

罗非鱼优良品系—— 吉富罗非鱼的育成始末

刘 峰 谢新民 郑艳红

(湖南农业大学水产系,长沙市 410128)

摘 要 20 世纪 80 年代末期,亚洲地区养殖罗非鱼种群的经济性状严重退化。1988 年,世界鱼类中心发起养殖罗非鱼遗传改良(GIFT)计划,与挪威、菲律宾等国家研究机构合作,在收集亚洲和非洲八个国家和地区罗非鱼种质资源的基础上,合成基础群并进行选育,经过六代选育,使其生长速度提高 85%。选育形成的品系称 GIFT 鱼,国内称为吉富罗非鱼,目前已推广到以亚太地区为主的十多个国家。吉富罗非鱼的育成为其它水产动物的育种提供了成功的典范。

关键词 世界鱼类中心 吉富罗非鱼 GIFT 计划 群体选育 生长速度

吉富罗非鱼是遗传性状改良后的罗非鱼(Genetic Improvement of Farmed Tilapia),英文全称的词首字母缩写为 GIFT,中文以象音法称之为吉富。该鱼是 1993 年以来在菲律宾利用尼罗罗非鱼的四个亚洲品系和四个非洲品系等广泛的种质资源选育而成的新品系。这一优良品系的育成,是世界鱼类中心(原国际水生生物资源管理中心,ICLARM)与挪威、菲律宾有关研究机构协作实施罗非鱼遗传改良计划(GIFT 计划)所取得的成果,是水产动物育种的又一成功典范。

1 GIFT 计划的诞生

自 20 世纪 40 年代掀起罗非鱼养殖热潮以来,世界各国先后从非洲引进多种罗非鱼,其中经济性状最好的是尼罗罗非鱼。但由于引种数量少、非原产地引种及引种后管理不善、近亲繁殖以及莫桑比克罗非鱼杂交等原因,养殖罗非鱼种群的生长速度下降,群体的经济性状普遍不如野生群体^[1]。相比之下,家禽、家畜、作物等利用遗传改良技术获得大幅度增产,品种性状不断改良,如挪威的大麻哈鱼育种计划取得成功,其 80% 以上的产量来自于遗传改良的品种,而占世界水产

业总产量一定份额的热带鱼类尚没有开展遗传改良工作^[2]。1980 年,世界鱼类中心与 Rockefeller 基金合作并召开了罗非鱼专家国际会议,并在 80 年代初与菲律宾和中国台湾的国立研究所合作进行了罗非鱼种质资源调查和社会经济研究。1987 年,在泰国召集了全球罗非鱼遗传资源状况回顾的国际会议。与会专家一致认为,亚洲养殖罗非鱼种群的遗传品质低劣,遗传多样性低,应进行遗传改良。1988 年,养殖罗非鱼遗传改良计划(GIFT)诞生。这一计划由联合国发展计划署(VNDP)和亚洲发展银行(ADB)资助,由世界鱼类中心(当时的 ICLARM)、挪威水产养殖研究所和菲律宾的国立渔业研究所(包括渔业和水产资源局、吕宋州立中心大学淡水养殖中心、菲律宾大学海洋科学研究所)共同承担,以尼罗罗非鱼为试验对象,发展热带鱼类遗传改良技术^[3]。

2 种群收集、评估和育种方案的确定

为了扩大遗传改良计划实施的覆盖面,1988~1989 年从非洲及菲律宾收集了 8 个尼罗罗非鱼品系(以色列、新加坡、台湾、泰国、肯尼亚、埃及、加纳、塞内加尔),用形态学及电泳、线粒体

收稿日期:2005-10-14; 修回日期:2005-11-11

作者简介:刘 峰(1975-),男,湖南农业大学水产系硕士研究生,从事鱼类遗传繁育工作,研究方向为鱼类遗传育种。

DNA 技术对其进行研究。发现 8 个种群分属 Vulcani(肯尼亚)和 niloticus(埃及、加纳及塞内加尔)两个亚种^[4]。

在菲律宾各种养殖环境及不同气候条件下进行了养殖试验,8 个品系的 11 400 尾幼鱼进行个体标记后共同饲养 90 d。除加纳品系稍差外,其他三个非洲品系与菲律宾本土品系有同样好或更好的表现,在各种试验环境中各品系的生长情况的排序基本一致。由此决定只培育一种适应各种养殖环境的单一品系。

对 8 个品系进行了一个完全的 8×8 双列杂交试验,在 8 种不同的试验环境中饲养 90 d,在 22 个有明显杂种优势的组合中,只有 7 个组合的性能比最好的纯系(肯尼亚系)表现得更好,其中最大的优势值为 11%。在测验环境中,杂种优势的最小二乘均值范围从 0 到 9.6%,显示出杂种在生长和存活率方面的优势并不明显。因此,基于加性遗传方差的选择育种计划被确定为优先的育种策略^[5]。

3 基础群的建立

基于纯种及杂交群体的生长情况,选择了 25 个表现最好的群体组成一个遗传混合的基础群,开始选择计划。

对基础群后裔(150 个全同胞群和 50 个半同胞群)进行个体标记,在 7 种不同的测试环境下共同饲养 90 d,以菲律宾普遍使用的以色列品系作对照,估计遗传参数^[6]。

4 育种目标和选择育种

因为生长性状的退化是尼罗罗非鱼养殖的主要问题,所以生长速度被确定为遗传改良计划的主要性状。同时,对尼罗罗非鱼不同品系繁殖行为的研究发现,生长缓慢的品系,性成熟要比生长快速的品系早,未成熟的雌性尼罗罗非鱼与雄性罗非鱼的生长速度几乎相等。因此,研究了一种记录雌性早熟比例的方法,评估雌性早熟比例与生长速度的关联反应,发现两个性状间存在显著负相关。最终将雌性早熟比例确定为第二性状^[7]。

在养殖罗非鱼遗传改良计划中,采用的是家系选择与家系内选择相结合的选择育种方法。1~3 代只选择生长速度,从第 4 代开始,将第二性状(雌性早熟比例)包括进选择范围。在 1~6 代

选择过程中,每代由选出的 100 尾雄鱼和 200 尾雌鱼应用巢式交配设计繁殖 200 个家系,对不同家系的后代进行标记并饲养于各种试验环境中 120 d。生长期后,实验鱼根据其育种值(由个体本身及其全同胞的性状估计的加性遗传值)来进行排列。

GIFT 计划在完成 6 代选择后于 1997 年结束,取得了生长速度比基础群提高 85% 的成果^[8]。

5 吉富罗非鱼的评估和推广

吉富罗非鱼是在菲律宾的气候与养殖条件下培育出来的品系,在推广前应就它在不同国家农业生态条件下的经济性状作出评估。1992 年,召开了一次关于水产动物种质应用的国际会议,讨论 GIFT 品系推广的战略和防护措施。根据这次会议的建议,在孟加拉、中国、菲律宾、泰国和越南对第 2~第 4 代 GIFT 鱼的遗传及经济性状进行了评估,将 GIFT 品系与当地最好的尼罗罗非鱼品系在各种养殖系统和农业生态区内进行比较。第 3 代选育 GIFT 品系的经济性状评估表明,在中国,其收获体重比当地最好品系平均高出 18%,在泰国则高出 58% 以上^[9]。

GIFT 罗非鱼品系的育成引起了亚太地区及非洲国家的广泛兴趣和关注,现已被引种到孟加拉、中国、斐济、印度、印度尼西亚、老挝、马来西亚、斯里兰卡、巴布亚新几内亚、泰国、越南等国家,作为当地重要的养殖对象应用于水产养殖。世界鱼类中心根据各国政府的要求,在进行生物多样性和环境影响评估后,遵循国际公认的物资转移协议和检疫协定提供 GIFT 品系^[10]。

中国现有的吉富罗非鱼主要是上海水产大学于 1994 年 6 月和 9 月从菲律宾引进的两批第 3 代吉富罗非鱼的后代^[11]。因引进时各项性状尚未稳定,故各地方繁衍的后代表现不一。近几年已有公司重新从菲律宾引进最新世代的原种^[12]。

非洲是罗非鱼的原产地,由于 GIFT 鱼的引进可能污染野生种质资源,在世界鱼类中心于 2002 年发起的一个专门磋商中,联合国粮农组织(FAO)、世界保护联合会(IUCN)、联合国环境计划署(UNEP)和农业与农村合作技术中心(CTA)都建议不要将 GIFT 鱼引入非洲^[13]。

6 进一步的选育提高

孟加拉国、中国、斐济、马来西亚、菲律宾、泰国、越南等获得 GIFT 品系尼罗罗非鱼的国家,分别启动了各自对其进一步改良和推广的国家育种计划^[14]。

在越南,对引进的第 6 代 GIFT 鱼继续就快速生长和耐低温进行了 4 代选择后,增重提高了 20%。菲律宾将 GIFT 鱼与其他本地品系杂交,获得的新品系被命名为 GET-excel,在农村推广。世界鱼类中心与马来西亚渔业局合作在马来西亚对第 6 代 GIFT 鱼作进一步改良,每代增重提高 10%,说明虽然经过了几代选择,GIFT 品系仍然具有进一步提高选育效果的潜力^[15]。

1997 年 GIFT 计划完成后,世界鱼类中心与其菲律宾合作者建立了非赢利的 GIFT 基金,该基金被授权继续实施选择育种计划,维持已收集的育种核心鱼群,生产商业用种鱼。1999 年,GIFT 基金与挪威的私营公司 Genomar 联合,Genomar 获得继续进行选择育种以及在国际上销售进一步改良的 GIFT 品系鱼的权利。从 GIFT 品系第 10 代(经 7 代选择)培育出来的新品系,商业上称 Genomar 超级罗非鱼,被销售给菲律宾当地及亚洲、拉丁美洲等地区的农民。

7 吉富罗非鱼育成技术的影响及发展方向

GIFT 项目树立了一个多方合作进行鱼类遗传改良的典范。亚太地区 and 非洲许多国家对这一计划以及罗非鱼、鲤科鱼类遗传改良表现出浓厚兴趣。1993 年,世界鱼类中心建立了水产遗传学国际网络(INGA),这一网络在亚太地区和非洲拥有 13 个成员国(孟加拉国、中国、斐济、印度、印度尼西亚、马来西亚、菲律、泰国、越南、科特迪瓦、埃及、加纳、马拉维)、11 个高级学术研究所、4 个区域或国际组织、1 个私有部门研究所,该网络致力于国家和地区鲤科鱼类、罗非鱼遗传改良计划的发起和开展,各成员国间的种质转让,及各国鱼类遗传改良研究能力的提高^[16]。由于 GIFT 鱼不允许引入非洲国家,GIFT 技术被应用于科特迪瓦、埃及和加纳的本土尼罗罗非鱼及马拉维的 *O. shirarus* 的遗传改良并取得进展^[17]。

在 GIFT 计划成功的基础上,亚洲 6 个主要的鲤科鱼类生产国(孟加拉国、中国、印度、印度尼

西亚、泰国、越南)开始了露斯塔野鲮(*Labeo rohita*)、鲤鱼和团头鲂(*Megalobrama amblylephala*)的遗传改良研究。研究结果显示,在遗传改良中这些鲤科鱼类每代的生长速度平均提高大约 10%^[18]。

为适应市场的需求,在世界鱼类中心与马来西亚渔业局合作进行的进一步选育中,将鱼片生产和肉质考虑进选育目标,同时也将开始对其他的一些重要经济性状进行研究。

为获得最大的遗传进展,在吉富罗非鱼的进一步改良过程中,正尝试将传统的育种方法(选择育种)与性别控制及现代生物技术(如分子标记辅助选择)结合起来,并已获得初步效果。

参考文献

- 1 Pullin R. S. V., Tilapia. 'everyman's fish'. *Biologist*, 1985 (32):84~88.
- 2 Gjoen H. M. and H. B. Bentsen. Past, present and future of genetic improvement in salmon aquaculture. *ICES J. Mar. Sci.*, 1997(54):1009~1014.
- 3 Pullin R. S. V., A. E. Eknath, T. Gjedrem *et al.* The genetic improvement of farmed tilapias (GIFT) Project: The story so far. *The ICLARM Quarterly*, 1991, 14(2):31.
- 4 Eknath A. E., J. M. Macaranas, L. Q. Agustin *et al.* Biochemical and morphometric approaches to characterize farmed tilapias. *The ICLARM Quarterly*, 1991, 14(2):7~9.
- 5 Bentsen H. B., A. E. Eknath, M. S. Palada de Vera *et al.* Genetic improvement of farmed tilapias; growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 1998, 160(1~2):145~173.
- 6 Eknath, A. E.. *Managing aquatic genetic resources*. London: Harcourt Brace Company Publishers, 1995:176~194.
- 7 Longalong, F. M., A. E. Eknath and H. B. Bentsen.. Response to bi-directional selection for frequency of early maturing females in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 1999, 178(1~2):13~25.
- 8 Eknath, A. E. and B. O. Acosta. Genetic Improvement of Farmed Tilapias (GIFT) Project Final Report, March 1998 to December 1997. ICLARM, Makati City, Philippines. 1998.
- 9 Dey, M. M. and M. V. Gupta. Socioeconomics of disseminating genetically improved Nile tilapia in Asia; an introduction. *Aquacult. Econ. and Manage*, 2000, 4(1/2):5~11.
- 10 Acosta, B. O. and M. J. Williams. 2001. The role of an inter-

(下转第 12 页)

禁止使用孔雀石绿,但由于该药使用方便,效果明显,实际上不少地方在水产养殖和水产品贩运过程中仍在普遍使用。有关部门的检测结果表明,目前有些地区市场上的甲鱼、鳊鱼中均有孔雀石绿残留。这一切都表明,消费者食用的水产品有不少是经过孔雀石绿处理的。

据披露,鱼从鱼塘到当地水产品批发市场,再到外地水产品批发市场,要经过多次装卸,而碰撞和磨擦很容易使鳞片脱落,引起水霉病甚至鱼体死亡。为了延长鱼类的生存时间,不少商贩在运输前都要用孔雀石绿溶液对车厢进行消毒,而且不少存放活鱼的鱼池也采用这种消毒方式;一些酒店为了延长鱼的存活时间,也使用孔雀石绿对养鱼容器进行消毒。另外,使用孔雀石绿消毒后的鱼,死后颜色也较为鲜亮,消费者很难从外表看出它已死了较长时间,所以商贩很愿意使用。

专家指出,导致孔雀石绿被大范围使用的主要原因有两个:一、一些养殖户、鱼贩贪图其价格便宜,受利益驱动才冒险偷偷使用;二、在治疗鱼类水霉病方面,目前可供选择的高效药物还很有限。

3 严查孔雀石绿,保证食鱼安全

目前,国际上对进口水产品实施孔雀石绿检测已成惯例。为保证消费者食鱼安全,维护我国

在国际贸易中的声誉,避免造成退货损失,农业部已发出紧急通知,要求在全国范围内进一步加强对孔雀石绿的监督检查,加大打击非法生产、销售和使用禁用渔药行为的力度,从源头上阻截孔雀石绿,坚决禁止使用;同时,要求加紧研制无毒高效的替代药物。在谈到对孔雀石绿等国家明令禁止使用的药物作残留检测时,有关专家表示,在食品领域对于国家法令禁用的药物作残留检测,只须作出检出或未检出的结论就足够了。如被检出,不管其含量多少都不能食用。目前,既然已发现鱼类等水产品中有人在非法使用孔雀石绿,就应该增强监测的力度,从严从快打击违法行为,确保广大消费者的健康安全。

据悉,近年来国际上已经开发出一些比较安全的孔雀石绿的替代品作为渔场的杀虫和杀菌剂,如溴硝丙二醇、二氧化氯、氢过氧化物等,其杀虫、杀菌效果可与孔雀石绿相媲美,且相对安全。因此,从业者要自觉遵守国家有关规定,坚决不再使用孔雀石绿等禁用药物。这样做,既能确保养殖鱼类及其制品的食用安全,又能确保自己生产的水产品畅销国内外市场。

发稿编辑 汤惠明

(上接第10页)

- national research organization in tilapia aquaculture. Proceedings of the Tilapia 2001 International Technical Trade Conference on Tilapia, 28 - 30 May 2001, Kuala Lumpur, Malaysia. 49 ~ 64.
- 11 李思发. 吉富品系尼罗罗非鱼引进史. 中国水产, 2001(10): 52 ~ 53.
 - 12 汪玉祥, 谢敏亮, 方奕波. 吉富罗非鱼在珠海养殖试验. 淡水渔业, 2003(33): 38 ~ 40.
 - 13 Gupta, M. V., D. Bartley and B. O. Acosta. Use of genetically improved and alien species for aquaculture and conservation of aquatic biodiversity in Africa. WorldFish Center Conference Proceedings, 2004(68): 113.
 - 14 Li, S. F.. Strategies and plans for dissemination of improved breeds of fish in China. Paper presented at the Expert Consultation on Strategies for Dissemination of Improved Fish Breeds, 4 ~ 7 June 2002, NAGRI, Pathumthani, Thailand.

- 15 Tayamen, M. M. and T. A. Abella. Role of public sector in dissemination of tilapia genetic research outputs and links with private sector. Paper presented at the Workshop on Public - Private Partnerships in Tilapia Genetics and Dissemination of Research Outputs, 21 - 23 January 2004, Tagaytay City, Philippines.
- 16 Gupta, M. V. and B. O. Acosta. Networking in aquaculture genetics research. ICLARM Conf. Proc. 64. 2001. 1 ~ 5.
- 17 WorldFish Center. WorldFish Center 2003 Operational Plan.
- 18 Gupta, M. V. and B. O. Acosta. Development of global partnerships for fish genetics research - a success story. Paper presented at the Technical Workshop on Methodologies, Organization and Management of Global Partnership Programmes, 9 ~ 10 October 2001, Rome, Italy.

发稿编辑 汤惠明