

文章编号: 1000-0615(2001)01-0090-06

• 综述 •

中国大陆尼罗罗非鱼引进及其研究进展

Introduction and research advances of *Oreochromis niloticus* in China Mainland

李家乐, 李思发

(上海水产大学农业部水产增养殖生态、生理重点开放实验室, 上海 200090)

LI Jia-le, LI Si-fa

(Key Laboratory of Ecology and Physiology in Aquaculture of Ministry of Agriculture of Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

关键词: 尼罗罗非鱼; 引种

Key words: *Oreochromis niloticus*; introduction

中图分类号: S965.125 文献标识码: A

罗非鱼是联合国粮农组织向全世界推广的优良养殖鱼类, 已成为世界性的主要养殖对象之一, 我国大陆罗非鱼养殖产量在淡水养殖产量中居第六位, 在世界罗非鱼养殖产量中居第一位。罗非鱼类中的主要养殖种类为尼罗罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*), 引入我国已二十余年, 这是我国大陆引进鱼类中养殖最成功者^[1]。

1 我国大陆尼罗罗非鱼引种历史

1978年7月, 长江水产研究所首次从尼罗河苏丹境内引进22尾尼罗罗非鱼, 同年湖北省又引进30尾^[2,3], 这些鱼很快取代生长慢、体色黑的莫桑比克罗非鱼 (*Oreochromis mossambicus*) 在我国推广养殖。此后, 1985年湖南省水产局又从尼罗河下游埃及境内引进了一个尼罗罗非鱼品系, 成活10尾, 现主要在南方部分地区养殖(“85”品系)^[3]。1993年全国水产技术推广总站从美国奥本大学引进了一个尼罗罗非鱼品系(“美国”品系), 是否推广, 尚未见报道^[4]。

1994年, 从国际水生生物管理中心(ICLARM, 总部在菲律宾)引进了一个经遗传改良的尼罗罗非鱼品系5000尾, 定名为吉富品系, 同时转引了“埃及”品系3000尾^[4], 这是我国首次大批量引进尼罗罗非鱼。1995年, 再次从尼罗河苏丹境内引进53尾尼罗罗非鱼^[3]。1998年9月, 李思发教授通过政府渠道, 从埃及引进原种尼罗罗非鱼3000尾, 这是我国首次大批量直接从原产地引进尼罗罗非鱼。据了解有些地区还有一些引种, 如潘炯华和梁淡如^[5]、李家乐等^[6]曾报道过“泰国”品系等。我国大陆尼罗罗非鱼引种情况见表1。

表1 我国大陆尼罗罗非鱼引种情况

Tab. 1 Introduction of *O. niloticus* in China mainland

| 引种时间 | 引进品系 | 引进地点 | 引进尾数 | 引种单位 | 文献 |
|---------|--------|-------------|---------------|------------|------------|
| 1978年7月 | “78”品系 | 尼罗河苏丹境内 | 22尾 | 长江水产研究所 | [2] |
| 1978年 | “78”品系 | | 30尾 | 湖北省 | [3] |
| 不详 | “泰国”品系 | 泰国 | | 广东省 | [5] [6] |
| 1985年 | “85”品系 | 尼罗河下游埃及境内 | 成活10尾 | 湖南省水产局 | [3] |
| 1993年 | “美国”品系 | 美国奥本大学 | | 全国水产技术推广总站 | [4] |
| 1994年5月 | 吉富品系 | ICLARM(菲律宾) | 5000尾 | 上海水产大学 | [4] |
| 1994年5月 | “埃及”品系 | ICLARM(菲律宾) | 3000尾 | 上海水产大学 | [4] |
| 1995年 | “95”品系 | 尼罗河苏丹境内 | 53尾(雌24, 雄29) | 长江水产研究所 | [3] |
| 1998年 | 埃及原种 | 尼罗河下游埃及境内 | 3000尾 | 上海水产大学 | |

收稿日期: 1999-11-02

资助项目: 国家九五攻关资助项目(96-008-01-02-03); 上海市青年基金资助项目(99QC46.0108)

第一作者: 李家乐(1963-), 男, 浙江乐清人, 博士, 副研究员。Tel: 021-65710338, E-mail: jlli@shfu.edu.cn

2 我国大陆对尼罗罗非鱼的研究进展

2.1 形态特征

张中英等^[7]、王学明^[8]、李思发^[9]对尼罗罗非鱼的形态都有比较详细的描述。它特有的特征是: 成鱼身体两侧有与体轴垂直的黑带9条; 背鳍、臀鳍及尾鳍上均有黑白相间的斑点, 在背、臀鳍上呈斜向排列; 尾鳍上的斑点呈线条状垂直排列, 在成鱼多达10余条。

尼罗罗非鱼、奥利亚罗非鱼与其杂交种的形态较难分辨, 李家乐等^[10]描述了三者之间形态上的主要差异, 并进一步推出了鉴别它们的较为简单的判别公式。尼罗罗非鱼各品系间的外部形态肉眼很难区分, 李思发等^[11]利用 χ^2 检验及多元分析等方法, 对“美国”、吉富、“埃及”、“78”和“85”各品系间的三类参数进行综合分析, 判别它们的形态差异, 达到较高的判别准确率。

2.2 生活习性

2.2.1 温度

尼罗罗非鱼的适温范围是16~42℃, 最适温度为24~32℃^[9]。长期在高温(30~36℃)下养殖的尼罗罗非鱼, 部分个体能游到46℃的水体中活动, 长期在低水温(16~22℃)下喂养, 部分个体可以在7℃的环境下短期生活, 6℃时尼罗罗非鱼群集水底, 5℃时全部死亡^[12]。

吴福煌和刘寒文^[13]试验过“85”品系尼罗罗非鱼的耐寒性, 结果表明其最低致死温度为5.5℃, 最低摄食温度11℃, 最低越冬温度13℃, 最低繁殖温度20~21℃。

李晨虹和李思发^[14]发现不同品系尼罗罗非鱼耐低温能力存在差异, 吉富品系死亡温度范围8.4~11℃, “78”品系是7.4~9.8℃, “85”品系是7.4~11℃; 对这三个品系半致死低温的研究表明, 吉富品系对低温的耐受力较弱, 而“78”与“85”二品系的半致死低温之间无显著差异。

很明显, 李晨虹和李思发^[14]得出的“85”品系和“78”品系的最低致死温度比吴福煌和刘寒文^[13]的“85”品系高1.9℃, 比方树森等^[12]的也高。从研究方法来看, 李晨虹等^[14]的结果比较可靠, 因为这个结果是在自然降温情况下获得的, 并且国内外有关尼罗罗非鱼的最低致死低温的研究结果与这个结果也很接近。

2.2.2 盐度

通常认为罗非鱼是由海水祖先演化而来的淡水鱼类, 因此许多罗非鱼都为广盐性种类。不过, 尼罗罗非鱼的耐盐性比较差, 能耐受盐度为20~23的咸水^[15]。

在盐度为1~20的咸水中, 经114天的饲养, 能将尼罗罗非鱼养成375~475g的规格^[16]。在盐度为8的盐碱池养殖尼罗罗非鱼生长很好, 成活率也较高^[17]。郑澄伟等^[18]在实验室水族箱条件下发现尼罗罗非鱼在海水和半咸水及淡水中的死亡率相同, 海水和半咸水中的生长快于淡水; 不过, 他们没有报道海水盐度, 所养殖的罗非鱼规格也很小(<30g)。但是, 从现有国内外的资料来看, 尚未发现能在海水中将尼罗罗非鱼养至成鱼规格^[19]。

不同品系尼罗罗非鱼的耐盐性也存在显著差异, 在我国现有养殖品系中以吉富品系的耐盐性最好^[20]; 李家乐和李思发^[21]还对吉富品系的96h半致死盐度(MLS-96)、平均成活时间(MST)及半数死亡时间(ST₅₀)进行了较为详细的研究。

2.2.3 溶解氧

尼罗罗非鱼对环境的适应能力很强, 在其它鱼类难以生存的含有大量有机物的水体中也能正常的生活、生长和繁殖; 在溶氧0.7mg·L⁻¹毫克的水体中, 仍能摄食^[9]。尼罗罗非鱼的耗氧率为0.068~0.251mg·g⁻¹·h⁻¹, 窒息点为0.07~0.33mgO₂·L⁻¹^[7, 22], 比四大家鱼的窒息点都低。

2.2.4 食性和营养

王天宇^[23]、何大仁等^[24]报道过尼罗罗非鱼的食性和摄饵活动, 王令玲和仇潜如^[25]对它的胚后发育, 胡玫和张中英^[26]对它的消化器官发育进行过研究。尼罗罗非鱼的胃较发达, 且其胃腺细胞是典型的泌酸细胞, 能分泌胃酸^[27], 高浓度的胃酸可使胃液的pH值小于2, 因此它能消化吸收其它鱼类不能利用的蓝藻门中的微囊藻, 并且吸收率可达45%以上; 它还有尖利弯曲的颌齿, 因此, 还能刮食附着的藻类, 取食丝状藻类^[28]。刘焕亮等^[29]和瞿宝香等^[30]研究过尼罗罗非鱼摄食器官形态和有关数量性状在胚后发育中的变化规律及其与摄食方式和食物组成的关系, 最后认为尼罗罗非鱼在6~15mm为吞食阶段, 15~20.2mm为吞食向滤食和捕食转化阶段, 21mm以上为滤食兼捕食阶段。

尼罗罗非鱼最大生长所需的可消化能量 DE 值为 $502\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, 饲料中可消化能量值最适含量为 $16.7\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ [31]。龙藏瑞和王国强 [32] 构建了一套全价性尼罗罗非鱼用高效饲料配方, 饲料系数在 1.7 以下。尼罗罗非鱼能够吸收游离氨基酸, 赖氨酸的含量为 1.59%、蛋氨酸低于 0.51% 对尼罗罗非鱼生长有利, 增加过量的氨基酸对其生长反而起压制作用 [33]。

倪寿文等 [34, 35] 的研究表明尼罗罗非鱼胃淀粉酶活性非常显著的比肝脏和肠的淀粉酶活性低, 尼罗罗非鱼肠淀粉酶活性比草鱼、鲤鱼及鲢鳙的要高。

尼罗罗非鱼具有从纤维素含量较高的水生生物中摄取营养的能力, 其饲料纤维素含量适宜范围为 5~20%, 最适量 14.14% [36]。廖朝兴等 [37] 在饲料中添加混合维生素, 发现对尼罗罗非鱼的生长、食欲及饲料效率都有显著影响, 比对照组平均增重率高 30% 左右, 饲料消耗低 25% 左右; 饲料中不添加混合维生素, 但与青饲料结合投喂也能起到与添加混合维生素相同的作用。尼罗罗非鱼对饲料中混合无机盐的需要量为 3%~5% [38], 对饲料中磷的最适需要量为 0.93%, 适宜范围是 0.54%~1.14%, 饲料中磷缺乏会引起饲料效率、试验鱼增长率和存活率的降低 [39]。苑福熙等 [40] 认为就我国饲料现状而言, 大部分饲料中不必添加大量胆碱。

2.3 生长

在淡水养殖条件下, 尼罗罗非鱼是现有养殖的罗非鱼中生长最快的一个种类。吴福煌等 [22, 41]、李思发 [9] 都报道过尼罗罗非鱼生长的标准参数。李家乐 [42] 在青岛温流水水泥池, 温度变化较小的情况下饲养尼罗罗非鱼 80 天 (由均重 1.7g 养到均重 40.5g), 结果表明其体重呈直线生长。

尼罗罗非鱼各品系间的生长也存在显著差异, 不管是苗种阶段, 还是成鱼阶段, 生长速度依次为: 吉富 > “85” > “78” > “美国” > “埃及” [41]。

尼罗罗非鱼品系不同, 其雌雄间的生长速度差异也有不同。李思发等 [43] 的研究结果表明, 雄鱼的生长速度和雌鱼相比, 吉富品系快 28.1%, “78”品系快 35.3%, “85”品系快 47.5%。

从生长速度和雌雄生长差异来看, 吉富品系是一个优良养殖新品种。

2.4 繁殖

尼罗罗非鱼 4 个月就达性成熟, 绝对繁殖率为 $(1\ 336 \pm 456)$ 粒, 相对繁殖率为 (10.5 ± 5.1) 粒 $\cdot \text{g}^{-1}$, 体重成熟系数为 $(2.2 \pm 1.3)\%$, 卵子比重 550.2 ± 200.0 , 卵径 (1.47 ± 0.46) mm [9]。王令玲等 [44] 观察到 35~50 日龄的尼罗罗非鱼, 精巢、卵巢中有两性细胞共存现象, 李家乐等 [45] 用甲基睾丸酮对吉富品系进行性逆转, 雄性率最高可达 100%。

一般认为尼罗罗非鱼精子头部有顶 [46], 但尤永隆和林丹军 [47] 的研究发现尼罗罗非鱼的精子头部没有顶。成熟的尼罗罗非鱼卵子有卵膜孔, 属于受精孔类型的卵子 [48]。黄永松 [49, 50] 描述了尼罗罗非鱼成熟卵的结构和精子入卵的过程, 并进一步观察到尼罗罗非鱼卵子动物极卵膜外方有一层附属膜, 对精子有引导作用。方展强 [51] 和方展强和何艾文 [52-54] 比较详细的研究过尼罗罗非鱼脑垂体的显微和超显微结构及腺垂体前叶的超微结构。富惠光等 [55] 经过试验表明, 棉籽饼(粉)内含的棉酚浓度不会影响尼罗罗非鱼的性腺正常发育和生殖机能。

尼罗罗非鱼和奥利亚罗非鱼在自然条件下能交配繁殖, 生产上利用尼罗罗非鱼雌鱼性染色体为 XX、奥利亚罗非鱼雄性染色体为 ZZ 的特点, 将他们杂交生产雄性率高的尼奥鱼, 这可避免尼罗罗非鱼性成熟早而造成的过度繁殖的现象, 又可利用它们的杂种优势, 达到大幅度提高罗非鱼养殖产量的目的 [56]。尼罗罗非鱼品系不同, 与奥利亚罗非鱼杂交后代的生长率、雄性率、成活率也不同, 李家乐等 [6] 的研究表明, 以吉富品系与奥利亚罗非鱼的杂交组合养殖效果最佳。

2.5 生理

尼罗罗非鱼血红球数(RBC)、血红蛋白量(Hb)、Fe 含量在 15~35℃ 范围内随水温升高而升高, 保存尼罗罗非鱼种较佳温度为 28~32℃ [57]。林光华和张丰旺 [58] 报道过池养尼罗罗非鱼九项血液指标的正常值及这些值在雌雄个体上的差异和繁殖季节前后的变化规律。尼罗罗非鱼的大部分生化成份存在雌雄差异和品系差异, 吉富品系的血清 α -淀粉酶、血清总蛋白、球蛋白含量、谷草转氨酶及尿素等指数较高, “78”品系的这些指标较低, 吉富品系的高生长率似乎与这些生理成分的高含量有关 [1]。

①Li S F, Shen H, Zhou Z J. Strain specific and sex specific variation of serum biochemical components of *Oreochromis niloticus*.

2.6 病害防治

王肇赣和徐伯亥^[59]从患有腐皮病的尼罗罗非鱼中分离到一种细菌,认为是 I 型嗜水产气单胞菌嗜水亚种。孙其焕等^[60]发现上海郊区工厂化养殖尼罗罗非鱼较普遍发生的一种溃烂病,其病原也是嗜水产气单胞菌嗜水亚种,采用呋喃唑酮及链霉素获得较好的效果;蔡完其和黄琪琰^[61]对尼罗罗非鱼溃烂病的病理进行了深入研究。刘秀珍等^[62]从患有尾鳍腐烂病的海水养殖尼罗罗非鱼中分离出病原菌,经鉴定为嗜水产气单胞菌无气亚种。在我国大陆水库网箱养殖尼罗罗非鱼过程中还发生过爆发性流行病,其病原为 G-链球菌^[63],急性感染以败血症病变为特征,眼球的病变是该病的特征性病变^[64]。张永嘉^[65]曾发现尼罗罗非鱼肝细胞异常增生,通过研究后认为可能是黄曲霉菌引起。尼罗罗非鱼越冬时,因为温度较低,会发生大面积车轮虫病,应用 45% 代森铵治疗,能很快治愈^[66]。

2.7 遗传

尼罗罗非鱼的 $2n=44$,其核型可分为 3 组,SM 组 4 对,ST 组 17 对,T 组 1 对^[9,67-69]。它的线粒体基因组大小约为 16.83kb,在 PVU II 的酶切位点产生了多态片段,可作为其鉴别的分子遗传标记^[70]。

尼罗罗非鱼和加里略罗非鱼在乳酸脱氢酶和脂酶同工酶二个酶存在着差异^[71];利用 LDH 同工酶的 F 基因和 MDH 同工酶 A、B、C、D 基因作为遗传标志,能将尼罗罗非鱼与其亲缘相近的莫桑比克罗非鱼和加利略罗非鱼分开^[72];利用血清蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳可区分尼罗罗非鱼、莫桑比克罗非鱼及其杂交种福寿鱼^[73];尼罗罗非鱼和红罗非鱼的乳酸脱氢酶同工酶也存在着一定的差异,但不明显^[74]。李生武等^[75]用聚丙烯酰胺凝胶平板电泳方法,研究尼罗罗非鱼、奥利亚罗非鱼及其杂种 F1 的血清、肝脏、肌肉组织的 EST 同工酶表明,二种罗非鱼有其特定的酶谱,杂种 F1 的酶谱中出现了双亲所没有的“新杂种酶带”和双亲的“互补酶带”。

尼罗罗非鱼各品系间也存在遗传差异。赵金良等^[76]分析了吉富、“埃及”、“78”、“85”及“美国”五个品系尼罗罗非鱼的生化遗传特征;结果表明,不同品系尼罗罗非鱼在肝脏 EST 同工酶的表型上有明显差异,EST-2 谱带为吉富和“埃及”二品系所特有,可作为与其他品系尼罗罗非鱼区分的遗传标志。吕国庆和李思发^[2]对“78”、“85”、“埃及”和吉富等四品系尼罗罗非鱼的 mtDNA ND5/6 基因进行了 6 种酶的限制性片段长度多态(RFLP)分析;结果表明,不同品系间存在着显著的遗传差异;在系统发生上,“85”品系和“埃及”品系遗传关系最近,“78”品系同其他三品系的关系最远。

由于罗非鱼类种与种之间能自然交配繁殖,所以如果对尼罗罗非鱼保种不当,就会造成它的品种混杂;李思发和蔡完其^[77]通过同工酶电泳分析的结果表明,南京罗非鱼场的“78”品系尼罗罗非鱼养殖群体中存在着遗传渐渗问题。我国七、八十年代引进的尼罗罗非鱼,其基础群体较小,造成近亲繁殖,所以种质退化问题比较突出^[4]。但是,从 1994 年以来,随着大批量引进吉富品系尼罗罗非鱼良种,特别是 1998 年从原产地大批量引进尼罗罗非鱼埃及原种,混杂、退化等问题有望得到根本解决。

参考文献:

- [1] 李思发. 中国大陆罗非鱼养殖业发展对策[J]. 中国渔业经济研究, 1999, 1: 13- 15.
- [2] 张中英, 吴福煌, 仇潜如, 等. 对引进尼罗罗非鱼的分类鉴定[J]. 淡水渔业, 1979, 9: 2- 6.
- [3] 吴福煌, 刘寒文, 车 啸, 等. 浅议尼罗罗非鱼种质资源及其保护[J]. 淡水渔业, 1998, 28(2): 12- 14.
- [4] 李思发, 李晨虹, 李家乐, 等. 尼罗罗非鱼五品系生长性能评估[J]. 水产学报, 1998, 22(4): 1- 8.
- [5] 潘炯华, 梁淡如. 几种罗非鱼的含肉率及鱼肉、血液生化分析(摘要)[J]. 淡水渔业, 1983, 6: 23, 28.
- [6] 李家乐, 李晨虹, 李思发, 等. 不同组合尼罗罗非鱼(♀)× 奥利亚罗非鱼(♂)养殖性能评估[J]. 上海水产大学学报, 1997, 6(2): 96- 101.
- [7] 张中英, 胡 玫, 吴福煌. 尼罗罗非鱼耗养率的初步研究[J]. 水产学报, 1982, 6(4): 369- 378.
- [8] 王学明. 罗非鱼养殖[M]. 北京: 科学技术出版社, 1995. 5- 13.
- [9] 李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998. 169- 174.
- [10] 李家乐, 李思发, 李 勇, 等. 尼罗罗非鱼(♀)× 奥利亚罗非鱼(♂)同其亲本的形态和判别[J]. 水产学报, 1999, 23(3): 261- 265.
- [11] 李思发, 李晨虹, 李家乐. 尼罗罗非鱼品系间形态差异分析[J]. 动物学报, 1998, 44(4): 450- 457.
- [12] 方树森, 苏改珍, 李 强. 温差对尼罗罗非鱼养殖的危害[J]. 淡水渔业, 1988, 2: 24- 25.
- [13] 吴福煌, 刘寒文. 尼罗罗非鱼抗寒性状若干指标初探[J]. 淡水渔业, 1997, 27(5): 14- 18.

- [14] 李晨虹, 李思发. 不同品系尼罗罗非鱼致死低温的研究[J]. 水产科技情报, 1996, 23(5): 195-198, 203.
- [15] 仇潜如, 张中英, 吴福煌, 等. 尼罗罗非鱼的生物学及其饲养. 淡水渔业, 1979, 12: 11-14.
- [16] 甄斐文, 张伟贤. 广西海水养殖尼罗罗非鱼获得成功[J]. 淡水渔业, 1981, 3: 45.
- [17] 李其才, 岳永生, 宋憬愚, 等. 罗氏沼虾、尼罗罗非鱼在盐碱地池塘混养试验[J]. 水利渔业, 1996, 5: 41-43.
- [18] 郑澄伟, 王军, 徐恭昭, 等. 罗非鱼在不同盐度水体中的生长繁殖和鱼肉粗蛋白与氨基酸含量的比较[J]. 水产学报, 1987, 11(4): 347-350.
- [19] 李家乐, 李思发. 罗非鱼耐盐性研究进展[J]. 中国水产科学, 1999, 6(3): 81-84.
- [20] 李家乐, 李思发, 韩风进. 罗非鱼五个品系耐盐性的比较研究[J]. 水产科技情报, 1999, 26(1): 3-6.
- [21] 李家乐, 李思发. 吉富品系尼罗罗非鱼耐盐性研究[J]. 浙江海洋学院学报, 1999, 18(2): 107-111.
- [22] 吴福煌, 仇潜如, 王令玲, 等. 尼罗罗非鱼的基础生物学研究[A]. 仇潜如, 等著: 主要淡水养殖鱼类种质研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991. 209-221.
- [23] 王天宇. 尼罗罗非鱼的食性观察[J]. 淡水渔业, 1981, 2: 47-48.
- [24] 何大仁, 刘理东, 郑微云. 影响尼罗罗非鱼视觉运动反应的因素[J]. 水生生物学报, 1987, 11(3): 255-267.
- [25] 王令玲, 仇潜如. 尼罗罗非鱼胚胎及胚后发育的观察[J]. 动物学报, 1981, 27(4): 327-336.
- [26] 胡玫, 张中英. 尼罗罗非鱼仔鱼、稚鱼和幼鱼消化系统发育及其食性的研究[J]. 水产学报, 1983, 7(3): 207-217.
- [27] 王福明, 王文. 几种淡水鱼的胃腺细胞显微与超显微结构的研究[J]. 水生生物学报, 1989, 13(4): 334-339.
- [28] 吉滨河, 周路, 曾纪财. 尼罗罗非鱼胃酸的PH值周日变化及其在消化蓝藻中的作用[J]. 湛江水产学院学报, 1989, 9(1/2): 30-40.
- [29] 刘焕亮, 丁守河, 杨云龙, 等. 尼罗罗非鱼摄食器官胚后发育生物学[J]. 水产学报, 1994, 18(1): 8-17.
- [30] 瞿宝香, 丁守河, 白河. 尼罗罗非鱼摄食器官胚后发育的组织学研究[J]. 水产学报, 1997, 21(4): 353-359.
- [31] 雍文岳. 尼罗罗非鱼营养需要量[J]. 淡水渔业, 1994, 5: 22-24.
- [32] 龙藏瑞, 王国强. 尼罗罗非鱼全价饲料养殖效果评价[J]. 河南水产, 1995, 4: 27-28.
- [33] 杨青松. 尼罗罗非鱼饲料赖氨酸和蛋氨酸需求量的探讨[J]. 福建水产, 1992, 1: 67-70, 79.
- [34] 倪寿文, 桂远明, 刘焕亮. 草鱼、鲤鱼、鲢、鳙和尼罗罗非鱼脂肪酶活性的比较研究[J]. 大连水产学院学报, 1990, 5(3/4): 19-24.
- [35] 倪寿文, 桂远明, 刘焕亮. 草鱼、鲤鱼、鲢、鳙和尼罗罗非鱼淀粉酶的比较研究[J]. 大连水产学院学报, 1992, 7(1): 24-31.
- [36] 廖朝兴, 黄忠志, 雍文岳, 等. 饲料中纤维素含量对尼罗罗非鱼生长及饲料利用的影响[J]. 淡水渔业, 1985, 3: 5-7, 4.
- [37] 廖朝兴, 吴达辉, 游文章. 饲料中添加维生素对尼罗罗非鱼生长的影响[J]. 淡水渔业, 1992, 1: 13.
- [38] 吴达辉, 廖朝兴, 黄忠志, 等. 饲料中混合无机盐含量对尼罗罗非鱼生长的影响[J]. 淡水渔业, 1989, 3: 35-37.
- [39] 曹经晔, 黄忠志, 廖朝兴, 等. 尼罗罗非鱼饲料中磷的需要量[J]. 淡水渔业, 1987, 4: 5-8.
- [40] 苑福熙, 曾可为, 林育敏, 等. 氯化胆碱对尼罗罗非鱼生长影响的对比试验[J]. 淡水渔业, 1989, 4: 14-16.
- [41] 吴福煌, 刘寒文, 邹世平. 尼罗罗非鱼的生长与繁殖力的标准参数测定. 淡水渔业, 1991, 1: 23-26.
- [42] 李家乐. 不同罗非鱼养殖性能评估[D]. 上海水产大学图书馆: 青岛海洋大学博士论文, 1997.
- [43] 李思发, 李家乐, 李晨虹, 等. 尼罗罗非鱼吉富品系养殖推广中试研究[J]. 水产科技情报, 1997, 24(6): 257-262.
- [44] 王令玲, 仇潜如, 吴福煌. 尼罗罗非鱼性腺发育的研究[J]. 淡水渔业, 1986, 2: 1-4, 40.
- [45] 李家乐, 李思发, 韩风进. 甲基睾丸酮诱导吉富品系尼罗罗非鱼雄性的研究[J]. 水产学报, 1997, 21(增刊): 107-110.
- [46] 刘筠, 刘国安, 陈淑群. 尼罗罗非鱼性腺发育的研究[J]. 水生生物学集刊, 1983, 8(1): 17-32.
- [47] 尤永隆, 林丹军. 尼罗罗非鱼精子形成中核内囊泡的释放[J]. 动物学报, 1998, 44(3): 257-263.
- [48] 蓝厚珍, 曲漱蕙, 陈艳卿, 等. 尼罗罗非鱼卵子结构扫描电镜观察[J]. 动物学报, 1989, 35(1): 107-108.
- [49] 黄永松. 尼罗罗非鱼成熟卵结构及精子入卵早期的电镜观察[J]. 动物学报, 1990, 36(3): 227-230.
- [50] 黄永松. 尼罗罗非鱼卵母细胞受精细胞学研究[J]. 动物学报, 1993, 39(1): 19-22.
- [51] 方展强. 某些环境因子对罗非鱼脑垂体催乳激素分泌细胞活动的影响[J]. 海洋与湖沼, 1991, 22(3): 221-225.
- [52] 方展强, 何艾文. 尼罗罗非鱼腺垂体的显微和超显微结构[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 1990, 2: 113-118.
- [53] 方展强, 何艾文. 尼罗罗非鱼神经垂体的超微结构研究[J]. 动物学报, 1990, 36(4): 352-359.
- [54] 方展强, 何艾文. 罗非鱼脑垂体结构研究·I 腺垂体前叶的超微结构[J]. 水生生物学报, 1993, 17(3): 252-257.
- [55] 富惠光, 叶继丹, 卢彤岩. 棉酚对尼罗罗非鱼生殖机能影响的研究[J]. 中国水产科学, 1995, 2(3): 36-41.
- [56] 王楚松, 夏德全, 胡玫, 等. 奥尼鱼杂种优势利用的研究[J]. 淡水渔业, 1989, 13(6): 14-15.
- [57] 张贤刚. 水温对尼罗罗非鱼几种血液学指标影响的初步研究[J]. 淡水渔业, 1991, 2: 15-17.
- [58] 林光华, 张丰旺. 尼罗罗非鱼血液研究[J]. 江西大学学报(自然科学版), 1992, 16(2): 103-107.
- [59] 王肇麟, 徐伯亥. 尼罗罗非鱼腐皮病致病菌的研究[J]. 水产学报, 1985, 9(3): 217-221.
- [60] 孙其焕, 黄琪琰, 蔡其其. 尼罗罗非鱼溃烂病的病理研究及防治[J]. 淡水渔业, 1986, 5: 8-12.

- [61] 蔡完其, 黄琪琰. 尼罗罗非鱼溃烂病的病理研究[J]. 水产学报, 1986, 10(3): 261- 271.
- [62] 刘秀珍, 邹晓理, 黄小燕. 海水养殖尼罗罗非鱼尾鳍腐烂病的病原菌性状[J]. 热带海洋, 1993, 12(1): 101- 103.
- [63] 王振龙, 柴家前, 张庆新. 尼罗罗非鱼爆发性流行病原的初步研究[J]. 水利渔业, 1996, 2: 25- 27.
- [64] 王振龙, 刘思当, 柴家前. 尼罗罗非鱼瞎眼病的病理研究[J]. 水利渔业, 1996, 6: 24- 25.
- [65] 张永嘉. 尼罗罗非鱼肝癌的病理组织学研究[J]. 水产学报, 1990, 14(3): 256- 259.
- [66] 万松良. 代森铵治愈尼罗罗非鱼车轮虫病一例[J]. 淡水渔业, 1985, 4: 19.
- [67] 陈敏容, 陈宏溪. 三种罗非鱼染色体组型的比较研究[J]. 遗传学报, 1983, 10(1): 56- 62.
- [68] 王蕊芳, 马 昆, 施立明, 等. 尼罗罗非鱼染色体的 C 带、Ag 带和减数分裂联会复合体的研究[J]. 动物学研究, 1990, 11(4): 349- 354.
- [69] 刘雅娟, 余其兴. 六种鱼的精母细胞联会复合体的电镜观察[J]. 遗传学报, 1991, 18(5): 407- 414.
- [70] 曹 莹, 夏德全. 尼罗非鲫和奥利亚非鲫线粒体 DNA 遗传差异的研究[J]. 水产学报, 1997, 21(4): 360- 365.
- [71] 易健华, 曾治义, 郝广勤. 罗非鱼和鲢鱼乳酸脱氢酶及脂酶同工酶的电泳研究[J]. 淡水渔业, 1982, 6: 22- 25.
- [72] 杨兴琪, 邓初夏, 陈宏溪. 几种罗非鱼乳酸脱氢酶和苹果酸脱氢酶同工酶的电泳研究[J]. 遗传学报, 1984, 11(2): 132- 140.
- [73] 刘荣臻, 王 浩, 陈洁平. 两种罗非鱼及其杂交种血清蛋白的聚丙烯酰胺凝胶电泳分离及其雌性特异蛋白[J]. 水产学报, 1985, 9(3): 265- 273.
- [74] 白俊杰, 马仲波. 红尼罗罗非鱼和尼罗罗非鱼乳酸脱氢酶同工酶的分析比较[J]. 淡水渔业, 1987, 4: 35- 36.
- [75] 李生武, 雷逢玉, 田习初. 尼罗罗非鱼(♀)、奥利亚罗非鱼(♂)及其杂种(F1)酯酶(EST)同工酶的研究[J]. 淡水渔业, 1988, 3: 22- 24.
- [76] 赵金良, 李思发, 李晨虹, 等. 吉富等五品系尼罗罗非鱼生化遗传标志[J]. 上海水产大学学报, 1997, 6(3): 166- 171.
- [77] 李思发, 蔡完其. 我国尼罗罗非鱼和奥利亚罗非鱼养殖群体的遗传渐渗[J]. 水产学报, 1995, 19(2): 105- 111.