

尼罗罗非鱼五品系生长性能评估

李思发 李晨虹 李家乐

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

韩风进

(国家级青岛罗非鱼良种场, 266317)

叶 卫

(国家级广东罗非鱼良种场, 广州 511453)

陈培贤 周志金

(湖州水产良种场, 313000)

摘 要 在我国黄河流域、长江流域及珠江流域三个农业生态区, 山东青岛、上海、浙江湖州及广州四个地区, 在网箱、水泥池及池塘三种水体, 单养或混养系统里, 对五个尼罗罗非鱼品系, 即吉富品系、“78”品系、“88”品系、“埃及”品系以及“美国”品系, 进行生长性能的评估。评估分一龄和二龄阶段跟踪进行, 共十七个试验。生长性能试验结果证明, 不论是在青岛、湖州、上海还是在广州, 不论是池塘、水泥池、还是网箱养殖, 不论是混养还是单养, 是在苗种阶段还是在成鱼阶段, 生长速度依次为: 吉富品系>“88”品系>“78”品系>“美国”品系>“埃及”品系。未发现尼罗罗非鱼品系间生长速度差异有何表型—环境互作效应。

关键词 尼罗罗非鱼, 品系, 生长性能

尼罗罗非鱼引入我国已 20 年, 其产量在我国淡水养殖中居第六位, 在世界罗非鱼类养殖产量居第一位。罗非鱼类容易种间杂交, 养殖场繁育群体一般较小, 加上频繁辗转引种, 致使品种混杂, 经济性状退化。良种难觅, 优良苗种供不应求, 是各罗非鱼养殖国普遍存在的问题。

在国内外, 人们对罗非鱼类种间, 或亲本与杂交种之间的生长性能进行过不少对比试验, 但对尼罗罗非鱼不同品系间的生长性能的比较研究很少。本研究是国际水产养殖遗传研究网 (INGA) 组织的国际合作项目—《尼罗罗非鱼品系评估》的中国课题(1994~1996), 目的是研究和评价国际水生生物资源管理中心 (ICLARM) 及其合作者所选育的吉富品系尼罗罗非鱼同我国现有养殖尼罗罗非鱼品系在养殖性能和社会经济效益等方面的差异, 为尼罗罗非鱼择优推广生产和进一步选育提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验品系

本试验所用的五个尼罗罗非鱼的品系是:

(1) 吉富品系: 系国际水生生物资源管理中心, 取埃及、肯尼亚、加纳、塞内加尔四地产的尼罗罗非鱼原种, 台湾、以色列、泰国和新加坡四个尼罗罗非鱼地方养殖品系, 经过 4 代混合选育而得。

(2)“78”品系: 系 1978 年我国长江水产研究所从苏丹引进种的后代。青岛试验点的尼罗罗非鱼是从山东省淡水水产研究所(1982 年从长江水产研究所引进)引进养殖的; 上海和湖州的尼罗罗非鱼是转引自南京罗非鱼良种场(1981 年从长江水产研究所引进)。

(3)“88”品系: 系 1988 年我国湖南省水产局从埃及引进种的后代。

(4)“埃及”品系: 系 ICLARM 于 1992 年从埃及引入菲律宾, 1994 年转引入我国。

(5)“美国”品系: 系 1993 年我国从美国引进种的后代。

1.2 试验地点

一龄鱼的试验在山东青岛、上海、浙江湖州及广州四个地区同时进行, 二龄鱼的试验在山东青岛、浙江湖州及广州三个地区进行。它们分别代表了我国黄河流域、长江流域及珠江流域三个农业生态区。在三个农业生态区做平行试验的目的是检测遗传—环境互作对罗非鱼这一热带鱼类的表型的影响。三个试验点的实测理化因子和生物因子如表 1 所示。

表 1 青岛、湖州及广州三个试验点实测环境因子(1995 年)

Tab. 1 Environmental parameters observed at experimental stations of Qingdao, Huzhou and Guangzhou areas (1995)

地点	纬度	试验时间	平均雨量 (mm/月)	平均光照 (h/月)	平均水温 (°C)	平均初级生产力 (mg O ₂ /l·d)	平均生物量 (mg 叶绿素 a/m ³)	平均溶解氧* (mg/L)
青岛	36°18'	6月~10月	107.0	200.8	24.3	6.99	10.87	4.53
湖州	30°55'	6月~10月	137.5	183	29.3	11.76	42.88	2.45
广州	22°57'	5月~11月	222.8	168.6	28.8	10.61	9.38	4.25

注: * 为清晨 6:00 所测最低溶氧值。

1.3 试验设计

1.3.1 生长试验

试验按照《评价鱼类种质材料的试验、报告方法标准(草案)》进行设计。分为一龄鱼阶段(含苗种和成鱼时期)和二龄鱼阶段(成鱼阶段)。

(1) 一龄鱼阶段:

①苗种时期

鱼苗离开母鱼后即予捞出。按品系分养于网箱, 每个品系设四个重复。测量并记录生长情况。待鱼苗长至 4~6cm、2~3g 时, 转入成鱼试验。

②成鱼时期

A. 网箱试验。单养, 每品系设四个重复。

B. 池塘试验。为消除不同池塘环境对生长速度的影响, 采取不同品系同池混养, 四个重复。每品系剪鳍做标志。

C. 水泥池试验。青岛试验点为温流水, 上海试验点为常温静水, 两地的试验既有单养又有混养。

(2) 二龄鱼阶段:

采取池塘混养的方式, 不同品系鱼分别剪鳍做标志, 每个试验组设两个重复。

以上试验共 17 个。在一龄和二龄试验期间, 鱼的饲养管理都按照当地传统的模式进行。试验所用的品系、饲养系统及放养情况详见表 2。每月测量一次体长、体重等生长数据, 每次

每品系取30尾鱼测量,同时测定水质、水温、水生生物组成和含量等理化、生物因子,测定方法依据《水与废水标准检测法》[宋仁元等1985年中译本]。

表2 尼罗罗非鱼品系生长性能评估试验的饲养系统及管理投入

Tab. 2 Culture systems and inputs for growing performance evaluation of 5 strains of Nile tilapia

生长阶段	试验地点	饲养系统	饲养方式	放养品系	放养率 (尾/m ²)	试验日期
— 苗 种 阶 段	青岛	12×0.72m ² 网箱	单养	GF ^c 78 ^o AM EG	694	950717~ 950816
	湖州	13×1m ² 网箱	单养	GF ^c 88 ^o “ 78 ^o ”	1 500	950608~ 950817
	广州	8×1m ² 网箱	单养	G F ^c 88 ^o	1 000	950528~ 950731
成 鱼 阶 段	青岛	12×2m ² 网箱	单养	GF ^c 78 ^o AM	100	950817~ 960418
	湖州	12×1m ² 网箱	单养	GF ^c 88 ^o “ 78 ^o ”	200	950817~ 951010
	广州	8×1m ² 网箱	单养	G F ^c 88 ^o	200	950804~ 951101
	青岛	4×7.5m ² 水泥池	混养	GF ^c 78 ^o AM	19	950817~ 950916
	青岛	12×3.5m ² 水泥池	单养	GF ^c 78 ^o AM	29	950817~ 960522
	青岛	4×2.5m ² 水泥池	混养	GF EG	40	950914~ 960421
	上海	6×28m ² 水泥池	混养	GF ^c 88 ^o “ 78 ^o ”	7.1	950731~ 950822
	上海	4×28m ² 水泥池	混养	GF ^c 88 ^o “ 78 ^o ”	5.4	950823~ 951006
	上海	6×28m ² 水泥池	单养	GF ^c 88 ^o “ 78 ^o ”	5.4	950823~ 950915
	湖州	4×730m ² 池塘	混养	GF ^c 88 ^o “ 78 ^o EG	1.096	950716~ 951012
	广州	4×390m ² 池塘	混养	G F ^c 88 ^o	1.025	950804~ 951102
	— 二 龄 阶 段	青岛	1×66m ² 水泥池	混养	G F ^c 78 ^o	4.54
青岛		1×3300m ² 池塘	混养	G F ^c 78 ^o	1.21	960530~ 961004
湖州		2×730m ² 池塘	混养	G F ^c 88 ^o	1.81	960506~ 960920
广州		2×390m ² 池塘	混养	G F ^c 88 ^o	1.64	960511~ 961019

注:放养品系中,GF—吉富,EG—“埃及”,AM—“美国”。

1.3.2 标志部位对生长影响评估试验

为了检查剪鳍标志法对罗非鱼的生长有无不良影响,取四种标志(剪左胸、右胸、左腹、右腹做标志)的吉富罗非鱼各50尾作观察试验,50尾不剪鳍的吉富鱼作对照,混养于30m²的圆形水泥池中,饲养二个月,测量、记录生长结果,计算不同标志鱼和无标志鱼的生长差异。

1.4 数据处理和分析

1.4.1 体长和体重

数据用SYSTAT软件进行统计分析[Wilkinson 1989]。

1.4.2 生长率

按下式计算生长率[李思发 1990]:

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

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

式中W₁、W₂分别为时间t₁与t₂时的体重。

1.4.3 方差分析

试验结束时罗非鱼的体重数据按下面的线性模式进行分析:

$$Y_i = C + ST_i + E_i \quad (1)$$

$$Y_{ij} = C + ST_i + SE_j + ST_i \times SE_j + E_{ij} \quad (2)$$

$$Y_{ik} = C + ST_i + PO_k + E_{ik} \tag{3}$$

$$Y_{ijk} = C + ST_i + SE_j + PO_k + ST_i \times SE_j + ST_i \times PO_k + SE_j \times PO_k + E_{ijk} \tag{4}$$

$$Y_{ijk} = C + ST_i + SE_j + SI_k + ST_i \times SE_j + ST_i \times SI_k + SE_j \times SI_k + E_{ijk} \tag{5}$$

式中 C 为常数, Y 为试验末体长或体重的值, ST_i、SE_j、PO_k、SI_k 分别为品系、性别、池塘和试验地点的固定效应, ST_i × SE_j、ST_i × PO_k、SE_j × PO_k 分别为品系与性别、品系与池塘、性别与池塘之间产生的交互效应, ST_i × SI_k、SE_j × SI_k 分别为品系与试验地点、性别与试验地点之间的交互作用。E_i、E_{ij}、E_{ik}、E_{ijk} 则是随机误差。

以上五个模式的选用视试验的具体内容而定。例如池塘饲养试验含有品系、性别、池塘及地点等因子, 故选用模式(4); 而在网箱苗种试验, 环境和性别因素可忽略不计, 则选用模式(1)。

1.4.4 离差分析

各试验结束时的体重值用离差分析[Neter 和 Wasserman 1974] 进行比较。先求出每个试验条件下所有品系尼罗罗非鱼的平均体重, 然后将每个品系罗非鱼的平均体重减去这一总平均体重, 得离差值, 用各自的离差值对总平均体重作离差分析图。

2 结果

2.1 标志部位对生长的影响

各种标志鱼和无标志鱼试验末的均值方差分析结果表明, 不同的剪鳍部位对罗非鱼的生长无显著影响(P > 0.05), 故可确信, 同池混养试验的结果不含标志的影响。

2.2 一龄阶段各品系尼罗罗非鱼生长差异

2.2.1 苗种阶段

青岛、广州、浙江三地的罗非鱼苗分别饲养了 30 天、64 天和 70 天, 体重达 0.73、1.9 和 5.6 g, 其中吉富品系的体重始终高于其它品系。体重增长率比较见表 3。从瞬时增重率看, 吉富品系比“88”、“78”、“埃及”及“美国”品系分别快 3.4%、9.7%、3.7%、4.1%; 从绝对增重率看, 吉富品系比“88”、“78”、“埃及”及“美国”品系分别快 28.4%、7.7%、19.8% 及 16.0%。品系间的生长差异都极显著(P < 0.01)。

表 3 各品系尼罗罗非鱼苗种体重增长率的比较(网箱)(%)

Tab.3 Comparison of growth rate of body weight among 5 strains of Nile tilapia (in net-cages) (%)

试验地点	瞬时增重率(IGRw, %/d)				绝对增重率(AGRw, g/d)			
	吉富/“88”	吉富/“78”	吉富/“埃及”	吉富/“美国”	吉富/“88”	吉富/“78”	吉富/“埃及”	吉富/“美国”
青 岛		105	103.7	104.1		109	119.8	116.0
湖 州	102.3	114.3			134.7	106.3		
广 州	104.4				122			
平 均	103.4	109.7	103.7	104.1	128.4	107.7	119.8	116.0

2.2.2 成鱼阶段

从瞬时增重率看, 吉富品系比“88”、“78”、“埃及”及“美国”品系分别快 13.1%、6.0%、

0.2%及24.9%;从绝对增长率看,吉富品系比“88”、“78”、“埃及”及“美国”品系分别快2.5%、17.8%、36%及28.6%。对青岛、湖州和广州网箱成鱼养殖试验末的体重方差分析结果表明,品系间生长差异在三地极显著($P < 0.01$)。青岛、上海水泥池试验末的生长差异亦极显著($P < 0.01$)。

表4为池塘养殖试验末体重方差分析。在广州和湖州两地,品系间生长速度差异分别为显著($P < 0.05$)和极显著($P < 0.01$)。此外,性别和环境因子对生长速度也都有显著的影响,但品系与性别、品系与池塘、性别与池塘的交互作用不显著($P > 0.05$)。

表4 尼罗罗非鱼五品系成鱼养殖试验末体重方差分析及各因子效应所占比重(池塘)

Tab. 4 ANOVA analysis of final body weight and contributions of factors of growing experiments of 5 strains of Nile tilapia (in ponds)

变差来源	湖 州					广 州				
	自由度	均方	F	P	百分率	自由度	均方	F	P	百分率
品系	3	22346	24.34	0.00	30.4	1	4722	3.98	0.05	5
池塘	2	4680	50.99	0.00	6.3	2	8945	7.53	0.00	9.4
性别	1	41873	45.62	0.00	57	1	75023	63.18	0.00	78.8
品系×池塘	6	1354	1.48	0.20	1.2	2	831	0.70	0.50	1
品系×性别	3	48	0.05	0.984	0	1	2139	1.80	0.18	2.2
池塘×性别	2	1286	1.401	0.248	1.7	2	2409	2.03	0.14	2.5
误差	342	918			1.2	170	1187			1

2.3 二龄阶段各品系尼罗罗非鱼生长差异

尼罗罗非鱼经过125天至150天的饲养,在三个地区的体重达255~475g,在每一个试验点,吉富品系的试验末重、瞬时增重率和绝对增长率都大于其它几个品系。吉富品系瞬时增重率比“88”和“78”品系分别快4.1%、13.9%;绝对增重率比“88”和“78”品系快11.7%、24.9%。差异均极显著($P < 0.01$)。

2.4 离差分析

图1是不同品系罗非鱼生长速度离差图。在苗种试验中,三个地区的结果都显示出吉富品系生长最快。一龄阶段成鱼试验的结果较复杂,除了在二个上海水泥池的试验和广州网箱试验中“88”品系生长略超吉富品系外,其它八个试验的结果都表明吉富品系生长性能最好,“88”、“78”品系次之,“美国”、“埃及”品系最差。二龄鱼阶段的离差分析显示,吉富品系在三个地区的生长表现都是最好。

图2是吉富品系与其它对照品系在苗种、成鱼和二龄鱼阶段增重率均值的变化图。在苗种阶段,尼罗罗非鱼的平均增重率为0.1g/d;一龄成鱼阶段,尼罗罗非鱼平均增重率为1g/d左右;二龄成鱼阶段,尼罗罗非鱼平均增重率为2g/d左右。随着年龄增大,增重率呈增加趋势。吉富品系的平均增重率在三个阶段都大于其它品系,同时还发现吉富品系的生长优势在二龄鱼表现得更明显。

综上所述,通过对不同品系十七个试验的比较,得出五个品系的生长速度依次为吉富品系>“88”品系>“78”品系>“美国”品系>“埃及”品系。

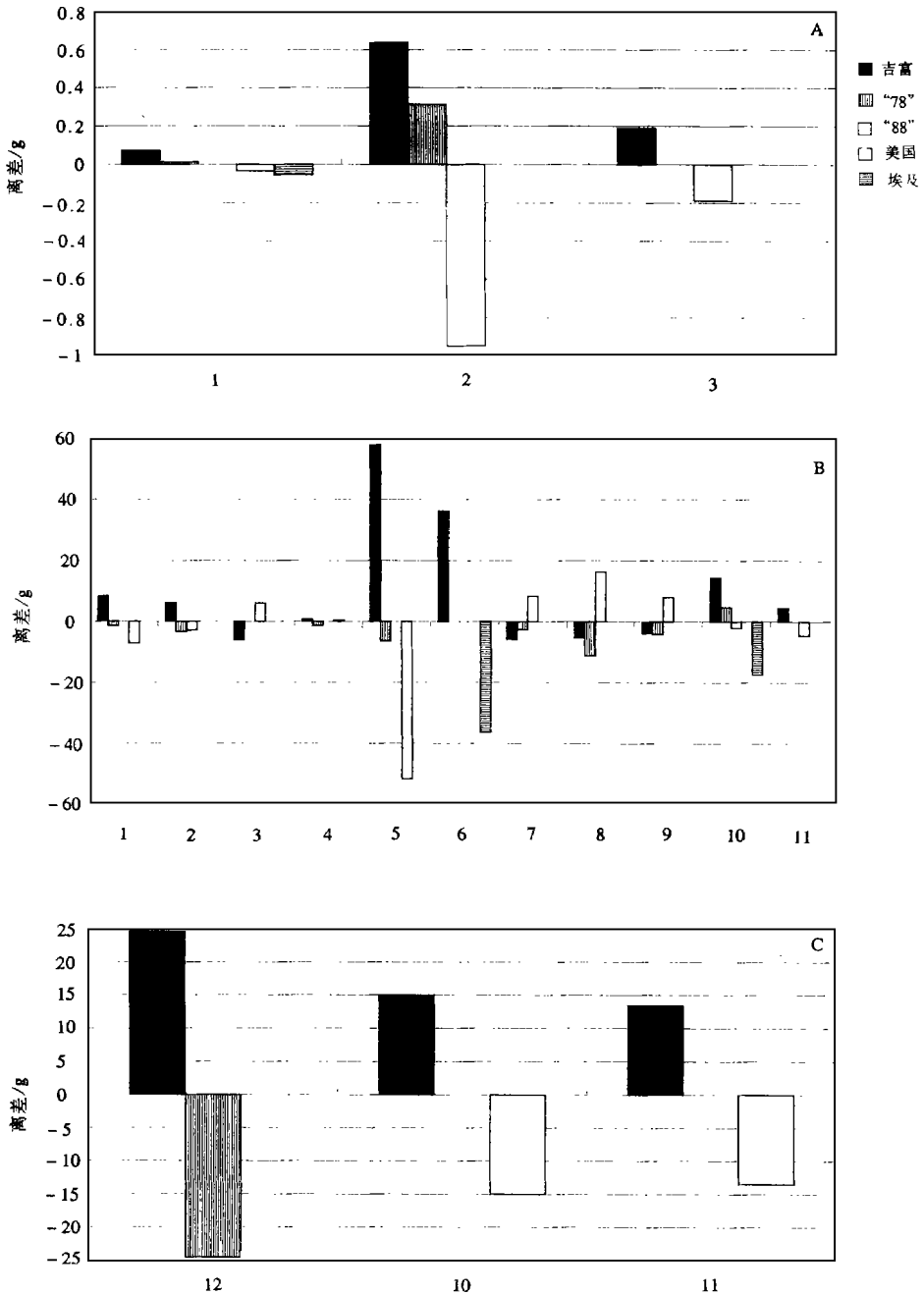


图 1 尼罗罗非鱼不同品系生长速度离差图

Fig. 1 Residuals of growing rate of different strains of Nile tilapia

A. 鱼苗阶段试验; B. 一龄成鱼阶段试验; C. 二龄成鱼阶段试验

- 1. 青岛网箱试验; 2. 湖州网箱试验; 3. 广州网箱试验; 4. 青岛水泥池试验一; 5. 青岛水泥池试验二; 6. 青岛水泥池试验三; 7. 上海水泥池试验一; 8. 上海水泥池试验二; 9. 上海水泥池试验三; 10. 湖州池塘试验; 11. 广州池塘试验; 12. 青岛池塘试验

3 讨论

试验证明吉富品系尼罗罗非鱼不论是在青岛、湖州、上海还是在广州,是池塘、水泥池还是网箱养殖,是混养还是单养,是在苗种阶段还是在成鱼阶段,都具有最快的生长率,在二龄阶段生长优势更为明显,因此用越冬鱼种养殖大规格商品鱼,更能发挥吉富鱼的生长性能优势。

在山东青岛地区、浙江湖州地区及广东省番禺、梅州及韶关等地区,32个养殖户进行的吉富品系尼罗罗非鱼养殖推广中试研究的结果亦证明了吉富品系的生长优势[李思发等 1997]。

在本次试验中,未见湖州、广州两地的地理环境因子对尼罗罗非鱼的生长有何显著影响。这可能是由于湖州、广州虽相隔 1800 公里,但试验期间(6~10月),两地的理化环境因子差异并不大。如:两地的平均水温分别为湖州 29.3℃、广州 28.8℃;光照分别为湖州 183 h/m、广州 168.6 h/m;初级生产力分别为湖州 11.76 mgO₂/l/d、广州 10.61 mgO₂/l/d。不过,两地的生长期长短不一样,湖州是从 5 月至 10 月,广州是从 4 月至 11 月。因此,虽然在试验期内两地的罗非鱼生长速度差异不大,但广州的生长期比湖州长,如利用整个生长期,将可获得更高的产量。

在鱼类生长性能试验中,初始规格对试验末值的影响是左右试验结果的常见关键问题之一。特别在罗非鱼生长比较试验中,因为罗非鱼是分批产卵,每尾雌鱼每次产卵 700~2000 粒,出苗数更少,试验所需鱼苗不可能来自同期、同批生产的鱼苗,致使鱼苗的初始规格往往参差不齐,因而影响以后的增重。为克服或纠正始重对末重的影响,许多研究者作了不同的探索。例如,有在鲤的生长试验中使用多级繁殖技术(multiply-nursed),利用生态因子差异繁殖不同初始规格试验用鱼,研究初始规格与末重的相关性,以纠正初始体重差异对末重的影响[Wohlfarth 和 Moav 1972, 1993]。Doyle 用计算规格特定生长(size-specific growth)的方法来消除初始年龄和规格对生长率的影响[Doyle 和 Talbot 1988]。有人认为分批标志法有利于校正初始规格对末值的影响[Eknath 等 1993]。本试验的结果再次证明,初始规格的差异对末值有较大的影响,使用绝对生长率或瞬时生长率来表达鱼体的生长快慢有时会产生不一致的结果,但这两种方法的同时使用和综合分析有助于得出较为准确的结论。

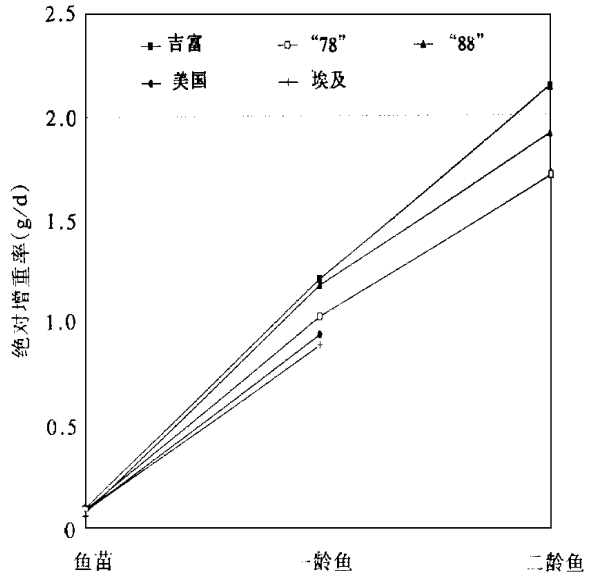


图2 五品系尼罗罗非鱼在各生长阶段的生长率

Fig. 2 Growing rate of 5 strains of Nile tilapia at different growing stages

参 考 文 献

- 李思发. 1990. 淡水鱼类种群生态学. 北京: 农业出版社. 25~ 28.
- 李思发, 李家乐, 李晨虹等. 1997. 尼罗罗非鱼吉富品系养殖推广中试研究. 水产科技情报, 24(6): 257~ 262.
- 宋仁元, 张亚杰, 王维一等(译). 1985. 水和废水标准检验法(第 15 版), 北京: 建筑工业出版社. 324~ 391, 901~ 905.
- Doyle R W, Talbot A J. 1988. Repeatability of relative size-specific growth in tilapia. In: Pullin R S V, Bhukasawan T, K tonguthai, Maclean J L eds. The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture, ICLARM Conference Proceedings 15, Department of Fisheries, Bangkok, Thailand, and International Center for Living Aquatic Resources Management, Philippines, 451~ 456.
- Eknath A E, Tayamen M M, Palada de Vera M S et al. 1993. Genetic improvement of farmed tilapias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. *Aquaculture*, 111: 171~ 188.
- Eknath A. E., Velasco R R. 1993. Birth of the 'super' tilapia. *Fish Farmer* September/October 1993, 29, 33.
- Neter N, Wasserman W. 1974. *Applied Linear Statistical Models*, Richard D. Irwin, INC. 501~ 506.
- Wilkinson L. 1989. *SYSTAT: The System for Statistics*. Evanston, IL: SYSTAT, INC. 456~ 465.
- Wohlfarth G W, Moav R. 1972. The regression of weight gain of initial weight in carp. I. Methods and result. *Aquaculture*, 1: 7~ 28.
- Wohlfarth G W, Moav R. 1993. Genetic testing of common carp in cage. II. Influence of variation in initial weight on weight gain. *Aquaculture*, 109: 245~ 256.

ON-STATION EVALUATION OF GROWING PERFORMANCE OF FIVE STRAINS OF NILE TILAPIA

LI Si Fa, LI Cheng-Hong, LI Jia-Le

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

HAN Feng-Jin

(National Tilapia Seed Farm of Qingdao, 266317)

YE Wei

(National Tilapia Seed Farm of Guangdong, Guangzhou 511453)

CHEN Pei-Xian, ZHOU Zhi-Jing

(Huzhou Aquatic Seed Farm, 313000)

ABSTRACT Seventeen experiments have been conducted to study the growing performance of 5 strains of Nile tilapia, including GIFT strain, "78" strain, "88" strain, "Egypt" strain and "American" strain, cultured in net-cages, concrete tanks and earthen ponds practiced with either polyculture or monoculture systems in Qingdao of Yellow River basin, Shanghai and Huzhou of Yangtze River basin and Guangzhou of Pearl River basin. The three basins represent the major agro-ecosystems of China. Major results showed, regardless of the strains cultured in what agro-ecosystems or culture systems, from fingerling to adult stage, the ranks of growing rate were GIFT strain > "88" strain > "78" strain > "American" strain > "Egypt" strain. The phenotype-environmental interaction was not found in the variations of growing rate of different strains of the Nile tilapia.

KEYWORDS Nile tilapia, strain, growing performance