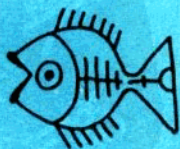
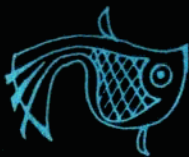
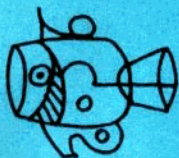
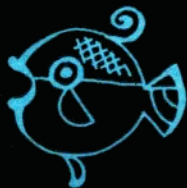


鱼类 育种学



陈永年 编著

百家出版社

前 言

鱼类育种学是新近发展起来的一门崭新的学科，它的理论基础是遗传学。另外，它与许多学科例如细胞学、生理学、胚胎学和生态学等都有密切的关系，与养鱼学的关系则更为密切。因此，它是一门理论性与实用性都很强的综合性学科。

随着渔业生产的不断发展，育种的重要性已被越来越多的人所认识。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。要从根本上提高水产品的数量和质量，必须在品种上狠下功夫。当前，生产部门对培育优良品种的呼声很高，许多水产院校和农业院校也相继开设了鱼类育种学课程。但由于我国鱼类育种技术的研究起步较晚，基础较差，到目前为止，还没有一本正式出版的适用于水产养殖专业的鱼类育种学教材或参考书。有鉴于此，我们在自己多年教学与科研实践的基础上，并参阅了国内外的有关资料，编著了这本《鱼类育种学》，以应急需。希望它的出版能为提高水产教学质量和普及鱼类遗传育种知识作出一点微薄的贡献。

根据我们的教学实践，全书需讲授40学时。本书除可作高等水产与农业院校水产养殖专业的试用教材外，还可作为高等学校生物专业和中等水产学校师生的参考书；对于从事水产养殖生产的广大实际工作者来说，也可作为自学鱼类育种的读物。

由于编写时间仓促，加上我们的水平不高。因此，书中疏漏和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 著 者

1988年6月于上海水产大学

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 品种的概念.....	(1)
第二节 育种的目标.....	(4)
第三节 育种的方法.....	(6)
第四节 我国鱼类育种技术研究的成就.....	(7)
主要参考书目.....	(11)
第二章 选择育种	(13)
第一节 选择育种的理论基础.....	(13)
一. 人工选择与自然选择.....	(13)
二. 影响选择的因素.....	(15)
第二节 选种的方法.....	(23)
一. 个体选择.....	(24)
二. 集体选择.....	(24)
三. 家系选择.....	(25)
四. 后裔鉴定.....	(26)
第三节 鱼类的选育.....	(27)
一. 生产力评定与选择指标.....	(27)
二. 选择的主要阶段.....	(29)
三. 选择的效果.....	(30)
四. 鱼类选育实例.....	(30)
主要参考书目.....	(40)
第三章 杂交育种	(43)
第一节 杂交育种的基本原理.....	(44)

一. 原始材料与亲本的选择·····	(44)
二. 杂交育种的方式·····	(45)
三. 杂交的遗传后果·····	(47)
第二节 近亲繁殖和杂种优势·····	(47)
一. 近亲繁殖·····	(48)
二. 杂种优势·····	(51)
三. 杂种优势的利用·····	(54)
第三节 鱼类的杂交育种·····	(57)
一. 鲤鱼不同品种或品系的杂交·····	(57)
二. 鱼类杂交育种的几个问题·····	(65)
主要参考书目·····	(69)
第四章 远缘杂交 ·····	(71)
第一节 什么叫远缘杂交·····	(71)
第二节 远缘杂交的特点·····	(72)
一. 杂交不孕·····	(72)
二. 杂种不育·····	(72)
三. 杂种生活力·····	(75)
四. 杂种的性状和特性·····	(75)
第三节 鱼类的远缘杂交·····	(75)
一. 鱼类远缘杂交的可孕性·····	(76)
二. 鱼类远缘杂种的可育性·····	(78)
第四节 鱼类远缘杂交在生产上的应用·····	(81)
一. 罗非鱼的远缘杂交·····	(81)
二. 鲢鳙鱼类的远缘杂交·····	(83)
三. 鲟鳇鱼类的远缘杂交·····	(84)
四. 鲤科鱼类的远缘杂交·····	(84)
五. 其它鱼类的远缘杂交·····	(86)

主要参考书目	(89)
第五章 诱变育种	(92)
第一节 辐射育种	(92)
一. 什么叫辐射育种	(92)
二. 电离辐射的剂量单位	(93)
三. 辐射育种的特点	(95)
四. 辐射育种的实际应用	(96)
第二节 化学诱变育种	(99)
一. 什么叫化学诱变育种	(99)
二. 化学诱变剂的种类	(99)
三. 化学诱变的处理方法	(101)
四. 化学诱变育种的特点	(102)
五. 化学诱变在鱼类育种上的应用	(103)
主要参考书目	(105)
第六章 多倍体育种	(107)
第一节 概说	(107)
一. 什么叫多倍体	(107)
二. 多倍体的种类	(109)
三. 多倍体产生的机制	(111)
四. 鱼类多倍体研究的概况	(112)
第二节 诱导多倍体的方法	(115)
一. 生物学方法	(115)
二. 物理学方法	(117)
三. 化学方法	(117)
第三节 鉴定多倍体的方法	(121)
一. 核体积测量	(121)
二. 蛋白质电泳	(126)

三. 生化分析	(126)
四. 形态学检查	(127)
五. 染色体计数	(128)
六. DNA 含量测定	(129)
第四节 多倍体鱼类的生长与发育	(132)
一. 多倍体鱼类的生活力	(132)
二. 多倍体鱼类的性腺发育	(133)
第五节 多倍体鱼类在水产养殖上的应用	(136)
一. 控制过度繁殖	(137)
二. 提高生长速度	(137)
三. 延长鱼类寿命	(139)
四. 改善鱼肉品质	(141)
第六节 鱼类多倍体研究的动向	(141)
主要参考书目	(146)
第七章 单倍体育种	(149)
第一节 概说	(149)
一. 什么叫单倍体育种	(149)
二. 单倍体生物的特点	(149)
三. 单倍体产生的途径	(150)
第二节 鱼类雌核发育二倍体的诱发	(153)
一. 精子染色体的遗传失活	(153)
二. 卵子染色体的二倍体化	(161)
第三节 鱼类雄核发育的诱发	(166)
一. 电离辐射	(167)
二. 紫外线照射	(167)
三. 卵子的过熟或老化	(168)
四. 物理处理	(168)

第四节 雌核发育二倍体的鉴定	(169)
第五节 雌核发育二倍体的性别	(173)
第六节 雌核发育二倍体的生长与发育	(175)
一、雌核发育后裔的成活率	(175)
二、雌核发育后裔的能育性	(176)
第七节 雌核发育的实际应用	(177)
一、性别控制	(177)
二、自交系的快速建立	(178)
三、异育银鲫	(181)
主要参考书目	(182)
第八章 鱼类的性别及其人工控制	(184)
第一节 养殖鱼类性别控制的意义	(184)
一、控制繁殖	(184)
二、提高养殖鱼群体的生长速度	(184)
三、控制养殖鱼群体过早成熟	(185)
第二节 鱼类的性别	(185)
一、生理性别	(185)
二、遗传性别	(188)
第三节 鱼类的性逆转	(192)
第四节 鱼类性别的人工控制	(193)
一、性激素处理	(193)
二、三系配套的生理遗传学技术	(201)
三、种间杂交	(204)
四、诱导雌核发育获得单性鱼	(206)
五、阉割控制鱼类性别	(206)
主要参考书目	(207)
第九章 育种新技术	(209)

第一节 核移植	(209)
一. 什么叫核移植	(209)
二. 我国核移植研究的概况	(209)
三. 如何进行核移植	(212)
主要参考书目	(217)
第二节 体细胞杂交	(218)
一. 什么叫体细胞杂交	(218)
二. 融合剂与融合过程	(218)
三. 体细胞杂交的主要环节	(221)
四. 体细胞杂交在育种上的应用	(223)
主要参考书目	(228)
第三节 基因工程	(228)
一. 基因工程的定义	(228)
二. 基因工程的操作原理	(229)
三. 基因工程与鱼类育种	(234)
主要参考书目	(241)
第十章 引种驯化	(244)
第一节 什么叫引种驯化	(244)
一. 引种驯化的概念	(244)
二. 引种驯化的特点	(245)
第二节 引种驯化的原理和方法	(245)
一. 引种驯化的原理	(245)
二. 引种驯化的原则	(246)
三. 引种的注意事项	(247)
四. 引种驯化的方法	(247)
第三节 我国鱼类引种驯化概况	(249)
一. 外国鱼类的引进	(250)

二. 本国野生种的发掘	(251)
主要参考书目	(252)
第十一章 鱼类育种的几个问题	(254)
第一节 品种资源的保存	(254)
一. 基因库的概念	(254)
二. 鱼类品种资源的收集与保存	(255)
第二节 环境条件与育种	(258)
一. 关于反应规范的概念	(258)
二. 鱼类育种实践中环境条件的控制	(259)
第三节 年龄选配	(263)
一. 亲代年龄对后代性比的影响	(263)
二. 亲代年龄对后代性状的影响	(263)
第四节 育种实践中的生物学与生化技术	(265)
一. 标记技术	(265)
二. 血清型	(270)
三. 电泳技术	(272)
第五节 育种工作的组织与管理	(275)
一. 育种工作的组织与管理制度	(275)
二. 育种工作的计划与程序	(276)
三. 品种的鉴定、推广与提纯复壮	(277)
主要参考书目	(280)

第一章 绪 论

第一节 品种的概念

什么叫育种？育种（Breeding）就是应用各种遗传学方法，改造生物的遗传特性，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的新品种。实践表明，品种是农业、林业、畜牧业和渔业生产的物质基础，良种的选择和培育是增产的有效途径。因此要提高水产品的数量和质量，就必须在鱼类育种上狠下功夫。

那么，什么是品种呢？品种（Breed 或 Variety）是通过人们创造性的劳动而培育出来的一种具有优良种质特点的生物生产对象。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。所谓优良品种，就是指产量较高、质量较好且具有比较稳定的遗传性状的品种。

从育种学的观点来看，作为一个品种必须具备以下四个基本条件：

1. 必须具有相似的群体形态特征，以区别于同种的其他群体。例如红鲤和红鲫的体色是桔红的，而有别于普通的鲤鱼（青灰色）。当然，同一品种必须具有相似的共同形态特征，但并不是具有共同的形态特征就必然是同一品种；有时不同品种也有相似的形态特征，例如兴国红鲤与荷包红

鲤的体色都是桔红的,但它们不是同一品种,它们在其他方面还有相互区别,而又各自具有其他的相似形态特征。

2. 必须具有一定的经济价值。可以说,凡是够资格称为品种的群体,它们都有某些突出的优点,或是产量水平高,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,等等。

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一定的经济价值,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,特别是经济性状能够稳定地遗传给后代;与其他品种杂交时,具有一定的改良作用,并能产生良好的杂种优势。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。品种是一个群体,其群体数量要达到一定的规模,否则不能称为品种。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。

从以上标准来着,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。如鲫鱼就是一个野生种,它是金鱼的原种,经过数百年的选育,才形成现在数以百计的金鱼品种。

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。例如苏联培育出来的库尔斯克鲤,使苏联养鲤业大大向北推移;在我国东北试养的结果,生长速度比普通鲤快三倍,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。

根据品种的来源,可将它们分为下列三种。

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。虽然它的生产能力可能低些，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。它主要是通过有意识的人工选择而形成的，具有高产的特点或具有某些特殊的品质。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 过渡品种是介于育成品种与原始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来的。过渡品种虽然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，但它却集中了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，也不是一成不变了，而是要坚持不断的选择和合理的繁育与饲养管理，否则很难保持其优良性状。

品种和品系是两个不同的概念。品系(Strain)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后代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。

第二节 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，就可以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。

育种目标一般应有高产、稳产、优质和低消耗等特点，但随着渔业生产的发展，人们对鱼类品种的要求越来越高。既要产量高，又要产量稳定；既要产量高，又要质量好；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。

一般来说，鱼类的育种目标应考虑以下几方面：

1. 食物转化率(Food conversion efficiency) 当产量是建筑在应用人工饵料基础上的时候，选择育种的初步目标应该是提高食物转化率。在肉食性鱼类，饵料成本可能占总生产成本的很大一部分，而对草食性鱼类或碎屑摄食者来说，则饵料成本较低。

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指标，但它还没有被列入选择育种中去。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状。而且，通过体重或体长的测定，生长率也比较容易估计。快速生长，缩短生产周期，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之间具有密切的遗传相关，所以对高生长率的选择必然导致食物快速转化的相关改良。

3. 抗性 (Resistance) 抗性指生物对不良环境(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之外，人们特别寄希望于抗病品种和免疫品种的选育，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，测定抗病性的可行方法是将它置于含有病原体的特殊水环境中，并计数其患病个体的死亡数。可是，这是一个花费相当高的方法。应用免疫学方法例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，例如每公斤体重怀卵量，鲑鳟鱼类在1000个以上，鲤鱼在100,000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状。当然，如果卵是作为最终产品，例如鱼子酱 (Caviar)，那当别论。另外，卵的数量与体重之间似乎有高的遗传相关。

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，质量一般是指大小、肉性、含脂率、肉色、肉味、少刺、外观以及出肉率等。但对上述性状的某些性状，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. 成熟年令(Age at maturation) 某些鱼类必须在性成熟前上市，否则减低鱼肉质量并出现高死亡率。因此，在生产成鱼时，性成熟年令成为一个很重要的经济性状。

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(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比的显著差异。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，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，也应考虑这个问题。

第三节 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

用现在有的品种或物种进行杂交，从后代中选育出适合人们需要的基因组合。

从六十年代开始，由于遗传学和其它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、杂种优势利用、抗性育种以及染色体工程等。七十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，它使育种工作从细胞水平进入分子水平。

我们相信，随着现代科学技术和工农业的迅速发展，必将给现代育种学提出一些新概念、新任务和新方法，并赋予它一些新特点。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供的新理论、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化科学知识和技能，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。

第四节 我国鱼类育种技术研究的成就

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。自五十年代以来，苏联、东欧、美国、日本和以色列等国家都在致力于养殖鱼类的遗传改良，并取得了一定成果。在这方面，我国起步较晚，基础较