



全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

鱼类育种学

楼允东 主编



中国农业出版社

全国高等农业院校教材

鱼 类 育 种 学

楼允东 主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

鱼类育种学/楼允东主编. —北京: 中国农业出版社,
2001.7
全国高等农业院校教材
ISBN 7-109-07032-8

I. 鱼... II. 楼... III. 鱼种-饲养-高等学校-教材
IV. S962

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 038119 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

北京科技印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 22.5

字数: 516 千字

定价: 28.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书比较全面而又系统地阐述了鱼类育种的基本原理和应用技术。全书共 12 章，内容包括绪论、选择育种、杂交育种、诱变育种、多倍体育种、雌核发育与雄核发育、性别控制、细胞核移植、细胞融合、细胞培养和基因转移技术等。另外，还对有关鱼类育种的诸多问题作了深入探讨。书中有插图 77 幅，参考文献 900 多篇。书末有附录 5 个。

本书可供从事鱼类遗传育种学、水产养殖学和水生生物学等方面的学者和技术人员研究参考，也可供综合性大学与师范院校生命科学系以及高等农业院校水产养殖专业师生和研究生作教学参考。

主 编 楼允东

撰写人员 (按姓氏笔画为序)

刘明华 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所副研究员

杨先乐 上海水产大学研究员

沈俊宝 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所研究员

俞豪祥 上海市水产研究所研究员

夏德全 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心研究员

楼允东 上海水产大学教授

前 言

品种是养殖生产的物质基础,良种的选择和培育是增产的有效途径。最近 20 年来,我国在鱼类选育种方面做了大量工作,并取得了许多科研成果。除传统的杂交育种和选择育种外,突出表现在细胞工程与基因工程上。异育银鲫的育成及其在许多地方的推广,可视为我国雌核发育研究从试验阶段进入实用阶段的开始。我国在用细胞核移植技术选育鱼类新品种方面是有特色的,处于国际领先地位。鱼类性别控制技术已在生产上推广应用。转基因鱼的研究,我国也已跻身于世界先进行列。但迄今为止还没有一本公开出版的鱼类育种方面的专著来反映我国在该领域的技术水平和科研成果;另外,尽管已有几本适用于水产养殖专业的教学参考书问世,但有的出版年代已久,教材内容亟需补充与更新,有的面太广而深度不够,有的是根据国外著作编译,有关我国鱼类育种方面的资料不多。我们深深感到,从目前国内科研、生产和教学情况来看,完全有必要也有条件出版一本学术水平较高的鱼类育种学专著。我们就是抱着这样的信念来撰写这本《鱼类育种学》的,希望它的出版能为促进本学科发展和提高教学质量作出一点微薄的贡献。

本书除系统地阐述鱼类育种的基本原理与应用技术外,着重反映我国鱼类育种技术先进水平与科研成果以及在国际上的地位;并注意反映本学科的国外研究进展及动向,以保持学科的先进性与完整性。另外,书稿内容与撰稿人所从事的科研紧密结合,有的撰稿人还是该领域有成就的专家,在科研上作出过杰出贡献。他们的参与使本书增色不少。

本书由本人主持撰写,参加撰写的还有中国水产科学研究院黑龙江水产研究所沈俊宝研究员和刘明华副研究员、淡水渔业研究中心夏德全研究员、上海市水产研究所俞豪祥研究员以及上海水产大学杨先乐研究员。具体分工是:楼允东撰写第一、四、五、七、八、九、十二章及附录;沈俊宝和刘明华撰写第二、三章;俞豪祥撰写第六章;杨先乐撰写第十章;夏德全撰写第十一章。我们的合作是真诚而愉快的。本书的出版得到中华农业科教基金会出版基金的资助。中国农业出版社张志为本书责任编辑,在成书过程中给予我们不少帮助。另外,在撰写过程中,还得到作者所在学校和科研院所各级领导、同事以及研究生的热忱关怀、多方支持和大力协助,在此一并致以诚挚的谢意。

撰写这样一本鱼类育种学专著,对我们来说是一个既光荣而又艰巨的任务,尽管我们为此尽了很大努力,但由于时间较紧,加上经验不足和水平有限。因此,本书难免会有不少欠妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

楼允东

1998 年 12 月于上海水产大学

目 录

前 言

第一章 绪论 (楼允东)	1
一、品种的概念	1
二、育种的目标	3
三、育种的方法	5
四、我国鱼类育种技术研究的概况	5
参考文献	8
第二章 选择育种 (沈俊宝、刘明华)	10
一、选择育种的一般原理	10
二、选择育种的基本方法	19
三、鱼类选育实例	29
参考文献	38
第三章 杂交育种 (沈俊宝、刘明华)	40
一、杂交育种的基本原理	40
二、杂种优势的利用	53
三、鲤鱼不同品种或品系间的杂交	62
四、鱼类的远缘杂交	83
五、鱼类远缘杂交在生产上的应用	93
参考文献	106
第四章 诱变育种 (楼允东)	108
一、辐射诱变育种	108
二、化学诱变育种	112
参考文献	116
第五章 多倍体育种 (楼允东)	117
一、鱼类多倍体与多倍体育种	117
二、多倍体的种类	119
三、多倍体产生的机制	120
四、鱼类多倍体育种研究的简史	120
五、诱导多倍体鱼类的方法	121
六、鉴定多倍体鱼类的方法	129
七、多倍体鱼类的生长与发育	136
八、多倍体鱼类在水产养殖上的应用	140

九、鱼类多倍体研究的发展趋势	144
参考文献	147
第六章 雌核发育与雄核发育 (俞豪祥)	153
一、鱼类的天然雌核发育	153
二、鱼类雌核发育二倍体的诱发	160
三、雌核发育二倍体的鉴定	167
四、雌核发育二倍体的性别	170
五、雌核发育二倍体的生长与发育	171
六、雌核发育在水产养殖上的应用	172
七、鱼类的雄核发育	184
参考文献	191
第七章 性别控制技术 (楼允东)	195
一、研究鱼类性别控制的意义	195
二、鱼类的性别	196
三、鱼类的性反转	201
四、鱼类性别的人工控制	204
五、鱼类性别控制研究的战略思想与研究重点	216
参考文献	218
第八章 细胞核移植技术 (楼允东)	222
一、什么叫细胞核移植	222
二、鱼类细胞核移植研究的历史	222
三、鱼类细胞核移植的技术要点	224
四、细胞核移植技术在鱼类育种上的应用	228
参考文献	229
第九章 体细胞杂交 (楼允东)	231
一、体细胞杂交在生物技术中的地位与作用	231
二、促使细胞融合的方法及细胞融合的过程	231
三、体细胞杂交在育种上的应用	234
四、鱼类体细胞杂交的应用实例	235
参考文献	240
第十章 组织培养技术 (杨先乐)	241
一、概述	241
二、设备和装置	253
三、鱼类组织培养的常用液	254
四、组织培养技术	260
五、细胞检查与鉴定	270
参考文献	275
第十一章 基因转移技术 (夏德全)	277

一、基因转移在生物技术中的地位与作用	277
二、转基因鱼的构建	280
三、外源基因导入鱼卵的方法	284
四、我国转基因鱼研究的现状、存在问题和对策	287
参考文献	296
第十二章 鱼类育种的几个问题（楼允东）	300
一、品种资源的保存	300
二、环境条件与育种	302
三、年龄选配	304
四、育种实践中的生物学与生化技术	305
五、育种工作的组织与管理	313
六、品种的提纯与复壮	315
参考文献	320
附 录	322
附录一、我国从国外引进的经济鱼类名录（不包括观赏鱼类）	322
附录二、我国已报道的鱼类染色体组型	327
附录三、我国已建成的鱼类原、良种场	344
附录四、全国水产原良种审定委员会审（认）定通过鱼类品种简介	345
附录五、国家重点保护野生鱼类名录	347

第一章 绪 论

一、品种的概念

1. 什么叫品种 育种学是研究育种的科学。所谓育种 (breeding), 就是应用各种遗传学方法, 改造生物的遗传结构, 以培育出高产优质的品种。简单地说, 育种就是培育动植物与微生物新品种。例如, 某一个品种鱼生长快、个体大, 但不抗病, 而另一个品种却生长慢、个体小, 但抗病力强, 如果让这两个品种杂交, 即通过基因的重新组合, 就有可能培育出一个既生长快又抗病的新品种。

以前, 水产养殖工作者对育种工作不太重视, 往往是“只养鱼, 不育种”。而现在的情况就不同了, 随着科学技术的不断发展, 育种的重要性已为越来越多的人所认识, 各地区对良种的需求也十分迫切。实践证明, 不管是鱼类、虾蟹类还是贝类, 品种是养殖生产的物质基础 (品种、饲料、水质), 良种的选择和培育是增产的有效途径。一般认为, 在其他条件不变的情况下, 使用优良品种可增产 20%~30%。因此, 要发展“高产、优质、高效”的水产养殖业, 就必须在品种上下功夫。也就是说, 要大力开展育种研究, 通过各种途径和方法, 培育出各种各样的新品种, 以保证水产养殖业的持续发展。

那么, 什么是品种呢? 品种 (breed 或 variety) 是人们创造出来的一种生产资料^{*}。品种是由同一祖先通过人工选育而来的、具有一定形态特征和生产性状的群体, 可用于生产或作为遗传学研究的材料。品种不是生物学上的一个分类单位, 而是人类干预自然的产物, 是作为生产上的经济类别而存在的。通常所说的优良品种, 就是指那些产量较高、质量较好且具有比较稳定的遗传性状的品种。全国水产原、良种审定委员会 (1991) 通过的《全国水产原、良种审定标准》中, 对品种的定义是指经多代人工选择育成的具有遗传稳定, 并有别于原种或同种内其他群体之优良经济性状及其他表型性状的水生动、植物。

这里介绍几个与品种有关的术语的涵义:

(1) 原种 (stock) 指取自定名模式种采集水域的或取自其他天然水域并用于养 (增) 殖 (栽培) 生产的野生水生动、植物种, 以及用于选育种的原始亲本。原种必须具备下列性状: ①具有供种水域中该物种的典型表型, 无明显的统计学差异; ②具有供种水域中该物种的核型及生化遗传性状; ③具有供种水域中该物种的经济性状 (增长率和品质等); ④符合有关水生动、植物种的国家标准。

(2) 种群 (population) 同一物种在某一特定时间内占据某一特定空间的一群个体所组成的群集。这些个体通过交配以及一定的亲缘关系发生联系, 并享有共同的基因库 (gene

* 生产资料是人们从事物质生产时所必须的物质条件, 亦即劳动资料和劳动对象的总和。

pool)。如果人们将种群与其分布地区结合起来考虑,即为地理种群(geographical population)。

(3) 品系(strain) 品系和品种是两个不同的概念。品系是起源于共同祖先的一群个体。在遗传学上,一般指自交或近亲繁殖若干代后所获得的某些遗传性状相当一致的后代;在家畜育种学上,指来源于同一头卓越系祖(公畜)的畜群,它们具有与系祖相类似的特征和特性,并且也符合该品种的标准;在微生物学上,亦称“菌株”、“菌系”和“小系”,一般指单一菌体的后代。品系用于遗传学研究和品种培育。品系经比较鉴定,优良者繁育推广后即可成为品种。

(4) 良种(good breed) 指生长快、肉质好、抗逆性强、性状稳定和适应一定地区自然条件并用于养(增)殖(栽培)生产的水生动、植物种。良种必须具备下列性状:①优良经济性状遗传稳定在95%以上;②其他表型性状遗传稳定在95%以上。

2. 品种必须具备的条件 从育种学的观点来看,一个品种,必须具备以下四个基本条件:

(1) 必须具有相似的形态特征 每个品种都应该有固定的形态特征,籍此才能区别于同种的其他群体。例如,彩鲫、红鲫和缩骨鲫是3个不同的鲫鱼品种,具有不同的形态特征。产于宁夏的彩鲫,体色鲜艳美丽,五彩缤纷;红鲫是普通鲫在家养条件下发生突变以后,经长期人工选育而成的一个品种,既可供观赏又可食用,深受群众欢迎;缩骨鲫产于广东韶关地区的翁源县等地,后部脊椎骨萎缩,尾柄长明显小于尾柄高。体型较高,体长约为体高的1.6倍。背鳍后部的两侧肌肉发达,微微隆起。又如,红鲤的体色是橘橙色的,而有别于普通的鲤鱼(青灰色)。当然,相似的形态特征只是品种应该具备的条件之一,有时不同品种也有相似的形态特征。例如,产于江西的兴国红鲤、婺源的荷包红鲤和万安的玻璃红鲤(通称“江西三红”),尽管体色都是橘橙色,但他们是3个不同的品种,因此其他方面必然有区别,如荷包红鲤的体型近似“荷包”,而玻璃红鲤则具有独特的透明性状。

(2) 必须具有较高的经济性状 可以这样说,凡是够资格称为品种的群体,他们都有某些突出的优点,或是生产水平高,或是产品质量好,或是生长发育快,或是有特殊的用途(如观赏),或是对某一地区具有良好的适应性等。目前的观赏鱼养殖十分盛行,主要有金鱼、锦鲤和热带鱼等,其品种繁多,仅金鱼就有几百个品种。我国是金鱼的故乡,南宋已开始金鱼家化的遗传研究,至今已有800多年历史。目前世界各国的金鱼都是直接或间接从我国引种的。

(3) 必须具有稳定的遗传性能 一个品种不仅要有相似的形态特征和较高的经济价值,而更重要的是还必须具有稳定的遗传性能,即在自群繁殖时能将品种特性,特别是经济性状稳定地遗传给后代;与其他品种杂交时具有一定的改良作用,并能产生明显的杂种优势。也就是说,一个品种必须具有一定的育种价值。否则,其经济价值也就很有限了。

(4) 必须具备一定的数量 既然品种是一个群体,其群体数量就要达到一定的规模,否则不能成为品种。只有拥有足够的数量,才能保持一定的品种结构,才能保证在品种内正常地进行选种配种工作。

从以上标准来看,目前我国放养的所谓家鱼,其实并未达到品种的要求,仍然是野生种。例如,鲫鱼就是一个野生种,它是金鱼的原种,经过几百年的人工选育,才形成现在

数以百计的金鱼品种。草鱼、青鱼、鲢、鳙虽然称四大家鱼，已有千余年养殖历史，但历代的养殖方法都是从江河中采捕它们的鱼苗，然后放在池塘养成食用鱼，实际上只是年复一年地重复捕养野生的鱼苗而已，并无任何家化的内容，只是 20 世纪 50~60 年代四大家鱼人工繁殖相继成功之后，才由依靠野生鱼苗逐步转为依靠人工繁殖鱼苗。

品种的性状与原种相差很大，在生产上应用的品种其质量远远超过原种。例如，前苏联培育出来的库尔斯克鲤（欧洲家鲤×黑龙江野鲤），使前苏联养鲤业扩大到北纬 60°；1958 年引入我国黑龙江省，现已占全省鲤鱼产量的 1/3 以上。它的生长速度比普通鲤快 3 倍，而且具有体型好、耐寒、食性广、成熟快、易捕捞和脂肪含量高等优点，很受群众欢迎。由此可见，培育新品种是提高产量和质量的重要手段。

3. 品种的分类 根据品种的来源，可将它们分为下列 3 种：

（1）自然品种 又叫原始品种。它通过长期自然选择和若干无意识的人工选择而形成。这种品种能很好地适应当地环境条件，所以也可叫地方品种。虽然它的生产性能可能低些，但往往具有忍耐不良环境和抗病的能力。因此，它是宝贵的生产资料和选育新品种的原始材料。我国的许多鲤鱼地方品种如兴国红鲤和荷包红鲤均属这一类型。

（2）人工品种 又叫育成品种。它主要通过有意识的人工选择而形成，具有高产的特点或具有某些特殊的品质（如观赏、抗病、抗寒）。由于在该品种形成过程中受到人们的选择和保护以及提供特定的环境，因此，在自然条件下容易发生退化。金鱼的许多品种就属于这种情况。

（3）过渡品种 过渡品种是介于原始品种与育成品种之间的中间类型，它是由原始品种经过某种程度的人工改良而产生的。虽然过渡品种在品种特性上还没有达到育成品种的特有产量和质量水平，但它又具有原始品种的一些优良特性。

这里应该指出，上述分类不是绝对的。根据人们的需要，原始品种可因杂交改良成为过渡品种，过渡品种可因强化选育而成为育成品种；另外，即使是育成品种，也不是一劳永逸，而仍然要坚持不懈地选择和合理地繁育与饲养管理，否则很难保持其优良性状。

二、育种的目标

育种目标是改良品种的依据，是育种工作中最根本的问题。有了明确的育种目标，才能有目的地搜集原始材料，有计划地选配亲本，正确地确定培育方法和选择方向，这样就可以大大提高育种效果，少走弯路。

育种的总目标是高产、稳产、优质和低消耗。但随着渔业生产的发展，人们对鱼类品种的要求越来越高：既要丰产，又要稳产；既要有高的产量，又要有好的质量；既要能适应本地区的自然条件，又要能适应本地区的饲养管理制度和生产技术水平。因此，对鱼类育种来说，也会相应地出现新的内容，必须给予充分的注意。

为了实现上述育种总目标，人们往往制订出一些育种的具体目标。这些具体目标是：

1. 食物转化率（food conversion efficiency） 食物转化率即鱼类摄入的食物转化为鱼体组成成份的比率。当产量是建筑在应用人工饲料基础上的时候，选择育种的初步目标应该是改进食物转化率。在肉食性鱼类，饲料成本可能占总生产成本的很大一部分，而对草

食性或摄食碎屑的鱼类来说, 饲料成本则较低。

由于大规模直接测定食物消耗比较困难, 因此直到目前为止, 还没有可供遗传分析用的有关食物转化率的任何资料。因此, 尽管食物转化率是一个重要的经济性性状, 但它还没有列入选择育种中去。所以, 进一步开展直接和(或)间接测定食物消耗的方法应该给予高度重视。

2. 生长率(growth rate) 对所有养殖鱼类来说, 生长率都是重要的经济性性状。而且, 通过体重或体长的测定就可以比较容易地估算出生长率。快速生长加速生产周期, 且大个体比小个体上市价格高。对鱼类来说, 在生长率与食物转化率之间具有高的遗传相关^{*}, 所以对高生长率的选择必然导致食物转化的快速相关改良。

3. 抗性(resistance) 抗性是指生物对不良环境(或逆境)的抵抗能力, 包括抗病、抗寒、抗重金属毒性、抗高温、抗风浪、抗盐碱以及耐低氧等, 其中以抗病为最重要。由于国际间引种工作的广泛开展, 加重了病虫害的蔓延。化学农药的长期使用, 筛选出了抗药性更强的突变型, 并增加了农药残毒对环境污染的压力, 对人类健康造成很大威胁。因此, 除了在病虫害防治方面开辟新的途径外, 人们特别寄希望于抗病品种的选育, 以保证高产与稳产, 减少环境污染, 并降低生产成本。

对鱼类来说, 测定抗病性的可行途径是将它置于特殊的病原体中并计数死亡的尾数。可是, 这是一个花费相当高的方法。应用免疫学方法如接种疫苗后抗体含量可以间接测出鱼类对某种疾病的抗性。

4. 繁殖力(fecundity) 鱼类通常具有很高的繁殖力。例如, 每千克体重的怀卵量, 鲑鳟鱼类在 1000 个以上, 鲤鱼在 100000 个以上, “四大家鱼”则更多。因此, 育种时不必考虑将卵的数量作为重要的经济性性状。当然, 如果卵子是作为最终产品如鱼子酱(caviar), 那当别论。鱼子酱是由鲟鳇鱼卵制成的酱, 为世界上名贵的食品。世界鱼子酱年总产量在 2500t, 主要生产鱼子酱的国家是前苏联、伊朗、中国和美国。前苏联生产的鱼子酱以欧洲鳇、俄国鲟和闪光鲟为主, 伊朗以在里海捕获的欧洲鳇为主要对象, 美国以匙吻鲟为主, 我国则以黑龙江为主要加工基地, 其品种以鳇和史氏鲟为主要生产对象, 据认为中华鲟在今后的开发中将起重要的作用(王大龙, 1991)。

5. 肉质(meat quality) 水产养殖为人类提供食品。因此, 肉质是很重要的经济性性状, 尤其是对那些作为高档食品的种类。可是, 要给“质量”下一个定义是很困难的, 因为质量因种类和市场而不同。对鱼类来说, 质量一般是指个体大小、肉性、鱼片厚度、含脂率、肉色、肉味、刺的多少、外观以及出肉率等。但对上述某些性状, 例如肉色、肉味、肉性以及外观等, 要作出客观评定并非易事。因此, 应该考虑对这些性状如何建立一个准确的测定方法的问题。

6. 成熟年龄(age at maturation) 某些鱼类如鲑鳟鱼类必须在性成熟前上市, 否则会降低鱼肉质量并出现高死亡率。因此, 在生产成鱼时, 性成熟年龄将成为一个很重要的经济性性状。

7. 回捕率(recapture frequency) 在海水牧场中, 回捕率实属非常重要。可是, 这是一个比较复杂的性状, 其关键是存活率。在文献中很难找到有关该性状的遗传方差。Carlin

* 遗传相关: 遗传性状的伴同出现或相关趋势。

(1969) 发现 17 个全同胞家系大西洋鲑 (*Salmo salar*) 放流到波罗的海后回捕百分率的显著差异。Ryman (1970) 从统计学上分析了这些资料。

8. 起捕率 (harvesting rate) 许多养殖鱼类善于跳跃、钻泥, 捕捞较为困难。例如, 起捕率低是罗非鱼池塘养殖中存在的主要问题, 而罗非鱼在我国大部分地区又难以越冬, 池中未能捕起的鱼将在冬天死亡, 给生产带来损失。如果罗非鱼有较高的起捕率, 将有利于秋捕上市, 有利于该鱼的推广养殖。但不同种甚至不同品系的罗非鱼的起捕率是有差异的。据王楚松等 (1989) 报道, 尼罗罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*) 的起捕率为 17.3%, 而奥尼鱼 (*O. niloticus* ♀ × *O. aurea* ♂) 和福寿鱼 (*O. mossambicus* ♀ × *O. niloticus* ♂) 分别为 64.85% 和 37.1%, 奥尼鱼起捕率较尼罗罗非鱼高 2.7 倍, 较福寿鱼高 0.7 倍。另据李思发等 (1997) 报道, 经过选育的吉富品系罗非鱼的三网起捕率为 67%, 显著高于其他品系。因此, 提高起捕率也是重要的育种目标之一。目前, 在鲤鱼和罗非鱼的品种选育中都注意到了这一点。

9. 适应性 (adaptivity) 适应性是关系到该品种能否推广的重要经济性状之一, 它已引起广大育种工作者的高度重视。世界上推广面积很大的品种, 一般都是适应性较强的品种。因此, 我们在制订育种目标时, 也应该考虑这个问题。

三、育种的方法

从育种的历史讲, 首先应用的育种方法是人工选择, 其对象是利用早已存在的自然突变。随后是杂交育种, 就是利用现有的品种或物种进行杂交, 从后代中选育出符合人们需要的基因组合。

从 20 世纪 60 年代开始, 遗传学和其他自然科学的不断发展, 大大扩大了育种的范围, 充实了育种的内容。除了传统的选择育种和杂交育种仍然是行之有效的育种方法之外, 目前新发展起来的育种方法还有辐射诱变育种、化学诱变育种、单倍体育种、多倍体育种、体细胞杂交、细胞核移植、抗性育种以及染色体工程等。20 世纪 70 年代又出现了基因工程。基因工程的出现是育种技术的一大革命, 它使育种工作从个体水平、细胞水平和染色体水平进入了分子水平。水产领域基因工程研究最突出的技术进步就是“转基因鱼”的问世。

我们相信, 随着现代科学技术和工农业生产的迅速发展, 必将给现代育种学提出一些新概念、新任务和新方法, 并赋予一些新特点。新特点之一是育种学与许多学科之间的相互联系、相互渗透和相互依赖日益发展, 只靠育种学家孤军作战的时代已让位给各学科密切配合、多兵种协同作战的新时代。现代育种学要想取得突破性的重大进展, 不利用现代科学所提出的新理论、新技术和新设备是寸步难行的。因此, 要求育种工作者必须努力提高基础科学水平, 掌握比较广泛的现代科学知识和技能。只有这样, 才能适应育种科学现代化的要求和攀登世界育种科学的新高峰。

四、我国鱼类育种技术研究的概况

水产养殖业与农业一样, 优良的品种对于养殖产量的提高起着十分重要的作用。可以

这样说,凡是水产养殖业比较发达的国家,良种繁育和品种改良都被列为重要的研究课题。自20世纪50年代以来,前苏联、东欧、美国、日本和以色列等国家和地区都在致力于养殖鱼类遗传改良的研究,并取得了一定成果。在这方面,我国起步较晚,基础较差。自1958年至20世纪70年代初,虽然也开展过一些杂交育种工作,但基本上是自发进行的,缺乏计划性和信息交流,结果造成许多低水平的重复。这种情况直到1972年才有所改变,因为这一年,受当时中央农林部和中国农林科学院的委托,长江水产研究所会同厦门水产学院(即今上海水产大学)在湖北沙市召开了第一次全国淡水养殖鱼类优良品种选育和基础理论研究协作会议,有23个省、市、自治区的代表参加,1974年又在湖南株洲召开了第二次协作会议。这两次会议总结了前一阶段鱼类育种工作的经验和教训,讨论了进一步发展鱼类育种研究的规划和措施。这两次会议标志着我国的鱼类育种工作开始进入由国家统一规划和组织协调的阶段。自这两次会议以后,各地鱼类优良品种的选育工作出现了一个新的可喜面貌,为今后继续开展鱼类选育工作打下了良好的基础。1983年,《鱼类育种技术及繁殖体系的研究》被列入“六五”规划的全国攻关项目;1986年,国家科委将淡水鱼类的遗传改良列入《畜、禽、鱼良种选育技术》项目之中。另外,从“七五”开始,一直将鱼类育种作为部重点科研项目之一。这一切足以说明国家对鱼类育种工作的重视。

1949年以来,我国对鱼类遗传育种的研究卓有成效,大致可以分为以下三个阶段:

1. 第一阶段从20世纪50年代末开始,主要进行淡水鱼类的引种驯化及杂交育种。一方面,重视本国鱼类资源的开发与利用,驯化野生经济鱼类;另一方面,积极从国外引进新鱼种。两个方面的成就都比较显著。例如,把长江中下游湖泊特有的草食性鱼类团头鲂由野生变为家养,并推广到全国各地养殖,成为池塘主养或混养对象,这可视为在引种驯化方面成绩突出的代表。其他如细鳞斜颌鲷、圆吻鲷、黄尾密鲷、鲮鱼、梭鱼、东北银鲫、长吻鲈和鳊鱼等的引种驯化,也取得了良好的效果。另外,据不完全统计,我国从国外引进的经济鱼类(不包括观赏鱼类)有54种,其中尼罗罗非鱼及其杂种一代福寿鱼、斑点叉尾鲷、革胡子鲶、虹鳟、大口黑鲈和短盖巨脂鲤(淡水白鲳)等已大面积推广养殖,并取得良好的经济效益(附录一)。

我国的鱼类杂交开始于1958年。40年来,全国已先后进行过112个杂交组合,包括3个目、5个科、32个种,其中以鲤鱼不同品种间杂交效果最好。迄今为止,已获得丰鲤(兴国红鲤♀×散鳞镜鲤♂)、荷元鲤(荷包红鲤♀×元江鲤♂)、芙蓉鲤(散鳞镜鲤♀×兴国红鲤♂)、岳鲤(荷包红鲤♀×湘江野鲤♂)、三杂交鲤(荷元鲤♀×镜鲤♂)和颖鲤(散鳞镜鲤♀×鲤鲫移核鱼 F_2 ♂)等6个具有明显杂种优势的鲤鱼杂交种,且均已通过鉴定而被推广。远缘杂交因杂交亲本之间的相容性较低,效果不显著。除了罗非鱼的种间杂交外,我国淡水鱼类的远缘杂交后代可在生产上应用的不多。据报道,只有下列4个杂交组合的后代曾有过生产性应用,即鳊鲂杂种(长春鳊♀×团头鲂♂)、鲷类杂种(细鳞斜颌鲷♀×黄尾密鲷♂)、鲢鳙杂种(白鲢♀×花鲢♂)以及鲤鲫杂种(湘江野鲤♀×红鲫♂)等。另外,鲢鱼与湘华鲢杂种比亲本鲢鱼具有较高的耐低温能力。

在鲤鱼的人工选育方面也进行了大量工作:通过杂交和连续自交,选育出双隐性的红镜鲤;对荷包红鲤经10年(1969~1979)连续6代选育,得到性状稳定的后代,经济性状显著提高,成为我国育成的第一个鲤鱼优良品种。1972~1984年和1973~1983年,又分别

对兴国红鲤和玻璃红鲤进行连续 6 代选育，也都达到了育种目标，育成了继荷包红鲤之后的又两个优良的鲤鱼品种。

2. 第二阶段从 20 世纪 70 年代中开始，在鱼类细胞工程育种方面，包括人工诱导雌核发育、人工诱导多倍体、细胞核移植以及体细胞杂交等进行了大量的卓有成效的研究。雌核发育技术是 20 世纪 50 年代后期国外首先发展起来的。20 世纪 70 年代末，我国也开始进行研究，现已在草鱼、鲢、鲤、鲫、罗非鱼和虹鳟等获得雌核发育鱼，并提出了一个通过雌核发育结合人工控制性别快速建立鱼类纯系的技术途径。蒋一珪等（1983）以兴国红鲤为父本、方正银鲫为母本进行属间杂交，结果发现异源精子不仅能刺激银鲫卵子的雌核发育，而且还能影响雌核发育子代的某些性状，如对子代的生长、性比、体色和肝脏 LDH 同工酶等都产生了影响。为区别于传统的雌核发育，他们把这种表现出异源精子生物学效应的雌核发育称之为异精雌核发育，异精雌核发育银鲫的子代称为异育银鲫（alogynogenetic crucian carp）。异育银鲫具有明显的生长优势，其生长速度比方正银鲫的自繁子代快 34.7%，比野生鲫快 1~2 倍。目前，异育银鲫已在全国 23 个省、市、自治区推广养殖，并取得较高的经济效益。异育银鲫的育成及其在许多地方的推广，可视为中国鱼类雌核发育研究从试验阶段进入实用阶段的开始，为世界所瞩目。异育银鲫的培育成功，不仅在经济上取得了明显的效益，而且对细胞遗传的传统观念作了重要的修正和补充。但也有学者认为，对异精雌核发育的假说仍有继续探讨的必要。另外，刘汉勤等（1987）应用核移植方法在泥鳅中第一次成功地获得雄核发育二倍体，为鱼类单倍体育种开辟了新的途径。

在多倍体育种方面，我国自 20 世纪 70 年代中期开始，已在草鱼、鲤、鲢、虹鳟、鳙、水晶彩鲫和白鲫等近 20 种鱼类获得三倍体和四倍体试验鱼，其中以淡水鱼类占绝大多数，海水鱼类只有牙鲆、黑鲷和真鲷等。从目前的研究来看，多倍体鱼类对控制过度繁殖、促进生长、延长寿命以及改进鱼肉品质等都是有效的。总的来说，目前我国鱼类多倍体育种研究进展较快，且开始进入实用性阶段，如刘筠等培育的三倍体“湘云鲫”和“湘云鲤”等。

细胞核移植技术是我国著名生物学家童第周教授（1902~1979）所领导的实验室首先建立起来的，并在鱼类育种上应用。我国在用细胞核移植技术选育鱼类新品种方面是有特色的，处于国际领先地位。到目前为止，我国已先后获得了属间的移核鱼 2 种，即鲤鲫移核鱼和鲫鲤移核鱼；亚科间的移核鱼 2 种，即草团移核鱼和团草移核鱼；以及目间的移核鱼 1 种，即罗非鱼鲤鱼移核鱼，共 5 种。其中前 4 种所得的移核鱼都能长大，有的已成熟并能繁殖后代，长势良好，具有明显的杂种优势，如鲤鲫移核鱼的生长速度比亲本快 20% 以上，已在生产上推广养殖。后 1 种移核鱼也得到过幼鱼。陈宏溪等（1986）通过细胞核移植与体细胞培养相结合的方法，将短期培养的成鱼肾细胞的细胞核移植到同种鱼的去核卵中，成功地进行了鲫的无性繁殖研究，获得了世界上第 1 尾“克隆鲫鱼”。

体细胞杂交亦称细胞融合。鱼类细胞融合是鱼类细胞工程的一个重要组成部分，但目前报道不多。20 世纪 70 年代，国内报道过金鱼囊胚细胞之间以及金鱼囊胚细胞与哺乳类 Ehrlich 腹水肿瘤细胞的杂交试验。自 20 世纪 80 年代以来，又有灭活病毒、聚乙二醇（PEG）、脉冲电流和激光微束诱导鱼类细胞融合的试验。尽管目前融合率还不算高，且得到的杂种胚胎与仔鱼畸形的比较多，但我们相信，随着细胞融合技术的逐步完善与提高，鱼类体细胞杂交必将给鱼类育种带来新的生机和希望，很有可能成为鱼类育种的一个强有力的手段。

我国于 20 世纪 70 年代末开始用类固醇激素控制鱼类性别的研究,目前已在莫桑比克罗非鱼、尼罗罗非鱼、鲫、石斑鱼和虹鳟等获得成功,并得到性染色体为 YY 型的莫桑比克罗非鱼“超雄鱼”。用这种超雄鱼与尼罗罗非鱼杂交,得到大量莫尼杂交全雄鱼。生产试验表明,这种全雄鱼具有“杂种”和“全雄”双重优势,其生长速度比尼罗罗非鱼两性种群快 38.5%,群体产量平均提高 43.4%。人工控制鱼类性别的另一目的是让鱼类不育,这样可避免代谢能量消耗于性腺发育和过度繁殖,以提高渔业产量和经济效益。人们也可以利用不育技术防止珍稀鱼类和良种随意增殖,以保护国家或制种者的利益。我国鱼类性别控制的研究已跻身世界先进行列。

3. 第三阶段从 20 世纪 80 年代中开始,开展了转基因鱼的研究。据认为,转基因鱼是目前国内最早成功的一种转基因动物。早在 1985 年,中国科学院水生生物研究所朱作言等就率先在世界上最早获得转基因鲫鱼,后来又先后获得了转基因泥鳅、鲤、团头鲂和鲮等。从总体上看,我国鱼类基因转移技术已达到世界先进水平。但与国外相比,在基础研究和开发利用方面还有一定差距。为迅速改变这种局面,今后应加大基础研究的力度,重点研究两个“热点”基因的转移:一是鱼类生长激素基因;二是鱼类抗冻蛋白基因。重点解决两个“瓶颈”技术:一是实现有效的定点整合;二是提高整合效率。另外,在加强基础研究的同时,还要加快开发研究的步伐,使鱼类基因转移技术尽快转化为生产力,让我们这个最早获得转基因鱼的国家成为最早实现转基因鱼商品化的国家之一。

在开展鱼类育种研究的同时,我们也进行了一些基础性研究,如鱼类染色体及其组型、体色与鳞被遗传规律、数量性状遗传力、经济鱼类精子生物学、精液冷冻保存及解冻技术、原种资源保存、鱼类生化遗传标记和分子遗传标记等的研究。

综上所述,我国鱼类遗传育种的研究,涉及面很广。可以说,国外所采用的途径和方法,我国几乎都用上了,有的还有所创新。有些领域处于国际领先地位或接近世界先进水平。但从整体水平看,我国鱼类育种的基础理论研究和新技术应用尚较落后;对引种移植缺乏科学管理和遗传监督,在一定程度上造成品种或杂交种混杂,优良性状退化;育种基地的数量、规模和人员素质尚不能适应需要。

从发展趋势看,今后的鱼类育种研究可能集中在以下几个方面:

1. 养殖和运输技术的提高以及国际交流的增加,引种会进一步发展,对其管理也会随之加强;

2. 利用多学科的知识进行鱼类遗传改良的研究会深入展开。改良的重点是在较短的时间改变养殖鱼类的遗传性状,加快生长,增加抗性。从育种角度提高饲料利用率的研究也将引起重视;

3. 在方法上,几种方法配合运用会进一步开展。应用生物技术育种可望取得突破性进展。

4. 建立现代化的育种基地,建立一套保存鱼类品种和原种的体系和管理体制,以及将引种、养殖、选育、试验、鉴定、推广和供应等工作联为一体、统一管理的重要性和迫切性会进一步为人们所认识并逐步付诸实施。

参 考 文 献

[1] 大会秘书组. 二十三省、市、自治区“淡水养殖鱼类优良品种的选育”协作会议简讯. 淡水渔业. 1973