Liu Shiyong

叶冀雄 Ye Jixiong

李康民 Li Kangmin

陈关顺 Chen Guanshun

张建森 Zhang Jiansen

胡保同 Hu Baotong

夏德全 Xia Dequan

翁维源 Weng Weiyuang

蔡仁逵 Cai Renkui

石文雷 Shi Wenlie

严小梅 Yan Xiaomei

金德沂 Jin Deyi

陈锦富 Chen Jingfu

张瑞涛 Zhang Ruitao

姜礼燊 Jiang Lifan

郭贤桢 Guo Xianzhen

黄发源 Huang Fayuang

目 录

建鲤选育的新工艺、新技术·····	张建森、孙小异、王建新、施永红、周银妹(1)
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(6)
环氧氯丙烷诱导鱼类染色体损伤产生微核的研究·····	张瑞涛、陆茂英、余瑞兰(16)
溶解氧、水流与鱼类生长关系的探讨·····	许品诚、曹萃禾(21)
草鱼肌原纤维 ATPase 的研究 ·····	韩名竹、陈焕铨、金中林、陶江萍(28)
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(35)
中华鲟肝脏癌变的初步研究·····	姜礼燧、曹萃禾(44)
草、鲢鱼心搏率的温度效应·····	曹萃禾(48)
花园湖鱼类溃疡病的初步研究·····	蒋桂珍、邢 华、陈 辉、毛文锋(53)
太湖天然饵料资源的增殖及其与鱼类增殖关系的研究·····	
·····	陈文海、何全源、陈家涤、杜红文(57)
鱼类育种研究的进展、成就和展望·····	张建森、孙小异(70)
太湖渔业综合开发利用的研究·····	蔡仁逵(79)
中国综合养鱼发展概论(英文)·····	胡保同、周恩华(97)

CONTENTS

New Technology and Technique of Selective Breeding on an Improved Variety Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>).....	Zhang Jiansen, Sun Xiaoyi, Wang Jianxing, Shi Yonghong and Zhou Yingmei (5)
The Principles and Ratio of Grass Carp Excrements in Supporting the Growth of Filter-feeding and Omnivorous Fishes.....	Yang Huazhu, Fang Yingxue and Liu Zhiyun (15)
Study on the EGH-induced Micronucleus with Fish Chromosome being Damaged.....	Zhang Ruitao, Lu Maoying and Yu Ruilan (20)
Studies on Relationship between the Dissolved Oxygen, Water Flow and Fish Growth.....	Xu Pincheng and Cao Cuihe (27)
Study on Myofibrilla ATPase Activity in Grass Carp.....	Han Mingzhu, Chen Haunquan, Jin Zhonglin and Tao Jiangping (34)
Effects of Animal Manure Application in Fish Pond on the Bacterial Diseases of Fish and the Food Hygiene	Din Jieyi, Guo Xianzhen, Fang Xiuzhen, Lui Meizhen and Zhang Wenyou (43)
A Preliminary Study on the Hepatic Carcinoma of <i>Acipenser sinensis</i>	Jiang Lifan and Cao Cuihe (47)
Effects of Thermal Pollution on the Heartbeat Rate of Grass Carp and Silver Carp.....	Cao Cuihe (52)
Preliminary Studies on Ulcerative Fish Disease in Huayuan Lake...	 Jiang Guizhen, Xing Hua, Chen Hui and Mao Wenfeng (56)
A Study on the Relationship between the Increase of Natural Food Organism Resources and the Increase of Fishes in Taihu Lake.....	Chen Wenhai, He Quanyuan, Chen Jiadi and Du Hongwen (69)
Progress, Achievements and Future of Fish Breeding Studies.....	Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (78)
Study on the Integrate Development and Utilization of Fisheries in Taihu Lake.....	Cai Renkui (96)
Review on Development of Integrated Fish Farming in China.....	 Hu Baotong and Zhou Enhua (97)

建鲤选育的新工艺、新技术

张建森 孙小异 王建新 施永红 周银妹

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心)

提 要

设计并实施一套鱼类家系选育、系间杂交及染色体组工程等综合育种新工艺、新技术,经六代定向选育,首次育成我国养殖鱼类杂交定向选育的遗传性状稳定的鲤鱼优良品种。本文着重介绍该研究的目的和意义、新工艺新技术的内容和特征,并进行了讨论。

一、前 言

鱼类的育种方法,概括地讲,可分为常规育种和新技术育种两类方法。前者主要包括选择育种、杂交育种等;后者主要包括单倍体育种(雌核发育、雄核发育)、多倍体育种、性别控制、细胞核移植、基因工程等。常规育种方法,在生产上是被广泛采用的,是提供良种的主要途径。新技术育种,目前尚处于实验阶段,或在生产上尚未处于重要地位。

选择育种,通常是指本品种选育,一般不是为了创造新的类型,而是为了提纯优化。如我国的荷包红鲤、兴国红鲤等地方品种的提纯复壮。

杂交育种分为经济杂交和育成杂交。经济杂交即杂种优势利用,是利用两种或两种以上不同亲本杂交所产生的子一代。国内外的鱼类育种,大部分属于这种情况,如我国的丰鲤(兴国红鲤♀×散鳞镜鲤♂)、荷元鲤(荷包红鲤♀×元江鲤♂)等杂交鲤都具有明显的杂种优势,在生产应用上曾取得较好的效果。但这些杂交鲤都必须保存两个亲本,年年进行杂交制种,手续繁琐,且往往因不重视亲本的提纯保种,或做起来比较麻烦,致使这些杂交种普遍变差,生产应用的效果不好。因此,迫切需要通过育成杂交的方法,选育遗传性状稳定的优良品种。

育成杂交是杂交和选育相结合,经定向选择,育成新类型的新品种。对于鱼类来说,国内外这方面的研究都不多。我国虽有人做过一些养殖鱼类的选育试验,终因鱼类生活环境的特殊、繁殖周期较长等困难,加之选育方法上的缺陷,选育的效果不佳,或未能坚持下去。至今尚未见杂交定向选育品种的报道。

作者遵循遗传学的原理,从鱼类的实际情况出发,设计并实施一套鱼类家系选育、系间杂交及染色体组工程(雌核发育)等综合育种的新工艺、新技术,经六代定向选育,首次育成了我国养殖鱼类杂交选育的,遗传性状稳定的鲤鱼优良新品种——建鲤

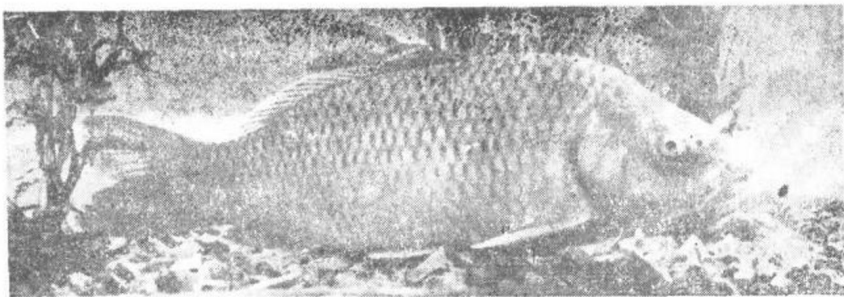


图 1 建鲤(*Cyprinus carpio* var. *jian*)
Fig. 1 Jian carp(*Cyprinus carpio* var. *jian*)

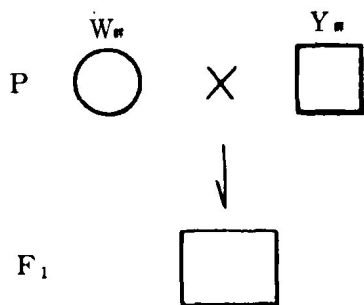


图 2 荷元鲤等杂交鲤及其它杂交鱼的制种示意图

Fig. 2 Productive technology of cross Heyuan carp, etc.

W_♀——荷包红鲤 *Cyprinus carpio* var. *wuyuanensis* ♀群体;

Y_♂——元江鲤 *C. carpio* var. *yuankiang* ♂群体;

P——亲代(parent generation);

F₁——杂交子一代 (first filial generation)

(*Cyprinus carpio* var. *jian*) (见图 1)。其育种速度快、效果好,深受群众欢迎,且对其它养殖鱼类的遗传改良、鱼类育种技术及基础理论的研究皆有重要意义。

二、新工艺新技术的内容和特征

新工艺新技术是一整套系列化的综合育种工艺,在实施过程中,必须认真抓好每一个技术环节。

(1) 选择配合力高、性状又能互补的荷包红鲤(*Cyprinus carpio* var. *wuyuanensis*)与元江鲤(*C. carpio* var. *yuankiang*)杂交组合的后代做为育种的基础群。在我国进行的近百个鱼类杂交组合的试验中,我们选择了鲤鱼。因为鲤鱼是重要的养殖对象,相对地说,鲤鱼还具有繁殖周期较短、生活力较强等优点。在鲤鱼成效显著的杂交组合中,通过分析

比较,认为荷包红鲤雌与元江鲤雄较好。这是因为两者的遗传性差异大,性状能够互补,子一代的杂种优势显著,且我们对其有较多的了解。

荷包红鲤和元江鲤杂交,子一代的基因型、表面型一致。子一代自交,由于基因的分离和重组,性状发生分离,出现超亲遗传的新类型,它们是被初选的对象和基础。

(2) 设计和采用适用于鱼类的测交和后裔鉴定等检测方法,严格选用纯合体(同质体)亲本。在配组确定之后,还必须选用纯种的亲本。除系统的选育和谱系记录外,我们对每一尾亲鱼都进行了测交和后裔鉴定。也就是不仅看亲本自身的表现,而且通过相互之间的交配和它们自交后子代的表现来检测亲本是否是纯种。

(3) 实行群体世代封锁,高度近交。建鲤的亲本,虽然与杂交鲤——荷元鲤相同,都是荷包红鲤和元江鲤,但两者的亲祖是不同的,除上述对亲本不同的要求和严格的检测选择外,在交配方式上也是显然不同的。荷元鲤是群体交配(其它杂交鲤、杂交鱼也是如此),而本研究是在用一雌一雄成对交配的方式,并由此父母起始建立家系。不同双亲的后代严格的进行隔离,并进行兄妹、孙子女之间的高度近亲交配。其目的在于利

用近交快速纯合基因，淘汰不利的遗传因子。在近交的过程中，采用极高的选择强度，仅选留各世代极其少数最优秀的个体。同时，在同一近交系中的各世代及不同近交系中选择指标必须严格一致，做到同质配种。

(4) 上述近交和家系选育的效果是非常好的，选择对象的表现，与我们对其性状遗传律的研究结果和基因型的分析判断是一致的，也就是说，具备了良好的基础。为了加快育种的速度，提高选择群体的生活力和生长优势，子四代进行了系间杂交，结果是遗传性状和经济性状均十分良好，故已开始应用于生产，获得了显著的经济效益，并获得了1986年农牧渔业部科技进步二等奖。

(5) 雌核发育系技术的配合使用及横交固定。如上所述，选育的第四代群体，已具备生产应用的良好效益，且体色、体型等性状基本一致，遗传稳定性、一致性达80%以上。但作为一个品种来讲，还不够理想。为了进一步提高经济性状和遗传性状的稳定性， F_4 与两个原始亲本相同、选择指标一致的雌核发育系相结合，并进行横交固定，取得了显著的效果。其子代(F_5 和 F_6)的遗传性状的稳定性和一致性达到98%以上，生产效果更好，达到和超过了预定的品种选育指标，定名为建鲤。现已推广到21个省、市、

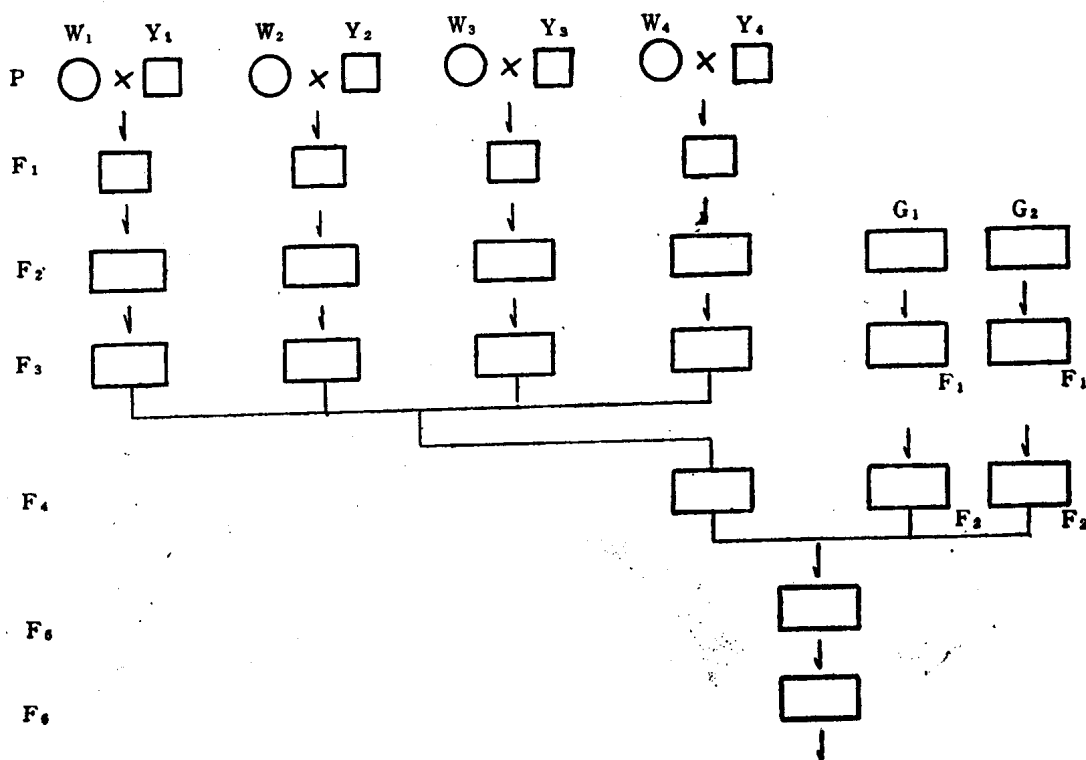


图3 建鲤选育的新工艺新技术示意图

Fig. 3 New technology and technique of selective breeding on an improved variety Jian carp (*Cyprinus carpio* var. *jian*)

W_1 — W_4 ——荷包红鲤 *C. carpio* var. *wuyuanensis* ♀ 1—4号;

Y_1 — Y_4 ——元江鲤 *C. carpio* var. *yuankiang* ♂ 1—4号;

P——亲代(parent generation);

G_1 ——雌核发育系1 (gynogenesis line 1);

G_2 ——雌核发育系2 (gynogenesis line 2);

F_1 — F_6 ——杂交选育子一代至子六代(first—sixth filial generation)

自治区。这项工作在雌核发育的研究及该项新技术的应用方面也是一个新尝试。

三、总结和讨论

1. 图2为荷元鲤等杂交鲤或其它杂交鱼的制种示意图。图3为建鲤选育新工艺新技术的示意图。乍看起来,似乎杂交鲤制种简单,新工艺新技术复杂。当然,从建鲤新品种的选育获得来看,新工艺新技术是相当严格、相当复杂的。但它是由繁到简的,也就是说,研制过程复杂,而到生产应用阶段反而简单了。从图3看从 F_4 开始应用于生产,特别是 F_5 和 F_6 大规模应用于生产后,生产者只要引进该新品种,让其自繁自育就行了,不再需要原始亲本,也不需要杂交,生长、增重速度、体型等性能又好。而各种杂交鲤都需要保存两个亲本,年年进行杂交,生产上只能利用第一代,如果利用第一代自交产生的子二代,生产性能就比较差。而且,即使只利用子一代,如果亲本不纯的话,它们所产生的子一代,也是比较差的。所以,生产单位愈来愈欢迎本研究选育的建鲤新品种。

2. 荷包红鲤和元江鲤遗传差异较大,具有明显不同的体色、体型以及不同的生理、发育等特点,具有许多不同的相对性状。如前所述,由于它们之间的差异及性状的有利互补,使杂种子一代具有明显的杂种优势。但从另一个方面讲,也使得 F_2 后的性状分离程度较大。尽人皆知,对杂种的选育稳定是较困难的,增重、体型等许多经济性状又是受多基因控制的。正是有鉴于此,作者才设计并应用这一套系列化的育种新工艺新技术。如果不这样做,而采用通常所用的简单选育方法或混合选择(群体选择)的方法,是难以达到目的的,是难以获得如此优良而稳定的品种的。著名的中国美利奴羊、卡拉库斯羊还有少数分离,苏联的罗普莎鲤从40年代初研究起,至今仍在继续选育中。荷包红鲤和兴国红鲤等地方品种,都是属于本品种选育历时10多年六代以上,体色性状的稳定性、一致性分别为89.63%和86.6%,体型尚不一致。相比之下,本研究所获得的结果是突出的,来之不易的。这充分反映出本研究工艺技术所具有的创造性、新颖性和先进性。本研究成果所获得的鲤鱼优良品种,不仅它本身已广泛应用于生产,效益突出,深受欢迎,具有广泛的实用性。还应该指出,目前我国的草、青、鲢、鳙鱼,团头鲂,鲫等许多主要养殖鱼类基本上仍属野生种群,其经济性状衰退较严重,亟待进行遗传改良,本研究的工艺方法和经验对它们都是适用的,或者仅用其中的一部分方法、技术就可以了。也就是说,本研究成果的实用性是相当广泛的。

3. 研究表明,近交(近亲繁殖)在鱼类育种上很有用,它可以较快的建立纯系。本研究还提供了“近交”而不衰退的经验。

近交衰退是生物界的普遍现象,在建鲤的选育过程中,虽因需要而采用高度的近交措施,但其后代并没有衰退,相反地却超过了称之为杂种优势利用的杂交种——荷元鲤,其关键在于近交与杂交的相互配合,即家系选育与系间杂交等综合措施的相辅相成。

4. 家系选育和群体选育是鱼类育种的两种基本方法,但鱼类育种界对这两种方法效果的看法颇不一致,也缺乏深入的研究,本研究设计的一套难度大,但适合鱼类实际情况的家系选育方案,实践证明效果是好的,肯定了家系选育的作用和效果。

5. 育种必须重视基因型的选择。基因是遗传的,但又是眼睛看不到的。通过一定的方法,判断选择个体的基因型,特别是与经济性状有密切关系的基因型,使其传递给后代,或组合更好的基因型,是选育目标能否实现的关键。本研究育成的新品种,不仅在经济性状上超过了杂交鲤,且外部形态等性状较现有杂交鲤又有所改进,体型新颖(呈比例适中的长型),深受群众欢迎。这是本研究重视基因型选择和同质配种的结果。

重视基因型的选择,有助于克服当前鱼类育种研究工作中的盲目性,提高预见性。

6. 雌核发育作为育种的一种新技术探索研究,早在50年代就已开始,60年代后世界各国广泛展开。一般的设想是:获得雌核发育的个体,并结合运用性转化技术生产全雌性鱼,或建立纯系。我们做了杂交—选育—雌核发育试验,即对杂交鱼进行了两代雌核发育,并进行了遗传学的分析比较,确认雌核发育技术对纯化基因的作用,从我们的实际情况出发,将其与家系选育、系间杂交等技术结合起来(无性近交系与有性近交系技术的结合),形成了一整套系列化的综合育种新工艺新技术,取得了良好的效果。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院水生生物研究所鱼类遗传育种研究室鲤鱼研究小组,1975,散鳞镜鲤与兴国红鲤、龙州镜鲤的杂种优势以及鳞被、体色的遗传,水生生物学集刊,5(4):439—446。
- [2] 邓宗觉,1981,江西婺源荷包红鲤体型形成及体色遗传的探讨,淡水渔业,(6):14,22。
- [3] 江西省水产学会,1982,江西婺源荷包红鲤提纯选优,淡水渔业,(1):29—31。
- [4] 国家水产总局长江水产研究所育种室鲤鱼组,1981,荷元鲤(荷包红鲤♀×元江鲤♂)杂种优势利用及性状遗传的研究,淡水渔业,(3):1—9。
- [5] 张建森等,1983,鲤鱼体色体型遗传的研究,水产学报,7(4):301—312。
- [6] 张建森等,1985,荷包红鲤与元江鲤正反杂交、回交及F₂经济效益的研究,水产学报,9(4):375—382。
- [7] 张建森等,1981,鲤鱼主要数量性状遗传力的研究,淡水渔业,(2):44—46。
- [8] 张建森,1986,荷元鲤(荷包红鲤♀×元江鲤♂)回交育种的研究,淡水渔业研究,(1):35—40。

NEW TECHNOLOGY AND TECHNIQUE OF SELECTIVE BREEDING ON AN IMPROVED VARIETY JIAN CARP (*Cyprinus carpio* var. *jian*)

Zhang Jiansen Sun Xiaoyi Wang Jianxing Shi Yonghong Zhou Yingmei
(Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fisheries Sciences)

Abstract

A series of comprehensive technology and technique of selective breeding has been established and operated on fish by family breeding, inter-species breeding and chromosome engineering. It is the first success in fine species with stable characteristics of the Chinese cross hybrids after six generations of selective breeding. The emphasis of this paper is mainly laid on the purposes, significance, the adopted new technology and technique, and the characteristics of this project.

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

(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)

提 要

草鱼放养量 717—1 000 kg/ha, 鲤鱼 72—75 kg/ha, 草鱼与鲢、鳙鱼放养重量的比例分别为 10:2, 10:3, 10:4, 只投牧草, 不施任何肥料, 主要以草鱼粪便肥水。池水铵态氮达到 $0.919 \pm 0.071 (0.846 \pm 0.144 - 1.043 \pm 0.410) \text{mg/L}$, 但无机磷偏低。浮游植物生物量达到 $26.31 \pm 5.43 (16.98 \pm 6.53 - 32.33 \pm 8.38) \text{mg/L}$, 浮游动物生物量 $9.7 \pm 5.43 (5.15 \pm 2.63 - 15.46 \pm 8.00) \text{mg/L}$ 。δC(碳)测定结果证明草鱼粪中的碳是其带养的鲢、鳙、鲤鱼鱼肉的主要碳源, 饲养六个月, 总净产量为 1 846 (1 600—2 276) kg/ha, 其中草鱼带养的鲢、鳙、鲤净产量为 640 (408.0—825.4) kg/ha。草鱼与鲢、鳙放养量比例 10:2 较佳, 即鲢、鳙占总放养重量 16%, 鲤鱼占总放养重量 6%, 该比例组鲢、鳙、鲤净产量和日增重率最高。净产量可达到草鱼净产量的 56.1%, 每毛产 1 kg 草鱼, 可净产 0.19 kg 鲢、鳙和 0.15 kg 鲤鱼。

一、前 言

混养是中国池塘养鱼的传统特点, 自古有“一草带三鲢”之说。国内关于混养比例的经验介绍较多, 而专门对混养比例的理论研究较少。何志辉(1983)在调查中发现鲢、鳙放养量比例为 3—4:1 的理论依据。印度对草鱼、鲢、鲤混养的生产实践作过报道 (Jhingran, 1985)。

目前中国池塘养鱼实践中混养品种达 8 种左右, 可分为三种类型: 以草鱼为主, 以青鱼为主和以鲢、鳙为主。据史洪芳(1984)和杨华祝(1987)调查, 以草鱼为主的混养类型经济效益最佳, 单位面积鱼池产量高, 利润高, 其次是青鱼为主鱼池, 但由于青鱼饵料和鱼种欠缺, 目前尚无普遍意义。以鲢、鳙为主类型成本低, 但是, 由于单位面积产量有限, 价格低, 所以利润不高。为求鱼池高产、高效益, 中国池塘养鱼正开始发展以草鱼为主的混养类型。因此本实验对以草鱼为主, 带养滤、杂食性鱼的生物学原理以及混养比例作了研究, 为提高池塘养鱼工艺化水平提供理论基础。

二、材 料 和 方 法

试验池为 1985 年 6 月新开鱼池, 每池 60 m², 用水泥板护坡。试验期为 1985 年 7

* 热忱感谢 IDRC 对本研究的资助, NACA 对本研究的支持。

月 24 日至 10 月 21 日和 1986 年 4 月 20 日至 10 月 19 日。第二年鱼类放养前用高压水反复冲洗池底至硬土, 排净淤泥浆, 尽可能减少淤泥对水质影响。

混养比例分组, 采用生产实践中常见的草鱼放养量 60 kg/亩, 变化鲢、鳙鱼放养量。草鱼与鲢、鳙鱼比例分别为 10:2、10:3、10:4 三组, 鲢、鳙占总放养量比例分别为 16%、22%、27%。杂食性鱼以鲤鱼为代表, 鲤鱼占总放养量比例分别为 5.9%、5.5%、5.1%。1985 年每组用两口池试验, 1986 年重复试验, 每组用三口池, 放养量和收获量见表 1。

试验池在 4 月至 6 月初投喂种植的黑麦草(*Lolium multiflorum*), 其余时间投喂种植的苏丹草(*Sorghum sudanese*)。每日早晨投草, 第二日如有剩余, 必须捞净后再投新草, 排除剩草发酵肥水的因素。不投任何其它饲料, 亦不施任何肥料, 完全依靠草鱼粪为主的鱼粪和排泄物肥水。

日常观察天气, 测定气温、水温、透明度、pH、溶解氧。每周测定一次 BOD、COD。每月检测一次铵态氮和无机磷含量分别采用奈氏试剂反应和钼酸铵反应。(吴新儒, 1980)浮游植物生物量用叶绿素法(国家淡水天然资源调查淡水专业组, 1980)。浮游植物定性、浮游动物生物量和定性均用镜检。有机碎屑水样用 0.45 μm 滤膜抽滤, 称重减浮游生物湿重。异养细菌(平皿培养)计数。6 月和 8 月各测初级生产力一次(黑、白瓶法)。同时做棉布条细菌消化率测定, 新棉布条洗净, 烘干, 称重, 置于不同水层 7

表 1 1985—1986 年放养、收获情况*

Table 1 Fish stocking and harvesting in 1985 and 1986

试验日期		1985 年 7 月 24 日至 10 月 21 日						1986 年 4 月 20 日至 10 月 19 日									
草鱼和鲢、鳙放养比例		10:2		10:3		10:4		10:2		10:3		10:4					
池号		1*	3*	2*	4*	5*	6*	1*	3*	4*	2*	5*	6*	7*	8*	10*	
草鱼	放养量	717	717	725	725	784	784	1000	992	1000	975	1000	1000	1000	1000	984	
	净产量	550	534	467	558	387	560	1126	1267	1559	1184	1117	942	1317	1276	1067	
	日增重率(g/日·尾)	7.42	7.19	6.29	7.5	6.5	7.5	6.62	7.45	9.17	6.96	6.57	5.54	7.74	7.50	6.27	
鲢	放养量	125	125	183	183	258	258	150	150	150	225	225	225	300	300	300	
	净产量	258	330	175	172	167	170	250	317	292	275	283	217	250	150	75	
	日增重率(g/日·尾)	1.94	2.47	0.98	0.98	0.60	0.60	1.76	2.23	2.06	1.18	1.25	0.95	0.88	0.56	0.26	
鳙	放养量	32	32	50	50	67	67	50	50	50	75	75	75	100	100	100	
	净产量	38	52	75	25	25	33	150	150	117	58	100	117	83	92	50	
	日增重率(g/日·尾)	3.14	3.48	1.26	1.68	0.40	0.37	5.29	5.29	4.12	1.97	3.53	4.12	1.47	1.62	0.88	
鲤	放养量	72	72	72	72	72	72	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
	净产量	97	78	122	70	87	67	325	357	308	208	283	325	325	317	283	
	日增重率 g/日·尾	0.80	0.80	1.03	0.70	0.70	0.70	2.87	3.16	2.72	1.84	2.50	2.87	2.87	2.79	2.50	
总放养量		946	946	1030	1030	1181	1181	1275	1267	1275	1350	1375	1375	1475	1475	1459	
总净产量		943	994	839	825	666	830	1851	2091	2276	1725	1783	1601	1975	1835	1475	
鲢、鳙、鲤净产量		394	460	372	283	278	270	725	825	717	542	667	659	659	559	409	
鲢、鳙净产量与草鱼毛产量比		0.23	0.31	0.21	0.15	0.16	0.15	0.19	0.21	0.16	0.15	0.18	0.17	0.14	0.11	0.06	
鲤鱼净产量与草鱼毛产量比		0.08	0.06	0.10	0.05	0.07	0.05	0.15	0.16	0.13	0.10	0.13	0.16	0.14	0.14	0.14	

* 每池面积 60 m², 水深 0.7 m, 单位: kg/ha。

天, 然后取出洗净, 烘干, 称重, 其失重比率为消化率。在试验开始和中间投喂牧草的品种改变时, 以及试验结束时, 均取下列样品参照 Schroeder(1983)方法作 δC 值测定: 鱼肉、黑麦草、苏丹草、浮游生物、鱼池周丛生物、淤泥以及草鱼粪便。试验结束时还镜检了各种鱼肠道内含物。

水源为山溪水, 经测定浮游植物生物量、异养菌和无机磷皆接近零。每池放养后, 取附近鱼池具有浮游生物的池水 50 kg 注入, 作为引种。

鱼池保水性能欠佳, 因此每周注水一至二次。水深仅 70 cm 左右。不使用增氧机。

因鱼种带病, 虽经浸洗消毒等防治措施, 5 月初仍发生大中华鲮(*Sinergasilus major*)病, 采用晶体敌百虫全池泼洒, 因而未发生病死鱼, 但 10:3 组的 2 号池停食时间最长, 达 20 天。

三、结果和讨论

1. 草鱼带养滤、杂食性鱼的生物学原理

主要理化和生物学因子见表 2, 温度, 溶解氧, pH 都在适宜范围。

本试验几乎在没有任何外加肥源的情况下, 仅以草鱼为主的鱼类粪便及排泄物作为唯一肥源, 使池水营养盐增加, 为鲢、鳙、鲤提供营养基础。

(1) 提供营养盐

各池铵态氮和无机磷平均含量分别为 0.919 ± 0.071 mg/L (0.846 ± 0.144 — $1.043 \pm$

表 2 主要生态因子
Table 2 Main ecological parameters

草鱼和鲢、鳙 放养比例	10:3	10:2	10:2	10:3	10:4	10:4
池 号	2*	3*	4*	6*	7*	8*
温度℃	23.5±5.7	23.5±5.6	23.6±5.7	23.4±5.7	23.5±5.6	23.5±5.7
透明度(cm)	39.1±7.3	28.7±4.8	30.7±7.2	32.3±7.6	26.7±7.4	31.4±6.7
pH	6.3—8.1	6.3—7.4	6.5—7.6	6.6—7.6	6.5—7.4	6.5—7.4
溶氧(mg/L)	5.0±2.8	4.2±2.5	4.3±2.7	5.4±2.9	5.2±2.6	5.5±2.9
化学耗氧量 (mg/L)	18.3±6.0	18.4±4.7	11.4±9.9	18.6±1.9	19.2±6.9	23.8±0.9
生物耗氧量 (mg/L)	6.1±1.6	6.3±1.5	6.5±2.9	6.6±1.6	6.4±1.3	7.8±3.0
铵氮(mg/L)	0.846±0.145	0.866±0.163	0.870±0.182	0.901±0.221	1.043±0.410	0.985±0.250
磷酸盐 (mg/L)	0.034±0.008	0.039±0.009	0.039±0.009	0.038±0.041	0.034±0.013	0.036±0.008
浮游植物 (mg/L)	16.98±6.53	23.63±7.23	26.59±6.32	32.33±8.38	29.56±7.90	28.77±12.24
浮游动物 (mg/L)	5.15±2.63	14.50±13.16	15.46±8.00	8.44±6.48	6.75±5.94	7.90±2.55
细菌(个/mL)	(2.4±0.31) ×10 ⁴	(3.38±0.34) ×10 ⁴	(3.51±0.38) ×10 ⁴	(3.72±0.39) ×10 ⁴	(3.67±0.38) ×10 ⁴	(2.89±0.35) ×10 ⁴
有机碎屑 (mg/L)	257±132	431±164	494±370	532±220	377±158	665±367

0.410 mg/L)和 0.037 ± 0.002 mg/L ($0.034 \pm 0.0076 - 0.0392 \pm 0.0094$ mg/L)。吴新儒等(1980)报道在鱼类旺盛生长季节有效氮和磷的含量应分别高于 0.34 mg/L 和 0.04 mg/L。本试验各池仅铵态氮含量就超过此水平,说明草鱼放养量达到 717—1000 kg/ha 后,如能投足饲料,草鱼粪便可以为池水提供足够的氮肥来源。但是无机磷含量未能稳定地超过上述要求的水平,按淡水藻类平均组成 $N/P = 6-7$ (吴新儒,1980)比较,各池 $N/P(22.1-30.6)$ 偏高,对浮游植物繁殖可能有所影响。

(2) 提供浮游植物

据 Панов 等(1969)观察,鲢在滤食束丝藻(*Aphanizomenon* spp.)时,最适密度为 17 mg/L,而鳙的最适密度为 13 mg/L。Вовк(1979)认为,鲢在绿藻、硅藻和裸藻的生物量超过 8—10 mg/L 水中生长最快。据何志辉(1983)报道浮游植物生物量在 20 mg/L 以上时,可以满足鲢、鳙的滤食需要,可认为是肥水。本试验从表 2 和图 1 可见,除 2 号池以外,各池浮游植物生物量都在 20 mg/L 以上,达到上述水平。但是还不能稳定地超过此水平。这与鱼池无机磷含量偏低,以及浮游动物生物量较高有关。镜检各池浮游植物优势属,10:2 组优势属针杆藻(*Synedra*)、舟形藻(*Navicula*),其它组多以栅列藻(*Scenedesmus*)和平裂藻(*Merismopedia*)为优势属。对各池鲢、鳙、鲤鱼的肠内含物镜检,10:2 组的优势属针杆藻、舟形藻均被消化,而 6—8 号池的栅列藻和平裂藻在后肠中仍出现较多。

(3) 提供浮游动物

浮游动物生物量都较高(见表 2 和图 2)。何志辉等(1983)报道,8 口高产池平均净产量超过 8 T/ha,每口池的浮游动物平均生物量为 9.6—15.1 mg/L。各池平均为 9.70 ± 3.88 mg/L ($5.15 \pm 2.63 - 15.46 \pm 8.00$ mg/L),10:2 组的最高,达 $14.50 \pm 13.16 - 15.46 \pm 8.0$ mg/L,超过了河埭高产鱼池的最高水平。这也是 10:2 组浮游植物

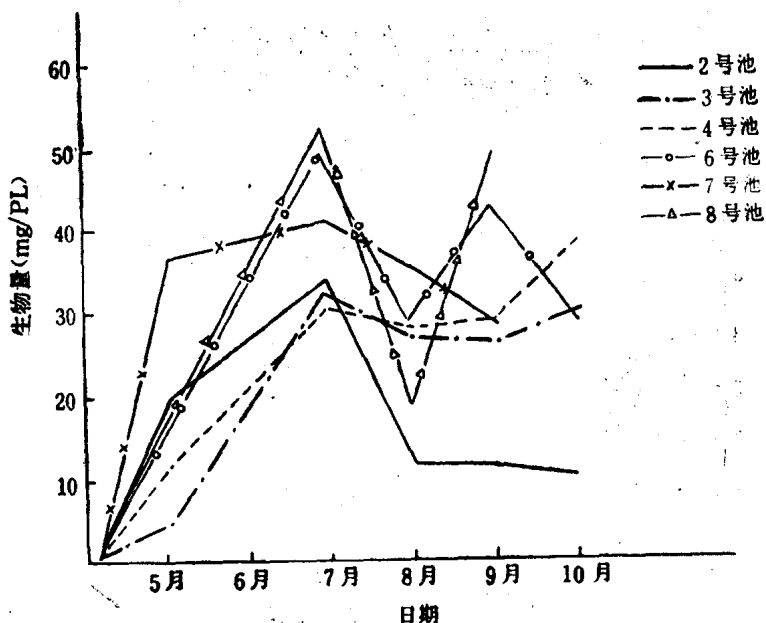


图 1 浮游植物含量变化
Fig. 1 Variation of phytoplankton

量最低原因之一。浮游植物与浮游动物生物量之比低于何志辉(1983)和方映雪(1985)报道的比值(3—4:1), 为 1.3—3.3:1。因此本试验鳊、鲤日增重率都超过 鲢。也说明在本试验中鳊、鳊放养比例应等于或略小于 8:1。

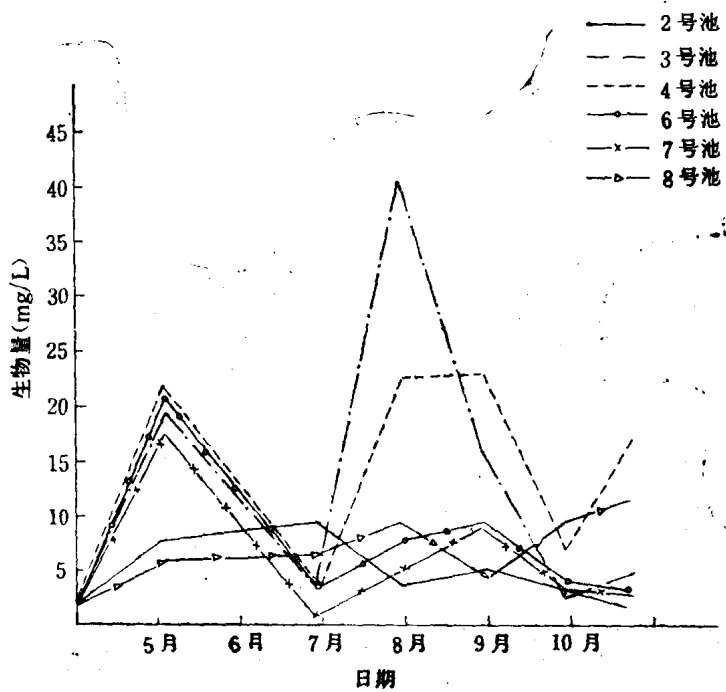


图 2 浮游动物含量变化
Fig. 2 Variation of zooplankton

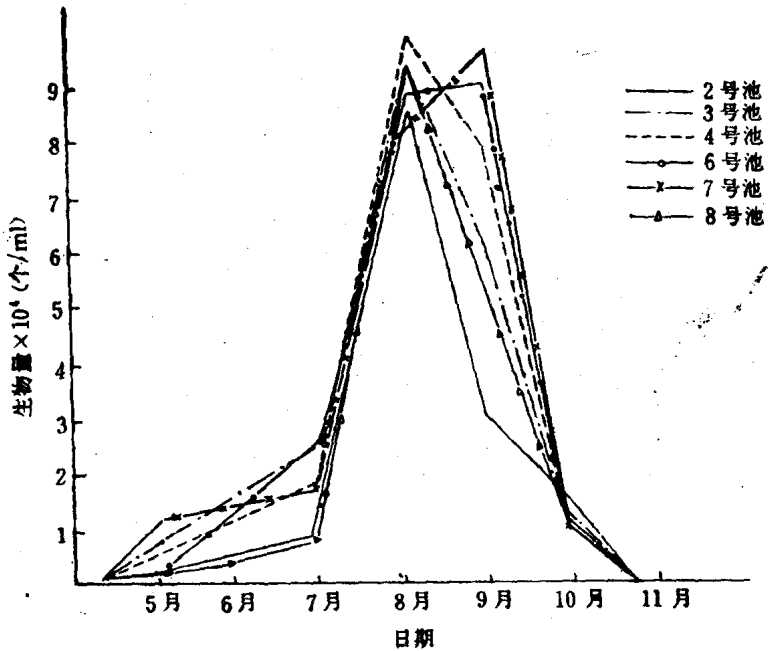


图 3 异养细菌变化
Fig. 3 Variation of heterotrophic bacteria

(4) 提供异养细菌和有机碎屑

本试验各鱼池好气异养细菌平均数量达 $3.26 \times 10^4 \pm 0.47 (2.40 - 3.72 \times 10^4)$ 个/mL。有机碎屑平均含量达 553.1 ± 184.5 mg/L ($296.3 - 895.6$ mg/L) (见表 2 和图 3, 4), 都明显高于 Fang Yingxue(1986)报道的施鸡粪和猪粪的鱼池。后者的气异养细菌平均数量为 5.2×10^3 个/mL ($2.3 \times 10^3 - 8.1 \times 10^3$ 个/mL), 有机碎屑平均含量为 62.49 mg/L ($52.57 - 71.00$ mg/L)。细菌对棉布条的消化率见表 3。上述结果都说明本试验虽然不施任何粪肥, 但通过草鱼粪便这一途径可为滤、杂食性鱼类提供有机碎屑和细菌。

(5) 提供碳源

根据 δC 分析原理(Schroeder, 1983)动物体内 δC 值与其取食的食物 δC 值接近。由图 5 可见, 在投喂黑麦草阶段中, 鲢、鳊鱼肉的 δC 值与同期草鱼粪便的 δC 值十分接近, 仅差 0.375‰ 和 0.625‰, 这明显地说明了此阶段鲢、鳊鱼最初碳源主要来自于草鱼的鱼粪, 其次是浮游植物。而鲤鱼鱼肉的 δC 值位于大型浮游生物 ($>120 \mu m$) 和草鱼粪 δC 值之值之间, 此阶段鲤鱼的碳源主要来自 $>120 \mu m$ 的浮游生物, 其次是草鱼鱼粪。

后期所测的各种鱼肉的 δC 值都向上端苏丹草和喂苏丹草的鱼粪方向移动。这对草

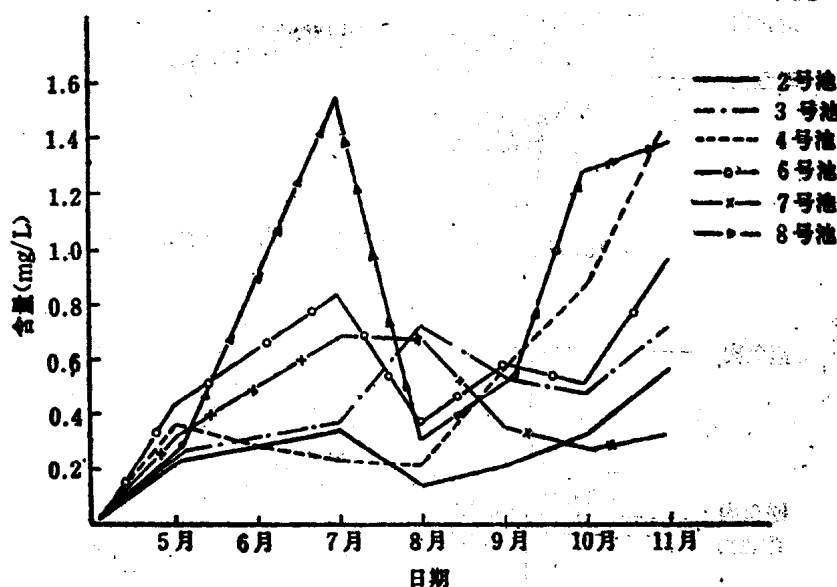


图 4 有机碎屑含量变化
Fig. 4 Variation of detritus content

表 3 细菌对棉布条的消化率(%)

Table 3 Cotton ribbons digestions by bacteria

消 化 率	池 号	10:2 组	10:3 组	10:4 组
		3*	6*	8*
水深				
	水面下 10 cm 处	0.32	2.21	2.57
	水面下 30 cm 处	4.74	3.99	4.68
	水面下 60 cm 处	4.39	3.71	3.23
	淤泥表面	10.86	10.30	8.51