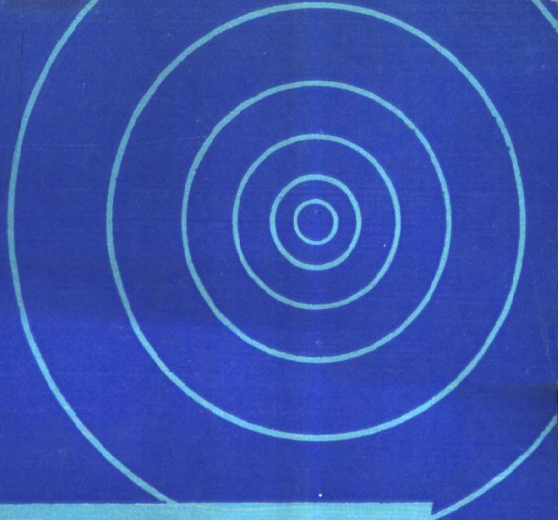




罗非鱼类的生物学和养殖

LUO FEI YU LEI
DE
SHENG WU XUE
HE
YANG ZHI

江苏科学技术出版社

罗非鱼类的生物学和养殖

陈 彤 祝培福 编译

江苏科学技术出版社

罗非鱼类的生物学和养殖

陈 彤 祝培福 编译

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：江苏镇江前进印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张 8.25 字数 178,000

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数1—2,000册

书号：16196·262 定价：1.30元

责任编辑 陆宝珠

编 译 者 的 话

罗非鱼类生长快、易于繁殖、抗逆性强、疾病少，因而适于养殖。1976年在日本东京召开的联合国粮农组织水产增养殖会议曾把罗非鱼类作为优良养殖对象，向世界推荐。我国台湾省养殖罗非鱼类较早，其他省区自1957年引进莫桑比克罗非鱼以后，近几年又陆续引进尼罗罗非鱼、加利略罗非鱼、蓝罗非鱼等。现在全国已广泛养殖罗非鱼类，并对罗非鱼类的生物学、生理学、养殖技术等方面开展了研究。

有鉴于此，我们编译了国际水生生物资源研究中心R.S.V. 普林和英国博物馆（自然历史）R.H.洛-麦康内尔两博士主编的《罗非鱼类生物学和养殖》（*The Biology and Culture of Tilapias*）一书，供国内水产工作者参考。另外，又从《非洲的淡水鱼类》（*Catalogue of the Freshwater Fishes of Africa*）一书摘译了《罗非鱼类种的检索》，附于书后。该检索表中，将罗非鱼类都归于*Tilapia*属，与书中采用的分属法不同。考虑到这不影响它的参考价值，编译时未作改动。

本书第1、2篇及第9～12篇由陈彤编译，第3～7篇及附录由祝培福编译，第8篇由贾进德编译，我们作了校对，全书由陈彤整理。书中插图请叶重光重新描绘。

由于我们的水平有限，编译中难免有错误之处，敬请读者指正。

1984年6月

目 录

罗非鱼类的分类和种的形成 E.TREWAVAS

- 一、生物学与分类学..... 1
- 二、种的形成 9
- 三、口育罗非鱼类的养殖 12

罗非鱼类的生态学和分布 J-CL, PHILIPPART J-CL, RUWET

- 一、前言 13
- 二、地理分布 13
- 三、影响分布的物理因素和化学因素 30
- 四、摄食行为..... 44
- 五、生殖行为..... 47
- 六、小生境及空间隔离的动态平衡 56
- 七、引种移养的生态学影响 61
- 八、结语 64

罗非鱼类的环境生理 J.CHERVINSKI

- 一、前言 66
- 二、温度..... 66
- 三、盐度 69
- 四、其他水质参数 71

罗非鱼类的生殖生理 B.JALABERT Y.ZOHAR

- 一、前言 73
- 二、配子发生的一般特征 73
- 三、环境因素对调节生殖活动的作用 76
- 四、群居因素对调节生殖活动的作用 76

五、内部因素对调节生殖活动的作用	77
六、结语	81
罗非鱼类的摄食消化和生长 S.H.BOWEN	
一、前言	82
二、摄食器和消化道	82
三、饵料	83
四、消化过程	85
五、同化过程	89
六、饵料质量和生长	91
七、结语	95
罗非鱼类在控制条件下的池塘养殖 B.HEPHER Y.PRUGININ	
一、前言	97
二、雌雄鱼混合群体的养殖	98
三、雄鱼群体的养殖	100
四、施肥(无机肥和粪肥)	104
五、投饵	106
六、结语	108
罗非鱼类的网箱养殖 A.G.COCHÉ	
一、前言	109
二、网箱养殖的现状	109
三、网箱养殖技术	111
四、网箱养殖的一般原则	115
五、苗种生产	117
六、粗养	120
七、半精养	124
八、精养	130
九、展望	139
罗非鱼类的疾病 R.J.ROBERTS C.SOMMERVILLE	
一、前言	141

二、寄生性疾病	141
三、细菌性疾病	145
四、霉菌感染	147
五、病毒性疾病	147
六、有毒性的环境	148
七、肿瘤	149
八、畸形	149
九、与高密度养殖相联系的鱼的死亡	149
十、疾病的防治	150

口育罗非鱼类的遗传标记及其在性别和种鉴别上的应用

R.R.AVTALION

一、前言	151
二、采血	152
三、血清运铁蛋白	153
四、酶	154
五、雄性蛋白 (MSP)	155
六、性别决定	156

罗非鱼类的杂交 L.L.LOVSHIN

一、前言	159
二、性别的遗传决定和选择	160
三、杂种鱼种生产的设备和技术	163
四、杂种罗非鱼的生长	172
五、杂种罗非鱼的产量	173
六、其他问题	182
七、讨论	183
八、待研究的问题	187

罗非鱼类繁殖的控制 R.D.GUERRERO III

一、前言	189
二、单性养殖	189

三、利用捕食性鱼类控制补充群体	193
四、应用种群控制法	194
五、采用高密度放养	195
六、使用辐射、化学不孕剂或生殖阻止剂	195
七、结语	196
大量生产杂种罗非鱼苗的研究 D.MIRES	
一、前言	197
二、产卵池中鱼苗产量低的可能原因	197
三、卵及鱼苗的产量	197
四、同种繁殖的产卵潜力	199
五、种间杂交的产卵情况	202
六、杂种鱼苗的大量生产	206
七、讨论	208
参考文献	209
附录	240
罗非鱼类 (Tilapias) 种的检索	240

罗非鱼类的分类和种的形成

E. TREWAVAS

一、生物学与分类学

从广义上讲,罗非鱼类主要是植食性的,这是这一类鱼与其他许多以小型无脊椎动物、幼鱼或小型鱼类为食的鱼类不同之处。也就是说,罗非鱼类只处在初级生产者(植物)的上一级。而且它生长快、个体大,因此是很有价值的养殖鱼类。

罗非鱼类适应于植食性的结构特征,表现在肠管长而盘绕,其长度可达体长的14倍;颌齿为二尖齿或三尖齿;咽齿小而尖;在食物进入消化道以前,通常先用齿将粗糙的食物切碎并破坏其细胞壁。不同种的罗非鱼所喜好的食物也不同,有的摄食大型植物(牧草及水草的嫩枝和叶),有的摄食单细胞藻类,甚至细菌。

罗非鱼类都有高度的亲代抚育行为,根据这一行为可将罗非鱼类分为非口育的和口育的两大类(Lowe McConnell, 1959)。

罗非鱼类根据食性的分类与根据繁殖习性的分类大体上是一致的,即非口育的罗非鱼类一般摄食大型植物,口育罗非鱼类一般摄食藻类、细菌等微小颗粒。所以说“大体上”,一是因为罗非鱼类的食性会随饵料的可得性而改变,二是因为有两种罗非鱼按其食性的分类与按其繁殖习性的分类不一致。

*Tilapia mariae*是非口育的，但却通常摄食附生藻类，並且其颌齿细小、呈细杆状，咽齿也细小，咽骨前肢与齿区同长，标准鳃耙数为12~16(是罗非鱼类中鳃耙数较多的)。尼罗罗非鱼(*Sarotherodon niloticus niloticus*)是雌鱼口育的，但其颌齿几乎与齐氏罗非鱼(*Tilapia zillii*)的颌齿一样粗壮，咽齿也坚固，三角形齿区的长度大于颌长，但其鳃耙数比*T. mariae*的鳃耙数多，标准数为18~26。但是，这一情况只在描述属的特征时有麻烦，对于这两种罗非鱼各应归于哪一属却没有入怀疑。

非口育的罗非鱼类归属于 *Tilapia* Smith (1840) 属，而口育的罗非鱼类归属于 *Sarotherodon* Rüppell (1852) 属。

“*Tilapia*”一词是定名人A. Smith 提出的，是按南非卡拉哈里地区人语言中的“鱼”字拼写的，“Til”表示出该语言中“鱼”字的第一个音节为倒吸气音。“*Sarotherodon*”一词的意思是“刷状齿的”。

这两属中，养鱼者所熟悉的种类有：斯氏罗非鱼(*Tilapia sparrmanii* A. Smith)、伦氏罗非鱼(*T. rendalli* Boulenger)、齐氏罗非鱼(*T. zillii* (Gervais))、黑颊罗非鱼(*Sarotherodon melanotheron* Rüppell)、加利略罗非鱼(*S. galilaeus* (Linnaeus))、尼罗罗非鱼(*S. niloticus* (Linnaeus))、蓝罗非鱼(*S. aureus* (Steindachner))、莫桑比克罗非鱼(*S. mossambicus* (Peters))、黑罗非鱼(*S. niger* (Günther))及巨鳍罗非鱼(*S. macrochir* (Boulenger))。

*Tilapia*属中这四个种是以收集到原种的(斯氏罗非鱼)或考察过原种分布地区的人的名字命名的。“*melanotheron*”的意思是“黑色铰合部”或“黑色颊部”，“*galilaeus*”及“*nilo-*

ticus”的命名意思当然是不言而喻的，“*aureus*”指贮存的鱼（非活鱼）为金黄色，“*macrochir*”的意思是“大肢”，指胸鳍较长。胸鳍相当于人的上肢（臂及手）。

斯氏罗非鱼摄食藻类及草，也摄食小动物，因而也可以说它是杂食性的。它耐温范围广，能耐南非高原草地冬季气候，故在南非池塘养殖中有一定价值。

伦氏罗非鱼及齐氏罗非鱼的颌齿与咽齿都坚固而尖锐，是特化适于摄食维管束植物的。这两种罗非鱼初看上去很难区分，它们分布区互补。齐氏罗非鱼分布在从西非经乍得盆地到尼罗河、艾伯特湖、和图尔卡纳湖，进入以色列和约旦河谷。伦氏罗非鱼广泛分布于扎伊尔河上游、开塞河、坦噶尼喀湖、马拉维湖、赞比亚盆地、林波波盆地。在基桑加尼附近的杨甘比，两个种分布区重叠。

Goss(1963)在杨甘比经营鱼池，他起先没有注意到伦氏罗非鱼鱼池中混有齐氏罗非鱼，不久，齐氏罗非鱼在池塘中占了优势。在喀麦隆的雅温得，由于Goss无意间在池塘中混放了两个种，结果也发生齐氏罗非鱼占优势的情况。

向维多利亚湖中引入了艾伯特湖的伦氏罗非鱼和沙巴及赞比亚的齐氏罗非鱼，起先以为它们发生了杂交，但后来，当将湖中的罗非鱼引入乌干达和肯尼亚养殖时，发现全是齐氏罗非鱼。

Goss强调指出，从目前看，伦氏罗非鱼是一种上等食用鱼，因此，养鱼者将其与齐氏罗非鱼区别开是十分重要的。两者的区别有以下三点：

体色：齐氏罗非鱼体侧通常有两条水平的黑色条纹，一条在体侧中部，另一条靠近背部，并与垂直的条纹相交，交叉处有明显斑块。尾鳍通常有灰色网纹，网纹间隙呈白色。卵为绿

色。

伦氏罗非鱼体侧通常只有黑色垂直条纹。每个鳞片基部有新月形黑斑。尾鳍上半部有斑点，下半部呈红色或黄色。臀鳍也可能呈红色或黄色。卵为黄色。

这两种罗非鱼不论雌鱼、雄鱼、性成熟鱼、性未成熟鱼，其胸鳍后的下腹侧常呈洋红色。

体形，伦氏罗非鱼的平均体高比齐氏罗非鱼高。但这是平均的差异，不适用于作个体的鉴别。

可数性状，两种罗非鱼的鳃耙数相同，第一鳃弓连接处下面的鳃耙数为8~10，根据这一点，可迅速将它们与口育罗非鱼类区分开。鳞片、脊椎骨、背鳍棘的平均数，是齐氏罗非鱼与伦氏罗非鱼的主要区别，特别是背鳍棘标准数，用于野外调查中快速区别大批样本是很有用的标志。齐氏罗非鱼的脊椎骨为28枚，伦氏罗非鱼为29枚；齐氏罗非鱼的背鳍棘数一般为XV，伦氏罗非鱼为XVI(表1-1)；在130尾伦氏罗非鱼中，有26%的鱼，背鳍式为XVI12，而66.9%为XVI13，仅有1~2尾例外；在40尾齐氏罗非鱼中，有18尾(45%)背鳍式为XV12，10尾(25%)为XV13。

非口育的罗非鱼类(*Tilapia*属)约有29个种。这些种的形成大多在非洲西部河流中。广盐性的*T. guineensis*分布于从安哥拉到塞内加尔沿岸的河口及泻湖，其他种在原产地以外的地方很少见到，只有*T. tholloni*经常用于实验室中。

赞比西河以北的东部河流中，三十年以前未曾报道过有非口育的罗非鱼类，近三十年来才广泛引进这类罗非鱼。由于对莫桑比克及坦桑尼亚的鱼类区系了解甚少，现在尚不能肯定坦桑尼亚河流中的伦氏罗非鱼不是当地原产的。然而，现已确知，肯尼亚水域中在引进齐氏罗非鱼以前，是没有非口育

表1-1 齐氏罗非鱼与伦氏罗非鱼脊椎骨数及背鳍棘数的频率分布

		齐氏罗非鱼	伦氏罗非鱼
脊椎骨数	27	5	
	28	33	1
	29	2	31
	30		1
背鳍棘数	XII	2	
	XIV	60	
	XV	467	4
	XVI	63	124
	XVII		2

罗非鱼类的。

口育罗非鱼类(*Sarotherodon* 属)是广泛养殖的罗非鱼类。现已清楚知道,口育罗非鱼类中,口育习性的详细情况不尽相同(Heinrich, 1967; Peters和Berns, 1978)。该属的代表种——黑颡罗非鱼刚巧是最不典型的,它生活于天然咸淡水域中,雄鱼行口育。与莫桑比克罗非鱼相比,黑颡罗非鱼还保留着非口育鱼类生殖习性上、甚至结构上的残迹。在淡水中生活的加利略罗非鱼也是这样。如果将口育罗非鱼类再分类的话,黑颡罗非鱼与加利略罗非鱼才是严格意义上的*Sarotherodon*属的代表,即*Sarotherodon*亚属。莫桑比克罗非鱼、

尼罗罗非鱼、蓝罗非鱼及东非和中非的其他种,雄鱼不参与护幼。生殖季节,雌、雄异形,卵受精以后,雌鱼立即将受精卵含入口中,到特殊的孵育场所进行口育孵化。直至卵黄囊大部被吸收、小鱼能自由游泳时,才将其从口中释放出来。最初几天,当夜间或遇有危险时,再将小鱼含入口中。这些东非的雌鱼口育罗非鱼类属于另一亚属,*Oreochromis*亚属(现已上升为属)。

“*Oreochromis*”的意思是“山丽鱼”,最初是为一种生活在乞力马扎罗山坡上的小火山口岩石湖中的鱼定名的,这种鱼即*Oreochromis hunteri* Günther(1889)。虽然对它的习性了解不多,但根据其形态结构和地理分布,认为它与其近邻莫桑比克罗非鱼及潘加尼罗非鱼(*S. pangani*)一样,是一种雌鱼口育鱼。

*Sarotherodon*亚属及*Oreochromis*亚属主要是根据以地理分布为背景的行为特征区分的。区分这两个亚属的结构特征尚不清楚。*Oreochromis*亚属的有些种、包括*S. (O.) hunteri*在内,所有的个体或有些个体有4枚臀鳍刺,而其他种只有3枚臀鳍刺;*Sarotherodon*亚属的全部种都有3枚臀鳍刺。*Sarotherodon*亚属中,所有种类的性成熟雄鱼,下腭不增大;*Oreochromis*亚属中,有些种的性成熟雄鱼下腭增大。*Sarotherodon*亚属的脊椎骨数为26~32;*Oreochromis*亚属则为27~34。两个亚属中所有种类的摄食适应性大致相同。如果一个种的生殖习性尚不甚了解,可将其归入到总的特性方面相似的、地理分布靠近的种所属的亚属。

有一群亲缘关系较近的罗非鱼,它们的显著特点是雄鱼生殖乳突上长有穗(如巨鳍罗非鱼、马拉维种群等),这群罗非鱼归为*Nyasalapia* Thys(1968)亚属。

对坦噶尼喀罗非鱼 (*S. tanganyicae*) 的生殖习性不很清楚, 但根据其腹部鳞片小的特征, 可认为它与 *Oreochromis* 亚属有亲缘关系。但它有非常特化的齿, 被归入 *Neotilapia* 亚属, 因而这种鱼就定名为 *Sarotherodon* (*Neotilapia*) *tanganyicae*。

埃塞俄比亚东部某湖泊中的 *S. franchettii*, 外齿与内齿都是三尖齿, 脊椎骨数为27, 下鳃耙数为10~12。Thys (1968) 将它定为 *Danakilia* 亚属, 因而称之为 *Sarotherodon* (*Danakilia*) *franchettii* (现在 *Danakilia* 已上升为属)。

对于不搞分类学的动物学家以及鱼类养殖家来说, 一般无需用到亚属这个分类级。因此, 可将所有口育罗非鱼类都称为 *Sarotherodon* 属, 后面跟上种名就足够了。

Peters (1979) 及 Thys (1968, 1971a, 1971b) 认为, 对于普通动物学家及应用动物学家来说, 可笼统地将非口育的罗非鱼类与口育罗非鱼类都归于 *Tilapia* 属, 无需进一步分类。

但是, Trewavas (1973a, 1973b, 1980) 认为, 口育罗非鱼类在摄食适应性, 特别在生殖习性方面很相似, 这表明它们之间的亲缘关系十分密切, 足可将其与非口育的罗非鱼类分开, 成为另一个属, *Sarotherodon* 属。非口育的罗非鱼类自成一属, *Tilapia* 属 (约29个种)。近几年来, 养鱼家及有关工作者已接受了这一建议, 把行口育的罗非鱼类称为 *Sarotherodon* 属鱼。

后来, Trewavas 又注意到口育罗非鱼类中, *Sarotherodon* 亚属在生殖习性等方面与其他亚属的区别, 而把其他亚属与 *Sarotherodon* 亚属分开, 归到另一属, 即 *Oreochromis* 属。*Danakilia* 也成为一属。因此, 用于养殖的口育罗非鱼类分为两属, *Sarotherodon* 属及 *Oreochromis* 属, 后者又分为四个亚

属(表1-2)。

表1-2 罗非鱼类的分属

属名	亚属名	代表种	其他例子
<i>Tilapia</i> A. Smith	(3-6)	<i>T. sparrmanii</i> A. Smith	<i>T. rendalli</i> Boulenger <i>T. zillii</i> Gervais
<i>Sarotherodon</i> Rüppell		<i>S. melanotheron</i> Rüppell	<i>S. galilaeus</i> (Linn.) <i>S. linnellii</i> (Lönnberg)
<i>Oreochromis</i> Günther		<i>O. hunteri</i> Günther	
	<i>Oreochromis</i> Günther	<i>O. hunteri</i> Günther	<i>O. (O.) niloticus</i> (Linn.) <i>O. (O.) mossambicus</i> (peters) <i>O. (O.) aureus</i> (Steindachner) <i>O. (O.) spilurus</i> (Günther)
	<i>Nyasalapia</i> Thys	<i>O. (N.) squamipinnis</i> (Günther)	<i>O. (N.) macrochir</i> (Boulenger) <i>O. (N.) variabilis</i> (Boulenger) <i>O. (N.) angolensis</i> (Trewavas)

	<i>Alcolapia</i> Thys	<i>O. (A.) grahami</i> (Boulenger)	<i>O. (A.) alcalicus</i> (Hilgendorf)
	<i>Neotilapia</i> Regan	<i>O. (N.) tangani-</i> <i>cae</i> (Boulenger)	无
<i>Danakilia</i> Thys		<i>O. (D.) franche-</i> <i>tti</i> (Vinciguerra)	无

二、种的形成

*Sarotherodon*属及*Tilapia*属种的形成方式有二:(i)地理隔离,分布区不重叠的种;(ii)同一地区的生态多样性,分布区重叠的种(图1-1,图1-2)。

(一)分布区不重叠种的形成例子

(1) 齐氏罗非鱼与伦氏罗非鱼,西非的许多分布区不重叠的、地理上较局限的种。

(2) 黑颏罗非鱼及其分布于沿岸带的亚种被陡峭的海岸隔开(Thys(1971b)把它们列为种)。

(3) 裂谷附近的有穗罗非鱼类:*S. variabilis*, *S. upembae*及其在马拉加拉西沼泽的亲缘种, *S. rukwaensis*, 巨鳍罗非鱼及马拉维湖罗非鱼群体。

(4) 莫桑比克罗非鱼及其在东部河流的亲缘种。

(二)分布区重叠种的形成例子

(1) 马拉维湖的种, *S. squamipinnis*, *S. saka*, *S. lidole*, *S. karongae*。

(2) 马拉加拉西沼泽的两个种, *S. karomo*及*S. upem-*