

第一章

黄鳝无公害养殖综合技术

一、概述

黄鳝 (*Monopterus albus* Zuiew), 俗称鳝鱼、长鱼、罗鳝、无鳞公子等。在鱼类分类学上属合鳃目, 合鳃科, 黄鳝亚科, 黄鳝属。该科鱼所属的种数极少。

黄鳝是一种亚热带淡水鱼类, 分布很广, 在我国除西北和西南部分地区未见分布外, 无论大江南北, 凡有水源之处, 都有黄鳝的天然分布。尤其在珠江流域和长江流域的各干支流、湖泊、水库、池沼、沟渠和稻田中更为常见。南方各省 (如江苏、浙江、安徽、江西、广东、湖南、湖北等) 气候较暖, 产量较高, 是黄鳝的主要产区。在国外, 多分布在朝鲜南部、日本琉球群岛、泰国、马来西亚、印度尼西亚、菲律宾等地。

黄鳝肉质爽滑、味道鲜美、营养丰富、药用价值高, 是深受国内外消费者喜爱的美味佳肴和滋补保健食品。我国南方菜馆将黄鳝作为上等菜肴, 江、浙一带素有“无鳝不成席”的说法, 无锡的“脆鳝”更是闻名全国。据分析, 每 100 克黄鳝肉中, 含蛋白质 18.8 克, 脂肪 0.9 克, 钙 38 毫克, 磷 150 毫克, 铁 1.6 毫克; 含水溶性维生素核黄素 0.95 克, 硫胺素 0.02 克, 尼克酸 3.1 毫克, 抗坏血酸 0.014 毫克; 另外, 还含有丰富的脂溶性维生素 A、维生素 D 等。每 100 克鳝肉中含热量为 347.5 千焦 (83,

千卡),黄鳝肉中蛋氨酸含量较多,食用鳝肉可补充谷类氨基酸组成的不足。在 30 多种常见淡水鱼中黄鳝蛋白质含量,仅次于鲤鱼和青鱼,钙和铁的含量居首位。黄鳝的可食部分一般在 70% 以上,高于一般的淡水鱼类。黄鳝的滋补作用早为人们所了解,俗话说:“小暑黄鳝赛人参”。至于其药用价值,我国古代医书上早有记载,唐代孟洗的《食疗本草》中,对黄鳝有“补五脏、逐风邪、疗湿风恶气”的记述。元朝朱丹溪的《本草衍义》中,对黄鳝有“善补气,妇人产后宜食”的记载。明代缪希雍的《本草经疏》中,对黄鳝有“鳝鱼味甘,性大温,能补中益血,通经脉,疗风邪”之说。清朝黄宫绣在《本草纲目求真》里,说得就更加详尽,“鳝鱼……能通经达络,治十二经风邪,并治耳目诸窍之病,又能治妇人产后恶露淋漓不止和肠鸣、湿痹、老人虚痢,又治男性阳痿、不能续嗣”。据现代医学界对黄鳝的药用价值研究表明,黄鳝富含维生素 A、卵磷脂、DHA,黄鳝的肉、皮、骨、血均可入药,有补血补气、补中益智、滋补五脏、治虚劳消瘦、强壮筋骨、疏散风湿、除去狐臭等功效。特别对治疗颜面神经麻痹及中耳炎疗效显著,对口眼歪斜、产后淋漓、内痔出血、下痢脓血、阳痿、痘毒、鼻衄等均有一定疗效。值得一提的是,从黄鳝中提取的黄鳝鱼素,具有降血糖和恢复调节血糖生理机能的作用,对糖尿病有良好的治疗作用。近年来,韩国利用鳝皮代替蛇皮制革,价格昂贵,深受我国港澳地区消费者的欢迎。

(一) 黄鳝养殖生产现状

综观国内近几年黄鳝养殖现状,其主要的养殖方式有水泥池养殖、网箱养殖、稻田养殖等。从技术角度分析,其养殖方式大多为以获取季节差价的围养方式,即将野生黄鳝在低价位时围集起来,在高价位时销售。由于技术含量低,管理方式缺乏规范,高回报和高风险并存,亟须技术投入和建立专业化配套服务体系。目前黄鳝养殖生产现状的主要特点表现为:

1. 科研落后于生产的局面有所改善 人工黄鳝养殖的历史较短,对黄鳝较全面的研究近年才开始,但这已使科研落后于生产的被动局面有所改观。近两年,水产专业杂志上介绍养鳝新成果、新经验的论文、总结报告比前几年大为增加,科技含量大为提高,成果转化为生产力的速度大大加快。

2. 规模化、集约化养殖呈现良好势头 改变传统的零星单池小规模生产经营为连片集约化规模养殖只是近年来才出现的新的养殖形式,因为具有良好效益,一出现便受到群众的重视。如江苏、安徽的工厂化养鳝和江苏、浙江、湖北等地的池塘网箱养鳝越来越受到各方面的关注和青睐。

3 我国黄鳝在国际市场上的地位日益提高 据最近从美国反馈的信息,美国市场对我国黄鳝、泥鳅等名优水产品的需求现状是供不应求,市场潜力还很大。但要求出口的黄鳝规格要大,一般为 150 克/尾以上。因此,生产大规格商品鳝对开拓国际市场非常重要。

4. 加工产业已开始受到相关方面的重视 目前除活鲜鳝出口外,已出现烤鳝串、黄鳝罐头、鳝丝、鳝筒等加工产业。韩国很早便向日本出口剥皮鳝,我国在剥皮鳝加工方面尚为空白。尽管如此,黄鳝加工业已受到水产加工企业和社会财团的重视。

5. 对黄鳝产业的投资已出现多元化趋势 几年前只是群众利用房前屋后的空闲地零星养殖,而目前已有一些社会力量看好养鳝业,已开始注入资金,进行批量生产经营。

6. 现代通讯网络开始进入黄鳝产业 现代化大生产离不开快速发展的信息高速公路,相对来说,整个水产业利用现代通讯网络发展产业相对滞后。目前,水产科研部门比生产管理部门在这方面的情况要好一些,但有些黄鳝业者已开始重视此问题。如四川简阳大众公司率先建立黄鳝产、供、销相关的网址和设立专门的网页,将该公司的商品鳝及种苗等信息搬上国际互联网。

(二) 黄鳝无公害养殖前景

1 无公害水产品的概念 由于环境的破坏和高残留农药的污染，20 世纪以来，已有 200 多种动物在地球上绝迹，还有 600 多种正面临绝迹的危险。目前，人们对农药已经产生了恐惧心理，随着我国国民经济的快速发展，农业和农村经济进入了新的发展阶段，农产品质量安全问题已成为农业发展的主要矛盾之

水产食品安全的概念是指食用水产品中不含有可能损害或威胁人体健康的因素，不应导致消费者急性或慢性毒害或感染疾病，或产生危及消费者及其后代健康的隐患。根据 GB18406.4—2001 《农产品安全质量无公害水产品安全要求》的定义是：“有毒有害物质含量或残留量控制在安全要求允许范围内，符合 GB18406 的本部分的水产品。”并同时感官要求、鲜度要求、有害有毒物质最高限量作了具体的规定。

对于目前水产食品安全性的认识：一方面，社会经济的发展和生活水平的提高，水产品的需求量在膳食结构中的比例稳定增加，同时人们对于生活质量的追求，需求水产品具有更好的品质和更高的安全性。另一方面，由于目前水产行业现有生产模式和体系的局限性，生产者不规范的产品生产手段，加工、储运和销售过程中的不合理性，法律法规制度不健全等诸多方面的原因，使有些水产品的安全性未达标准，甚至出现严重危害人体健康的情况，引起消费者和社会舆论的强烈反响，形成产品质量与市场消费之间的矛盾，制约了水产品生产的良性发展。当前全球农产品贸易和消费市场出现的两个显著特点是：食品的安全性越来越受到人们的普遍关注；绿色食品的生产模式产生重大影响，并使一些农产品的生产和加工企业在选择中优胜劣汰。

传统渔业之后，已先后出现了“生态渔业”、“设施渔业”、“都市渔业”、“休闲渔业”等，它们均在某个程度或某些方面包括了“无公害渔业”的内涵，但它们着重强调的是渔业在某一方面的作用和意义。在一定意义上说，“无公害渔业”是这些渔业

发展的归宿，是这些渔业更高层次的集成与概括。

“无公害渔业”应包括以下的含义：

(1) 是新理论、新技术、新材料、新方法在渔业上的高度集成。新理论有把水域生态学、生态经济学和系统工程学的理论和用于水产动物养殖的综合养殖生态工程 (Integrated Livestock Ecol-engineering) 的理论，把种植业和渔业相结合的渔菜共生理论等；新技术有对水环境净化的人工湿地污水净化技术，在育种方面的核移植技术、雌核发育技术、性别控制技术，在疾病诊断方面的核酸探针技术，在环境与病害控制方面的信息与计算机技术等；在新材料方面有新型的、生物利用率高而水溶性低的饲料原料，能增强体特异性与非特异性免疫的免疫增强剂等；在新方法方面有对养殖水质的自动检测与监控的水质自动检测方法，对水质消毒处理的臭氧消毒方法，水产养殖有益微生物的增殖方法等。

(2) 它应为多种行业的组合，除了渔业之外，它还可能包括种植业、畜牧业、林业、草业、渔产品加工业、运输业以及相应的工业等。

(3) 不是谋求单一的经济目标，而是追求经济、生态与社会效益并重，提倡在保护生态环境、改造生态环境、保护人类健康的前提下发展渔业，以此谋求生态效益与经济效益的统一，谋求社会效益与经济效益的统一。

(4) 它应注重资源的合理利用与转化，各级产成品的合理利用与转化增殖，把无效损失降低在最低限度。

总而言之，“无公害渔业”是健康的渔业、安全的渔业，是经济的渔业、高效的渔业，也是科学的渔业、充满时代特征的渔业。“无公害渔业”应是世界渔业的发展方向。

2. 黄鳝市场要素及相关背景材料分析 黄鳝是深受国内外消费者喜爱的美味佳肴和滋补保健食品，其可食部分达 70% 以上，蛋白质含量更是高居众多水产品之首。鳝鱼体内含有丰富的

人体必需氨基酸和微量元素，是目前较为理想的健康食品。江苏、浙江、上海等地将黄鳝作为家庭膳食不可或缺的组成成分，而这一风气正向全国蔓延，因此，国内市场鳝鱼异常畅销。目前，国内市场总需求量近 300 万吨，鳝鱼不仅在国内畅销，也是国际热销的水产品之一，日本、韩国每年需进口 20 万吨。我国港、澳地区的需求也呈增长趋势。同时，由于鳝鱼体内富含 DHA 和药用成分，因而在深加工和保健品开发上具有极大的发展潜力。可以肯定，黄鳝已成为目前乃至今后相当长时间内深为紧俏的国民消费品。

(1) 国内市场需求情况 目前，供应黄鳝市场的主要货源渠道来自于野生捕捞，以及一定数量围养野生黄鳝进行反季节销售。由于自然栖息黄鳝的特殊生活习性，野生捕捞在冬季将不能有效进行，从而造成冬季市场货源供应处于严重紧缺状态。市场调查分析，仅沪、宁、杭的长江三角洲地区日缺口就达 100 吨以上。

(2) 价格情况 由于黄鳝资源的日趋减少和需求的增大，近几年，国内黄鳝市场批发价每年同期呈稳步增长趋势。

目前，冬季市场批量成交价格情况如下：

甲级黄鳝：(100 克以上) 6 万~7 万元/吨

乙级黄鳝：(50 克以上) 4 万~5 万元/吨

丙级黄鳝：(50 克以下) 2 万~3 万元/吨

(3) 市场发展情况 黄鳝的自然资源在我国原本极为丰富，由于受市场需求及价格增长的影响，近年来，野生捕捞正日益加剧，笼捕、电捕、药捕等方式并用，加之农药、化肥的大量使用，野生资源正呈几何数字下降。国内除四川、湖南、湖北尚有一定数量分布，其他地区的野生黄鳝资源已被大量破坏，预计 4~5 年后野生黄鳝资源将可能步野生甲鱼、螃蟹、乌鱼、鳊鱼等后尘。而另一方面，国内、国外的市场需求却成增长趋势，因此市场供应紧张状况将进一步加剧，其直接结果将导致价格的

暴涨。

3. 几点结论

(1) 市场前景广阔：显性市场需求呈逐年增长势头。隐性市场潜力巨大。目前，黄鳝的消费结构呈单一性，以黄鳝为主要原料的诸如各种烤制食品、速冻食品、罐头食品及保健品等多品种系列化深加工产品尚未得到开发，多元化的消费结构还没有形成，因而具有广阔的市场空间。价格中档，具有广泛的消费群体。

(2) 国内黄鳝养殖业的发展与市场需求状况形成极大的反差，即市场消费需求的上升热头并没有刺激国内黄鳝养殖业的纵深发展。

(3) 全新的高效养殖技术保障及配套服务体系的建立与市场状况所形成的良好机遇，共同缔造了黄鳝规模养殖的广阔空间。

以往，我国黄鳝多产自天然水域中，仅靠其自生自长，产量增长率很低，不能满足市场需要，更不足以向国外市场出口。近年来，作为商品鳝主要产地的广大水稻田，因耕作制度的变更和农药的大量使用，其资源锐减，产量日趋下降。据有关资料显示，我国黄鳝的自然资源已从 20 世纪 60 年代的平均每公顷水面 90 千克降至目前的每公顷产量不到 1.5 千克，且不少地区已濒临绝迹。为适应国内外市场的需要，除了设法保护和增殖天然资源外，开展人工养殖无疑是一条有效的途径。为此，国内不少地区都曾进行了黄鳝养殖探索，20 世纪 80 年代主要是在小土池、水泥池利用季节差价进行围养，因水质难以控制，投饵不当，导致鳝病多发，且黄鳝个体悬殊太大而相互吞食，成功者较少，挫伤了群众养殖的积极性。90 年代后，先后涌现了稻田养殖、流水鳝蚶合养、流水养殖等方式，但终因存在着起捕力低、固定投资大等因素，没有在生产上大面积推广。1994 年后，湖南常德、浙江湖州、湖北仙桃、江苏溇湖等地先后开展了网箱养鳝试验，取得了较好的效果。如江苏省溇湖农场 1998 年采用池塘内放置

中型网箱（规格为 10 米×3 米×1.5 米）进行网箱养鳝，获得成功。120 只网箱养鳝面积计 3 600 米²（每只网箱面积 30 米²）共投放鳝种 6 000 千克，产商品鳝鱼 1.25 万千克，收入 70 万元，获纯利润 50 多万元，取得了较高的产量和显著的经济效益。网箱养鳝目前在上述地区已形成一定的生产规模。

随着目前野生黄鳝资源逐渐减少，市场供需矛盾日渐突出，人工养殖黄鳝已成为特种水产业发展的必然趋势，预测近几年在珍珠热、鳗鱼热、甲鱼热、河蟹热之后，黄鳝作为具有市场前景的优良养殖对象，将成为新的养殖和加工热点。人工养殖黄鳝具有占地面积少、管理方便、成本低、经济效益显著等众多优点，正日益受到生产者的青睐。可以预料，随着黄鳝养殖技术的进一步完善和提高，黄鳝养殖业将在我国掀起一个新的热潮。

二、黄鳝的生物学特性

（一）形态特征

黄鳝体呈鳗形，前端管状，横断面近于圆形，尾部侧扁，尾端则尖细（图 1-1）。体长为体高的 21.7~27.7 倍，为头长的 10.8~13.7 倍，头长为吻长的 4.5~6.1 倍。体表无鳞，呈全裸状态。无胸鳍、腹鳍，背鳍和臀鳍退化成低皮褶，与尾鳍相近，尾鳍小。侧线发达，略凹于体表。体背部多为黄褐色或青褐色，

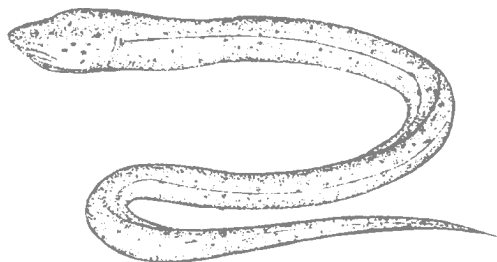


图 1-1 黄鳝的外部形态

布有黑色小斑点。腹部橙黄色，有淡色小斑点，其体表软滑而富有黏液。

黄鳝头部较大，呈锥形，口大，端位和上颌较突出，上唇发达，口裂后方延伸达眼的后缘。上、下颌具有细小的颌齿，呈圆锥形，咽喉部具有细齿，上咽齿和下咽齿为绒毛状，排列不规则，大小也不一致。视觉退化，眼极小，为皮膜所覆盖，眼与吻间两侧有鼻孔 2 对。前鼻孔位于吻端，后鼻孔位于眼前缘上方。鳃严重退化，但仍有鳃 3 对，无鳃耙，鳃丝极短，呈羽毛状，21~25 条。左右鳃孔在头部腹面连接成“V”字形的裂缝。黄鳝身体由骨骼、肌肉及消化、呼吸、循环、排泄、生殖、神经、感觉和内分泌等组织和器官构成。黄鳝体长，脊椎节数多，肛前椎节数一般为 84~97 节，常见数为 93 节，尾椎节数为 75 节左右。肠短，无盘曲，伸缩性大，肠中段有一结节，将肠分为前后两部分，肠长度一般等于头后体长。黄鳝无鳔，心脏离头部较远，在鳃裂后约 5 厘米处。黄鳝口咽腔内壁黏膜上分布着丰富的微血管，能进行气体交换，为辅助呼吸器官。黄鳝的生殖腺不成对，右侧生殖腺已退化，位于右侧的膀胱呈带状，较大，和左侧的生殖腺相对。刚出膜的幼鳝体长 1.5 厘米左右，1 冬龄的黄鳝体长 28~33 厘米，2 冬龄的体长可达 30.3~40.0 厘米。最大的黄鳝体长可达 70~80 厘米，体重 0.5 千克以上。

（二）生活习性

1. 天然水域中的分布和栖息环境 黄鳝为底栖生活的鱼类，喜栖于河道、湖泊、水库、沟渠的浅水水域和稻田中，夏出冬蛰。冬季栖息处干涸时，能潜入土深 30~40 厘米处，越冬数月之久。白天栖息于池埂边的洞穴中，或堤岸的石隙中，也栖于浅水水域中腐殖质较多的泥穴中，夜晚则离开洞穴觅食。黄鳝洞穴一般借助于天然的洞穴，也能选择松软的土层用头掘筑。一般洞穴较深邃，洞长约约为鱼体长的 3 倍左右。穴里弯曲交叉，结构复杂，一般有 2 个洞口，水位变化大的水体有时有 3 个以上的洞

口。由于黄鳝的鳃严重退化，即使在溶氧充足的水体中，也要把头伸出水面呼吸，因此黄鳝喜欢栖息在离水面较近的洞中，以便在身体不离开洞穴时，挺起觅食或把头部露出水面吸取空气。在任何水域中，黄鳝总是分布在沿岸浅水区域。在水稻田中，黄鳝 90% 以上在田埂边作穴，栖息在稻田中间是极少的。

2. 食性 黄鳝是一种以动物性饵料为主的鱼类。这点可由黄鳝的肠道长度小于体长佐证，解剖黄鳝分析，其胃含物也充分证明了这一点。由于黄鳝营穴居生活，视觉退化，眼很小并蒙有皮膜，又多在夜间活动。因此，其觅食主要靠前后鼻孔内发达的嗅觉小褶和触觉，来感受水流传过来的饵料生物发出的特殊气味和振动。当食物接近嘴边时，张口猛力一吸，将食物吸入口中。在野生条件下，幼鳝主要摄食丝蚯蚓和枝角类、桡足类等大型浮游生物，也摄食水生昆虫的幼虫，如摇蚊幼虫、蜻蜓幼虫等，有时也兼食有机碎屑、丝状藻类和浮游藻类。成鳝摄食对象明显增加，如小型鱼类、虾类、蝌蚪、幼蛙、小型的螺和蚌。黄鳝也很爱吃陆生动物，夜间常游近岸边，甚至上岸觅食，捕食陆生蚯蚓、蜘蛛、金龟子、蟋蟀、飞蛾等，也吃人工投喂的河蚌肉、螺蛳肉、蚕蛹、熟猪血、畜禽下脚料、鱼肉浆等。此外，兼食有机物质碎屑与丝状藻类。其食物组成中也有不少浮游植物（黄藻、绿藻、裸藻、硅藻等）。如遇食物较大时，黄鳝会咬住食物，旋转身子将食物咬断而吞下。特别要注意的是在饵料不足的情况下，黄鳝有自相残食的习性。在解剖黄鳝肠道时，多次发现有比其小的黄鳝残骸。受了钩伤的黄鳝有吐食现象，可将肠中前部的食物全部吐完。值得一提的是，黄鳝耐饥饿的能力非常强，即使是刚孵出的幼鳝，放在水缸中用自来水饲养，不另外喂食，2 个月也不会死亡。成鳝在湿润的土壤中，过 1 年也不会饿死。这可能是由于其长期生活在浅水水域，对经常发生干枯的环境适应的结果。

3. 黄鳝与周围环境的关系 黄鳝的生长、发育和繁殖，与

周围环境关系极为密切，它既受周围环境的制约，也产生对其环境的适应，同时又影响周围的环境。和其他鱼类一样，水域是黄鳝赖以生存的空间，并且主要依靠水中提供的各种维持生命活动的物质，因此黄鳝的生长快慢与水体环境关系密切。要养好黄鳝，必须要养好一池水。一般来说，水质要肥、嫩、活、爽，含氧量要充足。因黄鳝鳃不发达，只能用口腔及咽腔的内壁表皮作辅助呼吸器官，直接利用空气中的氧气，在无水的湿润土壤中，可以长期潜伏而不致死亡。因此，它对水中含氧量的要求没有其他鱼类高。现将养鳝时应具备的环境条件，分述如下。

(1) 水温 水温对所有的养殖鱼类是最重要的环境条件之一，黄鳝也不例外。适宜生长的温度为 $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，最适生长水温为 $23\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。当水温下降至 10°C 以下时，黄鳝停止摄食，钻入土中 $20\sim 35$ 厘米处越冬。夏天水温超过 28°C 时，黄鳝摄食量下降，在天然环境中会钻入洞底低温处蛰伏。在人工养殖条件下，因池底有水泥或砖的结构，黄鳝会浮游水面。长时间高温会导致其死亡，故要采取遮荫降温措施。在我国大部分地区，一年中黄鳝生长较快的季节是 $5\sim 10$ 月，因此抓好这段时间的饲养管理，对获取高产是十分重要的。水温还会影响水体中其他动、植物的生长，影响各种有机物质的分解速度，从而间接影响黄鳝的生长。因为一年四季中水温在不断变化，养殖者必须采取相应的降温和保温措施，保证黄鳝一年四季都能很好地生长。

(2) 溶氧 氧气是各种动物赖以生存的必要条件之一，水生生物的呼吸作用主要靠水中的溶解氧气。溶解氧是指以分子状态溶存于水中的氧气单质，不是指化合状态的氧元素，也不是指氧气气泡。在养殖水体中，溶解氧的主要来源是水中浮游植物的光合作用，约占 90% 左右。因此，在黄鳝养殖池中保持一定的肥度，对提供溶解氧很起作用。水中氧气的消耗，除物理因素外，主要是生物作用耗氧和化学作用耗氧。鳝池中黄鳝养殖数量的多少直接影响氧气的消耗速率。一般在水温为 23°C 左右时，每千

克黄鳝每小时耗氧为 30 毫克左右。鳝池底泥中有机物及生物耗氧也较多，一般可达每天每平方米 1 克左右。水中溶氧在每升 3 毫克以上时，黄鳝活动正常。水中溶氧低于每升 2 毫克时，黄鳝活动异常，经常浮出水面吸取空气中的氧气。经测定，黄鳝的窒息点是 0.17 毫克 / 升。黄鳝的辅助呼吸器官发达，能直接利用空气中的氧气。因此，养殖水体中短期缺氧，一般不会导致泛池死亡。

(3) 营养盐类 黄鳝和其他鱼类一样都是异养生物，它们生长所需的物质和能量完全依赖于食物——饵料。在养殖水体中，饵料来源主要是人工投喂的饵料，小部分靠天然饵料。在野生状态下，黄鳝则是靠天然饵料。众所周知，只有植物，特别是浮游植物的光合作用才是水体中有机食物的真正生产者，而这些植物的生长速率及产量，受水中植物营养元素的限制。因而水中营养元素丰富，搭配合理，则浮游植物数量就多，浮游动物数量也能增加，进而促使其他小型水生生物的增加，这就为黄鳝提供了一定数量的天然饵料。当然，这还与水体的光照条件和水温有关。一般在适宜的光照和温度条件下，通过施肥适当增加营养盐类，特别是氮、磷的含量，对增加黄鳝的产量是有重要作用的。

(4) 有机物质 在养殖水体中，有机物质的作用也是不可忽视的。其主要来源有光合作用的产物，浮游植物的细胞外产物，水生生物的排泄废物，生物残骸和微生物。水中有有机物的存在对黄鳝有积极作用，因为它可作为黄鳝饵料生物的食物。但数量过多时则会破坏水质，影响黄鳝的生长。在养鳝水体中，适宜的有机物耗氧量是 20~40 毫克 / 升。如果超过 50 毫克 / 升，对黄鳝就有害无益了。此时，应添换新水，改善水质。

(5) 水中的有害物质 养殖水体中有毒物质的来源有两类。一类是由水体内部物质循环失调生成并累积的毒物，如硫化氢、氨类等；另一类则是由外界污染引起的。鳝池中氨的来源，一是施用氮肥；二是鳝体中生物体代谢的产物；三是池中有机物厌氧

分解产生的。适量的铵态氮是有益的营养盐类，过多则阻碍黄鳝的生命活动。一般要求鳝池铵的含量不超过 4 毫克 / 升。硫化氢是水体中厌气分解的产物，对水生生物有强烈的毒性，危害甚大。它有明显的刺激性臭味，一经发现养鳝水体水质败坏，应立即换水以增加氧气，或少量添加石灰水，使水呈中性或微碱性，以减少其毒性。目前外源性的毒物主要是农药。据初步试验，能杀死黄鳝的农药有苏化 203、敌敌畏和 1605 其致死浓度分别为 8 毫克 / 升、6 毫克 / 升、4 毫克 / 升。总之，在养鳝池中，应尽量避免各类有毒农药进入。

(三) 生长与年龄

1. 年轮特征及年龄鉴定 对鱼类年龄的鉴定，国内外大多以鳞片、鳃盖骨、脊椎骨和耳石等为研究材料。但是通过对黄鳝的解剖，发现生于其舌部的基舌骨及其两侧的上舌骨上，可明显见到有明暗相间的带状轮纹，基舌骨和上舌骨随着年龄的增加而增大，上面的带状轮纹数也相应地增加。因此，对黄鳝的年龄鉴定可用基舌骨和上舌骨作材料。在入射光下，用肉眼或放大镜观察基舌骨和上舌骨，上面有较清晰的由许多呈弧线组成的明暗相

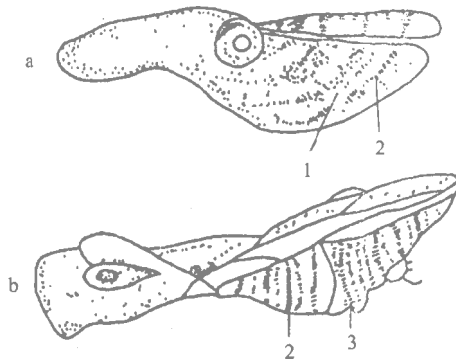


图 1-2 解剖镜下的 4 龄黄鳝轮纹

a. 基舌骨 b. 上舌骨

1. 明带 2. 暗带 3. 间隙

间的“带”，一个明带与一个暗带构成一个生长年轮。第一年的暗带与第二年开始形成的明带之间的交界线为年轮标志（图 1-2），在同一条黄鳝的基舌骨和上舌骨的两个楔形区，带的数目是等同的，所以鉴定黄鳝年龄时，只要将二者互为对照即可准确判断黄鳝的年龄。

2. 生长与年龄 野生黄鳝的年龄与生长关系十分密切。据测定，当年生的越冬幼鳝体长 12.2~13.5 厘米，体重 6~7.5 克；1 冬龄鳝体长 28.0~33.0 厘米，体重 11~17.5 克；2 冬龄鳝体长 30.3~40.0 厘米，体重 20~49 克；3 冬龄鳝体长 35.0~49.0 厘米，体重 58~101.0 克，4 冬龄鳝体长 47.0~59.0 厘米，体重 83.0~248.0 克；5 冬龄鳝体长 56.5~71.0 厘米，体重 199.0~304.0 克；6 冬龄鳝体长 68.5~75.0 厘米，体重 245.0~400.0 克；7 冬龄鳝体长 71.0~79.8 厘米，体重 392.0~752.0 克。人工养殖条件下，只要饵料充足、饵料质量好、饲养管理得当，黄鳝的生长速度就比天然条件下快得多。黄鳝一般 1 冬龄全长为 27~44 厘米，体重为 19~96 克；2 冬龄全长为 45~66 厘米，体重为 74~270 克。黄鳝的生长期各地不同，一般南方的生长期较长，北方较短。如江苏、浙江一带生长期为 5~10 月，大约 170 天；湖南、湖北、广东、广西、四川生长期更长些。黄鳝 6~8 月生长最快。

（四）繁殖特性

1. 繁殖季节及环境条件 黄鳝每年只繁殖一次，产卵周期较长。在长江中、下游地区，黄鳝的生殖季节是 5~9 月，盛期是 6~7 月。繁殖季节随气温高低而有所提前或推迟。繁殖之前，亲鳝先打洞，称为繁殖洞，繁殖洞与居住洞有区别。繁殖洞一般在埂堤边。如稻田的繁殖洞一般在田埂的隐蔽处，洞口的下缘 $\frac{2}{3}$ 浸于水中。繁殖洞分前洞和后洞，前洞产卵，后洞较细长，洞口进去约 10 厘米处较宽广，洞的上下距离约 5 厘米，左右距离约 10 厘米。

2. 性比与配偶构成 根据四川地区黄鳝自然生殖群体性比调查结果,黄鳝生殖群体在整个生殖时期是雌多于雄。7月份之前雌鳝占多数,其中2月份雌鳝最多,占91.3%;8月份雌鳝逐渐减少到38.3%雌雄比例为0.6:1;8月份之后多数雌鳝产过卵后,性腺逐渐逆转,至9~12月,雌、雄鳝各占50%。自然界中黄鳝的繁殖,多数是属于子代与亲代的配对,也可能有前后三代配对的情况。在没有雄黄鳝的时候,同一批黄鳝中就会有少量雌鳝先变化为雄鳝,然后再与同批雌鳝配对繁殖后代,这是黄鳝有别于其他鱼类的现象。

3. 黄鳝的性逆转现象和雌雄外形特征 黄鳝具有独特的性逆转现象,这不像大多数脊椎动物那样终生属于一种性别。即一次性成熟时均为雌性,以后逐步逆转为雄性,其中间转变过渡阶段叫雌雄间体,这种由雌到雄的转变,称之为性逆转现象。在达到性成熟的黄鳝群体中,较小的个体一般为雌性,较大的个体一般是雄性,两者间的个体一般为雌雄间体。实际上,这种呈雌雄间体的性腺组织,从生理变化的角度看,是一个处于动态的性腺组织,是从有功能的典型雌性转变为有功能的典型雄性过程中的一个中间过渡体。它不同于其他生物的雌雄同体,它在同一性腺中,肉眼可观察到明显的卵子,而在显微镜下则又能看到活动的精子,所以这一现象较为特殊。

雌、雄鳝外形特征:雌、雄鳝外观上较难鉴别,一般以体长作为雌、雄鳝外形鉴别的指标。一般认为,体长20厘米以下的成鳝均为雌性,体长22厘米左右的成鳝开始性逆转,体长20~35厘米时,绝大多数是雌鳝,体长36~38厘米时,雌、雄个体数相等,体长38厘米以上时,雄性占多数。目前许多资料认为,黄鳝体长在50厘米以上时都是雄性。但我们曾多次观察到另外一种情况,即从池塘中捕捞的体长在50~60厘米以上的黄鳝都是雌性,橙黄色的卵粒发育正常,粒粒可数,并能正常产卵孵化。对于这一情况,根据我们多年来的科研和生产实践,认为有

两种可能：一是由于池塘与水稻田生态环境有差异，也就是说，池塘中环境稳定，饵料丰富，黄鳝生长快，而性逆转又需要较长的时间，所以黄鳝个体虽大，但尚未逆转为雄性。二是黄鳝很可能像海洋中某些性逆转鱼类一样，它的性逆转受群体性比的调节。也就是说，在群体中当雄性个体数量足够时，雌性就不逆转，当雄性数量不足时，其中一部分雌性才逆转为雄性。

4. 性腺发育分期和生殖周期

(1) 卵巢的发育分期

I 期 卵巢白色、透明、细长，肉眼不见卵粒，尚不能区别雌雄，解剖镜下可见透明细小的卵母细胞，卵径 0.08~0.12 毫米。黄鳝体长 6 厘米左右时，可见到该期卵巢。

II 期 卵巢仍为白色透明，但比 I 期粗，肉眼看不到卵粒，解剖镜下可见到 0.13~0.17 毫米大的卵母细胞。体长约 15 厘米左右的黄鳝体内可以见到该期卵巢。

III 期 卵巢淡黄色，肉眼可以见到卵粒，解剖镜下可见圆形或不规则形状的卵母细胞中充满卵黄颗粒，卵径为 0.15~2.2 毫米，此时黄鳝体长可达 15~25 厘米。

IV 期 卵巢明显粗大，卵粒明显增大，大小不一，颜色由淡黄转为橘黄色，解剖镜观察能见到卵母细胞中充满卵黄颗粒，核已逐渐边移，卵径达 2.2~3.4 毫米。此时黄鳝体长为 15~20 厘米，少数可达 40 厘米以上。

V 期 卵巢粗大，其中充满橘黄色圆形卵粒，卵粒内充满排列致密的卵黄球，卵粒在卵巢内呈游离状，卵径达 3.4~3.7 毫米，此时卵已成熟。

VI 期 成熟卵已排出，卵巢内尚留有未成熟的卵粒，卵母细胞开始退化，卵黄颗粒胶液化，卵膜上产生皱褶、断裂，与滤泡区脱离，滤泡膜增厚。

(2) 精巢的发育分期

I 期 精巢呈透明细线状，肉眼不能区别雌雄，组织切片观

察性腺有一对曲折的生殖褶，其中分布着一些精原细胞。由于黄鳍性逆转是由雌性变性而来，精原细胞一般在卵巢的生殖褶内形成。

Ⅱ期 组织切片观察，生殖褶内精原细胞增多并成团，形成精小叶，精小叶无腔，结缔组织明显，出现初级精母细胞。

Ⅲ期 精小叶增多增大，向生殖褶内填充，有小叶腔形成，但不明显，精小叶内以精原细胞和精母细胞为主，精巢已变粗。

Ⅳ期 组织切片观察，精小叶充满了整个生殖褶，生殖褶增大，精小叶内有分别由初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞形成的精小囊，小囊内的细胞群处在同一发育阶段，小叶内仍有部分精原细胞，精巢较粗，呈乳白色。

Ⅴ期 组织切片观察，各精小叶的空腔扩大，充满成熟精子，小叶壁主要由精子细胞及向精子变态的各阶段成分组成。外观精巢呈乳白色，轻压腹部，精子由生殖孔流出，此时精子已成熟。

Ⅵ期 大部分精子已排出，小叶腔中残留少量精子，小叶壁中有少数精原细胞和精母细胞，外观精巢呈透明带状，松散，含有少量精子。

(3) 生殖周期 黄鳍生殖细胞的发育、成熟和产出等过程，都有严格的周期性，这种周期性是黄鳍在其种群发展过程中所固定下来的一种适应性。黄鳍的性周期一般 1 龄就达性成熟，第一次性成熟个体绝大多数为雌性。产卵之后，大部分性逆转，第二年变为雄性个体，之后终生为雄性。生殖周期一般每年重复 1 次。

5. 黄鳍的性成熟系数和怀卵量 黄鳍的生殖腺不对称，左侧发达（长达 13~14 厘米），右侧退化（仅为两端封闭的一根血管）。卵巢充分成熟时，雌鳍下腹部膨大，几乎充满整个腹腔，腹部柔软，呈淡橘黄色，透过腹腔，肉眼可见卵巢轮廓与卵粒。黄鳍的成熟系数随季节的变化而不同，1~3 月卵巢经历了Ⅱ期、