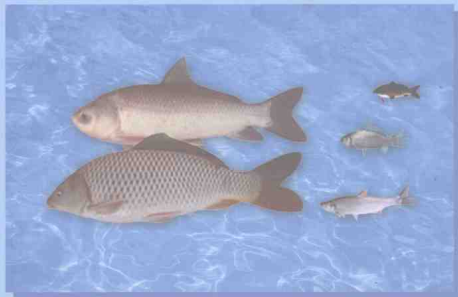


淡水鱼类

远缘杂交实验报告

◎ 金万昆 著



中国农业科学技术出版社

淡水鱼类

远缘杂交实验报告

◎ 金万昆 著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

淡水鱼类远缘杂交实验报告/金万昆著. —北京:中国农业科学技术出版社,2008.11

ISBN 978-7-80233-750-3

I. 淡… II. 金… III. 淡水鱼类-远缘杂交-杂交育种-实验报告 IV. S965.101.5-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 189422 号

责任编辑 张孝安

责任校对 贾晓红 康苗苗

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编:100081

电 话 (010)82109708(编辑室)(010)82109704(发行部)

(010)82109703(读者服务部)

传 真 (010) 82109709

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 889 mm × 1 194 mm 1/16

印 张 17.375

字 数 440 千字

版 次 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

定 价 100.00 元

淡水鱼类远缘杂交实验报告

编 委 会

（按姓氏笔画为序）

主 任

金万昆

副主任

沈俊宝 王民生

编 委

金万昆 沈俊宝 王民生 胡红浪 董 仕

陶秉春 王绍全 俞 丽 高永平 杨建新

朱振秀 赵宜双 杜红梅 杜 婷

序

我国的鱼类育种工作开始于唐代。新中国成立之后,我国的鱼类育种工作对鱼类养殖业做出了重大贡献,特别是20世纪70年代以后,培育和驯化出不少海、淡水养殖新品种,从而推动了我国鱼类养殖业的飞速发展。1975年以来,国家对鱼类育种工作十分重视,曾先后将其列入“六五”、“七五”、直至最近的“十一五”规划中的国家攻关计划。1986年以后,我国又根据世界育种工作的发展趋势,在国家计划中又增加了国家“863”计划,将鱼类育种研究列入细胞工程育种、基因工程育种和分子标记辅助育种等国际前沿育种技术。

鱼类远缘杂交是常规育种中高层次的育种工作,也是在近缘品种间杂交的基础上,对育种学提出了更新更高的要求,因此鱼类远缘杂交正受到各国育种学家的重视。鱼类远缘杂交育种与遗传工程育种同等重要,它们可以从多方面、多渠道来探索鱼类的遗传变异和创造出新的鱼类养殖品种。

自1558年以来,世界各国已进行了千余个鱼类远缘杂交,其中有些组合已应用于生产,如鲟鳇杂交、鲤鲫杂交、罗非鱼类杂交、鲑鳟鱼类杂交的鱼类等。但鱼类远缘杂交工作进展缓慢,没有建立起对鱼类养殖发展有重大推动作用的遗传育种理论,没有取得育种技术关键上的重大突破。我国要真正成为世界鱼类养殖强国,必须在鱼类遗传工程育种等国际前沿技术和鱼类远缘杂交育种技术上取得创新和突破。

金万昆同志自20世纪50年代担任天津市换新水产良种场场长以来,一直致力于鱼类养殖品种的创新,特别自2002年该场被批准为国家级水产良种场后,遵循“科学技术是第一生产力”、“企业是创新的主体”的思想,他努力向鱼类新品种创新的更高层次——鱼类远缘杂交育种方向探索,先后共进行了226个组合的科间、亚科间、属间和种间杂交,获得杂种后代的组合102个。已对这些组合做了较深入试验观察的科间杂交有7个组合,亚科间杂交有23个组合,属间杂交有37个组合,有些组合不仅试验观察了子一代,有的还试验观察了子二代。特别对科间杂交,试

验观察到通过远缘杂交可以获得雌核发育或雄核发育子代,一些组合还获得了在形态学上与父母本完全不同的新变异类型子代;亚科间杂交可以获得二倍体杂种和三倍体、四倍体子代,在二倍体杂种和三倍体不育子代中获得可育的个体,并可以通过杂交回交获得子代等的新发现。金万昆同志和他领导的研究小组在短短几年中,进行了如此多的鱼类远缘杂交,获得了各种类型的远缘杂交子代,积累了丰富的鱼类远缘杂交试验观察资料,这是鱼类远缘杂交育种工作中前所未有的,他为我国的鱼类育种工作做出了突出贡献。

《淡水鱼类远缘杂交实验报告》是继2007年7月出版的《淡水鱼类远缘杂交种染色体图谱》后的又一部鱼类远缘杂交育种著作。这部著作的出版不仅为广大读者提供了鱼类远缘杂交育种的实验数据,还为有志于鱼类育种的科学研究人员和从事教学的教师提供了丰富的研究和教学资料。本书的出版必将加快我国鱼类育种工作的深入开展,意义十分重大。

邢志育

2008年10月

前言

远缘杂交(Distant hybridization)是指种以上分类单元物种之间的杂交,可分为种间杂交、属间杂交、亚科间杂交和科间杂交等。远缘杂交是在近缘杂交的基础上发展起来的,因为近缘品种间杂交的变异幅度很有限,且已在过去的育种中得到广泛利用。因此,远缘杂交越来越受到各国育种学家的重视。远缘杂交可以显著地扩大和丰富动、植物育种的基因库,促进物种间基因的交流,引入异种的有利基因(特别是各种抗性基因等),因而能够创造出家养品种中前所未有的新变异类型,甚至合成新的物种。

鱼类远缘杂交是鱼类育种的基本手段之一。据统计,从1958~1971年,世界上大约有56科1080种鱼类做过杂交试验,其中大多数是淡水鱼类。鱼类远缘杂交涉及种间杂交、属间杂交、亚科间杂交、科间杂交甚至目间杂交。随后有越来越多的人从事鱼类远缘杂交试验,这期间进行的种间杂交有38个,属间杂交有21个,亚科间杂交有3个。在这些远缘杂交组合中已应用于生产的有:尼罗罗非鱼(♀)与奥利亚罗非鱼(♂)的种间杂交,可产生90%~100%的全雄杂种子代,其生长速度比两亲本分别快31.3%、19.2%;鲟科鳇(♀)与小体鲟(♂)的属间杂种,其生长速度比父本快2倍,而且杂种可育;鲤亚科的二倍体鲫(♀)与家鲤(♂)的属间杂种(F_1)再与鲤的回交种,生长速度与鲤鱼相似;北美溪鲇(♀)与蓝鲇(♂)的杂种(F_1),生长速度比双亲快30%以上等。

我国自20世纪50年代至70年代中期,大约做了110个以上的杂交组合,其中获得杂交后代的种间杂交有鲴属(*Xenocypris*)中1个、鲤属(*Cyprinus*)中1个、鲫属(*Carassius*)中3个、鲢属(*Hypophthalmichthys*)中1个、罗非鱼属(*Tilapia*)中1个、鳊属(*Chanina*)中1个、鳊属(*Simiperca*)中1个、胡子鲶属(*Clarias*)中1个;属间杂交有:鲤属与鲫属2个、鲢属与鳊属2个、青鱼属(*Aristichthys*)与草鱼属(*Mylopharyngodon*)1个、鳊属(*Parabramis*)与鲂属(*Megalobrama*)1个、鳊属

(*Cirrhinus*)与华鲮属(*Sinilabeo*)1个、草鱼属与赤眼鲮属(*Squaliobarbus*)2个、草鱼属与鳊鱼属(*Flopiichthys*)1个、鲂属与红鲮属(*Erythroculter*)2个、黄颡鱼属(*Pelteobagrus*)与鳊属(*Leiocassis*)1个;亚科间杂交有:草鱼属与鲂属2个、青鱼属与鲂属2个、鲤属与鳊属、鲢属、草鱼属各1个、红鲮属与鳊属1个、鳊属与草鱼属、鲂属3个、鲫属与赤眼鲮属、红鲮属各1个。但是,在这些杂交组合中,至今还没有育成一个在生产上应用的杂交种。

天津市换新水产良种场自2002年被批准为国家级水产良种场以来,至2008年共做了226个淡水鱼类远缘杂交组合,其中种间杂交2个、属间杂交77个、亚科间杂交116个、科间杂交31个。参加杂交的鱼类有31种(包括品种),其中鲤科鲤亚科的鲤属9种、鲫属5种、鲢亚科的鲢属、鳊属各1种、雅罗鱼亚科的草鱼属、青鱼属、赤眼鲮属、雅罗鱼属、丁鲈属各1种、鲇亚科的鲇属、红鲮属、鳊属各1种、鲂属2种、鳊亚科的鳊属1种、鲇亚科的麦穗鱼属1种和胭脂鱼科的大口胭脂鱼属1种及鳊科的鳊属1种和鲤科的鳊属1种。在这些杂交组合中,获得有生命力子代的有102个组合,其中对一些组合子代进行了培育并作了较深入的研究,包括生长特性、抗逆性能、育性以及有关的细胞遗传学和生化遗传学性状等。有些组合还繁殖了子二代,并对子二代作了进一步研究,在这些研究的基础上,进行了第三次筛选,保留了51个组合的子代。2002年以来,换新水产良种场已推广应用于生产的有2个组合——黄金鲫、芦台鲂鱼。黄金鲫是鲤、鲫杂交种,杂种不育,生长速度比彭泽鲫快2倍,可当年养成0.4kg的食用鱼,已经全国水产原种、良种审定委员会审定,农业部批准推广。芦台鲂鱼是鲇属和鳊属的杂交种,生长速度比双亲的平均值快,经天津市水产原种、良种委员会审定,市水产局批准推广。另外,还有2个杂交种,生长试验已经完成,目前正在做抗病试验和产业化苗种生产试验。

鱼类远缘杂交,由于亲本的亲缘关系远,杂交时亲本的精卵结合十分复杂,有人把远缘杂种分为精卵结合型和非精卵结合两类。认为精卵结合的远缘杂种是通过授精过程,结合子继承了精核和卵子的全部遗传信息;非精卵结合的远缘杂种是由获得父本部分遗传信息的卵子发育成的,或获得远缘母本部分遗传信息的精子发育而成的,这部分遗传信息可能源自父本或母本配子的细胞质内的DNA或mRNA等。Chavassus(1983)对鱼类远缘杂交“杂种”的发育机理,提出了自己的看法。他认为,就“异种授精”来说,首先要了解雌性遗传物质的来源和雄性遗传物质的特性。他认为雌性遗传物质的来源有三种可能:一种是卵子中的遗传物质在授精前或授精后,被异源精子排除(产生雄核发育);一种是卵子授精后,卵中出现单倍体雌性原核(产生雌核发育),这种情况最为常见;一种是卵子中的这种原核可能是二倍体,源于四倍体卵原核或不正常的减数分裂(不减数分裂或一极体保留)。代表雄性遗传物质的精子在授精中的表现也有三种:激活卵子并在被排除后不与雌性原核融合(产生雌核发育);也可能同雌核融合(核融合);也可能在雌核被排除的“空”卵中独自发育(产生雄核发育)。因此,鱼类“异种授精”可能产生两种结果:①单性生殖的发育,根据遗传物质的来源可产生雌核发育或雄核发育的胚胎,这种胚胎可以发育,但到后期因单倍体综合症而死亡,仅二倍体染色体组的子代可存活;②二倍体、三倍体甚至四倍体染色体组的发育,形成可成活的子代。

Chavassus的“异种授精”假说,在笔者所做的鱼类远缘杂交的一些组合中也有表现,如在“几种鲤鱼(♀)与大口胭脂鱼(♂)”的杂交中获得了雌核发育子代,在“大口胭脂鱼(♀)与麦穗鱼或墨龙鲤(♂)”的杂交中出现雄核发育子代,在“赤眼鲮(♀)与草鱼(♂)”杂交中

出现二倍体杂种(F_1),在“框鳞镜鲤(♀)与团头鲂(♂)”、“框鳞镜鲤(♀)与青鱼(♂)”杂交中出现三倍体子代,在“白鲫(♀)与墨龙鲤(♂)杂种(F_1)自交”中出现四倍体子代等。但是,鱼类“异种授精”除出现上述子代外,在“大口胭脂鱼(♀)与团头鲂(♂)、与麦穗鱼(♂)”、“框鳞镜鲤(♀)与麦穗鱼(♂)”的杂交中出现与父母本外形完全不同的新类型,在“赤眼鲮(♀)与青鱼(♂)、与鲮(♂)”、“团头鲂(♀)与翘嘴红鲌(♂)”、“大口胭脂鱼(♀)与红鲫(♂)”等杂交的杂种子代中同时出现二倍体和三倍体子代,在“白鲫(♀)与墨龙鲤(♂)”杂种(F_1)自交子代中同时出现二倍体和四倍体子代以及在“框鳞镜鲤(♀)与大口胭脂鱼(♂)”的不同交配组合的雌核发育子代中同时出现全鳞和散鳞两种鳞被类型等。可见,鱼类远缘杂交是可能获得新的变异类型,甚至可能产生新的物种的。

远缘杂交的不亲和性和不育性在鱼类中也存在。在笔者所做的226个远缘杂交中,种间杂交和属间杂交都能够授精并得到子代,其中一些组合的受精率和孵化率都较高。亚科间杂交多数不能授精或授精后多数胚胎发育畸形,不久死亡。笔者做的亚科间杂交组合中,仅23个组合获得了少量子代,而科间杂交很少是成功的,表现出明显的杂交不亲和性。科间杂交常出现雌核发育或雄核发育子代,或出现新的变异类型,雌核发育的出现率在1%左右。远缘杂交除种间杂种外,一般都是不育的。远缘杂交不育的原因很复杂,如双亲染色体数目和组型不同,双亲酶的基因座位表达的时空顺序不同以及双亲核质不相容性等,导致杂种生理功能不协调,生殖系统遭受扰乱而不能繁育。笔者所做的远缘杂交组合中,种间杂种两性都是可育的,属间杂种可育性较复杂,有些可育,如鮠亚科的团头鲂与翘嘴红鲌和红鲮鲌与团头鲂的正反交杂种都是可育的。鲤亚科的鲤属与鲫属的正反交杂种,一般是两性不育的,但其中有些组合杂种雌性部分可育,而雄性基本不育(如乌龙鲫)。在鱼类远缘杂交中出现的三倍体杂种,理论上认为是不育的,但笔者发现“框鳞镜鲤(♀)与团头鲂(♂)”三倍体杂种1~4龄时未见性成熟个体,但到5龄时,在解剖的4尾鱼中,3尾雌性腺发育良好。2008年,用1尾雌鱼的成熟卵子与鲤鱼雄鱼精子回交获得了子代;但雄鱼不育,精液中无精子,与此杂种雌鱼成熟卵授精,未获得子代。

目前,在亚科间杂种中尚未得到性成熟的个体。在鲤、鲫鱼属间杂种可育的雌性成熟卵中,出现大卵(1.48mm)和小卵(1.23mm)两种类型,它们授精后都可以孵出子代,这种大小卵的来源和原因目前还不清楚。

《淡水鱼类远缘杂交实验报告》(以下简称《报告》)是依据2002年以来,笔者对鱼类远缘杂交子代的实验观察和取得的实验数据,整理而成的报告。有些杂交组合虽然也获得了杂交子代,但由于多种原因,未能深入观察或重复试验,仅以“简报”形式编入其中。笔者编写和出版这本《报告》的目的,是为了总结近年在鱼类远缘杂交方面的工作,供有志于这项工作的同仁参考。由于时间较短,研究人员不多,加上水平有限,《报告》中可能有不妥和错误之处,欢迎读者批评指正。

笔者的淡水鱼类远缘杂交工作,得到了农业部渔业局、全国水产技术推广总站、中国水产科学研究院、天津市水产局、天津市水产研究所、天津市水产技术推广站、天津农学院、天津师范大学和宁河县水产局、宁河县水产技术推广站等单位的支持和帮助,在此一并致谢。

目 录

CONTENTS

I 科间杂交

框鳞镜鲤(<i>Cyprinus carpio specularis</i>) ♀ 美国大口胭脂鱼(<i>Ictiobus cyprinellus</i>) ♂ 的雌核发育 组合与雌核发育一代的生物学特性	(3)
乌克兰鲤(<i>Cyprinus carpio</i> (wukelan carp)) ♀ 美国大口胭脂鱼(<i>Ictiobus cyprinellus</i>) ♂ 的 雌核发育组合及雌核发育一代的生物学特性	(15)
津新鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. jinxin) ♀ 美国大口胭脂鱼(<i>Ictiobus cyprinellus</i>) ♂ 的雌核发育组合 及雌核发育一代的生物学特性	(19)
禾花乌鲤(<i>Cyprinus carpio</i> (hehua carp)) ♀ 美国大口胭脂鱼(<i>Ictiobus cyprinellus</i>) ♂ 的雌核 发育组合及雌核发育一代的生物学特性	(22)
美国大口胭脂鱼(<i>Ictiobus cyprinellus</i>) ♀ 麦穗鱼(<i>Pseudorasbora parva</i>) ♂ 的杂交组合及杂种 (F_1) 的生物学性状	(26)
美国大口胭脂鱼(<i>Ictiobus cyprinellus</i>) ♀ 红鲤(<i>Carassius auratus auratus</i> (crucian carp red)) ♂ 的 杂交组合及杂种(F_1) 的生物学特性	(28)
美国大口胭脂鱼(<i>Ictiobus cyprinellus</i>) ♀ 团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种(F_1) 的生物学性状	(30)

II 亚科间杂交

框鳞镜鲤(<i>Cyprinus carpio specularis</i>) ♀ 团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种(F_1) 的生物学特性	(37)
框鳞镜鲤(<i>Cyprinus carpio specularis</i>) ♀ 青鱼(<i>Mylopharyngodon piceus</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种(F_1) 的生物学性状	(46)
框鳞镜鲤(<i>Cyprinus carpio specularis</i>) ♀ 草鱼(<i>Ctenopharyngodon idellus</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种(F_1) 的生物学特性	(53)
框鳞镜鲤(<i>Cyprinus carpio specularis</i>) ♀ 麦穗鱼(<i>Pseudorasbora parva</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种(F_1) 的生物学性状	(56)
墨龙鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. molong) ♀ 麦穗鱼(<i>Pseudorasbora parva</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种(F_1) 的生物学性状	(59)
墨龙鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. molong) ♀ 团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种(F_1) 的生物学性状	(62)
麦穗鱼(<i>Pseudorasbora parva</i>) ♀ 团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种(F_1) 的生物学性状	(65)

麦穗鱼 (<i>Pseudorasbora parva</i>) ♀ 墨龙鲤 (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>molong</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种 (F_1) 的苗种生产试验	(67)
圆腹雅罗鱼 (<i>Leuciscus idus</i>) ♀ 团头鲂 (<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♂ 的杂交组合和 杂种 (F_1) 的生物学特性	(70)
团头鲂 (<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♀ 圆腹雅罗鱼 (<i>Leuciscus idus</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种 (F_1) 的生物学特性	(76)
团头鲂 (<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♀ 黄尾鲴 (<i>Xenocypris davidi</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种 (F_1) 的生物学特性	(81)
团头鲂 (<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♀ 鲢 (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种 (F_1) 的生物学特性	(85)
赤眼鲮 (<i>Squaliobarbus curriculus</i>) ♀ 鲢 (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种 (F_1) 的生物学特性	(87)
赤眼鲮 (<i>Squaliobarbus curriculus</i>) ♀ 鳊 (<i>Aristichthys nobilis</i>) ♂ 的杂交组合及杂种 (F_1) 的 生物学特性	(91)
赤眼鲮 (<i>Squaliobarbus curriculus</i>) ♀ 翘嘴红鲌 (<i>Erythroculter ilishaeformis</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种 (F_1) 的养殖试验	(95)
赤眼鲮 (<i>Squaliobarbus curriculus</i>) ♀ 鲢 (<i>Hemiculter leucisculus</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种 (F_1) 苗种养殖试验	(97)
丁鲃 (<i>Tinca tinca</i>) ♀ 团头鲂 (<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种 (F_1) 的生物学性状	(98)
红鳍鲌 (<i>Culter erythropterus</i>) ♀ 鲢 (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种 (F_1) 的苗种生产试验	(103)
红鳍鲌 (<i>Culter erythropterus</i>) ♀ 鳊 (<i>Aristichthys nobilis</i>) ♂ 的杂交组合与杂种 (F_1) 的苗种生产试验	(106)
黄尾鲴 (<i>Xenocypris davidi</i>) ♀ 团头鲂 (<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种 (F_1) 的形态学性状	(109)
鲢 (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>) ♀ 麦穗鱼 (<i>Pseudorasbora parva</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种 (F_1) 的生物学性状	(112)
鳊 (<i>Aristichthys nobilis</i>) ♀ 团头鲂 (<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种 (F_1) 的生物学特性	(115)
鳊 (<i>Aristichthys nobilis</i>) ♀ 丁鲃 (<i>Tinca tinca</i>) ♂ 的杂交组合及杂种 (F_1) 的生物学特性	(122)

III 属间杂交

框鳞镜鲤 (<i>Cyprinus carpio specularis</i>) ♀ 红鲤 [<i>Carassius auratus auratus</i> (crucian carp red)] ♂ 的杂交组合、杂种 (F_1) (黄金鲫) 的生物学特征及经济价值	(127)
框鳞镜鲤 (<i>Cyprinus carpio specularis</i>) ♀ 墨龙鲤 (<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>molong</i>) ♂ 的杂交组合与杂种 (F_1) 的苗种养殖试验	(141)
乌克兰鳊 [<i>Cyprinus carpio</i> (wukelan carp)] ♀ 乌龙鲫 F_2 四倍体 [<i>Carassius auratus auratus</i> (wulong crucian carp) (F_2) 4n] ♂ 的杂交组合与杂种 (F_1) 的生物学特性	(143)

津新鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. jinxin) ♀ 乌龙鲫 F_2 四倍体 [<i>Carassius auratus auratus</i> wulong crucian carp (F_2)4n] ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)的生物学性状	(145)
白鲫[<i>Carassius auratus auratus</i> (crucian carp white)] ♀ 墨龙鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. molong) ♂ 的杂交组合及杂种(F_1)(乌龙鲫)的生物学特性	(147)
白鲫[<i>Carassius auratus auratus</i> (crucian carp white)] ♀ × 墨龙鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. molong) ♂ 杂种(F_1)(乌龙鲫) ♀ 红鲫[<i>Carassius auratus auratus</i> (crucian carp red)] ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)的生物学特性	(156)
白鲫[<i>Carassius auratus auratus</i> (crucian carp white)] ♀ × 墨龙鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. molong) ♂ 杂种(F_1) ♀ 墨龙鲤 ♂ 的回交组合与回交种(F_1)的生物学特性	(162)
白鲫[<i>Carassius auratus auratus</i> (crucian carp white)] ♀ × 墨龙鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. molong) ♂ 的杂种(F_1)的自交组合与自交种(F_1)的生物学特性	(165)
翘嘴红鲌(<i>Erythroculter ilishaeformis</i>) ♀ 团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♂ 的杂交组合及杂种(F_1)的生物学特性	(173)
团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♀ 翘嘴红鲌(<i>Erythroculter ilishaeformis</i>) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)的生物学特性	(179)
[团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♀ × 翘嘴红鲌(<i>Erythroculter ilishaeformis</i>) ♂] 杂种(F_1)的自交组合与自交种(F_1)的生物学特性	(193)
[团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♀ × 翘嘴红鲌(<i>Erythroculter ilishaeformis</i>) ♂] 杂种(F_1) ♀ 团头鲂 ♂ 的回交组合与回交种(F_1)的生物学特性	(196)
[团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♀ × 翘嘴红鲌(<i>Erythroculter ilishaeformis</i>) ♂] 杂种(F_1) ♀ × 团头鲂 ♂ 回交种(F_1) ♀ 团头鲂 ♂ 的回交组合与回交种(F_2)的 苗种生产试验	(200)
[团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♀ × 翘嘴红鲌(<i>Erythroculter ilishaeformis</i>) ♂] 杂种(F_1) ♀ 翘嘴红鲌 ♂ 的回交组合与回交种(F_1)的生物学特性	(202)
团头鲂(<i>Megalobrama amblycephala</i>) ♀ 红鳍鲌(<i>Culter erythropterus</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种(F_1)的生物学性状	(206)
赤眼鳟(<i>Squaliobarbus curriculus</i>) ♀ 草鱼(<i>Ctenopharyngodon idellus</i>) ♂ 的杂交组合及 杂种(F_1)的生物学特性	(210)
赤眼鳟(<i>Squaliobarbus curriculus</i>) ♀ 青鱼(<i>Mylopharyngodon piceus</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种(F_1)的生物学特性	(214)
丁鲃(<i>Tinca tinca</i>) ♀ 青鱼(<i>Mylopharyngodon piceus</i>) ♂ 的杂交组合的初步 试验	(218)
松浦鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. songpu) ♀ 红鲫[<i>Carassius auratus auratus</i> (crucian carp red)] ♂ 的杂交组合与杂种(F_1) 苗种的生产试验	(220)
禾花乌鲤[<i>Cyprinus carpio</i> (hehua carp)] ♀ × 美国大口胭脂鱼(<i>Ictiobus cyprinellus</i>) ♂ 雌核发育 F_1 ♀ 津新鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. jinxin) ♂ 的杂交组合 试验	(222)
鲢(<i>Aristichthys nobilis</i>) ♀ 鲢(<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种(F_1)的生物学性状	(223)
三角鲂(<i>Megalobrama terminalis</i>) ♀ 翘嘴红鲌(<i>Erythroculter ilishaeformis</i>) ♂ 的杂交组合与 杂种(F_1)的苗种生产试验	(227)
墨龙鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. molong) ♀ 金鱼(墨龙睛)(<i>Carassius auratus auratus</i> black moor) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(228)

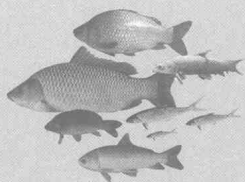
墨龙鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>molong</i>) ♀ 金鱼(黑狮)(<i>Carassius auratus auratus</i> black tigerhead) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(230)
墨龙鲤(<i>Cyprinus carpio</i> var. <i>molong</i>) ♀ 金鱼(蓝狮)(<i>Carassius auratus auratus</i> blue tigerhead) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(231)
锦鲤(大正三色)(<i>Cyprinus carpio</i> taisho sanke) ♀ 蓝花长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> blue back black spot and long tail crucian carp) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(232)
锦鲤(红白)(<i>Cyprinus carpio</i> kohaku) ♀ 蓝花长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> blue back black spot and long tail crucian carp) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(233)
锦鲤(红白)(<i>Cyprinus carpio</i> kohaku) ♀ 红白长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> red white corporal and long tail crucian carp) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(234)
锦鲤(辰鲤)(<i>Cyprinus carpio</i> shusui) ♀ 蓝花长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> blue back black spot and long tail crucian carp) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(235)
锦鲤(黄)(<i>Cyprinus carpio</i> yamabuki ogon) ♀ 蓝花长尾鲫(<i>Carassius auratus</i> <i>auratus</i> blue back black spot and long tail crucian carp) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(237)
锦鲤(绀青)(<i>Cyprinus carpio</i> aigoromo) ♀ 蓝花长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> blue back black spot and long tail crucian carp) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(238)
红白长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> red white corporal and long tail crucian carp) ♀ 锦鲤(大正三色)(<i>Cyprinus carpio</i> taisho sanke) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(240)
红白长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> red white corporal and long tail crucian carp) ♀ 锦鲤(红白)(<i>Cyprinus carpio</i> kohaku) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(241)
蓝花长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> blue back black spot and long tail crucian carp) ♀ 锦鲤(红白)(<i>Cyprinus carpio</i> kohaku) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(242)
蓝花长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> blue back black spot and long tail crucian carp) ♀ 锦鲤(绀青)(<i>Cyprinus carpio</i> aigoromo) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(244)
黑蓝花长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> black blue back black spot and long tail crucian carp) ♀ 锦鲤(黄)(<i>Cyprinus carpio</i> yamabuki ogon) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(246)
黑蓝花长尾鲫(<i>Carassius auratus auratus</i> black blue back black spot and long tail crucian carp) ♀ 锦鲤(大正三色)(<i>Cyprinus carpio</i> taisho sanke) ♂ 的杂交组合与杂种(F_1)	(247)

IV 实验简报

淡水鱼类远缘杂交实验报告(简报)第001~114号	(251)
参考文献	(263)

淡水鱼类远缘杂交实验报告

I 科间杂交



框鳞镜鲤 (*Cyprinus carpio specularis*) ♀ 美国大口胭脂鱼 (*Ictiobus cyprinellus*) ♂ 的雌核发育组合与雌核发育一代的生物学特性

一、雌核发育组合

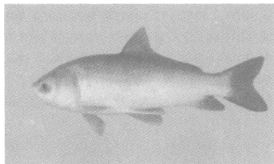
1. 杂交亲本

母本框鳞镜鲤, 属鲤科, 鲤亚科, 鲤属。父本

美国大口胭脂鱼, 属胭脂鱼科, 大口胭脂鱼属, 见图1所示。



框鳞镜鲤



美国大口胭脂鱼

图1 杂交亲本

2. 该组合按亲本的亲缘关系属科间杂交

该杂交为正交。杂交用亲本: 雌鱼7尾, 3~5龄, 体重2 768~3 396g, 体长43.1~56.5cm; 雄鱼12尾, 4~7龄, 体重4 518~6 263g, 体长48.0~58.6cm。

二、雌核发育一代鱼苗生产试验

该组合分别于2002年6月17日、2004年5月3日、2005年5月3日、5月9日、6月12日和2007年4月26日共进行了6次试验。

雌雄亲鱼从培育池捕捞后, 分别放入催情用的水泥池网箱(3m×1.5m×1m)中暂养, 2~3h后进行人工催情, 雌鱼每千克体重用1HRH+A₃8.0μg+DOM 2.0mg的混合液, 胸鳍基部两次注射, 第一次用量为全剂量的1/3, 第二次注射剩余剂量; 雄鱼为雌鱼剂量的一半, 一次注射, 在雌鱼第二次注射时注射(2004年因雄鱼成熟好未注射), 水温为17~21℃。第二次注射后10~14h检查雌鱼排卵情况。

当轻压腹部能顺利流卵时, 立即进行干法授精, 即将卵挤入已消毒的白瓷盆中, 同时挤入精液并立即用力晃动盆内精卵, 使精卵均匀结合, 3~5s后加水, 用手轻轻搅拌盆内水使卵充分受精并分散成粒。受精后5min取部分受精卵均匀泼洒在直径10cm的盛水培养皿中, 其余的受精卵均匀泼洒在水泥池底(水深30cm左右)铺设的由聚乙烯网布制作的长1.0m、宽0.6m的铺底鱼巢水面上, 30min后将着满受精卵的铺底鱼巢放入池塘中的网箱(4m×3m×1m, 80目)内孵化。孵化期间观察水温(以2004年为例, 孵化平均水温为18.3℃, 最低水温16.4℃, 最高水温20.2℃), 每天泼洒本场研制的“灭霉灵”中草药制剂一次以防水霉感染受精卵, 仔鱼出膜后能平游时, 将架设在网箱内的鱼巢轻轻抖动并从中慢慢取出, 待仔鱼卵黄营养吸收完毕开始泼洒豆浆, 每天泼洒3次, 每次500ml, 3d后换箱, 并计算鱼苗成活数量。

6次试验的受精率、孵化率见表1所示。

表1 框鳞镜鲤♀×美国大口胭脂鱼♂ 各批试验的受精率、孵化率

授精时间	雌雄比	获卵量(万粒)	受精率(%)	孵化率(%)	畸形率(%)	获苗量(尾)
2002/6/17	1:3	—	31.5	—	—	500
2004/5/3	1:2	6.2	58.7	1.46	—	530
2005/5/3	1:2	—	18.89	73.25	—	100
2005/5/9	1:2	—	15.65	51.39	—	41
2005/6/12	2:2	—	25.7	—	—	20
2007/4/26	1:1	3.84	35.74	29.3	89.66	29
平均	—	—	31.03	38.81	—	—

在2005年、2007年的试验中,观察了雌核发育受精卵与两亲本自交受精卵的胚胎发育时序,观察期间的水温在17~20℃,受精后1h30min胚盘隆起,2h05min进入2细胞期,2h26min进入4细胞期,3h02min进入8细胞期,3h41min进入16细胞期,4h21min进入32细胞期,5h28min进入多细胞期,6h31min进入囊胚早期,7h16min进入囊胚中期,10h51min进入囊胚晚期,12h10min进入原肠早期,15h36min进入原肠中期,17h51min进入原肠晚期,19h06min进入神经胚期,24h21min

进入胚孔封闭期,26h15min进入肌节出现期,30h41min进入眼泡期,36h08min进入尾芽期,43h02min眼晶体出现,48h46min进入肌肉效应期,58h21min进入心跳期,119h06min仔鱼出膜。刚出膜仔鱼全长0.57~0.61cm。

雌核发育一代胚胎发育速度在水温17~20℃历时119h06min,接近母本发育速度(116h17min),比父本发育速度(126h28min)稍快。雌核发育一代的胚胎发育图谱见图2,雌核发育一代与父母本的胚胎发育时序见表2所示。

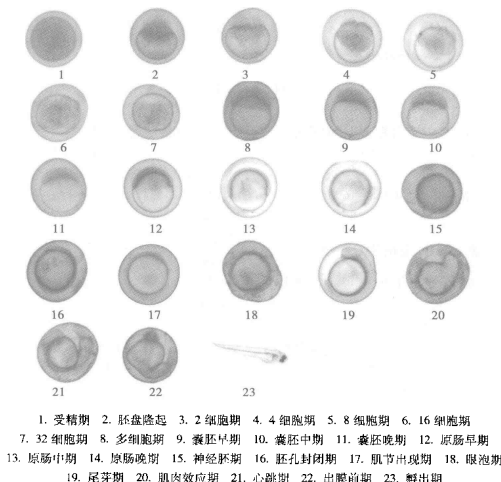


图2 雌核发育一代胚胎发育图谱