

建鲤育种研究论文集

张建森 孙小异 等著



科学出版社

建鲤育种研究论文集

张建森 孙小异 等著

科学出版社

1994

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

建鲤是我国第一个人工育成的养殖鱼类优良品种,是“七五”科技攻关的重大成果,是国家“八五”重点科技成果推广项目,其育种工艺技术为国内外首创。本书包括27篇论文,是一本鱼类遗传育种研究的专著,有较强的实用性、学术性,可供科研单位人员、大专院校师生和广大水产工作者参考。

建鲤育种研究论文集

张建森 孙小异 等著

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

江苏省句容县排印厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

*

1994 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1994 年 5 月第一次印刷 印张: 11 3/4

印数: 1~1500 字数: 253000

ISBN 7-03-004344-8/S·143

定价: 14.80 元

序

良种是渔业生产的物质基础,优质的苗种对养鱼产量的增加起着十分重要的作用,在其它条件相同的情况下,使用优良品种可增加产量1—2成。因此,发展养殖生产,必须把良种研究摆在十分重要的位置。新中国建立以来,水产养殖业良种研究和生产,通过我国水产科技工作者和生产者坚持不懈的努力,在人工繁殖、良种培育和引种驯化等方面做了大量的工作,对水产养殖生产的迅速发展做出了贡献。但是,由于长期的人工繁殖、大规模的苗种调运、杂交制种过程中的管理不善等因素,已造成越来越严重的良种不良、优良性状衰退的现象。这种状况如不迅速改变,不仅影响水产养殖生产的持续发展,还将产生更加严重的后果。为此,农业部水产司十分重视水产良种的生产管理,建立、健全管理机构和管理制度,颁布了《水产种苗管理办法》和《水产原、良种审定办法》,并成立了全国水产原、良种审定委员会。

优良的养殖对象和完善的管理制度是相辅相成的。在当前,我国养殖对象种质混杂,性状衰退越来越严重的情况下,良种的选育、更新和提纯复壮等遗传改良措施显得尤为重要。广大群众迫切需要新的优良品种能提供生产上应用,以取代原有的性状衰退、良种不良的养殖对象。建鲤的育成正好适应了群众养殖生产的这种需要。它的突出的生产性能、稳定的遗传性状等优点使之更加具有活力,在生产上广泛受到欢迎。为了使建鲤更好地在生产上发挥作用,并避免以往杂交鲤等鱼类出现的那种混杂情况,农业部水产司对建鲤的推广和保种给予了足够的重视和支持,在管理方面也做了一些有益的尝试。建鲤育成并在生产上广泛推广已经历六、七年了,至今仍保持良好声誉,而且品种的性状和质量还有进一步的提高,这是很不容易的。我衷心希望建鲤的保种、选种工作能继续认真进行下去,制订、健全一套有效的管理办法,使之在生产上发挥更大的作用,也希望这本书的出版,能对我国水产原、良种的遗传改良和遗传保护工作有所促进。

农业部水产司副司长
全国水产原、良种审定委员会主任
农业部农业发展战略研究中心研究员



序

科学技术是第一生产力。我国水产业特别是水产养殖业的持续稳步发展，是与一大批水产科研成果在生产中的广泛应用和推广分不开的，在生产实践中已显示出科学技术对经济发展的巨大作用。

建鲤的研制和推广应用是“七五”水产科技攻关的重大科研成果，已引起学术界的关注，并在生产应用中取得了较高的经济效益和社会效益，受到生产单位的欢迎。

建鲤不仅在国内广泛推广受到欢迎，同时通过国际学术交流和展览会等也引起了国外学术界和水产养殖业者的重视。

这本论文集是我国鱼类遗传育种科研成果的专著。通过这本论文集，将使大家对建鲤的产生和应用有一个全面的了解。该书作者多年来做了大量的基础理论研究和严格的科学实验，并已应用于生产。我相信，这本论文集的出版，将在科学技术转化为生产力方面起到更加积极的作用。我对此表示祝贺，并祝愿建鲤的研究工作继续深入下去，不断完善，取得新的进展和成果。

中国水产学会秘书长

李庆斋

前 言

鲤鱼是我国主要的淡水养殖对象之一。70年代后,我国在鲤鱼杂交优势利用方面,取得了显著的成绩,如丰鲤、荷元鲤、岳鲤等杂交鲤的生产推广应用,都获得了较好的效果。但是,杂交鲤都必须保存两个或多个亲本,年年进行杂交制种,生产应用颇感不便,这也是杂交鲤普遍变差的重要原因,还会进一步造成鲤鱼的混杂。因此,选育性状稳定的品种,是生产上的迫切需要。我国虽然养鱼历史悠久,但迄今尚无人工杂交定向选育的养殖鱼类优良品种。故建鲤品种的育成,无疑对生产实践和育种理论研究均有重要意义。

养殖鱼类稳定性品种的选育,特别是经杂交选育的稳定性品种,其技术要求很高,难度很大,世界上只有很少的国家育成过甚少的这样的品种。

鲤鱼是一种起源比较古老,分布相当广泛的鱼类。由于长期自然选择和人工选择的结果,使鲤鱼具有表型上的多样性,生化遗传上的多态性及群体结构上的杂合性。它既为鱼类杂交优势利用和品种选育提供了丰富的原始材料,也为稳定性品种的选育带来了很大的困难。建鲤选育所面临的问题是很多的,既没有现成的方法可供借用,也不能在原杂交鲤(荷元鲤等)的基础上进行。这就促使我们遵循遗传学原理,从鱼类(鲤鱼)的实际情况出发,设计新的育种工艺方法,并在实际运用过程中,不断改进完善,从而总结出一套把多种育种方法加以创新并结合在一起的综合育种新技术。经鉴定会专家鉴定和中国科学技术情报研究所国际联机成果查新,该项技术为国内外首创。

早在1972年,作者在为“全国23省、市、自治区鱼类遗传育种研究协作会议”起草协作研究计划等技术文件时,就期望将来能为我国育成一个鲤鱼优良品种。自那以后,先后研究成功了杂交种的荷元鲤、品系间杂交的荷元鲤 F_4 ,以及遗传性状稳定的品种——建鲤,实现了多年的愿望,并在实践中不断创新和发展。如果说荷元鲤基本上是常规育种,而荷元鲤 F_4 做了新的探索,那么建鲤则达到一个全新的水平。它表明,有预见的、定向的、快速的人工育成优良新品种是完全可能的。

建鲤的育成及其综合育种新技术和快速育种方法,为鱼类快速育种提供了经验。综合育种技术必将是未来鱼类育种发展的方向。

鱼类育种是为经济建设服务的。因此,鱼类育种研究必须面向生产,深入生产实践,全心全意为生产服务。同时,也一定能从实践和群众中汲取经验和营养,充实和改进自己的研究工作。在建鲤研究过程中,我们亲自抓中试推广,接受生产实践的检验,不断调整和改进研究的方向和技术措施,取得了很好的效果。近几年来,建鲤每年都在26个省、市、自治区内推广,鱼种数已达4亿尾以上,据不完全统计推广面积在100万亩以上,仅江苏省饲养面积就超过10万亩以上,产生了突出的经济效益和社会效益。实践证明,建鲤是深受广大群众欢迎的优良品种,对各地完成“丰收计划”和“星火计划”做出了积极贡献,各地已获得了许多项部、省、市级成果奖,还先后获得院级、部级和国家级科技进步成果奖。

建鲤先后被列为农业部和国家科委“八五”重点科技成果推广项目,参加了国家“七五”科技攻关成果展览会以及在日本东京举办的中国科学技术新技术新成果展览会、亚洲

水产养殖遗传研究网第五次会议、亚洲水产学会第三次学术讨论会等大型国际展览和学术交流活动。中央电视台三次播映报道过建鲤, 10 多家地方电视台、电台及国内外 20 多家报刊杂志作了介绍, 在国内外产生了深远的影响, 并具有长期推广应用的良好前景。

我们还对建鲤与白鲫的杂种进行了较全面深入地研究, 获得了一种肉味好, 口味似鲫鱼, 易起捕、生长快、个体大的新型杂交种, 为首次成功。

在基础理论研究方面, 如鱼类的性状遗传、电泳同工酶、遗传力、细胞学、发育遗传学等方面, 尤其在有关遗传性状稳定的新品种选育理论和技术等方面, 作了有益的探索, 提出了一些新的见解。它们对探讨鱼类杂种优势机理、杂种优势的预测, 特别是鱼类定向选育及综合育种新技术的确立和发展都有重要的意义。

我们注意掌握国内外鱼类育种研究的动态和发展趋势, 吸取先进的技术经验, 并做了评述和预测。我们重视良种推广和技术服务, 深入生产第一线, 因而, 深受群众欢迎, 并总结出了一些适合建鲤品种特点的养殖技术和高产典型经验。

建鲤是国家科技攻关所获得的成果。我们衷心感谢各级领导的关心和支持, 感谢农业部水产司钱志林副司长、中国水产学会李庆斋秘书长为本论文集题写序言。

全国各地广大群众对我们的支持和对建鲤的厚爱, 是建鲤牢固地扎根于群众之中, 获得丰硕成果的重要原因。谨向各有关单位及所有支持我们工作的同志表示谢意。向协助编审出版本论文集的翁维源副研究员、叶冀雄副研究员等表示谢意。

本集共收集论文 27 篇, 绝大部分是鉴定会资料, 汇集前又逐一进行了认真的审核和修改, 但是鱼类品种选育工作的难度较大, 加之我们水平有限、时间仓促, 本论文集一定有不少缺点和错误, 欢迎各位专家和同行批评指正。

张建森 孙小异
于无锡

目 录

鱼类遗传育种研究的概况和展望	张建森 孙小异	(1)
国外鱼类遗传育种研究发展预测	张建森 孙小异	(11)
论鲤鱼杂交和品种选育	张建森 孙小异	(13)
谈我国鱼类良种的生产和推广	孙小异 张建森	(17)
建鲤综合育种新技术	张建森 孙小异 施永红 王建新	(22)
建鲤品种特性的研究		
.....张建森 孙小异 施永红 王建新 龚永生 朱根荣		(27)
人工诱导鲤鱼雌核发育的研究	孙小异 张建森	(40)
人工控制建鲤倍体性育种的研究	孙小异 张建森 施永红 王建新	(45)
建鲤与白鲫杂种优势利用的研究	孙小异 张建森 施永红 王建新	(54)
建鲤同工酶及血清蛋白电泳的初步探讨		
.....袁剑青 施永红 张建森 孙小异		(62)
建鲤与白鲫的杂交种及其亲本乳酸脱氢酶、酯酶同工酶的比较研究		
.....施永红 袁剑青 张建森 孙小异		(68)
建鲤与白鲫的杂种及其亲本胚胎和胚后发育的研究		
.....施永红 张建森 孙小异 王建新		(74)
建鲤、白鲫及其杂种 F_1 (建鲤 ♀ $\times$ 白鲫 ♂) 的消化器官和食性的比较研究		
.....王建新 施永红 张建森 孙小异		(81)
建鲤等几种鱼类生化组成的分析	陆茂英 包晓英	(85)
建鲤养殖技术	孙小异 张建森 朱根荣	(89)
建鲤与白鲫的杂交制种	孙小异 张建森 施永红 王建新	(102)
建鲤在新疆高寒地区饲养生长性能对比试验	潘育英 纪一民	(105)
苏北沿海围滩、池塘饲养建鲤的试验研究	赖瑞宝 余元波	(112)
建鲤在内蒙古西部地区养殖试验报告	<u>李正民</u> 等	(120)
建鲤与杂交鲤网箱养殖效果对比试验	张兆琪 李德尚等	(128)
建鲤在东北寒冷地区的养殖试验	<u>陈多序</u>	(132)
建鲤在不同生态环境条件下的养殖效果	李恕等	(135)
荷包红鲤雌与元江鲤雄(荷元鲤)杂种优势的研究		
.....张建森 孙小异		(138)
鲤鱼性状遗传的研究	张建森 孙小异	(144)
荷包红鲤与元江鲤正反杂交、回交及 F_2 经济效益的研究	张建森 孙小异	(155)
荷元鲤(荷包红鲤 ♀ $\times$ 元江鲤 ♂)回交育种的研究	张建森 孙小异	(164)
鲤鱼主要数量性状遗传力的研究	张建森	(170)

CONTENTS

The Survey and Prospect of Fish Genetics and Breeding Research.....	
.....Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (1)	
A Forecast on Fish Genetics and Breeding Abroad.....	
.....Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (11)	
A Review of Cross-breeding and Selective Breeding of a New Variety in Common Carp.....	
.....Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (13)	
A Survey of the Production and Popularization of the Fine Fish Varieties in China.....	
.....Sun Xiaoyi and Zhang Jiansen (17)	
A New Technique of the Combined Breeding Developed in Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>).....	
.....Zhang Jiansen, Sun Xiaoyi, Shi Yonghong and Wang Jianxin (22)	
Studies on the Characteristics of Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>)	
.....Zhang Jiansen, Sun Xiaoyi, Shi Yonghong and Wang Jianxin (27)	
Studies of Induced Gynogenesis in Common Carp	
.....Sun Xiaoyi and Zhang Jiansen (40)	
Studies on the Polyploid Breeding of Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>) by Artificial Control.....	
.....Sun Xiaoyi, Zhang Jiansen, Shi Yonghong and Wang Jianxin (45)	
Studies on the Utilization of Hybrid Vigor of F ₁ (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i> × <i>Carassius auratus cuvieri</i>).....	
.....Sun Xiaoyi, Zhang Jiansen, Shi Yonghong and Wang Jianxin (54)	
Electrophoretic Analysis of Isozyme and Serum Protein in Jian Carp(<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>).....	
.....Yuan Jianqing, Shi Yonghong, Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (62)	
Studies on the Isozyme of LDH and EST in the Hybrids (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i> × <i>Carassius auratus cuvieri</i>) and Their Parents.....	
.....Shi Yonghong, Yuan Jianqing, Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (68)	
Studies on the Embryonic and Post-embryonic Development of the Hybrids of (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i> × <i>Carassius auratus cuvieri</i>) and Their Parents	
..... Shi Yonghong, Zhang Jiansen, Sun Xiaoyi and Wang Jianxin (74)	
Comparison on the Digestive Organs and Feeding Habits of the Hybrid (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i> ♀ × <i>Carassius Auratus Cuvieri</i> ♂) and Its	

Parents.....	Wang Jianxin, Shi Yonghong, Zhang Jiansen, and Sun Xiaoyi (81)
Analysis of Biochemical Components of Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>) and Some Other Fish.....	Lu Maoying and Bao Xiaoying (85)
The Technique of Culturing Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>).....	Sun Xiaoyi, Zhang Jiansen and Zhu Gengrong (89)
Cross-breeding of F ₁ (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i> ♀ × <i>Carassius auratus cuvi-</i> <i>eri</i> ♂).....	Sun Xiaoyi, Zhang Jiansen, Shi Yonghong and Wang Jianxin (102)
Comparative Experiments on the Growth Performances of Jian Carp (<i>Cyprinus</i> <i>carpio</i> var. <i>jian</i>) Reared in the Bitter Cold Region of Xinjiang.....	Pan Yuying and Ji Yimin (105)
A Study on Culturing Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>) in the Coastal Areas in North Jiansu.....	Lai Reibao and Yu Yuanbo (112)
A Summary Report on Culturing Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>) in the West Inner Mongolia.....	Li Zhengmin, Shi Jianping, Yun Chengjun, Guo Yunsuo, Zhou Fengwu and Qiao Ming (120)
Comparison of the Cage-culturing Effect of Jian Carp and Two Hybrids of Common Carp.....	Zhang Zhaoqi, Li Deshang, Li Wenxu, Wang Jishan and Xu Youshan (128)
A Test on Rearing Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>) in the Bitter Cold Region in Northeast China.....	Chen Duoxu (132)
A Test of Culturing Jian Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>jian</i>) in Different Eco- logical Environmental Conditions.....	Li Su, Ling Aizhen, Tai Qichao and Lu Mingzhou (135)
Studies on the Hybrid Vigor of F ₁ (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>wuyuanensis</i> ♀ × <i>C.</i> <i>carpio yuankiang</i> ♂).....	Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (138)
Studies on the Trait Inheritance in Common Carp.....	Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (144)
A Study of Reciprocal Crosses Hybrids and Backcross Hybrids of (<i>Cyprinus</i> <i>carpio</i> var. <i>wuyuanensis</i> ♀ × <i>C. carpio yuankiang</i> ♂) and the Economic Benefit in F ₂	Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (155)
Studies on the Backcross Breeding of Heyuan Carp (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>wuyuanensis</i> ♀ × <i>C. carpio yuankiang</i> ♂).....	Zhang Jiansen and Sun Xiaoyi (164)
Study on the Heritability of Major Quantitative Traits in Common Carp. (<i>Cyprinus carpio</i>).....	Zhang Jiansen (170)

鱼类遗传育种研究的概况和展望

张建森 孙小异

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心)

提 要

本文论述了国内外鱼类遗传育种研究的进展情况和所取得的主要成果,包括杂交育种、单倍体育种、多倍体育种、性别控制、细胞核移植和细胞培养、细胞融合、基因工程、综合育种、辐射和化学诱变育种,以及鱼类种质资源开发利用等方面,展望了中国鱼类遗传育种研究发展的趋势,并就促进该项研究的发展提出了作者的一些看法和意见;首次提出综合育种技术新概念,通过建鲤的选育,创立和完善了综合育种技术,并指出综合育种技术是今后鱼类育种的发展方向。

关键词: 鱼类,遗传育种,概况,展望

鱼类良种是渔业生产的物质基础,培育良种是提高鱼产量的有效途径,世界上一些渔业较发达的国家,皆十分重视鱼类育种的研究,把它列为重要的研究课题。我国是鱼类养殖历史最悠久的国家之一,自古以来就重视养殖鱼类的选择、驯化和改良。但是,遵循遗传学原理,采用现代技术和方法,有目的、有计划地开展鱼类育种研究,还是近20年的事。70年代的全国性鱼类育种研究的规划和协作,80年代的国家重点科技攻关,有力地推动了我国鱼类育种研究工作的发展,一批成果已在生产上广泛应用,新的成果将会陆续出现。

一、进展和成就

1. 杂交育种

当前,国内外进行的杂交,仍以经济杂交(杂交一代优势利用)为主,少数育成杂交也取得了一定的成绩。

至目前为止,世界上众多的学者对近两千种鱼类做过杂交试验,大部分成效不大,或没有深入下去,少数组合取得具有一定经济价值的杂种优势,有的已育成优良品种。鲤鱼是世界上最普遍的一种养殖鱼类,许多国家对鲤鱼进行了品种间杂交,并在这个基础上结合人工选择定向培育新的品种,如苏联的罗普莎鲤等。

种间、属间和亚科间的远缘杂交组合很多,比较有成效的有罗非鱼的种间杂交,提高了生长速度和群体产量,有的组合可获得全雄性个体。

美国鲶鱼属中不同种杂交,苏联鲟科鱼类中属间的杂交,都具有明显的杂种优势,已推广养殖。

我国对淡水经济鱼类先后进行了约近百个杂交组合的试验,多数属于鲤科范围的种内、种间、属间和亚科间的杂交。鲤鱼种内杂交成效显著。丰鲤(兴国红鲤 *Cyprinus carpio* var. *singuanensis* ♀ × 散鳞镜鲤 ♂)、荷元鲤(荷包红鲤 *C. carpio* var. *wuyuanensis* ♀ × 元江鲤 *C. carpio yuankiang* ♂)、岳鲤(荷包红鲤 *C. carpio* var. *wuyuanensis* ♀ × 湘江野鲤

C. carpio♂)等均已通过鉴定而被推广。柏元鲤(元江鲤 *C. carpio yuankiang*♀×柏氏鲤 *C. pellegrini*♂)是一种起捕率高的杂交鲤,三杂交鲤[(荷包红鲤♀×元江鲤♂)♀×镜鲤♂]和回交鲤[元江鲤♀×(荷包红鲤♀×元江鲤♂)♂]较荷元鲤有更高的杂交优势。颖鲤(镜鲤♀×鲤鲫移核鱼 F_2 ♂杂交种)也有一些地区推广。此外,罗非鱼的种间杂交,如福寿鱼(莫桑比克罗非鱼 *Sorothodon mossambicus*¹⁾♀×尼罗罗非鱼 *S. niloticus*♂)、奥尼鱼(尼罗罗非鱼♀×奥利亚罗非鱼 *S. aureus*♂)等也是生产上广泛应用的杂交种。作者等研究成功的建鲤×白鲫和鲤×白鲫等是很好的白鲫改良种。

2. 单倍体育种

鱼类的单倍体育种,包括人工诱导雌核发育和人工诱导雄核发育两个方面。诱导雌核发育的研究,国外早在50年代后期就已开始,我国是70年代初期开始研究的。至于诱导雄核发育的研究,国内外都是近些年来才开始的。

人工诱导雌核发育包含两个主要技术环节,首先用射线处理精子,使其遗传上失去活性。用处理过的精子与正常的卵“受精”,得到单倍体,继而用温度休克(低温或高温)或水压处理法,使染色体二倍化,并发育成为一个雌核发育的个体。在这种情况下,精子不参于发育,卵子依靠自己的染色体组加倍而得以发育,得到的后代是雌性的个体和只表现母体的性状。它不仅能产生单性的后代,且能迅速建立纯系,对于鱼类杂种优势利用、选种育种及育种基础理论的研究皆有重要的意义。雌核发育可以控制鱼的性别,还可以与激素诱导性转化技术相配合,大量繁殖雌性鱼,进行雌性鱼的工业化生产,如国外对虹鳟、草鱼等鱼类的雌性化生产。

自Ромашов(1960)在泥鳅和鲤鱼中获得了人工雌核发育的二倍体以来,至今大致有20种以上的两性鱼类获得成功。近年来,我国也开展了这方面的研究,下列鱼类已获得成功:鲫鱼、红鲫(*Carassius auratus red variety*)、兴国红鲤、草鱼、鲢鱼等。利用天然雌核发育的方正银鲫与兴国红鲤雄鱼进行“杂交”,所产生的异育银鲫,在生产上增产效果好,很受欢迎。全雌鲤在部分地区养殖。张建森等获得了荷包红鲤、品系杂交鲤及建鲤等雌核发育的成鱼。我们发现,雌核发育的鱼成活率很低,多数体质较差,生命力较弱,性腺发育不良,但也有少数的个体是正常的。经二代雌核发育的遗传分析和比较,证实雌核发育在纯化基因方面效果是显著的,将其配合应用于我们设计的育种方案,在建鲤品种选育方面起到了良好的作用。

鱼类的雄核发育在远缘杂交中偶尔出现过。Stanley(1979)报道用镜鲤与草鱼杂交,获得过少量的雄核发育个体。刘汉勤等(1987)以机械的方法挑去泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*♂×大鳞副泥鳅 *Paramisgurnus dabryanus*♀)属间杂交受精卵的雌核,得到泥鳅雄核发育的单倍体胚胎。将这种单倍体胚胎的囊胚细胞核移植到大鳞副泥鳅去核卵中,得到了五尾泥鳅雄核发育纯合二倍体。

3. 多倍体育种

鱼类与其它动物不同,在自然界已发现不少的天然多倍体。一般认为,鱼类多倍体与

1) 罗非鱼的分类,目前颇不一致,本文依G. W. Wohlfarth等(1983年)的分类方法。

其它生物一样,有较快的生长速度,较强的生活力和适应性。因而,研究人工诱导鱼类多倍体的技术成为人们十分关注的研究课题。

诱导鱼类多倍体的原理和方法,与人工诱导雌核发育有相似之外,主要是利用理化因素破坏纺锤丝,抑制核体的排出,或抑制卵裂的进行,从而形成三倍或四倍体。远缘杂交也能诱导产生多倍体鱼。

人工诱导鱼类多倍体的研究,可以追溯到40年代。Makino和Ojima(1943)将鲤鱼受精卵进行低温处理,经细胞学观察,证实卵子的染色体可以加倍,从而提出二倍体卵核与单倍体的精核相结合可以产生三倍体的设想。他们的实验为后来诱导鱼类多倍体的研究奠定了理论基础。此后,Svardson(1945)以白鲑(*Coregonus lavaretus*)做过实验。Swarnrup(1956, 1957, 1959)成功地获得了三倍体的三棘刺鱼(*Gasterosteus aculeatus*)。Purdom(1972)又报道了海水经济鱼类鲾鱼(*Pleuronectes platessa*)和它与江鲾(*Platichthys flesus*)杂交种人工诱导三倍体成功。自此以后人工诱导鱼类多倍体的研究广泛引起人类的兴趣,报道的论文也愈来愈多。到目前为止,已获得成功的人工诱导的多倍体鱼类有:三棘刺鱼、鲾以及鲾与川鲾的杂交种、奥利亚罗非鱼、鲤鱼、虹鳟(*Salmo gairdneri*)、斑点叉尾鲟(*Lctalurus punctatus*)等约20多种鱼,有的已开始用于生产。

我国已报道的多倍体(三倍体和四倍体)鱼有:草鱼、白鲢、团头鲂、硬头鲂、荷包红鲤、兴国红鲤×草鱼、荷包红鲤×白鲫、草鱼×三角鲂、白鲫×红鲫等。作者等在研究几种多倍体鱼之后,发现荷包红鲤♀×白鲫♂三倍体鱼具有生产实用的前景。

4. 性别控制

鱼类雌雄个体是有差异的。有的雌鱼生长快于雄鱼(鲤、鲫、草鱼等);有的相反,雄鱼快于雌鱼,如罗非鱼等。另外,罗非鱼繁殖周期短,往往造成密度过大,鱼体规格过小,降低了商品价值。因此如何通过人工控制的途径,获得生长快速的单性鱼和控制罗非鱼的过度繁殖,也是水产科研上的重要课题之一。

到目前为止,综合国内外资料,控制罗非鱼性别的途径主要有以下几种:

(1) 种间杂交

已知下列组合的后代为全雄鱼(Wohlfarth G.W., 1983)。

莫桑比克罗非鱼 *S. mossambicus* ♀ × 霍诺鲁姆罗非鱼 *S. hornorum* ♂。

尼罗罗非鱼 *S. niloticus* ♀ × 霍诺鲁姆罗非鱼 *S. hornorum* ♂。

尼罗罗非鱼 *S. niloticus* ♀ × 巨鳍罗非鱼 *S. macrochir* ♂。

尼罗罗非鱼 *S. niloticus* ♀ × 奥利亚罗非鱼 *S. aureus* ♂。

黑罗非鱼 *S. nigra* ♀ × 霍诺鲁姆罗非鱼 *S. hornorum* ♂。

我国以性别控制为目的的罗非鱼种间杂交,主要是尼罗罗非鱼雌鱼与奥利亚罗非鱼雄鱼的杂交,所得子代雄性比例高,显示了杂种优势,即前面提到的奥尼鱼。

(2) 诱导性反转

在国外,用性激素诱导法已经获得性反转成功的鱼,包括雌转雄,或雄转雌两个方向的有奥利亚罗非鱼(Rafael D. Gurrero, 1975)、莫桑比克罗非鱼(Clemens, 1968; Masaru Nakaamare, 1975)、青鳉 *Oryzias latipes* (Yamamoto, 1953, 1958, 1968)、金鱼 *Carassius auratus* (Yamamoto 和 Kajishina, 1968)、虹鳟(Okada, 1975)、花鳉 *Poecilia reticulata*

(Dzwillo, 1962)等。

我国这方面试验的主要对象是莫桑比克罗非鱼和尼罗罗非鱼等,均获得了成功。

此外,陈本德(1981)还报道过一种酒精处理法,即把95%的工业酒精拌入饲料,用口服的方法可以使雌核发育的异育银鲫以及人工雌核发育的红鲫向雄性转化,前者转化率达86.2%,后者60%。解剖434尾作为对照的雌核发育的异育银鲫全为雌性。因此,用95%工业酒精对鲫鱼具有雄性转换功能是真实存在的,其作用成分和机制尚不了解。

(3) 超雄鱼生产技术

用激素诱导性反转虽然普遍获得了成功,但在生产上并不适用,因而杨永铨等在此基础上,发展为用超雄鱼生产全雄鱼的技术(即三系配套的生理遗传技术)。其技术要点是:首先把雄鱼 $XY\sigma$ 用雌性激素(BE)诱导为雌性的转化系 $XY\eta$;继而用测交筛选出来的雌性转化系 $XY\eta$ 与未经处理的正常原系雄鱼 $XY\sigma$ 交配,后代中出现了75%的雄鱼和25%的雌鱼,在雄鱼中有1/3的 $YY\sigma$,称为雄性纯合系。再用筛选出的雄性纯合系 $YY\sigma$ 与原系 $XX\sigma$ 交配,就能得到100%的雄鱼。

将一部分雄性纯合系 $YY\sigma$ 用雌激素转化为 $YY\eta$,然后 $YY\sigma$ 与 $YY\sigma$ 交配就能获得更多的 $YY\sigma$ 鱼,在生产上是用 $YY\sigma$ 与正常雌鱼 $XX\eta$ 交配而获得全雄鱼。

国外以虹鳟为材料做了类似的试验,不过,所用的激素及试验方法与莫桑比克罗非鱼恰恰相反,其结果是为了获得全雌性的虹鳟鱼,这是因为雌性的虹鳟比雄性的鱼长得快,个体大。

5. 细胞核移植和细胞培养

童第周等利用细胞核移植方法曾对细胞核和细胞质的相互关系做过长期的研究。他们最初以两栖类为材料,以后在金鱼和鲮鱼胚胎上做移核试验,得到了正常发育的核质杂交胚胎,证明了鱼类胚胎可以进行细胞核移植。70年代后,童第周、严绍颐等为了进一步研究胚胎发育过程中,细胞内细胞核和细胞质的功能,以及两者间的关系,探讨有关遗传、发育、分化等方面的问题,以及把细胞核移植方法应用于育种实践,在养殖鱼类上进行了细胞核移植试验,到目前为止已获得了鲤鲫、鲫鲤、草团、团草以及罗非鱼鲤鱼等核质杂种鱼。其中鲤鲫核质杂种鱼已繁殖至第三代,还繁殖了草团核质杂种鱼雄与草鱼雌或团头鲂雌的回交鱼。目前,正在对上述鲤鲫核质杂种鱼的后代及回交鱼的经济性状进行研究。

鱼类的细胞培养起始于1914年。1961年Clem等用蓝纹鲈 *Pimephales promelas* 的鳍培养,建立了第一个GF-1细胞株。1962年Wols等用虹鳟 *Salmo gairdneri* 的生殖腺建立了RTG-2细胞株。70年代后,为了染色体研究的需要,细胞培养技术有了迅速的发展,出现了诸如血液培养、鳍培养、鳞培养、心脏培养、肾脏培养、眼胚培养以及鳞和鳍的混合培养等许多方法,继代培养技术也达到相当高的水平。至目前为止,已建立了数十种细胞株。

我国的鱼类细胞培养技术始于70年代,主要是为研究草鱼出血病病毒,建立了草鱼吻端组织二倍体细胞株ZC-7901及其亚株ZC-7901S、草鱼肾脏组织单层细胞CIK细胞株等。近年来,又建立了一些细胞株,如四倍化草鱼细胞株、鲫鱼异倍体细胞系、草鱼肾脏组织细胞系CIK和草鱼尾鳍组织二倍体细胞系GCCF-2等并提高传代培养技术,获得了

一些克隆。这对于在细胞水平上进行遗传学分析和筛选有益的突变体,并借助于细胞核移植与细胞培养相结合的途径培育抗逆性等品种,是有重要意义的。

陈宏溪等(1986)用细胞核连续移植的方法,从鲫鱼囊胚细胞的继代培养细胞,获得一尾存活达三年之久的移核鱼。又从性腺成熟的鲫鱼短期培养肾细胞获得一尾完全发育的性成熟成鱼。实验结果提示鱼类囊胚细胞的继代培养细胞核和已分化的成鱼体细胞核仍具有发育的全能性,为用细胞核移植方法进行鱼类体细胞育种的可能性提供了依据,这是细胞核移植技术与细胞培养相结合的有益的尝试。

6. 细胞融合

鱼类的细胞融合是随着细胞培养技术的发展而产生和发展的,历史不长。日本小島吉雄研究了单层培养细胞的细胞融合法、游离细胞的细胞培养法以及对融合后的杂种细胞的鉴定和选择。其他人也做过一些不同种鱼类细胞的融合试验。我国童第周等曾报道过金鱼囊胚细胞之间以及金鱼囊胚细胞与哺乳类 Ehrlich 腹水肿瘤细胞间的融合。阎康等测定了聚乙二醇(PEG)诱导鲫鱼细胞融合的主要参数,表明 PEG 诱导的鱼类细胞融合具有物种和组织特异性。

鱼类的培养细胞及鱼类细胞融合后的杂种细胞均难以发育再生为一个个体。但可以利用融合后的杂交细胞,借助于细胞核移植的方法培育新的品种。

鱼类的细胞没有细胞壁,这与植物不同。通常是在一定的条件下,借助于助融剂完成融合。此外,国内有的单位正在利用激光等技术进行鱼卵或体细胞的融合实验,前者已经能够获得发育到一定阶段的胚胎。

7. 基因工程

童第周等(1973)研究发现,从鲫鱼卵巢成熟卵子提取并部分纯化的 mRNA,从鲫鱼肝脏和睾丸中提取并部分纯化的 DNA,不经载体,直接注射入刚受精的金鱼卵,都能改变金鱼性状的双尾鳍为鲫鱼性状的单尾鳍。用鲤鱼成熟卵中提取的 mRNA 做实验,也得到类似的结果。这些实验结果受到人们的重视。

1980 年,日本从鲑鱼脑下垂体中提取生长激素获得成功,注射到罗非鱼体内,有明显的促生长作用。1984 年又研制成功一种人造鲑鱼生长激素,给鲑鱼注射,体重比对照组高 60%。1985 年,利用大肠杆菌较大批量的生产大麻哈鱼生长激素,它不仅可促进大麻哈鱼的生长,且对多种养殖鱼类都有作用。国外利用基因工程已制出草鱼出血病疫苗。我国拟着手进行鱼类的基因分离,继而生产出血病基因工程疫苗。目前,世界各国十分重视高等动植物外源基因的导入、整合及其表达方面的研究。我国正在进行将人的生长激素基因注入鱼受精卵的细胞质中的试验,如朱作言等用人的生长激素基因注射到泥鳅受精卵内,对受体泥鳅的生长具有明显的促进作用,但其子代遗传情况有待进一步观察。目前,除用显微注射法向鱼受精卵导入外源基因外,还有电脉冲法、精子携带法等方法在试验中。

8. 综合育种技术

上述通过杂交育种技术所获得的杂交鱼都必须保存两个或三个亲本,年年进行杂交

制种,手续繁琐且往往因忽视亲本的保种提纯,致使各种杂交鱼严重混杂变差,生产效果不好。而倍体育种等新技术,至今尚处于实验阶段或在生产上尚未起到重要作用。张建森等遵循遗传学原理,从鱼类生活环境的特殊性和杂合性较强等实际情况出发,设计并实施了一套家系选育、系间杂交及雌核发育技术相结合的综合育种新技术,用较短的时间,首次育成了我国养殖鱼类遗传性状稳定的品种——建鲤(*C. carpio* var. *jian*)。其遗传性状稳定性好,外形性状和经济性状优良,已在 25 个省、市、自治区广泛推广,增产效果十分显著,深受各地广大群众欢迎和喜爱。作者首先提出并完善的综合育种新技术,必将对今后鱼类育种研究产生深远影响。亚洲水产养殖遗传研究网协调官、加拿大 Dalhousie 大学教授 Roger. W. Doyle 博士高度评价中国建鲤的育成及其综合育种技术是对世界鱼类遗传育种研究的重大贡献。近年来的多次国际学术交流和展出,建鲤及其综合育种技术受到各国专家的普遍称赞和关注。

9. 辐射和化学诱变育种

关于射线对鱼类的影响,日本学者做了较多的研究。我国汪安琦等和王春元等曾对金鱼胚胎发育不同时期的敏感性进行过研究。70 年代后又有人做过 γ 射线和快中子等照射鲤鱼、草鱼和罗非鱼等的生殖腺、胚胎、鱼苗、幼鱼和未成熟个体的试验,也有人用一些化学药品做诱变试验,均未获得确切的结果。根据作者所做过的类似的实验的切身体会和分析国内外这方面的进展情况,认为上述理化诱变的变异方向是难以预测的,所产生的突变通常是有害的。

10. 鱼类种质资源开发利用

据不完全统计,目前已被世界各国作为淡水养殖的鱼类约 110 多种,其中绝大部分是通过引种驯化发展起来的。主要的有鲤 *Cyprinus carpio* L.、罗非鱼 *Tilapia*、虹鳟 *Salmo gairdneri*、鳗鲡 *Anguilla japonica*、草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*、鲢鱼 *Hypophthalmichthys molitrix*、鳙鱼 *Aristichthys nobilis*、俄国鲟 *Acipenser guildenstadtii*、厚唇鲷 *Catla catla* 等。原来是我国特有的草、鲢、鳙,已移植到亚洲、欧洲、北美、拉美和大洋洲 20 多个国家。20 多年前苏联从我国引进的草、鲢、鳙鱼,其产量约占该国淡水鱼产量的 1/4(1979)。

我国 50—60 年代引种驯化的主要对象是团头鲂 *Megalobrama amblycephala*、莫桑比克罗非鱼 *S. mossambica*、虹鳟等。70、80 年代引种驯化的对象主要有细鳞斜颌鲴 *Plagiogathops microlepis*、白鲫 *Carassius auratus cuvieri*、尼罗罗非鱼 *S. niloticus*、蟾胡子鲇 *Clarias batrachus*、露斯塔野鲮 *Labeo rohita*、革胡子鲇 *Clarias leather*、奥利亚罗非鱼 *S. aureus*、加州鲈鱼 *Micropterus salmoides*、淡水白鲳 *Colossoma brachypomum* 及斑点叉尾鲴 *Ictalurus punctatus* 等,这些鱼都已在生产上应用,起到了一定的增产作用。

此外,我国在进行鱼类育种研究的同时,在基础理论研究方面也做了不少工作,取得了一些新的进展,如鲤科鱼类中一些酶和蛋白质基因位点的测定、鲤鲫鱼肌肉细胞线粒体 DNA 的限制性内切酶酶切图谱的比较、鱼类细胞中 DNA 的提取、鱼类染色体组型分析及分带技术、鱼类品种调查、考种以及鱼类性状遗传等等。

二、展 望

我国鱼类育种技术的研究进展快,涉及面广,国际上所采用的各种育种方法和途径,在我国几乎都已被采用,总的来看,我国的鱼类育种研究水平与国外的进度水平相当,有些方面在国际上还处于领先地位。

回顾我国鱼类育种研究的历程,大约经历了 60 年代的摸索,70 年代的发展及 80 年代有较大进展三个阶段。在即将迎来的 90 年代中,正确的决策和布署,将对未来的发展起着重要作用。

自 70 年代以来,国家对鱼类育种工作的重视、有组织有计划的开展全国性的协作攻关,特别是育种有明确的目标,坚持科研为经济建设服务的指导方针,理论密切联系实际,是我国鱼类育种研究取得较快进展的根本原因。目前,我国已经有了一支较强的鱼类育种的科技队伍,在许多研究领域已经奠定了良好的基础。加之我国自然条件优越,鱼类品种资源丰富,只要今后在国家正确的统一规划下,坚持把育种研究搞下去,集中力量,抓住重点,从国情出发,加强基础理论研究,改善设备手段,我国的鱼类育种研究一定会有新的突破,新的成果将会不断的出现。今后,我国的鱼类育种研究的对象,仍应以传统的主养鱼类为主,如草鱼、白鲢、团头鲂、鲤鱼、鲫鱼和鳊鱼等。它们在我国鱼类养殖业中居有重要地位,且深受群众喜爱。

育种研究必须坚持科研为经济建设服务的方针,尽量多出成果,早见经济效益,要把提高鱼产量和提高鱼产品质量作为鱼类育种工作的根本目标。同时,要加强基础理论的研究,使科研走在生产的前面,为科研水平的不断提高以及生产上重大关键问题的解决,提供科学的理论依据。

鱼类育种要考虑近期和长期目标相结合,保证持续不断地有新成果提交生产应用。

育种的方法和途径应以我国基础较好的杂交育种和细胞工程为重点,要积极开展基因工程和基础理论的研究。近期,引种驯化仍然是一种简单易行、见效快的方法。

综合育种工艺技术是值得倡导的新趋势,新方向。

1. 引种驯化

引种驯化的经济效益是世界公认的。今后,我们应在充分开发利用本国鱼类种质资源的同时,积极从国外引进一些具有较高经济价值的养殖鱼类,当然,要切忌盲目引种,还要注意严格的检疫,要重视地方品种资源的遗传保护。

2. 杂交育种

鱼类杂交和杂交育种在我国开展得相当广泛,且有较好的基础,应在总结经验的基础上,找出规律性,提高基础理论水平。要避免盲目性和不必要的重复劳动。对现有的杂交种应进行审核,并使其规范化、标准化。我国进行的鱼类杂交组合已相当多了,一般不宜再提倡多搞。当然,这也不是绝对的,如近年来搞的鲢鱼杂交就不错。

3. 综合育种

在我国“八五”科技攻关计划中,再次肯定了建鲤所开创的综合育种技术为国内外首