

海南大学学术著作出版基金资助

黄鳝规模繁育 与生态养殖技术

尹绍武 著



中国科学技术出版社

4
6

海南大学学术著作出版基金资助

黄鳝规模繁育与生态养殖技术

尹绍武

著

中国科学技术出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

黄鳝规模繁育与生态养殖技术/君绍武著. —北京:

中国科学技术出版社, 2005.6

ISBN 7-5046-4044-1

I. 黄... II. 尹... III. 黄鳝属—淡水养殖
IV. S966.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 044708 号

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

海南师范学院印刷厂印刷

*

开本:850 毫米×1168 毫米 1/32 印张:8.875 字数:229 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—500 册 定价:25.00 元

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

内 容 提 要

本书在介绍黄鳝的生物学和生态学知识的同时,重点介绍了黄鳝规模繁育和生态养殖等方面的新成果、新技术,力求将实用性、先进性、通俗性、可读性和可操作性融为一体。

全书内容包括我国黄鳝研究现状与发展趋势;黄鳝的生物学特性;黄鳝规模繁育的理论与实践;黄鳝种苗培育技术;黄鳝的生态养殖技术;黄鳝的疾病及防治;黄鳝的营养需求及饲料研制;黄鳝的捕捞及贮运;黄鳝的综合利用;黄鳝活饵料的培育方法;黄鳝最新的研究进展等 14 部分。

前 言

黄鳝是我国传统的名优水产品,也是国内外市场上价格坚挺的淡水鱼类。发展黄鳝集约化养殖是调整农业产业结构、农村致富、农民增收的需要,也是调整水产业内部品种结构、发展名优水产品的需要,更是迎接我国加入世界贸易组织(WTO)、发展出口换汇、参与国际大循环的需要。因此可以说,发展黄鳝的生态养殖,在利用资源、发展经济、供应市场、农民致富和出口换汇等方面具有较大的作用和积极的意义。

尽管近年有关图书出版单位出了一些有关黄鳝的科普书籍,但一般内容简单,大都与泥鳅合成一册,尤其是较少涉及生态养鳝等新技术的可操作内容,仍以介绍传统养殖技术为主,本书力求弥补这方面的不足。另一方面,尽管当前黄鳝养殖有了长足的发展,但还存在着科研落后于生产等诸多问题。像批量繁殖生产种苗、全价配合饲料、最佳生活环境、病害防治研究、健康养殖和生态养殖等方面不同程度地制约着生产的发展,这就要求科技工作者加强科学技术研究,攻克难关,为我国黄鳝生产顺利发展做贡献。

为此,笔者将多年来的科研成果和生产实践经验集于本书,在介绍黄鳝的生物学和生态学知识的同时,重点介绍了黄鳝规模繁育和生态养殖等方面的新成果、新技术,力求将实用性、先进性、通俗性、可读性和可操作性融为一体,编

写中参考了我国近年来几乎所有黄鳝方面的研究成果和期刊上的一些重要文章,在此对原作者的辛勤劳动致以谢意。同时将目前有关黄鳝的科研成果和存在问题做了一定的展示和介绍,旨在抛砖引玉,引起更多的水产科技工作者的关注,以促使我国的养殖业快速健康发展。

由于黄鳝规模繁育和生态养殖起步伊始,一些技术措施还有待进一步提高和完善,加上笔者水平有限,书中恐难免有疏漏与不足,敬请读者不吝指正。

本书得到海南大学学术著作出版基金和海洋学院水产养殖重点学科基金资助,在此表示感谢。

尹绍武

海南大学海洋学院

目 录

第一章 中国黄鳝研究现状与发展趋势	1
一、黄鳝生态学的研究进展	1
二、黄鳝生物学的研究进展	3
三、中国黄鳝的养殖现状与发展趋势	5
第二章 黄鳝的生物学特性	14
一、形态特征	14
二、生活习性	17
三、生长与年龄	22
四、性腺发育过程与分期	25
第三章 黄鳝规模繁育的理论与实践	29
一、黄鳝性腺研究的概况	29
二、黄鳝繁殖生态学的理论研究	35
三、黄鳝孵卵泡的生化成分及其生理作用	50
四、黄鳝的人工繁殖	58
五、黄鳝的半人工繁殖	73
六、黄鳝半人工(生态)繁殖技术应用研究实例	76
第四章 黄鳝种苗培育技术	80
一、种苗的主要习性	80
二、鳝苗来源与培育池条件	83
三、培育种苗的主要技术	85
四、饲料投喂与日常管理	88
第五章 黄鳝的生态养殖技术	92
一、黄鳝人工养殖前景	92

二、黄鳝的来源与选择	94
三、野生黄鳝苗种采集技术	97
四、野生黄鳝苗种驯养技术	98
五、养鳝水域水生植物移植技术	100
六、水泥池和土池生态养殖黄鳝技术	102
七、网箱生态养鳝技术	106
八、工厂化无土微流水生态养鳝技术	112
九、稻田生态养殖黄鳝技术	119
十、流水鳝蚓生态合养技术	124
十一、水生植物—福寿螺—黄鳝的养鳝生态模式	125
十二、黄鳝的其他生态养殖方式	128
十三、池塘网箱养殖黄鳝技术实例	131
第六章 黄鳝的疾病及防治	137
一、预防黄鳝疾病的重要性及发病原因	137
二、预防黄鳝疾病的主要措施	138
三、用药的原则与方法	141
四、细菌性疾病的诊断与防治	143
五、寄生虫疾病的诊断与防治	148
六、其他疾病与防治	153
第七章 黄鳝的营养需求及饲料研制	158
一、黄鳝饲料的现状	158
二、饲料的营养成分及其生理功能	159
三、人工配合饲料的配方研究	168
四、提高饲料的综合效率及其他有关因素	178
第八章 黄鳝的捕捞及贮运	183
一、黄鳝的捕捞	183
二、黄鳝的贮运	191

第九章 黄鳝的综合利用	198
一、黄鳝的营养价值与药用价值	198
二、黄鳝的烹调方法与菜谱精选	203
三、黄鳝的补疗菜谱与药膳方选	210
四、黄鳝的加工产品的开发	212
第十章 黄鳝活饵料的培育方法	216
一、蚯蚓的培育	216
二、蝇蛆的培育	219
三、黄粉虫的培育	221
四、水蚯蚓的培育	224
五、田螺的培育	225
六、福寿螺的培育	229
七、河蚌的培育	237
第十一章 黄鳝 DNA 含量的测定和外周血细胞 的结构研究	241
一、黄鳝的红细胞及其核大小的测量	241
二、黄鳝红细胞 DNA 含量的测定	241
三、红细胞计数、白细胞分类计数和各类血细胞大小测定.....	242
四、黄鳝外周血细胞的显微和超微结构观察	242
第十二章 黄鳝不同组织中同工酶的表达模式	248
一、13 种同工酶活性的表达及其组织特异性	248
二、黄鳝不同组织的同工酶电泳图谱及其生化遗传分析	249
三、黄鳝同工酶的特点	254
四、黄鳝的生化遗传分析	255
第十三章 黄鳝野生和养殖群体同工酶及其遗传 多样性研究	256
一、黄鳝野生与养殖群体所测基因座位的等位基因频率统计	256

二、多态基因座位比例和等位基因平均数	257
三、群体平均杂合度	257
四、野生和养殖群体多态基因座位杂合度的观察值(H_o)、预 期值(H_e)和遗传偏离指数(d)	258
五、多态座位等位基因频率与 Hardy - Weinberg 平衡的 χ^2 拟 合度检验	259
六、群体间的遗传变异	260
第十四章 黄鳝野生和养殖群体遗传多样性	
的 RAPD 分析	262
一、RAPD 扩增的结果	262
二、黄鳝野生群体和养殖群体的遗传多样性及群体间的遗传 变异分析	264
参考文献	268

第一章 中国黄鳝研究现状与发展趋势

一、黄鳝生态学的研究进展

黄鳝是一种分布较广、雌雄同体的淡水鱼类。其肉质细嫩,鲜美可口,营养价值高,具有滋补强身和药用功能,是人们喜爱的滋补水产品,素有“水中人参”之称。据测定,每 100g 黄鳝鲜肉中含蛋白质 17.2g、脂肪 1.2g、碳水化合物 0.6g、钙 40.0mg、磷 62.0mg、铁 0.7mg,还含有硫胺素、核黄素、尼克酸、维生素 A 以及抗坏血酸等多种维生素,可食部分达 65.0% 以上。特别是黄鳝体内含有丰富的 DHA(俗称脑黄金),是人类大脑营养不可缺少的高度不饱和脂肪酸,具有改善大脑机能、增强记忆力、防止大脑衰老等功效。另外,黄鳝适应性极强,具有皮肤、口腔等辅助呼吸器官,出水后不易死亡,便于长途运输,是畅销的出口创汇优质鱼类之一,具有较高的经济价值和渔业价值。随着社会、经济的飞速发展,环境污染的加剧,黄鳝赖以生存和繁衍的生态环境遭到严重的破坏,使本来就稀少的资源近年来几乎到了枯竭的地步。所以,其生态学和繁殖生物学方面的研究备受关注。本书综述了其研究进展,以便为其保护生物学的研究提供参考。

(一)分布

黄鳝 (*Monopterus albus* Zuiew), 俗称鳝鱼、田鳅, 在脊椎动物分类学中隶属硬骨鱼纲, 合鳃目 (Synbranchiforms), 合鳃科 (Synbranchidae), 黄鳝属 (*Monopterus volta*)。我国仅产一种。黄鳝为淡水穴居底栖性鱼类, 广泛生活于江河、湖泊、沟渠及稻田中。黄鳝的地理分布是有局限性的, 它只属于亚热带淡水鱼类, 主要分布在东南

亚、朝鲜、日本、印度和我国。我国除新疆、西藏等西北、西南等高寒地区未曾发现外,辽河流域以南、黄河下游、长江中下游及沿海各地区均有分布。其中,分布密度高、品质较好的为长江中下游地区、四川盆地、江汉平原、珠江流域等,广东、广西、台湾、四川、江西、江苏、福建、湖南、湖北等地为主要产地。生物的自然分布在于其自然驯化和自然选择的结果。黄鳝只能限于东经 $90^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 和北纬 43° 以南的亚热带地区繁衍,所以研究这一特定区域的黄鳝的最佳生理生态条件,应该从这一地区的生态平衡的综合评价和该地区赋予黄鳝的生理特征进行探索。

(二)主要生态习性研究

1. 繁殖习性

自然界中黄鳝亲鱼有护巢习性。生殖季节为 4~8 月,5~7 月为盛期。黄鳝在其洞穴附近产卵,产卵前亲鱼吐泡沫,积聚成巢,受精卵在泡沫堆中发育,并借助泡沫浮到水面。黄鳝有性逆转的特性,据研究结果,从胚胎期到性成熟的黄鳝都是雌性的,产卵以后,卵巢才逐渐变成精巢。性成熟最小的个体体长为 34.0cm。黄鳝怀卵量较少,体长 50.0cm 左右的个体怀卵量约为 500~1000 粒,属分批产卵类型,成熟卵呈金黄色,卵径 2.5~4.0mm。

2. 食性

黄鳝在自然生态条件下,摄食多种动物性饵料,也食植物性饵料,故黄鳝应为杂食性鱼类。杨代勤等(1997)报道全长小于 100mm 的稚鱼,其食性随全长的变化而变化,稚鱼前期以摄食轮虫、枝角类为主,后期则以水生寡毛类、摇蚊幼虫为主,全长 101~200mm 的幼鳝及全长大于 200mm 的成鳝的食性,随全长变化相对稳定,且幼鳝和成鳝的食谱基本相同,其主要食物组成均包括摇蚊幼虫、水生寡毛类、蚯蚓、昆虫幼虫、枝角类和桡足类等。在黄鳝繁殖季节,有不少成鳝个体摄食鳝卵和稚幼鳝,在食物缺乏和环境条件恶化情况下,这个比例还会增加,表明黄鳝种内有自相残食的习性。为适应黄鳝规模

化养殖的需要,研制高效配合饲料势在必行,这方面的基础性工作目前做得较少。从黄鳝的食性来看,人工养殖黄鳝,用配合饲料投喂应该是可行的,但首先应解决人工配合饲料的诱食性问题,其次由于消化能力相对较弱,对投饲技术、饲料粉碎细度及营养成分配比均应综合考虑。

3. 生长

黄鳝生长的最适温度 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$, 过高过低均影响摄食和生长。低于 10°C 时摄食明显降低, $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ 尚可取食, 低于 5°C 停食潜泥。黄鳝生长较缓慢, 同龄鱼个体差异很大, 在湖南省一冬龄全长 $27\sim 44\text{cm}$, 体重 $19\sim 96\text{g}$; 二冬龄全长 $45\sim 66\text{cm}$, 重 $74\sim 270.5\text{g}$ 。黄鳝的生长与饵料和温度紧密相关。陈慧(1998)通过性别与年龄关系的研究, 认为以年龄为内在因素判别性转变的起点比较合理。一般 $1\sim 2$ 龄全为雌性, 2 龄为性转变起点, 3 龄雌雄个体大致相同, $4\sim 5$ 龄大部分为雄性, 4 龄以上全部为雄性。这与其生长速度相一致, $1\sim 2$ 龄生长比速大 (0.68), 黄鳝个体生长速度快, 但到 $3\sim 4$ 龄时, 生长缓慢, 生长比速降至 $0.40\sim 0.36$ 。根据肖亚梅(1993)的研究黄鳝的生长适合于 Von - bertalanffy 方程, 黄鳝的全长、体重与年龄密切相关。

二、黄鳝生物学的研究进展

(一) 黄鳝繁殖生物学的研究

我国学者对黄鳝的繁殖生物学进行过许多研究, 肖亚梅、刘筠等(1995)研究了黄鳝生殖腺和早期发育及其结构变化, 进行了黄鳝间性发育转变为雄性发育的细胞学研究。周定刚等(2002)对黄鳝卵巢和精巢的发生、发育和周期变化规律进行了研究, 报道了 LHRH-A 和 HCG 诱导黄鳝排卵的效果, 认为黄鳝对外源激素的敏感性低于鲤科鱼类, 注射剂量大, 效应时间长, 以及催产时卵磷酸酶活性的变化、性类固醇激素的变化。石琼、林浩然等(1998)报道了外源褪黑激

素对黄鳝性腺发育及性腺激素分泌的影响。陶亚雄、林浩然等(1994)研究了外源激素对雌性黄鳝血清类固醇激素主要是雌二醇的影响,对雄性黄鳝性类固醇激素主要是睾酮分泌的影响。王良臣等(1986)对黄鳝垂体嗜碱性细胞组织化学进行了研究。刘修业(1990)对黄鳝性逆转过程中性腺组织学与超微结构进行了观察,研究了黄鳝性别和年龄、体长、体重的关系及性腺组织的变化。王浩等(1989)研究了雌性特异蛋白质复合物促进黄鳝性腺发育,提高孵化率的研究。韩名竹(1988)、邹记兴(1996)、董元凯(1989)、蒋雄龙(1994)等分别在不同地区对黄鳝的人工繁殖进行了研究。以上这些研究工作,为我国开展黄鳝的人工繁殖提供了基础资料和理论依据。

(二)黄鳝人工养殖技术的研究

国内进行黄鳝人工养殖技术的研究工作正方兴未艾。目前黄鳝主要养殖模式有:池塘养殖、网箱养殖、稻田养殖。彭秀真(1995)采用微型网箱进行了黄鳝养殖技术研究;樊祥国(1996)等进行了稻田养殖黄鳝技术探索;李廉(1990)、彭秀真(1995)等对黄鳝进行池塘及无土流水饲养技术研究。这些研究作为我国开展黄鳝的规模人工养殖奠定了基础。

(三)黄鳝生理生化的研究

国内对黄鳝生理生化方面的研究报道较少,目前仅见宋平等(1994)进行了黄鳝性逆转与性腺蛋白关系的分析,认为性逆转与蛋白质调节有关;刘荣臻等(1987)探讨了黄鳝性别的自然反转现象与血清蛋白关系的初步研究;白东清等(1997)对黄鳝肠组织消化酶进行过测定;戴贤君、舒妙安等(2002)对黄鳝不同生长阶段消化器官及其消化酶的变化进行了研究;伍莉等(2002)检测了黄鳝肠道和肝胰脏主要消化酶活力的研究;周昂等(1994)对不同性别黄鳝6种组织的LDH同工酶进行了研究,说明LDH具有明显的组织特异性,对血液中11种生化指标进行了测定,并比较了雌、雄性别个体间的差异。

徐晋麟等(1994)对黄鳝性逆转过程中同工酶的分析研究,表明 LDH、EST 在两性中有差异表达;宋平、熊全洙(1988)对黄鳝血清中凝集素的分离纯化及其部分理化性质进行了研究;凌天慧等(1991)对黄鳝常见出血病的病理学进行了研究;鲁双庆、刘少军、刘筠等(2002)报道了 Cu^{2+} 和表面活性剂 AE 对黄鳝肝脏保护酶 SOD、CAT、GSH-PX 活性的影响。到目前为止,未见有关黄鳝生化遗传学方面的系统研究。

(四)黄鳝遗传学的研究

对黄鳝遗传多样性方面的研究仅见戴建华(1994)有关 mtDNA 多态性的初步报道;李奎、余其兴等(1995)用原位杂交技术检测了二价染色体上黄鳝 rRNA 基因多态性。另外,刘利(2001)、戢福云(2002)等分别对黄鳝的 Sox 和 Hox 基因进行了系统研究。但均未对黄鳝群体的遗传结构和遗传分化进行报道。

三、中国黄鳝的养殖现状与发展趋势

目前发展名优水产品生产,是渔业对粮食的安全保障和持续贡献,也是我国调整农村产业结构,促进农村致富、农民增收的重要内容。黄鳝是我国分布较为广泛的淡水名优鱼类,它的营养价值、保健功能、药用效果已被世界诸多国家认同,韩国有“冬吃一只参、夏食一条鳝”、日本和我国都有“伏天黄鳝胜人参”的说法,美国、欧共体国家以及韩国、日本都是进口黄鳝的大户。发展黄鳝生产,在利用资源、繁荣市场、富裕群众和换取外汇等方面具有较大的作用。

(一)发展沿革

根据我国劳动人民对黄鳝的认识和利用,结合我国养殖黄鳝的历史。笔者将黄鳝的发展沿革分为以下三个时期。

1. 捕捞自然产量时期(20 世纪 80 年代以前)

我国的黄鳝养殖在古代,甚至是近代开展得并不普遍,南方诸省

食用的黄鳝均是以捕捞天然黄鳝为主。

(1) 黄鳝自然资源量与捕捞情况 捕捞天然黄鳝一直持续到 20 世纪 70 年代末,这是因为我国的黄鳝自然资源较为丰富。据湖南省资料报道,20 世纪 50 年代末至 60 年代初,每年收购黄鳝量在 10 万 kg 以上,60 年代至 70 年代初,年收购量为 11.6 万~22.7 万 kg,1981 年收购 73.2 万 kg,1982 年收购 65.3 万 kg。

(2) 出口概况 韩国、日本自古有食用黄鳝的习惯,也是进口黄鳝的国家。由于近代对黄鳝营养及保健价值的研究成果,使欧美国家成为进口黄鳝的大国。当然,泰国、中国香港和澳门、台湾也是进口黄鳝的大户。中国是出口黄鳝的大国,从 20 世纪 50 年代末开始出口,在 70 年代开始出口量一直呈直线上升状态。也就是说,在捕捞天然黄鳝期的后期,黄鳝大部分供应出口。在此期间国内生活水平较低下,人们的膳食结构简单,食用黄鳝除江苏、浙江、上海等地区外,并不普及。当时的出口是由外贸部门组织的统一收购出口。作为出口黄鳝大省的是长江中下游的湖北、湖南两省,每年出口量为 10 万 kg 左右;其中湖南省 50 年代末至 60 年代初,每年黄鳝收购量在 10 万 kg 以上,出口量为 2.3 万~6.0 万 kg,量高年达 27.5 万 kg,60 年代末至 70 年代初,收购量为 11.6 万~22.7 万 kg,出口量为 9.2 万~18.2 万 kg。此期间出口的黄鳝以活体为主,也出口冻鲜鳝片。

概括本时期有五个方面的特点:①天然黄鳝资源较为丰富;②国内食用黄鳝不普及;③20 世纪 50 年代末我国开始出口换汇;④出口由国家设在各地的外贸部门统一收购,统一外销;⑤对黄鳝的基础理论研究较为落后,除我国学者刘建康等(1944~1951)对黄鳝的生殖习性做了一些研究外,其余几乎为空白状态。

2. 人工养鳝基础时期(20 世纪 80~90 年代中期)

(1) 养殖发展概况 据《中国淡水养殖发展史》(1991)记载:20 世纪 70 年代初江苏省开始试养黄鳝,50m² 的鳝池产鳝 500kg。然

后,真正开展黄鳝养殖的时期是在 80 年代初期。由于我国改革开放后中国黄鳝出口量急剧上升,客观上也刺激了人工养鳝的发展。这期间可分为前、中、后三期。前期为试养期,中期为停滞总结期,后期为恢复期。在前期,一部分养殖户养鳝获得一定的经济效益后吸引周围的养殖户仿效,特别是长江中下游地区,在整个 80 年代初期形成养殖黄鳝的小高潮。据资料记载,湖北省 80 年代初黄鳝养殖面积 2 万 m^2 ,产量为 0.6 万 kg 。由于黄鳝具有与常规养殖鱼类(如四大家鱼)不同的习性,基础技术研究滞后,如对于鳝病问题就无法防治和医治,这样就导致了绝大部分养殖户亏损,尤其是养殖黄鳝规模较大的业主。其结果是长江中下游的养鳝规模出现了大滑坡。80 年代中后期为黄鳝停滞总结期,此时,长江中下游地区的科研教学单位对黄鳝的应用技术开展研究,在总结前段养鳝的失败教训基础上,从养殖设施、放种及管理技术、防病治病等方面做了大量的工作,一些养殖户也在实践中找问题,找出路。这个时期的总结和技术上的积累为养鳝事业的恢复和发展奠定了良好的基础。

(2) 出口情况 随着国家改革开放的深入,黄鳝的出口量与其他水产品一样,出现了一个高潮。国外企业根据本国的需要在我国创办合资加工黄鳝的企业。如日本水产公司与厦门水产企业合资兴建厦门龙和有限公司,专门生产烤鳝串,产品受到日本市场的青睐,其效益较好。烤鳝串在国内有两种加工方法:一种称为珍珠烤鳝串;另一种加工法称为五香鳝。当然,这时期活鳝出口仍是主要内容。据外贸部门资料记载,全国的出口量也增加较快,20 世纪 80 年代初期年出口 80 万 kg 左右,至 90 年代升至 100 万 kg ,近年出口达 200 万 kg 。

这个时期的主要特点有四个方面,一是群众养鳝积极性较高,并从多方面探索黄鳝特殊规律;二是生产的发展促进了科研的投入,较多的科研单位和科技人员开始涉及养鳝的理论与实践的研究,从而产生一些有价值、应用性较强的科研成果,为生产的发展奠定良好的