

尼罗罗非鱼摄食器官胚后发育生物学

刘焕亮 丁守河 杨云龙 史岚江 刘晓恒

(大连水产学院, 116024)

提 要 采用显微解剖、石蜡切片、光镜和扫描电镜观察等方法, 系统观测全长 6.0—223.0mm 尼罗罗非鱼标本 278 尾, 描述了口径、鳃耙、口腔上腭、颌齿、咽齿等摄食器官的形态学特点和数量性状在胚后发育过程中的变化规律; 论述了尼罗罗非鱼的摄食方式和摄食机能, 摄食器官发育与摄食方式的转化, 摄食器官数量性状发育与适口食物规格和食物组成的转变, 摄食器官发育与饲养生物学技术措施。为制定培育尼罗罗非鱼苗种和饲养食用鱼生物学技术措施提供了可靠依据。

关键词 尼罗罗非鱼, 摄食器官, 胚后发育

尼罗罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*) 体较大, 肉味鲜美, 生长快, 繁殖力强, 苗种易获得, 食性广, 广泛分布于非洲淡水和咸淡水水域, 对盐度等水环境条件的适应能力强, 是池塘和流水养鱼的重要对象, 目前已被广泛移植于世界各国。尼罗罗非鱼不仅能够滤食浮游生物等微小食物, 而且具有主动追捕游泳动物和吞食较大型食物的能力。这是由于它具有特殊的摄食器官。该器官在胚后发育过程中逐渐发育形成, 同时, 其摄食方式和食物组成也随之发生规律性变化。因此, 深入系统研究尼罗罗非鱼摄食器官发育生物学特点, 不仅具有鱼类发育生物学的理论价值, 而且对制定苗种培育和饲养食用鱼生物学措施具有实际意义。

国内外学者对尼罗罗非鱼摄食器官和消化器官 [Pullin, 1982] 进行过描述, 对食性和摄饵活动 [王天守, 1981; 胡保同, 1983; 矢田敏晃, 1986a、b; 张扬宗等, 1989] 也有一些报道, 同时, 对胚后发育 [王玲玲, 1981] 和消化器官发育 [胡玫, 1983] 以及其生物学与饲养技术 [王楚松, 1987; 仇潜如, 1979; 张中英, 1985] 进行过研究。但尚未见到系统报道尼罗罗非鱼摄食器官的发育生物学的文章。本文系统描述了尼罗罗非鱼摄食器官形态及有关数量性状在胚后发育中变化规律及其与摄食方式和食物组成的关系。

一、材料和方法

解剖和测量全长 6.0—223.0mm 尼罗罗非鱼标本 270 余尾, 分别于 1983 年、1985 年和 1986 年采自上海淀山湖渔场、辽宁发电厂渔场、辽阳市灯塔县水产良种场和上海水产研究所试验场。

鱼苗用 5% 福尔马林液固定保存, 其余规格标本用 10% 福尔马林液固定, 保存于 5% 福尔马林液中。石蜡切片用标本系用 Bouin 氏液固定。

仔鱼和稚鱼等小规格标本的摄食器官在解剖镜下解剖, 大规格标本 (幼鱼和成鱼) 采

用大体解剖法。鳃耙等用 4%NaOH 液或 5%NaHCO₃ 液浸泡 12—24h, 水洗去掉脏物, 用茜素染色, 在显微镜和解剖镜下观察测量, 借助描绘器绘图并用 JEM-1200EX 型扫描电镜观察照像; 数量性状用测微尺测量(图 1)。图 1 中的 M 及 N 分别为两相邻鳃耙间的最大距离和最小距离。组织切片标本用石蜡包埋并进行横向、纵向、水平向连续切片, H. E. 染色, 用光学显微镜观察和摄影。

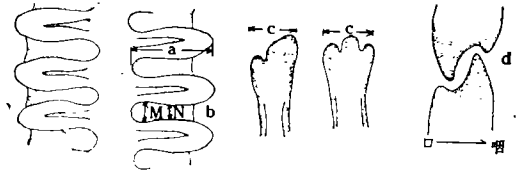


图1 数量性状测量: 示鳃耙、颌齿和咽齿

Fig. 1 Measurement of quantitative characters showing gill raker, jaw teeth and pharyngeal teeth

- a. 鳃耙长; b. 耙间距 = $(M + N)/2$;
c. 颌齿宽; d. 上下咽齿齿钩和指向。

口径为 $\sqrt{2}$ 上颌长[代田昭彦, 1975]。开口率计算: 上下颌张角为 90°时, 开口率为 100%; 开口角为 45°时, 开口率为 50%; 口闭合时, 开口率为零。

取肠道前部的内含物, 在解剖镜和显微镜下观察食物种类组成, 并测量各类食物的大小。

二、结 果

参与摄食活动的器官包括口、鳃耙、口腔上腭、颌齿和咽齿。各种器官都是在胚后发育过程中逐渐发育完善的。

(一) 摄食器官的形态发育

1. 鳃 耙 尼罗罗非鱼成鱼阶段第 I—IV 鳃弧均附有内外两列鳃耙, 短而粗钝, 近似三角片状。除第 I 鳃弧外到鳃耙直立着生在鳃弧上, 其余各列鳃耙均为水平着生(与鳃丝垂直), 相邻鳃弧的内外列鳃耙彼此交错嵌合成滤食网(图版 I—1)。鳃耙背部及两侧有乳状突起, 排列不甚规则, 每个乳突由一个味蕾构成($40 \times 60 \mu\text{m}$)(图版 I—2)。鳃耙和鳃耙沟表皮细胞形态相同(图版 I—3, 4), 由多个环形隆峰环绕而成, 环纹间未见缝隙。表皮细胞界限明显, 长径为 $7.6—13.6 \mu\text{m}$ 。

鱼体全长 6.0mm 时, 第 I 鳃弧上有 5—7 个乳头状鳃耙, 竖直着生, 由上皮细胞和结缔组织向外突起而成(图版 I—5)。全长 10.8—15.0mm 时, 鳃耙由竖直着生逐渐向水平着生过渡(第 I 鳃弧外列鳃耙仍斜向竖直着生)。鳃耙表皮内出现味蕾, 无粘液细胞。全长 15.0—22.8mm 时, 鳃耙着生方向似成鱼, 味蕾增多, 出现粘液细胞和鳃耙骨。全长 32.8mm 时, 鳃耙的基本结构已似成鱼。

2. 口腔上腭 口腔顶壁(上腭)的中部稍凹, 具有许多隆起, 近口端的隆起低狭, 纵向(图版 I—6), 近咽部隆起明显, 呈发达皱襞, 走向不规则(图版 I—7)。上腭粘膜层为复

层扁平上皮,具椭圆形粘液细胞,数目由前向后增多,偶尔可见味蕾,近咽部则较多。中间层为致密和疏松结缔组织。下层是横纹肌,走向呈“V”型,尖端向咽部,肌层由前向后逐渐加厚。

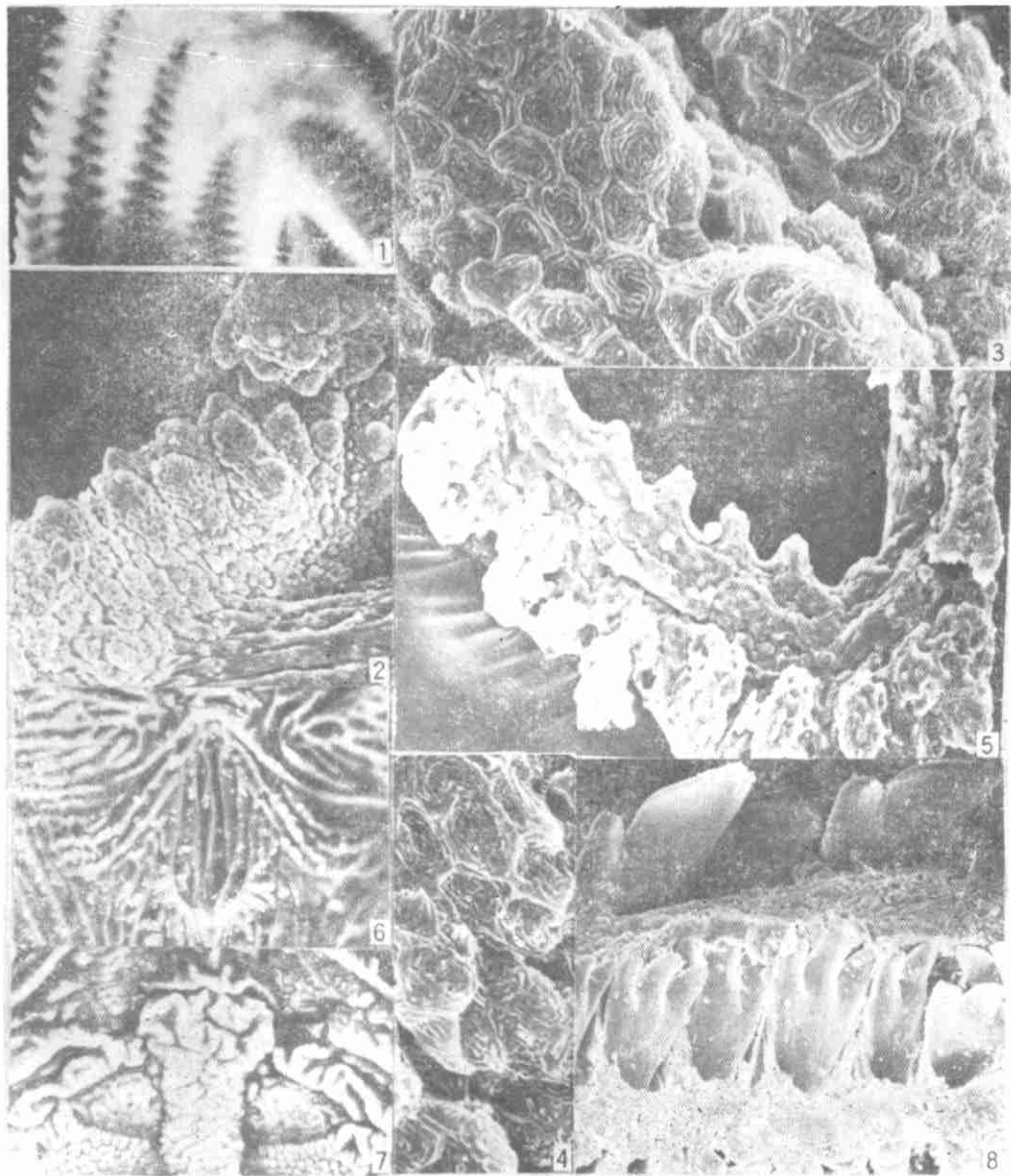
口腔上腭的发育规律是:光滑→乳头状突起→褶皱。全长 9.0mm 时,上腭光滑,由单层扁平上皮,结缔组织和少量横纹肌组成,尚未出现粘液细胞及味蕾。全长 11.0—21.0mm 时,上腭出现乳头状突起,并逐渐明显,表皮由复层扁平上皮组成,随身体增长,细胞层增多,肌肉层增厚,出现粘液细胞并逐渐增多,咽部出现味蕾。全长 21.0mm 以上时,上腭基本结构似成鱼,随身体增长皱褶隆起越来越明显,粘液细胞数目越来越多。

3. 颌 齿 成鱼阶段前颌骨和下颌骨着生 3 列(少数 4 列)颌齿。外列齿为双峰,呈铲状;其他列的齿体为三峰,中峰高于侧峰(图版 I—8)。颌齿坚硬、锐利,排列规则,且左

表1 摄食器官数量性状变化

Table 1 The change of quantitative characters of feeding organs

序 号	全 长 (mm)	体 长 (mm)	第一鳃弧外列鳃耙			上咽骨 面 积 (mm ²)	下 咽 宽 (μ m)	上颌齿数 (外、中、内)	下颌齿数 (外、中、内)
			鳃耙数	鳃耙长 (μ m)	耙间距 (μ m)				
1	6.0	5.6	7	26.8	26.8	0.8373	536.C		
2	8.4	7.2	10	53.6	29.8				
3	9.0	7.4	12	61.6	26.8			3	4
4	10.0	8.0	12	75.0	29.5			6	5
5	11.2	8.8	13	77.8	26.8			10	9
6	12.8	10.8	15	85.8	32.2			12	13
7	14.0	11.0	18	101.9	48.2			14	12
8	15.0	12.0	18	125.0	65.0			15	16
9	17.2	13.4	18	128.7	59.0	1.5537	1609	15	24
10	20.2	16.0	20	185.9	53.6	2.5772	1770	24	24
11	23.2	18.2	21	190.4	96.6	4.0291	1900	21 13	19 10
12	25.2	19.6	22	230.6	104.6	5.4192	1125	18 12	18 3
13	28.6	21.8	22	254.7	123.4	6.5090	2550	20 13	19 15
14	29.0	23.0	24	257.4	123.4	6.4795	2375	22 15	23 17
15	32.2	25.4	24	250.0	105.0	7.0195	2325	22 14	21 16
16	36.2	28.2	24	335.2	96.6	11.7100	3400	22 16	24 18
17	40.0	31.2	22	325.0	125.0	7.8037	4320	22 24 12	20 20 2
18	44.0	35.2	27	330.0	150.0	8.6860	4440	25 20 17	25 20 18
19	50.2	39.2	24	480.0	110.0	16.2970	4550	27 26 20	14 22 2
20	58.0	46.4	25	482.8	158.2	17.0240	4950	16 22 12	18 20 14
21	61.2	48.0	27	493.4	163.6	18.3900	5000	20 17 4	16 18 10
22	69.2	55.0	23	550.0	155.0	32.9790	6840	30 25 14	26 25 12
23	73.0	56.0	32	505.0	255.0	23.9770	6300	23 23 15	26 21 14
24	77.8	62.0	25	580.0	185.0	41.9820	7090	24 22 10	22 20 6
25	84.0	66.2	26	900.0	170.0	37.0500	6600	19 22 26	17 20 25
26	90.8	71.4	29	675.0	225.0	60.5550	8064	35 39 17	31 35 19
27	101.2	80.6	25	750.0	255.0	67.7370	8292	42 43 16	37 40 24
28	108.0	86.0	35	850.0	195.0	44.4810	6960	29 23 18	31 26 24
29	210.8	168.2	30	1625.0	325.0				
30	223.4	174.2	30	1875.0	375.0				



图版I Plate 1

1. 鳃弧(全长135.0mm), $\times 6.3$: 示鳃耙排列; 2. 鳃耙(全长 66.0mm), $\times 250$: 示鳃耙版密突起(扫描);
 3. 鳃耙表皮结构(全长 66.0mm), $\times 1500$: 示表皮细胞形态构造(扫描); 4. 鳃耙沟表皮结构(全长 66.0mm), $\times 1500$: 示表皮细胞形态构造; 5. 第I鳃弧(全长 6.0mm), $\times 200$: 示鳃耙(扫描); 6. 口腔上唇(全长 199.0mm), $\times 6.3$: 示前部上唇褶皱; 7. 口腔上唇(全长 199.0mm), $\times 6.3$: 示上唇后部褶皱;
 8. 上颌齿(全长 39.0mm), $\times 200$: 示外、内列颌齿齿形(扫描)。

右对称, 齿体从外列到内列渐小, 均由致密结缔组织固着于前颌骨和下颌骨特化的齿槽中。齿体分齿冠、齿颈、齿根 3 部分。齿冠细长, 釉质非常发达。

随身体增长, 颌齿由 1 行到 3 行或 4 行, 齿型由锥状到双峰、三峰、硬度逐渐增强。全长 7—8mm 时, 颌齿开始形成, 但尚未露出表皮, 当达 8.9mm 时, 在表皮表面可见白色透明圆锥状小颌齿, 至全长 11.2mm, 颌齿皆为单行, 数枚到 10 余枚(表 1), 齿体未钙化,

齿冠尚未分泌釉质(图版II—1)。此时,多数齿仍包于牙囊中。全长 15.0—20.2mm 时,颌齿仍单行,15—24枚,出现双峰,齿冠变为黄色,开始分泌釉质,齿质钙化。全长 21.0—25.8mm 时,颌齿为双行,出现了峰的内列齿(图版II—2)。全长 39.0mm 时,内外列颌齿排列规则化,且齿型已似成鱼。全长 40.2mm 时出现第 3 列齿。出现第 3 列颌齿的鱼体规格差异较大,一般在全长 50.0mm 左右基本为了列颌齿。

4. 咽 齿 尼罗罗非鱼第II—IV鳃弧的咽鳃骨特化为椭圆形,左右各 1 块,称上咽骨。第V鳃弧的角鳃骨特化为三角形下咽骨(左右下咽骨愈合而成),尖端向口部。咽齿着生在上、下咽骨上,分别称上咽齿和下咽齿,其分布密度由前向后逐渐增大(图版II—3,4)。咽齿多达数百枚。上咽齿均为钩状,齿钩指向食道。上咽骨各部位的咽齿形状有一定差异,前部的咽齿齿钩不明显,中部的齿钩弯度大(图版II—5),后部的齿钩弯度也较大(图版—6)。下咽齿分钩状齿、镰刀状齿和楔形齿,其齿钩弯曲度,中部的(图版II—7)小于后部的(图版II—8)。下咽齿齿钩指向口端(与上咽齿指向相反,图1—d)。

咽齿发育与颌齿同步。全长 6.0mm 时,下咽骨已形成,尚未出现咽齿。全长 11.2mm 时,上下咽齿露出表皮,尚未骨化。全长 15.0—20.2mm 时,齿形似成鱼,但各区段的齿形尚未分化。全长 25.0—39.0mm 时,咽骨不同部位的上下咽齿开始分化。全长 40.0mm 以上时,咽齿已具成鱼的齿形。

(二) 摄食器官的数量性状发育

尼罗罗非鱼的口径、口宽、鳃耙数目、长度、耙间距,左上咽骨面积,下咽骨宽等与摄食方式和食物组成有关的摄食器官数量性状,在胚后发育过程中发生规律性变化(表 1)。

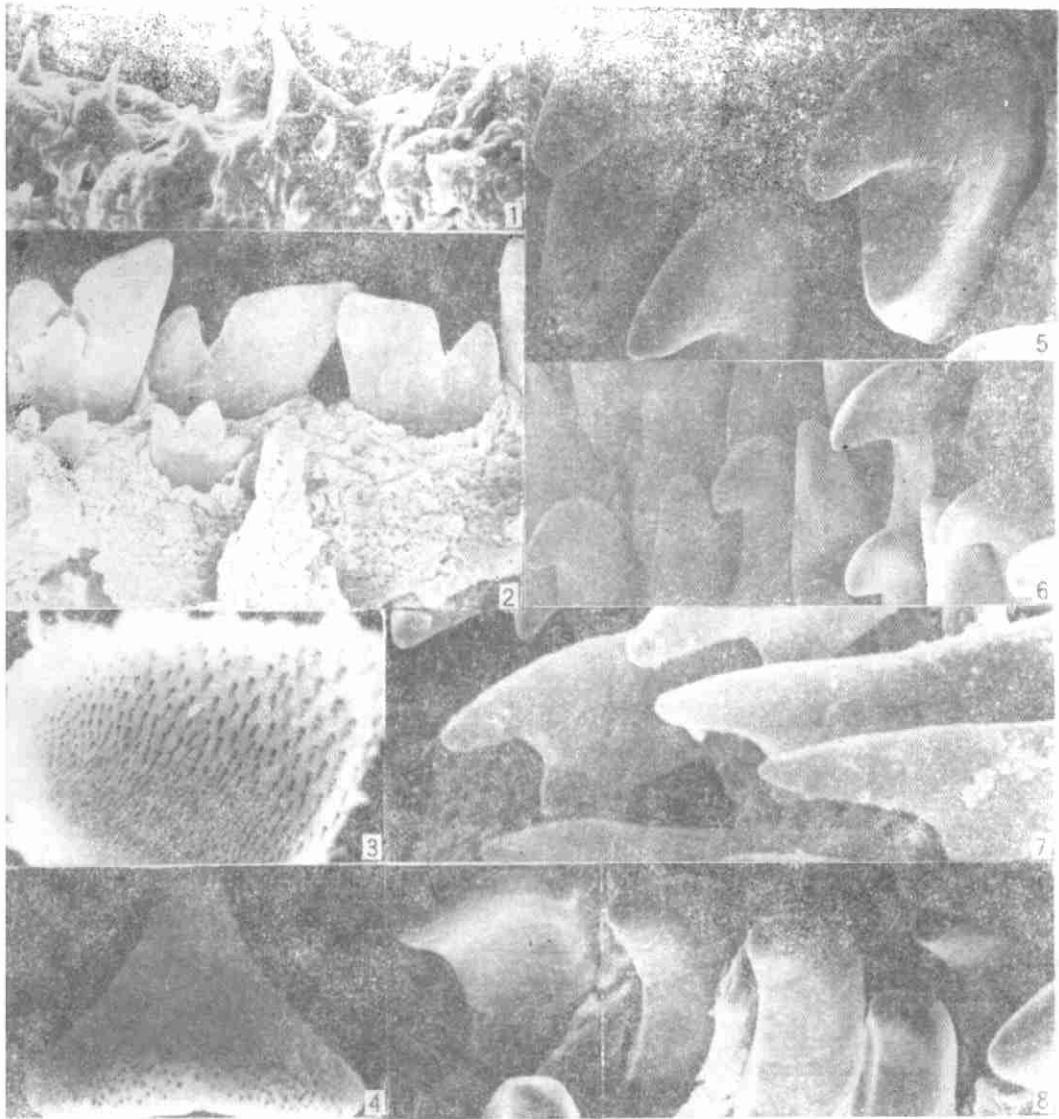
1. 口径和口宽 尼罗罗非鱼的口径随身体增长而增大。在体长从 5.6 到 18.2mm 这段时间中,口径迅速增大(0.7—2.3mm),口径(y, mm)对体长(x, mm)呈幂函数关系,回归方程为: $y = 0.0628x^{1.1516}$ ($n = 12$), $r = 0.968 > r_{0.01} = 0.7079$ 。在体长 18.2—105.4 mm 这一发育期中,口径增长变慢(2.3—11.3mm),口径(y, mm)对体长(x, mm)呈直线相关,回归方程为: $y = 0.11x - 0.0125$ ($n = 12$), $r = 0.993 > r_{0.01} = 0.7079$ 。

口宽的发育也随身体增长而增大。体长 7.2—199.0mm 时,口宽 (0.8—18.0mm) (y, mm)对体长 (x, mm) 呈直线相关,回归方程为: $y = 0.3510 + 0.0932x$ ($n = 15$), $r = 0.994 > r_{0.01} = 0.6411$ 。

2. 鳃 耙

(1) 鳃耙数目(个) 在体长 5.6—35.0mm 时,鳃耙数目随身体增长而增加。体长 5.6—12.0mm 时,鳃耙数目($y, \text{个}$)对体长(x, mm)的直线回归方程为: $y = 1.659x - 1.237$ ($n = 12$), $r = 0.958 > r_{0.01} = 0.7079$ 。体长 12.0—35.0mm 时,鳃耙数目($y, \text{个}$)对体长(x, mm)的直线回归方程为: $y = 12.71 + 0.4478x$ ($n = 12$), $r = 0.9756 > r_{0.01} = 0.7079$ 。当体长超过 35.0mm 时,鳃耙数目较稳定,波动于 24—25 之间。

(2) 鳃耙长度(μm) 鳃耙长随身体增长而增长。体长 5.6—30.0 mm 时,鳃耙长 (61—233 μm) ($y, \mu\text{m}$)对体长(x, mm)的直线回归方程为: $y = 11.77x - 29.04$, ($n = 12$), $r = 0.982 > r_{0.01} = 0.7079$ 。体长 30.0—174.2mm 时,鳃耙长 (233—1875 μm) ($y, \mu\text{m}$)对体长 (x, mm) 的直线回归方程为: $y = 10.00x + 61.06$, ($n = 12$), $r = 0.979 > r_{0.01} =$



图版II Plate II

1. 下颌齿(全长 11.2mm), $\times 600$ (扫描); 2. 上颌齿(全长 25.8mm), $\times 200$ (扫描); 3. 上咽齿(全长 199.0mm), $\times 10$; 4. 下咽齿(全长 199.0mm), $\times 6.3$; 5. 上咽骨中部齿形(全长 94.8mm), $\times 300$ (扫描); 6. 上咽骨后部齿形(全长 94.8mm), $\times 300$ (扫描); 7. 下咽骨中部齿形(全长 66.0mm), $\times 400$ (扫描); 8. 下咽骨后部齿形(全长 39.0mm), $\times 600$ (扫描)。

0.7079。

(3) 鳃耙间距(μm) 鳃耙间距随身体增长而增大。体长 5.6—30.0mm 时, 耙间距(28.5—135 μm)($y, \mu\text{m}$)对体长(x, mm)的直线回归方程为: $y = 4.76x - 3.998$, ($n = 12$), $r = 0.976 > r_{0.01} = 0.7079$ 。体长 30.0—174.2mm 时, 耙间距(135—375 μm)($y, \mu\text{m}$)对体长(x, mm)的直线回归方程为: $y = 1.48x + 100.95$, ($n = 12$), $r = 0.774 > r_{0.01} = 0.7079$ 。体长超过 30.0mm 时, 耙间距与身体长度的相关性不够明显。

3. 颌齿 尼罗罗非鱼上下颌齿行数和每行的数目以及发育情况基本相同, 随身体

增长而增加。体长 5.6—7.2mm 时尚未出现颌齿；体长 7.4—16.0mm 时，颌齿为单行，3—24枚左右；体长 18.2—28.2mm 时为双行，外行为 18—24 枚，内行为 12—18 枚；体长 31.2mm 以上时为三行，外行为 16—42 枚，中行为 17—43 枚，内行为 4—24 枚。颌齿数的个体差异较大，因而与体长的相关性不明显。

4. 咽 齿 尼罗罗非鱼的上下咽齿均达数百枚，分布密度由前向后渐增。上咽齿和下咽齿的数目与体长的关系，分别用左上咽骨面积和下咽骨宽(向食道的宽边)对体长求回归方程。

上咽骨面积(y, mm^2)对体长(x, mm)呈指数相关，回归方程为： $y = 0.0259x^{1.7502}$ ，($n = 24$)， $r = 0.978 > r_{0.01} = 0.5368$ 。

下咽骨宽(y, mm)对体长(x, mm)呈直线相关，回归方程为： $y = 0.0777x + 1.116$ ，($n = 24$)， $r = 0.929 > r_{0.01} = 0.5368$ 。

三、小结与讨论

(一) 尼罗罗非鱼的摄食方式和摄食能力

根据生物器官形态与机能辩证统一的观点和尼罗罗非鱼摄食器官的形态结构特征，以及在饲养管理实践中的观察，可确认尼罗罗非鱼具有滤食、捕食和啃食的多种摄食方式。

尼罗罗非鱼的相邻两列鳃弧的内外列鳃耙水平着生，彼此交错嵌合成网状(图版 I—1)，左右第 I 鳃弧的外列鳃耙竖直着生，与鳃盖相配合形成上缘为上腭，底和两侧为鳃耙构成的过滤网袋，以行使过滤微小饵料生物和食物颗粒的功能。因此，它具有滤食能力。但其鳃耙与鲢、鳙、白鲫相比，数目少、短而粗，耙间距也较大，腭褶也不典型。因此，滤食能力和效率不及鲢、鳙、白鲫强。

尼罗罗非鱼上下颌齿分别为 3 行(少数为 4 行)，总计约 2000 个以上。外列双峰齿和内两列三峰齿，上下相互配合可以有效追捕水中鱼虾等小型游泳动物并可防止被猎食物的逃脱，也具有咬碎食物的功能。同时，正面观呈铲状的上下外列颌齿尚可在水底有效摄取底栖动植物和有机腐屑，以及附着生物。因此，它又具有追捕猎取食物和刮取食物的能力。

数百枚上下咽齿相互巧妙配合，上咽齿齿钩向食道，下咽齿齿钩向口端，相互可交错嵌合，因而能撕裂和磨碎较难消化的较大型食物，从而提高了对食物的消化率。

颌齿和咽齿的形态学和数量性状的特性，充分表明尼罗罗非鱼具有主动追捕猎食、刮食和啃食的能力。

通过鳃耙(网)的滤取，借助从口进入的水流冲力，加上口腔顶部皱褶上腭的蠕动，微小食物逐渐向食道移动，同时，在移动的过程中被上腭等分泌的粘液粘合成食物颗粒。当食物颗粒达咽喉处时，便被咽入食道。

(二) 摄食器官发育与摄食方式和食物组成的转化

根据尼罗罗非鱼摄食器官形态学特点和数量性状在胚后发育过程中的变化规律，以

及形态与机能辩证统一的观点,可将其一生的摄食方式和食物组成划分为三个阶段。

1. 吞食阶段 全长 6.0—15.0mm 时,尼罗罗非鱼的鳃耙数目少而短,竖直着生,口腔上腭粘膜层光滑和仅出现乳头状突起,不具备滤取食物的能力。同时,颌齿单行,数目少且刚露出表皮不久,白色,尚未骨化;咽齿也刚出现,齿形未分化,也不具备猎取食物的能力。因此,该阶段的摄食方式为吞食,依靠视觉用口吞食食物。该阶段的适口食物规格取决于口径和口宽。摄食时通常的开口率为 75%左右,可以吞食的食物规格为:(口径 \times 75%) \times 口宽,过大的食物吞不下,过小的食物则吃不到。全长 6.0—15.0mm 时的适口食物规格为:0.525—0.9 \times 0.8—1.5mm。主要食物组成为轮虫、无节幼虫、枝角类和桡足类。

2. 吞食向滤食和捕食转化阶段 全长 15.0—20.2 mm 时,鳃耙由竖直着生转为水平着生,上腭粘膜逐渐出现褶皱;颌齿虽仍单行,但数目增多,达 15—24 枚,出现双峰,齿冠变为黄色,开始分泌釉质,齿质钙化;咽齿也与颌齿一样,发生相应变化,数目增多,但齿形尚未明显分化。因此,该期已初步具有滤取微小食物和捕食小型游泳动物的能力,但两种摄食能力尚不强。该阶段的食物规格取决于口的大小、鳃耙间距和颌齿、咽齿数目及强度等。其适口食物规格幅度较大,小到数十 μm ,大到 0.9—1.7 \times 1.5—2.4mm。食物组成为轮虫、枝角类、桡足类、浮游植物和丝状藻类、各种小鱼苗、虾苗和腐屑。

3. 滤食兼捕食阶段 全长 21.0mm 以上,特别是达 30.0mm 以上时,鳃耙水平着生,左右 4 对鳃弧的内外列鳃耙交错嵌合(图版 I—1),构成滤食网,上腭粘膜形成复杂而明显的褶皱,可分泌大量粘液,已具有较强的滤取微小食物的能力。同时,此时颌齿由双行增加为 3 行,枚数增多,齿体强度增大,齿冠褐色;咽齿也相应发育似成鱼,咽骨上的各区段齿形分化明显。因此,已能够追捕猎取较大型游泳动物。总之,全长达 30.0mm 以上时,已具备成鱼滤食兼捕食的多种摄食方式。该阶段的适口食物规格仍取决于口的大小、鳃耙间距和颌齿、咽齿的数目及结构等,可滤取的最小食物规格为:85—450 μm 左右,主要食物组成为轮虫、小型枝角类、浮游植物等,植物性食物成分增加;可捕取的食物最大规格为 2.1—14.9 \times 3.0—18.0mm,主要食物为小型鱼类、虾类、水生昆虫和各种仔、稚鱼,以及腐屑和人工饲料。

(三) 摄食器官发育与饲养生物学技术措施

根据尼罗罗非鱼摄食器官胚后发育生物学特点,采取相应生物学技术措施培育苗种和饲养食用鱼,可提高生产效率。全长 6.0—15.0mm 时,正是吞食轮虫、小型枝角类等浮游动物的阶段,正处于鱼苗下塘 10 天左右的夏花鱼种培育前期,应采取适时清塘、及时注水和施适量有机肥等有效措施培养大量轮虫,并适时有针对性采取每日施少量有机肥和施用敌百虫抑制大型枝角类等措施,以维持和延长轮虫高峰期,满足鱼苗的需要。全长 15.0—20.2mm 左右的稚幼鱼,摄食方式基本转化为滤食兼捕食,应及时出塘稀养,采取施有机肥培养浮游生物的同时,定时、定量投喂人工颗粒饲料,以满足尼罗罗非鱼生长发育的营养需要。

参 考 文 献

- [1] 王天宇,1981. 尼罗罗非鱼的食性观察. 淡水渔业,(2):47—48.
- [2] 王玲玲、仇潜如,1981. 尼罗罗非鱼胚胎及胚后发育的观察. 动物学报,27(4):327—336.
- [3] 王楚松,1981. 罗非鱼的养殖,11—23. 农业出版社(北京).
- [4] 仇潜如等,1979. 尼罗罗非鱼的生物学及其饲养. 淡水渔业,(12):11—14.
- [5] 张中英,1985. 尼罗罗非鱼养殖技术,1—7. 农业出版社.
- [6] 张扬宗等,1989. 中国池塘养鱼学,432—443. 科学出版社(北京).
- [7] 胡保同,1983. 滤食性鱼类摄食机制问题. 水产科技情报,(6):5—7.
- [8] 胡 玫、张中英,1983. 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. 水产学报,7(3):207—217.
- [9] 矢田敏晃(赵金利译),1986a. 尼罗罗非鱼的摄食活动. 国外水产,(2):32—36.
- [10] ——(阎小明译),1986b. 关于尼罗罗非鱼食性的研究—在投饵和不投饵池中随着生长而出现的食性变化. 国外水产,(2):43—46.
- [11] 代田昭彦,1975. 若幼鱼及稚仔鱼の口径と饵料,水产饵料生物学,170—187. 恒星社厚生閣版.
- [12] Pullin, R. S. V. and R. H. Lowe-McConnell, 1982. The Biology and culture of Tilapias, 114—156. International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM, M.C.C.P. O. Box 1501, Makati, Metro Manila, Philippines).

POST-EMBRYONIC DEVELOPMENT OF FEEDING ORGAN OF TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

Liu Huanliang, Ding Shouhe, Yang Yunlong,
Shi Langjiang and Liu Xiaoheng

(Dalian Fisheries College, 116024)

ABSTRACT Morphological development of feeding organ of *Oreochromis niloticus* varying from 6.0 mm to 223.0 mm in total length ($n > 271$) was observed through dissection, sectioning, light and scanning electron microscopy. The following subjects were described:

1. Development characteristics of gill rakers, buccal palatine, jaw teeth, and pharyngeal teeth;

2. Changes in quantitative traits of feeding organ with development, i. e. mouth size (opening), number, density, and length of gill raker, distance between the adjacent gill rakers, number, density and length of lateral protuberances on filtering lamellae, and distance between lateral protuberances.

The following questions were also discussed,

1. Relationship between feeding mode and feeding function in Tilapia;

2. Relationship between development of feeding organ and transition of feeding mode;

3. Relationship between changes in quantitative characters of feeding organs and transition of the size-suitability and composition of food;

4. Relationship between development of feeding organs and biological technique for Tilapia culture.

KEYWORDS *Oreochromis niloticus*, feeding organs, post-embryonic development

《中国乡镇企业信息》半月刊

中国唯一的以实用技术信息为重点的综合性信息半月刊。

《中国乡镇企业信息》由中国乡镇企业协会、中国农学会情报分会、农业部情报所主办。1992年创办,深受各界欢迎,被誉为乡镇企业的科技靠山。为有利读者订阅,自1994年起全国各地邮局(所)均可订阅。读者对象:各县、乡、镇、村级企业(公司、厂)负责人,中小型企业家,建材、化工、电子、机械、食品、轻纺、加工等行业技术部门,科研院所,大专院校,信息服务机构,以及供销、管理、开发部门和专业户。它是读者寻求项目,搜集信息,联系业务,开展合作,掌握动态的得力助手和参谋。全年24期,订费33.60元。全国统一刊号:CN11-3250/F。邮发代号:18-161。

本刊地址:100081 北京白石桥路30号,中国农科院情报所内。

电话:8314433-2698。
