



辽宁省农民技术员培养工程教材

总主编 张 强

淡水养殖应用技术

辽宁省科技厅 组编

DANSHUI YANGZHI YINGYONG JISHU

主编 王吉桥 赵兴文



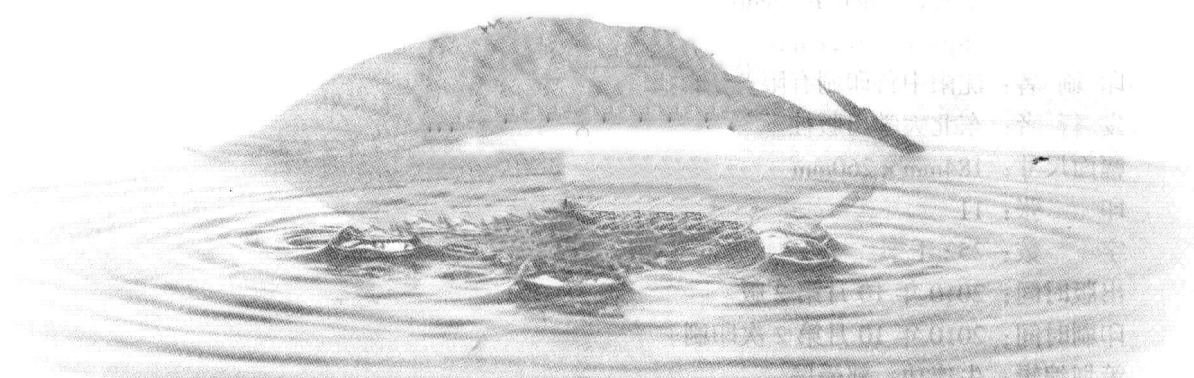
东北大学出版社
Northeastern University Press



辽宁省农民技术员培养工程教材

淡水养殖应用技术

主 编 王吉桥 赵兴文



东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 王吉桥 赵兴文 2009

图书在版编目 (CIP) 数据

淡水养殖应用技术 / 王吉桥, 赵兴文主编. —沈阳: 东北大学出版社, 2010. 10

辽宁省农民技术员培养工程教材

ISBN 978-7-81102-795-2

I. 淡… II. ①王…②赵… III. 淡水养殖—新技术—技术培训—教材 IV. S964

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 243365 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331(市场部) 83680267(社务室)

传真: 024—83680180(市场部) 83680265(社务室)

E-mail: neuph@neupress.com

http: //www.neupress.com

印 刷 者: 沈阳中科印刷有限责任公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 11

字 数: 252 千字

出版时间: 2010 年 10 月第 2 版

印刷时间: 2010 年 10 月第 2 次印刷

策划编辑: 牛连功 郭爱民

责任编辑: 刘乃义

封面设计: 唐敏智

责任校对: 郎 坤

责任出版: 杨华宁

ISBN 978-7-81102-795-2

定 价: 20.00 元

《辽宁省农民技术员培养工程教材》

编审委员会

主 任 张 强

副 主 任 曹远航 李安财 陈国华 吴作章 来茂生

委 员 (按姓氏笔画排序)

于 兵	马宏达	马彦令	刘 玲	李广达
李立申	金 野	赵长文	赵希波	黄国辉

总 主 编 张 强

副总主编 来茂生 于 兵 金 野

编 委 (按姓氏笔画排序)

卜庆雁	于红茹	马彦令	王吉桥	王伯伦
王昕陟	王晓光	边连权	刘显军	朴钟云
毕晓颖	闫元元	张佰清	李 华	沈国春
陈杏禹	周 静	孟凡博	孟宪军	姜志强
赵 文	赵兴文	高悦勉	崔颂英	黄国辉
傅俊范	谢甫绋	翟秋喜		

序

亲爱的朋友，当你从培训学校领到这本书，你已是辽宁省农民技术员培养工程的一名学员，这本书将同学校的师生一起，陪着你度过在大学里的日日夜夜，见证你实现从“传统农民”到“新型农民”的破茧成蝶的每一个细节。

为认真贯彻落实《中共辽宁省委 辽宁省人民政府关于推进社会主义新农村建设的实施意见》，培养“有文化、懂技术、会经营”的新型农民，2007年9月，辽宁省科技厅会同省委组织部、省人事厅、省农委、省财政厅共同组织实施了“辽宁省农民技术员培养工程”，采取政府出资的方式，有组织、有计划、有步骤地在农村种养殖科技示范户中选拔有一定实践经验的农民进入省内农业高等院校，接受以需求为导向，半年制、非学历的技术培训，使其成为现代农业技术的示范者和传播者，带动周边农民共同致富。

辽宁省农民技术员培养工程依托沈阳农业大学、大连水产学院、辽东学院、辽宁农业职业技术学院四所省内高等农业院校，根据我省农业生产实际和优势特色产业发展需求，设置了水田、旱田、花卉、药用植物、养猪、家禽、蔬菜、果树、食用菌、小浆果栽培、牛羊饲养、海水养殖、淡水养殖等13个专业。工程针对农民学员具有丰富农业生产实践经验但文化知识水平不高的特点，在突出职业技能培训实用性的基础上，加强现代农业经营管理理念的培养，提高学员的综合素质。教学上采取理论与实践并重、校内与校外结合的方式，聘请省内具有丰富理论和实践经验的优秀农业专家担任培训教师，联系省内科研院所、农业龙头企业、特色产业基地作为实习基地，形

成了以课堂教学为主，以丰富多彩的实践、文体活动为辅的培训体系。

经过四个月的培训，学员不但学到了现代农业生产技术和经营管理理念，开阔了视野，提高了素质，还与同学、专家结下了深厚的友谊，为日后的发展打下了坚实的基础。截至2009年底，辽宁省农民技术员培养工程已圆满完成五期培训，共培养农民技术员3445人。农民技术员毕业回乡后，有的成为了种养殖大户，有的创办了农事企业，有的成立了农业专业合作社，还有的被聘为当地的科技特派员。他们把在学校学到的知识和技术应用到实际生产中，不但为个人带来了丰厚的经济效益，也把新技术、新品种和现代经营理念带到了乡村，带动周边农民共同致富，产生了广泛的社会效益。

这套教材就是为了方便农民技术员朋友学习，由我们组织省内具有丰富实践经验和深厚理论水平的农业各领域的优秀专家编写的。教材汇集了这些优秀专家多年的生产实践心得和最新的研究成果，体现了实用性、适用性与前沿性，通俗易懂，可操作性强。教材经过五期培训的反复锤炼，体例、内容已自成体系，为此我们将其付梓出版，以供学员朋友们学习参考。

苏联著名作家高尔基说：“书籍是人类进步的阶梯”，希望学员朋友们好好利用这套教材，勤于思考，勇于提问，善于把生产实际与理论相结合，逐步提升自己的专业技术和经营管理能力，积极做“有文化、懂技术、会经营”的新型农民，带动父老乡亲共同致富，在辽宁社会主义新农村建设的画卷上谱写新的华彩篇章！



2009年12月

前 言

本教材为适应辽宁省农民技术员培养工程淡水养殖专业教学需要而编写。

我国是农业大国，更是水产养殖业大国。我国的水产品总产量连续多年居世界首位。我国淡水资源丰富，渔业历史悠久，养殖对象品质优良，以短食物链的温水性鱼类混养为特色的养殖技术成熟而发达，是第一个养殖产量超过捕捞产量的国家。我国年人均占有淡水径流量不足世界的三分之一，但却生产了世界60%以上的淡水水产品。

辽宁省是水产大省。2008年，全省的水产品总产量达494.5万吨，总产值达800.4亿元，创汇16亿美元，占农业总创汇额的48%。2008年，全省渔业人口年均收入为10500元，远高于农业人口的年均收入。淡水养殖业在全省农业中具有重要地位。为了适应淡水养殖业发展的需要，我们组织在淡水渔业生产和教学第一线工作多年、具有扎实的专业基础理论知识和丰富实践经验的专业教师为农民技术员培训班编写了这本教材。

本书系统地阐述了淡水主要养殖鱼类的形态和生活习性等生物学基础知识，介绍了淡水主要养殖鱼类的人工繁殖、苗种培育、食用鱼饲养、活鱼运输和安全越冬等生产环节的先进技术和关键技术，可供水产养殖人员、管理工作者和高等水产院校师生及有关科技人员参考。

本书由王吉桥教授和赵兴文副教授主编，参加编写的还有蒲洪宇副教授、姜玉声副教授、王茂林博士等。

由于时间仓促，加之作者水平所限，错误和疏漏之处在所难免，敬请读者批评、指正。

编 者

2009年8月

目 录

第一章 主要养殖鱼类的生物学特性	1
第一节 主要养殖鱼类的形态特征	1
第二节 主要养殖鱼类的生活习性和对环境的适应能力	2
一、生活习性	2
二、对环境的适应	8
第二章 养殖鱼类的人工繁殖	11
第一节 鱼类人工繁殖基础知识	11
一、性腺和性腺发育	11
二、胚胎发育和仔鱼的早期发育	20
第二节 亲鱼培育	25
一、亲鱼选择	26
二、亲鱼培育	26
第三节 人工催产和孵化	27
一、产卵设施和催产前准备	27
二、人工催产	31
三、人工孵化	35
第三章 养殖鱼类苗种培育	39
第一节 养殖鱼类鱼苗、鱼种的生物学特性	39
一、摄食习性	39
二、生长特性	41
三、栖息习性和对环境条件的适应性	42
第二节 鱼苗培育	43
一、土池塘培育鱼苗	44
二、室内工厂化培育鱼苗	49
第三节 鱼种培育	51
一、土池塘培育鱼种	51
二、网箱培育鱼种	55

第四节 几种优质鱼类的养殖	60
一、黄颡鱼养殖技术	60
二、鲇和怀头鲇养殖技术	73
三、泥鳅养殖技术	79
第四章 食用鱼的养殖	88
第一节 池塘养食用鱼	88
一、池塘基本条件	89
二、鱼种放养	89
三、合理混养	91
四、轮养和多级轮养	92
五、饲养管理	93
第二节 网箱养鱼	97
一、网箱养鱼的原理及特点	97
二、网箱的类型和结构	98
三、网箱养鱼技术	101
第三节 流水养鱼和工厂化养鱼	105
一、流水养鱼	106
二、工厂化养鱼	107
第四节 大水域鱼类增养殖	114
一、大型水域的环境特点	115
二、大水域鱼类养殖	117
三、大水域鱼类增殖与资源保护	122
第五节 稻田养鱼	130
一、稻田养鱼的生态学原理	131
二、稻田养鱼的基本条件	133
三、鱼种放养	134
四、饲养管理与捕捞	135
第六节 其他养鱼技术	136
一、综合养鱼	136
二、商品鱼暂养	138
第五章 养殖鱼类活体运输	140
第一节 影响运输成活率的因素	140
一、溶解氧	140
二、水温	140
三、其他理化因素	141
四、鱼的体质	142

第二节 常用活鱼运输的方法	142
一、鱼苗、鱼种的运输	142
二、亲鱼的运输	147
三、食用鱼的运输	149
第三节 提高活鱼运输成活率的措施	151
一、运输前的准备	151
二、鱼类的体质和防止受伤	152
三、运输方式和运输途中的管理	152
第六章 养殖鱼类的越冬	154
第一节 越冬池的环境条件	154
一、理化状况	154
二、生物状况	158
第二节 越冬鱼类的生理状况	159
第三节 鱼类在越冬期死亡的原因	161
一、鱼体质差	161
二、鱼 病	161
三、缺 氧	161
四、低 温	161
五、管理不善	161
第四节 提高鱼类越冬成活率的措施	162
一、培养体质健壮的越冬鱼种	162
二、采取生物增氧措施助鱼越冬	162

第一章

主要养殖鱼类的生物学特性

了解养殖鱼类的生物学特性是制订科学的放养和饲养管理措施,提高养殖效率的理论依据。本章以在养殖中的重要性为序,着重介绍我国主要养殖鱼类的形态特征、食性、生长、繁殖及对环境条件的适应能力。

第一节 主要养殖鱼类的形态特征

淡水中,主要养殖种类有鲢、鳙、草鱼、青鱼、鲤(镜鲤、鳞鲤、红鲤和建鲤等)、鲫、异育银鲫等、团头鲂、鳊、泥鳅、花鲈、鳊、罗非鱼、鲢、银鱼、黄鳝、鲇、怀头鲂、大口鲇、黄颡鱼和斑点叉尾鲟等。几种杂交鲤及荷包红鲤的主要形态指标比较见表1-1。翘嘴鳊、大眼鳊和斑鳊三者的主要形态区别见表1-2。黄颡鱼属鱼类的检索表见表1-3。

表 1-1 几种杂交鲤及荷包红鲤的主要形态指标比较

项 目	丰鲤	岳鲤	荷元鲤	荷包红鲤
体长/体高	2.4~2.7	2.5~2.7	2.28 ± 0.20	2.0~2.4
体长/头长	3.5~4.9	3.7~3.9	3.39 ± 0.38	2.9~3.3
体长/体宽	4.2~4.7	3.9~4.5	3.97 ± 0.56	3.7~4.4
侧线鳞	33~37	36~38		33~36
脊椎骨	37	36~37		33~36
鳃耙数	18~21	21~22		21~23
鳃室	前室长,后室短		前室长,后室短	
鳞型	全鳞	全鳞	全鳞	全鳞
体色	青灰色	青灰色	青灰色	橘红色
体形	长形	长形	长形	团形

表 1-2 翘嘴鳊、大眼鳊和斑鳊三者的主要形态区别

项 目	翘嘴鳊	大眼鳊	斑鳊
体色	黄绿色至褐黄色	褐黄色	暗褐色
体侧斑纹	棕黑色斑点(块)	棕黑色斑点(块)	黑斑块或铜钱状块
体形	体高,背隆起,呈弧形	体较低,不甚隆起	身体延长
头长/眼径长	5.3~8.1	4.7~5.1	4.6~6.8
颌骨长度	伸达或超过眼后缘	不达眼后缘	达眼后缘

续表 1-2

项 目	翘嘴鳊	大眼鳊	斑鳊
颊下部和鳃盖下	有鳞	无鳞	有鳞
下颌前端犬齿	有且强大	不明显	有
鳃耙数	6~7	6	4~5
幽门垂数	150~365	67~120	55~131

表 1-3

黄颡鱼属鱼类的检索表

序 号	特 征
1 (6)	胸鳍硬刺前后缘均有锯齿, 前缘细小或粗糙
2 (5)	体略粗壮, 背鳍前距大于体长的 1/3, 游离(非愈合)椎骨不多于 40 枚
3 (4)	须略粗壮; 吻部背视钝圆; 体侧有 2 纵及 2 横黄色细带纹, 间隔呈暗色纵斑块 (除西部高原及新疆外, 广布于各水系)
4 (3)	须较细弱; 吻部背视略圆截, 体侧无纵横黄色细带纹, 仅有 2 暗色斑块 (分布于闽江至珠江水系及海南岛)
5 (2)	体较修长, 背鳍前距小于体长的 1/3, 游离椎骨多于 40 枚 (分布于长江水系)
6 (1)	胸鳍硬刺前缘光滑, 后缘有强锯齿
7 (8)	头顶被薄片; 须发达, 口角须长于头长且伸过胸鳍起点; 体侧无暗色斑块; 鳃无泡状缘 (分布于黄河至珠江水系)
8 (7)	头顶大部裸露; 须较短, 口角须短于头长且后伸不达胸鳍起点; 体侧有 2 暗色斑块; 鳃有发达 (南部水系) 或不发达 (北部水系) 的泡状缘 (分布于黑龙江至闽江水系)

第二节 主要养殖鱼类的生活习性和对环境的适应能力

一、生活习性

(一) 食 性

1. 滤食性鱼类

鲢、鳙是典型的食浮游生物(plankton)的滤食性鱼类(filtering feeder)。它们的取食器官又称滤食器官(filtering apparatus), 由鳃弧骨(gill arch)、顎褶(palatal organ)、鳃耙(gill raker)和鳃耙管(鳃上器官, suprabranchial organ)四部分组成。

鳃耙是鲢、鳙滤食器官的主要部分, 它们摄食的食物不同主要是由鳃耙的形状、结构及排列不同所致(表 1-4)。鳙的鳃耙约等于或短于鳃丝。体长 42.7 厘米的鳙, 第一外列鳃耙共有 695 条鳃耙, 每毫米鳃弧骨约有 3.2~7.0 条鳃耙。每一鳃弧骨上, 各段鳃耙的密度也不同, 一般是后段最密, 前段次之, 中段最稀。

鳙的鳃耙呈配刀状, 分基部、颈部和杆部 3 部分, 基部为三角形, 附着在鳃弧骨上。颈部细而短。杆部较大, 呈刀形, 向着鳃耙沟的一面较厚且光滑, 称为背部; 另一面较薄, 称为刃部。鳃耙管中的鳃耙结构与管外相同, 但管末端的鳃耙基部特别宽大。

白鲫和尼罗罗非鱼的主要摄食方式也是滤食, 兼有吞食能力。白鲫的鳃耙是滤食器官

表 1-4

鲢、鳙、白鲫和尼罗罗非鱼鳃耙形态结构的主要差异

项 目	鲢	鳙	白鲫	尼罗罗非鱼
鳃耙长度	≥鳃丝	≤鳃丝	< 鳃丝	< 鳃丝
外形	海绵状	梳状	梳状	梳状
鳃耙背部	薄	厚	厚	厚
鳃耙网	有 (内、外)	无	无	无
窄鳃耙小齿	有	无	—	—
宽鳃耙小孔	有	无	—	—
耙间距 / 微米	33.75~36.25	57~103	38.4~86.7	
侧突起间距 / 微米	18.75	33.7~41.25	10.0~40.2	

的主要部分。鳃耙多而长，长刀形，排列紧密且规则，靠鳃耙沟的背部两侧着生 3 行花瓣状的侧突起，中间一行小于两侧的，并与两侧的交错着生。每个鳃弧骨上的内外两列鳃耙呈锐角着生，共计形成 9 个鳃耙沟，像 9 个三角截面的滤袋，以滤取食物。白鲫的鳃耙数目、长度等的过滤网面积比鲢、鳙的小，颞褶也较矮，因此滤食效率要比鲢、鳙低。但是，由于口腔中鳃耙等影响吞食的障碍物少，因此白鲫的吞食能力比鲢、鳙强一些，而比银鲫和鲫差。

2. 捕食性鱼类

捕食性鱼类是指滤食性以外的鱼类，包括吞食、掠食、猎食、刮食等食性的鱼类。

养殖的典型草食性鱼类主要有草鱼、团头鲂和鳊鱼等。草鱼的鳃耙短而少，咽齿强壮，呈梳状，切割有力；角质垫发达。草鱼吃草时，先把草吞入口中，送入咽齿，靠咽齿控制的肌肉和躯干肌肉的收缩力，与角质垫相研磨成小块才能吞入消化管中。草鱼只能消化利用被磨碎的细胞质内的原生质。草鱼的消化管没有绒毛突出，含有黏膜褶，分泌的黏液多，再生能力强。所以，常见的草鱼粪便外包有很厚的一层膜，这是对粗糙水草的一种生理适应。在自然状态下，草鱼以吃水草为主；在人工养殖条件下，也食颗粒饲料。草鱼的抢食能力比鲤、青鱼和团头鲂强，混养时需注意。草鱼喜食的水草主要有苦草、轮叶黑藻、眼子菜、浮萍和茭萍等。

团头鲂和鳊鱼的食性与草鱼相似，但团头鲂也吃海绵和软体动物，甚至捕食小鱼虾。

鲤、鲫、鲮、鳊、梭鱼、遮目鱼、鲮、罗非鱼、泥鳅、鲮鱼、鳊和鳊等均属杂食性鱼类，但其摄食方式和食物组成各不相同。

鲤、鲫是典型的杂食性鱼类，鲤偏动物性，鲫和罗非鱼偏植物性，除白鲫和尼罗罗非鱼外，均为吞食。鲤的咽齿呈臼状，与角质垫相压磨，可把较硬的食物压碎、磨细。在自然条件下，鲤主要以摇蚊幼虫、螺蛳、幼蚌、脉翅目幼虫等底栖动物和有机碎屑为食，也能摄食人工饲料，如饼类、糠、麸和颗粒饲料等。鲫和银鲫主要摄食有机腐屑、碎片、底栖硅藻、水草和植物种子等，也吃少量的螺，摇蚊幼虫，水蚯蚓和枝角类、桡足类等浮游动物，还喜食人工饲料，但抢食和摄食能力不及鲤。

鲤适应在底泥中掘食，摄食器官具有一系列适应特征。鲤的前筛骨特别发达，与上、下颌骨相配合使口较尖，形成管状伸向前下方，适于插入泥中掘食。口腔上方具颞褶，颞褶有黏膜层、肌层、纤维层。黏膜层由复层上皮构成，表面有扁平细胞、杯状细胞和味

蕾。口腔底部具舌后器官(postlingual organ)(位于咽底),其背面和腹面布满了味蕾(高达 820 个/平方毫米)和黏液细胞[(前部的黏液细胞分泌唾液黏蛋白(sialomucines),后部的分泌硫黏蛋白(sulfomucine)],适于在淤泥中辨别食物。

肉食性鱼类又可分为伏击式猎食性、追捕掠食性和吮吸式猎食性。

鳢是典型的伏击式猎食肉食性鱼类。乌鳢的口较大,端位,口裂长约为吻长的 2.3 倍,可捕食鲫等体形较大的鱼类。口腔内上颌骨有细齿带,下颌外缘前方有细齿,内缘齿尖强,犁骨和腭骨上有圆锥状的犬齿,副蝶骨上有细刺状的齿。口咽腔内这种大小不等、形状各异的口腔齿相互咬合构成了强有力的捕食器官。口咽腔与食道相接处有放射排列的皱褶,可伸缩,能吞食整尾较长的饵料鱼。乌鳢平时潜伏在浅水水底水草较多或其隐藏物附近,密切注视周围动静,一旦看准鱼、虾等猎物,便静静地由水底潜行靠近,然后以迅速猛冲的姿势张开大口将猎物捕获。乌鳢在猎饵的同时,排出鳃上腔内的空气,咽下食物后立刻向水面伸出吻端,吸入空气。鳢主要以沿岸的小型鱼、虾和其他动物为食。

鳊是典型掠食的肉食性凶猛鱼类,一生以活鱼为食。混合营养期的鱼苗即开口摄食其他活鱼苗,即使饿死也不食浮游食物和人工饲料。随着鳊鱼苗的生长,除食活鱼外,还兼食虾类和少量的蝌蚪。在天然水体中,鳊在体长 30 厘米以下时,主要以捕食虾类为主;30 厘米以上时,鱼在其食物中的比例大大超过虾类。在人工养殖情况下,若人工饵料充足,鳊几乎专食鱼类。大量解剖发现,成鳊可捕食体长为自身 40%~60%的其他鱼。若某种饵料鱼的体长适合而体形太大,则会把鳊卡死。

除成体匙吻鲟的口不能伸缩、以浮游生物为食外,大部分鲟靠口膜的伸缩吮吸来捕食动物性为主的食物。幼鱼以底栖无脊椎动物为主要食物,如甲壳动物、摇蚊类和毛翅目幼虫及水蚯蚓等;较大些的幼鱼和成鱼多以小鱼、底栖动物为食,有的种类也食某些高等植物的碎屑、藻类和泥沙中的有机物质。有的种类(如白鲟和达氏鲟)为凶猛的食鱼虾蟹鱼类。根据鲟科鱼类的摄食方式,一般认为它们是依靠触须觅食的,但对中华鲟触须表面结构的电镜观察和鲟对水底不同刺激物反应的行为研究表明,中华鲟主要依靠吻部腹面的近距离或接触型电觉器官——罗伦氏囊——来觅食,而视觉和嗅觉等远距离感觉器官在摄食中的作用不大(梁旭方,1996)。因此,在配合饲料中添加某些能产生微弱生物电的成分或采取某种措施使配合饲料能放出微弱的生物电,均能提高饲料的利用率。

黄鳝喜食活饵,主要以小鱼、小虾、水生昆虫为主,特别喜欢吃蚯蚓、蝇蛆等;动物性饲料不足时,也吃瓜类、浮萍、丝状藻类及有机碎屑。在人工饲养条件下,可投喂鱼、虾、蚌肉、蚕蛹、熟猪血、动物内脏和下脚料、麸皮和配合饲料等。黄鳝视觉退化,嗅觉发达,昼伏夜出,多在傍晚和夜间出洞以嗅觉觅食,摄食方式为吮吸式噬食和吞食,以吮吸式为主。黄鳝平时在洞穴内将头部伸出洞口,当有食物靠近口边时,就张开大口猛力一吸,将食物吸入口中。有人利用这个特性钓黄鳝。大型食物无法吞入,黄鳝就以旋转身体的方式咬段食物再吞入。摄食时会发出“啗”“啗”声。

(二)繁殖

产浮性卵(pelagic eggs)的淡水养殖鱼类主要有鳊和鳢等。

鳢的产卵场多在湖泊、池沼、江河中的近岸、泥底、水草繁茂的静水浅水区。乌鳢的

产卵场水深 20~100 厘米, 水温 18~30℃。据报道, 乌鳢在苇丛中产卵的效果比在轮叶黑藻-莴苣眼子菜丛中中和轮藻-聚草丛中好。鳢筑巢产卵, 双亲或雄鱼潜伏在巢下或附近护幼。鱼巢一般呈圆形或长圆形, 直径 32~50 厘米, 大者达 100 厘米。产卵多在无风平静的晴天, 下雨或有强风时产卵少或不产卵。

乌鳢 2 冬龄性成熟, 5—7 月产卵, 每尾产卵 1 万~3 万粒, 卵径 1.6 毫米左右。

产漂流性卵的鱼类主要有青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲐、短盖巨脂鲤和鳊等。这类鱼卵个体较大, 密度略大于水, 能随水流而漂浮在水面, 静水时则沉入水底, 因此又称半浮性卵 (semi-pelagic eggs)。

这几种鱼的产卵场环境条件基本相似, 通常位于江面宽窄相间的江段。涨水时, 同一流量的水流从宽的江面进入狭窄江段, 就产生地段性的流速增加, 形成适于亲鱼产卵的条件。长江干流产卵场的地理条件有两种: ① 峡谷型产卵场的江面狭窄, 山岩交错, 水流湍急, 江心水深达 40 米以上, 流速达 1.3~2.5 米/秒; ② 平原河谷型产卵场多在河道的弯曲处, 有沙洲 (江心洲)、沙滩和伸入江中的山岩, 江面较宽, 水深一般为 20~30 米。

这几种鱼产卵要求涨水和水温达 18℃ 以上。鳙要求较大的涨幅才产卵。草鱼和鲢只要涨水即可。青鱼即使平水或微退水时也产卵。

产漂流性卵的养殖鱼类性成熟年龄和规格依水域的纬度而异 (表 1-5)。同一种鱼, 在南方性成熟早, 规格略小; 在北方性成熟晚, 规格稍大。在同一纬度下, 产漂流性卵的鱼类性成熟年龄比产浮性卵的鱼类大。

表 1-5 不同地区产漂流性卵的主要养殖鱼类性成熟年龄和规格

种 类	华南 (广东、广西)		华东 (江苏、浙江)		东北	
	年龄	体重 / 千克	年龄	体重 / 千克	年龄	体重 / 千克
鲢	2~3	2	3~4	3	5~6	5
鳙	3~4	5	4~5	7	6~7	10
草鱼	3~4	4	4~5	5	6~7	6
青鱼	4~5	6	5~7	15	>8	20
鲐	3	0.5~1.0	-	-	-	-
短盖巨脂鲤	2~3	-	3~4	2~5	4~5	-
鳊	-	-	2~3	-	3~4	-

集群洄游到产卵场的亲鱼有两种产卵方式: 在水面上产卵称为“浮排”; 在水下产卵称为“闷散”。“浮排”时常出现一尾雌鱼被几尾雄鱼衔尾追逐的求偶现象。雄鱼用头部冲撞雌鱼腹部, 甚至将雌鱼顶出水面, 激起阵阵浪花。有时雌雄亲鱼的生殖孔相对仰浮, 胸鳍和尾鳍急剧抖动; 有时雌雄鱼尾柄交扭在一起, 将卵子和精子同时排出体外; 有时亲鱼突然停止游动, 仰浮水面, 顺流而下, 呈极度疲惫状态, 几分钟后又继续产卵, 一般 2~3 次就能将腹中的卵全部排出。“闷散”时亲鱼也在水下相互追逐, 激起波浪和水花, 雌雄亲鱼的产卵行为与“浮排”相同, 只是在水下不易观察。

这几种鱼的相对怀卵量 (卵数 / 克体重) 比较接近: 鲢 116 粒, 鳊 92 粒, 草鱼 89 粒, 鳙和青鱼各 88 粒。黑龙江流域鲢、草鱼的怀卵量较长江的少一些, 池塘饲养鱼类的怀卵

量比江河的稍多一些。

这些鱼的卵膜薄而透明，无黏性。刚产出的卵呈淡青色微黄，卵径 1.0~2.0 毫米，入水后吸水膨大，卵径很快增大(3.0~7.0 毫米)(表 1-6)。卵膜有弹性，保护胚胎在流水中正常发育。

表 1-6 几种产漂流性卵的养殖鱼类(雌鱼)在华中地区的生殖季节、怀卵量和卵径

种 类	体重 / 千克	繁殖季节	怀卵量 / (万粒 / 尾)	相对怀卵量 / (粒 / 克体重)	卵径 / 毫米	
					吸水前	吸水后
鲢	4.8	4—5 月	20.7	43.1	1.2~1.4	4.8~5.5
	6.4		60.4	94.5		
	7.5		71.5	95.3		
	10.0		169.5	169.5		
	11.0		195.5	177.7		
鳙	14.2	4—6 月	98.3	69.2	1.5~2.0	5.0~6.5
	14.8		116.8	78.9		
	19.3		175.4	90.9		
	21.0		225.6	107.4		
	31.2		346.5	111.0		
草鱼	6.3	4—6 月	30.7	48.7	1.3~1.7	4.0~6.0
	7.5		67.2	89.6		
	9.0		72.0	80.0		
	10.5		106.9	118.1		
	12.5		138.1	110.5		
青鱼	13.3	4—7 月	100.3	74.6	1.5~1.9	5.0~7.0
	18.3		157.5	83.7		
	22.5		216.4	96.1		
	26.3		254.4	95.7		
	34.0		336.7	99.0		
鲮 (珠江)	0.5	4—5 月	2.65	52.6	1.1	3.3
	0.9		5.83	68.8		
	1.8		18.71	106.0		
	2.2		31.49	142.9		
短盖巨脂鲤	2.5	5—7 月	20	151	0.7	1.1~1.4
鳊	0.95	5—7 月	0.196	25.3	1.1~1.4	1.9~2.2
	0.15		0.990	68.3		
	0.34		1.560	45.7		
	0.75		3.500	46.7		
	0.95		4.940	52.0		
	1.25		9.460	75.7		
	1.90		10.500	55.3		

产沉性卵(demersal eggs)的养殖鱼类主要有大麻哈鱼、鲢、鲟、罗非鱼、遮目鱼和黄鳝等。这些鱼类中有许多具有筑巢或挖坑产卵的习性。这类卵的密度大于水，因而沉入水底。

罗非鱼的繁殖类型有 4 种：① 底基繁殖类型，即受精卵不在亲鱼口腔内孵化；② 雌鱼口腔孵化类型；③ 雄鱼口腔孵化类型；④ 双亲口腔孵化类型。尼罗罗非鱼是具有挖坑产卵习性的雌鱼口腔孵化类型。产卵前雄鱼离群，分散在水底浅水处，用嘴含泥和尾鳍清扫挖成圆锥形的卵坑。卵坑直径 60~120 厘米，深 15~30 厘米。坑挖好后，雄鱼引诱雌鱼进入卵坑，配对产卵。雌鱼产完卵后，雄鱼立即在其上排精，雌鱼很快将受精卵吞入口中。莫桑比克罗非鱼雄鱼在雌鱼开始吞卵时才排精。精液随水吞入口中，受精卵在口中孵化。

黄鳝虽营洞穴生活，但繁殖季节到来之前，亲鳝还要再挖繁殖洞。繁殖洞一般在田埂边，洞口通常开于田埂的隐蔽处，洞口下缘 $2/3$ 浸入水中。繁殖洞分前洞和后洞，前洞产卵，后洞较细长，洞口进去约 10 厘米处比较宽广。洞口的上下直径约 5 厘米，左右直径约 10 厘米。

黄鳝为由雌到雄的性逆转鱼类，因此在性成熟黄鳝群体中，较小的个体多为雌鱼，较大的个体主要是雄性，大小在两者之间的个体为雌雄间体。据报道，体长 20 厘米以下的黄鳝多为雌体；体长 22 厘米左右开始性逆转；体长 36~38 厘米时，雌雄个体数几乎相等；体长 38 厘米以上时，雄鱼占多数；53 厘米以上时全部为雄性。

鲟、银鱼、鲤、鲫、鳊、鲂、鲴、泥鳅、胡子鲇、鲇、黄颡鱼和沙塘鳢等均产黏性卵 (adhesive eggs)。黏性卵具有次级卵膜或卵膜丝，附着在水草、木桩或岩石等附着物上。人工繁殖这类鱼类需要提供鱼巢 (collector)。

这几种产黏性卵鱼类性成熟年龄由短至长依次是：银鱼 > 沙塘鳢、中华乌塘鳢 > 鲫、革胡子鲇 > 泥鳅、黄颡鱼 > 鲴 > 鲤 > 鳊、鲂 > 长吻鮠 > 鲟。

鲟鱼个体大，寿命长，性成熟晚，性成熟雌体间隔 2~6 年产卵一次。通过渐近体长、渐近体重、生长参数、初次性成熟年龄、最大年龄、瞬时死亡率和种群繁殖力 7 个生态学参数分析，中华鲟、施氏鲟和达氏鳇种群为典型的 K 选择 (密度制约性自然选择)。

鲤、鲫的性成熟年龄随栖息水域的纬度不同而异 (表 1-7)。同种鱼类，在华南和东北分别比华中早或晚一年。

鲤、鲫在水体沿岸浅水多水草的地段产卵。卵产出后黏附在水草等物体上。水流能刺激鲤、鲫发情，产卵。所以，春季涨水期为产卵盛期。鲤、鲫、鳊、鲂多在凌晨产卵，持续时间较鲢、鳙等鱼类长。

表 1-7 几种产黏性卵的养殖鱼类 (雌鱼) 在华中地区的繁殖参数

种 类	性成熟年龄	繁殖季节	产卵量 / (万粒 / 尾)	卵径 / 毫米
鲤	2~3 龄	4—5 月	50~100	1.7
鲫	1~2 龄	3—4 月	30~50	1.5
团头鲂	2 冬龄	4—6 月	20~30	1.3
鳊	2~3 龄	5—7 月	30~60	1.4
三角鲂*	3~4 龄	5—6 月	30~60	1.1~1.4
鲴	2 龄	4—7 月	5~15	0.82~1.22
泥鳅	2~3 龄	4—8 月	1~2	1.2~1.5