

# 青魚胚后发育的初步研究

叶 奕 佐

(湖北省淡水养殖試驗所)

魚类种群的数量变动, 往往决定于仔魚和幼魚的成活率, 因此, 研究經濟魚类仔魚和幼魚的形态-生态特点, 即魚类在胚后发育时期中与环境 (主要是营养条件) 的相互关系, 无论对掌握魚类生长生物学和魚类种群数量变动規律, 以及在漁业生产上, 都有极重要的意义和实用价值。

本研究工作的目的, 主要是初步了解青魚在仔魚和幼魚时期的形态特点和习性, 并根据所得的资料, 对制訂青魚魚苗 (仔魚) 和魚种 (幼魚) 的飼养措施提供一些合理的意見, 以提高青魚魚苗、魚种的生长率和成活率。

## 材 料 和 方 法

### 1. 标本来源及其固定方法:

仔魚 (魚苗) 和幼魚 (魚种) 标本, 大部分 (1961年) 在湖北省太山魚种試驗場采集, 小部分 (1962年) 取自湖北省淡水养殖試驗所魚种队的魚苗池。为了尽量縮小因季节、地点以及栖息环境中食料生物組成等的不同而引起的仔魚或幼魚发育方面的个体差异, 尤其是食性上的差异, 大部分标本都是在不同的季节和不同的魚池中采集的。只有供測量生长速度和魚群阶段組成的标本, 是按时在固定的魚池中采集的。

仔魚和幼魚标本, 在采得后立即用 5% 的等渗福尔馬林 (即在 1 升 5% 的福尔馬林溶液中再加入 7 克食盐) 固定。在标本固定后的当日完成体长測量工作。由于設備条件的限制, 体重称量未能在当日进行, 而是在以后将固定了的标本用滤紙吸干后放在分析天平或最小刻度为 0.02 克的戥秤上称重。

### 2. 仔魚和幼魚的飼养方式:

仔魚和幼魚的飼养, 基本上都是采用以綠肥为基肥, 豆餅浆和綠肥为追肥的飼养方式。也有一部分仔魚、是用綠肥 (基肥) 和硝酸銨 (追肥), 或者单纯用豆餅浆来飼养的。飼养日志中記錄了每日的天气、气温 (最高和最低)、水温 (6:00 和 14:00)、相对湿度、飼养情况、仔魚或幼魚的活动情况, 以及魚体的长度、重量与发育阶段的組成等項目。飼养技术, 与目前生产上所采用的技术措施基本相同, 故不贅述。

\* 在工作中曾得到中国科学院水生生物研究所倪达书教授的指导和帮助, 本文又承中国科学院水生所伍猷文、刘健康、朱宇生、武汉大学吴熙載, 上海水产学院陆桂、孟庆闈、譚玉鈞等先生提供不少宝贵意見, 在此表示深切的謝意。

### 3. 体型测量:

用目测微尺在解剖镜或低倍显微镜下, 或者用细小的两脚规和具有 0.5 毫米刻度的小钢尺按身体各部位逐一地测量。

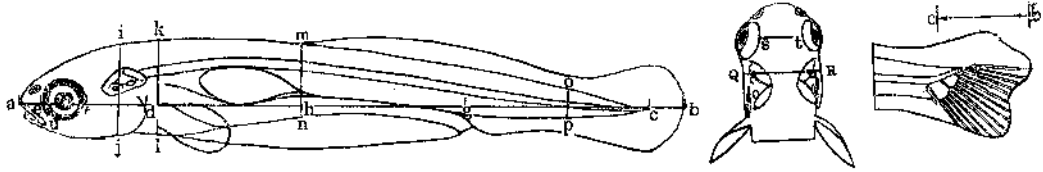


图 1 体型测量简图

ab. 全长; ac. 体长; cb. 尾褶(鳍)长; sd. 头长; ae. 吻长; ef. 眼径长; fd. 眼后头长; ag. 吻端至肛门间距; sh. 吻端至背褶(鳍)起点处间距; gc. 尾部长(不包括尾褶或尾鳍在内); ij. 眼后处头高; kl. 胸鳍基部处体高; mn. 背褶(鳍)起点处体高; op. 尾柄高(最小体高); qr. 头宽; st. 眼间距; au. 口裂长。

身体各部分的比率, 绝大部分以对体长的百分比表示<sup>1)</sup>。吻长、眼径长、眼后头长、头宽和眼间距用对头长的百分比表示。尾叉深度用对尾鳍长度的百分比表示。

### 4. 主要营养器官发育的观察:

口的观察。除了用目测微尺或两脚规量出口裂和口伸出的长度外, 并在高倍解剖镜下直接解剖观察口的主要结构。

咽齿的观察: 在解剖镜下小心地取出仔鱼或幼鱼的第 5 对鳃弧, 随后在显微镜或高倍解剖镜下观察咽齿的数目、形状和排列情况, 并用目测微尺量出它们的大小。

鳃耙的观察: 在解剖镜下取出左面的第一个鳃弧, 在显微镜下观察外鳃耙的数目和形状, 并用目测微尺量出最大高度和平均耙间距。

消化管的观察: 剖开腹腔, 观察消化管的自然位置与盘曲情况, 并测量体腔长和肠长, 用全长和体长的百分比表示。肠粘膜褶的发育未曾专门研究, 仅在剖取肠管内含物的时候, 附带观察了一下它们在消化管各部位的形状。

### 5. 仔鱼和幼鱼食性的观察:

仔鱼和幼鱼的食性研究, 本应和栖息环境中食料生物的组成与数量的研究配合进行, 但在本次研究时由于设备条件的限制, 未能按计划进行。本文中有关食性方面的资料, 是从消化管内含物镜检、计数和测量大小的方法获得的。为了尽量弥补这个研究方法上的缺点, 缩小因环境中食料生物的组成和数量的不同而引起的食性差异, 故材料都是从不同的鱼池和不同的季节采集的。

### 6. 发育阶段性的研究:

作者是用形态-生态方法来研究青鱼的发育。因为鱼类的身体构造在所有的发育时期内, 都是与牠的栖息环境和生活要求相适应的, 所以根据鱼类的形态和构造也可以判断出牠们的主要的生物学特点。“发育时期”, 是根据发育过程中形态构造、身体比例和生活习性的改变来划分的。在每个时期内, 根据形态构造上细致的变化, 又可分为若干个不同的“发育阶段”。

1) 现在看来, 身体各部分的比率, 用对全长的百分比表示比较好些。因为在脊索末端向上弯曲之前, 仔鱼的体长是从吻端量到脊索的末端。到脊索末端上翘后, 就改量到尾鳍鳍条的基部为止。这样, 体长的绝对值也就反而比以前减小了。

## 观察结果

### 一、青魚自孵出到完全脱离幼态时的发育时期和阶段

(一) 自由胚胎 (前仔魚或前魚苗) 期: 从胚胎孵出至气鰓后室开始充气的时期。自由胚胎在武汉地区的长江中很少捕到, 故未能仔細研究。

(二) 仔魚 (魚苗) 期: 从气鰓后室充气至仔魚器官 (鰓褶) 完全消失, 外形上开始近似成体的时期。体长约 8—17 毫米, 全长 8.5—22.0 毫米。仔魚期的食物主要为輪虫、枝角类、挠足类及其幼体、以及搖蚊幼虫。仔魚主要栖息在魚池四周的浅水处, 至仔魚末期, 才开始轉向魚池四周較深处栖息。整个仔魚期又可划分为 6 个阶段。

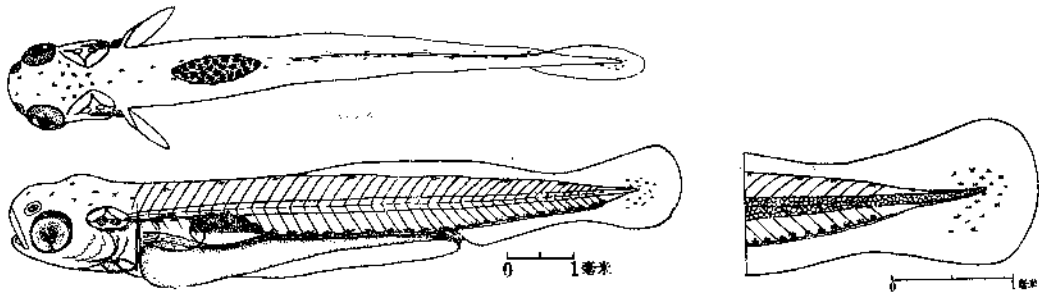


图 2 第 I 仔魚阶段的青魚

1. 第 I 仔魚阶段 (图 2): 体长 8.0—9.0 毫米, 全长 8.5—9.5 毫米 (大部分为 8.0—9.0 毫米), 即江中捕到的“嫩口魚苗”。

卵黄囊已由梨形縮成愈向后愈細的圓柱形。气鰓后室已充气 (长径約为体长的 12—18%, 平均 16.1%), 呈长橢圓形 (长径約为短径的 2.0—2.5 倍), 前鈍后尖, 在前下方有一根細长而透明的鰓管与食道的背部相連。鰓褶膜状已分化成背褶、尾褶、臀褶和腹褶四部分。背褶約从第 12 对肌节处开始, 在肛門上方附近最高, 后面与尾褶相連。腹褶已很发达, 从卵黄囊前端的腹面开始, 直至肛門前为止。臀褶从肛門后开始, 后面亦与尾褶相連。尾褶圓形, 內有明显的輻射紋 (在图中没有表示)。胸鰓膜状, 也有明显的輻射紋, 位于体軸中綫以下, 基部与体軸垂直, 能自由活动。腹鰓尚未形成。

在脊索末端周围的尾褶处有 10—20 个呈不規則分枝状的黑色素細胞。头頂及体背有許多分散的黄色素細胞和少量的黑色素細胞, 故体色呈嫩黄色。鰓背的块状黑色素細胞大而密, 使鰓背呈現灰黑色。从听囊的后腹緣起, 沿着鰓和腸管的背緣, 以及軸下肌与臀褶的交界处, 有許多分离的不規則分枝状的黑色素細胞分布延續成行, 直至接近脊索的末端处 (或最后一对肌节处) 为止, 此即肉眼鉴别青魚苗时見到的一条直达尾基的所謂“青筋”。

仔魚身体透明, 內部器官易于透視观察。脊索呈圓柱状, 两端稍尖, 起白眼与听囊之間, 末端十分平直。脊索細胞頗大, 呈不規則的鱗状排列。肌节开始于听囊后面的心腹隔膜处, 終于尾褶开始扩展的地方。肌节数大部为 10~12 (背褶起点之前) + 14~15 (背褶起点之后的軀干部) + 13~14 (尾部) = 39~40 对 (肌节总数), 个别也有 38 或 41 对的。肌节被肌隔分隔成“<”字形。沿脊索中央有水平的橫隔, 将肌节分为軸上肌和軸下肌。

头已伸直, 头长为体长的 19—23%, 平均 20.8%。口由前下位变成端位, 并能借肌肉

的活动而自由启闭。口裂的长度（吻端至口后角的间距）约为 0.3—0.4 毫米，平均 0.35 毫米。构成上下颌的主要骨骼——前颌骨、上颌骨和齿骨，已很明显。在上、下颌的表面，长有小的齿状突起，这些小突起的组织构造和机能，目前尚不清楚。鳃盖膜状，口还不能向前下方自由伸出，因此口尚未具有挖掘和吸吮的能力。口咽腔明显，舌短小，鳃耙呈极小的圆锥状突起。体长 8.0—8.5 毫米的仔鱼，在左面第一鳃弧的角鳃骨上，约有 7—8 对圆锥状的下鳃耙。此时，鳃耙的最大高度约为 27—30 微米，耙间距平均为 44—59 微米。咽齿为初齿，共有三对。它们的形状全部呈尖锥状，顶端稍弯向后方。齿式为 1,2/2,1，即左右各有二列齿：外列 1 个，内列 2 个（图 3），青鱼的初齿，主要出现于卵黄囊完全消失以前，可能还无任何咀嚼作用。肠管为一条位于气鳔下面的微弯曲的管子，前半部稍粗于后半部，内壁都有少量粘膜褶（图 4）。肠长约为体长的 0.48—0.51 倍。肝脏位于心腹隔膜的后方，呈三角形。胆囊黄绿色，呈椭圆形，位于肠管前端的右侧，故在鱼体的左侧不能见之。胆管开口于肠和食道交界处的右腹侧。中肾管已很明显，末端与泄殖窦相通。

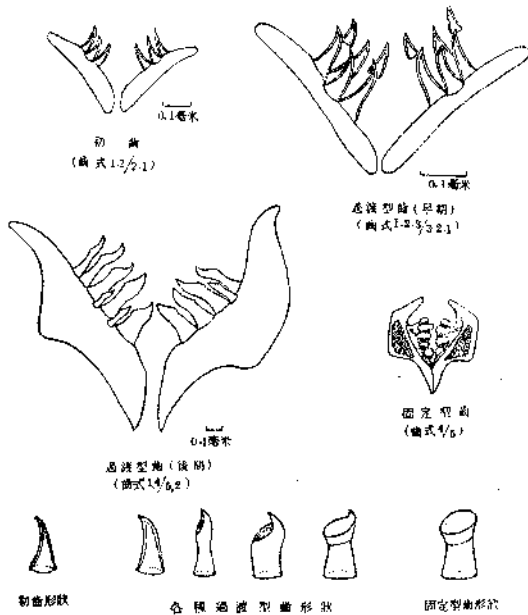


图 3 咽齿发育过程简图

鳃盖膜状透明，后缘还未完全盖住最后的两对鳃弧，但已能自由启闭。鳃弧只有角鳃骨，鳃丝约有 7—8 根，并有少量分支，其内充满微血管，开始执行呼吸机能（图 5）。在听囊和气鳔之间，有一层垂直的、由结缔组织构成的心腹隔膜，该膜逐渐向上下方伸延，把围心腔和腹腔完全隔开。心脏已分化成静脉窦、心耳和心室三部分。心室前面的大动脉球，乃动脉基部扩大的部分，不能搏动。卵黄囊上的血管网已退化，古维尔氏管已前移至心腹隔膜的后缘。背褶中的微血管网还较发达，尾下静脉极粗大，二者均有呼吸机能。尾下静脉中血液的颜色，被“青筋”的黑色所遮盖，故肉眼只能见到“青筋”，而看不到像草鱼仔鱼那样的“赤筋”。

脑的各部分已能明显区分，脊髓位于脊索的背缘，直达脊索末端的稍前处。眼球的腹面已封闭，瞳孔黑色，虹彩金黄色。眼大而黑，能向左右转动，两眼向二方叉开时，背面观呈“八”字形。听囊近似椭圆形，前、后半规管、侧半规管、壶腹和椭圆囊等构造已形成，耳石清楚。嗅囊椭圆形，位于眼的前上方，中央的凹穴为鼻腔，下方的裂隙已消失。

本阶段的仔鱼已能较久地在水层中作间歇的水平运动，由于身体的前部较大而重，头部略向下倾斜。营养方式为混合性营养。

2. 第 II 仔鱼阶段（图 6）：体长 8.0—9.0 毫米，全长 8.5—9.5 毫米（大部分为 8.5—9.0 毫米），即江中捕到的“老口鱼苗”。

卵黄囊已完全消失。气鳔单室。尾褶下叶靠近脊索末端附近的地方，开始有间叶细胞堆积。尾褶上的黑色素细胞已增至 30 多个，并逐渐集成两群黑色素细胞丛：一群较大，在细

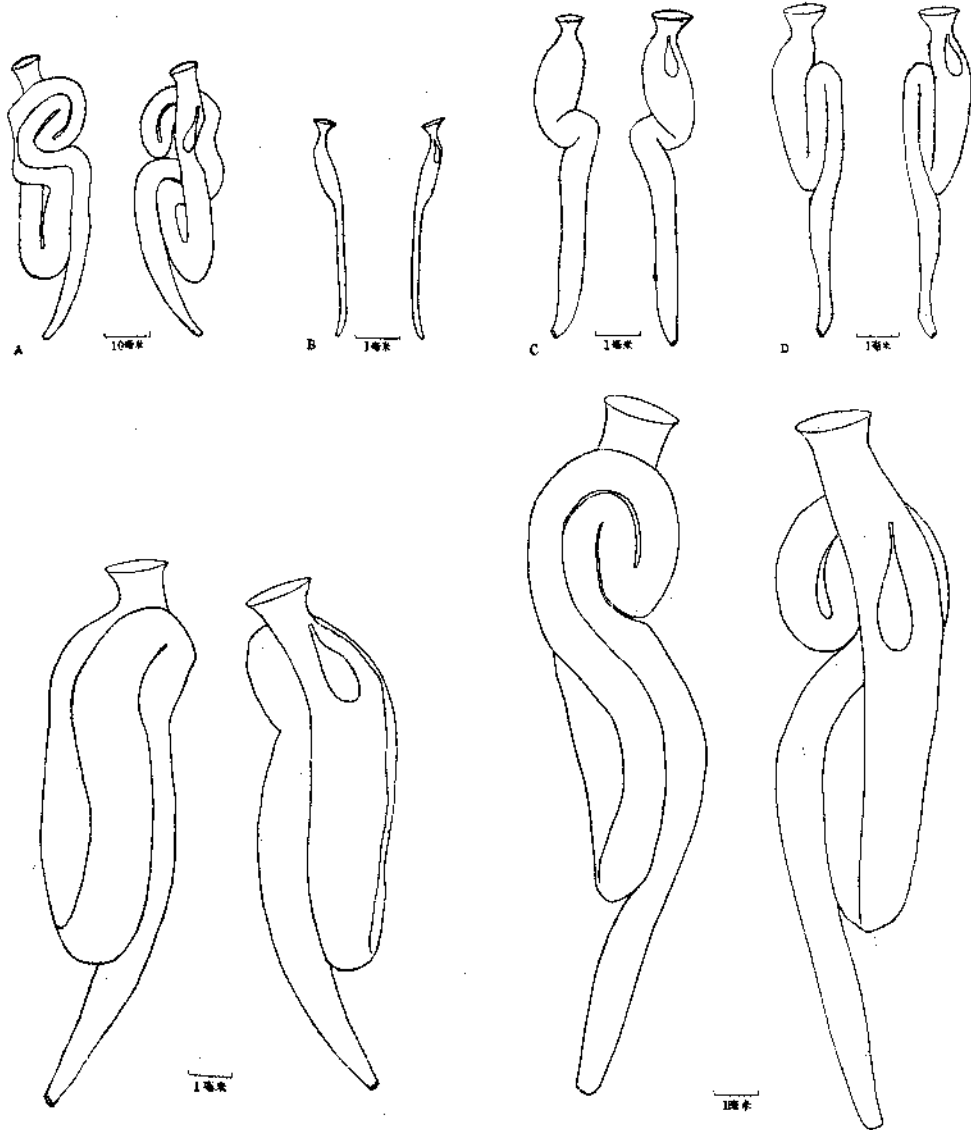


图 4 腸管发育过程简图

- A. 青魚成体 (体长 151 毫米) 的腸管;
- B. 体长 8.5 毫米的腸管;
- C. 体长 12.8 毫米的腸管;
- D. 体长 15.0 毫米的腸管;
- E. 体长 23.3 毫米的腸管;
- F. 体长 34.2 毫米的腸管。

胞堆积处的上面；另一群較小，在脊索末端的周围。至本阶段的末期，脊索末端仍較平直，在其下方，已有 4—6 块尾下骨。胸鳍和其它的鳍褶除稍有增长外，并无显著的变化。

头頂和体背的黑色素細胞稍有增加，脊索由于环状褶的出現，而开始形成椎体的原基。口端位，前颌骨、上颌骨和齿骨都已分化清楚。每一边下咽骨上的咽齿除三个初齿外，还形成了 1—2 个过渡型齿的齿冠。內壁的粘膜褶已較发达，在食道及直腸处呈不規則的縱行排列，其它的地方呈不規則的蜂窝状排列。

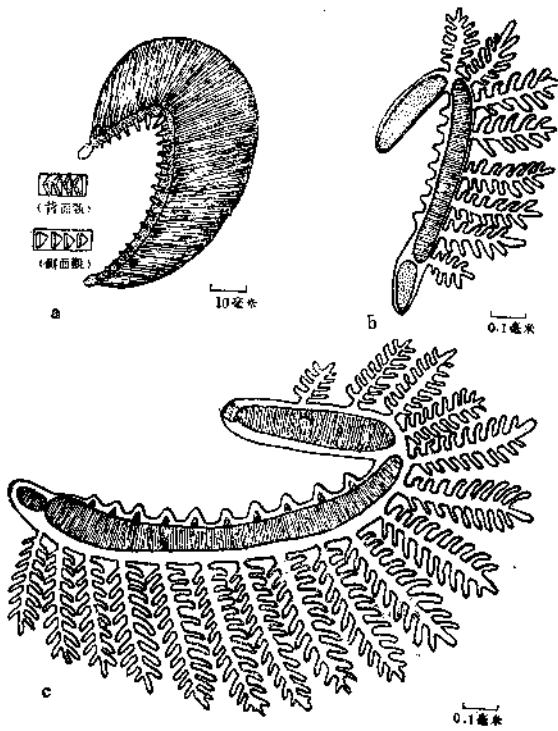


图 5 鳃的发育过程简图

a—成体的鳃丝和鳃耙；b—仔鱼的鳃丝和鳃耙（第Ⅰ仔鱼阶段）；c.仔鱼的鳃丝和鳃耙（第Ⅱ仔鱼阶段）。

鳃盖仍是膜状，但已遮住了所有的鳃弧。鳃丝分支增多，鳃已成为主要的呼吸器官。背褶上的微血管网几乎完全退化。

本阶段的仔鱼已能在水层中活泼游泳和追捕不甚活泼的食料生物。在鱼巢中主要分布在中上层的边缘。在鱼碟中游泳时头略向下，搖动尾部，稳定前进。鱼池中的鱼群，

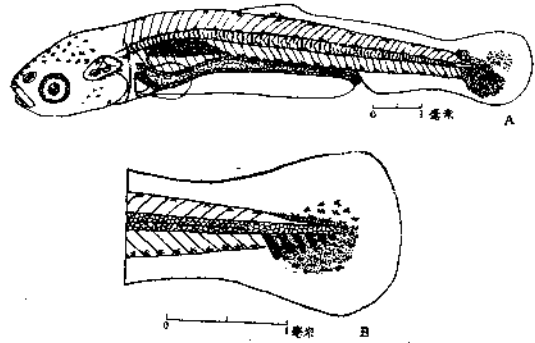


图 6 第Ⅱ仔鱼阶段的青鱼(A)及其尾部(B)

主要分布在鱼池四周的浅水处。营养方式已转向外生性营养，食物主要由轮虫、枝角类、桡足类及其幼体组成。

3. 第Ⅱ仔鱼阶段(图7)：体长8—9毫米，全长8.5—10.0毫米(大部分为9.0—9.5毫米)，一般渔农也称它的“老口鱼苗”或“三朝鱼苗”。

本阶段的仔鱼，体色已呈青黄色。躯干部的前腹侧，开始呈现银绿色反光体。“青筋”粗而明显直达尾基，沿着中肾管还有一根较细的分支。头顶约有28—30多个大而密集的黑色素细胞，背部正中线的两侧，以及肝脏、鳃盖和沿身体两侧中綫处的身体表面，都有较小而稀疏的黑色素细胞分布。脊索末端已向上弯曲；尾褶开始变成上下叶不对称，有8—20根较短的鳍条。在尾褶上已有三大群明显的黑色素细胞丛，此即肉眼所能见到的在尾褶上的三个黑斑。其中有一群分布在脊索末端的周围，约有20个左右；另一群分布在尾褶下叶有鳍条的地方，约有18—20多个(此处还有许多黄色素细胞和微血管丛分布)；第三群沿着脊索上翘部分(尾柱骨)

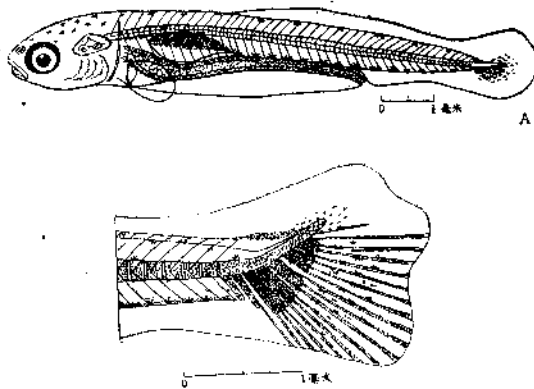


图 7 第Ⅱ仔鱼阶段的青鱼(A)及其尾部(B)

尾柱骨)。

的前半部分布。以后，第三群又分成两小部分，一部分仍分布在尾柱骨的前半部，約有5—8个黑色素細胞，此即肉眼見到的“✓”状小黑斑。另一部分分布在下面一块尾下骨的后下端处，約有2—3个大黑色素細胞，此即肉眼見到的“✓”状小黑斑。尾下骨已由4—6块小骨合併成两块大骨，末端与鳍条的基部相連。背、臀褶在将来形成背、臀鳍的地方，开始增高成鈍角状的突起。偶鳍无变化。

脊索的軟骨环十分明显，最后1—2个脊椎的血管棘已經出現，脊索細胞仍很明显。肌节无变化。二颌上的齿状突起很明显。鳃弧中的上鳃骨和下鳃骨已很清楚，角鳃骨上的下鳃耙仍是圓錐状，数目增为8—9枚，最大高度为30—45微米，耙間距平均为51—88微米。每一边下咽骨上的咽齿除三个初齿外，尚有3—4个过渡型齿。不过，其中有2—3个过渡型齿只有齿冠，而无齿根固着于咽骨上。腸管仍为一直管，相对长度亦无变化。鰾前室的原基虽已形成，但尚未充气，故仍为单室。

本阶段的仔魚，主要分布于魚池四周的浅水处。当天气阴雨或清晨水溫較低时，仔魚都轉向魚池中間的深水处栖息，游泳成群。食物主要由輪虫、枝角类、挠足类及其幼体，以及搖蚊幼虫組成。在水溫30.5—37.0°C，放养密度27.3万尾/亩的情况下，本阶段大約持續4天左右。

4. 第IV仔魚阶段(图8)：体长8.5—10.5毫米，全长9.5—12.0毫米(大部分为9.5—11.0毫米)，漁农称它为“三朝半的魚苗”，或“烏仔头”。

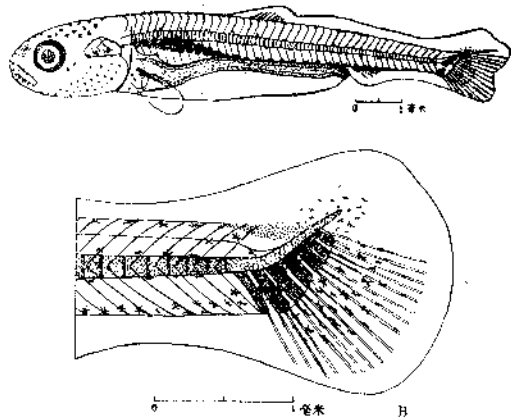


图8 第IV仔魚阶段的青魚及其尾部

仔魚的气鰾由于前室的充气而明显地分成前后二室。前室較小，长径为体长的6.0%，略呈球状。后室卵圓形，长径为体长的15.3%，后端較尖。体色呈青黄色，鳃盖上和身体前腹側的銀綠色彩，逐渐增加或扩大。因此，魚体的透明性变小，但腹部正中央仍薄而透明，能映出內脏的血紅色，漁农称它为“腹沟”。

背鳍从背褶中完全分化出来，位于体背中央。背鳍表面有3—5个黑色素細胞，內有5—7根极短的鳍条的原基。臀鳍开始从臀褶中分化出来，內有4—6根不大明显的鳍条原基。尾鳍开始变成正尾型，內有18—20根鳍条，尾鳍鳍条已

分成2—3节，末端达到了鳍的边緣。尾叉刚形成，还不明显(尾叉深，为尾鳍长的13.0%)。偶鳍无明显变化，腹褶尚未分化。

尾鳍表面的黑色素細胞大大增多，使整个尾鳍都变成灰黑色，故原来肉眼极易見到的三个分离的黑斑反而消失了。位于尾柱骨基部下面的两小群黑色素細胞，已非常明显。上面的一小群較大，約有5—7个黑色素細胞。下面的一小群較小，約有4—5个大黑色素細胞。二者构成了肉眼极易見到“✓”状黑斑。头頂、体背以及沿身体兩側中綫处的黑色素細胞，繼續增多。“青筋”还很粗而明显。在头部鳃盖处及沿口緣处，也有少量黑色素細胞分布。

肌节开始由前向后地变成“之”形。脊椎由后向前地长出了神經棘和血管棘。在气鰾前后室腹面之間，出現了紅色的脾脏。鳃盖开始骨化。鳃耙圓錐状，已有鳃耙骨支持。左面第

一颚弧的外颚耙增至8—10枚，最大高度为37—75微米，耙间距平均为80微米。咽齿为6个过渡型齿（其中约有两个还未固着在咽骨上），初齿已脱落。过渡型齿除了最初的一、二代与初齿极相似外，其它的几乎均属“鳊鱼齿型”——有咀嚼面的钩状齿，即其齿冠几乎均有一个斜的咀嚼面，顶端具有一个尖锐钩子。齿根近似圆柱形，基部固着在咽骨的上部。过渡型齿在发育过程中大小、形状和排列方式变化频繁（图3）。肠管的形状和相对长度均无明显变化。

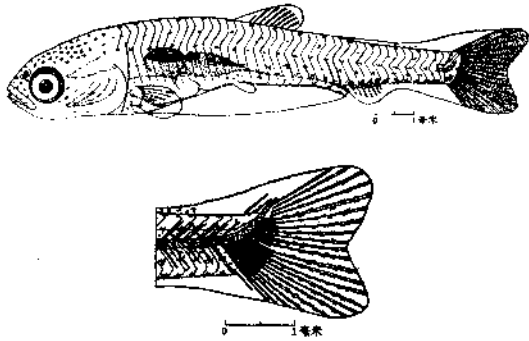


图9 第V仔鱼阶段的青鱼及其尾部

本阶段的部分仔鱼，已转向鱼池四周的深水处栖息。食性没有变化。在水温26.5—35.0°C时，本阶段约持续5天左右。

5. 第V仔鱼阶段（图9）：体长9.5—12.7毫米，全长10.5—15.5毫米（大部分为11.0—13.5毫米），渔民称它为“四朝的鱼苗”。

腹鳍的原基——由间叶细胞堆积成的突出物——已经形成，但其末端尚未到达腹褶

的边沿。气鳔前室增大（长径为体长的12.1%）。肛门前的“青筋”开始消失。“腹沟”十分明显。肌节全部变成了“ $\lambda$ ”形。尾鳍正尾型，尾叉明显（尾叉深约为尾鳍长的30%）。尾鳍表面有许多黄、黑色素细胞，后者大部沿鳍条的两侧分布。尾鳍内约有20根鳍条，并各自分成4—5节。背鳍表面也有少量黄、黑色素细胞，内有7—9根鳍条。臀鳍从臀褶中完全分化出来，内有7—8根较短的鳍条。背、臀褶已大大退化，仅留残迹。胸鳍中已出现5—6根较短的鳍条。

头顶已有40多个较大的黑色素细胞，但在二眼之间极少。吻部及沿口缘处约有20多个黑色素细胞。体背及沿身体两侧中綫处的黑色素细胞较小，数目稍有增加。

上颌能稍向前下方自由伸出（但还不能伸成管状）。构成口器的主要骨骼、肌肉及韧带已先后形成。二颌上的齿突近乎发育完成。颚耙数增为9—10枚，最大高度约为69—75微米，耙间距平均为60—96微米。颚耙逐渐变为稍侧扁的圆锥形（图5）。咽齿为5个过渡型齿，齿冠尚未露出粘膜组织。肠管形成了第1、第2两个肠襞，内壁的粘膜褶已十分发达，肠的相对长度增为体长的0.51—0.82倍（图4）。头肾与脾脏的体积增大，呈鲜红色。

本阶段的仔鱼已转向鱼池四周的深水处栖息，感觉已极灵敏，游泳也很敏捷，故在靠池边的浅水处用鱼碟已不易捕到。食物主要由枝角类、挠足类及其幼体、以及摇蚊幼虫组成。在水温26.5—38.0°C时，本阶段大约持续6天左右。

6. 第VI仔鱼阶段（图10）：体长11.0—17.0毫米，全长12.5—22.0毫米（大部分为14—19毫米），渔民称它为“五至六朝的鱼苗”。

除腹褶还残留外，其它的鳍褶已完全消失。腹鳍的末端已达到或超过了腹褶的边沿，并能自由活动。偶鳍内都长有5—6根较短的鳍条。背、臀鳍的轮廓已很分明，鳍条分成2—4节，鳍式为： $D. 2, 8; A. 1 \sim 2, 8$ 。这时，尾鳍已成为典型的正型尾了。尾叉明显，背腹叶等长。尾叉深，为尾鳍长的40%左右。尾部的相对高度以及尾鳍的长度，都有显著的增加。背轮廓綫已变得比较弯曲，而腹轮廓綫仍较平直，故仔鱼在前进运动中已能较易地向下转弯。



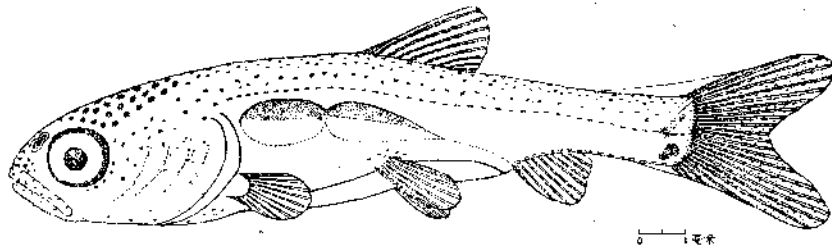


图 10 第Ⅴ仔魚阶段的青魚

这种新的运动特性，增加了仔魚迅速捕获底栖动物的能力。

体色青黄色，腹部两侧銀綠色。“腹沟”明显。鱼体已不透明。头顶、体背和吻部的黑色素細胞极多。头顶眼后部分的黑色素細胞，已集成肉眼易見的桃状的大黑斑。沿臀鰭两侧，以及体侧中綫处都有縱行排列的黑色素細胞，各自构成一条肉眼易見的細黑綫。尾基下端两个黑斑中的上面一个“∨”状黑斑，开始变得模糊起来。下面的一个“—”状黑斑，还很清楚。奇鰭，尤其是尾鰭上的黑色素細胞极多。偶鰭上的黑色素細胞較少。

鼻孔开始变成“8”字形，中隔尚未完全。上颌已能自由地向前伸出，两颌上的齿突还很发达。鳃耙开始变成侧扁形，数目增为10—13枚，耙間距平均为84—123微米。腸管的第1、2两个腸襻增长了，腸的相对长度增为体长的0.75—0.87倍。

本阶段的仔魚几乎全部都栖息在魚池周围的深水处，食物的組成情况与上阶段相同，但搖蚊幼虫在食物中占的比重有了增加。在水温29.0—40.5°C时，本阶段約持續7—8天左右。湖北省大量出售的“大黄瓜子”魚种，大部是本阶段的仔魚。

(三) 幼魚(魚种)期：从仔魚器官(鰭褶)完全消失，外形上开始近似成体时起，至形态构造上已完全脱离幼态时为止的时期。体长16—48毫米，全长20—62毫米。幼魚期的食物，主要由枝角类、挠足类及其幼体以及搖蚊幼虫組成。幼魚主要栖息在魚池四周的深水处。幼魚期又可分为三个阶段。

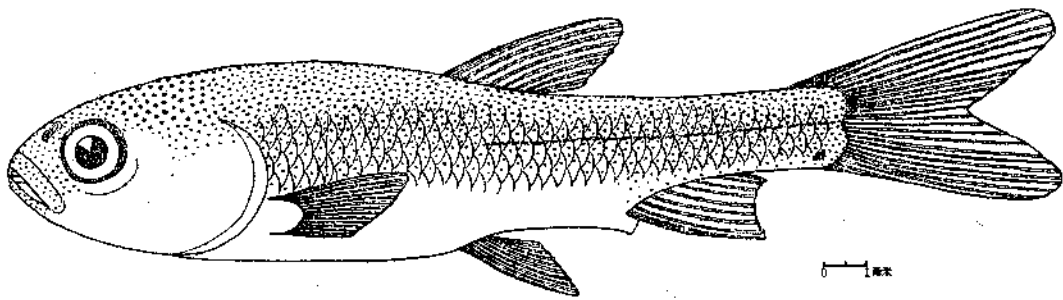


图 11 第Ⅰ幼魚阶段的青魚

1. 第Ⅰ幼魚阶段(图11)：体长16—22毫米，全长20—27毫米(大部分为21—24毫米)，漁农称它为“六朝半至七朝半的魚种”，或“南瓜子”，或“葫蘆子”。

本阶段的幼魚，鰭褶已完全消失。奇鰭和偶鰭，几乎都已定型。各鰭的鰭式为： $D, 3, 7 \sim$

8;  $A.3,8$ ;  $P.1,15\sim17$ ;  $V.1,8\sim9$ ;  $C.7\sim8$ ;  $10+10, 8\sim7$ 。此时, 背腹輪廓綫的曲度都有較大的增加, 这使幼魚在作向上或向下的弧形轉弯时更加灵敏。

魚体已不透明, 故內脏已不能从透視察見。体側中部开始长鱗, 側綫鱗上的孔道肉眼还不能辨別。黑色素細胞在后半身的体側中綫处, 构成了一条肉眼极易見到的粗黑綫。尾柄下方的两个黑斑, 已全部消失(有时下面的一点还能隱約可辨)。体色呈青黄色, 腹部帶銀綠色。“腹沟”开始长滿而逐渐消失。头頂及体背的黑色素細胞为肉眼能見的許多小黑点。奇偶鰭上的黑色素細胞增多, 使鰭呈青黑色。

嗅孔“8”字形, 中隔尚不完全。口已能較灵活地向前下方伸出成极短的管状。这时, 骨化了的鰓盖已覆盖了整个鰓区。这种构造上的新变化, 使青魚的口开始具有极其微弱的挖掘和吸吮能力。二頷上的齿状突起, 开始逐渐消失。与此同时, 底栖动物——搖蚊幼虫, 在青魚食物中出現的頻率和数量, 都有了明显的增加。鰓耙开始变成三角形, 上鰓耙已經形成。左面第一个鰓弧的外鰓耙数增为 $2\sim3$ 枚(附着在咽鰓骨和上鰓骨上的上鰓耙的数目)加12(附着在角鰓骨上的下鰓耙的数目), 共計 $14\sim15$ 枚, 最大高度約 $180\sim192$ 微米, 耙間距平均为 $110\sim142$ 微米。腸管在本阶段的末期, 开始出現了第3、4两个腸襻, 腸的相对长度, 亦增为体长的 $0.75\sim0.98$ 倍(图4)。

本阶段的幼魚, 主要分布在魚池四周的底部, 在池角处的底部更多。食物主要由大型的枝角类、桡足类及其幼体和搖蚊幼虫組成。

2. 第Ⅱ幼魚阶段(图12): 体长 $18.5\sim26.0$ 毫米, 全长 $23.0\sim32.5$ 毫米, 漁农称它为“七朝至八朝的魚种”, 或“夏花”, 或“寸片”。

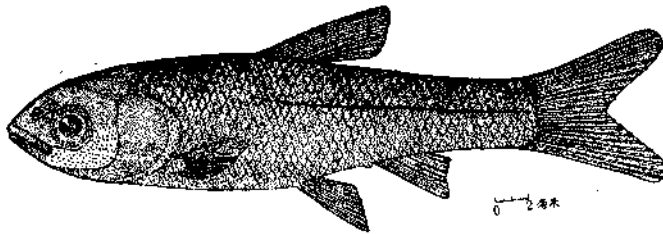


图 12 第Ⅱ幼魚阶段的青魚

幼魚的鱗片已經长齐, 鱗上的黑色素四散分布, 不象草魚的黑色素細胞大部集中在鱗片的边緣。側綫鱗上的孔道已能辨別。体色呈青黄色, 腹部淡黄色。头頂及体背的黑色素細胞多而密, 形成肉眼就能見到的許多小黑点。“腹沟”完全消失。尾基下端的两个黑斑亦完全消失。黑色素細胞在体側中綫处构成了一条极明显的粗黑綫, 从背鰭下方开始, 至尾鰭前为止。

嗅孔由于中隔已經癒合, 故分成前后两个鼻孔。口已能明显地向前下方伸展出来。两頷上的齿状突起早已完全消失。鰓耙呈三角形。咽齿尚未固定, 齿冠亦未明显地露出。腸管有4个腸襻, 相对长度增为体长的 $0.90\sim1.07$ 倍。

本阶段幼魚的栖息地点和食性, 基本上与上阶段相同。魚种生产上的“夏花”飼养阶段, 大部到此結束。

3. 第Ⅲ幼魚阶段: 体长 $26\sim48$ 毫米, 全长 $33\sim62$ 毫米, 漁农称它为“八朝至十朝半的

魚种”，或“大夏花”，或“秋花”。

幼魚在外形上与上阶段完全相同。口裂的长度增至2.1—3.4毫米。口能伸出的最大长度，亦增至头长的7%左右。这时，口的构造基本上已与成体相同。此后，随着鳃盖骨化程度的增强，以及口伸出长度的增长，口的挖掘和吸吮的力量亦有增加。鳃耙已获得固定的形状——扁三角形。鳃耙数增为2~3枚加11~13枚，共計13~16枚。最大高度为134—237微米，耙间距为123—193（平均163）微米。随着口的挖掘和吸吮的力量的增加，鳃耙滤取食物的效能开始逐渐变小。咽齿在本阶段的末期，才第一次全部获得固定型齿（第一代固定型齿出现的时间在各个咽齿中是不同的）。这时，咽齿的齿冠已从周围的粘膜組織中外露，并开始执行咀嚼食物的机能。这种机能，随着魚体的增长而逐渐增强。腸管获得了固定的形状，相对长度保持在体长的1.03—1.26倍左右，至本阶段结束后，腸的相对长度驟增为体长的1.46倍左右。本阶段的幼魚在形态构造上已与成体相似，唯性腺尚未开始发育。

本阶段幼魚的栖息地点和食性，基本上也与上阶段相同。在人工投食的情况下，幼魚对餅糟和燕萍等人工飼料也喜摄食。幼魚在本阶段结束后就轉入了“性未成熟期”，繼續发育。目前魚种生产上的“冬花”飼养阶段，大部从本阶段初期的幼魚开始。

## 二、仔魚和幼魚在家养条件下的食性

主要根据体长为8.6—56.8毫米的150尾标本的观察材料。

魚类的食性，乃种的特性之一。它在个体发育中，随年龄和身体的增长而发生相应的变化。刚从江中捕起的、体长8毫米左右的青魚仔魚，已轉入了混合性营养时期，即一方面仍以残余的卵黄为营养，而另一方面也开始主动摄食少量易于获得的小型食料生物——輪虫、枝角类和挠足类及其幼体。

体长8.5毫米以上的仔魚，卵黄已吸收完毕，完全轉入外生性营养时期。

据这次观察，青魚在整个仔魚和幼魚期內，始終都摄食各种大小的枝角类和挠足类及其幼体。不过，挠足类及其幼体在食物中出现的頻率，似乎随着魚体的增长而稍有降低（挠足类及其幼体在仔魚时期的出现頻率約为52—92%，而至幼魚期則降为32%左右）。这种现象，是否由魚池中食料生物组成的变化所致，目前由于观察的資料还欠充足，故不能肯定。小的搖蚊幼虫，在仔魚体长9毫米时就能摄食。不过，它在食物中出现的次数和数量还极少。至体长12—15毫米以后，搖蚊幼虫已开始成为幼魚的一种主要食物了。据这次观察所得的資料，輪虫和昆虫幼虫（搖蚊幼虫除外）在食物中的地位，似乎不甚重要。浮游藻类和其他的食料生物，在青魚仔魚和幼魚的食物中也极少发现。此外，值得注意的是，投在魚池中的人工飼料（豆餅漿），在所有观察过的仔魚或幼魚的食物团中极少遇到。可能是因青魚的仔魚或幼魚在天然食料丰富时主要喜食活的食料生物。

由表1可知：仔魚和幼魚的食物的大小，是随着魚体的增长，以及捕食能力的增强而稍有增加。因此，在飼养仔魚或幼魚时，魚池中不仅要有一定种类的食料生物，而且其大小也要适合于仔魚或幼魚的发育阶段。例如：体长1毫米以上的大型挠足类和枝角类，不适于体长小于11毫米的青魚仔魚的食用，牠們不但不能作为这些仔魚的食物。相反，在魚池中繁殖过多后，还会严重妨碍仔魚的生长和发育。因此，两广地区的漁农在放养仔魚前，先在魚苗池中投放一定数量的鱖魚（所謂“吃水大头”），用以根据鱖魚“浮头”的程度来判断池水的肥度是否适宜外，主要还是利用牠来消灭池中存在的这些大型浮游动物。

表1 青鱼仔鱼和幼鱼的主要食物的大小

食物大小 (毫米)	鱼体长 (毫米)					
	8.6—10.0	9.0—12.7	10.1—14.0	12.5—16.0	16.0—28.5	22.6—56.8
食物种类						
枝角类	0.35—0.64 [0.22—0.96] <sup>1)</sup>	0.39—0.75 [0.24—0.96]	0.41—0.67 [0.30—0.96]	0.40—0.78 [0.23—0.96]	0.52—0.92 [0.29—1.48]	0.62—1.11 [0.26—1.70]
挠尾类 <sup>2)</sup>	0.32—0.61 [0.22—0.78]	0.35—0.58 [0.21—0.89]	0.41—0.82 [0.22—1.01]	0.45—0.68 [0.30—1.11]	0.45—0.74 [0.29—0.98]	0.62—0.86 [0.39—0.97]
摇蚊幼虫	0.75—1.40 [0.67—2.17]	0.74—0.99 [0.53—4.10]	0.98—1.73 [0.67—2.16]	0.80—1.82 [0.63—2.40]	1.64—3.12 [0.81—4.50]	1.62—4.07 [0.89—6.00]

1) 方括号内的为变动范围, 其上面的为25尾标本的平均值。

2) 挠尾类的大小是以头胸部的长度计算的。

### 三、仔鱼和幼鱼主要体型指标的变化及其生长特性

#### (一) 主要体型指标的变化:

**头的相对长度:** 在体长8—10毫米时增长得较快(约由体长的20%增长到30%)。至体长11—12毫米时, 已达到了最高峰(为体长的31—33%左右)。在体长30—173毫米的范围内, 头的相对长度一直保持在体长的29—30%左右。此后, 鱼体长度增长快速而头长发育缓慢, 头就开始相对地变小。至体长425—542毫米时, 头长只有体长的23—24%了。头的相对长度随着鱼体的增长而逐渐减小的现象, 是由于到达一定发育阶段后身体及尾部生长较快而引起的。

**眼的相对大小:** 在体长8毫米时, 眼径长约约为体长的8%。此后, 随着鱼体的增长, 眼的相对大小也迅速地增大。至体长13—17毫米时, 眼径长已增至体长的10—12%左右。这时恰巧是青鱼仔鱼逐渐转向捕食比较活泼的食料生物的阶段, 以后眼的发育基本定型。从体长19—21毫米起, 眼的相对大小开始逐渐变小。至体长425—542毫米时, 眼径长大约只有体长的3%。

**胸鳍基部处的相对体高:** 在卵黄囊消失后, 就随着体长的增长而稍有增加。在体长8—12毫米的期间内, 它增加得比较迅速; 此后就变得比较缓慢(一直保持在体长的22—25%左右)。从体长80毫米起, 胸鳍基部处的相对体高开始慢慢地变小, 至体长425—542毫米时, 已降为体长的20—21%左右。

**背褶或背鳍起点处的相对体高:** 在体长10毫米前增加得比较缓慢, 至体长11—30毫米时就增加得比较迅速(背腹轮廓线的曲度也随之剧烈增加); 此后它就一直保持在体长的24—28%左右。从体长80毫米起, 背鳍起点处的相对体高也开始逐渐变小。至体长425—542毫米时, 已降为体长的23—25%。

**青鱼的最大体高:** 在体长14毫米前一直位于胸鳍的基部处, 至体长15—20毫米以后才开始逐渐后移至背鳍的起点处。

**尾柄的相对高度:** 在体长8—12毫米时增长得极快。这对迅速增强仔鱼的运动能力具有很大的意义。此后, 随着其他运动器官的发育, 其增长的速度就变得十分缓慢。约从体长80毫米起, 尾柄的相对高度亦开始变小。至体长425—542毫米时, 约降为体长的11—13%左

表 2 青 魚 仔 魚 的 生 长 速 度

观察日期 (日/月,年)	饲养 天数 (昼夜)	水温(°C)		全长(毫米)		体长(毫米)		体重(毫克)		测量 数日 (尾)	昼夜增长		昼夜增重		备 注
		最低	最高	平均	变动范围	平均	变动范围	平均	变动范围		毫米	%	毫克	%	
2/Ⅴ,61	0	—	37.0	8.89	8.90—9.50	7.98	7.50—8.50	2.8	2.2—4.3	20	0.25 [0.16]	2.8 [2.0] <sup>1)</sup>	0.3	10.7	放养密度27.3万尾/亩; 饲养方式以綠肥为基 肥,豆餅浆及綠肥为 追肥。下塘时仔魚的成 色为:青魚80%;草魚 8%;鯉魚11%;鱖魚 1%。  分塘,原塘中留养7万 尾青魚。
3/Ⅴ,61	1	32.0	34.0	9.14	8.25—9.50	8.14	7.75—8.50	3.1	2.4—5.0	20	0.14 [0.15]	1.5 [1.8]	0.2	6.5	
4/Ⅴ,61	2	31.5	33.0	9.28	8.50—10.00	8.29	8.00—9.00	3.3	2.7—5.8	20	0.67 [0.62]	7.2 [7.5]	1.7	51.5	
5/Ⅴ,61	3	30.5	33.0	9.95	9.50—11.00	8.91	8.50—9.50	5.0	2.9—7.2	20	0.28 [0.21]	2.8 [2.4]	1.6	32.0	
6/Ⅴ,61	4	29.0	31.0	10.23	9.00—11.50	9.12	8.00—10.00	6.6	4.1—9.0	40	0.63 [0.51]	6.2 [5.6]	3.2	48.5	
7/Ⅴ,61	5	29.2	28.5	10.86	9.00—13.00	9.63	8.00—11.50	9.8	5.5—15.0	40	1.03 [0.76]	9.5 [8.0]	2.2	22.4	
8/Ⅴ,61	6	26.5	28.0	11.89	9.50—14.00	10.39	8.50—12.00	12.0	9.0—20.0	40	-0.16 [0.04]	— [0.4]	2.0	16.7	
9/Ⅴ,61	7	26.5	35.0	11.73	10.00—15.00	10.43	9.00—13.00	14.0	10.0—30.0	40	1.81 [1.30]	13.4 [12.5]	9.0	64.3	
10/Ⅴ,61	8	29.0	38.0	13.54	10.00—18.50	11.73	9.00—15.00	23.0	12.0—50.0	40	1.03 [0.73]	7.6 [6.2]	4.0	17.4	
11/Ⅴ,61	9	30.0	35.0	14.57	10.50—18.00	12.46	9.50—15.00	27.0	13.0—60.0	40	0.54 [0.27]	3.7 [2.2]	-1.0	—	
12/Ⅴ,61	10	31.0	35.5	15.11	12.00—18.00	12.73	10.25—15.00	26.0	13.0—47.0	40	1.51 [1.19]	10.0 [9.4]	7.0	26.9	
13/Ⅴ,61	11	31.0	38.0	16.62	12.75—20.25	13.92	11.00—16.50	33.0	14.0—60.0	40	0.31 [0.19]	1.90 [1.4]	3.0	9.1	
14/Ⅴ,61	12	31.5	40.5	16.93	12.75—26.50	14.11	11.00—22.00	36.0	20.0—67.0	40	0.82 [0.60]	4.8 [4.3]	12.0	33.3	
15/Ⅴ,61	13	32.0	38.0	17.75	14.00—22.00	14.71	12.00—17.75	48.0	34.0—72.0	40	1.23 [0.95]	6.9 [6.5]	18.0	37.5	
16/Ⅴ,61	14	30.5	32.0	18.98	15.00—24.50	15.66	12.50—20.25	66.0	40.0—100.0	40					

1) 方括号内的为体长的增长数(率),其上面为全长的增长数(率)。

右。

(二) 仔魚和幼魚的生长特性:

由表 2 可知: 青魚在仔魚时期的生长速度是非常迅速的。例如, 在平均水温 29.3~33.1°C、放养密度 27.3 万尾/亩的情况下, 饲养 14 天后的仔魚体重就增为原来的 23.6 倍(即

表 3 青魚仔魚在各种放养密度下的生长速度

饲养地点	饲养日期 (日/月,年)	饲养 天数 (昼夜)	平均 水温 (°C)	放养 密度 (万尾/ 亩)	放养时仔魚成色(%)					生长速度		饲养方式	资料来源
					青	草	糠	飼	其它	每昼夜体 长增长率 (%)	每昼夜体 重增长率 (%)		
湖北汉阳太山魚种試驗場	2-10/ VI, 61.	8	31.2	27.3	80.0	8.0	11.0	1.0	—	5.9	90.2	以綠肥为基肥, 豆餅漿及綠肥为追肥。	叶奕佐
同上	29/V-6/ VI, 61.	8	27.6	21.0	64.8	16.1	2.3	0.2	16.6	5.1	181.3	以綠肥为基肥, 化肥(硝酸銨)为追肥。	同上
湖北武昌东湖养殖场	23/V-1/ VI, 56.	9	27.5	13.3	—	—	—	—	—	4.4	96.3	以堆肥(青草、牛糞)为基肥, 豆浆为追肥。	顧秩凡等 <sup>[5]</sup>
浙江菱湖	8-18/ VI, 55.	10	27.1	10.3	41.5	36.5	13.5	8.5	—	4.5	99.6	豆浆。	同上
湖北武昌湖北省淡水养殖試驗所	15-23/ V, 62.	8	26.8	8.3	—	—	—	—	—	4.9	84.4	豆餅漿。	叶奕佐

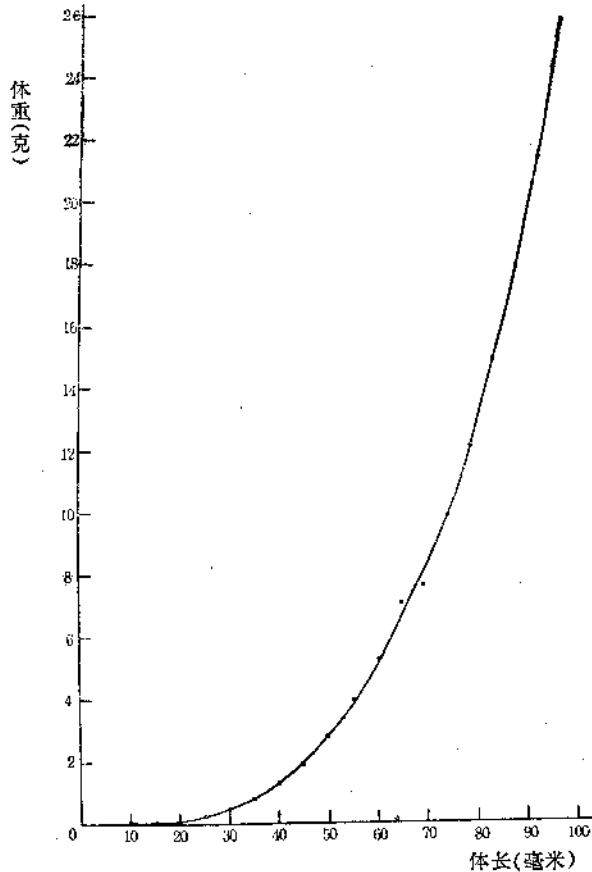


图 13 青魚仔魚和幼魚的体重和体长的相关曲綫

平均体重由 2.8 毫克增至 66.0 毫克)。

众所周知, 仔魚的生长速度与其放养的密度密切相关。即在同样的条件下, 放养的密度越大, 生长速度就越小。反之, 放养的密度越稀, 生长速度也就越大。但是, 这种魚的相关在一定的密度范围内, 表现得并不十分明显, 甚至表现为二者几乎完全无关, 如表 3 所示。放养密度在 8.3—27.3 万尾/亩的范围内, 仔魚每昼夜的增长率并无很明显的差别。这主要是在这样的密度范围内, 池内的天然食料几乎已能满足了仔魚当时的需要量。因此, 作者认为今后在饲养青魚仔魚时, 为了充分发挥魚池的生产潜力, 降低仔魚的生产成本, 仔魚时期的放养密度, 可以由目前一般规定的每亩 10—12 万尾增加到 20 万尾左右。

在仔魚和幼魚的重量和长度之間, 存在着极密切的依存关系。根据体长为 8.0—94.5 毫米的 216 尾标本的試驗数据, 可将青魚仔魚和幼魚的体重和体长的依存关系, 用一条相关曲綫(图 13),

或者  $W = 4.074 \times 10^{-6} L^{3.44}$  的相关方程式概括表示<sup>1)</sup>。公式里的  $W$  为仔魚或幼魚的理論重量(克)； $L$  为实际測量出的体长(毫米)； $4.074 \times 10^{-6}$  和  $3.44$  为常数和幂数。

由图13可知：青魚仔魚或幼魚的单位长度(毫米)的增重量(克)，是随着魚体的增长而迅速地增加。这种現象，主要是由仔魚和幼魚重量方面的增长速度，要比长度方面的增长速度快得多所致。例如：在平均水温  $30.0-34.4^{\circ}\text{C}$ 、仔魚放养密度为 27.3 万尾/亩的情况下，仔魚飼养14天后，体重由2.8毫克增至66.0毫克，即比原来增加了 23.6 倍(昼夜增重率平均为 161.6%)，而体长只从 8.0 毫米增至 16.0 毫米，即只增加了一倍(昼夜增长率平均为 8.1%)。

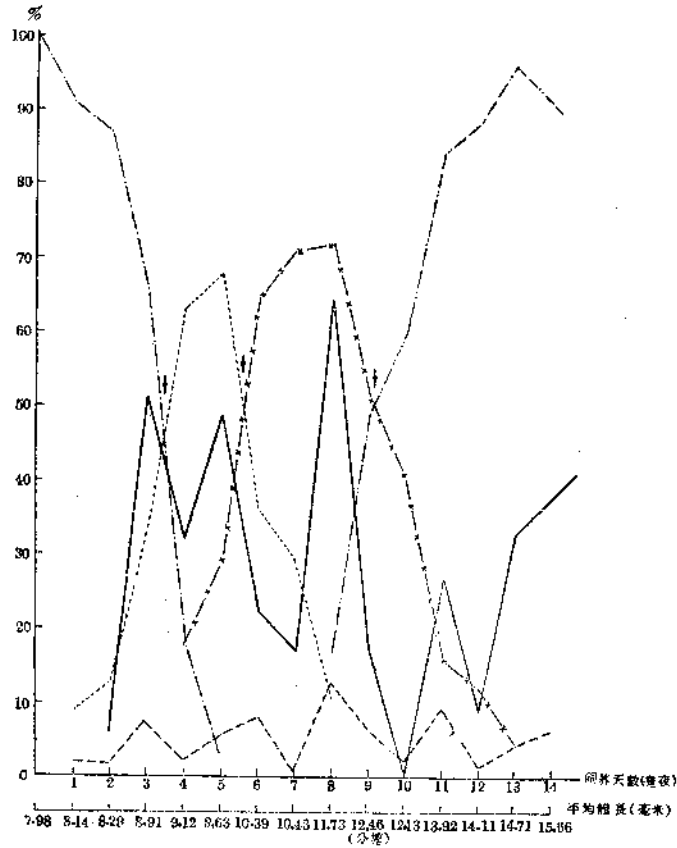


图 14 青魚仔魚时期的生长和发育的关系

注——— 每昼夜增重率    - - - - - 第Ⅱ仔魚阶段    - x - x - x - x - 第Ⅴ仔魚阶段  
 - - - - - 每昼夜增长率    ······ 第Ⅳ仔魚阶段    - · - · - · - · - · 第Ⅵ仔魚阶段  
 ↓ 魚群中大部分的仔魚开始轉向下一个发育阶段的时刻

图14显示：青魚仔魚时期的生长速度是极不均衡的，似乎按照快速生长(如体长8.91、10.39和11.73毫米时)和緩慢生长(如体长8.29、9.12和10.43毫米时)相交替的規律变化着。

1) 体长70—100毫米时， $L$ 的幂数为3.40。

## 討 論

## 一、划分时期或阶段主要标志的选择

大家知道，鱼类发育的速度与栖息环境中的生活条件密切相关。如生活在营养比较丰富，或者水温和氧状况十分适宜的环境中的仔鱼，生长发育的速度就异常迅速。因此，我们就不能把鱼的年龄或孵化后的时间作为划分时期或阶段的主要标志。

作者认为，在确定个体发育的时期或阶段时，应该根据该时期或阶段中一些显著的形态标志而作总的考虑。因为鱼类的生长发育有着比较明显的个体差异，故单用某一个形态特点来作为时期或阶段的标志，是不够正确的。例如：由于时期或阶段的更替往往与鱼类达到一定的体长有关，故体长可以作为时期或阶段的主要标志之一。但是，如表 4 所示：鱼类阶段界限的体长标志，具有极明显的个体差异，并且这种差异，在某些方面，是随着鱼体的增长而越来越明显，故假使单用体长来标志时期或阶段还是不够精确的。

同样有人以卵黄囊的有无作为区别第 I 和第 II 仔鱼阶段的主要标志之一，即在一般的情况下，卵黄囊在刚转入第 II 仔鱼阶段时就吸收完了。但在这次工作中发现，有些青鱼仔鱼虽然还有残余的卵黄囊，但全长已达到 9.0—9.5 毫米；同时，仔鱼脊索的末端已向上弯曲，尾褶下叶也长了少量的鳍条，故牠们应算为第 II 仔鱼阶段的仔鱼，而不是第 I 或第 II 仔鱼阶段的仔鱼。由此可知，单用卵黄囊的有无来区分第 I 和第 II 仔鱼阶段，也是不够正确的。

作者认为，产生上述这些个体差异的原因，除了受精卵质量的好坏和栖息环境中主要生活条件（如营养、氧气和温度等）的不同外<sup>[4,5,8,9,11,12,14]</sup>，由于目前苗种生产中所得的青鱼仔鱼，都不是由同一亲体所生下的同龄群的仔鱼，故亲鱼年龄和个体的大小、体质的强弱、以及产卵日期迟早的不同，可能也是一个主要的原因。

## 二、仔鱼期生长和发育的关系

如前所述，青鱼仔鱼期的生长速度是极不均衡的，似乎按照快速生长（如体长 8.91、10.39 和 11.73 毫米时）和缓慢生长（如体长 8.29、9.12 和 10.43 毫米时）相交替的规律变化着。图 14 显示：这种阶段性的变化，与仔鱼阶段的更替发生比较密切的关系。即当仔鱼从一个阶段转入另一个阶段更替时，生长速度就大大降低。而在一个阶段的期间内，总是迅速地生长着。这证实了仔鱼在新器官形成的时候，体长和体重的增长就会受到一定影响。这种现象，在鲤鱼和斜齿鲃的个体发育中也有过同样的报导<sup>[6,7,10,13]</sup>。

## 三、对划分青鱼鱼苗和鱼种的饲养阶段的初步意见

根据青鱼胚后期早期的生长发育的特点和作者以往饲养鱼苗鱼种的经验<sup>[1,2]</sup>，对今后培育青鱼鱼苗（仔鱼）和鱼种（幼鱼）时，应当分成三个饲养阶段（目前生产上一般只分“夏花”培育和“冬花”培育两个饲养阶段），并采取不同的技术措施，以满足鱼苗或鱼种的生活要求，从而提高其生长率和成活率。

第一饲养阶段从江中捕到的仔鱼（“嫩口”或“老口”鱼苗）开始，至仔鱼快转入幼鱼期（“5—6 朝的鱼苗”）为止。本饲养阶段的放养密度，如前所述，以每亩 20 万尾左右为宜。饲养方式，由于青鱼仔鱼这时与其它家鱼苗在食物上的竞争还不厉害<sup>1)</sup>，故混养和单养都

1) 青鱼在仔鱼期的食性与其它家鱼苗（鲤、鲮、鳊、鳊的仔鱼）的食性相同，但由于各种仔鱼的摄食量都很小，池中的天然食料一般已能充分满足它们当时的需要量，故几种家鱼苗此时在食物上的竞争并不厉害。



表 4 青魚仔魚期和幼魚期各阶段的长度(全长)分布

全 长 (毫米)	青魚仔魚和幼魚在下列各阶段中的长度分布 (%)								測定該种长 度的标本数 (尾)
	第 I 仔魚 阶 段	第 II 仔魚 阶 段	第 III 仔魚 阶 段	第 IV 仔魚 阶 段	第 V 仔魚 阶 段	第 VI 仔魚 阶 段	第 I 幼魚 阶 段	第 II 幼魚 阶 段	
8.0	15.0(3) <sup>1)</sup>								3
8.5	50.0(10)	18.2(4)	9.0(7)						21
9.0	30.0(6)	68.2(15)	47.4(37)	1.1(1)					59
9.5	5.0(1)	13.6(3)	42.3(33)	11.5(10)					47
10.0			1.3(1)	47.1(41)					42
10.5				25.4(22)	5.2(8)				30
11.0				13.8(12)	17.0(26)				38
11.5				—	26.1(40)				40
12.0				1.1(1)	17.8(27)				28
12.5					11.1(17)				17
13.0					11.7(18)	0.8(2)			20
13.5					4.0(6)	1.0(3)			9
14.0					5.2(8)	5.2(16)			24
14.5					1.3(2)	5.3(15)			17
15.0					—	9.3(24)			24
15.5					0.6(1)	10.2(26)			27
16.0						7.6(20)			20
16.5						10.9(27)			27
17.0						7.3(18)			18
17.5						7.7(19)			19
18.0						12.1(30)			30
18.5						8.1(10)			10
19.0						7.3(18)			18
19.5						2.8(7)			7
20.0						2.4(6)	2.9(1)		7
21.0						1.6(4)	17.6(6)		10
22.0						0.4(1)	29.4(10)		11
23.0							11.8(4)	9.1(2)	6
24.0							14.8(5)	—	5
25.0							8.8(3)	18.1(4)	7
26.0							8.8(3)	—	3
27.0							5.9(2)	9.2(2)	4
28.0							—	—	—
29.0								9.2(2)	2
30.0								—	—
31.0								9.1(2)	2
32.0								18.1(4)	4
33.0								18.1(4)	4
34.0								—	—
35.0								9.1(2)	2
測定該阶段 的标本数(尾)	20	22	78	87	153	246	34	22	662

1) 括号内的为标本数(尾)

以可<sup>[1, 3]</sup>。在这次研究中曾看到, 营养条件对青魚仔魚的生长和发育有很大的影响, 因此在仔魚下塘前, 必須在池中預先培养好大量的食料生物, 以保証仔魚下塘后能够正常地生长和发育。此外, 由于青魚仔魚如經常严重“浮头”, 它們的生长率和成活率就会显著降低, 故魚苗池中的池水也不宜过肥。根据这次腸管中食物团检查的結果, 青魚在仔魚期的摄食量是比较小的, 因此池中的天然食料一般都能滿足其当时的需要量, 这也是目前苗种生产中青魚在仔魚时期的成活率比較高的原因之一。

第二飼养阶段从仔魚期的末期 (“5—6 朝的魚苗”) 开始, 至第Ⅰ幼魚阶段快結束时 (“夏花”魚种) 为止。本飼养阶段的放养密度, 为每亩 5 万尾左右。幼魚的摄食量要比仔魚大得多, 在密养的条件, 池中的天然食料往往会供不应求。在这种情况下, 几种家魚幼魚在食物上的竞争也就变得越来越尖锐了<sup>[2]</sup>, 故青魚在本飼养阶段中以单养为宜。此外, 在飼养时除餵以常用的飼料 (豆餅漿) 外, 还需投餵适量的活飼料 (如枝角类、挠足类、搖蚊幼虫和蕪萍等), 以补充池中天然食料的不足。目前苗种生产中青魚在第Ⅰ和第Ⅱ幼魚阶段中的成活率較低, 看来这主要是由于幼魚喜食的食物不足所引起。

第三飼养阶段从第Ⅱ幼魚阶段的末期 (“夏花”魚种) 开始, 至幼魚“性未成熟期”的初期 (全长 150 毫米左右的“冬花”魚种) 为止。本飼养阶段的放养密度, 一般为每亩 0.5—0.6 万尾左右。飼养方式为单养, 或与少量“夏花”白鯉 (100 尾左右) 混养 (后者能使池水不至过肥)。在飼养中除施肥外, 还需加强投餵人工飼料, 如蕪萍、蚕蛹和餅糟等。

根据漁农經驗, 在长鳞时进行拉网、过篩等操作, 最易使魚受到机械损伤。如按上述分阶段飼养的方法, 就可避免这种情况, 因为青魚在第一飼养阶段的末期尚未开始长鳞, 而在第二飼养阶段的末期鳞片都已长齐, 故在操作中不会受到很大的机械损伤。

## 总 結

一、青魚从孵出起, 到完全脱离幼态止, 共經過了三个发育时期: 自由胚胎期、仔魚期和幼魚期。根据青魚形态构造上的变化, 每个时期又可划分为若干个阶段。各时期或阶段可借下列主要形态标志来区别。

(一) 自由胚胎期: 从胚胎自卵膜中孵出, 至气鰓后室开始充气的时期。

(二) 仔魚期: 从气鰓后室充气, 至仔魚器官 (鳍褶) 完全消失, 外形上开始近似成体的时期。体长约 8—17 毫米。

1. 第Ⅰ仔魚阶段: 体长 8—9 毫米; 气鰓后室充气; 卵黄囊縮成了愈向后愈細的圓柱形; 鳍褶分化, 尾褶圓形。

2. 第Ⅱ仔魚阶段: 体长 8—9 毫米; 卵黄囊完全消失; 脊索末端十分平直, 鳍褶中无任何鳍条。

3. 第Ⅲ仔魚阶段: 体长 8—9 毫米; 脊索末端已向背上方弯曲, 尾褶变成上下叶不对称, 內有少量鳍条; 气鰓单室。

4. 第Ⅳ仔魚阶段: 体长 8.5—10.5 毫米; 气鰓由于前室的充气而明显地分成前后二室; 尾鳍开始变成正型尾, 其中鳍条的数目大量增加; 背、臀鳍中尚无任何鳍条。

5. 第Ⅴ仔魚阶段: 体长 9.5—12.7 毫米; 腹鳍的原基已經形成; 奇鳍中均有鳍条, 尾叉明显, 尾鳍已成正型尾。

6. 第Ⅴ仔魚阶段：体长11—17毫米；鳍褶除腹褶外，几乎全部消失；奇鳍和偶鳍中均有鳍条，腹鳍末端已达到腹褶的边缘。

(三) 幼魚期：从鳍褶完全消失，外形上开始近似成体时起，至形态构造上已完全脱离幼态时为止的时期。体长16—48毫米。

1. 第Ⅰ幼魚阶段：体长16—22毫米；各鳍轮廓分明，并获得了固定的形状和位置，鳍褶已完全消失；体侧开始生鳞。

2. 第Ⅱ幼魚阶段：体长18.5—26.0毫米；全身被鳞，侧线明显；咽齿尚未全部获得固定的形状。

3. 第Ⅲ幼魚阶段：体长26—48毫米；形态构造上已与成体完全相似；咽齿开始从粘膜组织中露出，并全部获得了固定的形状。

二、青魚在卵黄还未完全吸收（约体长8.0毫米）时就开始主动摄食种类和大小适宜的外界食物（轮虫、枝角类和挠足类及其幼体）。至体长8.5毫米以上时，卵黄已吸收完毕，仔魚就完全依靠外界食物为生。青魚在整个仔魚和幼魚期内，始终都喜食各种大小适宜的枝角类和挠足类及其幼体。小的摇蚊幼虫，在仔魚体长9—10毫米时就能摄食，至体长12—15毫米以后，摇蚊幼虫已成为幼魚的一种主要食物了。

三、根据青魚胚后期早期的生长发育的特点，今后饲养青魚魚苗和魚种时应分成三个饲养阶段，并采取不同的技术措施，以满足魚苗或魚种的生活要求，从而提高其生长率和成活率。

### 参 考 文 献

- [1] 叶委佐, 1960. 湖北省水产厅太山魚种試驗場幼鱧的发育阶段 (油印资料)。
- [2] 陈真然, 1963. 草魚 (鯽) 仔、稚魚期发育的形态生态特征. 动物学杂志, 1: 23—29.
- [3] 顾秩凡等, 1960. 提高魚苗养成夏花成活率的饲养方法. 水生生物学集刊, 2: 105—133.
- [4] Белооголова Л. А., Красюкова З. В., 1962. Зависимость развития сазана от фенологических изменений водоема. Ученые записки ЛГУ, No. 311.
- [5] Белогуров А. Я., 1948. Смена глоточных зубов у сазана, вобли и леща. Сб. «Морфологические особенности, определяющие питание леща, вобли и сазана на всех стадиях развития». Изд-во АН СССР.
- [6] Васнецов В. В., 1953. Этапы развития костистых рыб. Очерки по общим вопросам ихтиологии, М.-Л., Изд-во АН СССР.
- [7] Вернидуб М. Ф., Гузена М. И., 1950. О морфофизиологических этапах в развитии личинок рыб. Докл. АН СССР, т. LXXI, No. 3.
- [8] Еремеева Е. Ф., Ланге Н. О., Дмитриева Е. Н., Саблина Т. Б., 1960. Сб. Некоторые особенности этапов развития рыб. Тр. ИМЖ АН СССР, вып. 25.
- [9] Костомарова А. А., 1962. Влияние голодания на развитие личинок костистых рыб. Тр. ИМЖ АН СССР, вып. 40.
- [10] Красюкова З. В., Герасимова А. Я., 1951. Этапы раннего постэмбрионального развития каспийского сазана. Ученые Записки ЛГУ, No. 142.
- [11] Красюкова З. В., 1962. Этапность раннего онтогенеза сазана как одно из приспособлений, обеспечивающих сохранение численности вида. Ученые записки ЛГУ, No. 311.

- [12] Мейен В. А., 1940. О причинах колебания размеров икринок костистых рыб. Докл. АН СССР, т. 28, No. 7.
- [13] Петрова З. И., 1958. Дыхание карпа в онтогенезе. Тр. Совещания по физиологии рыб. Изд-во АН СССР.
- [14] У Си-цзай (吴熙载), 1957. Различия в развитии и росте мальков карпа из икры, отложенной одной самкой. Тезисы докл. на 2-м совещ. эмбриологов СССР. Изд-во МГУ.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ ЧЁРНОГО АМУРА

Е И-цзо

(Хубайский областной институт пресноводного Рыбводства)

### Резюме

Для повышения выживаемости молоди чёрного амура необходимо изучить её потребности в различные периоды её постэмбрионального развития и удовлетворить эти потребности. Автор изучал развитие молоди чёрного амура на основе теории В. В. Васнецова об этапности индивидуального развития рыб, применяя метод морфо-экологического анализа. Так как строение рыб во всех периодах развития определённым образом приспособлено к среде, в которой они обитают, то по строению органов можно судить об основных биологических особенностях рыб.

На основании качественного изменения морфологических особенностей, пропорций тела и поведения молоди чёрного амура на ранних постэмбриональных периодах развития, автор выделил в течение развития чёрного амура от вылупления из оболочек икры до покрытия чешуей его тела три периода развития: свободный зародышевый период, личиночный период и мальковый период. Каждый период развития молоди чёрного амура состоит из ряда этапов развития.

По наблюдениям автора, личинка чёрного амура начинает активно питаться внешней пищей при длине тела в 8 мм, когда желток ещё не полностью рассосался. При длине тела 8,5—9,0 мм полностью отсутствует желток. Молодь чёрного амура на всех этапах развития питается в личиночных прудах доступной по размерам пищей: коловратками и их яйцами, мелкими встистоусыми рачками, мелкими веслоногими рачками на копеподитных стадиях и науплиусами и др. Личинками хирономид молодь чёрного амура начинает питаться с третьего личиночного этапа развития и в мальковом периоде развития личинки хирономид уже становятся основной пищей молоди чёрного амура. Фитопланктон и искусственный корм в пище молоди чёрного амура встречаются в небольшом количестве на всех этапах развития.

На основании закономерностей роста и развития молоди чёрного амура, автор рекомендует, выращивание личинок и мальков чёрного амура разделить на три этапа выращивания. На каждом из этих этапов выращивания необходимо применять различные технические мероприятия, что должно повысить выживаемость молоди чёрного амура.