

# 达氏鲟仔鱼消化系统的发育及摄食 初期食性的初步观察

黄 德 祥

(四川省合川水产学校)

## 提 要

本文描述了达氏鲟仔鱼消化系统的发育过程及仔鱼的食性。

将仔鱼消化系统的发育过程归纳为三个阶段,即初期发育阶段、消化道分化完成阶段、发育完善阶段。这三个阶段与仔鱼的垂直游泳、水平游泳和进入底层生活三个生态阶段相对应。

观察了仔鱼在池塘培育和室内饲养条件下摄食的种类、开始摄食时的长度及消化道内卵黄物质吸收的情况。

根据仔鱼具有口腔齿及消化道结构的特点,认为仔鱼属底层肉食性鱼类的食性类型。其摄食对象主要是水蚯蚓和摇蚊幼虫等底栖无脊椎动物,其次是在池壁和水底活动的枝角类和桡足类。

仔鱼的混合营养阶段不是发生在水平游泳阶段而是发生在进入底层生活之后,与其他的鲟科鱼类仔鱼不同。

达氏鲟 (*Acipenser dabryanus* Dumeril)<sup>(1)</sup> 是我国大型过河口性经济鱼类,主要分布于长江、黄河、东海、黄海,也见于朝鲜西部。

为了有效地增殖鲟鱼资源,进行幼鱼的人工放流,必须深入进行幼鱼培育的研究。为此,我们对仔鱼消化系统的发育及早期食性作了观察和研究。

## 材 料 和 方 法

观察的材料是四川省长江水产资源调查组秋季在金沙江进行鲟鱼人工繁殖取得鱼卵后,由四川省合川水产学校孵化和培育的仔鱼,全长12—34毫米。

消化系统发育的观察是从仔鱼孵出后,每天在测量长度后用2%福尔马林溶液固定一批标本,在解剖镜下解剖,观察不同大小仔鱼消化系统形态结构及内含物,并根据固定标本绘图。

食性的研究采取鱼池饲养和室内饲养两种方法。逐日采集仔鱼标本,用2%福尔马林固定,在解剖镜下解剖,在显微镜下观察,根据消化道内含物及排出物确定摄食的种类

(1) 地方名大膳子,在《东海鱼类志》中称为达氏鲟,在《中国经济动物志——淡水鱼类》及《长江鱼类》中称中华鲟,根据生态特点,从《东海鱼类志》,可能是同物异名。

及开始摄食时的长度。仔鱼的排出物呈稳定的螺旋形,用蒸馏水冲洗后即可镜检。

仔鱼在鱼池中主要用施肥培育,在室内饲养,则投喂各种活饵料。活饵料有六类:

- (1) 水蚯蚓: 主要是颤蚓(*Tubifex*)、水丝蚓(*Limnodrilus*)、尾鳃蚓(*Branchiura*)。长度 5—30 毫米。
- (2) 摇蚊幼虫: 长度 4—15 毫米。
- (3) 枝角类: 主要是水蚤(*Daphnia*)、低额水蚤(*Simocephalus*)、盘肠水蚤(*Chydorus*)。长度 0.6—2.2 毫米。
- (4) 桡足类: 主要是新镖水蚤(*Neodiaptorus*)、中剑水蚤(*Mesocyclops*)及幼体。长度 0.5—2.0 毫米。
- (5) 轮虫类: 主要是龟甲轮虫(*Keratella*)、疣毛轮虫(*Synchaeta*)、异尾轮虫等(*Trichocera*)。
- (6) 藻类植物: 主要是纺锤硅藻(*Navicula*)、偏缝硅藻(*Nitzschia*)、丝状硅藻(*Melosira*)、颤藻 *Oscillatoria*、新月藻 *Closterium* 等底生性藻类。

## 观 察 结 果

### 1. 仔鱼消化系统的发育

刚孵出的仔鱼全长 12—13 毫米,消化道处于原始状态,消化腺亦未发生。它的中肠部分包裹大量卵黄物质形成膨大的球形的卵黄囊,囊的前方有一小孔,通过短而细的食道与口咽腔相接。囊的后方缩小成细长的瓣肠,瓣肠中含卵黄物质,并有白色的肠间隔(将来形成螺旋瓣)六至七个。(图 1)

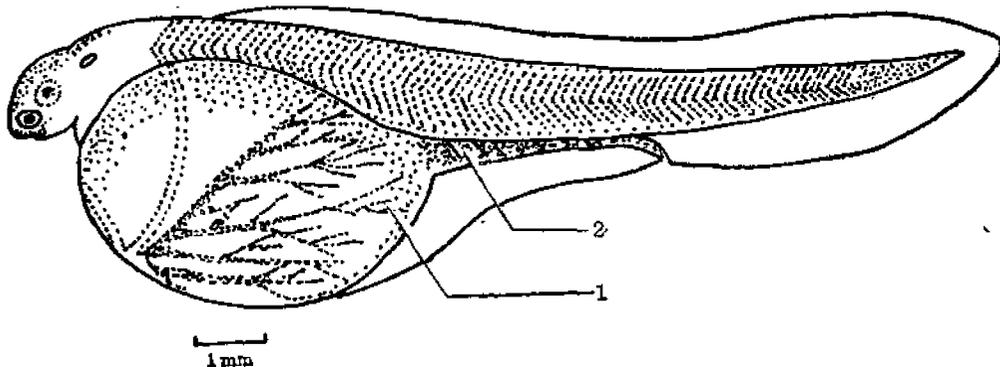


图 1 刚孵出的仔鱼

1. 卵黄囊; 2. 瓣肠

孵出二至三昼夜的仔鱼,全长 17 毫米,形成口裂,在口裂前方出现四个略呈半球形的吻须突起,它以后逐渐伸长,发育成吻须。肝脏已在卵黄囊腹面出现,为一灰白色圆形组织。同时,卵黄囊背面和侧面发生凹陷,逐渐向前下方收缩而将卵黄囊分隔成胃和十二指肠两部分。(图 2)

孵出四至五昼夜的仔鱼,全长20毫米,上下颌形成,口能动,并成为管状,有上唇褶及侧唇褶。肝脏开始分为二叶,右叶较大(图3)。

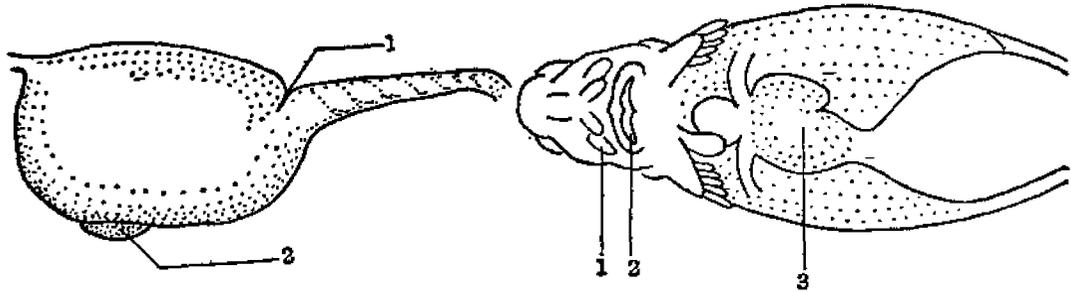


图2 全长17mm仔鱼的消化道  
1.卵黄囊背面凹陷处; 2.肝脏

图3 全长20mm仔鱼腹面观  
1.吻须; 2.侧唇褶; 3.肝脏

孵出五至六昼夜的仔鱼,全长21.5毫米,胃与十二指肠的分化完成,两者之间只以一小孔相通,肛门也已形成,能排出肠内的黑色物质——卵黄的代谢产物。短小的直肠也已形成。孵出六至八昼夜的仔鱼,全长24毫米,开始在上下颌中形成颌齿。颌齿包埋在组织中,有膨大的基部和尖锐的齿尖。在高倍镜中才能见到(图4)。

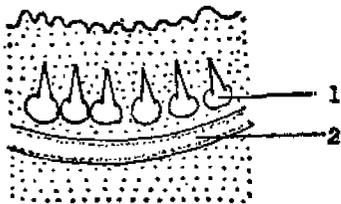


图4 全长24mm仔鱼的下颌齿  
1.下颌齿; 2.齿骨

孵出八至十一昼夜的仔鱼,全长27毫米,在十二指肠与胃交界处的左侧,形成幽门垂,它是一个扁而略呈圆形的突出物,其中还未形成盲囊。此时肝脏已从卵黄囊中完全分离开来,其右叶可见到有胆管通入十二指肠前端。在十二指肠右侧部分分化出胰脏,它是薄而细长的带状物,略呈黄色,边缘与十二指肠相连,前端达胃与十二指肠的交界处(图5)。

分别座落在前颌骨和齿骨上的前颌齿和下颌齿开始露出皮肤之外,同时在上颌骨内表面的皮肤中出现上颌齿,舌齿亦在舌弧和第一鳃弧下段的粘膜中出现(图6)。

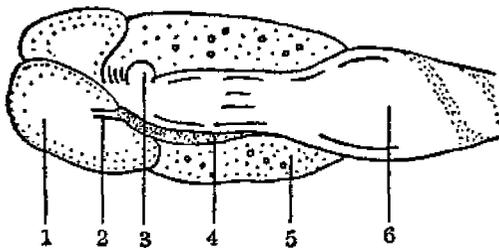


图5 全长27mm仔鱼消化统系  
1.肝脏; 2.胆管; 3.幽门垂; 4.胰脏;  
5.胃; 6.十二指肠

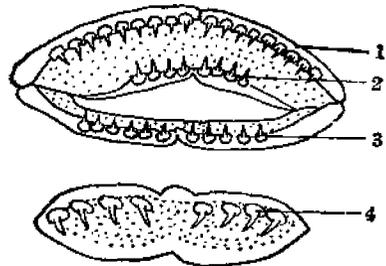


图6 全长27mm仔鱼口腔齿  
1.前颌齿; 2.上颌齿; 3.下颌  
齿; 4.舌齿

以后胰脏进一步发育,稍伸长并变粗。幽门垂逐渐发育成多个盲囊。十二指肠发生回曲。

孵出十二至十六昼夜的仔鱼,全长30毫米,由于卵黄物质的不断被吸收,胃缩小,呈

“乙”字形。食道长而粗大,与胃分界不明。十二指肠回曲成简单的“S”字形,其前端以幽门垂与胃分界。瓣肠已发育成粗大的直管,其中螺旋瓣十分发达,是从肠壁伸向肠内的褶皱,其褶皱宽超过肠的半径,游离缘伸向前方,盘旋约七圈,瓣肠后面是短小而弯曲的直肠,直肠以肛门与外界相通。

此时肝脏发育完全,白色,分左、右两叶,右叶大,其中部有胆管通入十二指肠前端。胰脏亦发育完善,腺体较粗长,随着十二指肠而盘曲,末端达到瓣肠的前端背面。幽门垂中有多个小盲囊(图7)。

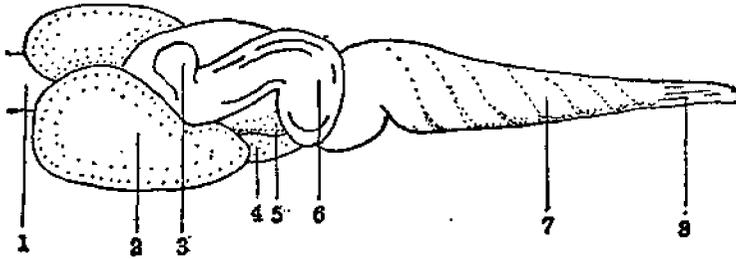


图7 全长 30 mm 仔鱼的消化系统

1.食道; 2.肝脏; 3.幽门垂; 4.胃; 5.胰脏; 6.十二指肠; 7.瓣肠; 8.直肠

仔鱼的口腔齿已基本形成,除了前颌齿、下颌齿与上颌齿、舌齿这两对互相作用的齿带外,在口腔顶部的间腭方软骨粘膜上还有二列小齿,形态与颌齿相似,但基部尚未发育。(图8)

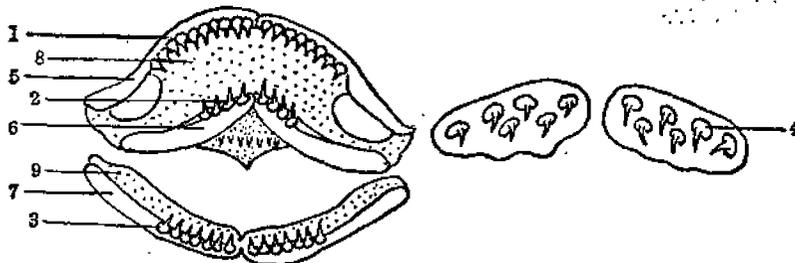


图8 全长 30 mm 仔鱼的口腔齿

1.前颌齿; 2.上颌齿; 3.下颌齿; 4.舌齿; 5.前颌骨; 6.上颌骨; 7.齿骨;  
8.腭方软骨; 9.美克尔氏软骨

在鳃弧两侧粘膜上出现几个瘤状突起物,类似鳃耙的作用,真正的鳃耙尚未形成。至此消化系统发育已基本完成,部分仔鱼开始摄食天然饵料。

## 2. 仔鱼在摄食初期的食性

(1) 仔鱼开始摄食时的长度 在室内逐尾投喂活饵料(枝角类、小的水蚯蚓、摇蚊幼虫),根据最初排出饵料残体而确定开始摄食的长度,统计了 10 尾仔鱼,结果见表 1。

表 1 仔鱼开始摄食时长度统计表

仔鱼全长 (mm)	30.0	30.5	31.0	31.5
开始摄食的尾数	2	1	5	2

观察结果表明,仔鱼开始摄食时的长度是 30—31.5 毫米,其中以 31 毫米占多数。开始摄食的日龄随水温而有很大的差别,一般为 11—13 日(在 17—21°C 下)

(2) 仔鱼消化道内卵黄物质吸收完毕时的长度 解剖了不同长度的仔鱼,对其消化道内是否具有卵黄物质作了统计,结果见表 2。

表 2 仔鱼卵黄物质吸收情况统计表

仔鱼全长(mm)	解 剖 尾 数	消化道内有卵黄的尾数	消化道内无卵黄的尾数
28.0	1	1	
28.5	1	1	
29.0	3	3	
29.5	1	1	
30.0	4	3	1
30.5	5	4	1
31.0	11	10	1
31.5	3	2	1
32.0	11	3	8
32.5	2	1	1
33.0	5		5
33.5	2		2

表 2 的统计表明,仔鱼卵黄物质吸收完毕时的长度并不一致,在全长 30 毫米的仔鱼中,已有个别的吸收完毕,全长 33 毫米时,所有仔鱼消化道内的卵黄物质均已吸收完毕。

(3) 仔鱼的混合营养阶段 根据鱼池培育及室内饲养仔鱼(全长 26—34 毫米,共 54 尾)的解剖资料,统计其中消化道内既有卵黄物质又有食物的个体(11 尾)长度,以确定混合营养阶段,结果见表 3。

表 3 进行混合营养的仔鱼长度统计表

仔鱼全长(mm)	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0
尾 数	0	1	2	5	1	1	1	0

由表 3 可以看出,进行混合营养的个体长度在 30—32.5 毫米的范围内,以全长 31 毫米占多数。

处于混合营养阶段的仔鱼,并不一定都摄食,而只是其中一部分个体摄食。(表 4)

表 4 混合营养阶段仔鱼摄食情况统计表

仔 鱼 全 长 (mm)	统 计 尾 数	胃 肠 均 有 卵 黄 的 仔 鱼		仅 肠 有 卵 黄 的 仔 鱼	
		已 摄 食 尾 数	未 摄 食 尾 数	已 摄 食 尾 数	未 摄 食 尾 数
30.5—31.5	11	2	4	4	1

由表4可以看出,仔鱼在胃中卵黄未吸收完毕时,摄食并不积极,已摄食的仔鱼仅占三分之一左右,而当胃中无卵黄物质,仅肠中还有少量卵黄物质时,摄食的仔鱼迅速增多,可达80%左右。由此可见,大多数仔鱼是在消化道内卵黄物质即将吸收完毕时开始摄食的。这一特点对于仔鱼的培育具有实践意义。

(4) 仔鱼摄食的种类 解剖了分组投喂不同活饵料的仔鱼,根据消化道内含物确定摄食种类,结果见表5。

表5 仔鱼对各类活饵料摄食情况统计表

饵料种类	仔鱼全长(mm)	解剖尾数	消化道内有食物的尾数
水生寡毛类	29.5—33.5	7	6
摇蚊幼虫	30.5—33.0	5	3
枝角类	29.0—32.0	5	2
桡足类	28.5—31.0	6	3
轮虫类	28.5—31.0	6	0
藻类	29.0—31.5	5	0

根据解剖结果,仔鱼能摄食水生寡毛类、摇蚊幼虫、枝角类和桡足类,但不摄食轮虫类和藻类。

对培养于鱼池中的25尾仔鱼(全长30.5—34.0毫米)进行了解剖观察,其消化道内的饵料种类组成如下:

底栖无脊椎动物:水蚯蚓、摇蚊幼虫、库蚊幼虫(个别仔鱼中见到)、水蜘蛛(个别仔鱼中见到)。

浮游动物:低额溞、美女溞、盘肠溞、拟剑溞、中剑溞。

对其中两尾仔鱼消化道内的饵料重量组成进行了测定,结果见表6

表6 仔鱼消化道内饵料重量组成

仔鱼全长 (mm)	仔鱼胃内含物			
	种类	数	更正重量(mg)	重量组成(%)
30.0	食物团		0.84	100
	其中:摇蚊幼虫	1	0.66	78.5
	枝角类	8	0.18	21.5
33.5	食物团		2.08	100
	其中:摇蚊幼虫	2	2.06	99
	枝角类	1	0.02	1

由表6中可以看出,底栖无脊椎动物是仔鱼饵料的主要成份,浮游动物在数量上虽有较大比重,但重量占次要地位,是仔鱼的辅助性饵料。

(5) 仔鱼对各种饵料的摄食能力 仔鱼能很好地摄食水蚯蚓,在全长30毫米时,已能摄食6—15毫米长的水蚯蚓,到全长32毫米时,便能摄食20—30毫米的水蚯蚓,但要先咬断再吞下。到全长34毫米时,能吞下整条水蚯蚓。

对摇蚊幼虫的摄食能力稍差一些,到全长31毫米时开始摄食最小的摇蚊幼虫(长3

毫米左右)较大的摇蚊幼虫(10毫米左右)要到仔鱼全长33毫米才能吞下。

对枝角类的摄食能力较差,全长30毫米的仔鱼,只能摄食较小型的枝角类(长约0.6毫米),全长为33毫米时,可吞食1毫米左右的水蚤,较大的枝角类(长1.6—2毫米)要到仔鱼全长36—37毫米时才能吞食。此外,对枝角类的摄食强度和枝角类的密度有很大关系。

对桡足类的摄食能力也差,往往摄食幼体,对成体摄食较少。

## 总 结

达氏鲟仔鱼和其他绝大多数鱼类一样,其消化系统在孵出时是十分原始的,以后才逐渐发育完善。它的发育经历三个阶段,即消化系统发育的初期阶段、消化道分化完成阶段、消化系统发育完善阶段。这三个阶段分别与仔鱼的三个生态阶段相对应。

仔鱼在发育过程中,其生态有显著的变化。在孵出的最初几天,全长在13—21.5毫米这段时间内为垂直游泳阶段,仔鱼对弱光呈正趋光性,对强光呈负趋光性,从第五天至第九天,全长在21.5至26.5毫米这段时间内为水平游泳阶段,仔鱼趋光性增强,甚至白天也趋向较强的光源;仔鱼在全长27毫米以后,即进入底层生活,游泳速度大为减慢,趋光性显著减弱。

仔鱼消化系统的发育过程,在垂直游泳阶段,消化系统的发育处于初期阶段,口裂开始形成,消化道开始分化,肝脏开始初步发育,在此阶段结束时,十二指肠与胃的分化完成。在水平游泳阶段,肝脏迅速发育着,同时吻须、颌齿正在形成中,消化道进一步分化,结果形成了瓣肠和直肠,肛门亦同时形成。在仔鱼进入底栖生活至开始摄食的阶段,胰脏完成其发育过程,肝脏发育亦达完善程度,其他如幽门垂、口腔齿等亦基本发育完全,因此可以说这是包括消化腺在内的整个消化系统发育完善阶段。

鱼类的食性和其消化系统是密切相关的。达氏鲟仔鱼有十分发达的口腔齿、其中主要是前颌齿、下颌齿和上颌齿、舌齿这两对互相作用的齿带,此外口腔顶部还有数列小齿,说明仔鱼是捕食动物性饵料的。它有巨大的胃和宽大的食道,能容纳较大的食物,它的肠道短而直,并且有螺旋瓣,这些都是肉食性鱼类消化道的特征。仔鱼的鳃耙很不发达,对小型饵料截留不住,不是属于滤食性种类,而它的吻须很发达,表明它是以水底的生物为饵料的。

通过实际观察,可以看到仔鱼主要摄取水生寡毛类、摇蚊幼虫等底栖无脊椎动物,并摄取少量枝角类和桡足类等浮游动物。枝角类和桡足类能被摄取是由于它们常常到底层和池壁上活动的缘故。因而在底栖无脊椎动物缺乏的情况下,它们也会成为仔鱼的主要摄食对象。仔鱼无法摄食轮虫,其原因很可能是由于轮虫类太小,难以用颌齿捕捉到,而鳃耙发育太差无法滤取,亦是原因之一。综上所述,可以确定仔鱼是以底栖无脊椎动物为主要饵料的,而它的消化系统和这一食性是相适应的。

鱼类在其初期发育阶段,是以卵黄物质为营养的,以后才摄取外界食物,在这个转变过程中,存在着一个过渡阶段,就是混合营养阶段。达氏鲟仔鱼在全长30—31.5毫米时开始摄食,在全长30—33毫米时卵黄物质吸收完毕,它营混合营养是在全长30至32.5毫米这个阶段。在混合营养阶段中,大多数仔鱼都是在卵黄物质即将吸收完毕时才开始

摄食,因而真正进行混合营养的时间是很短暂的。不过 1—2 天。

## 讨 论

关于仔鱼开始摄食的时刻,国内有的文献认为发生于“孵出后 9 天,全长 20.0—21.2 毫米”的时候,这时的仔鱼,“须增长,口缘出现明显的颌齿;仔鱼开始摄食”<sup>[1]</sup> 我们观察到的情况是仔鱼孵出后 11—13 天。全长在 30—31.5 毫米时开始摄食,相差较大。据我们观察,仔鱼在全长 21.5 毫米时,其消化系统仅处于发育的初期阶段,有的消化腺如胰脏、幽门垂还未形成,肝脏发育也很差,在这种情况下,即使摄取了食物也是很难消化利用的。经多次观察,均未能证实仔鱼在全长 21.5 毫米以前摄取食物。

关于仔鱼食性有无转变的问题,国外有些资料认为鲟鱼类(闪光鲟、欧洲鲟、红鲟、鲟等)在混合营养阶段摄食浮游生物,以后取食底栖无脊椎动物。因此他们提出“饲养鲟科仔鱼应该只用活饵,根据仔鱼所能达到的大小而采用低等甲壳类、蠕虫及摇蚊幼虫。”<sup>[2]</sup>

根据我们对达氏鲟的观察,情况与此不同,仔鱼在进入混合营养阶段后一开始即摄食底栖无脊动物如水蚯蚓、摇蚊幼虫,浮游动物只是作为补充饵料而被利用,因此并无食性转变过程。其原因,可能是因为闪光鲟等鲟料鱼类的混合营养发生于水平游泳阶段<sup>[2]</sup>,而达氏鲟的混合营养发生于进入底层生活以后。这是达氏鲟仔鱼食性的一个特点,这个特点对于幼鱼培育有重要意义。

## 参 考 文 献

- [1] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室,1976。长江鱼类,19。科学出版社。  
[2] B·H·切里法斯(李德尚等译)。天然水域鱼类增殖学,157,167。高等教育出版社。

## OBSERVATIONS ON THE DEVELOPMENT OF THE DIGESTIVE SYSTEM AND THE FEEDING HABIT OF THE FRY OF *ACIPENSER DABRYANUS DUMERIL*

Huang Dexiang

(Hechuan Fisheries School of Sichuan Province)

### Abstract

The development of the digestive system of the *Acipenser* fry can be divided generally into three stages:

1. The early development stage. When the length of the fry is 12—21.5 mm, the yolk sac is large, and the alimentary tract remains primitive. Then the mouth opening and four buds of barbels appear. The fry swims vertically.

2. The completion of the alimentary tract. At this stage the fry attains a length of

21.5—26 mm. The mouth is active, provided with toothed jaws. The intestine, rectum and anus are finally differentiated. The fry swims in level.

3. At the completion of the digestive system. The body length of the fry attains to 26.5—30 mm. The oral cavity bears teeth, and the liver, pancreas and pyloric caeca, etc. differentiate to completion. The fry becomes bottom dwelling.

The fish is typically carnivorous and bottom dwelling. The fish prefers to eat invertebrates, such as freshwater *Oligochaetes*, *Chironomids*, *Oladocerans*, *Copepods*, etc. Rotifers and algae are seldom consumed.

As the body length reaches 30—31.5 mm. the yolk is nearly absorbed, and the fry begins to take food.