

\* 研究简讯 \*

## 用团头鲂精子诱导红鲫雌核发育的研究\*

孙远东\*\* 陶敏 刘少军\*\*\* 张纯 段巍  
申佳珉 王静 曾琛\*\* 龙昱 刘筠

湖南师范大学生命科学学院, 教育部蛋白质化学及鱼类发育生物学重点实验室, 长沙 410081

**摘要** 用遗传失活的团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*) 的精子诱导红鲫 (*Carassius auratus Red Variety*) 进行雌核发育的研究. 红鲫的卵子经适宜 UV 剂量灭活处理的团头鲂精子激活后, 在 0—4℃ 下冷休克 40 min 抑制第二极体的排出使染色体加倍, 获得雌核发育红鲫. 它们的受精率、孵化率及成活率分别为 (52.6±3.0)%, (23.6±4.1)% 和 (15.7±3.4)%, 其成活率明显高于用鲤鱼精子诱导红鲫雌核发育的成活率 (11.3±2.2)%. 以外形特征、染色体数目及性腺发育程度为依据对雌核发育红鲫与对照杂交鱼进行了区分和鉴定, 结果表明, I 龄鱼的体色为红色, 染色体数目为 100, 性腺发育正常的个体为成功的雌核发育红鲫; 而染色体数目为 124 或 148, 性腺发育滞后的个体为杂交鱼, 其中三倍体鲫鲂是不育的 (2 年观察证明), 而四倍体鲫鲂 2 年才能达到性成熟. 以鲤鱼的精子作为对照, 着重讨论了团头鲂精子作为刺激源的优势, 即能提高雌核发育鱼的成活率, 并可简化对雌核发育鱼的鉴定, 研究证明团头鲂的精子是一种非常有效的诱导鲫鱼进行雌核发育的刺激源.

**关键词** 团头鲂 红鲫 雌核发育 四倍体 三倍体

雌核发育是鱼类单性生殖中一种重要的生殖方式, 即用遗传失活的精子去激活成熟的卵子发育, 然后诱导雌核二倍化得到基因纯合型鱼, 精子入卵后不进行雄核与卵核融合, 只起激活卵子开始发育的作用. 近年来, 国内外关于鱼类人工雌核发育研究的成功报道很多, 是鱼类遗传育种研究工作活跃领域之一<sup>[1-9]</sup>. 鱼类雌核发育在生产实践和理论研究上都具有重要价值. 在鱼类育种工作和遗传学研究中, 雌核发育技术可用来加快品种、种群的选育以及进行遗传改良、性别决定机制的判别和基因定

位等. 利用具备不同性状的纯系亲本进行相互间杂交, 可获具优良性状的品系<sup>[10]</sup>. 很多学者对雌核发育的关键技术 (精子染色体的遗传失活以及卵子染色体的二倍体化) 条件的摸索和方法的优化做了大量工作, 但是雌核发育还存在雌核发育鱼成活率低的问题<sup>[9,11,12]</sup>, 并且对雌核发育鱼的鉴定比较复杂. 本研究用遗传失活的团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*) 的精子诱导红鲫 (*Carassius auratus Red Variety*) 进行雌核发育的研究, 证明团头鲂的精子是一种有效的诱导鲫鱼进行雌核发育的刺激源.

2006-03-22 收稿, 2006-05-15 收修改稿

\* 国家自然科学基金 (批准号: 30330480, 30571444)、国家重点基础研究发展规划 (批准号: 2001CB109006)、教育部高等学校博士学科专项科研基金 (200405422001) 和教育部创新团队基金 (批准号: IR T0445) 资助项目

\*\* 同等贡献作者

\*\*\* 通讯作者, E-mail: lsj@hunnu.edu.cn

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

性成熟的雄性团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*)、雄性鲤鱼 (*Cyprinus carpio*) 和雌性红鲫 (*Carassius auratus Red Variety*) 均取自于湖南师范大学国家四倍体鱼种质保护基地。

### 1.2 实验材料与方法

在繁殖季节, 选取能挤出卵子的红鲫, 能挤出精液的团头鲂、鲤鱼, 注射人绒毛膜促性腺激素 (HCG), 剂量为 1—2 U/g 体重, 雄鱼剂量减半, 按常规方法获取卵子和精子。

**1.2.1 精子灭活** 按以前描述的方法进行<sup>[13,14]</sup>, 精液用 Hank 氏液 (按 1:4) 稀释, 然后均匀地涂在预冷的培养皿上, 精液厚度约为 0.1—0.2 mm。将培养皿置于冰面上, 用 2 支 15 W 的紫外灯照射处理精子, 灯管与精液面的距离为 10 cm, 照射时间 25—30 min (团头鲂)、40—45 min (鲤鱼)。照射过程中用摇床不停地缓慢摇动以使精子被均匀照射, 当快达到适宜的照射剂量时, 每隔 2—4 min 在显微镜下观察精子活力以决定照射的时间长度。处理过的精液盛在遮光的瓶子中置于冰箱 (4℃) 中备用。

**1.2.2 卵子染色体加倍** 获取红鲫卵子, 将部分卵子与事先准备好的遗传灭活的团头鲂的精子受精, 待受精 1—2 min 后将部分受精卵进行染色体加倍处理, 即在 0—4℃ 低温条件下处理 35—40 min, 抑制第二极体的排出使卵子的染色体加倍。同时设计了 3 组对照实验: 对照组 (1) 为红鲫卵子与遗传灭活的团头鲂的精子受精, 但不进行染色体加倍处理; 对照组 (2) 为红鲫卵子直接与未进行遗传灭活的团头鲂精子受精; 对照组 (3) 为红鲫卵子与经其适宜 UV 照射处理的鲤鱼精子受精, 进行相同的染色体加倍处理。全部受精卵置于室温 (20±2)℃ 下静水孵化, 每隔 3 h 左右换 1 次水, 直至鱼苗孵化。在相同的条件下, 实验组和对照组进行了 3 次平行重复实验, 并对各组的受精率、孵化率及成活率进行了统计。

**1.2.3 外部形态比较** 每月对雌核发育实验鱼和对照组杂交鱼做定期检测, 饲养 6 个月后, 分别对

雌核发育鱼和对照杂交鱼以及父母本的形态学性状进行了测量和比较。

**1.2.4 染色体数目检测和性腺结构观察** 随机选取 5 尾雌核发育红鲫, 10 尾对照组 (红鲫♀×团头鲂♂) 的鱼 (两种不同体型的鱼各 5 尾)。用文献<sup>[15]</sup>的方法制备有丝分裂中期染色体。采用肾细胞直接制片技术, 实验前按 4—8 μg/g 体重的剂量注射 PHA 和按 1—2 μg/g 体重的剂量注射秋水仙素, 然后将实验鱼解剖, 取小块肾脏组织, 剪碎、吹打成细胞悬液, 用 0.075 mol/L KCl, 卡诺氏液 (甲醇: 冰醋酸为 3:1) 固定, 冷冻滴片, Giemsa 染色, 光学显微镜下观察。在肾细胞取材的同时, 取每尾实验鱼性腺组织, 进行常规石蜡切片苏木精/伊红 (HE) 染色后, 光学显微镜下观察。对分散较好的部分中期分裂相和部分性腺材料用 Pixera pro 600 ES (美国) 数码显微摄像系统进行拍照。

在繁殖季节, 将 I 龄的性成熟的雌核发育红鲫分别与雄性四倍体鲫鲤、雄性普通红鲫交配, 以检测雌核发育红鲫是否真实可育。

## 2 结果

### 2.1 成活率

在上述条件下, 对雌核发育实验组、对照组 (1, 2, 3) 的发育到囊胚期的成活率 (受精率)、孵化率、孵化后第 7 天开始摄食时正常鱼苗的比率 (成活率) 进行了统计 (见表 1)。

表 1 雌核发育红鲫 (团头鲂) 以及对照组的孵化率、受精率和成活率

	精子处理 时间/min	冷休克 时间/min	受精率/% <sup>a)</sup>	孵化率/% <sup>b)</sup>	成活率/% <sup>c)</sup>
实验组	28	40	52.6±3.0	23.6±4.1	15.7±3.4
对照组 1	28	0	60.1±3.1	45.8±3.5	0.3±0.2
对照组 2	0	0	67.2±2.5	52.7±5.2	34.3±3.7
对照组 3	45	40	90.3±1.5	29.7±4.9	11.3±2.2

a) 受精率=(受精卵粒数/总卵粒数)×100%; b) 孵化率=(鱼苗数/总卵粒数)×100%; c) 成活率=(开始摄食时正常鱼苗数/总鱼卵数)×100%

### 2.2 外部形态

在外形上, 雌核发育红鲫与普通红鲫基本相似, 体色为红色, 没有团头鲂的外形特征; 而对照

组红鲫(♀)×(团头鲂(♂)中出现两种体色,一种体色较深,近似墨黑色,另一种体色为青灰色;在体形上,这些杂交后代兼有红鲫和团头鲂的特征,如它们的头部特征偏向于团头鲂,而身体部位类似于红鲫,但是可以明显地看出杂交后代的特征,如体高/体长比增高(见表2)。

### 2.3 染色体数目检测

对随机选取的每一条实验鱼的中期染色体分裂相(50个/尾鱼)染色体进行计数统计分析,雌核发育红鲫染色体众数为95—100,处于众数范围内的细胞占观察细胞总数的89.6%(图1(a)). 在对照组

表2 雌核发育红鲫(团头鲂)与对照杂交鱼及亲本的形态特征比较

种类	体长/全长	体高/体长	体色	鳞式	背鳍条数	口须
团头鲂	0.84	0.39	黑	30	IV+9	无
普通红鲫	0.82	0.44	红	28	IV+18	无
雌核发育红鲫	0.87	0.46	红	29	IV+19	无
红鲫×团头鲂(黑)	0.83	0.57	黑	28	IV+17	无
红鲫×团头鲂(灰)	0.80	0.47	灰	28	IV+18	有

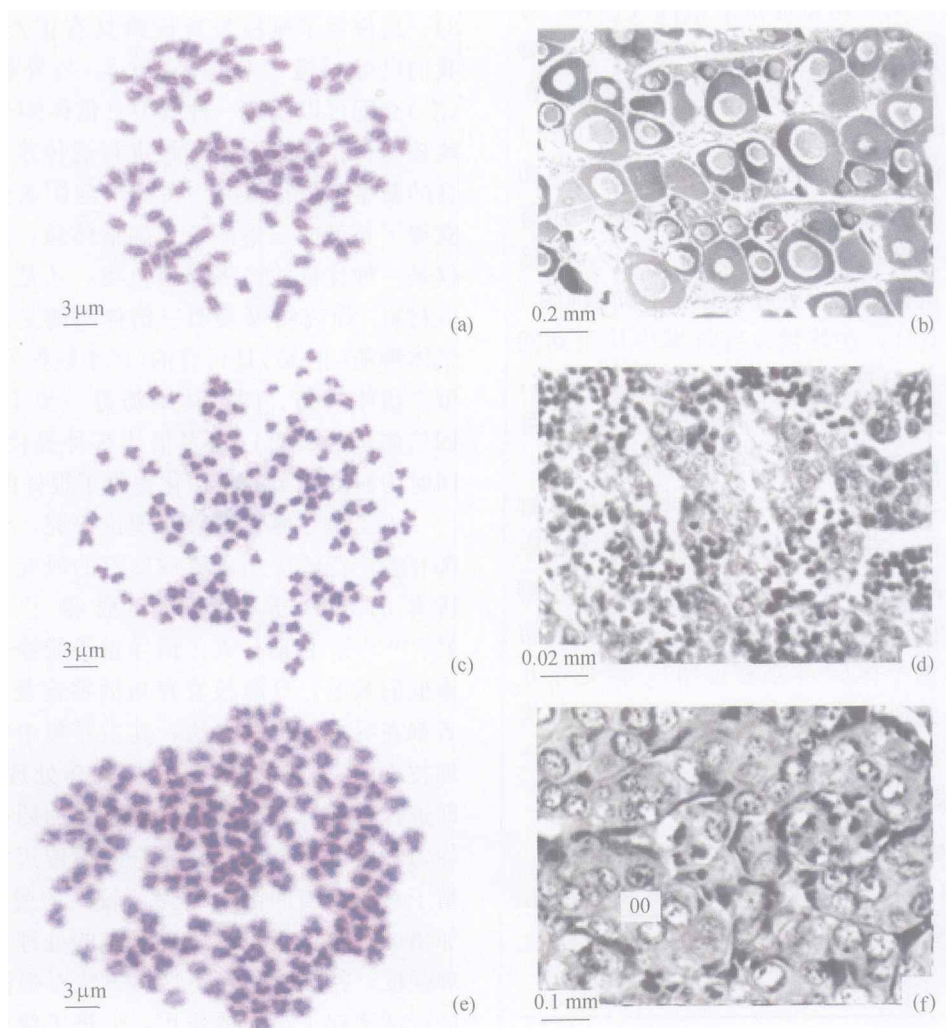


图1 雌核发育红鲫与对照杂交鱼的外形、染色体数目及性腺结构比较

(a) 雌核发育红鲫染色体中期分裂相(2n=100); (b) 雌核发育红鲫的性腺结构, 示Ⅱ期卵巢; (c) 黑色杂交鱼染色体中期分裂相(3n=124); (d) 黑色杂交鱼的性腺结构, 示发育异常的性腺结构; (e) 灰色杂交鱼染色体中期分裂相(4n=148); (f) 灰色杂交鱼的性腺结构, 示未成熟的卵巢结构, 00 示卵母细胞

中这两种不同体型的鱼, 它们的染色体数目也不同, 体色为黑色的杂交鱼的染色体众数为 120—124, 占观察细胞总数的 82.1%, 说明其为三倍体 ( $3n=124$ ), 包含了两套红鲫的染色体组和一套团头鲂的染色体组(图 1(c)); 而体色为灰色的对照组杂交鱼的染色体众数为 145—148, 占观察细胞总数的 85.1%, 表明这种杂交鱼是四倍体 ( $4n=148$ ), 包含了两套红鲫和两套团头鲂的染色体组(图 1(e)).

#### 2.4 性腺结构及可育性

出苗后 4 个月, 对雌核发育红鲫和对照组杂交鱼进行随机检测, 无一尾鱼能挤出精液或卵粒. 对其性腺进行组织学切片观察后发现: 雌核发育红鲫的性腺都处于 II 期卵巢, 没有成熟的卵母细胞, 在所有检测的鱼中没有发现精巢结构的性腺(图 1(b)). 对照组三倍体杂交鱼精巢中有精原细胞和初级精母细胞分布, 在性腺中除了性细胞外, 还有一些未分化的细胞和结缔组织细胞(图 1(d)); 四倍体杂交鱼卵巢中的卵细胞尚处在卵原细胞阶段(图 1(f)). 出苗后 6 个月, 在雌核发育红鲫中检测到能挤出卵粒的个体, 但没有发现能挤出精液的个体, 所有的对照杂交鱼都挤不出性产物. 饲养 10 个月, 92% 以上的雌核发育红鲫都能挤出卵粒.

在繁殖季节, I 龄的雌核发育红鲫与四倍体鲫、普通红鲫交配, 获得了较高的受精率和成活率(见表 3). 在 I 龄的杂交鱼(三倍体鲫、四倍体鲫)中没有发现性成熟的个体. 在 II 龄三倍体鲫仍未发现性成熟的个体(2 年观察证明), 但是在 II 龄四倍体鲫中发现了性成熟的个体, 将 II 龄四倍体鲫进行了自交和回交实验, 获得了成活的后代(实验结果另文发表).

表 3 雌核发育红鲫(团头鲂精子刺激)与四倍体鲫, 普通红鲫交配的受精率和成活率

交配类型	受精率/%	成活率/%
雌核红鲫×四倍体鲫	85.9±2.5	80.3±2.4
雌核红鲫×普通红鲫	91.6±3.1	83.3±1.9

### 3 讨论

本实验报道了用灭活的亲缘关系较远、染色体数目不同的鱼(团头鲂)的精子诱导红鲫进行雌核发

育的研究结果. 利用遗传失活的团头鲂的精子, 采用冷休克染色体加倍处理, 抑制红鲫卵子第二极体排出, 获得较高的雌核发育鱼苗成活率(15.7%), 这明显高于用遗传失活的鲤鱼精子诱导红鲫雌核发育的成活率(11.3%). 实验结果表明, 用团头鲂的精子作刺激源能简化对雌核发育鱼的鉴定工作, 利用外部形态特征、染色体数目及性腺发育程度为依据就能准确地区分杂交鱼和雌核发育鱼. 在所有的雌核发育红鲫中, 没有发现一尾雄性, 说明了红鲫的性别决定类型为雌性同配(XX). I 龄的雌核发育红鲫就能达到性成熟, 其与雄性红鲫以及雄性四倍体鱼交配, 获得了较高的孵化率与成活率(见表 3), 这说明了雌核发育红鲫具有正常的繁殖能力. 我们已经报道了利用红鲫(♀)与异源四倍体鲫(♂)交配可以获得一种新型三倍体鲫鱼<sup>[16]</sup>, 再通过雌核发育技术对母本红鲫进行遗传改良, 可获得改良的新型三倍体鲫鱼. 在红鲫与团头鲂的杂交鱼中获得了新型的三倍体鱼和四倍体鱼, 这说明红鲫不仅是一种优良的经济养殖鱼类, 还是一种很好的实验材料. 研究结果表明三倍体鲫是不育的, 而四倍体鲫(II 龄)是可育的(详细数据另文报道), 新型三倍体鲫、四倍体鲫进一步丰富了三倍体、四倍体鱼的类型; 为多倍体育种提供了新的途径; 同时为研究鱼类的多倍化提供了很好的实验材料.

人工诱导雌核发育在理论研究、生产实践方面都有着广泛的应用, 雌核发育的研究对象几乎涉及所有的水产养殖动物, 取得了一系列的成就<sup>[3,6,10,17]</sup>. 目前, 人工诱导鱼类雌核发育存在成活率低的难题, 且雌核发育鱼的鉴定复杂. 很多研究者都在寻求解决的办法, 其主要集中在精子灭活处理技术的完善和卵子染色体加倍处理技术的优化, 即选择合适的照射源、摸索适宜的照射剂量、争取均匀辐射以使精子达到完全的遗传灭活, 同时还让精子具有适当的活力以保证较高的受精率. 卵子的加倍处理主要是摸索卵子适宜的处理起始时间、处理强度、持续时间等, 这些方法对提高雌核发育鱼的成活率起了很大的作用, 促进了雌核发育技术的发展<sup>[18]</sup>. 但是不同种的鱼的适宜条件不同, 即使是同一种鱼, 其适宜条件也会因个体差异及实际操作的不同而有差异, 同时, 卵子的质量与卵子染色体二倍化比例的高低密切相关<sup>[19]</sup>. 因此, 适宜条件的

不确定性和对适宜条件摸索的复杂性增加了雌核发育技术在生产实践上应用的难度。所以在进行深入的研究精子灭活处理和卵子染色体加倍处理这两个关键技术的同时,还应当寻求其他的解决方法。实验证明选择有效的刺激源(远缘种鱼的精子)是一种切实可行的方法,这种方法既能提高雌核发育鱼的成活率,又能简化雌核发育鱼的鉴定。

实验结果表明团头鲂的精子是一种有效诱导鲫鱼进行雌核发育的刺激源,团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)属鲤科,鲃亚科,鲂属,染色体数目为 $2n=48$ <sup>[20]</sup>;红鲫(*Carassius auratus Red Variety*)属鲤科,鲤亚科,鲫属,染色体数目为 $2n=100$ 。二者不属于同一亚科,遗传关系远,且二者的染色体数目不同。用灭活的团头鲂的精子诱导日本白鲫<sup>[13]</sup>、雌核发育二倍体鲫鲤<sup>[14,15]</sup>和红鲫进行雌核发育,以灭活的鲤鱼的精子作对照,结果表明用团头鲂的精子作刺激源明显提高了雌核发育鱼的成活率(见表4)。

表4 分别用团头鲂精子、鲤鱼精子诱导雌核发育鱼的成活率(%)比较\*

雌核发育鱼类型	团头鲂精子	鲤鱼精子
红鲫	15.7	11.3
日本白鲫	23.6	15.7
雌核发育二倍体鲫鲤	26.11	7.39

\* 成活率=(开始摄食时正常鱼苗数/总鱼卵数)×100%

这种远源精子诱导雌核发育能提高成活率,可能是由于卵子更能有效地排除远缘精子遗传物质的干扰(相对同种精子而言),此前就有远缘杂交有可能诱发雌核发育的报道<sup>[21,22]</sup>。关于远缘精子能提高雌核发育鱼的成活率的机理还有待进一步的研究。

用团头鲂的精子诱导鲫鱼雌核发育的另一优势就是极大地简化了雌核发育鱼的鉴别。首先,远缘杂交得到的杂交后代的形态特征受父母本的共同影响,与双亲都有较大差异<sup>[13,16,17]</sup>,所以在形态上就可以很容易区分出雌核发育鱼和杂交鱼;其次,团头鲂和鲫鱼的染色体数目不同,所以染色体数目可以作为区分雌核发育鱼和杂交鱼直接的依据,如果用鲤鱼的精子,其杂交鱼和雌核发育鱼的染色体数目是相同的,都为 $2n=100$ 。此外,雌核发育红鲫I龄就可以达到性成熟,而杂交鱼由于远缘亲本在

遗传和生理上存在差异,导致杂交后代的性腺发育滞后。检测结果表明在I龄的杂交鱼中没有发现性成熟的个体,在II龄杂交鱼中,三倍体鲫鲂不育(2年证明),而四倍体鲫鲂是可育的,因此后代的性腺发育程度也可以作为鉴定雌核发育鱼的依据。在本实验中,红鲫的体色(红色)作为一个隐性的遗传标志,验证了不同依据得到的结果是一致的。在I龄鱼中染色体数目为100,性腺发育正常,已达到性成熟的个体的体色都为红色;没有发现有体色为黑色或者灰色的个体的染色体数目为100或者已达到性成熟,说明了用染色体数目、性腺发育程度作为鉴别依据的可行性和准确性。如果能以外形特征、性腺发育程度作为鉴别雌核发育鱼的依据,就可避免去寻找生化、分子水平上的遗传标记,这样就可以方便地将雌核发育技术广泛地应用到生产实践中。

**致谢** 本研究得到本实验室姚占洲,罗凯坤老师的大力支持,谨致谢忱。

### 参 考 文 献

- 1 Peruzzi S, Chatain B. Induction of tetraploid gynogenesis in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Genetica*, 2003, 119(2): 225-228
- 2 Van Erp S H, Egberts E, Stet R J. Characterization of class II A and B genes in a gynogenetic carp clone. *Immunogenetics*, 1996, 44(3): 192-202
- 3 邹曙明,李思发,蔡完其,等. 团头鲂良种雌核发育群体的建立及其遗传变异. *水产学报*, 2001, 25(4): 311-316
- 4 Dabrowski K, Rinchar J, Lin F, et al. Induction of gynogenesis in muskellunge with irradiated sperm of yellow perch proves diploid muskellunge male homogamety. *J Exp Zool*, 2000, 287(1): 96-105
- 5 贾方钧,王剑伟,吴清江. 异源精子诱导稀有鮠鲫的人工雌核发育. *水生生物学报*, 2002, 26(3): 246-252
- 6 桂建芳,孙建明,梁绍昌,等. 鱼类染色体组操作的研究 II. 静水压处理和静水压与冷休克结合处理诱导水晶彩鲫四倍体. *水生生物学报*, 1991, 5(4): 333-342
- 7 吴清江,陈荣德,叶玉珍,等. 鲤鱼人工雌核发育作为建立近交系新途径的研究. *遗传学报*, 1981, 8(1): 50-55
- 8 俞豪祥,张海明,林连英. 广东雌核发育鲫鱼的生物学及养殖试验的初步研究. *水生生物学报*, 1987, 11(3): 287-288
- 9 罗琛,刘筠. 人工诱导草鱼和鲫鱼雌核发育的研究. *湖南师范大学自然科学学报*, 1991, 14(2): 154-159

- 10 樊连春. 雌核发育进行银鲫遗传育种新进展. 生物学通报, 1994, 29(10): 4—6
- 11 潘光碧. 人工诱导鱼类雌核发育技术研究. 淡水渔业, 1988, 18(6): 17—20
- 12 杨桂军, 王卫民, 郝汉舟. 鱼类人工雌核发育. 江西农业大学学报, 2004, 26(1): 134—137
- 13 Sun Y D, Zhang C, Liu S J, et al. Induction of gynogenesis in Japanese crucian carp (*Carassius Cuvieri*). Acta Genetica Sinica, 2006, 33(5): 405—412
- 14 Liu S J, Sun Y D, Zhang C, et al. Production of gynogenetic progeny from allotetraploid hybrids red crucian carp  $\times$  common carp. Aquaculture, 2004, 236: 193—200
- 15 张 纯, 孙远东, 刘少军, 等. 二倍体雌核发育鱼产生二倍体卵子的证据. 遗传学报, 2005, 32(2): 136—144
- 16 申佳珉, 刘少军, 孙远东, 等. 新型三倍体鲫鱼—红鲫(♀) $\times$ 四倍体鲫鲤(♂). 自然科学进展, 2006, 16(8): 947—952
- 17 Kusunoki K, Arai K, Suzuki R. Production of viable gynogens without chromosome duplication in the spinous loach *Cobitis biwae*. Aquaculture, 1994, 119: 11—23
- 18 楼允东. 人工雌核发育及其在遗传学和水产养殖上的应用. 水产学报, 1986, 10(1): 111—123
- 19 刘 筠. 养殖鱼类繁殖生理学. 北京: 农业出版社, 1993, 135—137
- 20 李思发主编. 中国主要淡水养殖鱼类种质研究. 上海: 上海科学技术出版社, 1998, 189—193
- 21 楼允东. 鱼类育种学. 北京: 中国农业出版社, 1999, 153—190
- 22 杨永铨. 人工诱导鱼类雌核发育的实验研究. 淡水渔业, 1981, 4: 1—4

## 教育部与国家自然科学基金委员会合作举办全国研究生暑期学校

——促进科研与教育结合 加强研究生创新能力的培养

教育部与国家自然科学基金委员会共同推进和支持研究生暑期学校工作, 在实施 10 年之际, 教育部学位管理与研究生教育司和国家自然科学基金委员会计划局于 2006 年 8 月 21—22 日在呼和浩特召开了全国研究生暑期学校工作会议. 教育部吴启迪副部长和国家自然科学基金委员会朱道本副主任出席会议并作讲话. 会议期间, 教育部学位管理与研究生教育司郭新立副司长与国家自然科学基金委员会计划局何鸣鸿局长代表双方签署了继续合作举办全国研究生暑期学校的协议, 进一步加强了两部委的合作, 共同推动在“十一五”期间的研究生暑期学校工作, 使研究生暑期学校这种培养科技后备人才的形式和制度更加完善, 不断发展.

研究生暑期学校作为优秀科技后备人才的培养模式之一, 是教育与科学能力培养的重要措施, 是对研究生培养体系的一种重要补充方式. 通过暑期学校, 使研究生了解、追踪科学研究前沿, 开阔视野, 不断提高研究生的创新能力, 提高研究生科学知识和科研水平, 促进一大批拔尖创新人才脱颖而出, 使我国科技后备人才队伍迅速发展壮大. 研究生是从事科学研究的学生, 教学、科研相结合是研究生教育的主要特点, 这也决定了研究生教育必然成为培养拔尖创新人才的主渠道. 研究生暑期学校是利用暑期的正常课程之外, 委托有关研究生培养单位, 面向全国及海外招收研究生, 聘请海内外学术水平高、教学经验丰富的知名专家、学者担任主讲教师, 讲授若干门基础课程, 同时开设选修课程和前沿科学研究的学术报告, 介绍本学科领域的学术发展动态和最新研究成果, 充分开发、利用研究生教育资源, 促进研究生教育的交流与合作, 提高研究生培养质量. 自 1995 年开始实施“暑期学校”, 1997 年自然科学基金委与教育部签署联合资助、共同举办暑期学校的协议, 截止到目前, 共举办研究生暑期学校 40 余次.

营造浓厚的学术氛围, 对研究生的成长, 引导、激发研究生对科学研究的兴趣是至关重要的. 曾经承办和参加过暑期学校的师生认为, 虽然暑期学校短暂几十天, 但是经过精心策划和组织, 凝练一些基础课程, 聘请本领域一流的国内外学者集中讲授学科前沿和学术体会, 将来自本领域不同学校的学生集中在一起, 交流体会, 砥砺思想, 从这个意义和作用来说, 是其他任何形式难以替代的, 他们得到的不仅是有形的知识, 更重要的是对心灵的启发、灵感的滋润、思想的激荡, 是终生受益的.

这次会议促进了国家层面的教育与科研后备人才培养的合作, 自然科学基金委朱道本副主任和教育部吴启迪副部长在讲话中也强调要高度重视创新人才培养及加强两部委合作. 与教育部签署的协议中确定, 在“十一五”期间将适当增加规模, 拓展办学的学科领域, 完善并规范管理, 努力营造一个有利于研究生创新能力培养的良好环境.

(供稿: 刘 卫)