

尼罗非鲫摄食器官胚后发育的组织学研究

翟宝香 丁守河 白 河
(大连水产学院养殖系, 116023)

摘 要 对全长 8.5~199 mm 的尼罗非鲫的横、纵、水平向石蜡连续切片进行了系统观察,描述了口腔壁、颌齿、鳃耙、前咽顶壁和上下咽齿等摄食器官胚后发育的组织结构特征。探讨了该结构特征与摄食方式和食性转化的关系,并对该结构的发育特点与青鱼、鲢的作比较。

关键词 尼罗非鲫,组织学,摄食器官,胚后发育

尼罗非鲫(*Oreochromis niloticus*)属鲈形目(Perciformes)鲷鱼科(Cichidae),是一种世界性的养殖鱼类。目前,国内外对尼罗非鲫的养殖与生物学的研究不断深入[王楚松 1981,仇潜如等 1979,张中英 1985]。对摄食及消化器官[Pullin 1982],食性和摄饵[王天宇 1981,胡保同 1983,赵金利 1986 年中译本,阎小明 1986 年中译本,张扬宗等 1989]以及消化器官的胚后发育[胡玫和张中英 1983],尼罗非鲫仔鱼器官发育及分化方面[王令玲和仇潜如 1981,赵宝生等 1989]也进行过研究。但是,对于尼罗非鲫摄食器官发育生物学方面,仅有刘焕亮等[1992]从扫描电镜及大体解剖方面进行了研究,而对尼罗非鲫摄食器官胚后发育组织学研究尚未见系统报道。本文从组织学角度对尼罗非鲫的摄食器官的胚后发育及其摄食方式和食性转化进行了较系统的探讨。

1 材料和方法

标本于 1985、1986 年采自辽宁发电厂渔场、辽阳灯塔县水产良种场和上海市水产研究所试验场。全长 8.5~199 mm。大规格标本经解剖取出所需器官,同小规格苗种一并采用 Bouin's 液固定,石蜡包埋,制作横、纵、水平向连续切片,H.E 染色,中性树脂封片。用 Olympus 光学显微镜观察并摄影。

2 结果

尼罗非鲫的摄食器官可分为口腔、前咽和后咽三个区域。本文对口腔区的口腔壁、颌齿,前咽区的顶壁及鳃耙以及后咽区的上、下咽齿等加以描述。

2.1 口腔区

口腔壁:当全长 8.5~12 mm 时,口腔粘膜上皮细胞为 2~4 层。其中有粘液细胞,但个体小,数量少。味蕾仅存在于舌区。粘膜深层结缔组织薄而疏松。全长 12~17 mm 时,口腔粘膜上皮中出现味蕾,数量少,但口唇及舌区味蕾相对较多,粘膜深层结缔组织略有增厚(图版 I-A)。而在全长 21~30 mm 以后,口腔粘膜上皮细胞达到 4~5 层,接近成鱼。其中粘液细胞

及味蕾逐渐增多,但都少于咽区。粘膜深层结缔组织厚而疏松。

颌齿:全长 8.5~12 mm 时,颌齿外露或近于外露,处于初齿及过渡型齿并存的阶段[翟宝香等 1988]。为一排锥状单峰齿。齿本质薄,齿冠表面无釉质,硬度低(图版 I-B)。全长 12~17 mm 时,外露颌齿双峰。在成釉细胞下包终点的齿本质中出现细小的断带,断带处以很明显的胶原纤维相连。朝口外一侧的断带处的胶原纤维连于齿本质断面两侧,包成一腔隙,而其余侧面则几乎看不出断带的痕迹(图版 I-C)。全长 17~20 mm 时,有两排双峰颌齿,齿冠表面有釉质,齿本质增厚且断带加宽,断带的腔隙较明显,断带的其余部位明显的被胶原纤维联系起来。断带之后的齿根向深层延伸加长(图版 I-D)。全长 21~30 mm 时,颌齿三排,齿冠铲状双峰,釉质增厚。齿本质尖端及釉质染色较深,即硬度提高,齿根更加伸入。全长 30~40 mm 时,三排颌齿的内排齿三峰,结构与成鱼相似。齿冠较长,包围齿体的低柱状上皮细胞中出现粘液细胞。齿本质增厚,且断带处的胶原纤维外突(图版 I-E)。以后各阶段颌齿结构基本相似。

2.2 前咽区

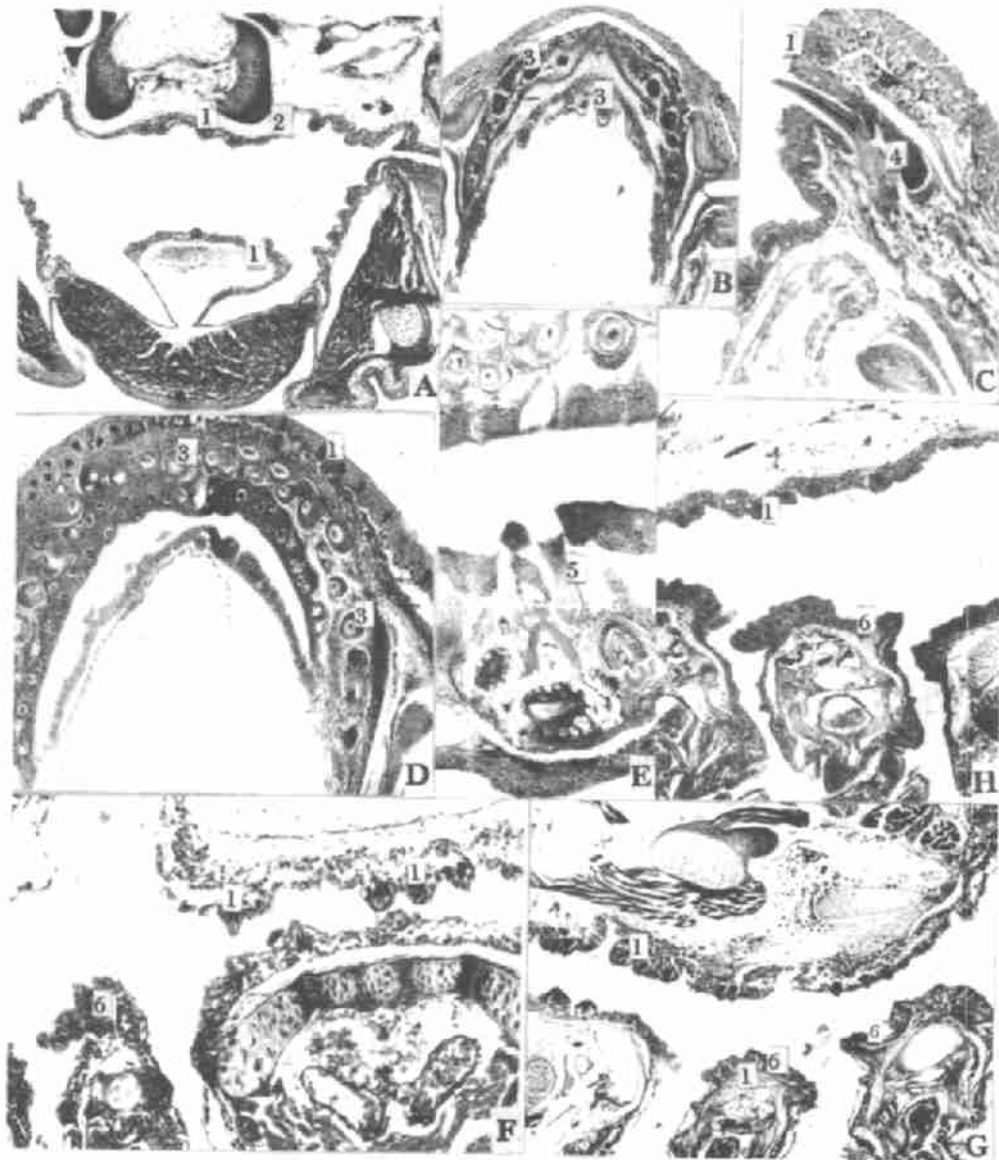
鳃耙:全长 8.5~12 mm 时,出现味蕾状鳃耙。其上皮细胞为 4~5 层,鳃耙突起处粘膜上皮中味蕾较多,其余部位的粘膜上皮中粘液细胞较多。除第一鳃弓外列鳃耙竖直生长外,其余都倾斜生长(图版 I-F)。全长 12~17 mm 时,鳃耙生长角度为锐角。全长 17~20 mm 时,鳃耙呈乳头或长锥状,开始出现分支,刚形成的膜骨伸入支持,高度增加。除第一鳃弓外列鳃耙竖直生长外,其余都接近水平状态。鳃耙上皮细胞 4 层,粘液细胞增大,味蕾增多(图版 I-G)。全长 21~30 mm 时,部分鳃耙有分支,且高度较高(图版 I-H)。全长 40 mm 时,鳃耙上皮细胞多达 9 层,且多数鳃耙有分支。当全长 96~199 mm 时,鳃耙上皮细胞 8~9 层,而鳃弓骨两端的鳃耙粘膜上皮深层有结实层及横纹肌组织。其余部位的鳃耙已由膜骨支持且高度增加(图版 II-A、B)。

前咽顶壁:全长 8.5~12 mm 时,上皮细胞为 5 层,其中有粘液细胞及味蕾,只是个体小、数量少。粘膜有少量极矮的皱褶(图版 I-F)。全长 17~20 mm 时,上皮细胞加厚到 5~7 层,其中味蕾数量增多,深层结缔组织较疏松(图版 I-G)。全长 21~30 mm 时,粘膜皱褶增多,粘液细胞多分布在皱褶下陷处而味蕾多在突出部,但粘液细胞仍较小(图版 I-H)。全长 30~40 mm 时,皱褶凹陷度已达最深。其粘膜上皮细胞达 8~9 层,上皮中味蕾数量多,粘膜深层形成不太明显的结实层。全长 40~199 mm 时,粘膜上皮增厚,其中味蕾数量少,粘液细胞个体较大,深层的结实层特别明显(图版 II-C)。

2.3 后咽区上下咽齿

全长 8.5~12 mm 时,上下咽齿发育同步,各为 40 枚以上,部分外露。齿体呈钩状,双峰或近双峰,上咽齿齿钩指向食道,下咽齿齿钩指向口端,上下相对。齿冠有釉质,釉质及齿本质尖端染色较深,硬度较高。其余部位的齿本质染色较浅,硬度较低。齿本质中有一断带,依胶原纤维相连。齿钩尖一侧的齿体较陡直,而且连接此处断带的胶原纤维只分布于齿本质外壁及内壁,从而形成一中空的腔隙。另一侧齿体弯曲度大,并被胶原纤维连满断带,并无腔隙。齿髓腔(Pulpa cavity)内近齿本质处有尖梭状的成齿本质细胞排列整齐。齿体之外有两层低柱状细胞紧接粘膜上皮皮下包至齿本质断带处。在各齿之间的粘膜上皮细胞为 8 层,有味蕾和粘液

细胞分布其中(图版Ⅱ-D、E)。全长 12~17 mm 时,齿体加长,釉质加厚,齿本质中可见齿本质小管。连接断带处的胶原纤维束加粗。齿髓腔中的成齿本质细胞更为细长。齿根深入且逐渐散开。上下咽齿个数各为 60 枚以止(图版Ⅱ-F、G)。全长 17~20 mm 时,齿体更长更粗,齿间粘膜上皮细胞多到 9 层。齿前端的粘膜上皮逐渐脱离齿体成为一个下陷的窝,使齿体外露更



图版 I Plate I

A. 通过口腔舌区横切(全长 12~17 mm); 示粘膜上皮中的味蕾和粘液细胞, $\times 80$; B. 下颌齿横切(全长 8.5~12 mm), $\times 80$;
C. 上颌齿纵切(全长 12~17 mm), $\times 200$; D. 下颌齿横切(全长 17~20 mm), $\times 80$; E. 三峰颌齿纵切(全长 30~40 mm),
 $\times 80$; F. 通过前咽区横切(全长 8.5~12 mm); 示前咽顶壁及鳃耙的组织结构, $\times 200$; G. 通过前咽区横切(全长 17~20
mm); 示前咽顶壁和鳃耙的组织结构, $\times 80$; H. 通过前咽区纵切(全长 20~30 mm); 示前咽顶壁和鳃耙的组织结构, $\times 80$ 。

1. 味蕾, 2. 粘液细胞, 3. 下颌齿, 4. 上颌齿, 5. 三峰颌齿, 6. 鳃耙



图版II Plate II

A. 鳃弓骨两端的鳃耙纵切(全长 96-199 mm): 示结实层, $\times 80$; B. 鳃弓骨中部的鳃耙纵切(全长 96-199 mm): 示鳃耙骨, $\times 80$; C. 前咽顶壁纵切(全长 96-199 mm), $\times 200$; D. 上咽齿纵切(全长 8.5-12 mm), $\times 200$; E. 下咽齿纵切(全长 8.5-12 mm): 示齿本质断带, $\times 400$; F. 上咽齿横切(全长 12-17 mm), $\times 80$; G. 下咽齿横切(全长 12-17 mm), $\times 80$; H. 下咽齿纵切(全长 199 mm) $\times 80$ 。

1. 结实层, 2. 鳃耙骨, 3. 粘液细胞, 4. 味蕾, 5. 上咽齿, 6. 齿本质断带, 7. 下咽齿

长, 齿釉质更厚, 钩尖曲度更大, 硬度也增加。齿本质小管更明显, 齿本质断带加宽, 连接断带的胶原纤维向外突出。断带后的齿根深扎入深层结缔组织并开始分支。上下咽齿数量增加。全长 30-40 mm 时, 齿两侧的粘膜上皮凹陷加深, 凹陷处的粘液细胞大而且多。各齿的齿根分支彼此连接起来成网状。齿体粗壮, 釉质层厚。全长 40-96 mm 时, 上下咽齿个数还在增加。全长 96-199 mm 时, 下陷处粘膜上皮中的粘液细胞排列更加规则, 咽齿个数达百枚(图版 II-H)。

3 讨论

3.1 摄食器官胚后发育组织结构特点与摄食方式和食性转化的关系

全长 8.5~12 mm 时,口腔粘膜上皮细胞 2~4 层,有粘液细胞。锥状颌齿细小无釉,未伸出或刚刚伸出粘膜外,尚无捕食功能。鳃耙仅呈味蕾状,无滤过能力。前咽顶壁皱褶小且少,粘膜上皮中的粘液细胞也很小。上、下咽齿发育快于颌齿,外露呈双峰钩状已渐硬化,有薄釉质层,刚出现断带,已具有较弱的断割食物的能力。此时仔鱼只能吞食一些体积较大,不易挣脱,易于破碎的食物,如轮虫等。尚无滤食能力。

全长 12~17 mm 时,颌齿已外露并有齿本质断带出现,其功能可能与提高齿抗拉抗折能力有关。此时,颌齿初具制止猎物挣脱的能力,吞食能力加强。鳃耙已较长,有结实层伸入支持且已接近水平生长,故也初具滤食能力。前咽顶壁粘膜上皮较厚,粘液细胞和味蕾多,皱褶略多,因而成食物团能力也有提高。上、下咽齿的个数增加,且硬度较大,发育快于颌齿。断带处腔隙及胶原纤维较为发达,使齿体承受力增大,从而可以撕割一些强度较大的食物,如挠足类、浮游植物、丝藻等。所以此时仔鱼具有较完善的吞捕和初步的滤食能力。

全长 17~20 mm 时,鳃耙水平着生,滤食能力进一步加强。数目更多的弯曲、粗壮的钩齿使撕割能力提高。特别是当全长达 21~30 mm 时,出现三排颌齿,鳃耙已有分支,使捕、滤食能力达到较高水平。

全长 30~40 mm 时,鳃耙大多有分支且较高大。前咽顶壁皱褶数目和深度增加,粘膜上皮中粘液细胞个体大,且粘膜层有结实层。这些结构使幼鱼的滤食能力和成食物团能力近于成鱼水平。上、下咽齿的齿根分别联网再各与上、下咽骨相接,从而更为牢固,使撕割动作更为有力。兼之齿体的形态、数目都已近似成鱼。颌齿出现三峰,所以此时除具成鱼水平的完备的滤食及捕食能力,还具有一定的撕咬及割食能力。

3.2 尼罗非鲫摄食器官胚后发育的组织结构特点与青鱼、鲢的初步比较

3.2.1 齿

青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*),无颌齿,咽齿较发达,齿体粗大,臼状。翟宝香等[1988]研究其发生后得知,固定型齿的釉质发达、釉棱柱明显,齿骨质也发达,成齿与咽骨的固着方式为骨性固着。在齿发育过程中可见到成骨细胞和破骨细胞参与成骨与破骨过程。

尼罗非鲫有与咽齿结构相似的颌齿,上下咽齿数量很多,齿体细长,齿冠较长,有双峰,三峰钩状齿。釉质中釉棱柱不明显,齿骨质也不明显。齿本质中有一圈以胶原纤维相连的断带,上、下咽齿齿根分支联网后通过结缔组织与咽骨相连。在齿的发育切片中很少见到成骨细胞和破骨细胞。

这些结构差异与其各自食性的差异是相互适应的,青鱼的主食为螺蛳等具有硬壳的软体动物,需要依靠咽齿与角质垫作用压碎螺蛳壳。其咽齿发达的釉质、坚硬的角质垫和齿骨质以及骨性的固着方式保证了咽齿具有极大的硬度以压碎螺壳。尼罗非鲫食性杂,但以多纤维食物为主,需以颌齿刮割以及上、下咽齿互相撕割拉裂食物。齿必须具有较大的韧性以避免动作中损伤齿体及深层组织。所以尼罗非鲫的齿骨质不发达。在齿本质中还有由胶原纤维联系的断带结构,可以使齿的整体具有极大的抗折韧性。

3.2.2 前咽

鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)鳃耙排列高而密,彼此相连成海绵状的内外鳃耙网,前咽顶壁形成腭褶与鳃耙沟相嵌合并形成鳃耙管,成为一套效率极高的滤食器官[翟宝香等 1992]。相比之下尼罗非鲫的鳃耙就较短小,排列也较疏松。前咽顶壁皱褶浅而且鳃耙列于皱褶凹处并不嵌合,滤食能力远不及鲢。这是因为尼罗非鲫另具有主动吞、捕、刮食能力,并不全部依赖滤食,故不需要过强的滤食能力。

3.3 齿本质断带及其功能探讨

尼罗非鲫颌齿及咽齿的齿本质中有一断带,由胶原纤维相连。在齿的最尖端一侧的断带,胶原纤维连于齿本质层的两侧,中间并无胶原纤维,形成一个腔隙。在齿的其余侧面的断带被填满密而实的胶原纤维(图版Ⅱ-H)。由于颌齿的最高端位于口外一侧。而上、下咽齿的最高端即钩尖,分别位于朝口、食道的一侧。所以上、下颌齿的齿体断带腔隙都位于齿朝向口外的一侧,上、下咽齿的断带腔隙则分别位于齿体的朝口、食道的一侧。该断带结构在刘焕亮等[1992]文中并未被提及。此断带结构可以使齿具有良好的韧性,与齿的功能相适应。当齿尖受到较大外力冲击时,断带腔隙受力压缩,断带的其余部位处的胶原纤维则相对拉伸,从而使外力得到缓冲。

由于颌齿可防被捕食对象外逃,作用力多朝向口外,所以无论上、下颌齿,断带结构中的腔隙都处于齿体外侧,正好可适应朝外的作用力。由于咽齿中的上咽齿钩尖指向食道,下咽齿钩尖指向口端,彼此相对作用,常受的外力分别指向口端和食道。因此,缓冲腔隙的位置分别位于齿体的朝口和食道的一侧,可以缓解咽齿互相作用时所受的力。

参 考 文 献

- 王天宇. 1981. 尼罗罗非鱼的食性观察. 淡水渔业, (2): 47~48.
- 王令玲, 仇潜如. 1981. 尼罗罗非鱼胚胎及胚后发育的观察. 淡水渔业, (1): 26~35.
- 王楚松. 1981. 罗非鱼的养殖. 北京: 农业出版社. 11~23.
- 仇潜如, 张中英, 吴福煌等. 1979. 尼罗罗非鱼的生物学及其饲养. 淡水渔业, (2): 11~14.
- 刘焕亮, 丁守河, 杨云龙等. 1992. 尼罗罗非鱼摄食器官胚后发育生物学. 水产学报, 8(1): 8~16.
- 张中英. 1985. 尼罗罗非鱼养殖技术. 北京: 农业出版社. 1~7.
- 张扬宗, 谭玉钧, 欧阳海. 1989. 中国池塘养鱼学. 北京: 科学出版社. 432~443.
- 赵宝生, 孙建富, 毕宁阳等. 1989. 尼罗罗非鱼仔鱼前期器官发育与分化的组织学观察. 大连水产学院学报, 4(2): 21~25.
- 赵金利译. 1986. 尼罗罗非鱼的摄食活动. 国外水产, (2): 32~36.
- 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.
- 胡宝同. 1983. 滤食性鱼类摄食机制问题. 水产科技情报, (6): 5~7.
- 阎小明译. 1986. 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.
- 翟宝香, 刘 伟, 李 华等. 1988. 青鱼咽齿和角质垫发生和发育组织学研究. 大连水产学院学报, (1): 23~35.
- 翟宝香, 刘焕亮, 李梦河等. 1992. 鲢消化系统胚后发育的组织学研究. 大连水产学院学报, 7(2,3): 19~30.
- Pullin R S V, Lowe-McConnell R H. 1982. The biology and culture of tilapias. International center for living aquatic resources management (ICLARM. MCCC. O. Box 1501, Makati, Metro Manila, Philippines). 114~156.

HISTOLOGICAL STUDIES ON FEEDING ORGAN IN *OREOCHROMIS NILOTICUS* DURING POST-EMBRYONIC DEVELOPMENT

ZHAI Bao-Xiang, DING Shou-He, BAI He

(Department of Aquaculture, Dalian Fisheries College, 116023)

ABSTRACT Based on systematical observation of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) 8.5 ~ 199mm in length in cross-section, longitudinal-section and horizontal-section, this article describes the histological characteristics of feeding organs including the wall of oral cavity, the jaw teeth, the gill raker, the top wall of anterior pharynx and the upper and lower pharyngeal teeth, etc. The relationship between the histological characteristics and the feeding mode and transition of food composition were discussed. The histological characteristics of Nile tilapia feeding organs with that of other important fresh-water culture fish were compared.

KEYWORDS *Oreochromis niloticus*, Histology, Feeding organ, Post-embryonic development