

文章编号: 1004 - 7271(2005)03 - 0327 - 05

·研究简报·

## 吉富品系尼罗罗非鱼选育 F<sub>6</sub> - F<sub>8</sub> 生长改良效果

### Selective effects of growth from 6th to 8th generation of GIFT strain *Oreochromis niloticus*

胡国成<sup>1</sup>, 李思发<sup>1</sup>, 何学军<sup>1</sup>, 邓效伟<sup>2</sup>, 周培勇<sup>2</sup>

(1 上海水产大学, 农业部水产种质资源与养殖生态重点开放实验室, 上海 200090;

2. 国家级青岛罗非鱼良种场, 山东 胶州 266317)

HU Guo-cheng<sup>1</sup>, LI Si-fa<sup>1</sup>, HE Xue-jun<sup>1</sup>, DENG Xiao-wei<sup>2</sup>, ZHOU Pei-yong<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecosystem Certificated by the Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. National Qingdao Tilapia Seed Farm, Jiaozhou 266317, China)

关键词: 尼罗罗非鱼; 吉富品系; 选择; 生长

Key words: *Oreochromis niloticus*; GIFT strain; selection; growth

中图分类号: S 917 文献标识码: A

吉富品系尼罗罗非鱼于 1994 年从菲律宾引进, 1996 年被农业部审定良种<sup>[1,2]</sup>。为进一步提纯复壮, 从 1996 年起, 以其为基础群体, 在青岛、蚌埠和广州 3 个试验场进行系统选育<sup>[3-5]</sup>。本文报道 2004 年在青岛试验场对其 F<sub>8</sub>、F<sub>7</sub> 及 F<sub>6</sub> 在生长性能方面所作的比较结果。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

1996 年底, 挑选体型标准、健康的雌鱼 455 尾和雄鱼 233 尾建立选育基础群体。本试验所用的亲本 F<sub>5</sub>、F<sub>6</sub>、及 F<sub>7</sub> 均来自选育基础群体。子代 F<sub>6</sub> 来自吉富品系尼罗罗非鱼系统选育 F<sub>5</sub> 自繁的随机群体; 子代 F<sub>7</sub> 来自吉富品系尼罗罗非鱼系统选育 F<sub>6</sub> 自繁的随机群体; 子代 F<sub>8</sub> 来自吉富品系尼罗罗非鱼系统选育 F<sub>7</sub> 自繁的随机群体。

### 1.2 试验方法

2004 年 4 月中旬将 F<sub>5</sub>、F<sub>6</sub> 及 F<sub>7</sub> 亲鱼分别在育种室水泥池中(14 m<sup>3</sup>) 配组, 雌雄比例为 3:1。F<sub>5</sub>、F<sub>6</sub>、F<sub>7</sub> 雌鱼的体重范围分别是 1.36 ~ 2.19 kg、1.01 ~ 2.55 kg、0.46 ~ 0.73 kg; 雄鱼的体重范围分别是 2.43 ~ 3.83 kg、1.93 ~ 3.10 kg、0.70 ~ 0.88 kg。5 月中旬出苗, 为 F<sub>6</sub>、F<sub>7</sub> 及 F<sub>8</sub>, 及时捞出分别在相同面积(10 m<sup>3</sup>)

收稿日期: 2004-09-22

基金项目: 国家“十五”攻关项目子专题(科 02-04)

作者简介: 胡国成(1978-), 男, 河北承德人, 硕士研究生, 专业方向为水产动物种质资源与种苗工程。E-mail: gchu@stmail.shfu.edu.cn

cn

作者简介: 李思发(1938-), 男, 江苏镇江人, 上海水产大学首席教授, 博士生导师, 主要从事水产动物种质资源研究。E-mail: sfl@shfu.edu.cn

的水泥池中培育,体重约1 g时开始生长试验。本试验从2004年6月12日至11月4日,共145 d。生长比较试验设在圆形温流水循环池(直径8 m,水深1.2~1.8 m,60 m<sup>3</sup>)。

试验鱼随机取样,分别剪鳍标志,采用完全随机分组设计,同池混养,3个重复。每个重复中放养各代鱼各400尾。试验鱼初始规格见表1。每4周取样测量1次,每次每池每代随机抽样各测量100尾,测量后放回原池继续饲养。试验用饲料(蛋白质含量36%左右)由国家级青岛罗非鱼良种场饲料公司提供,每日投喂4次(8:30、11:00、14:00、16:30),投饲量为鱼体的3%~5%,以后根据鱼的生长情况逐渐改变投饲量。试验期间没有发现因鱼病造成大量死鱼现象。试验期间,试验池的水化状况基本一致,水温为28~32℃,溶氧5 mg/L左右,pH 7.5。

### 1.3 数据处理和分析

按下式计算增长率<sup>[6]</sup>:

$$\text{绝对增重率 (AGR}_w, \text{g/d)} = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1);$$

$$\text{瞬时增重率 (IGR}_w, \text{\%/d)} = [(\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)] \times 100$$

式中, $W_1$ 、 $W_2$ 分别为 $t_1$ 与 $t_2$ 时的体重。

试验数据用SPSS11.0软件进行统计分析。使用方差分析和LSD多重比较方法<sup>[7]</sup>比较各选育世代的绝对增重率和瞬时增重率的差异。试验结束时的体重值用离差分析法<sup>[8]</sup>进行比较,即先求出所有试验鱼的总平均值,然后将每种试验鱼的平均体重减去这一总平均值,得离差值,再用各自的离差值对总平均值作离差分析图。

## 2 试验结果

### 2.1 生长速度

经过145 d的饲养, $F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$ 一龄鱼的平均体重达到176.3~281.8 g。 $F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$ 在试验结束时的绝对增重率和瞬时增重率如表1所示。 $F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$ 的体重的平均增长速度分别为1.19 g/d、1.68 g/d、1.92 g/d, $F_8$ 比 $F_7$ 高14.3%,比 $F_6$ 高61.3%(表1),差异显著( $P < 0.05$ )。同时,试验期间每个阶段的绝对增重率和瞬时增重率的大小顺序都是 $F_8 > F_7 > F_6$ 。 $F_6$ 与 $F_8$ 之间的瞬时增重率差异显著( $P < 0.05$ ), $F_6$ 与 $F_7$ 、 $F_7$ 与 $F_8$ 之间的瞬时增重率差异不显著( $P > 0.05$ ),如表1所示。试验开始的30 d, $F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$ 的生长速度差异并不明显,30 d以后, $F_8$ 的生长速度逐渐加快。

表1 吉富品系尼罗罗非鱼 $F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$ 生长速度比较

Tab.1 Comparison of growth rate among  $F_6$ ,  $F_7$ ,  $F_8$  of GIFT strain Nile tilapia (145 d)

|               | $F_6$                    | $F_7$                    | $F_8$                    |
|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 初始体重(g)       | 0.97                     | 1.01                     | 0.99                     |
| 实验末重(g)       |                          |                          |                          |
| (平均值±标准差)     | 173.4 <sup>a</sup> ±48.7 | 244.4 <sup>b</sup> ±63.1 | 279.5 <sup>c</sup> ±61.2 |
| 绝对增重率(g/d)    | 1.19                     | 1.68                     | 1.92                     |
| 瞬时增重率(%/d)    | 3.58                     | 3.79                     | 3.89                     |
| $F_8/F_7$ (%) |                          | 114.3                    |                          |
| $F_8/F_6$ (%) |                          | 161.3                    |                          |
| $F_7/F_6$ (%) |                          | 141.2                    |                          |
| 体重变异系数(%)     | 28.1                     | 25.8                     | 21.9                     |
| $F_8/F_7$ (%) |                          | 84.9                     |                          |
| $F_8/F_6$ (%) |                          | 77.9                     |                          |
| $F_7/F_6$ (%) |                          | 91.8                     |                          |

### 2.2 体重变异系数

$F_8$ 的体重变异系数比 $F_7$ 降低了15.1%,比 $F_6$ 降低了22.1%(表1); $F_8$ 雌鱼的体重变异系数比 $F_7$

雌鱼降低了 12.6%, 比  $F_6$  雌鱼降低了 15.8%,  $F_7$  雌鱼的体重变异系数比  $F_6$  雌鱼降低了 3.6%;  $F_8$  的雄鱼的体重变异系数比  $F_7$  雄鱼降低了 28.4%, 比  $F_6$  雄鱼降低了 37.9%,  $F_7$  雄鱼的体重变异系数比  $F_6$  雄鱼降低了 13.2% (表 2)。通过  $F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$  体重变异系数的比较,  $F_8$  的体重变异程度比  $F_6$ 、 $F_7$  的体重变异程度小, 而  $F_7$  的体重变异程度又比  $F_6$  的小, 说明经过多代持续选育, 选育群体个体间生长速度更加趋于一致。

表 2 吉富品系尼罗罗非鱼  $F_6$ 、 $F_7$  与  $F_8$  生长速度比较

Tab.2 Comparison of growth rate among  $F_6$ ,  $F_7$ ,  $F_8$  GIFT strain Nile tilapia

|               | $F_6$ (♀)    | $F_7$ (♀)    | $F_8$ (♀)    | $F_6$ (♂)    | $F_7$ (♂)    | $F_8$ (♂)    |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 初始体重(g)       | 0.97         | 1.01         | 0.99         | 0.97         | 1.01         | 0.99         |
| 实验末重(g)       |              |              |              |              |              |              |
| (平均值 ± 标准差)   | 157.5 ± 34.9 | 213.7 ± 45.7 | 239.2 ± 44.6 | 198.4 ± 46.6 | 279.5 ± 57.0 | 318.5 ± 46.5 |
| 绝对增重率(g/d)    | 1.08         | 1.47         | 1.64         | 1.36         | 1.92         | 2.19         |
| 瞬时增重率(%/d)    | 3.51         | 3.69         | 3.78         | 3.67         | 3.88         | 3.98         |
| $F_8/F_7$ (%) |              | 111.6        |              |              | 114.0        |              |
| $F_8/F_6$ (%) |              | 151.9        |              |              | 160.8        |              |
| $F_7/F_6$ (%) |              | 136.1        |              |              | 141.1        |              |
| 体重变异系数(%)     | 22.2         | 21.4         | 18.7         | 23.5         | 20.4         | 14.6         |
| $F_8/F_7$ (%) |              | 87.4         |              |              | 71.6         |              |
| $F_8/F_6$ (%) |              | 84.2         |              |              | 62.1         |              |
| $F_7/F_6$ (%) |              | 96.4         |              |              | 86.8         |              |

### 2.3 离差分析

试验结束时  $F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$  3 个试验池平均体重的离差(图 1)。它清楚地表明  $F_8$  的生长速度显著地优于  $F_6$ 、 $F_7$ 。

### 2.4 雌雄生长差异

$F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$  雌雄生长差异如表 2 所示。试验结束时,  $F_8$  雄鱼平均体重比雌鱼大 33.2%,  $F_7$  雄鱼比雌鱼大 30.8%,  $F_6$  雄鱼比雌鱼大 26.0%, 雌雄间差异均极显著( $p < 0.01$ )。其中  $F_8$  雄鱼平均日增重比  $F_7$  雄鱼提高了 14.0%, 比  $F_6$  雄鱼提高了 60.8%;  $F_8$  雌鱼平均日增重比  $F_7$  雌鱼提高了 11.6%, 比  $F_6$  雌鱼提高了 51.9%。

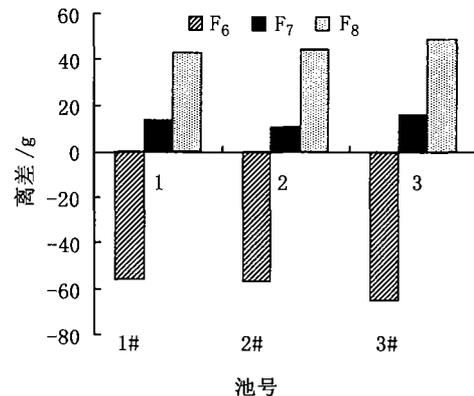


图 1 吉富品系尼罗罗非鱼  $F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$  体重的离差图

Fig.1 Residuals of body weight of  $F_6$ ,  $F_7$ ,  $F_8$  GIFT strain Nile tilapia

## 3 讨论

### 3.1 生长性能的改良效果

选择育种是人们利用生物固有的遗传变异性, 选留优秀的个体作为繁殖群体, 即打破天然繁殖的随机性, 为性状优良的个体提供交配机会, 阻止或抑制性状较差的个体参加交配。一个物种经过科学选育, 其遗传变异可能得到加强, 多代选育可使有利于生产的变异逐步积累, 并有可能最终稳定下来, 形成新的品系。一般情况下, 鱼类要经过 6 代以上连续选育, 才能达到这个目标。兴国红鲤经过连续 6 代的选育, 生长速度提高 12.7%<sup>[9]</sup>; 荷包红鲤经过连续 10 年的选育, 获得了性状遗传较稳定的子 6 代<sup>[10]</sup>; 彭泽鲫经过 7 年 6 代的系统选育, 生长速度提高 53.2%<sup>[11]</sup>。美国道纳尔逊超级虹鳟、挪威的大西洋鲑及原苏联的罗普莎鲤也都是这方面的成功例子<sup>[12]</sup>。

吉富品系尼罗罗非鱼是种内群体间杂交、综合选育出的良种<sup>[13]</sup>,1994年上海水产大学从菲律宾引进后,1996年开始选育,2004年5月产生 $F_8$ ,逐代跟踪比较试验表明, $F_3$ 、 $F_5$ 、 $F_6$ 的平均日增重比对照系分别提高了14.1%、18.6%、29.5%; $F_6$ 比 $F_5$ 提高了2.5%<sup>[3-5]</sup>。

本次试验是以往试验的延续,主要是观测 $F_8$ 的生长优势。 $F_8$ 的生长速度(1.92 g/d)比 $F_7$ (1.68 g/d)和 $F_6$ (1.19 g/d)分别高出14.4%、61.5%;在体重变异系数方面, $F_8$ 的体重变异系数小于 $F_7$ 和 $F_6$ ,表明规格更趋整齐。

### 3.2 亲鱼大小对子代生长差异的影响

本试验中亲本 $F_5$ 、 $F_6$ 、 $F_7$ 雌鱼的体重范围分别是1.36~2.19 kg、1.01~2.55 kg、0.46~0.73 kg; $F_5$ 、 $F_6$ 、 $F_7$ 雄鱼的体重范围分别是2.43~3.83 kg、1.93~3.10 kg、0.70~0.88 kg。原因是他们的年龄分别是4、3及2年。按照一般常识,亲鱼大小会影响子代的生长,即个体较大的亲鱼所产生的卵子也较大,孵出的鱼苗也较大,生长可能较快;否则反之。由于罗非鱼性腺发育不同步,分批产卵,在群体产卵的环境里,我们没有得到亲鱼大小与初孵仔鱼大小的关系公式或曲线,难以评估亲鱼大小对后代生长差异的影响到底有多大,这是需要在今后的研究中注意补充的。但在此次试验中,我们力求试验鱼初始体重相似,以减少初始体重对以后生长的影响。试验最后结果显示生长速度快慢顺序是 $F_8 > F_7 > F_6$ (表1)。其原因,一种可能是上述亲本大小与子代生长速度可能成反比的情况并未显现;二是影响虽有,但不大,而逐代选育所产生的生长优势远大于亲鱼大小的影响。我们以为第二种情况的可能性较大。这越发确认了选育的可观潜力。

### 3.3 选育的性别效应

许多鱼类雌性和雄性个体的生长方式不一致,表现在体型、大小和增长率方面存在明显差别。多数鱼类雌性个体比雄性大,Wohlfarth等<sup>[14]</sup>的研究:雌性鲤的生长速度要比雄性快15%。但罗非鱼恰恰相反。尼罗罗非鱼雄鱼的生长速度比雌鱼快得多,其主要原因是雌鱼繁殖周期短,摄取的外源营养物质的相当部分转化为性腺发育;口孵行为也影响摄食。李思发等<sup>[2]</sup>对1994年引进的吉富品系尼罗罗非鱼的子代研究表明:雄鱼的生长速度比雌鱼快28.1%、本试验中 $F_6$ 、 $F_7$ 、 $F_8$ 雌雄间生长差异分别高达25.9%、30.6%、33.5%。这一现象启示我们,在选育过程中,选择效应可能存在性别差异。

本试验中, $F_8$ 和 $F_6$ 相比,在平均日增重方面,雄鱼提高了60.8%,雌鱼提高了51.9%。此前赵金良等<sup>[5]</sup>曾报道, $F_6$ 和对照组(不加选育的后代)相比,雄鱼平均日增重率提高了31.4%,而雌鱼仅提高了18.4%。这说明尼罗罗非鱼雄鱼在生长性能方面有较大的选择效应。其遗传方面的机理尚待探讨。目前看来,雌雄鱼的不同选择效应同选择强度应有一定关系。吉富品系尼罗罗非鱼的选育技术路线是,从鱼苗到亲鱼要经过4次选择,第1次在50日龄,选择率60%,第2次在100日龄,选择率50%,这两次选择主要按生长速度去小留大、去弱留强,但由于雄鱼生长速度快于雌鱼,加之此时鱼体尚小,不便区分雌雄,所以不可避免地出现了选留的雄鱼略多于雌鱼的情况;第3次选择在6月龄(性成熟前),选择率50%,第4次选择在10月龄(配组繁殖前),选择率50%,这两次选择时,雌雄鱼已能分准确判别,故分别选择。为了节约繁育群体的管理成本,把繁殖群体的雌雄比调整到3:1。通过4次选择,总选择率约为6%,由于雌鱼的选择强度远低于雄鱼,只有雄鱼的1/3~1/4,即雄鱼的选择强度比雌鱼大4倍。众所周知,在选择育种过程中,选择效应的大小依赖于选择强度、遗传力和群体的变异性3个参数<sup>[13]</sup>。所以,本试验中对雄鱼实施较高的选择强度,可能是其选择效应较高的原因之一。

#### 参考文献:

- [1] 李思发. 吉富品系尼罗罗非鱼引进史[J]. 中国水产, 2001, 10: 52-53.
- [2] 李思发, 李晨虹, 李家乐. 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.
- [3] 李思发, 李晨虹, 李家乐, 等. 尼罗罗非鱼选育三代效果评价[J]. 上海水产大学学报, 2001, 10(4): 289-292.
- [4] Li S F, He X J, Han F J, et al. Third-fifth generation selective evaluation of GIFT strain Nile tilapia[A]. Beijing: World Aquaculture, 2002. 410.

- [5] 赵金良, 李思发, 何学军, 等. 吉富品系尼罗罗非鱼选育  $F_6$  评估[J]. 上海水产大学学报, 2003, 12(3): 201 - 204.
- [6] 李思发. 淡水鱼类种群生态学[M]. 北京: 农业出版社, 1990. 25 - 28.
- [7] 明道绪. 生物统计附试验设计[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001. 94 - 95.
- [8] 李思发, 李晨虹, 李家乐. 尼罗罗非鱼五品系生长性能评估[J]. 水产学报, 1998, 22(4): 314 - 321.
- [9] 薛耀怀. 选育前后兴国红鲤的生长对比试验[J]. 淡水渔业, 1988, 6: 26 - 27.
- [10] 郭治之. 荷包红鲤的生物学[J]. 江西大学学报(自然科学版), 1983, (4): 19 - 36.
- [11] 熊晓钧. 彭泽鲫开发利用研究[J]. 中国水产科学研究院报告集, 1993, 133 - 140.
- [12] 楼允东. 鱼类育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [13] Eknath A E, Tayamen M M, Palada-de V, *et al.* Genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments[J]. Aquaculture, 1993. 111: 171 - 188.
- [14] Wohlfarth G, Moav R, Hulata G. Genetic differences between the Chinese and European races of the common carp, II. Multi - character variation a response to the divers methods of fish cultivation in European and China[J]. Heredity, 1975, 34: 341 - 350.

### 欢迎订阅 2006 年《水产科学》杂志

《水产科学》杂志是由辽宁省水产学会主办的水产科技期刊, 1982 年创刊, 国内外发行。是中文水产、渔业类核心期刊和全国农业系统优秀期刊之一, 现已被俄罗斯《文摘杂志》、英国《动物学记录》、《国际农业与生物科学研究中心》、美国《剑桥科学文摘》等收录。已被中国科学引文数据库、中国学术期刊综合评价数据库、《中国学术期刊(光盘版)》、中国期刊网和万方数字化期刊群中文科技期刊数据库收录中国生物学数据库。杂志主要刊载渔业资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产生物病害及防治、水产饲料与营养、水产品保鲜与加工综合利用、渔船、渔业机械与仪器及水产基础科学等方面研究的新进展、新技术、新方法等。设有研究与应用、综述与专论、科普讲座、渔业信息等栏目。读者对象为水产科技工作者, 大中专院校水产、生物、环保等专业师生, 渔业行政、事业和企业单位有关管理和技术人员及广大知识渔民。

本刊为月刊, A4 开本, 56 页, 每月 25 日出版, 定价 5.00 元, 全年 60.00 元。邮发代号 8 - 164, 订阅者请到邮局订阅, 也可直接汇款或银行信汇至本刊编辑部订阅。开户行: 工商银行大连星海支行, 帐号: 3400202309008900681, 户名: 辽宁省海洋水产科学研究院

地址: 大连市沙河口区黑石礁街 50 号 辽宁省海洋水产科学研究院《水产科学》编辑部

邮政编码: 116023

电话: 0411 - 84679512

E-mail: shchxkbj@ yahoo. com. cn