

淡水鱼类 杂交种胚胎发育图谱

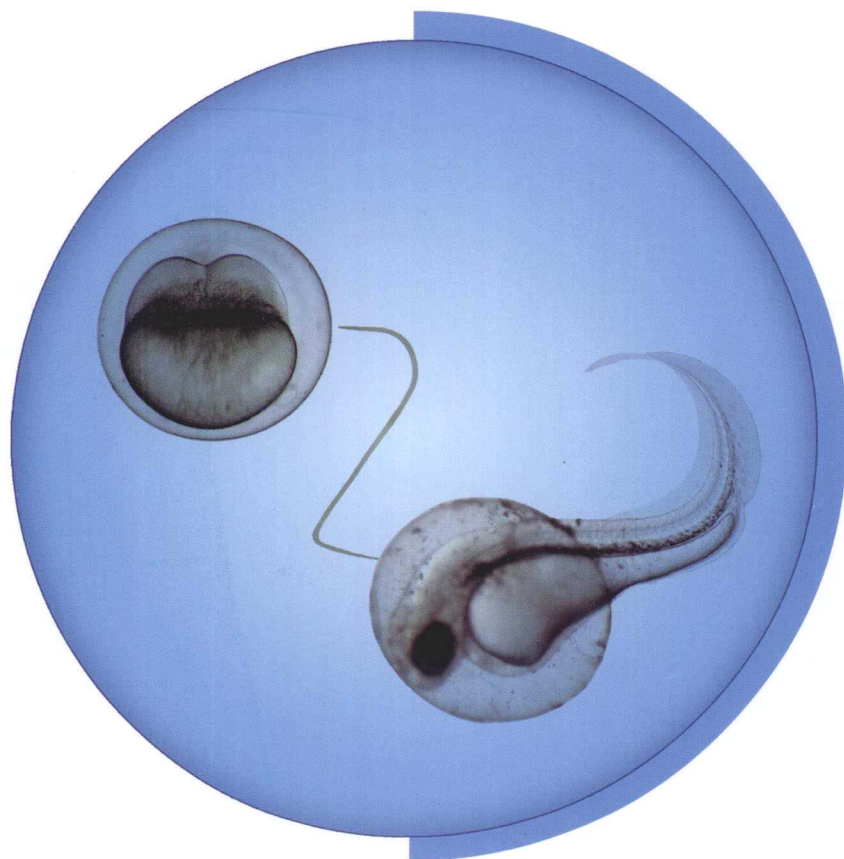
金万昆 著



中国农业科学技术出版社

淡水鱼类 杂交种胚胎发育图谱

金万昆 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

淡水鱼类杂交种胚胎发育图谱 / 金万昆著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2011.11

ISBN 978-7-5116-0697-6

I. ①淡… II. ①金… III. ①淡水鱼类—杂交育种—胚胎—发育—图谱
IV. ①S965.101.5-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 205274 号

责任编辑 张孝安

责任校对 贾晓红

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) 82109708

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 新华书店北京发行所

印刷者 北京科信印刷有限公司

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 11.375

字 数 165 千字

版 次 2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

定 价 99.00 元

— 版权所有 · 侵权必究 —

《淡水鱼类杂交种胚胎发育图谱》

编 委 会

主 任

金万昆

副主任

陶秉春 沈俊宝 王民生

编 委

金万昆 陶秉春 沈俊宝 王民生
董仕 齐遵利 王绍全 赵建英
傅连君 高永平 杨建新 俞丽
朱振秀 赵宜双 邱跃廷

序

在生物的繁殖方面，众所周知，精子与卵子相遇，可能意味着新生命的出现。但新生命孕育的过程，却远远超出了人们的想象。据研究证实，精子和卵子在受精前，细胞分子都处于休眠状态，一旦受精，所有分子的遗传信息就开始活动，细胞不断分裂，生命开始孕育。一个受精卵细胞通过分裂，最后有的细胞分化成了脑、心、神经，有的分化成了肝、肠、肺等各种在形态和功能上都完全不同的组织器官，它们非常协调地组成了一个完整的生物体。这是一个非常奇妙而又令人迷惑不解的问题。但是，并非所有的受精卵都能顺利发育和成长，不少受精卵在发育过程中受阻，停止发育而死亡。

100 多年来，生物学家一直试图解开这个谜，但近几十年来，由于分子生物学的发展，这方面的研究才迅速发展。最近，在美国《科学》杂志的“生物学前沿”栏目中，发表了有关发育生物学研究进展的系列文章，反映了这一领域的研究现状，同时，也提出了这个领域存在的问题及发展方向。100 多位著名发育生物学家认为，目前，发育生物学中尚未解决的最重要问题，是不同组织器官形态发生的分子基础；个体发育和生物进化的关系；控制细胞定向发育的因素；细胞间信号传导在个体发育过程中的作用；早期胚胎发育中定向发育方式的建立；神经元之间的特殊联系的建立过程；细胞如何确定自己分裂和死亡的时间以形成固定形态的组织 and 器官，转录因子如何控制组织分化等。这些问题有待发育生物学家去研究和发现。

国家级天津市换新水产良种场场长金万昆同志的研究小组，一直致力于淡水鱼类新品种的创新研究，2002 年以来，在进行的 500 余个淡水鱼类杂交中，对 100 余个杂交组合进行了杂种与亲本子代的胚胎发育观察，对其中 60 余个观察较仔细的杂交组合的胚胎发育图谱及发育时序进行了整理，编成了《淡水鱼类杂交种胚胎发育图谱》。

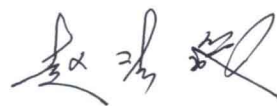
海淡水鱼类的杂交种胚胎发育图谱，在国家一级、二级刊物上已发表不少，但很少有

与父母本子代胚胎发育图谱进行比较的报道。金万昆的研究小组，在短短的几年时间里观察了如此多的杂种与父母本子代的胚胎发育是很不容易的。

鱼类的杂交是培育新品种的一种有效方法，曾培育出许多鱼类新品种。但是，杂交也可能带来一个问题，就是杂种的流失会给自然水域的种群带来混杂，因此，对鱼类的杂交应该十分重视。《淡水鱼类杂交种胚胎发育图谱》中的鱼类杂交，是以属间、亚科间和科间的远缘杂交为主，该场获得和保存的 43 个杂交种，已培育至 4 龄和 5 龄以上，经检测都是不育的，同时，该场也十分重视对这些杂种的隔离和保存。

《淡水鱼类杂交种胚胎发育图谱》的出版，是一件非常有意义的事，它填补了我国淡水鱼类杂种与父母本子代胚胎发育比较工作的空白，给后人留下了一笔宝贵的遗产。此书的出版，将推动我国淡水鱼类发育生物学的研究工作，逐步解开鱼类胚胎发育生物学中的一些基础问题，使我国淡水鱼类新品种的创新工作打开新的局面。

中国工程院院士



2011 年 7 月

前言

鱼类的胚胎发育是一个异常复杂的过程，各种组织和器官的形成涉及细胞增殖、分化和运动等，而这些过程又受到精密的调控，任何一个环节出现错误，都会产生胚胎畸形，甚至死亡。受精卵增殖出具有各种形状和功能的子细胞是受基因（DNA）调控的，它能在酶的作用下制造出各种细胞所特有的蛋白质。受精卵里各自不同的区域含有不同的蛋白质，当它开始分裂时，通过基因指挥子细胞走上各自不同的道路，形成鱼类躯体的各个部分——头、躯干、脏器和鳍等。

鱼类的胚胎发育是动物中研究较早、较多的种类。前苏联对鲟鱼的胚胎发育作过很深入的研究，他们把鲟鱼受精卵的发育分为3个阶段。第一阶段是从受精到卵裂结束；第二阶段是以卵黄栓闭锁而告结束的原肠胚形成；第三阶段是从原肠胚形成，到仔鱼孵出。这一阶段又可分为3个时期：即尾芽形成前期；尾芽形成到心脏开始搏动期；心脏开始搏动到仔鱼孵出期。在鲟鱼的胚胎发育研究中，他们还观察了胚胎发育与环境温度、氧量、盐度等的关系。

对鱼类胚胎发育的分期，我们根据国内的分期标准分为受精、第一次卵裂、第二次卵裂、第三次卵裂、第四次卵裂、低囊胚期、高囊胚期、原肠初期、原肠中期、原肠晚期、神经胚期、眼泡出现期、肌节出现期、心脏搏动期、尾芽出现期、胚体转动期以及孵出期等。在鱼类的胚胎发育过程中，由于种种原因，一部分卵的胚胎发育会出现畸形，如出现卵裂异常，原肠形成和以后的发育异常等。

人工养殖鱼类的胚胎发育，几乎都已作过研究和报道。但两种或三种鱼类的近缘杂交和远缘杂交的杂种，尤其是远缘杂交种与亲本子代的胚胎发育比较研究报道的还不多。我们知道，鱼类远缘杂交从两性配子结合以后，杂种合子的发育会表现出双亲对其发育的影响，并能观察到今后发育的趋向。因此，我们必须观察了解其发育特点，包括计算其受精

率（囊胚中期）、各发育期的畸形率和死亡率等。根据各方面的资料综合，杂交卵的分裂速度介于双亲之间，属中间型；不同生态群鱼类杂交，可见到父本染色体组对胚胎外包和胚体形成过程中的影响，这表现在发育速度缓慢，双亲不具有的异常现象的出现。父本的影响还在器官原基胚层分化时出现。这里要注意的是，当发育较快的淡水性鱼类与发育较慢的草上产卵的鱼类杂交时，发育速度变慢，反之发育速度加快。一个发育速度接近的生态群鱼类杂交时，胚胎分化的特点只在发育的后期出现。不同生态群鱼类杂交时，必须观察亲本和杂种孵化时间上的差异。通常杂种胚胎发育时间介于双亲之间，如鲤♀×白鲮（鱼条）♂杂交，水温22~24℃，母本鲤鱼自交胚胎孵化时间为41h，父本白鲮（鱼条）自交胚胎为27h，而杂种胚胎孵化时间为38h。鱼类的胚胎发育受外界环境的影响较大，如水温、水中溶解氧量、pH值、光照等；环境条件不合适，可导致胚胎发育停止，甚至死亡。环境对鱼类远缘杂交种与亲本种子代的胚胎发育影响的研究十分重要，但国内外却研究的很少。通过远缘杂交种与亲本种子代对外界环境的忍受能力，可以从中选育出抗逆的新品种。

天津市换新水产良种场，自2002年被农业部批准国家级场以来，为获得有自主知识产权的养殖鱼类新品种，曾先后做了405个淡水鱼类远缘杂交工作，杂交用的亲本有2个目、4个科、6个亚科和18个属的65个种，共做了目间杂交组合4个，科间杂交组合64个、亚科间杂交组合176个、属间杂交组合151个、其他杂交组合127个。在这些组合中出现了雌核发育组合、雄核发育组合和二倍体组合、三倍体组合等，有295个组合获得了存活的后代，经筛选，从中选出有研究和培养前途的组合43个、后代2958尾。在做这些鱼类远缘杂交时，每年都观察不少远缘杂交组合亲本子代和杂种的胚胎发育，观察了它们在相同水温条件下，不同发育时期的发育速度、发育特征以及畸形胚胎的出现等。6年来共观察了69个组合，其中，科间杂交14个、亚科间杂交22个、属间杂交21个，种内杂交12个，各个组合都做了重复，有些组合观察了2~3年。我们做远缘杂交是直接做的，未经温度休克或紫外线灭活等物理化学处理，因此，杂种的存活率较低。为了捕捉到远缘杂交正常发育的胚胎，我们做了大量的观察。《淡水鱼类杂交种胚胎发育图谱》（以下简称《图谱》）中，胚胎发育采用的都是正常发育的胚胎，寻找这样的胚胎是很困难和费时的。

由于水平所限，加上苗种生产任务繁重，观察费时等因素，《图谱》中可能出现错误，

务请谅解。在胚胎发育的观察和《图谱》的出版过程中，得到农业部渔业局、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、天津师范大学生命科学院、河北农业大学海洋学院以及宁河县畜牧水产局的多方协助，特此表示感谢。

编委会

2011年7月

目录

I 科间杂交种

图版 I - I	(框鳞镜鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1	(3)
图版 I - II	(兴国红鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1	(7)
图版 I - III	(墨龙鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1	(10)
图版 I - IV	(贝尔湖野鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1	(13)
图版 I - V	(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1	(16)
图版 I - VI	[(津新鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂] 杂种	(19)
图版 I - VII	[(乌克兰鳞鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂] 杂种	(21)
图版 I - VIII	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂] 杂种	(23)
图版 I - IX	(津鲢 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1	(25)
图版 I - X	(丁鲃 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1	(28)
图版 I - XI	(美国大口胭脂鱼 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1	(31)
图版 I - XII	[(美国大口胭脂鱼 ♀ × 团头鲂 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 禾花乌鲤 ♂] 杂种	(34)
图版 I - XIII	(泥鳅 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1	(36)
图版 I - XIV	(泥鳅 ♀ × 丁鲃 ♂) 杂种 F_1	(39)

II 亚科间杂交种

图版 II - I	(框鳞镜鲤 ♀ × 青鱼 ♂) 杂种 F_1	(43)
图版 II - II	(框鳞镜鲤 ♀ × 津鲢 ♂) 杂种 F_1	(45)
图版 II - III	(草鱼 ♀ × 津新鲤 ♂) 杂种 F_1	(47)
图版 II - IV	(草鱼 ♀ × 乌克兰鳞鲤 ♂) 杂种 F_1	(51)
图版 II - V	(草鱼 ♀ × 框鳞镜鲤 ♂) 杂种 F_1	(54)
图版 II - VI	(草鱼 ♀ × 贝尔湖野鲤 ♂) 杂种 F_1	(56)
图版 II - VII	(津鲢 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1	(58)
图版 II - VIII	(津鲢 ♀ × 团头鲂 ♂) 杂种 F_1	(60)
图版 II - IX	(津鲢 ♀ × 丁鲃 ♂) 杂种 F_1	(63)
图版 II - X	(津鲢 ♀ × 麦穗鱼 ♂) 杂种 F_1	(65)
图版 II - XI	[津鲢 ♀ × (框鳞镜鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♂] 杂种	(67)
图版 II - XII	(鳊 ♀ × 团头鲂 ♂) 杂种 F_1	(69)
图版 II - XIII	(鳊 ♀ × 丁鲃 ♂) 杂种 F_1	(72)
图版 II - XIV	[鳊 ♀ × (框鳞镜鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♂] 杂种	(74)
图版 II - XV	(团头鲂 ♀ × 圆腹雅罗鱼 ♂) 杂种 F_1	(76)
图版 II - XVI	(红鳍鲌 ♀ × 草鱼 ♂) 杂种 F_1	(79)
图版 II - XVII	(红鳍鲌 ♀ × 津鲢 ♂) 杂种 F_1	(81)
图版 II - XVIII	(红鳍鲌 ♀ × 鳊 ♂) 杂种 F_1	(83)
图版 II - XIX	(丁鲃 ♀ × 津鲢 ♂) 杂种 F_1	(85)
图版 II - XX	[(赤眼鳟 ♀ × 草鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 框鳞镜鲤 ♂] 杂种	(87)
图版 II - XXI	(圆腹雅罗鱼 ♀ × 团头鲂 ♂) 杂种 F_1	(89)
图版 II - XXII	(麦穗鱼 ♀ × 墨龙鲤 ♂) 杂种 F_1	(91)

III 属间杂交种

图版 III - I	(乌克兰鳞鲤 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1	(95)
图版 III - II	(框鳞镜鲤 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1	(97)
图版 III - III	(松浦鲤 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1	(99)
图版 III - IV	(禾花乌鲤 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1	(102)
图版 III - V	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 红鲫 ♂] 杂种	(104)
图版 III - VI	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 日本白鲫 ♂] 杂种 ...	(106)
图版 III - VII	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × (框鳞镜鲤 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1 ♂] 杂种	(108)
图版 III - VIII	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 津新鲤 ♂] 杂种 ♀ × 红鲫 ♂] 杂种	(110)
图版 III - IX	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 津新鲤 ♂] 杂种 ♀ × 日本白鲫 ♂] 杂种	(112)
图版 III - X	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 津新鲤 ♂] 杂种 ♀ × (框鳞镜鲤 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1 ♂] 杂种	(114)
图版 III - XI	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 乌克兰鳞鲤 ♂] 杂种 ♀ × 红鲫 ♂] 杂种	(116)
图版 III - XII	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 乌克兰鳞鲤 ♂] 杂种 ♀ × 日本白鲫 ♂] 杂种	(118)
图版 III - XIII	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 乌克兰鳞鲤 ♂] 杂种 ♀ × (框鳞镜鲤 ♀ × 红鲫 ♂) 杂种 F_1 ♂] 杂种	(120)
图版 III - XIV	(白鲫 ♀ × 墨龙鲤 ♂) 杂种 F_1	(122)
图版 III - XV	[(鳊 ♀ × 津鲢 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 鳊 ♂] 回交种 ♀ × 鳊 ♂] 回交种	(124)
图版 III - XVI	(团头鲂 ♀ × 翘嘴红鲌 ♂) 杂种 F_1	(126)
图版 III - XVII	(翘嘴红鲌 ♀ × 团头鲂 ♂) 杂种 F_1	(129)
图版 III - XVIII	(红鳍鲌 ♀ × 团头鲂 ♂) 杂种 F_1	(131)

图版Ⅲ - XIX	(赤眼鳟 ♀ × 草鱼 ♂) 杂种 F_1	(133)
图版Ⅲ - XX	[(赤眼鳟 ♀ × 草鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 草鱼 ♂] 回交种	(136)
图版Ⅲ - XXI	[(赤眼鳟 ♀ × 草鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 赤眼鳟 ♂] 回交种	(138)

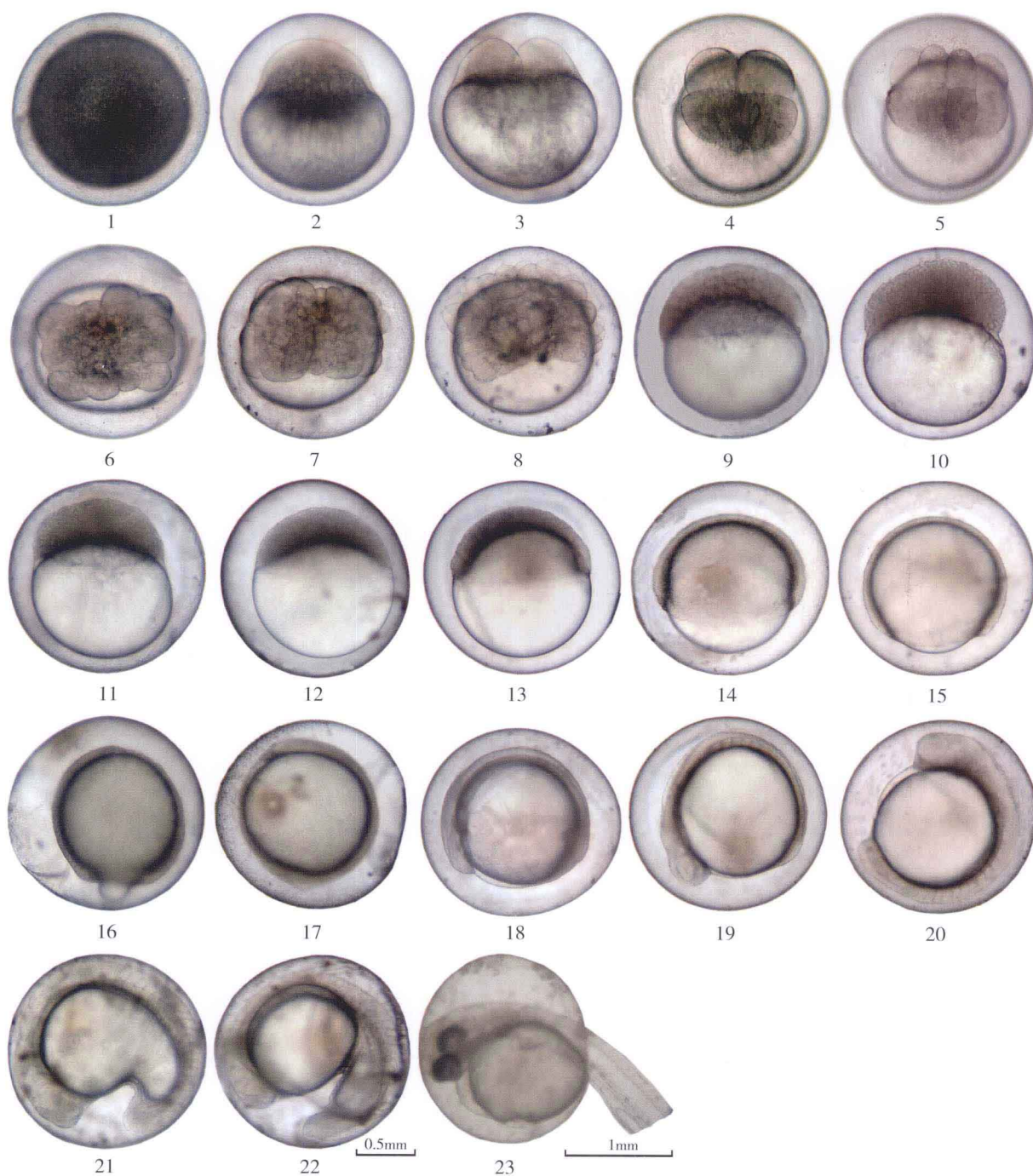
IV 种内杂交种

图版Ⅳ - I	(乌克兰鳞鲤 ♀ × 贝尔湖野鲤 ♂) 杂种 F_1	(143)
图版Ⅳ - II	(松浦鲤 ♀ × 贝尔湖野鲤 ♂) 杂种 F_1	(145)
图版Ⅳ - III	(禾花乌鲤 ♀ × 津新鲤 ♂) 杂种 F_1	(147)
图版Ⅳ - IV	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 津新鲤 ♂] 杂种	(149)
图版Ⅳ - V	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 津新鲤 ♂] 杂种 ♀ × 乌克兰鳞鲤 ♂] 杂种	(151)
图版Ⅳ - VI	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 乌克兰鳞鲤 ♂] 杂种	(153)
图版Ⅳ - VII	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 框鳞镜鲤 ♂] 杂种 ...	(155)
图版Ⅳ - VIII	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 兴国红鲤 ♂] 杂种 ...	(157)
图版Ⅳ - IX	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 松浦鲤 ♂] 杂种	(159)
图版Ⅳ - X	[(禾花乌鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F_1 ♀ × 贝尔湖野鲤 ♂] 杂种	(161)
图版Ⅳ - XI	[红鲫 ♀ × 乌龙鲫 $F_2(2n)$ ♂] 杂种 F_1	(163)
图版Ⅳ - XII	[红鲫 ♀ × 乌龙鲫 $F_2(4n)$ ♂] 杂种 F_1	(165)

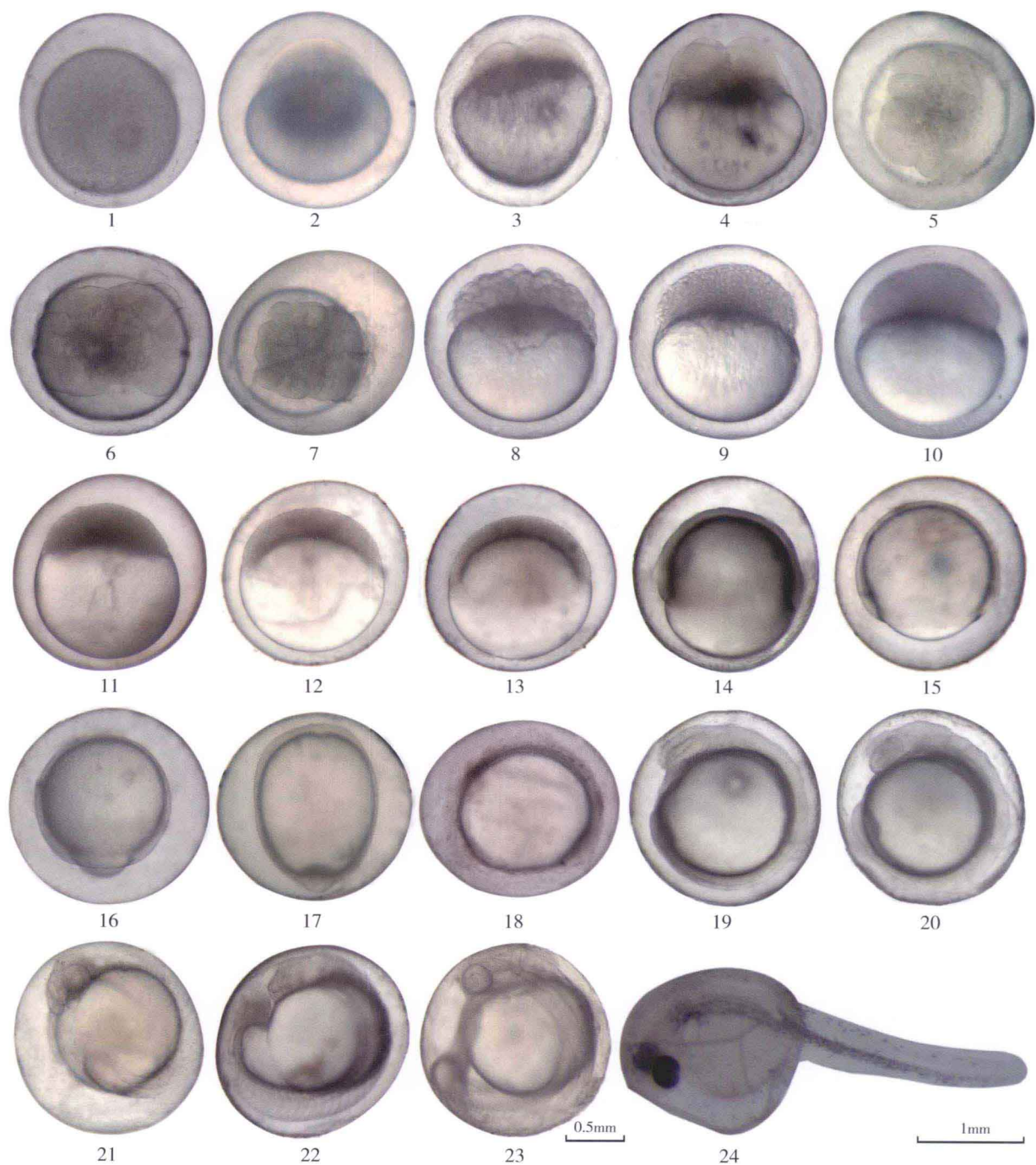
附录	(167)
----------	-------

参考文献	(168)
------------	-------

I 科间杂交种

图版 I - I (框鳞镜鲤 ♀ × 美国大口胭脂鱼 ♂) 杂种 F₁图版 I - I - I 杂种 F₁ 胚胎发育图谱

- | | | | | |
|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1 受精卵 | 2 胚盘隆起 | 3 2 细胞期 | 4 4 细胞期 | 5 8 细胞期 |
| 6 16 细胞期 | 7 32 细胞期 | 8 64 细胞期 | 9 多细胞期 | 10 囊胚早期 |
| 11 囊胚中期 | 12 囊胚晚期 | 13 原肠早期 | 14 原肠中期 | 15 原肠晚期 |
| 16 神经胚期 | 17 胚孔封闭期 | 18 肌节出现期 | 19 眼囊期 | 20 尾芽期 |
| 21 肌肉效应期 | 22 心跳期 | 23 出膜期 | | |



图版 I - I - II 框鳞镜鲤 (♀) 胚胎发育图谱

- | | | | | |
|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1 受精卵 | 2 胚盘隆起 | 3 2 细胞期 | 4 4 细胞期 | 5 8 细胞期 |
| 6 16 细胞期 | 7 32 细胞期 | 8 64 细胞期 | 9 多细胞期 | 10 囊胚早期 |
| 11 囊胚中期 | 12 囊胚晚期 | 13 原肠早期 | 14 原肠中期 | 15 原肠晚期 |
| 16 神经胚期 | 17 胚孔封闭期 | 18 肌节出现期 | 19 眼囊期 | 20 尾芽期 |
| 21 晶体出现期 | 22 肌肉效应期 | 23 心跳期 | 24 出膜期 | |