

鲇仔、稚鱼消化系统胚后发育的组织学观察研究

蒲红宇, 翟宝香, 刘焕亮

(大连水产学院 生命科学与技术学院, 辽宁 大连 116023)

摘要:通过石蜡包埋切片法对鲇(*Silurus asotus* L.)仔、稚鱼消化系统胚后发育进行了较系统的组织切片观察。本研究描述了全长5.0~22.5 mm的鲇摄食器官、消化器官胚后发育的组织学结构特征。观察发现,1~3日龄为内源性营养阶段,卵黄囊很大,2日龄消化道出现裂缝状腔隙,3日龄基本贯通但未开始摄食;4~6日龄为混合营养阶段,卵黄囊被逐步吸收,主要靠吞食轮虫、小型枝角类等为食;6日龄以后卵黄囊消失,进入外源性营养阶段,捕食能力增强。观察还发现,鲇前咽顶壁始终平直无粘膜皱褶;颌齿和咽齿为斜生尖锥状的同型齿,数量多、排列紧密,与相应的骨骼牢固地骨性固着;后咽、食道的粘膜上皮内粘液细胞极多,深层结缔组织肌肉层发达。这些构造适应于鲇的完全吞食摄食方式。胃腔小,前肠膨大、中肠粘膜上皮细胞纹状缘发达,肝脏和胰脏发育速度较快。胃的消化功能较弱,主要储存、消化场所为前肠,吸收场所为中肠。鱼苗4~6日龄下塘适宜,6~8日龄可开始诱其摄食人工饲料。

关键词:鲇;消化系统;胚后发育;组织学

中图分类号:Q959.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2004)01-0001-08

关于肉食性鱼类消化系统发育的组织学研究,国内外已有较多报道^[1~9]。在鲇形目鱼类消化系统组织学方面,龙祥平等^[10]对南方大口鲇(*Silurus meridionalis* Chen)仔、稚鱼期齿发育的组织学和组织化学作了研究,刘建虎等^[11]对南方大口鲇消化管胚后发育组织学研究作了报道,郑文彪等^[12]对胡子鲇(*Clarias lazera*)味蕾组织形态作了扫描电镜观察,谢文碧等^[13]对瓦氏黄颡鱼(*Pseudobagrus fulvidraco*)消化系统组织学作了初步研究。作为我国鲇形目鱼类中分布广泛、养殖普遍的鲇(*Silurus asotus* L.)^[14]尚未见有关其消化系统胚后发育组织学方面的系统报道。仔、稚鱼期是养殖鱼类发育的关键阶段,这一阶段对饵料的摄取及消化吸收直接影响苗种的生长速度和成活率。本研究旨在通过对鲇仔、稚鱼发育过程中消化系统胚后发育的组织学连续观察,获取鲇胚胎学和组织学的有关资料,为苗种培育技术提供组织结构方面的理论依据。

1 材料和方法

样本1996年7月取自沈阳新民兴业水产养殖场。鱼苗孵出后逐日取样,每日龄鱼苗取样100尾用卡尺测定体长、全长。连续取样17 d,共采得全长

5.0~22.5 mm的鲇1700尾。

仔稚鱼的培育温度为24~25℃。样本用Bouin's液固定,70%酒精保存。全长13 mm以上的样本用Ehner's液脱钙。样本用石蜡包埋,进行横向、纵向的连续切片。按日龄由小到大逐日切取,切片厚度5~7 μm,共切样本68尾,切片HE染色,中性树胶封片,Olympus显微镜观察,万能显微镜照相。

2 结果

2.1 摄食器官胚后发育观察

2.1.1 口

1) 口腔壁 1~2日龄全长5.0~5.1 mm时,口腔粘膜上皮细胞1~2层,上皮中无粘液细胞和味蕾,深层结缔组织不发达(图版1-1);3~4日龄全长6.3~7.7 mm时,口腔粘膜上皮细胞2~3层,其中可见少量味蕾,粘液细胞小且数量少;6日龄全长10.4 mm时,口腔粘膜上皮细胞3~4层,其中粘液细胞增多,稍大(图版1-2);8~11日龄全长11.5~13.2 mm时,口腔粘膜上皮细胞仍为3~4层,味蕾个体增大(图版1-3);14~16日龄,全长15.8~20.7 mm时,口腔粘膜上皮稍加厚,粘液细胞数量

收稿日期:2003-05-20; 修订日期:2003-08-30.

基金项目:辽宁省自然科学基金项目资助(20022100).

作者简介:蒲红宇(1969-),男,讲师,硕士,主要从事鱼类养殖研究。E-mail: phy@dlfu.edu.cn

增多,味蕾数量较少。

2) 颌齿 2日龄全长5.1 mm时,颌齿在口最前部的透明软骨性的上下颌骨处粘膜层中形成,呈扁平味蕾状突起(图版I-1);4日龄全长7.7 mm时,颌齿突出口腔粘膜,此时齿冠尖细,齿髓腔不明显;6~7日龄全长10.4~10.8 mm时,颌齿横切面可见空心状的齿髓腔,髓腔中的血管断面亦清晰可见,此时颌齿在透明软骨性的颌骨上成行整齐地排列,数量较多(图版I-4);8日龄全长11.5 mm时,颌齿齿本质层增厚、透明软骨性的颌骨外骨化(钙化),齿根部与颌骨发生骨性固着,齿冠部加长变粗,齿呈典型的圆锥状。在成齿侧可见发育齿,发育齿的发育阶段晚于成齿,大多数尚未与颌骨牢固固着(图版I-5)。

2.1.2 前咽

1) 前咽顶壁 1~2日龄全长5.0~5.1 mm时,前咽顶壁上皮细胞1~2层,无粘液细胞和味蕾出现(图版I-1);4日龄全长7.7 mm时,前咽顶壁上皮细胞2~3层,有少量的味蕾和数量较多的粘液细胞出现;6~8日龄全长10.4~11.5 mm时,前咽顶壁粘膜上皮细胞3~4层,粘液细胞和味蕾数量增多(图版I-6);15~16日龄全长17.8~20.7 mm时,前咽顶壁上皮细胞4层,粘液细胞非常多,正处于分泌状态,味蕾较少,前咽顶壁基本平直(图版I-7);17日龄全长22.5 mm时,前咽顶壁粘膜上皮细胞仍为4层,味蕾仍然较少,深层的横纹肌组织已较发达,前咽顶壁始终平直形,未出现褶皱。

2) 鳃耙 鳃有4对游离鳃弓,第5对鳃弓愈合合成下咽骨。2日龄全长5.1 mm时,4对游离的鳃弓已基本形成,鳃弓骨为透明软骨,其内侧粘膜上皮细胞1~2层,深层结缔组织在发育分化;2~4日龄全长5.1~7.7 mm时,鳃弓粘膜上皮中出现味蕾状突起即鳃耙原始状态,突起内细胞分界不明显;6日龄全长10.4 mm时,鳃耙突起增高呈帽状,鳃弓粘膜上皮细胞2~3层(图版I-8);7~9日龄全长10.8~12.0 mm时,鳃耙的粘膜上皮和其深层的结缔组织向鳃腔突起形成锥状鳃耙;15日龄全长17.8 mm时,锥状鳃耙增高呈高锥状,且耙尖部稍稍发生弯曲(图版I-9);17日龄全长22.5 mm时,鳃耙进一步增高完善,每条鳃弓上有对称的2列鳃耙,侧生于角鳃骨和下鳃骨上。

2.1.3 后咽

1) 上咽齿 后咽顶壁有圆形的上咽骨,上咽齿

长于其上。2日龄全长5.1 mm时,上咽骨为透明软骨,软骨细胞分界不明显;4日龄全长7.7 mm时,上咽骨增大,软骨细胞分界清晰,上咽齿骨性固着在上咽骨上,齿呈圆锥形,仍然包埋在后咽顶壁粘膜上皮深层的疏松结缔组织中,齿冠尚未形成,齿髓腔明显,髓腔内细胞个体较大、数量少;6~9日龄全长10.4~12.0 mm时,齿冠尖细,突出于后咽顶壁粘膜上皮,齿本质层增厚、髓腔增长变狭,齿体增大,在成齿侧有发育齿(图版I-10);14日龄全长15.8 mm时,齿体进一步拉长,髓腔扩大;15~17日龄全长17.8~22.5 mm时,齿体更加厚固,齿颈部伸长,齿形如牛角,齿根部与上咽骨的骨性固着更加牢固(图版I-11)。

2) 后咽侧壁 4日龄全长7.7 mm时,侧壁粘膜上皮细胞为2~3层,粘膜褶皱较低,粘液细胞较前咽多而大,均匀地分散于粘膜上皮之中,粘膜下层结缔组织疏松,肌肉层以环行横纹肌为主;6~8日龄全长10.4~11.5 mm时,粘膜层褶皱增多,增高,上皮中味蕾个体大(图版I-12);9~11日龄全长12.0~13.2 mm时,侧壁粘膜上皮细胞3~4层,粘液细胞大而数量多,深层结缔组织增厚,环行横纹肌已相当发达,环行肌的内侧有少量的纵行横纹肌;14~16日龄全长15.8~20.7 mm时,深层结缔组织和肌肉层增厚,粘膜上皮褶皱略有增多,上皮中粘液细胞数量变化不大,味蕾可见,但数量很少。

3) 下咽齿 后咽底壁粘膜层组织结构与侧壁基本相同,粘膜深层结缔组织中,有咽齿。在后咽底壁粘膜深层结缔组织中包埋着由第5对鳃弓左右愈合而成的草履虫形下咽骨,其上着生的圆锥形同型小齿为下咽齿。4日龄全长7.7 mm时,下咽骨外覆的粘膜层中出现味蕾状突起,即为下咽齿雏形(图版II-1);6~8日龄全长10.4~11.5 mm时,下咽齿已与愈合鳃弓透明软骨外周骨化层骨性固着,齿形近圆锥形,齿本质、髓腔均清晰可辨(图版II-2);9~12日龄全长12.0~14.2 mm时,齿体增大,齿冠突出粘膜上皮伸入后咽腔,齿骨质、齿本质都增厚,齿冠、齿颈、齿根3部分明显可分。齿形由短粗圆锥形伸长为细长圆锥形(图版II-3);14~17日龄全长15.8~22.5 mm时,齿进一步生长,齿本质增厚,下咽齿与下咽骨的固着程度有所增加,下咽齿的组织结构特性渐渐趋于完善。

2.2 消化器官胚后发育观察

2.2.1 消化道

1) 食道 1日龄全长5.0 mm时,食道细胞排列紧密,无分化;2日龄全长5.1 mm时,细胞群中间出现小腔隙,表明食道开始贯通,细胞个体小,排列紧密(图版I-1);3~4日龄全长6.3~7.7 mm时,粘膜上皮细胞1~3层,深层正在分化发育的结缔组织较疏松,肌肉层横纹肌纤维已较多;6~8日龄全长10.4~11.5 mm时,粘膜上皮中出现较多的粘液细胞,组织结构层次明显,由腔面向深层依次为粘膜层、粘膜下层、肌肉层和外膜,粘膜层向食道腔突起形成纵行褶皱,褶皱较深,环行横纹肌纤维3~4层(图版II-4);10~11日龄全长12.4~13.2 mm时,粘膜上皮中粘液细胞非常多,叠层排列。具少量味蕾间插其中,肌肉层已较发达,其中以环行横纹肌为主,纵行肌不发达,粘膜皱褶进一步加深。

2) 胃 1~2日龄全长5.0~5.1 mm时,胃为一细胞团,细胞排列紧密,大小相似,细胞核大,深蓝色,胃细胞团位于卵黄囊背方、食道和肠道之间(图版I-1);4~5日龄全长7.7~8.8 mm时,胃腔已较明显,为球形腔,胃壁只可见到粘膜层和外膜,肌肉层不明显,粘膜上皮细胞单层柱状,排列紧密(图版II-5)。6~8日龄全长10.4~11.5 mm时,胃粘膜上皮细胞单层柱状,粘膜上皮深层结缔组织较厚,环行横纹肌纤维4~5层。贲门部胃壁较幽门及其它处胃壁厚,粘膜突起在胃腔内形成纵行褶皱;11日龄全长13.2 mm时,胃壁肌肉层加厚,粘膜下层结缔组织进一步充实完善,胃腺更发达;16日龄全长20.7 mm时,胃粘膜上皮的单层柱状上皮细胞拉长成为高柱状细胞,深层结缔组织进一步发育完善,胃壁结构层次分明(图版II-6)。

3) 肠 1日龄全长5.0 mm时,肠道原型出现,肠腔狭细,肠壁粘膜上皮细胞为紧密排列的矮柱状细胞;2日龄全长5.1 mm时,粘膜上皮为增高的单层柱状上皮,其游离端可稍见纹状缘,深层结缔组织和肌肉层基本未发育,肠道呈直线状,无盘曲,位置在身体腹面,紧靠卵黄囊背方(图版I-1),此时鲇鱼苗为完全内源性营养;4日龄全长7.7 mm时,肠道可以较明显分为前、中、后3部分,前肠膨大,中肠盘曲,后肠细直,中肠内粘膜上皮首先突起形成肠腔内的纵行粘膜褶,肠中发现食物残渣,粘膜上皮中可见少量粘液细胞,此期为混合性营养(图版II-7);6~8日龄全长10.4~11.5 mm时,前肠进一步膨大,粘膜上皮细胞增高增大,排列整齐紧密,纹状缘清晰可见,后肠的粘膜上皮细胞相对呈矮柱状,无

杯状细胞;10日龄全长12.4 mm时,肠粘膜上皮细胞高柱状,纹状缘发达,平滑环肌纤维1~2层,深层结缔组织增厚,肠腔扩大,肠腔内纵行褶皱增多增高,并出现次级肠粘膜褶(图版II-8);15~16日龄肠盘曲较多,粘膜柱状上皮细胞排列更紧密,肌肉层更加增厚,以环行平滑肌为主,纵行平滑肌不发达,深层结缔组织亦渐加厚。

2.2.2 消化腺

1) 肝脏 1日龄全长5.0 mm时,前肠腹方左侧有染色较浅的肝细胞团,细胞界限不清;4日龄全长7.7 mm时,肝细胞索出现,肝索细胞胞体大,界限分明,染色较深,肝血窦出现,血窦的体积较小,但数量多(图版II-9);6~8日龄全长10.4~11.5 mm时,肝索细胞排列趋于紧密,细胞胞体相对变小,血窦清晰,其中可见血细胞,肝脏体积增大迅速(图版II-10);10日龄全长12.4 mm时,肝细胞排列更紧密、细小,肝血窦数量减少;11~17日龄全长13.2~22.5 mm时,随着鱼体生长,肝脏体积进一步增大。

2) 胰脏 胰脏的发生晚于肝脏。4日龄全长7.7 mm时,在卵黄囊背方,肝脏左侧出现染色紫蓝的胰细胞团(图版II-9);6日龄全长10.4 mm时,胰细胞分化发育较快,数量明显增加,染色加深;8日龄全长11.5 mm时,胰岛基本出现,胰腺细胞排列趋于紧密;10日龄全长12.4 mm时,胰岛十分显著,胰脏体积增大(图版II-11)。

2.2.3 卵黄囊 1日龄全长5.0 mm时,卵黄囊很大,位于肠道腹面,大小几乎占整个鱼体的1/2,形状近似球形(图版II-12);3日龄全长6.3 mm时,卵黄囊呈扁椭圆形,大小约占鱼体1/4,附于消化道前方;5日龄全长8.8 mm时,卵黄囊已被吸收仅剩残余卵黄颗粒,集中分布于中肠腹面;6日龄全长10.4 mm时,卵黄多核体内的卵黄颗粒已被全部吸收,卵黄囊彻底消失,鱼体进入外源性营养阶段(图版II-13)。

3 讨论

3.1 消化系统胚后发育组织结构特点与其食性及摄食方式的关系。

3.1.1 内源性营养 鲇刚孵出时,其消化系统的组织结构处在原始状态。1~2日龄全长5.0~5.1 mm球形卵黄囊很大,鲇苗处在完全内源性营养阶段。3日龄消化道已全部贯通,其贯通时间早于鲤

(*Siniperca chuatsi* L.)^[15-16],但各摄食和消化器官机能不完善,仔鱼尚不能摄食。

3.1.2 内源与外源混合营养 4~6日龄全长7.7~10.4 mm时,卵黄囊被均匀吸收,逐渐缩小成扁椭圆形。仔鱼口和前咽顶壁粘膜上皮中出现味蕾和粘液细胞,颌齿为尖锐状初齿。颌齿出现时间早于南方大口鲇(*Silurus meridionalis chen*)^[17],晚于鳊。鳃耙由味蕾状突起增高呈帽状。咽齿出现雏形。食道、胃和肠的粘膜褶皱出现。此期为混合营养期,消化道中有轮虫和小型枝角类残体。此期虽已具备颌齿和咽齿,但都还处在发育早期,尚不能辅助其捕食活动能力较强的饵料生物,难以摄取与其口裂大小相适应的饵料鱼苗。这亦与其卵黄囊未消失,游泳不便有关。研究者在水族箱内做的摄食实验表明,鲇在此阶段有追逐饵料鱼苗的习性,但往往在咬住后又被挣脱或追赶不上而放弃。此时期主要以轮虫和枝角类为食,这一点与鳊不同^[18],鳊仔稚鱼胃内无浮游动物,食性较鲇窄。从各摄食和消化器官的组织结构特点来看,鲇已具备食物消化吸收能力,故可在此时下塘。

3.1.3 完全自食外源性营养 6~8日龄全长10.4~11.5 mm时,卵黄囊已全部消失,进入完全外源性营养阶段,比南方大口鲇11日龄提前3~5 d,但晚于鳊。口和前咽顶壁粘液细胞增多、增大,颌齿齿本质加厚,齿根与颌骨骨性固着。鳃耙呈小锥状,咽齿开始硬化。食道粘膜上皮细胞中间出现大量粘液细胞,肌肉层已较发达。其结构特点有助于鲇吞食大个体饵料生物。卵黄囊的消失同时亦增强了其游泳能力,开始主动积极地捕食饵料鱼苗。与大多数肉食性鱼类相似,鲇仔、稚鱼食性转化早于草食性鱼类,草鱼(*Ctenopharyngodon idellus* L.)在开始摄食2周后才由吞食浮游动物转化为摄取水生植物^[19]。试验观察表明,鲇对饵料大小的选择不很严格,只要饵料生物能大体纳入口中即可。其颌齿和咽齿齿尖稍带弯曲,齿体呈向食道方向倾斜的圆锥形,鳃耙硬而尖利。这些结构能有效的阻止咬入口中的饵料生物逃逸。同时,大量分布于咽和食道的粘液细胞分泌粘液协助将吞入口中的饵料生物迅速润滑下咽,同时防止甲壳类等饵料生物的硬壳与棘对鳃弓造成伤害。食道深层结缔组织外方发达的肌肉层也起到辅助吞咽作用。颌齿和咽齿在捕食过程中无撕扯功能,不似某些肉食性鱼类在摄取大个体饵料时不停摆动以求撕碎吞咽,而是整体吞食。此阶段鲇摄食

贪婪,对饵料需求量大而迫切,常见其因大量摄食而将腹壁撑至半透明状。鲇仔、稚鱼早于尖吻鲈(*Lates calcarifer*)开始进入加速生长期^[20],建议此时开始驯化鲇苗摄食人工配合饵料。

11~17日龄全长13.2~22.5 mm时,由于颌齿的快速发育和食量的增大,鱼苗之间出现相互残食,残食出现时间早于南方大口鲇,此阶段食性基本定型。鲇消化道内味蕾不多,与革胡子鲇(*Clarias lazera*)不同。味蕾的不足使鲇对食物的机械、化学感受都较弱^[21],对饵料的大小筛选及气味敏感性较差。经常因捕食过大饵料鱼而出现噎食,诱食需刺激强烈的诱食剂效果才明显。前咽顶壁无褶皱,有助于大个体饵料生物顺利通过口咽。颌齿和咽齿的齿根宽大,使齿体能非常牢固地与骨固着。齿的数量多且发育快,齿形尖锐,方向内斜,这些都有利于高效的捕食饵料生物,满足营养需求。胃腔肌肉层厚,前肠膨大,粘膜褶皱多,表明胃主要作用是将食道涌入的大块饵料暂时缓冲贮存,然后送入前肠消化。中肠长而盘曲,纹状缘发达,是主要的营养物质吸收场所。

3.2 齿的组织结构特性与摄食方式的关系

鲇的口腔齿包括颌齿和咽齿。颌齿分为上颌齿和下颌齿,分别着生于上颌骨和下颌骨,咽齿亦分为上咽齿和下咽齿,分别着生于上咽骨和愈合鳃弓。颌齿和咽齿有许多共同的特性:颌齿和咽齿在外形上都呈圆锥状,顶尖稍有弯曲,齿体不大,数量多,排列紧密。齿体略向身体后方倾斜,其特点同鳊等肉食性鱼类相似。颌齿与咽齿的发生基本同步,发达程度亦相近。颌齿和咽齿的釉质层都较薄,不发达。颌齿和咽齿的替换齿均不多。颌齿和咽齿的齿根部都较宽大,与齿骨牢固地骨性固着。

将鲇齿的上述特性和其它几种与鲇食性相似的鱼进行比较^[22],不难发现这些特性正是鲇的特殊摄食方式所要求的。鲇的摄食为简单的捕吞方式。齿在捕食过程中起到的作用是握持饵料生物,防止逃脱。颌齿和咽齿同步生长,紧密排列,当鲇捕食个体较大的饵料生物时,饵料被颌齿和咽齿共同握持,难以逃逸。

鲇的饵料以杂鱼虾为主,对齿的硬度要求不高,其齿体的釉质和骨质层薄而覆盖面小。而野青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)的咽齿要起压轧碎蚌、螺壳的作用,其臼齿冠面釉质层格外增厚,以保证有效压碎食物^[23-24]。

鲇捕食不需对食物进行撕裂、咬断,齿的磨损消耗较许多肉食性鱼类慢,换齿的频率较低,从而替换齿的数量较少。

鲇口大,食性贪婪,经常掠食一些个体较大的饵料生物。鲇齿根部的扩张宽大,使齿与相关的骨骼极其牢固地骨性固着在一起,这样的结构有助于避免鲇在强烈捕食时齿被强行拉起或折断。

参考文献:

- [1] 喻子牛,孔小瑜,孙世春.真鲷消化道组织学研究[J].水产学报,1997,21(2):113-119.
- [2] 马爱军,雷霖.真鲷幼鱼消化道组织学研究[J].中国水产科学,1999,(6)2:22-25.
- [3] Saosqute M C. Histology and histochemistry of the development of the digestive system of larval gillhead seabream [J]. Aquat Sci, 1995,52(5):9-18.
- [4] Trevor A A, Reifei C W. Histological and cytological structure of the gastrointestinal tract of the luderick, *Girella tricuspidata*, in relation to diet[J]. Morph,1986,190:109-119.
- [5] Hirji K N. Observations on the histology and histochemistry of the oesophagus of perch [J]. Fish Biol,1983,22:145-152.
- [6] Bullock W L, Hofer R. Intestinal histology of some Salmonid fishes[J]. Morph,1963,112:23-34.
- [7] Cataldi E, Cataudella S. A study of the histology and morphology of the digestive tract of the sea ream sparus aurata[J]. Fish. Biol, 1987,30:135-145.
- [8] Clarke A J, Witcomb D M. A study of the histology and morphology of the digestive tract of the common eel *Anguilla anguilla*[J]. Fish Biol,1980,16:159-170.
- [9] Blake T H, Easor D N, Landis S C. Studies on the comparative histology of digestive tube of certain teleost fishes. I pedaceous fish, the seabass *Centropristes striatus* [J]. Morph,1930,96:345-

360.

- [10] 龙祥平,王德寿.南方鲇仔稚鱼期发育的组织学和组织化学[J].西南师范大学报,1993,18(3):19-21.
- [11] 刘建虎,叶元土,王学文,等.南方大口鲇消化管胚后发育组织学研究[J].中国水产科学,1999,6(1):18-21.
- [12] 郑文彪,陈旻.胡子鲇味蕾的表面形态和分布的扫描电镜观察[J].动物学杂志,1992,27(5):7-9.
- [13] 谢文碧.瓦氏黄颡鱼消化系统组织学的初步研究[J].内江师范学院学报,2002,17(2):22-27.
- [14] 陈湘迪.我国鲇科鱼类总述.水生生物学集刊[J],1977,6(2):197-218.
- [15] 唐宇平,樊恩源.鲇鱼消化器官的发育和食性研究[J].水生生物学报,1993,17(4):329-336.
- [16] 罗仙池,徐田祥,吴振兴,等.鲇鱼胚胎和仔鱼发育观察[J].水产科技情报,1992(6):165-168.
- [17] 谢小军.南方大口鲇幼鱼发育的初步研究[J].水生生物学报,1989,13(2):124-133.
- [18] 吴遵霖.鲇仔鱼消化器官发育与摄食习性观察[J].水利渔业,1987(3):39-43.
- [19] 龚启祥,杨文鸽,贾秀英.草鱼消化道发育的组织学观察[J].浙江水产学院学报,1990,(9)2:85-89.
- [20] 胡隐昌,陈奇昌,陈永乐,等.尖吻鲈胚胎及仔稚鱼发育的研究[J].珠江水产,1990,(12):57-63.
- [21] Rutter K, et al. Taste bud types in fishes. II: Scanning electron microscopical investigation on xiphophorus helleri Heckel[J]. Cell Tissue Res,153:151-165.
- [22] 冯昭信.鲈消化器官的形态构造与机能相适应的讨论[J].海洋科学,1987,(4):31-34.
- [23] 翟宝香,刘伟,李华,等.青鱼咽齿和角质垫发生发育组织学研究[J].大连水产学院学报,1988,(1):23-26.
- [24] 刘焕亮,李华,翟宝香,等.青鱼咀嚼器官胚后发育生物学研究[J].水生生物学报,1990,14(4):310-320.

图版 I 说明

1. 2日龄仔鱼纵切,×40; 2. 6日龄仔鱼横切,×100; 3. 11日龄稚鱼纵切,×100; 4. 7日龄仔鱼水平切,×100; 5. 8日龄仔鱼横切,×200; 6. 6日龄仔鱼横切,×100; 7. 15日龄稚鱼纵切,×40; 8. 6日龄仔鱼纵切,×200; 9. 15日龄稚鱼纵切,×200; 10. 6日龄仔鱼纵切,×100; 11. 16日龄稚鱼纵切,×200; 12. 6日龄仔鱼纵切,×100;
OC-口腔;JT-颌齿;DT-消化道;GR-鳃耙;PP-前咽;MC-粘液细胞;TB-味蕾;CC-软骨细胞;DE-齿质;DPT-发育齿;GA-鳃弓;ME-粘膜上皮;UPT-上咽齿;TC-齿冠;PC-齿髓腔;MA-粘膜层;ES-食道

Explanation of Plate I

1. Longitudinal section of 2-day-old larva, ×40; 2. Cross section of 6-day-old larva, ×100; 3. Longitudinal section of 11-day-old juvenile, ×100; 4. Horizontal section of 7-day-old larva, ×100; 5. Cross section of 8-day-old larva, ×200; 6. Cross section of 6-day-old larva, ×100; 7. Longitudinal section of 15-day-old juvenile, ×40; 8. Longitudinal section of 6-day-old larva, ×200; 9. Longitudinal section of 15-day-old juvenile, ×200; 10. Longitudinal section of 6-day-old larva, ×100; 11. Longitudinal section of 16-day-old juvenile, ×200; 12. Longitudinal section of 6-day-old larva, ×100

OC - Oris cavity; JT - Jaw teeth; DT - Digestive tract; GR - Gill rake; PP - Prepharynx; MC - Mucous cell; TB - Taste bud; CC - Cartilage cell; DE - Dentine; DPT - Developing teeth; GA - Gill rake; ME - Mucous epithelium; UPT - Upper pharyngeal teeth; TC - Tooth cap; PC - Pulp cavity; MA - Mucosa; ES - Esophagus

Histological studies on post-embryonic development of digestive system in larval catfish *Silurus asotus*

PU Hong-yu, ZHAI Bao-xiang, LIU Huan-liang

(Life Science and Technology Institute, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China)

Abstract: *Silurus asotus* L. is widely distributed in China, but no study was reported on its digestive system during post-embryonic development in terms of histology. The paper illustrated the post-embryonic developmental histology of digestive system in catfish *Silurus asotus* L. by means of paraffinsection. The histological characteristics of feeding organ and digestive organ were described in larvae at 5.0–22.5 mm in total length. In 3 days after hatching, the digestive duct in the larvae is formed but no food is intaken when the catfish is in endotrophic stage. In 4–6 days after hatching, the mixotrophic stage, the yolk is absorbed fairly well and the larvae begin to ingest food from the environment. From day six on, the yolk disappears gradually, and the fish have the ability of swallowing fry of other species and exoerophic stage begins. The epithelium of prepharynx is always plane that no mucous fold is found. Jaw teeth and pharyngeal teeth are taper-like, combined with the bone firmly, and when catfish is catching other small fishes, both teeth can cooperate effectively. A large number of mucous cells exist in mucous epithelium of postpharynx and oesophagus. Muscle under submucous layer is developed in postpharynx and oesophagus. All these histological features facilitate the feeding habit of swallowing. The taste buds are seldom in mucous epithelium of digestive duct. Gastric cavity is small. The forepart of intestine is inflated in volume. The mucous epithelium of middle intestine is very developed. Liver and pancreas grow fast. By observation, the main section for digesting is in anterior intestine, and the main section for absorbing is in middle intestine. In this paper, some comparison is also made between catfish and other species in distinct characteristics of digestive system.

Key words: *Silurus asotus* L.; digestive system; post-embryonic development; histology

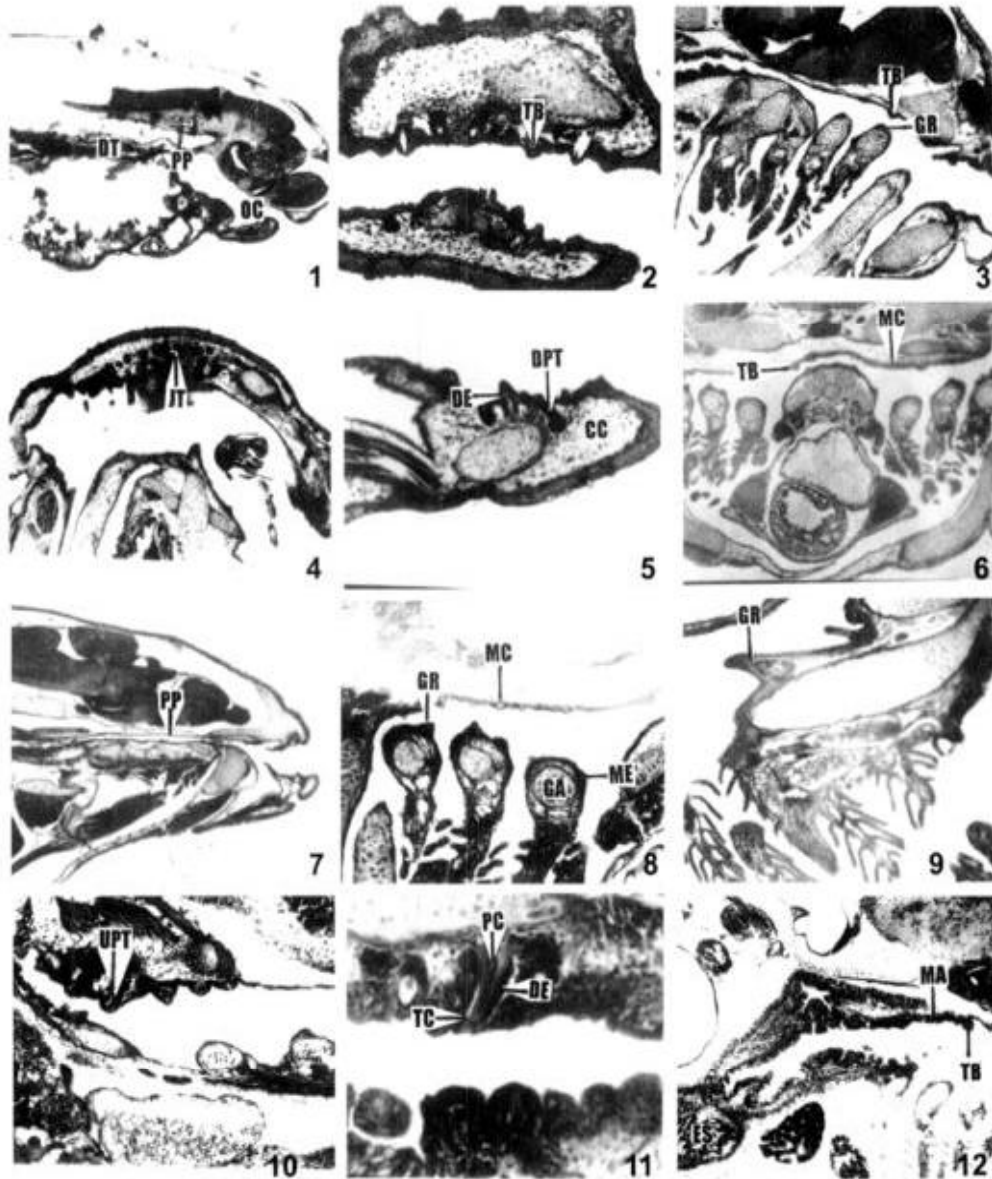
图版 II 说明

1. 4 日龄仔鱼横切, ×100; 2. 6 日龄仔鱼纵切, ×100; 3. 12 日龄稚鱼纵切, ×400; 4. 6 日龄仔鱼横切, ×200; 5. 4 日龄仔鱼纵切, ×100; 6. 16 日龄稚鱼纵切, ×100; 7. 4 日龄仔鱼横切, ×200; 8. 10 日龄仔鱼横切, ×200; 9. 4 日龄仔鱼横切, ×100; 10. 6 日龄仔鱼纵切, ×200; 11. 10 日龄仔鱼横切, ×100; 12. 1 日龄仔鱼横切, ×100; 13. 6 日龄仔鱼纵切, ×100. LPT—下咽齿; DE—齿质; TC—齿冠; PC—齿髓腔; TR—齿根; SM—粘膜下层; MC—粘液细胞; MA—粘膜层; SE—浆膜层; MS—肌肉层; SCE—单层柱状上皮; GC—胃腔; MM—粘膜褶; SMM—次级粘膜褶; HE—肝细胞索; HS—肝血窦; LA—胰岛; YS—卵黄囊; ES—食道; ST—胃; IN—肠; PA—胰脏; LI—肝脏

Explanation of Plate II

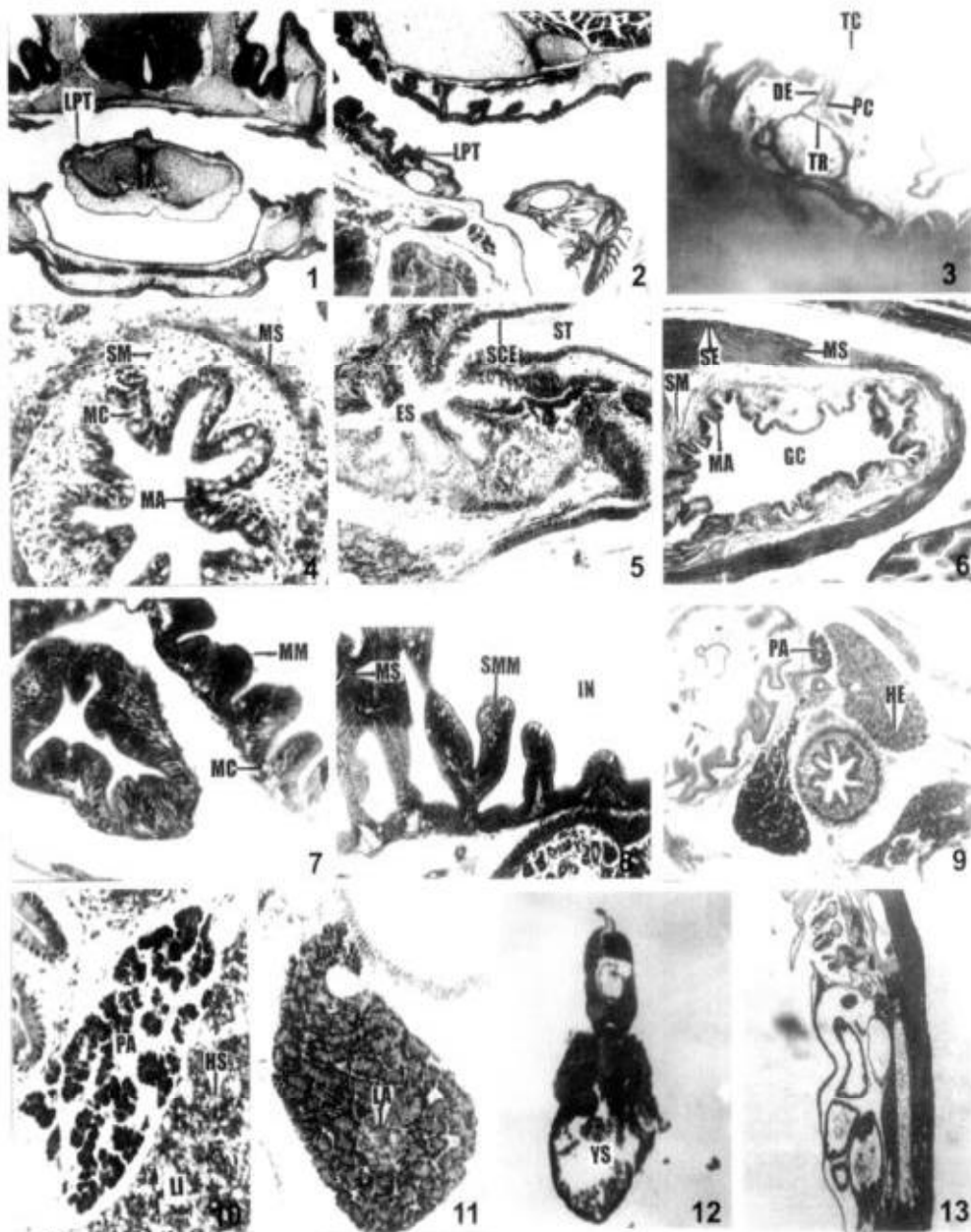
1. Cross section of 4-day-old larva, ×100; 2. Longitudinal section of 6-day-old larva, ×100; 3. Longitudinal section of 12-day-old juvenile, ×400; 4. Cross section of 6-day-old larva, ×200; 5. Longitudinal section of 4-day-old larva, ×100; 6. Longitudinal section of 16-day-old juvenile, ×100; 7. Cross section of 4-day-old larva, ×200; 8. Cross section of 10-day-old larva, ×200; 9. Cross section of 4-day-old larva, ×100; 10. Longitudinal section of 6-day-old larva, ×200; 11. Cross section of 10-day-old larva, ×100; 12. Cross section of 1-day-old larva, ×100; 13. Longitudinal section of 6-day-old larva, ×100. LPT—Lower pharyngeal teeth; DE—Dentine; TC—Tooth cap; PC—Pulp cavity; TR—Tooth root; SM—Submucosa; MC—Mucous cell; MA—Mucosa; SE—Serosa; MS—Muscularis; SCE—Single columnar epithelium; GC—Gastric cavity; MM—Mucous membrane; SMM—Sub mucous membrane; HE—Hepatocyte; HS—Hepatic sinusoid; LA—Lagenhans; YS—Yolk sac; ES—Esophagus; ST—Stomach; IN—Intestine; PA—Pancreas; LI—Liver

蒲红宇等:鲇仔、稚鱼消化系统胚后发育的组织学观察研究
 PU Hong-yu et al: Histological studies on post-embryonic development of
 digestive system in larval catfish *Silurus asotus*



图版 I Plate I
 (图版 I 说明见第 5 页 Explanation of Plate I at page 5)

蒲红宇等: 鲇仔、稚鱼消化系统胚后发育的组织学观察研究
 PU Hong-yu et al: Histological studies on post-embryonic development of
 digestive system in larval catfish *Silurus asotus*



图版 II Plate II
 (图版 II 说明见第 6 页 Explanation of Plate II at page 6)