

# 池塘养鱼新技术

作 者：沈红保

西北农林出版社

图书在版编目(CIP)数据

池塘养鱼新技术 沈红保 .- 西北农林出版社, 2005.01

ISBN 7-81092-186-X

.池... .沈... .长篇小说 - 中国 - 西北 .S964.3

## 池塘养鱼新技术

---

作 者 : 沈红保

责任编辑 : 魏宏升

出 版 : 西北农林出版社

开 本 : 850 × 1168 毫米 32 开

---

书 号 : ISBN 7-81092-186-X

定 价 : 9.10 元

# 内容提要

本书通过对传统养殖方法的调整,采用科学而合理的方法来提高养殖产品的品质,争取在保证符合产品质量标准的同时获得高产和高的效益,使水产养殖在以保护水域生态环境为前提,根据水体状况确定合理的养殖规模、养殖方式,力求做到资源利用与保护的和谐统一,逐步形成有利于节约资源和保护环境的产业结构及消费方式,为最终实现资源利用的生态、经济和社会的最大效益而努力。

# 目 录

第一章 主要养殖鱼类的生物学特性.....	(1)
一、池塘养殖鱼类应具备的条件 .....	(2)
二、主要养殖鱼类的生物学特性 .....	(3)
第二章 主要养殖鱼类的人工繁殖 .....	(29)
一、生物学特性.....	(29)
二、亲鱼的培育.....	(35)
三、孵化 .....	(44)
四、提早产卵和孵化.....	(49)
第三章 鱼苗、鱼种的培育.....	(53)
一、鱼苗的培育(鱼苗养成夏花).....	(53)
二、鱼种的培育(夏花养成 1 龄鱼种).....	(67)
第四章 成鱼养殖 .....	(78)
一、静水池塘养食用鱼.....	(79)
二、轮养和多级轮养.....	(85)
三、普通流水养鱼.....	(91)
四、工厂化养鱼.....	(94)
五、网箱养鱼 .....	(100)
第五章 池塘主要水质因子及其对鱼类的影响.....	(111)
一、温度 .....	(111)
二、池塘水温的变化 .....	(113)
三、光照和透明度 .....	(114)
四、氧 .....	(116)

五、氨 .....	(119)
六、硫化氢 .....	(120)
七、碱度和硬度 .....	(120)
八、pH 值 .....	(121)
九、有机物 .....	(123)
第六章 池塘施肥及人工饵料.....	(124)
一、池塘施肥的作用 .....	(124)
二、植物需要的营养元素 .....	(125)
三、常用肥料的种类和性质 .....	(126)
四、施肥方法 .....	(127)
第七章 养鱼的人工饵料.....	(133)
一、鱼类的营养需要 .....	(134)
二、商品饵料的种类和营养价值 .....	(140)
三、动物性生物饵料的采集和培养 .....	(149)
四、配合饲料 .....	(157)
五、青饲料 .....	(163)
第八章 鱼病防治.....	(174)
一、鱼病的预防 .....	(174)
二、鱼病的治疗 .....	(182)
第九章 池塘建设.....	(188)
一、池塘场址的选择 .....	(188)
二、养鱼场施工步骤 .....	(192)



## 第一章

# 主要养殖鱼类的生物学特性

我国作为一个养殖产量占世界总产量 70% 的大国, 入世以来, 渔业经济发展的市场环境对我国水产养殖发展提出了更高的要求。提高质量、优化结构、实现可持续发展成为目前渔业发展的主题。目前, 我国渔业经济正处于从传统渔业向现代渔业转变的关键时期, 坚持用科学的发展观指导水产养殖发展, 是促进渔业增长方式的转变、保证水产养殖持续发展的前提。这就要求我们要牢固树立以人为本的观念, 要树立人与自然和谐的发展观, 建立水产养殖与自然平衡的关系。2002 年颁布了农业行业标准《无公害粮食(第二批)》, 对水产品的产品质量进行了强制性的规定, 同时也颁布了相应的无公害标准, 其中核心内容就是禁止使用一些危害人也危害水产动物的常用药物。在我国目前的养殖方式下, 已不能完全适应目前的形势需要, 这就要求我们必须适合市场需要, 根据养殖水体的特点, 科学管理, 使各种水体能够生产更多更好的鱼产品, 努力实现经济效益、社会效益和生态效益的多赢目的。



## 一、池塘养殖鱼类应具备的条件

### (一) 食用价值高,经济效益好

养殖鱼类的肉味的口感是决定其有无养殖价值的重要条件,同时可食部分的多少也是一个重要的衡量指数。在考虑上述问题的基础上,还要根据不同的消费者选择养殖对象,有了消费者产品才能实现效益,我们应当根据不同档次的需求,选择一些名贵的鱼种以满足宾馆饭店需求和一些高层次的消费,同时还要选一些物美价廉比较经济的鱼种以满足一般群众的菜篮子需求,这样既丰富了市场又提高了经济效益。

### (二) 生长较快,生产性能好

生长快是指能在比较短的时间内养成较大规格即能达到食用规格的个体。但现在的观念不仅仅指在短时间内的绝对增长量大,还要有安全、绿色的观念,最终为实现无公害、绿色、有机食品而努力。所以,我们要提倡在养殖周期内的安全养殖。生产性能好指食物链短,饵料易于获得。如草原丰富的地区,可多养一些草食性鱼类,像草鱼、团头鲂等。肥料多的地方宜多养鲢鱼、鳙鱼,这样可以充分利用资源降低养殖成本。另外,还要特别选择那些能充分利用当地特有的、廉价的、潜力大的饲料的鱼种来养殖。饵料转化率高,食性范围广,易于人工驯养和运输。这些都有利于降低养殖成本,提高经济效益。

### (三) 对水域环境的适应能力强

对水温、溶氧、盐度、碱度、肥度等环境因子的适应能力越强,其养殖的价值和效益就越高。广温性、广盐性、耐低氧的鱼类养殖区域范围就广,受地理限制也小。水温高的南方,除可选养几种家鱼外,还可养一些喜高温的罗非鱼,胡子鲇等鱼种。在北方,则应考虑选择抗低温,耐寒冷的鱼种,象四大家鱼,还有鲤鱼、鲫鱼



等。特别是在溶氧较低条件下能较好地生长的鱼类是评价其养殖价值高低的一个非常重要的标准,这就可能在静水条件下进行密养及通过施肥的方式养殖。对病害抵抗力强的鱼类为高密度养殖、提高成活率创造了良好的条件,这种鱼类也是优良的养殖种类。

#### (四) 苗种来源易于获得

鱼苗、鱼种的来源是否容易获得亦是至关重要的前提。苗种来源困难或没有可靠保证的种类,即使它具有其他各种优越的性状,亦不是理想的养殖对象。好的养殖鱼类应该是能够在池塘养殖条件下自然繁殖或能够进行人工繁殖的鱼类,例如我国主要养殖鱼类青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲤、鲫、鳊、鲮鱼等,都能进行人工繁殖或自然繁殖,苗种易于获得,因此为池塘养殖的发展创造了有利条件。

## 二、主要养殖鱼类的生物学特性

我国池塘养殖的鱼类到现在已达到 30 种以上,了解、掌握养殖鱼类的生物学特性是制定科学放养和饲养管理措施,提高养殖效率的理论依据,结合各种鱼的养殖经验,多年来我国总结出了一套“八字经养法”的综合养殖技术,不论在养殖方法上还是养鱼地区和产量上都占主导地位。本章按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、繁殖及对水环境的适应。

#### (一) 形态特征

1. 鲢 又称白鲢、鲢子(图 1-1)。体长,侧扁,被细鳞,腹部狭窄,腹呈刀口状,腹棱自胸鳍下方直至肛门。头大,约为体长的  $1/4$ ;眼较小,位于头侧中轴线之下;口较大,口裂倾斜向上,下颌稍向上突起。咽齿一行  $4/4$ ,齿面有细纹和纵沟,鳃耙特化成海面



状。背鳍条 3, 7, 臀鳍条 3, 12 ~ 14, 胸鳍末端不超过腹鳍基部, 背部略带棕黑色, 其他部分均为银白色。最大个体约 20 千克。

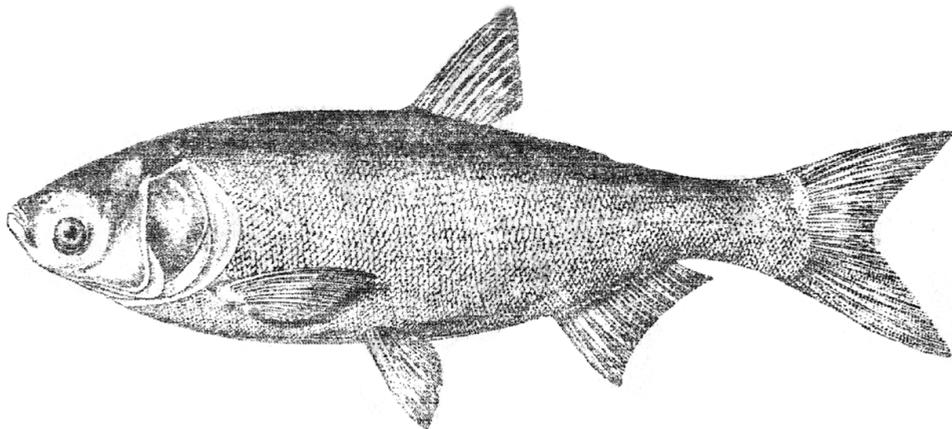


图 1-1 鲢鱼

2. 鳙 俗称花鲢, 黑鲢(图 1-2)。体侧扁, 稍高, 背鳍条 3, 7, 臀鳍条 3, 11 ~ 14, 腹棱仅自腹鳍基部至肛门。胸鳍末端不超过腹鳍基部。口端位, 口裂稍向上倾斜。鳃耙呈梳状。咽齿式 4/4, 齿面光滑, 无细纹和纵沟, 吻圆钝而宽阔, 眼较小, 位于下侧, 头肥大, 故又称胖头鱼。头背部为灰黑色, 间有浅黄色, 腹部银白色, 体两侧有不规则黑色斑点, 最大个体约 50 千克。

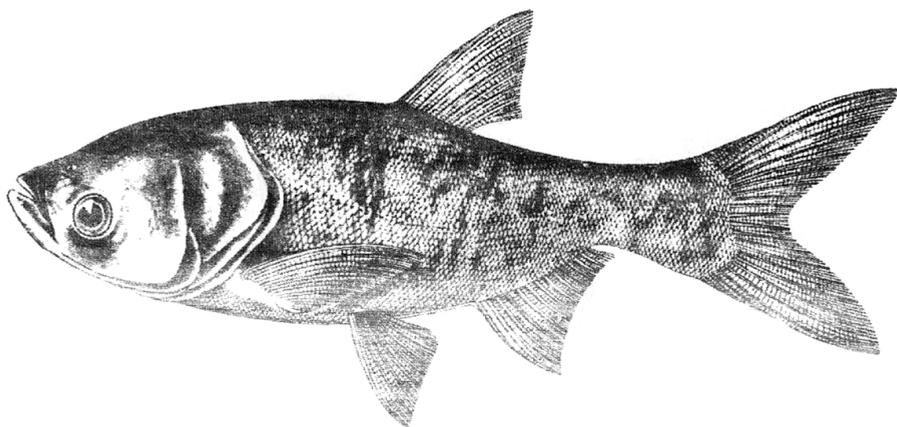


图 1-2 鳙鱼

3. 草鱼 又名鲩鱼(图 1-3)。体近圆柱形, 背鳍条 3, 7, 臀鳍条 3, 8, 咽齿两行, 呈梳状, 齿式为 5, 2 ~ 3/2, 4, 齿冠有栉齿, 两侧



为锯齿状。腹圆无棱。口端位,上颌稍突出于下颌。吻短而较圆,头中等大,体被圆鳞,较大,体背部青灰色,腹部乳白色,最大个体约 35 千克。

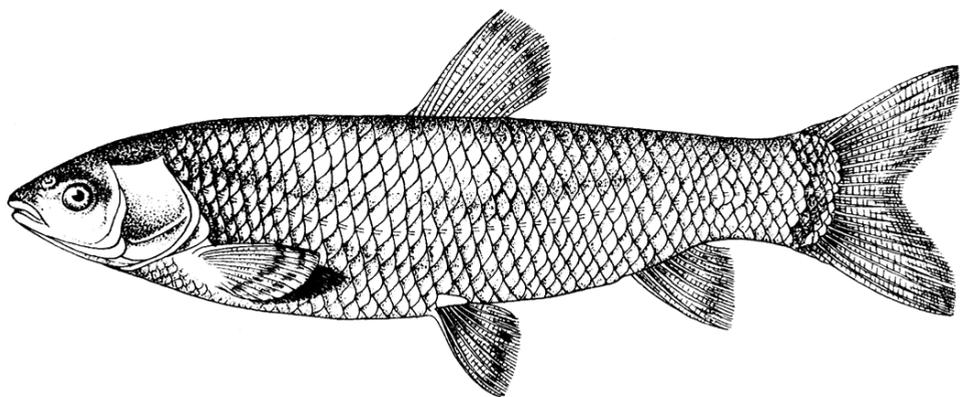


图 1-3 草鱼

4.青鱼 又名青鲩(图 1-4)。体形似草鱼,但头稍尖。吻钝,口端位,弧形,上颌稍长于下颌。眼适中,位于头侧面中部。体被较大的圆鳞。背鳍条 3,7~8,臀鳍条 3,8~9;咽齿一行,齿式 4/5,呈臼状,咀嚼面宽而平滑。体背侧青黑带灰色,各鳍呈灰黑色。已知最大个体约 70 千克。

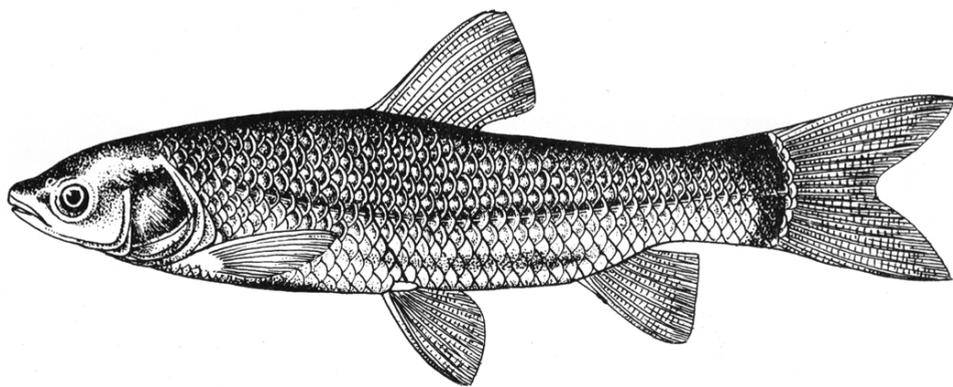


图 1-4 青鱼

5.鲮 又名花鲮(图 1-5)。背鳍条 3,11~13,臀鳍条 3,5,咽齿 3 行,齿式 5,4,2/2,4,5,齿面狭而斜直。体形延长,侧扁,稍高,腹部圆,头短小,吻圆钝,上唇两侧外缘具肉质细乳头。口小,



下位,横裂,弧形,上下颌前方具角质边缘,适于刮取水底附着的食物,须两对;吻须、颌须各一对。眼中等大,背侧青灰色,腹侧浅色。已知最大个体约 4 千克。

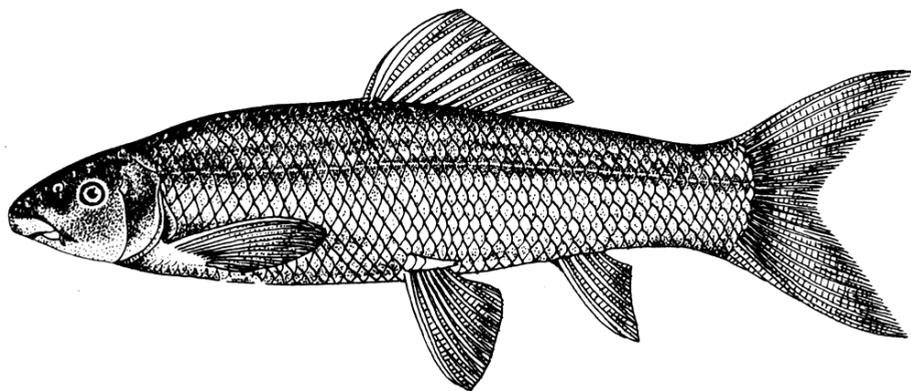


图 1-5 鲮鱼

6. 鲤 又名鲤鱼(图 1-6)体形侧扁,略延长,背呈弧形,腹部较平直。吻圆钝,可以收缩。口亚前位,须两对,吻须为颌须的 $1/2$ 左右。鳃孔较大,鳃耙较短,呈三角形。咽齿 3 行,1,1,3/3,1,1,

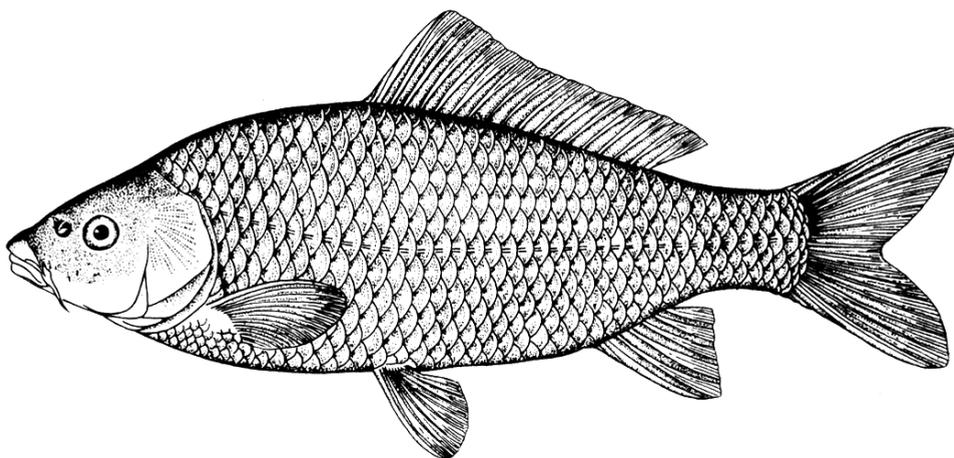


图 1-6 鲤鱼

内侧齿成臼状。体被较大的圆鳞。背鳍和臀鳍各有一根坚硬的锯齿状硬刺棘,背鳍条 3,15~22。臀鳍条 3,5;背部暗黑色,体侧暗黄,腹部灰白色,最大个体约 40 千克。

目前养殖的鲤主要有镜鲤、鳞鲤、红鲤和建鲤等几个品种。镜



鲤鳞被不完全,体侧有三排大鳞,头小、体高,含肉率高。鳞鲤是黑龙江野鲤与前苏联镜鲤杂交后,经过 25 年的系统选育而成的优良品种。头小、体高,鳃耙多,生长快。红鲤分荷包红鲤和兴国红鲤两种。建鲤是采用一系列育种技术和方法培育出的优良品种,主要表现:一、二龄生长快,抗病力强,起捕率高等优点。

7 鲫鱼 又名喜头鱼(图 1-7)。体侧扁,厚而高,腹部圆。头小,眼大,口端位,上下颌等长。鳃孔大,鳃耙细长。咽齿一行 4/4,齿体侧扁。体被较大的圆鳞,背鳍和臀鳍都具硬棘,后缘呈锯齿状,背鳍 3,15~19,臀鳍条 3,5~6;体色背部呈灰黑色,腹部灰白色,各鳍呈灰色。最大个体约 1.5 千克。

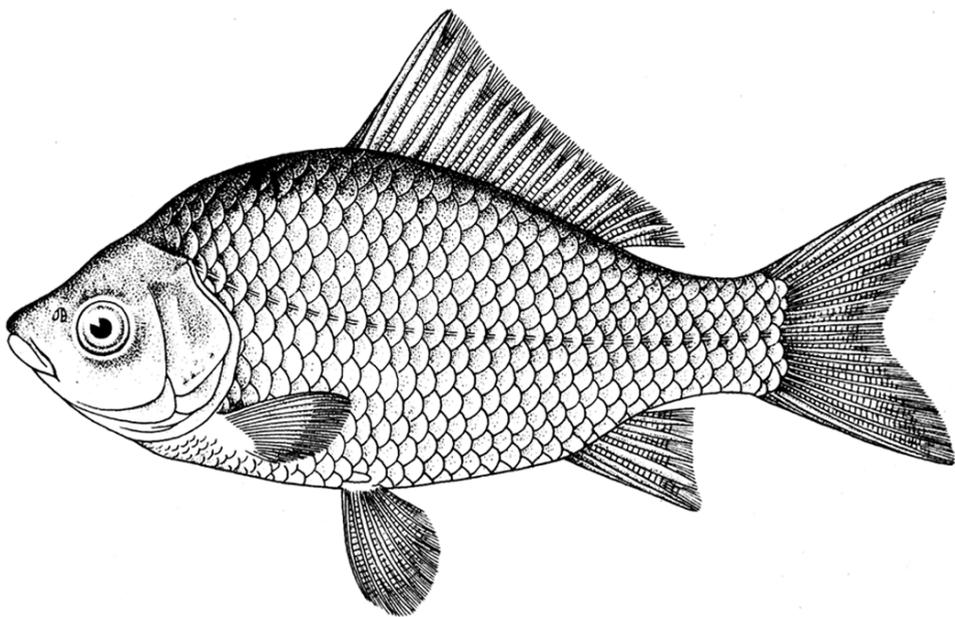


图 1-7 鲫鱼

我国养殖的主要有两种,鲫和黑鲫。鲫背鳍后缘平直或凹陷,分布于我国大部分地区。银鲫是鲫的一个亚种,主要特点是生长快,最大个体约 5 千克。现在运用生物技术又培育出了生长快、产量高的“异育银鲫”和“高背鲫”,而高背鲫的生长速度比异育银鲫的快 20%~30%。高背鲫和异育银鲫的主要形态区别见表 1-1。



表 1-1 高背鲫与异育银鲫的主要形态区别

项目	高背鲫	异育银鲫
体形	体高与体长比为 47%	体高与体长比不超过 45%
体色	银灰色略带黄色	银灰色
肝脏	大而柔软,淡红	小而坚实,红色
比肝重 *	> 10%	< 10%
染色体数	162	156
鳔	后室长锥形,后部沿腹腔延伸至腹腔末端	后室短锥形,后部沿腹腔延伸不达腹腔末端

\* 比肝重 = 肝重 × 100 (%) / 体重

8. 团头鲂 又名武昌鱼(图 1-8)。体高而侧扁,略呈菱形。背部的轮廓线呈弧形,腹部圆而稍平直。吻圆钝,吻皮边缘光滑,向下垂,覆盖于上唇的基部。口小,下位,成一横裂。须两对,吻须较粗壮,颌须短小或是退化仅留痕迹。眼中等大。咽齿 3 行,5,4,2/2,4,5,下咽齿顶部扩大、侧扁,顶端斜截,齿冠和齿外都具沟槽。体被圆鳞,中等大。背鳍条 3,12~13;臀鳍条 3,25~30。背侧青灰色,腹侧浅色。最大个体 4 千克左右。与三角鲂的主要区别是:尾柄长小于尾柄高;鳔中室大于前室;背鳍高短于头长。

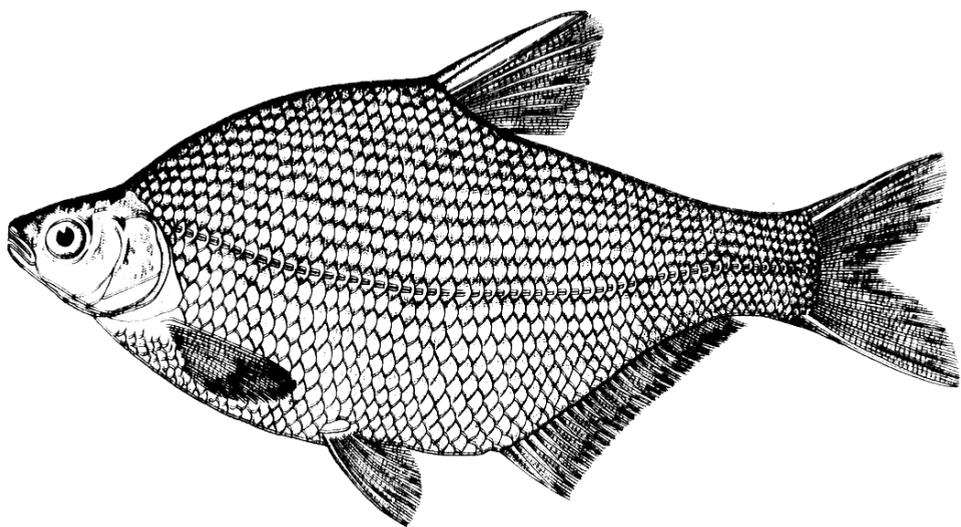


图 1-8 团头鲂鱼



9. 鳊 又名草鳊(图 1-9) 体侧扁, 长菱形, 头小, 口端位, 上颌比下颌稍长。鳃三室, 中室最大, 后室最小。腹棱自胸鳍至肛门。最大个体 2~5 千克。

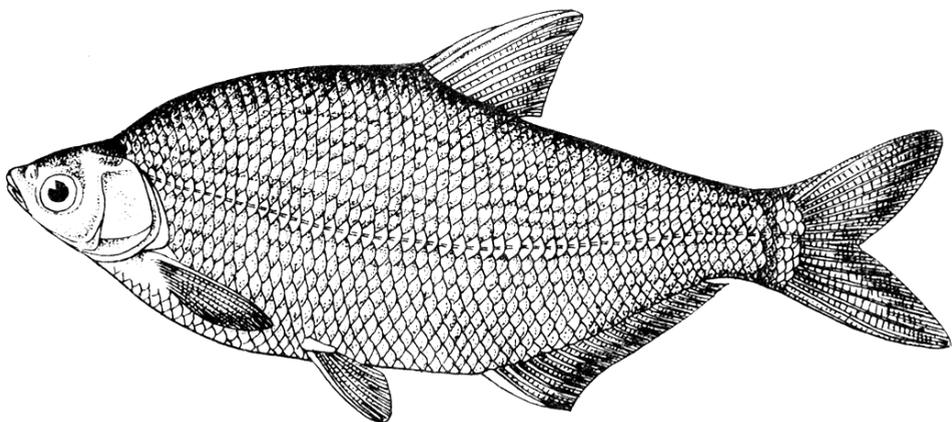


图 1-9 鳊鱼

10. 淡水白鲮 又称盖巨脂鲤(图 1-10)。体侧扁, 椭圆形, 鳍条无硬棘, 背鳍条 18~19, 臀鳍条 26~28 有脂鳍。上颌齿两行, 外行 10 个犬状齿; 内行 4 个槽状齿。鳞片细小而紧密, 已知最大个体约 30 千克。它原产于南美亚马逊河水系, 1982 年引入我国台湾, 1985 引入广东, 因它生长快, 食性杂, 抗病害, 耐低氧, 体色美, 经济价值高, 后在全国养殖。

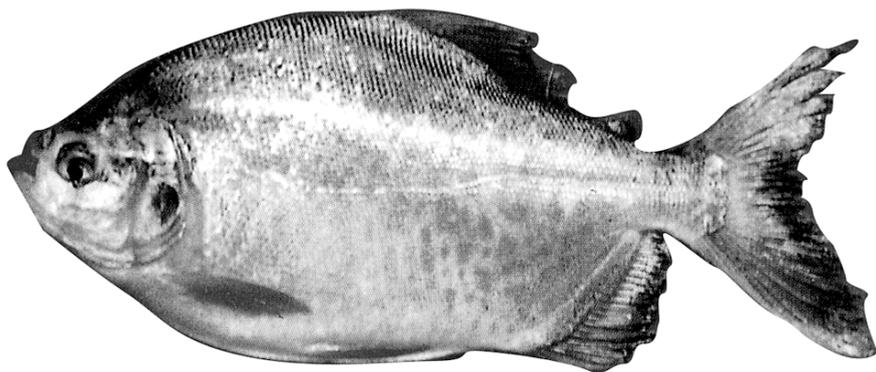


图 1-10 白鲮鱼

11. 鲮 在我国养殖的鲮亚科鱼类主要有银鲮、黄尾鲮、细鳞斜颌鲮和圆吻鲮(图 1-11)。这几种鲮的主要形态特征见表 1-2。

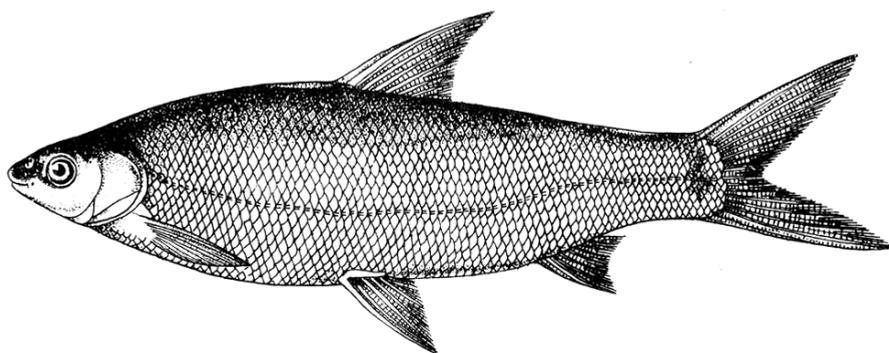


图 1-11 鲮鱼

表 1-2 几种养殖鲮的主要形态特征

项 目	细鳞斜颌鲮	黄尾密鲮	银鲮	扁圆吻鲮
腹 棱	完全	不完全, 仅为肛门至腹鳍的 $1/4$	不明显	无
鳃盖后	无橘红色斑	有橘红色斑	深橘红色斑	橘红色斑缘斑点
下咽齿	内侧一行扁末端钩状, 外侧两行纤细	内侧一行六枚侧扁, 外侧两行纤细	内侧一行六枚, 侧扁, 顶端钩状, 外侧齿纤细	内侧一行侧扁顶端尖, 外侧一行纤细
侧线鳞数	76~84	63~68	53~64	72~74

12 泥鳅 我国有 50 多种, 常见的为泥鳅(图 1-12)。体长圆柱形, 尾部侧扁, 口下位, 呈马蹄形, 口须 5 对, 上颌 3 对较长; 尾鳍圆形, 鳞片细小, 埋于皮下, 体背侧及体侧呈灰黑色, 有黑色小斑点, 生长较快, 目前广为养殖的是泥鳅。它与花鳅和条鳅的主要形态区别见表 1-3。

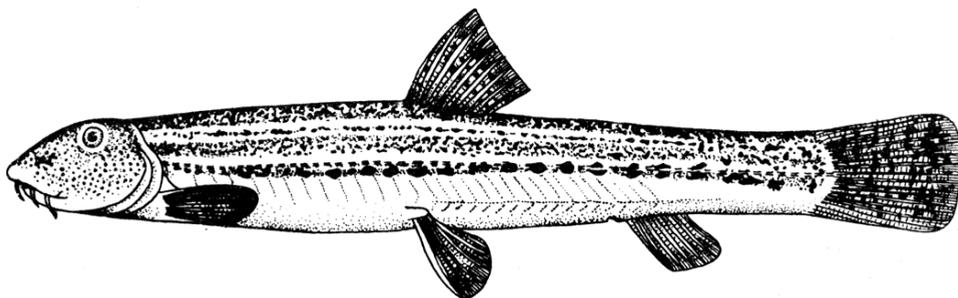


图 1-12 泥鳅



表 1-3 泥鳅、花鳅、长薄鳅和北方条鳅的主要形态区别

种类	眶下棘	口须	尾鳍形状	主要产地
花鳅	眶下棘分叉	3对	圆形或略呈截形	江湖浅水处
泥鳅	无眶下棘	5对	圆形	我国南北方
长薄鳅	眶下棘不分叉	3对	叉形	长江上游
北方条鳅	无眶下棘	3对	截形	我国北部

13. 花鲈 又名七星鲈(图 1-13)。体长而侧扁,略呈纺锤形,头尖小,体被栉鳞。背鳍棘 11~12,第 5 鳍基最长。背侧及背鳍鳍膜具黑色斑点,尾鳍、臀鳍、胸鳍均为灰色,背鳍鳍条和尾鳍边缘黑色。

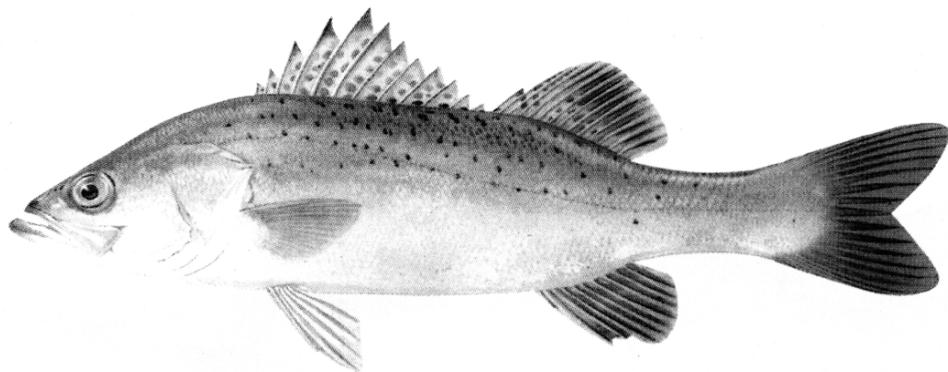


图 1-13 花鲈

14. 鳊 又称桂花鱼(图 1-14)。广为养殖的是鳊和大眼鳊,其分布广,生长快,肉质好。斑鳊、翘嘴鳊和大眼鳊的主要区别是:斑鳊体色较暗,常为暗褐色,体表具有较大的黑斑或古铜钱状斑,体形较延长。翘嘴鳊和大眼鳊体多呈黄褐色,身体上的黑斑较小,身体比斑鳊高。翘嘴鳊与大眼鳊的形态区别是:前者体形较高,背部隆起,上颌骨后端伸达眼后缘之下或更后,颊下部及鳃盖下部被鳞,下颌骨前端颌齿强大呈犬状,详见表 1-4。

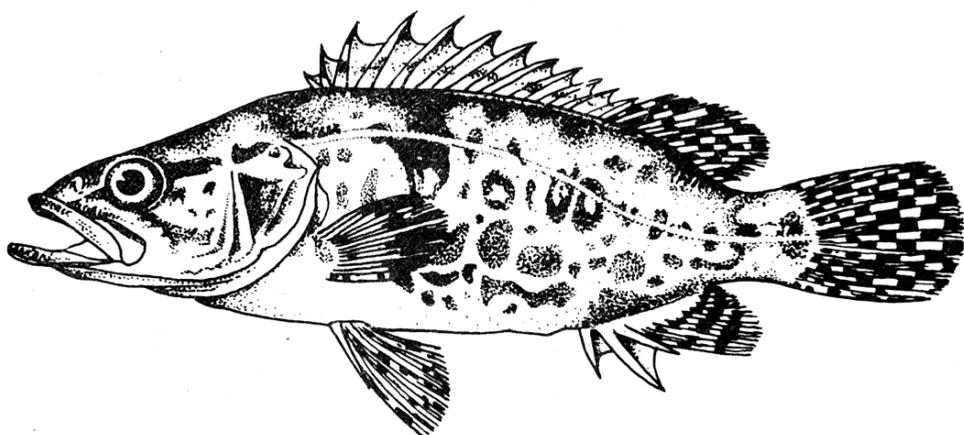


图 1-14 鳜鱼

表 1-4 翘嘴鳜、大眼鳜和斑鳜的形态区别

项目	翘嘴鳜	大眼鳜	斑鳜
体色	黄绿至褐黄	褐黄	暗褐色
体形	体高背隆起成弧形	体较低不甚隆起	身体延长
体侧斑纹	棕黑色斑点	棕黑色斑点	黑斑块或铜钱状块
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
下颌前端犬齿	有且强大	不明显	有
颊下部和鳃盖下	有鳞	无鳞	有鳞
鳃耙数	6~7	6	4~5
幽门垂数	150~365	67~120	55~131

15. 石斑鱼 主要特征是前鳃盖骨后缘一般具锯齿,下缘光滑(图 1-15)。鳃盖骨具 1~3 枚棘。体被细小栉鳞,常隐埋于皮下。背鳍式 X~XI, 11~18, 臀鳍式 , 7~8, 尾鳍圆形或浅凹, 色彩鲜艳, 变化很大。主要养殖的有老鼠斑、赤点石斑鱼、青石斑鱼和巨石斑鱼。

老鼠斑, 因其嘴尖, 形似老鼠而得名。体扁平, 口小, 上位。背鳍棘 10 枚, 无犬齿。体白色, 布满黑点, 成鱼体色较深。最大个体约 70 厘米以上。

赤点石斑鱼, 体长, 椭圆形, 侧扁, 头中等大, 头长大于体高, 头



和身体两侧、背鳍与尾鳍上均具有红色斑点。

青石斑鱼,俗称泥斑,体形似赤点斑,但体呈褐色,体侧有5条横带:第1、2条位于背鳍棘部;第3、4条位于背鳍鳍条部;第5条位于尾柄上。

巨石斑鱼,体呈棕黑色具棕色小斑点,有6条横纹,2~3条纵纹,该纹在背鳍中部中断,在背鳍的第8至11枚鳍棘处有一黑色斑点。

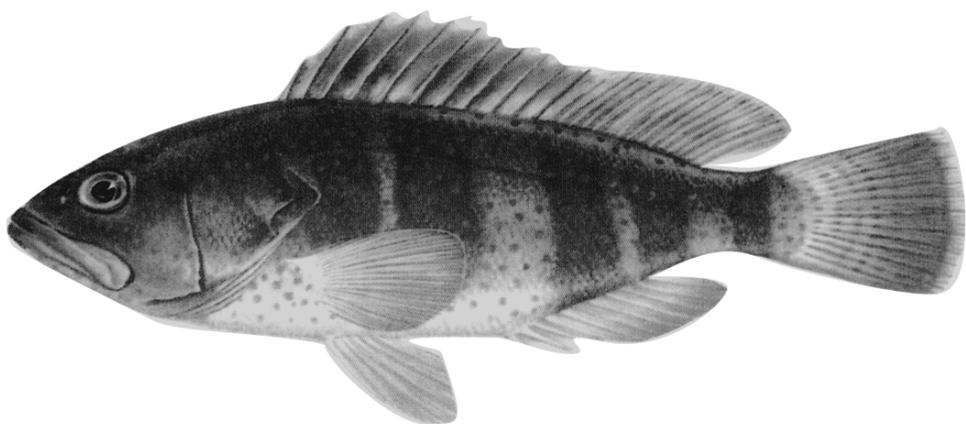


图 1-15 石斑鱼

16 罗非鱼 又称非洲鲫鱼(图 1-16),约有 100 多种。体侧扁,呈椭圆形,体被细鳞,鳔为圆桶形,无侧管;背鳍具 8 个以上的硬棘,臀鳍有 3 个硬棘;侧线分上下两段。目前我国养殖的主要有尼罗罗非鱼、奥利亚罗非鱼、莫桑比克罗非鱼和齐氏。罗非鱼雄性个体生长快于雌性,雌性成熟后频繁繁殖,不仅个体小,生长慢,而且造成种群过密,鱼的规格减小,产量下降。为此,人们采用:与凶猛肉食性鱼类混养,吃掉幼鱼;加大放养密度,抑制生长;单性养殖等方法解决这一问题。单性养殖即能防止过度繁殖,又能发挥雄性生长快的优势,是解决这一问题的理想方法,目前获得雄性罗非鱼的主要方法是采用杂交和性反转技术。

17 斑鳢 又名狗鱼(图 1-17),背鳍条 40~46,臀鳍延长,鳍条 28~30。体延长,前部圆筒形,后部侧扁,头尖而平。口大、端

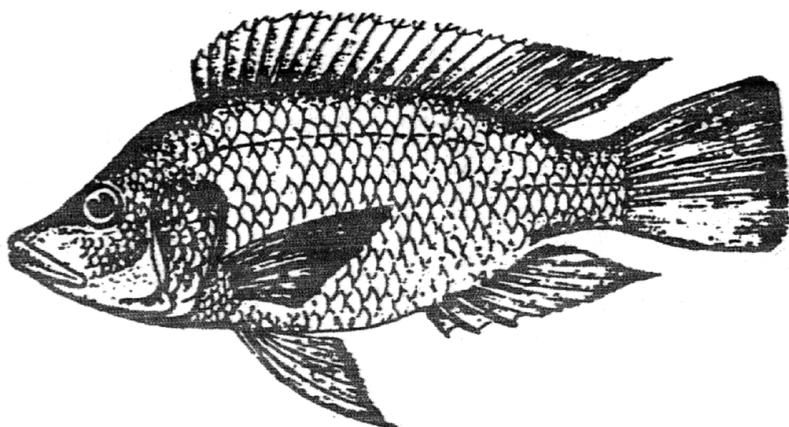


图 1-16 罗非鱼

位,下颌向前突出。上下颌、犁骨、腭骨均有绒毛状牙带,下颌两侧牙呈犬牙状,头、体均被圆鳞。背鳍和臀鳍均很长,达尾鳍基部,尾鳍圆形,各鳍均不含硬棘。喜欢生活在水草丛生的水域中。对于水温、水质以及其他外部环境的适应能力较强,具有辅助呼吸器官—鳃上器,可以呼吸空气,因此对缺氧的水体耐受性极强,即使离开水体,只要身体保持湿润,亦能存活较长时间。对水温的变化适应性也很强,在  $0 \sim 40$  之间都能生活。斑鳢为肉食性鱼类,生长较快,最大个体可达 5 千克。

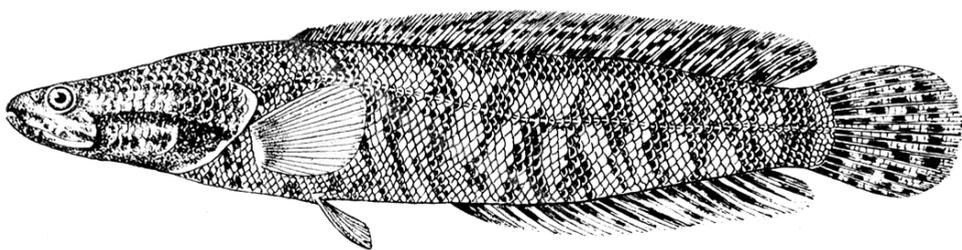


图 1-17 斑鳢鱼

18 虹鳟 体长,纺锤形,背鳍后有一个小的肢鳍,背鳍较短,无硬棘,头较小,口较大,端位。两颌上有细圆锥状尖齿,体被细小圆鳞(图 1-18)。喜欢栖息在水质清新,水流、水量充足,具有沙砾底质的冷水中,能够耐受的温度范围是  $0 \sim 30$ ,最适水温是  $15 \sim 18$ 。虹鳟对氧气的要求较高,不能低于 3 毫克/升。虹鳟



喜逆流水,水流的刺激能引起虹鳟正常的运动,增进食欲,加快其生长,适宜流速为 2~30 厘米/秒。虹鳟为肉食性鱼类,在人工养殖条件下可驯化投喂人工配合饲料。

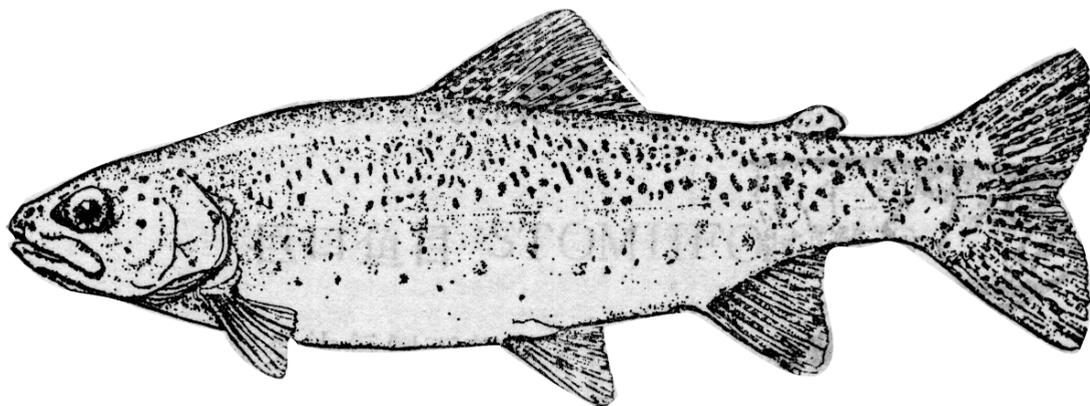


图 1-18 虹鳟

19. 大口鲇 (图 1-19) 头扁而宽,腹部粗短,尾长,侧扁,眼小,口大。上下颌分布有细齿。成鱼须 2 对,幼鱼阶段须 3 对。背鳍短而小,无硬刺。胸鳍有一粗壮的硬刺。臀鳍长,其末段与尾鳍相连。尾鳍中间内凹,上叶长于下叶。大口鲇为温水性鱼类,适温范围为 0~38℃,最佳温度为 25~28℃,属底层鱼类,以肉食为主的凶猛性鱼类,同类相残现象严重。大口鲇生长较快,当年鱼苗可长到 3 斤重,夏秋季生长最快,日增重 3~5 克。4 龄可达性成熟,产粘性卵。

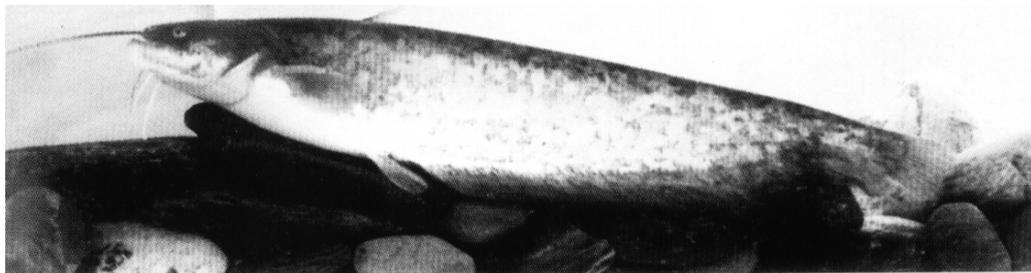


图 1-19 大口鲇

20 斑点叉尾鲷 (图 1-20) 斑点叉尾鲷是美国主要淡水养殖鱼类,美国于 20 世纪 60 年代初期开始商业性养殖,进入上个世



纪 70 年代开始进行大规模养殖。20 多年来,养殖水面不断扩大,产量和产值不断上升,近年斑点叉尾鮰的产量已跃居美国淡水养殖鱼类之首,占全美淡水养殖总产的一半以上。

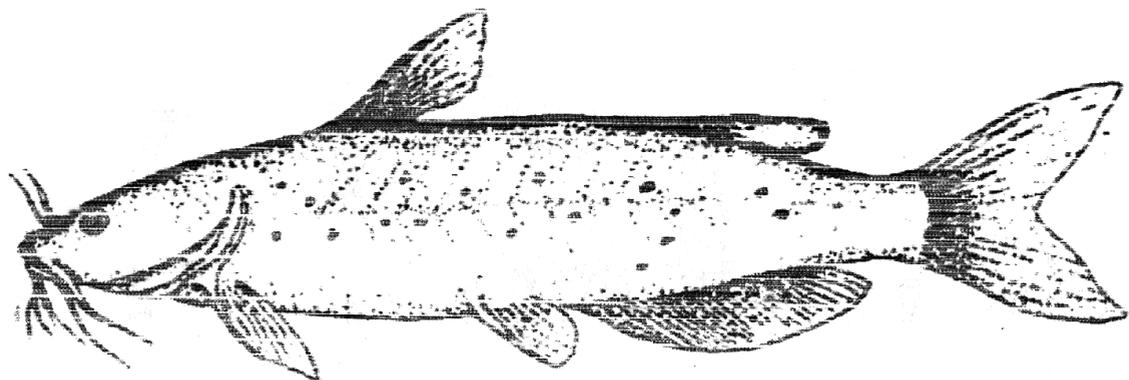


图 1-20 斑点叉尾鮰

斑点叉尾鮰具有适应性强、易饲养、易起捕和肉质鲜美等优点,而成为举世瞩目的养殖和游钓对象,已先后被前苏联、南斯拉夫、日本等国家引进养殖。我国于 1984 年首次由湖北省水产科学研究所从美国引进,几年来的研究饲养结果表明,它适合于我国绝大部分地区养殖,是一种有着广阔发展前景的优质养殖鱼类。

斑点叉尾鮰俗名沟鲶、河鲶、美洲鲶,其体形前部较宽肥,后部较细长,头部较长。口亚端位,头部上下颚具深灰钯触须 4 对,长短各异,以口角须最长,鼻须最短。眼较小,侧中位。体表光滑,侧线完全,体两侧及背部淡灰色或淡茶青色,腹部乳白或银白色,幼鱼体之两侧有明显而不规则黑色斑点,成鱼的斑点则逐渐变得不明显或消失。斑点叉尾鮰具有背鳍一个,基底短,鳍棘一根,其后缘呈锯齿状,鳍条 6~7 根,背鳍后有一脂鳍;胸鳍有一根锯齿状硬棘和 8~9 根鳍条;尾鳍分叉深;体之背部。

斑点叉尾鮰属底层鱼类,为温水性鱼类,适温范围 0~38℃,最适生长温度 21~26℃。正常生长溶氧要求 3 毫克/升以上,pH 值在 5~8.5 之间均可生存,而以 6.3~7.5 为最适范围,盐度适应范围为 0.02%~0.85%。



斑点叉尾鮰原属肉食性鱼类,在人工饲养条件下,各生长阶段均喜食人工饲料。斑点叉尾鮰日夜均摄食,且具有集群摄食的习惯。

斑点叉尾鮰属大型鱼类,最大个体可达 20 千克以上,一般成鱼规格为 0.5~1.0 千克。同其他鱼类一样,它的生长速度是受水体环境、水温、营养条件、放养密度、鱼的年龄及管理水平等多种因素影响的。

斑点叉尾鮰性成熟年龄为 3 龄,性成熟个体重 1~4.5 千克,从生产角度来考虑,亲鱼以 4~5 龄为优。亲鱼在江河、湖泊、水库等均能自然产卵和授精,并喜欢在僻静、阴暗的鱼巢中产卵,但在透明度较大池塘,一般需放置一些产卵装置,如人工鱼巢后才能产卵。雌鱼每年仅产一次卵,雄鱼可多次排精。

## (二) 食性

1. 滤食性鱼类 典型的代表是鲢、鳙鱼,但鲢鱼主要以浮游植物为食,鳙鱼主要以浮游动物为食。鲢鱼具有特化的滤食器官,其鳃耙结构细密,微小的浮游植物不能随水滤出体外而成为食物。鲢鱼以各种硅藻、甲藻、金藻等为主要食物,有许多绿藻、裸藻、蓝藻由于难以消化而不能被利用,主要是因为这些藻类的细胞壁外有一层胶被或是纤维质壁,鲢鱼缺少消化这些物质的消化酶。鱼苗期开始摄食浮游动物,如轮虫、无节幼体、小型枝角类等,孵化 20 天后,鳃耙间隙生出薄膜,此时的摄食几乎全是浮游植物和植物的腐屑。人工养殖鲢鱼通常以粪肥、绿肥为主,也可适当投喂糠、麸等精料,以加速生长。鳙鱼以浮游动物为主要食物,鳙鱼鳃耙发达,排列密集,但不特化,鲢、鳙鱼都是不断摄食的鱼类,只要鱼不断张嘴进行呼吸,食物就同时随水进入鳃腔。鳙鱼在人工养殖条件下可投喂豆浆颗粒、豆渣、豆粉、菜饼粉、麸皮等人工饲料及畜禽粪便。

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。



白鲫的滤食效率比鲢、鳙低,但吞食能力比鲢、鳙强一些,而比银鲫和鲫鱼差一些。尼罗罗非鱼的滤食能力较鲢、鳙和白鲫的弱,但其上颌可自由伸缩,食谱广,捕食能力较前三者强,人工养殖的现在大多采用人工饲料投喂。

2. 捕食性鱼类 捕食性鱼类主要是指以吞食、掠食、猎食、刮食为主的鱼类,可分为三类:

(1) 植食性鱼类 主要有草鱼、团头鲂和鳊等。在自然状态下,草鱼以吃水草为主,在人工饲养条件下,也食颗粒饲料,草鱼的抢食能力比鲤、青鱼和团头鲂强。草鱼喜食的水草主要有苦草、轮叶黑藻、眼子菜、浮萍等。团头鲂和鳊的食性与草鱼相似,但团头鲂也吃海绵和软体动物,偶尔也吃小鱼虾。

(2) 杂食性鱼类 鲤、鲫、鲮、罗非鱼、泥鳅、鮰和黄鳝、鳊等均属杂食性鱼类,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。在自然条件下,鲤主要以摇蚊幼虫、螺蛳、幼蚌和一些水生昆虫的幼虫等底栖动物和有机碎屑为食,也食人工饲料。鲫主要摄食有机碎屑、底栖硅藻、水草和植物种子等,同时吃少量的螺、摇蚊幼虫、水蚯蚓和一些浮游动物,在人工条件下,喜食人工饲料,但抢食能力和摄食量不及鲤鱼强。罗非鱼食性很杂,主要摄食浮游动物、浮游植物、有机碎屑、水生植物和底栖动物,人工养殖时,可摄食各种动植物性人工饲料。罗非鱼的胃较发达,能消化吸收其他鱼类不能利用的蓝藻等。

胡子鲇、鮰、泥鳅、鳊这些鱼类都是以底栖动物为主要食物的杂食性鱼类。在自然条件下,胡子鲇主要捕食水中的小鱼、虾、水生昆虫、底栖动物、腐尸和植物嫩叶等。人工养殖时可食各种商品饲料、屠宰场的下脚料、青饲料。泥鳅的食性很杂,凡是水中和泥中的小型动物、植物及有机碎等都是泥鳅的饵料。人工养殖,可用有机肥培育饵料生物,也可投喂蚯蚓、蝇蛆、杂鱼肉、畜禽的下脚料和麸皮、米糠、豆渣等饲料。鮰主要摄食个体较大的生物,如底



栖生物、水生昆虫、大型浮游动物和有机碎屑。养殖时主要摄食颗粒饲料及各种人工饲料。

鲮、鲮、鲮、棱鱼、鲮、遮目鱼,这些鱼摄食的共同特点是:刮食、吸食或滤食。鲮的摄食方式是吞食兼滤食,利用上、下颌的角质边缘在水底的岩石等物上舔刮附生的藻类,也食人工饲料。鲮栖息于水体的中下层以低等植物、有机碎屑和底栖生物为食。黄鳍喜食活饵,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、浮萍以及藻类和有机碎屑等。人工养殖时可投各种动物的下脚料和动物内脏以及麸皮和配合饲料。

(3)肉食性鱼类 鳢是典型的伏击式猎肉食性鱼类。乌鳢口较大,端位,口裂长,可捕食鲫等体较高的鱼类。乌鳢平时潜伏在浅水水底水草较多或隐藏物附近,一旦看准猎物,便静静由水底潜行靠近,然后迅猛的捕向猎物,乌鳢在猎食时,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、鲮、石斑鱼、鲈、豚等为掠食性鱼类。在自然界,鲈鱼主要摄食鱼类、甲壳类、头足类,人工养殖时,主要投喂小杂鱼,再加上少量的添加剂,人工驯化后可投喂颗粒饲料。石斑鱼、豚等主要以底栖甲壳类、软体动物、棘皮动物、小鱼和虾蟹为食。鳊也是典型掠食肉食性凶猛鱼类,但其一生以活鱼为食。混合营养期的鱼苗即开口摄食其他活鱼苗,没有活鱼苗,即使饿死也不食浮游食物和人工饲料,随着生长,除食活鱼苗外,还兼食虾类和少量蝌蚪。在人工养殖情况下,若人工饵料充足,几乎专食鱼类,成鳊可捕食体长为自身40%~60%的其他鱼类,在人工养殖时应注意,若饵料鱼的体长不适合或体形太高,则会把鳊鱼卡死。

鲟鱼大部分是靠口膜的伸缩吸吮来捕食的鱼类,幼鱼主要以底栖无脊椎动物为食,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、藻类和泥中的有机质,在人工养殖条件下,以人工配合饲料为主。

### (三) 生长

鱼类的生长特点:一是生长速度变幅大,即不管是幼鱼期、成鱼期、还是老龄鱼,都在生长,无明显的生长停止点;二是生长的阶段性,在不同的阶段其形态结构和机能发生变化,生理特点和食性也发生变化,生长速度也有明显的增减;三是生长优势明显,鱼类要比陆生生物所受的限制因子要小的多,基础代谢少,有明显的生长优势;四是在同一饲养条件下,天然水体中鱼类的生长速度比人工繁殖的鱼苗生长快。

养殖鱼类的生长速度一般较快,几种主要养殖鱼类的生长速度是:青鱼、草鱼 > 鳙 > 鲢 > 鲤 > 鲫、团头鲂 > 鲮;

鲢体长前 3~4 龄增长较快,其中以第二年生长最快,4 龄以后明显减慢。年增重在 1~6 龄期间逐年增加,其中以 3~6 龄增重最大

鳙生长通常比鲢快,4 龄前雌雄个体生长速度相似,5 龄后雌体增重比雄鱼快。1~3 龄鳙体重增长最快,4 龄开始明显下降。体重增长 2~7 龄较快,其中 3 龄最快。

草鱼鱼体增长最快期为 1~2 龄,体重增长则以 2~3 龄最快,5 龄以后生长明显减慢。

青鱼体长增长以 1~2 龄最快,3~4 龄变慢,5 龄开始急剧下降;体重增长 3~4 龄最快。

鲤鱼生长快,体长增长在 1~2 龄时最快,体重增长则以 4~5 龄最快。雌鱼生长比雄鱼快。

鲮生长比四大家鱼慢,1 冬龄鱼体增长最快,体重增长较小;2 冬龄体长和体长增长都较快;3 冬龄开始成熟,体长和体重增长都变小。

花鲈等几种肉食性鱼类头二年体长增长快于体重增长,第三



年体重增长最快。花鲈在低纬度地区生长比高纬度高，这与温度和饲料有关。

罗非鱼中的尼罗罗非鱼生长较快。在池塘养殖条件下，全长10厘米后，体重增长显著加快，最大日增重3.04克。

乌鳢2龄前为体长加速生长阶段，2龄后体长增长减缓。

#### (四) 繁殖

按照卵的性质，主要养殖鱼类的繁殖方式重分为四种：

1. 产浮性卵鱼类的繁殖生物学特性 产浮性卵的养殖鱼类主要有鳢、鲈、石斑鱼等一些淡水鱼和大多数的海水鱼。

鲮、棱鱼属河口性鱼类，生殖前离开河口，游到远离海岸的外海去繁殖，授精卵在高盐度的海水中授精、发育，幼鱼再进入河口。一般认为鲮的产卵场多为礁石伸出、其余为广阔平坦的细沙质海滩或礁石区，水深不及1米，盐度31~34，水温21~25℃；每当风和日暖，夕阳西下之前可看到成群的鲮发情、产卵。

棱鱼的产卵场均在河口港湾附近，没有长距离的产卵洄游。其产卵环境条件是：水深1~10米，以6米左右为中心，底质为泥或软沙，表层水温18~22℃，盐度27~29，pH 8.04~8.3，透明度27~100厘米。鲮鱼产卵主要受潮汐、水温、盐度三个因素的影响。水温14℃以上、盐度14~23、大潮期是产卵高峰。

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，水深20~100厘米，水温18~30℃。鳢筑巢产卵，双亲或雄鱼潜伏在巢下或巢附近护幼。鱼巢一般呈圆形或长圆形，直径32~50厘米，大的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。

鲈鱼产卵场主要在近河口的咸淡水交混水域，水深10~15米，盐度32~35，底质为沙底。

这些鱼的性成熟年龄大都在4龄以上。

2. 产漂流性卵鱼类的繁殖生物学特性 主要有青鱼、草鱼、



鲢、鳙、鲮、淡水白鲳和鳊鱼等。这类鱼卵个体较大,浮力略大于水,能随水流漂浮于水面,静水时则沉入水底,因此又称半浮性卵。

鲢、草鱼、青鱼、鳙、鲮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,水温要 18℃ 以上。鳙要求要有较大的涨水才能产卵,草鱼和鲢只要涨水就行,青鱼则在平水或微退水时也能产卵。

鳊可在江河、湖泊和水库自然繁殖,喜欢在平缓的流水环境中繁殖。在江河里、当汛期发水时,鳊便集群溯水游向有微流水的浅水滩繁殖;在湖泊里,鳊喜欢在 1~2 米、流速为 0.6~0.8 米/秒、底质为沙质或草滩的场所产卵。

这些鱼的性成熟年龄都在 2 龄以上,4 龄最好,怀卵量接近,鲢 116 粒/克,鲮 92 粒/克,草鱼 89 粒/克,鳙和青鱼 88 粒/克,池塘养殖鱼类的怀卵量比江河的稍多一些。这些鱼的卵膜薄而透明,卵径 1~2 毫米,入水后膨胀,卵径很快增大 3~7 毫米,卵膜有弹性,保护胚胎在流水中正常发育。

3. 产沉性卵鱼类的繁殖生物学特性 主要有鱮、鮠、罗非鱼、遮目鱼、鲃等,其中有许多具有筑巢或挖坑产卵的习性。这类卵的比重大于水,因而沉入水底。

鲮鱼类的产卵场在水质澄清、具有石砾的河川或支流中,水温 4~13℃。雌雄鱼掘产卵坑,雄鱼保护领地,每个产卵坑容卵 800~1 000 粒。

鮠在江河、湖泊、水库、池塘中均能繁殖。在自然条件下,斑点叉尾鮠在岩石下、凹形洞穴的浅滩处产卵孵化。产卵场水深 1.2 米左右,水温 18℃ 以上,底部为沙质、砾石、硬土,在淤泥底水体也能产卵。雌鱼产卵后由雄鱼护卵,并用鳍扇动水流进行孵化。在人工养殖的水体中,可以将旧轮胎、旧桶或管状物放入水体中做卵巢用。

罗非鱼一般是挖坑产卵,雌鱼口腔孵化。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,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。雌鱼产出全部卵子后,雄鱼立即在其上排精,同时雌鱼很快将受精卵吞入口中开始孵化。

黄鳝在繁殖季来临之前,要先挖繁殖洞。繁殖洞与居住洞的区别是: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,繁殖洞分前洞后洞,前洞产卵,后洞较细长。

产沉性卵的鱼类多在2龄后达性成熟,罗非鱼和斑点叉尾鮰除外。罗非鱼1龄就可达到性成熟,斑点叉尾鮰的性成熟年龄在4龄以上。黄鳝属由雌到雄的性逆转鱼类,因此在性成熟群体中,较小的个体多为雌鱼,大的个体主要是雄体,大小两者间的为雌雄间体。一般来说,这些有护卵行为的鱼类,其怀卵量相对要低很多。

4.产沉性卵鱼类的繁殖生物学特性 鲟、银鱼、鲤鱼、鲫鱼、鳊、团头鲂、鲴、泥鳅、胡子鲇、六线鱼等均产黏性卵。黏性卵具有次级卵膜或卵膜丝,附着在水草、木桩或岩石上。人工繁殖时需要提供鱼巢。

这些鱼的性成熟年龄比较低,依次是:银鱼>鲫鱼、胡子鲇>泥鳅>鲴>鲤>鳊、团头鲂>鲟。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。

泥鳅发情产卵方式常常是数尾雄鱼追逐一尾待产雌鱼,雄鱼不断用口吸吻雌鱼头和胸部。发情高潮时,一尾雄鱼紧缠住雌鱼躯干,雌鱼受挤压刺激而产卵,雄鱼同时排精。由于雄鱼胸鳍基部有一骨质薄片,因而产过卵的雌鱼,在腹鳍上方体侧留下一白斑状伤痕。

在浅水湖库中,大银鱼多集中在有零星沉水植物或枯萎水草



分布的湾汊内产卵。没有植物的水域,多在水深 1.5~2 米沙砾底质处产卵,有水流处产卵群体较为集中。产卵初、中期,产卵场中雄鱼多于雌鱼。产卵高潮出现在傍晚和夜间,白天一般不产卵。

## (五)生活习性

### 1. 栖息水层和场所

(1)中上层鱼类 鲢、鳙通常栖息在水体的中、上层,鲢在上层,鳙稍下。鲢性情活泼、暴躁,善跳跃。鳙性情温顺,行动迟缓易捕捞。鲢、鳙、鳊等是典型的江湖洄游鱼类。鲢、鳙平时栖息在江河干流及其附属水体中摄食育肥。冬季水位降落,成体又到干流河床或深水处越冬,未成熟个体仍在附属水体中越冬;汛期涨水时,成熟个体集群上溯到江河上游产卵。

(2)中下层鱼类 草鱼、青鱼、团头鲂、鲈、鳊、鳙、淡水白鲢、棱鱼等多为中下层鱼类。草鱼多在水体中下层活动,觅食时也在上层活动。青鱼常栖息在水的下层,很少到水面。草鱼比青鱼活泼,游泳快,抢食能力强,善远跳,常在淹没的浅滩草地和泛水区以及干流附属水体中摄食育肥。团头鲂适应栖息于底质为淤泥、有沉水植物的敞水区。

鳊、鳊、淡水白鲢等喜欢栖息于静水或微流水中,尤其是水草繁茂的湖泊、河流或水库的岩缝中。春季天气转暖时,鳊游到浅水区觅食,白天卧于穴中,夜间,鳊常到岸边草丛中觅食。夏秋季鳊摄食旺盛,没有钻卧穴洞的习性。淡水白鲢生活在中下层,但在摄食时也会游到中上层去摄食。

鲈、鳊、棱鱼属温带、热带浅海中上层鱼类,喜欢栖息于沿海近岸、浅海湾或江河入口咸淡水区育肥。幼鱼随潮水进入港湾及河口摄食,也常溯河进入淡水水域。退潮后,成群栖息在背风向阳、饵料丰富的地区。冬季水温降低时转入深水处越冬。

(3)底层鱼类 鲤、鲫、泥鳅、鲢、黄鳝、鳢、石斑鱼等均属底层鱼类。



鲤、鲫通常在水底活动,除投喂时很少到水表面,遇到新鲜水非常活跃。鲤的抢食能力比鲫强,而不及草鱼,混养时应加以注意。

泥鳅多栖息于底泥较深的静水或微流水池塘、沟渠、稻田等小型水域中;喜欢中性或弱酸性土壤,平时活动于底层,有时潜入泥中,体色随栖息环境而变化,多与栖息的土色相似。水域缺氧时,泥鳅能到水面用肠呼吸。

黄鳝视力退化,喜暗、穴居底栖鱼类,喜生活在湖汊浅塘、稻田水沟的静水处和水流静缓的江河浅底泥穴、石缝中。黄鳝的洞型复杂,弯曲多叉,一般有2个出口,其中有一出口必须在靠水面处,洞径略粗于鳝体。在自然状态下,黄鳝白天常静伏洞穴中,很少活动,晚上出洞觅食。如有活饵靠近洞口,即使白天也会以敏捷的动作将其拖入洞中。黄鳝喜暗,但不耐长期无光的环境。黄鳝的听觉特别敏锐,对其环境的适应选择等诸多非条件反射特别敏感,在非适应环境中,常游动不止,且游态多显疾速慌乱,直到适应为止。

胡子鲇多栖居在田沟、河川和湖泊等水域中,具有聚居或穴居、耐低氧、能直接利用空气中的氧气、昼伏夜出等特点。

乌鳢通常生活在软泥底质、水草繁茂的静水或水流缓慢的湖泊、河流、水库、沟渠、池塘与低洼沼泽等水域中,多潜伏在水深1米处。

## 2 对环境的适应

(1)水温 按照对水温适应能力的大小,养殖鱼类可分为:热带鱼、温水鱼、冷温鱼和冷水鱼四大类:

热带鱼:遮目鱼、罗非鱼、鲮、淡水白鲳、黄鳝、胡子鲇和石斑鱼等均属热带鱼,其生存温度多为 $10\sim 40$ ,生长适温 $20\sim 30$ ,生长发育的最适温度为 $25\sim 30$ ,不同的种类略有差异。遮目鱼的生存温度为 $8.5\sim 42.7$ , $18$ 以下生长停滞, $12$ 以下停止摄食。



罗非鱼当温度降到 11℃ 时,开始死亡。鲮在水温低于 7℃ 时便死亡,摄食和生长的最适温度为 30~32℃,繁殖的最适温度为 26~30℃。淡水白鲢的生存水温为 12~40℃,适宜生长温度为 21~32℃,最适为 28~30℃,16℃ 以上开始摄食。水温低于 5℃ 或高于 32℃ 时,黄鳝停止摄食,冬眠于洞穴中。黄鳝的适宜生长水温为 15~30℃,最适为 22~25℃。胡子鲇的生存水温为 4~34℃,最适生长发育温度为 25~30℃。石斑鱼的生存温度为 14~32℃,适宜水温 22~28℃,水温低于 20℃ 生长缓慢,水温低于 18℃ 食欲减退。

温水鱼:鲢、鳙、草鱼、青鱼、鳊、团头鲂、鲤、鲫、鲮、泥鳅、鳊、鳊、鲮、棱鱼等均为温水性鱼类,其生存水温为 0.5~38℃,适宜水温为 20~32℃,繁殖的最适温度为 22~26℃,摄食和生长的最适温度为 25~32℃,低于 10℃ 摄食量下降,生长缓慢,15℃ 以上摄食量逐渐增加,20℃ 以上摄食量和生长速度明显增加。

冷温性鱼:大眼狮鲈、大菱鲂和牙鲈属冷温性鱼类,对水温的适应能力介于温水鱼和冷水鱼之间。水温低于 1℃ 或高于 33℃,牙鲈可短期存活,牙鲈鱼种生长的最适温度为 17~20℃,食用鱼养殖的适宜温度为 14~23℃;水温高于 23℃ 或低于 13℃,停止生长,长期处于 27℃ 的环境下易大量死亡。

冷水鱼:鲑、鳟鱼类、香鱼、公鱼和多数银鱼等属冷水鱼。虹鳟的生存温度为 0~25℃,适宜生长温度 12~18℃,最适生长温度 16~18℃,低于 8℃ 或高于 20℃ 食欲减退,生长减慢,超过 24℃ 即停止摄食,以至死亡。一般认为,温度急剧变化超过 5℃ 对鱼会产生不利影响,其原因是鱼不能迅速改变代谢通路和调节渗透机能,但适度的变温对鱼的生长是有利的。

(2) 溶氧 一般的在环境条件适宜时,水中溶氧量达 5 毫克/升以上时,多数养殖鱼类摄食强度大,饵料系数低,生长快;溶氧低于 2 毫克/升时,摄食强度低,生长缓慢,饵料系数高;溶氧量



低于 1~2 毫克/升时开始浮头,直至死亡。但海水和冷水鱼的窒息点明显高于淡水鱼,而淡水鱼类中,具有辅助呼吸器官的鱼类耐低氧能力强(如泥鳅)。一般情况下,随水温的升高,鱼类的耗氧率增高。养殖鱼类的耗氧量随着个体的增长而增加,但耗氧率却随着个体的增长而降低。

(3)pH 值 养殖鱼类生存的 pH 值范围一般在 4~10 之间,鲤鱼为 4.4~10.0,鲢、鳙、草鱼、青鱼为 4.6~10.2;在 pH 值 7.5~8.5 的微碱性水中生长最好,长期生活在 pH 值 6.0~10.0 以外的水中生长受抑制。几种淡水养殖鱼类对酸性水的适应能力由强至弱是:青鱼 > 鳙 > 草鱼,对碱性的适应能力顺序是:青鱼、草鱼 > 鲢、鳙。

水中二氧化碳的含量也影响鱼类的生长、发育和存活。当水中二氧化碳含量低于 30 毫克/升时,鱼生活正常;达 80 毫克/升时鱼呼吸困难,浮在水面;200 毫克/升时,失去平衡死亡。

(4)盐度 养殖鱼类就盐度可分为两大类:狭盐性鱼类和广盐性鱼类。青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲤、鲫、鳊、鲂、鲟、泥鳅、鳅、鲷、石斑鱼等属狭盐性鱼类;罗非鱼、虹鳟、鲈、遮目鱼、鲢、梭鱼、河豚等属广盐性鱼类。

狭盐性鱼类主要生活在淡水中,但对盐度的适应能力较强,可在盐度为 5 的水中生长发育。鲤鱼可生活在盐度高达 17 的水中,鲫对盐度、碱度和水化条件的适应能力更强,在我国西北地区的一些内陆盐碱性湖泊中,其他鱼类不能生存,仅鲫鱼和瓦斯雅罗鱼得以存活。

罗非鱼为典型的广盐性鱼类。莫桑比克罗非鱼由淡水到盐度为 30 的海水中还能正常生长、繁殖。

(5)肥度 一般来说,大多数海水养殖鱼类都喜欢栖息在清瘦的水中,而大多数淡水养殖鱼类则有较强的适应肥水的能力。鲢、鳙、鲫、鲢喜欢生活在肥水中,草鱼、青鱼、鳅和鲑鳟鱼类喜欢栖息



在较瘦的微流水中。鲤、鲫、鲮既可生活在肥水中,也可生活在流水或有机质丰富的水中。不同鱼类混养在一起正是利用了它们的食性、栖息习性上的互利、互补作用,从而有效地提高养鱼的效益。

池塘施肥和鱼类代谢物的积累使水体中的氨氮含量增加,不同种类和规格的养殖鱼类的非离子氨半致死浓度不同,一般来说,喜欢栖息在较瘦的微流水中的鱼类对氨的毒性更敏感,多数海水养殖鱼类较鲢鳙等淡水鱼对氨的耐受力更弱一些;同种鱼类随着规格的增大,对氨的耐受力逐渐加强。



## 第二章

# 主要养殖鱼类的人工繁殖

## 一、生物学特性

### (一) 性腺发育

1. 卵巢 大多数养殖鱼类的卵巢成对,有鳔的位于鳔的两侧,呈囊状,囊壁薄而有弹性,卵巢外复有一层腹膜,腹膜下面是一层有结缔组织构成的白膜。卵巢发育过程分为六期:

第一期:卵巢呈细线状,灰白色,半透明,紧贴在鳔的两侧上方的体腔膜上,肉眼分辨不出雌雄。组织切片上卵巢内仅有第一期卵母细胞。家鱼秋花和春花鱼种及在自然海区捕到的当年花鲈的性腺属于此期。鱼类在一生中只有一期卵巢,产过卵的鱼无此期卵巢。

第二期:呈扁带状,肉白色,半透明,表面血管不明显,撕去卵巢薄膜显出花瓣状纹理,这时切片的蓄卵板,肉眼看不见卵粒。组织切片上有第一、二期的卵母细胞,而第二期的卵母细胞占的面积



大。第 期卵巢有三种来源,未成熟个体的第 期卵巢是由第 期过渡来的;产过卵的个体的第 期卵巢由第 期转变过来的;性成熟而未产卵的个体由第 退化而来。这期卵巢持续的时间较长。当鱼类遇到不良环境时,此期卵巢的抵抗力较强,不易受到破坏。

第 期:卵巢体积显著扩大,呈灰色或褐灰色、黄色、淡黄的乳白色,肉眼可见到卵粒,但不能分离。组织切片上,卵巢中有第 、 期的卵母细胞,第 期卵母细胞的面积占优势。

成熟个体的卵巢才能达到第 期。这期卵巢持续时间比第 期短,约 2~6 个月。鲢、鳙、草鱼、青鱼等几种养殖鱼类的成熟个体卵巢在秋末春初为此期。初春第 期卵巢向第 期过渡。因此,春季解剖雌鱼,其卵巢达到第 期了,这样的鱼只要进行精心培育,当年产卵是有希望的。如果雌鱼的卵巢,在春季才到第 期,就是精心培育,当年也不会产卵。若环境条件不好,尤其是营养条件差,该期卵巢还会退化。

第 期:卵巢体积扩大,充满体腔,表面血管粗而清晰,卵粒大而明显,容易分离。鲢、鳙、草鱼、青鱼的第 期卵巢呈青灰色或灰绿色,鲤、鲫呈橙黄色,黑鲟、鲮呈淡橘黄色,鲇呈黄色略带绿色。组织切片上有第 、 、 期的卵母细胞,第 期卵母细胞占优势。

由第 期发育到第 期大体分为三种类型:

完全同步,即第 期的卵母细胞在短时间内近乎同时转变为第 期卵母细胞,之后等时性长大,因而在第 期卵巢中只有 、 期的卵母细胞。分批同步,即部分第 期的卵母细胞过渡到第 期,另一部分仍停留在第 期,第 期的卵母细胞是等时性长大。分批非同步,与分批同步的区别在于:过渡到第 期的卵母细胞是不等时性长大。一般认为,鲤、鲫属非同步的,一年可产卵二或三次;而鲢、鳙、草鱼、青鱼属同步的,一年产一次卵;罗



非鱼和淡水白鲢是典型的分批非同步的,一年产卵数次。

第 期:卵从滤泡中排出,成为流动的成熟卵,卵巢呈青灰色,卵粒由不透明转为透明。此时把鱼从水中取出或轻压腹部,卵粒可从生殖孔流出。组织切片上卵巢腔中有大量的第 期卵母细胞。一次产卵鱼类卵巢中仅有第 、 期卵母细胞,而多次产卵鱼类的卵巢中除有第 、 期卵母细胞之外,还有第 期卵母细胞。

卵巢从第 期末过渡到第 期的时间很短,仅十几小时,并要求一定的生理和生态条件,如脑垂体中腺垂体分泌促性腺素,或人工注射激素,外部还要有一定的水温、水流及雄鱼等。人工培育的四大家鱼,只有注射了催情药物之后才能取得第 期卵巢,否则,卵巢发育到第 期为止,然后退化。

第 期:外形上卵巢中卵子大部分产出,体积明显缩小,卵巢松软,表面充血,出现紫红色瘀血现象,部分未排出的第 期卵已过熟呈白浊色斑点。组织切片上卵巢中有大量的空滤泡和未产出的退化卵。一次产卵鱼类卵巢中有第 、 期卵母细胞,多次产卵鱼类的第 期卵巢中则有 、 、 期卵母细胞。

产卵后的第 期和四大家鱼未经催情的第 期卵巢,在水温 30 以上时开始退化,而逐步过渡到第 期。

## 2. 精巢 主要养殖鱼类精巢发育过程主要分为六期:

第 期:从外部形态上看,呈细线状,肉色,紧贴在体腔壁上,肉眼无法区分性别。从组织切片上看,精原细胞分散分布,体积较大,春片鱼种的性腺处于此期,该期精巢在一生中仅出现一次。

第 期:精巢为细带状,白色半透明,血管不明显,肉眼可辨出雌雄。组织切片上,精原细胞数量增多,排列成束,构成实心的精小叶。2 龄四大家鱼的精巢处于此期,且是由第 期精巢发育而来的,终生只出现一次。

第 期:外形呈柱状,白色或淡黄色,表面光滑,挤不出精液。在组织切片上,实心的精小叶中央出现管腔,2~3 龄的家鱼精巢



处于此期,且是由第 期精巢发育而来;性成熟雄鱼的 期精巢可由 期精巢退化而来或由 期精巢排精后回复到此期。这可能是在相同环境下雄鱼成熟均早于雌鱼的原因。

第 期:精巢宽大,乳白色,出现皱褶,早期挤不出精液。在组织切片上,此期为初级精细胞分裂为次级精细胞、次级精细胞又分裂为精细胞的各个阶段综合体。性成熟的雄性家鱼以 期精巢越冬。

第 期:精巢外形已充分成熟,柔软,轻压腹部生殖孔附近即有精液流出。从组织切片上看,精小囊的管腔内充满了精子细胞及正在变态的精子,性成熟雄鱼在繁殖季节精巢达此期。

第 期:精巢中精子已大量排出,精巢的体积大为缩小,由乳白色变为粉红色或淡黄色,局部充血。精小囊壁只剩下结缔组织及少量初级精母细胞和精原细胞,囊腔及小叶中尚残留少量衰老的精子或完全没有精子。

## (二)影响鱼类性腺发育成熟的外界条件

1. 营养 鱼类生长和发育与营养条件密切相关,性腺正常发育要从外界摄取大量的营养物质,营养条件是影响亲鱼性腺发育的主要因素。仅在秋冬季,多数养殖鱼类亲鱼的性腺正处于小、大生长期,卵径增加 10 倍,蛋白质和脂肪含量呈直线上升。这时卵巢发育所需的蛋白质和脂肪主要靠外界食物,足见秋季培育的重要性。春季卵巢发育所需的蛋白质主要来源于食物,而脂肪和糖则主要来源于体内肌肉和肝脏,也就是说春季培育亲鱼应投喂蛋白质含量较高的饲料。

鱼类性腺发育还与身体的含脂量有关。性腺发育所需的大量营养物质,一方面来自外界食物,一方面来自体内贮存的脂肪。秋天养的好的亲鱼,身体肌肉积累一定的脂肪,肠系膜上也贮存很多脂肪,性腺从第 期发育到第 期,体内含脂量显著增加,到了春天,随着性腺发育,肠系膜上的脂肪逐渐减少。当性腺发育到第



期,这些脂肪大部分已转移到卵母细胞中。

过多的营养积累,使鱼体过胖,如不采取措施使其转移到性腺中去,也会抑制性腺发育。实践证明,用流水刺激可以使过肥的鱼体内脂肪迅速转移到性腺中去,提高催产效果。

2. 温度 鱼类是变温动物,温度对其生长发育的影响远比恒温动物大。我国淡水养殖的几种鱼类都是温水鱼类,水温低于 $13^{\circ}\text{C}$ 或高于 $30^{\circ}\text{C}$ ,生长发育均受影响,但是,鱼类生长和性腺发育对水温的要求有一定差别。如水温低于 $13^{\circ}\text{C}$ 时,这几种鱼基本停止生长,但低温对其性腺发育和卵黄形成又是必不可少的条件,同时,高温能促进卵黄的退化和吸收。

淡水养殖的几种主要鱼类性腺发育和成熟的适宜水温为 $22\sim 28^{\circ}\text{C}$ ,低于 $18^{\circ}\text{C}$ ,性腺发育速度缓慢,往往停止在第Ⅱ期或第Ⅲ期初,而不向第Ⅳ期末过渡,更不能发育到第Ⅴ期,水温高于 $30^{\circ}\text{C}$ ,性腺发育容易过熟而很快退化。通过实践总结,鱼类性腺发育与水温呈正相关。

3. 光照 鱼类的生长与发育和光照有一定关系。较长和较强的光照对家鱼的生长都是不利的,但对性腺发育则有一定的益处,如南方地区浅水池塘温度高,光线强,鱼类生长慢,成熟个体小,性成熟早,一般大中型水域中家鱼生长快,性腺发育较慢,这可能与光照强度有关。实验证明,延长光照时间可使长日照鱼类性腺提前成熟、产卵;用短日照使短日照鱼类提前产卵。人们采用补充光照来延长日照,已成功地使河豚、虹鳟等提早 $3\sim 4$ 个月繁殖。因此,春季培育家鱼亲鱼中适当浅水,不仅升温快,而且也能增加光照强度,促进其性腺发育。

4. 溶氧量 大多数养殖鱼类性腺正常发育要求的溶氧量为 $4$ 毫克/升以上,水中溶氧量低于 $2$ 毫克/升时开始浮头,当低于 $0.5\sim 0.6$ 毫克/升时,出现严重浮头,甚至死亡。当水中溶氧量不仅早上低于 $2$ 毫克/升,而且下午也低于 $2$ 毫克/升时,养殖鱼类食



欲减退,性腺发育严重受影响。性腺发育愈好的亲鱼,需氧量愈大,愈不耐低氧,这就是亲鱼缺氧时首先死亡性腺发育好的亲鱼的原因。因此,亲鱼池要具有增氧或充气设备,培育中要注意观察水质,定期注入新水或勤换水,调节水质。

5.盐度 淡水养殖鱼类在盐度较大的水中生长缓慢,性腺发育差,发育成熟的也会出现卵径小,孵化率低等现象。因此,家鱼繁殖场不宜建在盐度较高的地方。

### (三)脑垂体、下丘脑与性腺发育的关系

1.脑垂体 鱼类脑垂体位于间脑腹面,与下丘脑相连。整个脑垂体分为神经部和腺体部,神经部与下丘脑以神经纤维相连。腺体部可分为前叶、间叶和后叶,其中间叶里贯穿了神经部最大的分支,在神经分支的周围和间叶内部都有微血管网,细胞分泌的多种激素通过微血管输送到体内各相关的器官组织中去。脑垂体是内分泌系统的中枢,能产生多种激素。与性腺有关的是促性腺激素(GTH),它具有促进雌鱼卵细胞的生长、发育和成熟排放的功能;对雄鱼具有类同的生理功能,促进精巢内精子的形成,刺激精巢合成和释放雄性激素,并进一步诱导排精。

鱼类脑垂体分泌的促性腺激素,有两种类型:一种是相当于哺乳动物的促滤泡激素(FSH),主要促进精、卵细胞生长发育和卵黄积累;另一种是相当于哺乳动物的促黄体激素(LH),主要促进精、卵细胞的最后成熟和排放。

2.下丘脑 下丘脑是脑的重要组成部分。位于间脑的腹下放,通过垂体柄与脑垂体紧连,下丘脑中的一些神经细胞能分泌神经激素,传递到脑垂体,控制脑垂体分泌激素的活动。鱼类在性腺发育、成熟、排卵和产卵过程中,它的外感受器——视觉、触觉和侧线器官,接受外界环境的刺激,把信息传递到脑,再由脑传递到下丘脑。下丘脑担负着承上启下的作用,其神经分泌细胞立即合成和分泌促性腺激素释放激素,通过毛细血管或神经纤维传入脑垂



体间叶,而触发间叶细胞合成和分泌促性腺激素。促性腺激素进入血液循环到性腺,促使性腺产生性激素和促使精、卵细胞发育成熟及排卵、产卵和排精。

## 二、亲鱼的培育

### (一) 亲鱼的采捕、选择和运输

在鱼类养殖业中,用于繁殖后代的成熟个体称为亲鱼或种鱼。亲鱼的来源有二:有计划地自育,培育出性状优良、体质健壮的亲鱼;也可从池沼、水库、湖泊、海洋中选捕。选捕亲鱼时应注意下列几点:

1. 捕捞时间 淡水主要养殖鱼类亲鱼的采捕时间以秋末(10~11月)和初春(3~4月)、水温7~10℃较好。这两个季节水温适宜,鱼活动力弱,不易受伤;有条件的宜秋末采捕,使亲鱼有较长的适应和培育期。

2. 捕捞工具 网具要柔软、光滑、网目小,以防止亲鱼受伤。应尽量用尼龙编织的拉网或定置网具。

3. 亲鱼的选择 选择亲鱼时应以年龄为主,体重为辅,雌雄比例要适当,一般以雌1雄1.5为适,避免雌多雄少。应选择鱼体饱满、体大、无伤、无病,体色正常的鱼作亲鱼。留作亲鱼的鱼应是体光滑完整无伤,或鱼体擦伤面积不超过20%,手摸无粗糙感,身体成块绯红而粗糙的面积不超过15%,鳞鳍完整,眼不淤血,注意必须是纯种。

### (二) 亲鱼培育

亲鱼培育是鱼类人工繁殖非常重要的一个环节。亲鱼培育的好坏,直接影响到性腺的成熟度、催产率、鱼卵的授精和孵化率,因此必须重视亲鱼的培育。亲鱼性腺发育的优劣直接与养殖管理有关。养殖管理得好,符合鱼类性腺发育的需求,就能培育出性腺发



育良好的亲鱼;反之性腺就不能达到要求。所以说亲鱼是鱼类人工繁殖的物质基础,性腺发育是人工繁殖的关键,而亲鱼培育则是关键中的关键。而只强调催产和孵化技术,忽视亲鱼培育;只强调春季强化培育,而忽视产后培育,是绝对搞不好鱼类人工繁殖的。

### 1. 亲鱼池

(1)土池塘 亲鱼池要临近水源,注排水方便,以利于经常冲水和调节水质。亲鱼池的大小并无严格要求,3~5亩,水深2.0~2.5米,长方形为宜,培育池不宜太大,以利水质的调控;并可避免由于分批催产造成的多次拉网,促使亲鱼性腺退化的问题。凡水源充足、质地平坦的鱼池或同类型的水体都可作为亲鱼培育池。水肥的池塘适宜培育鲢、鳙,瘦水池或渗水严重的池塘可用于培育草鱼或其他肉食性鱼类。亲鱼池应每年清塘一次,清除野杂鱼,杀死敌害动物、细菌和一些水生植物,并改良水质,也可趁机维修池塘。

(2)室内水泥池 海水鱼的亲鱼培育多采用室内水泥池。亲鱼池的水源首先要考虑取水点海水的理化指标:水温变化速度较慢、幅度较小,溶氧充足,透明度高,无赤潮和污染,风浪较小,水较深。亲鱼池应尽量靠近取水点,在能顺利排水的前提下,养鱼池与海平面的高度差越小越好,以便最大限度地节省电费,降低生产成本。

### 2. 亲鱼放养

(1)放养密度 一般每亩放养鲢、鳙100~200千克,约鲢15~20尾或鳙10~15尾;草鱼每亩放养120千克,约18~20尾;青鱼每亩放170~200千克,约10~15尾,鲤每亩放150~200千克,约50~100尾。鳊、鲂等亲鱼的放养密度为每亩75~100千克。主要养殖鱼类的雌雄比例最好是1.0:1.5,放养密度与池塘条件,养殖技术有关,条件好的,有专业技术人员管理的,可适当多放些。

(2)放养方式 海水鱼类的亲鱼在室内水泥池中培育时多采



用单养,淡水鱼类亲鱼可以混养,也可单养。但亲鱼混养,势必会有一种鱼受到影响,而单养又不能充分利用水体和天然饵料,不利于水质的调节。因此,一般采用混养的方式,混养种类要根据各种鱼的习性适当搭配。同时,亲鱼应以性腺发育的好坏,分等级实行雌雄鱼配组饲养,以便按发育的好坏依次催产,避免多次重复拉网,造成鱼体受伤。

### 3. 亲鱼的饲养管理

(1) 鲢、鳙等滤食性鱼类亲鱼的饲养管理 鲢、鳙吃水中浮游生物,一般采用施肥培育水中天然饵料生物为主、辅助投喂人工饵料。春初解冻后,清塘、放水、施肥、放鱼。鱼池清理后,放水 70 厘米,立即施基肥,每亩施 500 ~ 100 千克左右,待药性失效后放鱼,同时,施氮肥和磷肥 3 ~ 4 千克,7 天后,池水逐渐变肥,以后根据水质情况定期施肥,催产前半个月停止施肥。

根据水的肥瘦情况,应不断的注水或换水,逐渐加深水位,调节肥度,一般在池水水质良好的情况下,每 10 天注水一次,每次注水 10 厘米左右,也可同时放出一部分水。培育后期,每周注水一次,每次注水 15 厘米左右,排水方便的鱼池在催产前 10 天左右,最好使池水形成微流。

施肥的目的是培育天然饵料,为亲鱼性腺发育提供营养物质,但水质过肥对亲鱼性腺发育不利,因此需要不断注水和换水,保证水质,提高溶氧,促进性腺发育,又利于饵料生物的繁生。好水的水色为黄褐色、褐色和褐绿色、油绿色,其营养丰富,溶氧充足。

催产后的亲鱼转入夏秋两季培育,这个时期不必常注水,但必须保证亲鱼池中的饵料数量,若池中天然饵料不足,除了施肥外,还要投喂人工饵料,日投喂率为鱼体重的 2% ~ 4%。

(2) 草亲鱼的饲养管理 草鱼比较贪食,吃食强度随水温而变化,春天水温低,吃食量少,以精饲料为主,水草为辅,精饲料的日投喂量为鱼体重的 2% ~ 3%。常用的精饲料是大麦芽、豆饼,最



好投在饵料台上。五月中旬以后以草为主,精饲料为辅,逐步过渡到全部喂草。每日投喂两次,投入池中的饵料台内,投喂量随水温和吃食情况而定,一般为鱼体重的 20% ~ 49%,以 3 小时左右吃完为好。草要嫩,防止变质发霉,要及时清除残草。培育期内不要施肥,池水保持清新,应常注水或流水培育,以便促进性腺发育。一般一周注水一次,培育后期最好流水。

其他管理措施和鲢、鳙相同。

(3)青鱼亲鱼的饲养管理 青鱼亲鱼吃食不稳定,投饲方法是定点和散点投喂相结合的方法。定点是把饲料投在离岸 1 米左右的池底,;散点投喂是全池投豆饼和麸皮,日投喂量为 10% 左右,用河蚌肉、豆饼、麸皮等混合物蒸熟成团投喂,效果也很好。青鱼对食场条件要求严格,所以食场要保持清洁,投喂前捞出食物残渣和淤泥。青鱼喜欢清水,在培育初期适量注入新水,中、后期加强冲水,二三天注水一次。

人工催产后的亲鱼身体多伤、瘦弱,最好放在水质清新的池塘中饲养一段时间,然后再进行投喂,强化培育。家鱼第一期性腺发育至成熟需要 50 ~ 60 天;为了提前催产孵苗,应尽量提早分塘,同时在饲养过程中保持安静,不要随便拉网检查,发现鱼病及时治疗。

(4)鲤亲鱼的饲养管理 亲鱼培育与草鱼亲鱼培育相似,也要加强培育,每天投入人工饲料 1 ~ 2 次。每天投喂量为鱼体重的 5% ~ 10%。亲鱼池水位应先浅后深,并需要冲水以利性腺发育。

总之,鲤科亲鱼培育要做到:早春浅水培育,中期肥水培育,后期活水培育,产前流水培育,产后强化培育。

(5)肉食性鱼类亲鱼的饲养管理 在鳊亲鱼培育中,应投喂麦穗鱼、虾虎鱼、鲤、鲫、鲢、鳙等适口的活鱼,保证充足的营养。饵料鱼可一次投足,也可分期投入,其适宜规格为鳊体长的 30% ~ 60%,鲇、鲈、鲢、鳊和回等亲鱼可投喂鲜杂鱼和活沙蚕,为降低饵



料成本,可在鲇和回饲料中添加动物内脏和颗粒饲料。

除营养之外,适宜的水环境也是亲鱼培育中应注意的问题,在土池培育中,开春后池塘水位应浅一些,以提高水温。如池底淤泥较厚,水质较肥,应设增氧机并经常注入新水。室内水泥池培育时,应适时充气,池顶遮光,换水率为3~5倍/天。为了缩短养殖周期,生产上通常采用升温,调节光照,使其在秋季繁殖,春季放养大规格鱼种,当年即可达到食用规格。

### (三) 催情产卵

通过注射外援激素促使亲鱼性腺发育成熟和产卵称为催情产卵,也称催产。在池塘中养殖的家鱼亲鱼,虽然卵巢能够发育到第 期,卵细胞长足大小,充分积累卵黄,达到生长成熟的程度。但是不能从第 期过渡到第 期,即卵细胞达到生理成熟,从滤泡膜中脱离出来,成为游离状态,因此不能产卵。池养家鱼之所以不能成熟和自行产卵授精,是因为池塘中缺乏家鱼繁殖所必需的外界综合生态条件的刺激,因而其下丘脑和脑垂体不能充分分泌足够的促性腺激素释放激素和促性腺激素,不能激发性腺向排卵、产卵状态过渡。所以,在这种情况下,人工向鱼体注射催产的外援激素,就能够弥补鱼体自身分泌激素的不足,从而促使亲鱼性腺发育成熟和产卵、排精。因此,催情产卵的关键就是注射催产剂。

1. 催产剂的种类和作用 目前鱼类人工繁殖生产中经常使用的催产剂主要有鱼类脑垂体促性腺激素、绒毛膜促性腺激素(HCG)和促黄体生成素释放激素类似物等3种。近年来还有促排卵素3号(LRH-A3)和地欧酮等。

(1) 脑垂体 脑垂体中含促性腺激素,一般用鲤鱼的脑垂体。选择性成熟或接近成熟的鱼,在产卵季节前摘取,这时激素的含量较高,产卵后的激素含量较低,雌雄鱼的均可。鱼的脑垂体含有鱼本身所需的促性腺激素,因此催产效果较好。

(2) 绒毛膜促性腺激素 这是从孕妇尿液中提取的一种促性



腺激素,为白色或淡黄色粉末。其催产效果较脑垂体稍差,特别是对草鱼催产效果不好,故草鱼一般不用此类催产剂。多年使用该催产剂的亲鱼,体内会产生抗体,使其催产效果降低。本产品吸潮后易变质,生物活性迅速下降,须在阴凉低温处保存。

(3)促黄体生成激素释放激素类似物 是人工合成的一种激素,其作用类同于鱼的下丘脑分泌的促性腺激素释放激素,催产效果较好,特别是对草鱼的效果最好。因为是通过脑垂体影响性腺,所以效应时间较其它激素长些。本品为白色粉末,避光干燥保存。

## 2.催产的设备与工具

(1)产卵池 产卵池是给亲鱼提供一定生态条件、供亲鱼产卵和收集鱼卵的场所。因此产卵池应设在离亲鱼培育池、孵化设备较近和注排水方便的地方,以减少亲鱼和鱼卵运输的伤亡。

产卵池一般为圆形,由冲水装置、产卵池和集卵池组成。直径6~10米,深1.5米,池底中心较四周低15厘米左右,中央最低处设圆形出卵口,上盖拦鱼栅。出卵口由暗管引入集卵池。接卵池长2.5~3.5米,宽2米左右,内壁两侧设宽40厘米的操作台阶,台阶比池上缘低40厘米左右,以供捞卵。接卵池设两道沟槽,前一道装木闸板,后一道装集卵箱,排出口也设一道木板闸。

产浮性卵鱼类的产卵池采用溢流排水,出水口处放集卵槽,槽内悬挂质地柔软的集卵网箱,产出的卵随水流通过溢水口集中于集卵网箱内。

(2)催产用具 催产用具主要有鱼夹子(用布作成,长度有1.5米左右,高50厘米左右,一头缝住,一头敞开,上穿两根木棍)。白瓷盆、小捞子、消毒盆、注射器、研钵、生理盐水、毛巾、大羽毛和集卵箱等。

3.催产季节 家鱼人工繁殖最适宜的时间,主要根据气候、水温和亲鱼性腺发育情况而定。一般适宜催产水温为20~28℃,最适温度为22~26℃。我国幅员辽阔,各地气候条件不一,家鱼的



催产期也不近相同,长江中下游一般是在5月下旬,华南地区一般在5月初,华北在5月底至6月底,东北是6月中旬至7月上旬。

从性腺成熟到精卵开始退化之前就是鱼的催产期,在催产期中,又有一个适当催产期,此时进行催产,效果较好,这个时期很短促,鲢、鳙大约30天左右,草鱼还要少些,因此,如何抓住这个时期,就显得尤为重要了。

为了提早获得鱼苗,延长苗种培育期,尽可能培育大规格的鱼种,就必须在可能的条件下尽量提前催产。但是,确定催产日期要根据时间、气候、水温、亲鱼的成熟情况、养殖周期和物候标志等。亲鱼的性腺是否达到末期是确定催产日期的内因,通常在催产前抽查亲鱼的成熟度,以确定催产日期。一般的情况下,多年产卵的亲鱼成熟早,初产的亲鱼成熟晚。家鱼春季分塘后培育60天左右就可以催产了。

催产前发育成熟好的亲鱼,在无风或微风的早晨或傍晚及无风晴天的中午到水上层成群追逐,频繁而激烈地活动;另外,成熟好的亲鱼,食量减少,甚或停食,根据所有这些可以决定催产日期。

4. 成熟度鉴别 亲鱼成熟度鉴别的主要方法为“看、摸、挤”。看,就是看亲鱼腹部大小,卵巢在体内流动情况和生殖孔形状及颜色,卵巢向后伸的位置;摸,就是摸腹部柔软程度、腹壁的厚度和卵巢的弹性;挤,就是用手挤腹部,看生殖孔是否有精液往外流,肛门是否有粪便,有粪便说明鱼还在吃食,应晚几天催产。

雄鱼成熟良好的标准是:用手轻轻挤压后腹部,从生殖孔有较浓的白色精液流出,入水即散。雌鱼成熟良好的标准是:腹部膨大,后腹部柔软,腹壁薄且有弹性,倒立鱼体卵巢向前移动,腹部向上时两侧下垂,生殖孔突出呈粉红色。

#### 5. 催情注射

(1) 注射剂量 催产时亲鱼单位体重的用药量叫剂量,一般用微克/千克( $\mu\text{k}/\text{kg}$ )。影响剂量大小的因素有:性腺的发育情况、



催产期、水温、催产药物的好坏等,一般的情况下,北方注射的剂量比南方高一点,雄鱼的剂量是雌鱼的一半。

(2)注射液的配制 各种催产剂均需用注射水或生理盐水溶解或制成悬浮液,方能注入鱼体,注射药液量依鱼体大小而定,一般每尾注射 2~4 毫升。注射药液量过少,药的浓度较大,配制和注射过程中的损失大,相对误差大;注射药液量过多,注射时间长,操作不便,再者,过多的水注入鱼体,对鱼体液的渗透调节不利。注射用具在使用前要消毒,一般煮沸 30 分钟。

(3)注射部位、方法和次数 注射分为体腔注射和肌肉注射,两者效果相同,但多采用前者。注射前,应将注射液摇匀,排出注射器内的空气,用毛巾擦干注射部位的水,用酒精或碘酒消毒后再进行注射。

体腔注射:是在胸鳍基部无鳞处,,将针头朝鱼体前上方与鱼体表面成 45°角刺入体腔,慢慢注入药液,针头不能刺的太深,一般约 1.5 厘米左右,以免刺伤内脏。

肌肉注射:常有两个部位,一是背鳍与侧线之间的部位,用针挑起一片鳞片,与体轴呈 45°角刺入肌肉,慢慢注入药液,刺入约 3 厘米,以免药液外溢;另一种是在背鳍后基部中线无鳞处,偏向一侧肌肉注射,刺入深度不变,这种方法安全、简便,所以被经常采用。

注射次数:分一次注射和两次注射。一次注射就是把预定的药量,一次全部注入鱼体;两次注射就是把预定的药量,分两次注入鱼体。第一次注射药量为第二次注射药量的 10%~20% 左右,第二次将剩余的药全部注入。必须注意的是要注意控制第一次的药量,特别是对于成熟较好的亲鱼,更要严格控制。第一针药量过高,容易使亲鱼早产,且产的不好,而且授精率低。雄鱼一般只注射一次,是在雌鱼第二次注射时注射的。

两次注射间隔的时间,根据水温而定,水温高,间隔短;水温



低,间隔长,一般 12 小时左右。成熟较差的亲鱼,适当延长两次注射的间隔,并以流水刺激,有利于亲鱼发情、产卵。

## 6 发情与产卵

(1)效应时间 亲鱼自末次注入催产剂到发情产卵的时间间隔叫做效应时间。效应时间的长短与水温、注射次数、催产剂类型以及亲鱼的种类及生态条件有关,一般水温高,效应时间短;水温低,效应时间长;两次注射比一次注射的效应时间短;HCG 的效应时间比 LH - RH - A 短;成熟好的亲鱼效应时间短,成熟差的长,但与温度的关系最大。

(2)发情、产卵 成熟的亲鱼注射适量的催产剂后,在正常情况下经过一定的时间,就会出现相互追逐的兴奋现象即发情。开始时,雄鱼主动接近雌鱼,并以鳃盖或头部推挤雌鱼,雌雄鱼在水下追逐,水面时常出现大的波纹,并不时地露出水面,形成浪花,此时即达到发情高潮。冲水对亲鱼发情有一定的刺激作用,特别是成熟稍差的亲鱼,冲水可得到较好的效果。但冲水时间不宜过早,水量不宜太大。一般在发情前 2 小时左右开始,发情后水流要适当减小。产完卵要加大水流冲卵。

发情的亲鱼达到高度兴奋后,常常见到雌鱼被几尾雄鱼紧紧追逐,摩擦雌鱼腹部,甚至将其抬出水面,有时雌、雄鱼急速摆动身体,或腹部靠近,尾部弯曲,扭在一起,颤抖着胸、腹鳍产卵、排精。这种亲鱼自行产卵、排精,完成授精作用的过程叫自然产卵授精。一尾亲鱼开始产卵后,每隔几分钟至十多分钟成群产卵一次,大约经过 2~3 次产卵,才能产完。授精卵在流水的冲动下,很快就会进入集卵箱。此时,应及时捞去,除去杂草和污物,过数放入孵化设备内孵化。家鱼卵的记数方法是:用碗量出总碗数,然后乘以一碗的数量即总卵数。黏性卵的记数方法是:取一定面积的附卵密度较有代表性的卵巢,算出卵的密度,再乘以面积就是卵数。海水鱼授精卵的记数有容量法和重量法,容量法:将卵收集在一定容积



的容器内,加水到一定容积,充气搅匀后,用 100 毫升的小烧杯随机取出 3 次,记数,再乘以体积数,即得卵数;重量法:用 80 目的筛绢网收卵,滤去水后称重,再记数一定重量的卵,两者相乘即为鱼卵数。

人为地使精、卵混合在一起,完成授精过程,即人工授精。人工授精的关键是掌握效应时间。过早过晚都不好,人工授精有干法和湿法两种:

**干法授精:**将发情至高潮或到了预期发情产卵时间的亲鱼捕起,一人抱住鱼,头向上尾向下并用手按住生殖孔,另一人用手握尾柄并用毛巾将鱼体腹部擦干,随后用手轻轻挤压腹部,先后部,后前部,把鱼卵挤入盆中,然后将精液挤到鱼卵上,用羽毛或手均匀搅动 1 分钟左右,用水冲去多余精液,然后将卵放入孵化器内孵化。

**湿法授精:**把精液、卵迅速同时挤入盛水盆中,带水授精。自然授精与人工授精相比,优点较多(表 2-1)。因此,当亲鱼性腺成熟、体质壮,雌雄比例适宜时,应尽量进行自然产卵、授精。

表 2-1 鱼类繁殖中两种授精方法的比较

自然产卵	人工授精
1. 精、卵质量较好	卵的成熟度不好控制,质量差
2. 亲鱼受伤少	亲鱼受伤机会多
3. 在雄鱼少,受伤重或水温不适时,效果较差	受人为因素的影响,条件限制多
4. 不利于进行人工杂交改进	便于进行鱼类人工杂交

### 三、孵化

#### (一) 孵化设施

1. 孵化缸 孵化缸成本低,移动方便,机动灵活,适于中小型



生产。孵化缸由缸身、缸罩和附件组成。缸身由铁皮或塑料制成，漏斗形或圆锥形，高1米左右，上下口径视容水量和生产规模而定。小型孵化缸在底部中央有一进水口，口径2厘米，长10厘米，下端与橡皮管相接。大型孵化缸在底部有多个进水管，呈切线方向排列，利于水体转动。缸罩是用锌铁皮或软塑料制成的，上口径大，下口径小，高25厘米左右，外复以60目的铜丝网或尼龙网。附件包括支持缸身的铁架、胶管及控制水流的龙头或夹子及管道。

2. 孵化环道 孵化环道是当前大量生产鱼苗比较理想的一种方法。它的优点是：容量大，操作方便，节省人力，经久耐用，孵化率高。

## (二) 孵化管理

1. 放卵密度 根据水质、水温来定，要求鱼卵要能均匀分布。一般的孵化缸放卵密度为3 000~4 000粒/升。环道中放卵密度要以水温、水质、流速而定，一般每立方水放卵40~80万粒。

2. 孵化管理 放卵前要把孵化容器彻底消毒，洗刷干净，仔细检查容器的各部分，防止漏水跑苗。放卵后要注意洗刷筛绢网闸，尤其是在鱼苗出膜前期更要及时洗刷，以免卵膜附着在筛绢网上，造成出水不及而压破鱼卵，压死鱼苗，或使卵苗随水漫出筛绢网闸溢出池外。

孵化期间要根据胚胎发育分期给予不同流量。从卵裂到鱼苗出膜前，水的流量要求以能把鱼卵冲到水面后，缓缓下沉为宜，流量一般为7~12升/分。鱼苗出膜后至平游前，流量可适当增大，鱼苗开始平游后，可适当减少至5升/分。

定期检测水温、水质和胚胎发育情况，预防水霉发生。在家鱼孵化过程中，经常会出现卵膜早溶现象，严重影响孵化率。造成这种现象的原因有：卵的质量差、pH过低或过高、硫化氢较多。在水质正常的情况下，用10毫克/升高锰酸钾溶液浸泡鱼卵，以便使卵膜增硬加固，在一定程度上可预防卵膜早溶。



如果孵化容器中出现大量的大型浮游动物,可用 0.5 毫克/升的晶体敌百虫杀灭。

鱼苗鳔形成能平游自如以后,可出苗下塘。出苗的方法是:先将开关关闭,排出三分之一的水,然后连水带苗移到网箱内过数。

### (三)产黏性卵和沉性卵鱼类的繁殖

鲤、鲫、团头鲂、虹鳟和红旗东方豚等都是产沉性卵且具黏性卵的鱼类,人工繁殖的设备和方法有两种:利用鱼巢并池产卵和人工催情产卵,前者使用较普遍。

1.产卵池 产卵池要求排灌水方便,环境安静,与孵化池相近,面积 400~700 平方米左右,水深 1 米左右。用前 7~10 天清整消毒,不允许有杂草和野杂鱼存在,最好用水泥池。

有些鱼是在鱼巢或附着物上产卵的,水中如果没有附着物或鱼巢,就不产卵。这就需要人工放置鱼巢,一般用棕榈皮和柳树根作成,鱼巢使用前应消毒晒干。鱼巢在产卵池中的布置形式很多,一般先将小把鱼巢间距 30 厘米左右绑在绳上,再将绳的两端绑在木杆上,并列在产卵池的背风、向阳离边 1 米处,两排间距 1 米左右。鱼巢要浮在水面下 10~15 厘米处,不要下的太深。鱼巢的多少和大小视具体情况而定。

2.并池产卵 临近繁殖季节,应注意观察水温和亲鱼的活动情况。当天气晴朗,水温适当,早上和傍晚安闲亲鱼绕池迅速游动,并时上时下发情,即可拉网选择后腹部柔软的雌鱼和精液充沛的雄鱼按比例(雌 雄 1 : 1.5)配组放入产卵池中。并池后当天晚上轻轻把鱼巢布置到池中,尽量避免搅起底泥,否则,鱼巢附泥后容易脱卵。

鱼巢应在发情产卵前放入产卵池中,产卵后,及时捞起附满鱼卵的鱼巢,捞取时要轻,同时记述,转池进行孵化,并补放鱼巢。应根据实际需要,每天更换鱼巢。如果前一天放入的鱼巢,第二天未产卵或产卵不多,亦需换过鱼巢。若亲鱼并池后,第二天不产卵,



可放出部分池水,日晒半天,待至傍晚时再加注新水,这样持续2到3天,就可使其产卵,若仍不产,进行人工催情,使其产卵。鱼产卵时,切勿惊动,以免其中途停产。

斑点叉尾回的繁殖主要采用两种方法:一是池塘法。在产卵池中放1米×0.4米×0.5米木箱或100升塑料桶作产卵器,每2组亲鱼一个产卵器,产卵器距岸1米左右,放入水下30~75厘米作好标记。收卵时要用钩子把产卵器拉起,以防护卵的雄鱼咬伤。配组时雌雄个体大小不要相差太大,避免雄鱼攻击、撕咬未排卵的雌鱼。二是产卵圈法,产卵圈长3米,宽1.5米,水深60~90厘米。每个圈中放一个产卵器和一组亲鱼。

3.人工催情产卵 为了提高产卵效果和提早得苗,也可采用人工催情产卵,方法和家鱼相似。

4.孵化 黏性卵的孵化方法主要有三种:

(1)池塘孵化 孵化池面积不宜过大,一般600~1000平方米即可,水深1米左右,注排水要方便,用前要清整消毒,水质清洁,酸碱度适中。鱼巢移入孵化池时,操作要轻、快,避免阳光直晒。鱼巢入水后,不能露出水面,但也不能过深,一般在水面以下30厘米为好,最好可上下活动,以便在天气变化时适当调节鱼巢的入水深度。

孵化时间要根据水温而定,18~20℃时需要4~6天,水温25~28℃时需要3~4天即可出膜。鲤出膜后,游泳能力较差,常附着在鱼巢上,2~3天后,卵黄囊消失,需及时喂食,直到鱼苗能自由游泳时,再轻轻抖动,取出鱼巢,转入培育阶段。

(2)淋水孵化 淋水孵化是把附有鱼卵的鱼巢放置室内,人工间断喷水,保持鱼巢潮湿,进行孵化。淋水孵化的要求:保持室内温度稳定,最好稳定在20~25℃,淋水的水温和室温也要差不多;及时淋水,始终保持鱼巢湿润,淋水次数要根据气温等具体情况,一般每隔30分钟到一小时淋水一次;保持鱼巢通气,但又要使室



内空气潮湿,防止过分通风,使鱼卵干燥;要及时下塘。淋水三天左右,待眼点出现后即可将鱼巢转入池塘继续孵化。

进行池塘孵化和淋水孵化时,为防止水霉滋生,在孵化前可采用药物直接处理附有鱼卵的鱼巢。常采用 0.3% ~ 0.5% 的福尔马林浸泡 20 分钟,或者用万分之一的高锰酸钾溶液浸泡 30 分钟。

(3)脱黏流水孵化 将人工授精获得的鲤卵脱黏后,放入家鱼的孵化工具内流水孵化,效果很好,孵化率高达 80% 以上。脱黏操作如下:

先将细泥土与水混合成泥浆水,用 40 目的网过滤,放在水缸或桶中备用。将卵和精液挤入盆中,搅拌均匀,然后一人用双手不停翻动泥浆水,另一人每次将少量卵倒入水中,置于泥浆水中振荡几下,将卵散开在水中去黏。待卵全部撒光后,继续翻动泥浆水 1 ~ 2 分钟,再将泥浆水连同授精卵一起倒入网箱,洗去多余的泥浆,筛出卵粒过数,放入孵化容器中孵化。

也可采用尿素液脱黏,这种脱黏效果较好,卵膜透明,便于观察胚胎发育情况,缺点是脱黏时间长,生产效率低,脱黏液分两种,1 号脱黏液(3 克/升尿素和 4 克/升食盐),2 号脱黏液(8.5 克/升尿素)。具体方法是:卵授精 3 ~ 5 分钟后,先加 1 号脱黏液,为鱼卵的 1.5 倍,不时搅拌约一个半小时,倒去该脱黏液再加 2 号脱黏液,为鱼卵的 10 倍,每 15 分钟搅拌一次,2 小时后,鱼卵黏液全部脱掉。

孵化管理方法和家鱼相同。但因粘性卵的卵膜膨胀较小,比重较大,且表面附有细泥,冲卵时水流比家鱼要大,以能将卵冲起均匀分布为好。当鱼苗开始出膜时,要特别注意要减小水流,最好转入网箱继续孵化。



## 四、提早产卵和孵化

我国北方地区冬季气候寒冷,冰封期长,亲鱼培育要到4月下旬至5月上旬才能开始,人工繁殖要到6月底至7月中旬方可进行。因此家鱼苗种培育的时间短,规格小,不利于鱼种越冬和来年的养殖。解决这一问题的办法就是促使鱼类提早产卵。促使主要养殖鱼类提早繁殖的主要措施有两种:一是利用工厂余热或温泉水等废弃或天然热源提早升温培育亲鱼;二是利用塑料大棚或燃煤锅炉等人工热源来促使亲鱼早熟。前者比较经济、科学,但受条件限制;后者成本较高,但只要经济上的投入产出比合理,目前仍为许多地区采用。

### (一) 亲鱼池的结构

应根据具体的实际情况确定,可采用土池或水泥池,长方形,面积500~1000平方米左右,太小水温不稳定,不易控制;太大水温不易调节,操作不便。水深1.5~2米左右,储水深度1.2~1.5米。进水口应设在池底部,排水管口设在与进水口相对一端的下层,防止冷热水分层。注、排水口分别设带有铁丝网的闸门拦住残饵和污物。

### (二) 亲鱼培育

利用温水培育亲鱼是早产的关键。亲鱼培育必须根据亲鱼性腺发育规律和温水环境特点,进行常年培育,即不仅要重视产前培育,还要加强产后和秋季培育。

1. 水温调节 利用工厂废热水或温泉水培育亲鱼,关键是有步骤调节池水温度,以便达到提早成熟产卵的目的。但是,产卵化苗期也不是越早越好。产卵适宜时间应根据当地自然池塘水温的具体情况而定。应把提前产卵时间安排在当地自然最低水温达到该种鱼苗的要求为宜。如果是利用温水把鱼苗培育成乌仔头再移



到自然池塘养殖,那么产卵时间可再提前 10 天左右。水温的调节方法是把温水和冷水按照一定量混合成所要求的温度。所以,要进行提早产卵工作不仅需要温水,而且要有冷水,特别是在夏季温度较高的情况下需要大量冷水来降温。

家鱼提早繁殖时,水温在一年中具体调节情况是冬季(12~2月)亲鱼处于半休眠状态,池水温度为 3~5℃,池面结一层薄冰;2月下旬开始提高温度,在 10~15 天内把水温由 5℃ 提到 20℃,每天提高 1~1.5℃ 较合适;3~5月初,水温保持在 20℃ 左右;5月初到下旬水温提高到 23~25℃,此时,开始催情产卵;夏季水温控制在 20~28℃;11 月份水温逐渐下降。

2. 养殖管理 亲鱼培育可参照池塘培育方法。在整个培育时期应加强鱼病防治工作。

### (三) 催情产卵和孵化

催情产卵和孵化方法与一般方法相同。所不同的是:其一,水温稳定,因此效应时间较易掌握。其二,孵化用水往往是循环使用,水质容易变坏,产生过多的铜离子(Cu)和硫化氢(H<sub>2</sub>S)(通常超过 1 毫克/升),对胚胎,特别是仔鱼有毒害作用。如果不注意,常常在下塘前鱼苗突然大量死亡。产生这种现象的主要原因是鱼苗体中积累硫化氢,仔鱼阶段对硫化氢最敏感。所以,最好不要用循环水孵化鱼苗。另外,有些地下温泉水中含有过量的硫化氢,应处理后再使用。

### (四) 塑料薄膜大棚升温的方法

在没有天然或废弃热源的情况下,采用塑料薄膜大棚升温的方法来培育亲鱼,也能使亲鱼提早 15~20 天繁殖。

修建塑料棚要简单适用,抗风力强,成本低。棚内不设立杆,否则会给拉网等管理工作造成困难。塑料布应透明性好,用竹片压,以免大风吹破。棚架用钢筋或木杆搭成弧形或人字形。

棚应长形,不宜过大、过宽。最宽不超过 8 米,不然抗风力差。



棚应南北方向,以便于更多阳光射入棚内。尽量早一些时间搭好棚,不然水温提升太慢。

塑料棚主要靠太阳提高棚内气温和水温。所以棚内温度随天气而变化,并有一定的昼夜变化。塑料棚有保温作用,棚内温度较棚外高一些。棚内平均最高和最低气温比棚外高 5 ~ 10 ,水温比棚外高 5 ~ 8 。

温度太高会使棚内闷热,水质变坏,影响亲鱼产卵和胚体发育,所以当棚内气温升到 30 ,水温升到 25 时,要打开棚门通风降温。

产卵和孵化生产技术与一般方法相同。为了避免棚内水质变坏缺氧,除需通风外,还应定期(4 ~ 5 天)注排水一次,每次排注 10 厘米。

#### (五) 衡量鱼类人工繁殖技术水平的生物学指标

主要养殖鱼类的人工繁殖是个技术性很强的繁杂生产过程。衡量这一生产过程技术 水平高低的生物学指标,不单是生产的苗种数量(总产量),还应该从下列“五率”上来考虑。

1. 亲鱼的成熟率 亲鱼的成熟率是指能够催产的亲鱼尾数占所培育的亲鱼尾数的百分数:

亲鱼成熟率(%) = (能催产的亲鱼尾数/ 所培育的亲鱼总尾数) × 100%。它能反映出亲鱼培育水平的高低,即亲鱼成熟率越高,亲鱼培育越好,技术水平越高。

2. 催产率 催产率是指催情注射后产卵的雌鱼尾数占所催产的雌亲鱼总尾数的百分数:

催产率(%) = (产卵的雌亲鱼尾数/ 催产的雌亲鱼总尾数) × 100%。它能反映出亲鱼成熟度鉴别技术水平、亲鱼的成熟度和催产技术水平的高低。

3. 授精率 授精率是指授精卵占总卵数的百分数。授精率(%) = (正常授精卵/ 总卵数) × 100%。它能反映出精、卵的质量



和催产技术是否得当。计数授精率时,应注意采样的代表性。从孵化容器中取卵时应上下搅动后再取,而且要采取同批卵。

4 .孵化率 在出膜期计算鱼苗数与死卵的比例,即刚出膜鱼苗数占总卵数的百分数,叫孵化率。由于出膜期不易计算准确,一般在出膜前期计算活胚胎占总卵数的百分比,代表孵化率。

5 .下塘率 下塘前计算鱼苗的绝对数,换算成占总鱼卵或授精卵的百分数:

$$\text{下塘率}(\%) = (\text{下塘鱼苗数} / \text{总卵数}) \times 100\%$$



## 第三章

# 鱼苗、鱼种的培育

### 一、鱼苗的培育(鱼苗养成夏花)

鱼苗鱼种的培育,就是从孵化后3~4天的鱼苗,养成供食用鱼池塘、湖泊、水库等水体放养鱼种。一般分为两个阶段:鱼苗经18~22天的养殖,成为3厘米左右的稚鱼,此时称为夏花(寸片);夏花再经3~5个月养殖,养成8~20厘米的鱼种,俗称冬片,北方鱼种秋季出塘称秋片,经越冬后称春片。现在一般分为3阶段养殖:鱼苗经8~10天养殖,养成1.5~2.0厘米的稚鱼,称为乌仔;乌仔再经10~15天养殖,养成3~5厘米的夏花;再由夏花养成10~20厘米的鱼种。目前,鱼苗培育方式主要有三种:静水土池塘培育、室内流水培育和网箱培育。一般来说,大多数淡水鱼类的培育采用第一种方法,大多数海水鱼类采用第二种方式。这里着重介绍前两种鱼苗培育方式。

#### (一)静水土池塘培育鱼苗

鱼苗池条件的好坏直接影响鱼苗培育的效果。鱼苗池应有利



于鱼苗的生长,成活、管理和捕捞。标准的鱼苗培育池通常应具备下列条件。

1.靠近水源,注、排水方便 在鱼苗培育过程中,根据鱼苗的生长和水质变化等情况,需要经常加注新水,以逐步加深水位,调节池水肥度,改善水质理化性质,增加鱼的活动空间。这对促进天然饵料生物的繁殖,提高鱼苗的生长率和成活率有很重要的作用。因此,鱼苗池要有充足的水源,注、排水方便。

2.池形整齐,面积和水深适宜 鱼苗池最好为长方形,便于饲养管理和拉网等操作。面积一般为1 500~3 000平方米,太大投饲和管理不便,水质肥度较难调节和控制,且易受风力的作用形成波浪,拍击堤岸,操作游泳能力尚弱的鱼苗。池塘面积太小则水温、水质易受外界条件的影响,变化大,较难控制。池水深度一般前期保持在0.5~0.7米,后期1.0~1.2米较适宜。

3.土质好,池堤牢固,不漏水 鱼苗池以壤土为好,砂土和黏土均不适宜。砂砾质的池塘池堤不牢,漏水、水质不肥,不利于鱼苗的生活和生长。黏土虽不漏水,保水力也强,但池水易混浊,对浮游生物的繁殖和鱼苗的生长均不利。

4.池底平坦,淤泥适量,无水草丛生,池底平坦 池塘淤泥中含有较多的有机质和氮、磷等营养物质,池底保持10~15厘米厚的淤泥层,有利于池塘水质肥度;但淤泥过多对拉网操作不利,起网时会使全体沾泥,引起死亡,而且增加了池塘的耗氧因子,容易造成缺氧。如果有机质发生厌氧分解,产生氨和硫化氢等有害气体,还会妨碍鱼苗的生活和生长,甚至死亡,池中如丛生水草,会大量消耗水中的营养盐类,影响浮游生物的繁殖,并成为害虫窝藏的处所,因此,必须彻底清除。

5.池塘避风向阳,光照充足 这种条件的池塘水温易升高,浮游植物的光合作用较好,浮游生物繁殖较多,有利于鱼苗生长。



## (二) 鱼苗池的平整

鱼苗身体纤细,取食能力低,饵料范围狭,对水质的要求较严格,对外界条件的变化和敌害侵袭抵抗力差,新陈代谢水平高。因此,彻底平整池塘能为鱼苗创造适宜的条件,是提高鱼苗的生长速度和成活率的重要措施之一。

池塘经过一段时期的养鱼后,残剩的饵料、肥料、鱼的粪便和其他动植物的尸体等沉积池底,加上泥沙混合而形成的淤泥逐渐增多,同时池堤受风浪冲击而倒塌,这些都需要进行清理和修整。

池塘清理前先将池水排干,一般在鱼苗下塘前一个月左右进行。如能在冬季排水,至放养前一个月再排第二次水则更好。这样池底经过较长时间的冰冻和日晒,可减少病虫害的发生,并使土质疏松,加速土壤中有机质的分解,达到改良土质和提高池塘肥力的效果。

池水排干后,挖出过量的淤泥,将池底整平,修好池堤和进、排水口,填好漏洞裂缝,清除杂草和砖石等。经曝晒数日后,即可用药物清塘。

药物清塘是利用药物杀灭池中危害鱼苗的各种凶猛鱼、野杂鱼和其他敌害生物,效果好的有以下几种方法:

1. 生石灰(CaO)清塘 生石灰遇水后产生氢氧化钙,并放出大量热能。氢氧化钙为强碱,其氢氧根离子在短时间内能使池水的pH值提高到11以上,从而杀死杂鱼和其他敌害生物。

生石灰清塘分干池清塘和带水清塘两种方法。一般是用干池清塘,如排水或水源有困难可带水清塘。

干池清塘是先将池水排至5~10厘米深,然后在池底四周挖几个水坑,将生石灰倒入坑内,加水溶化,不待冷却即将石灰浆向池中均匀泼洒。如有条件可将生石灰放入大锅中溶化后泼洒。最好第二天再用长柄泥耙在塘底推耙一遍,使石灰浆与塘泥充分混合,以提高清塘的效果。干池清塘生石灰的用量为每亩60~70千



克,如淤泥较多可酌量增加(10%左右)。

带水清塘就是不排水即将溶化的石灰水趁热全池均匀泼洒。生石灰用量为每亩池塘水深1米用125~150千克。池水的硬度,特别是同 $Mg^{2+}$ 和 $HCO_3^-$ 能与 $OH^-$ 结合,从而降低生石灰清塘的效果。

从理论上讲,一克当量的 $Mg^{2+}$ 和 $HCO_3^-$ 要消耗一克当量的CaO,即28克生石灰,也就是说池水 $Mg^{2+}$ 、 $HCO_3^-$ 的浓度,每增高1毫克当量,每吨水就多消耗28克生石灰,如硬度较大,镁盐等含量较高,需相应地增大生石灰用量。海水池塘用生石灰量大,且不常用此法,原因即如此。

生石灰质量直接影响清塘效果。生石灰必须是刚出窑的,呈块状的重量较轻,一敲声音响亮。吸水和二氧化碳而逐渐变成粉粒状的碳酸钙则失效了。

生石灰清塘除了劳动强度大外,具有以下几方面的优点:

能杀死害鱼、蛙卵、蝌蚪、水生昆虫等动物和一些水生植物、鱼类寄生虫和病原菌等敌害生物,减少鱼病发生。能提高池水的碱度,增加缓冲能力,起到改良水质的作用。生石灰遇水产生氢氧化钙吸收二氧化碳生成碳酸钙沉淀。碳酸钙能疏松淤泥,改善底泥的通气性,加速细菌分解有机质;并能释放出淤泥吸附的氮、磷、钾等营养盐,同时钙本身也是浮游植物和水生动物不可缺少的营养元素。因此,生石灰清塘起到改良底质和施肥的作用。

施用生石灰可提高池塘的pH值,改善水质,有利于浮游生物繁殖。碱土浑浊的池水,施有生石灰可降低池水浑浊度,有利于浮游植物繁殖。

生石灰清塘后池水的pH值变化情况与池水的化学成分有关。硬度大和镁盐多的半咸水,清塘后pH值下降速度快;硬度小和镁盐少的淡水,pH值下降速度慢。一般采用生石灰干池清塘,半咸水经5~8天,淡水7~10天,pH值才能稳定在8.5左右(带



水清塘时间长些)。

## 2. 漂白粉[CaCl<sub>2</sub> · Ca(OCl)<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O]清塘

漂白粉一般含有效氯 30% 左右,经水解产生次氯酸和碱性氯化钙,次氯酸立刻释放出新生态氧和新生态氯,有强烈的杀菌和杀死敌害的作用。每亩池塘平均水深 1 米用漂白粉 13.5 千克,等于 20 毫克/升。施用方法是:将漂白粉加水溶解后,立即在上风处洒遍全池。操作人员应戴口罩,以防中毒和沾染后腐蚀衣服。漂白粉易吸湿分解,应密封储藏。使用前须测定有效氯的含量,根据有效氯推算实际用量。另外,肥水清塘要增加漂白粉用量。

生产中常用蓝墨水法测定漂白粉的有效氯含量。其步骤是:

取漂白粉样品 5 克,用冷开水混合并研碎,稀释至 100 毫升;溶解澄清后,用吸移管或注射器吸收一定量的上清液,一滴一滴地滴于白瓷盘内,共 38 滴,并记下用去上清液的毫升数,再求出每一滴溶液的毫升数;上面用过的吸移管或注射器洗净擦干,吸取少量蓝墨水在管壁内转动后放弃,再吸取定量的蓝墨水向碗中的漂白粉上表液中滴定,边滴边用玻璃棒搅均,至溶液由棕色变为黄色,直至呈蓝色,记下所用蓝墨水的毫升数。计算:漂白粉含氯量(%) = 消耗蓝墨水的毫升数/每一滴上清液的毫升数 × 100。

漂白粉杀死野杂鱼和其他敌害生物的效果与生石灰无异,但是没有生石灰改良水质、底质和施肥等作用。漂白粉清塘药性消失较快,3~5 天后便可放养鱼苗,对急于使用的鱼池更为适宜。

### (三) 鱼苗适口饵料生物的培养和适时下塘

养鱼池底蕴藏着一定数量藻类休眠孢子和浮游动物的休眠卵。鱼池清塘注水后,作为一个独立的人工生态系统便开始了它生物群落的自然演替过程:首先出现的是那些个体小、繁殖速度快的硅藻和绿球藻类。此时,群落内部极不稳定,种群频繁更替;除各种小型藻类外,还间生着一些鞭毛藻类、浮游丝状藻类和浮游细菌。随后,原生动物和轮虫开始孳生;它们以小型藻类和细菌为



食,池塘中即有足够数量的原始生产者以及较多的消费者,生态系统中生境与群落间以及浮游生物群落内部趋于暂时的平衡。几天后一些滤食性的小型枝角类和大型枝角类先后出现。它们与轮虫同处一营养生态位,但由于枝角类的滤食能力强,处于竞争劣势的轮虫种群数量下降,枝角类居优势地位。枝角类种群密度的增大,代谢产物积累使本身生活条件(食物缺乏和溶氧不足)恶化,加上捕食性桡足类剑水蚤的繁衍和摄食,枝角类的数量逐渐下降。最后,一个由各类浮游植物和桡足类组成的比较稳定的浮游生物新群落形成。由此可见,鱼池清塘后浮游生物群落演替的主要过程是:清塘 浮游植物 轮虫 枝角类 桡足类。当水温为 20 ~ 25 时,完成这一过程需要 15 ~ 20 天。

鱼苗从下塘到全长 15 ~ 20 毫米,适口饵料生物大小的变化一般是:轮虫和无节幼体 小型枝角类 大型枝角类和桡足类。这同鱼池清塘后浮游生物群落演替的顺序是一致的。使鱼苗正值轮虫繁殖的高峰期下塘,不但刚下塘鱼苗有充足的适口饵料,而且以后各个发育阶段也都有丰富的适口饵料。这种利用池塘中浮游生物下塘称为鱼苗的生态适时下塘。

如何做到生态适时下塘?重要的是掌握鱼苗适口饵料——轮虫繁殖的数量和达到高峰期间的的时间。

鱼苗下塘时轮虫数量应达到 5 000 ~ 10 000 个/升,生物量 20 毫克/升以上。可用肉眼观察法计算轮虫的数量,即用玻璃烧杯取池水对着太阳粗略计算每毫升水中小白点(即轮虫)的数目在 10 个左右,就是每升水含有 1 万个轮虫。

综上所述,培养鱼苗的适口饵料生物 - 轮虫,延长其高峰,保证鱼苗适时下塘的主要技术措施可归为以下几个方面:

选择有足够休眠卵的池塘:淤泥中轮虫休眠卵的数量,特别是表泥层(0 ~ 5 厘米)休眠卵(称有效休眠卵)的数量,鱼池淤泥中有效卵数量只有 > 100 万个/平方米,轮虫才能在预计的时间内达到



高峰期。

根据水温提前清塘:休眠量大致相等(100~200万个/平方米)的条件下,清塘后轮虫高峰出现的时间与水温的关系为:20~25℃,8~10天;17~20℃,10~15天;15~17℃,15~20天;10~15℃,20~30天。有足够休眠卵(>100万个/平方米)的池塘,根据水温提前清塘,并翻动淤泥使更多的休眠卵萌发,便可做到鱼苗在轮虫高峰期适时下塘。

施肥和加注新水:鱼池清塘后立即施有机肥为大量繁殖各种藻类和细菌提供了养料,同时也为刚孵化出的轮虫提供腐屑、细菌等食物。随着轮虫数量的增多还应不断追肥和注水,以补充轮虫和改善其生活的环境。施基肥的种类和数量,因地制宜,一般每亩池塘施粪肥300~400千克;或绿肥500~600千克。轮虫繁殖达到高峰后,每天每亩池塘施人粪尿50千克,全池泼洒;每2~3天加注新水10~20厘米深。

控制敌害生物的繁殖:角类的滤食能力比轮虫强,在鱼苗刚下塘时,要使轮虫增殖必须控制枝角类。必须指出,在用敌百虫杀枝角类时,一定要选择适当的时机,一般只在鱼苗尚未入池而枝角类已经大量出现时使用。当鱼苗下塘后,即使有枝角类也最好不要轻易杀掉,因为再过2~3天,它们也是鱼苗的天然饵料。当然,有时因枝角类过量繁殖而严重恶化池水溶氧时,也是可以酌情用药的。

在许多海水和半咸水池塘中,尤其是盐度较高的池塘,有时轮虫繁殖较慢,桡足类是浮游动物优势种,其无节幼体是刚开口仔鱼的饵料。当池塘中无期望浮游动物种类或轮虫时,可从较适合的自然生境中收集该种动物或其休眠卵,或采用单独培养的方法来接种。

鱼苗适时下塘除了环境条件要适时外,还包括鱼苗本身生理适时下塘。研究表明,鱼苗生理适时下塘时间包括生长适时和成



活适时两方面。鱼苗生长速度快时的下塘时间称为生长适时下塘时间;鱼苗成活率高时的下塘时间为腰点出现后 12~24 小时,最适成活下塘时间为腰点出现时互腰点出现后 24 小时。此时的鱼苗已孵出 4~5 天,鳔充气,能平游,开口摄食外界食物,皮肤上黏液细胞增多。这几种鱼苗适时下塘的时间范围依次为:鲤 > 鳊 > 草鱼 > 鲢。过早下塘,鱼苗活动能力弱,易沉入水底而死亡;过晚下塘,卵黄囊已吸收,鱼苗会因营养缺乏或其他因素而消瘦,直至死亡,即使不死,也生长极其缓慢。所以,只有当鱼苗生理适时下塘与池塘生态适时下塘二者相统一时,才是真正的适时下塘。

注意,在鱼苗适时下塘的过程中,由于人为或客观的原因不能按时下塘,或者是由于天气突变不得不推后下塘的时间,在这种情况下水中的浮游生物就会大量繁殖,并产生有害物质和敌害生物,从而对不能按时下塘的鱼苗造成了危害,大大降低了鱼苗下塘后的成活率。在生产实践中也确实存在这种现象,严重的时候使放入的鱼苗全军覆没,为此我们试验清水下塘:

在清整好的池塘,清除过多淤泥,曝晒池底。每亩用 50 到 60 千克的生石灰加水全池泼洒,消灭敌害和野杂鱼。然后在鱼苗下塘前两天左右加水约 30 厘米。此时不用施肥,保持水质良好即可。鱼苗运来后,经过 1 小时的暂养,在鱼苗下塘时以每十万尾鱼苗一个鸡或鸭蛋黄的比例投喂一次,并开始投喂豆浆,每天三次,每天每亩用黄豆 4 斤。在鱼苗下塘后的第 2 天施入牛粪,每亩 250~300 千克,经过 7~10 天的养殖可视水质的具体情况酌情施加追肥,并加大豆浆量。经过 20 多天的养殖,6 亩池塘,共投放 160 万水花,出塘夏花 85 万,取得了较好的效果。

分析原因:鱼苗下塘时,面临着适应新环境和尽快获得适口饵料两大问题。在下塘时投喂蛋黄,使鱼苗饱食后下塘,实际上是保证了仔鱼的第一次摄食,加强了下塘后的觅食能力和提高鱼苗对不良环境的适应能力。同时保证良好的水质环境,减少外界环境



的影响,从而提高了成活率,因为只有在保证其存活的前提下才能使其进一步摄食生长。鱼苗在经过密闭、长途运输后,处于一种昏迷、饥饿状态,其体质很弱,加之外界的不良环境,按常规下塘必然影响其成活率,推迟下塘水质会进一步变坏,同时会引起鱼苗的大量死亡,为了提高其成活率就要尽可能的减少外界环境的影响并及早下塘,因而我们提倡清水下塘。

#### (四) 鱼苗放养

鱼苗放养的密度对鱼苗的生长速度和成活率有很大的影响。一般来讲,合理密养可充分利用池塘,节约饵料、肥料和人力,但密度太大会影响鱼苗生长和成活。在合理的放养密度下,鱼苗的生长率和成活率都较高;密度过大则鱼苗生长缓慢,成活率也低;密度过小,虽然鱼苗生长快,成活率高,但是浪费水面,肥料和饵料的利用率低,使成本增高。同时鱼苗的放养密度较高时成活率低,育成相似规格所需的时间长;而出塘数数量则以密度高的池塘较多,具体数量随培育池的条件、饵料、肥料的质量、鱼苗的种类和养殖技术等不同而有所不同。

目前,鱼苗培育都采取单养,大多数鱼类鱼苗适宜的放养密度一般为每亩 10~20 万尾。放养密度对鱼苗生长和成活率的影响,实质上是食物、活动空间和水质对鱼苗的影响。鱼苗密度对大食料往往不足,活动空间小,水质条件较差,溶氧量低,因此,鱼苗的生长就较慢,体质较弱,致使成活率降低。

在确定放养密度时,还应根据鱼苗、水源、肥料与饲料来源、鱼池条件和饲养技术水平等情况灵活掌握。鱼苗体质好,水源方便,肥料和饵料充足,鱼池条件好,饲养技术水平高,放养密度就可适当大一些,反之,放养密度应小些。

鱼苗放养前必须检查鱼苗培育池中是否有敌害生物,如蛙卵、蝌蚪、有害昆虫、野杂鱼等,如有,需用密眼网拉一二遍加以清除。

鱼苗原来所处容器的水温与培育池差值不大。若温差超过



5 ,必须缓慢调节鱼苗所处容器的水温使之接近于池水温度,用塑料袋充气运输的鱼苗,须先将鱼苗放入较大容器或网箱内,经调节好水温和溶氧量,待鱼苗正常游动后方可放入鱼池。

必须待清塘药物的药效消失后方可放养鱼苗。一般清塘后7天左右药效基本消失。为保安全,最好取一些池水,先放入少量鱼苗,经过7~8小时无异状,证明药性已过,再放养鱼苗。

同一池塘应放同批鱼苗,如个体大小差异过大,游泳和摄食能力不同,会影响出塘成活率,规格也不整齐。

有风天应在鱼池的上风处放鱼苗,在下风处放鱼苗易被风吹到池边致死。放养鱼苗最好在晴天无风的上午进行。

#### (五) 鱼苗饲养方法

精养细喂是提高鱼苗成活率的关键技术之一,我国各地区养殖鱼苗的自然条件和历史不同,养殖方法也不尽相同,下面介绍几种有代表性的养殖方法。

1. 有机肥料饲养法 主要以施肥培养轮虫和枝角类等浮游动物为主,后期适当补充投喂人工饲料的鱼苗培育方法。必须指出,在整个培育期,不论何种鱼类,如天然饵料不足,均需补充投喂人工饲料。该饲养方式有粪肥、绿肥(大草)和粪肥与绿肥混合施用三种方法。

粪肥一般以使用猪、马、牛粪尿和人粪尿较多。粪肥以预先经过充分发酵腐熟,滤去肥渣后使用较好。这样肥效发挥快且稳定,可避免生鲜粪在分解过程中大量耗氧;还可杀死粪中的病菌、寄生虫及其卵等,防止或减少疾病的传播。

鱼苗下塘前8~10天每亩施肥300~400千克。鱼苗下塘后一般每天施肥一次,每亩50千克左右,将粪肥加水稀释后向全池均匀泼洒。施肥量和间隔时间必须视水色、溶氧量和天气等情况灵活掌握。培育鲢、鳙池少些,阴雨天或天气突然变化不施肥,施粪肥应掌握勤施少施的原则。



大草施肥的方法是在池边浅水处堆施,以 150 千克左右为一堆。晴日 2~3 天后,草料腐烂分解,水色渐呈褐绿色;每隔 1~2 天翻动一次草堆,促使养分向池中扩散,约 7~10 天后将不易腐烂的残渣捞出。

培育鲢、鳙鱼苗的池塘,水质要求较肥,施用大草的数量较多些,一般每亩 3~4 亩天施 200~250 千克。如大草不足或饵料生物缺乏时,可投米糠或豆饼糊等精料。每天每亩 1.5~2.5 千克。

池塘投放大草后有机物耗氧量增高,池水的溶氧量迅速下降。所以在追肥时必须采取少量多次,均匀投放的方法。

混合推肥的施用是在池塘边挖好肥料发酵坑,要求不渗漏。将青草和粪肥按 2:1 或 1:1 的比例层层相间放入坑内,用占肥料总量 1% 的生石灰,加水成石灰乳,泼洒在每层青草上。肥料堆好后,加水至全部肥料浸没水中,然后用塑料布或用泥封闭,让其腐烂分解,待腐熟后即可使用。堆肥发酵的时间随气温而不同,20℃ 时 12 天即可取用。在使用过程中,开坑时间不能过久,否则氮肥会挥发损失,影响肥效。在鱼苗培育过程中如天然饵料不足,可适量投喂人工饲料。

2. 豆浆饲养法 用黄豆或豆饼磨成豆浆泼入池中饲养鲤鱼科鱼类鱼苗的方法。豆浆一部分直接被鱼苗摄食,而大部分则起肥料的作用。所以,目前一般都改为豆浆和有机肥料相结合的培育方法。

黄豆磨浆前须先浸泡,至两片子叶间微凹时,出浆率最高,水温 25℃ 左右浸泡 5~10 小时。冷榨豆饼也要完全泡开。一般每 1.5 千克黄豆浆磨成 25 千克豆浆。豆浆磨好后滤出豆渣,立即投喂,若停留时间过久会产生沉淀。鱼苗下塘最初几天的吃食和生长情况是决定出塘率高低的关键,豆浆必须泼洒均匀,少量多次,尽量使鱼苗都吃到豆浆。一般每天泼洒 2~3 次,每亩每天需用黄豆 3~4 千克磨成的浆,5 天后增至 5~6 千克,以后根据水质肥度



再适量增加。鱼苗下塘 10 天后,全长达 15 毫米左右时,池中枝角类等大型浮游动物已剩不多,不能满足鱼苗的需要,除了泼浆外,还需投豆饼糊或颗粒饲料,或将糊状饵料成小堆地沿池边浅水处投放(草鱼、青鱼)。草鱼长至 20 毫米以后,可投喂芜萍,如饵料不足,鱼苗会发生“跑马病”,成群沿池边狂游,严重时可引起鱼苗消瘦而死亡。制止的方法通常是沿池边投喂酒糟、豆饼糊等饵料。一般养成 1 万尾夏花需用黄豆或豆饼 7~8 千克。

3. 肉食性鱼类的培育 鲤科鱼类有所不同,鲈、鲷和石斑鱼苗下池初期主要以糠虾、桡足类、枝角类、沙蚕幼体等浮游动物为食,少量投喂冰冻或新鲜杂鱼虾肉糜,之后逐渐增加。这些饵料以新鲜的杂鱼为佳,投喂前先用淡水冲洗干净,再绞成肉糜。投喂多在白天,日投 3~4 次,日投喂量为体重的 10%~15%。随着鱼苗的生长,饵料逐渐由鱼糜转为小碎块,投喂量增加。

鲶等鱼类鱼苗下塘当天每万尾投喂 2 个熟鸡蛋黄。投喂时应在池塘四周多泼些蛋黄浆。从第二天起,投喂经 30~40 目筛绢过滤的水蚤,每天 2~3 次,饵料密度 15~20 个/毫升。几天后捞来的饵料可不必过滤,但应除去杂物和敌害生物,再用 2% 的食盐水或低浓度的杀菌剂消毒处理后才能投喂。当鱼苗全长达 1.5~2.0 厘米时,可投喂用硫酸铜溶液浸泡消毒过的水蚯蚓或无菌蝇蛆。用这些饵料培育的鲶鱼苗生长快,培育期短,体质健壮,规格整齐,不坏水质,少生疾病,成活率高,只是这些饵料不易获得,成本高。用熟蛋黄浆作开口饵料,之后投喂豆浆、奶粉浆、鲜猪血、鱼肉浆、干蚕蛹粉、鱼粉、碎动物内脏(鸡内脏等)、人工混合饲料,也能将水花养成 3~10 厘米的鱼种,不过所培育出的鱼种规格不整齐,体质较弱,成活率也低。

天然采捕的鱼苗,尤其是海水鱼苗,一般要经过驯食或领食。鳗鱼的会食从夜间开始,驯食前 2~3 天,沿池边、饵料台上方泼洒碾碎的水蚯蚓。投喂是为体重的 10%~15%,投喂量宁多勿少,



让其摄食均匀、吃饱。投喂后及时捞去剩饵,换水排污要彻底。诱食时关闭增氧机 30~40 分钟,随后打开饵料台上方的灯光。从夜间依次往后推迟 1~2 小时重复驯食,使鳊鱼苗在白天定时趋食,集中摄食。白仔投喂 20~35 天水蚯蚓之后,逐渐转食配合饲料。转食时采取逐渐调整水蚯蚓与白仔饲料比例的方法,逐渐过渡到全部用配合饲料。全部投喂白仔配合饲料时,日投饲率应该为 5%~8%,日投喂两次:6 时和 18 时,以 30 分钟内吃光为宜。

鳊鱼苗摄食的最主要特点是专食活鱼。鳊鱼苗开口摄食的头 1~3 天,应投喂未平游的鱼苗,投喂量为鳊鱼苗密度的 4~5 倍,以保证饵料的可得性。开口几天后每天的饵料鱼数按日粮来投喂,以第二次投喂时略有剩余为宜。

#### (六) 分期注水

鱼苗培育过程中分期向鱼池注水是提高鱼苗生长率和成活率的有效措施。鱼苗下池时池塘水深为 40~50 厘米,以后每隔 3~5 天注水一次,每次注水 7~10 厘米,培育期间共加水 3~4 次。注水时必须在注水口用密网拦阻,以防野杂鱼和其他敌害随水进入池中,同时不让水流冲起池底淤泥搅浑池水。

鱼苗下池时水浅,水温提高较快,可加速有机肥料的分解,有利于天然饵料生物的繁殖和鱼苗的生长。水较浅,豆浆等人工饵料的利用率较高,可节省饵料和肥料。随着鱼体逐渐长大,要求有更大一些的活动空间,同时残剩饵料、肥料、鱼和各种水生生物的粪便和排泄物以及种种生物的尸体不断积累、腐败分解,使水质条件愈来愈差,溶氧量下降,从而影响饵料生物的繁殖和鱼苗的生长。因此,需及时、分期向池中加注新水,增大池鱼的活动空间,改善水质,促使浮游生物的繁殖和鱼苗的生长。

#### (七) 日常管理

鱼苗培育期间的重要管理工作是巡塘。每日早晨黎明时和下午各巡塘一次,观察水色变化和鱼苗的动态,以决定施肥、投饵的



数量以及是否要加水、用药等。巡塘时要根据池中各种生物的状态判断池水的溶氧状况,如池水呈乳白色(可能是轮虫过多)、或是枝角类呈粉红色,说明池水溶氧量不高,须加注新水。一般认为早晨日出前有轻微浮头现象是池水肥度适宜的标志。鱼苗严重浮头,日出后仍不解除,须马上注新水抢救。巡塘时还要注意鱼病情况,如果有些鱼离群,身体发黑,在池边缓慢游动,要马上捕出检查,确定什么病,采用必要的防治措施。鱼苗浮头或有病时,要少或停止投饵和施肥。巡塘时应随时消灭有害昆虫、害鸟和蛙卵、蝌蚪、杂草、脏物等。

每天巡塘和饲养管理情况应建立日记。按时测定水温、溶氧量,记录天气变化情况、施肥及食料数量、注排水和鱼的活动情况等,以便不断总结经验和教训。

### (八) 鱼体锻炼和夏花出塘

鱼苗经过十余天的培育,长到 2.5~3 厘米即将出塘时。要进行拉网锻炼。其作用是:鱼体经密集锻炼后,组织中的水分含量降低,鱼肉变得较结实,经得起分塘操作和运输中的颠簸;还可促使鱼体分泌大量粘液和排出肠道内的粪便,大大减少运输中黏液和粪便的排出量,有利于保持运输水质,提高运输成活率;同时,还可粗略估计池鱼成活率,清杂除野,安排生产。

鱼体锻炼的方法是:选择晴天上午 9~10 时拉网,将鱼转入活动式网箱内或在网中使鱼密集,挣扎经 10~20 分钟后即放回原池。鱼苗在网箱内密集,须使网箱在池中移动;鱼苗在网衣内密集,须从网外向内划水,以免鱼浮头。密集的时间,视鱼的活动情况而定,如活动不正常,应立即放入池塘。隔天进行第二次拉网就可以出塘了。如果鱼体质差或要经较长路途运输,还要经第三次拉网锻炼。拉网时移动要慢,操作要轻,网后要有人看鱼是否贴网。若发现鱼体质弱,个体小,游动慢,贴在网上,应停止拉网,待鱼体较大,体质较强时再拉网。夏花网应采用密眼的尼龙网,以防



伤鱼。

夏花出塘过数的方法是用抄网捞取夏花,放入底部有孔的小杯中,计量鱼的杯数,再任选几杯过数,求出每杯的平均尾数,然后推算出总尾数。夏花出塘时最好用药物消毒。

可用竹蔑编制成大小不同的鱼筛,很快地把不同大小的鱼分开。

### (九)夏花质量的鉴定

夏花鱼种质量的鉴定指标是规格大小、整齐度和体质强弱,具体鉴别指标如下:

#### 1. 优质夏花

规格大且整齐,头小背厚,体色光亮,肌肉润泽,无寄生虫。行动活泼,集群游泳,受惊时迅速成群潜入水底,抢食能力强;在容器中喜欢在水下活动,并逆水游泳。身上和各鳍不带泥。

#### 2. 劣等夏花

规格小且不整齐,头大背狭尾柄细,体色暗淡,鳞片残缺。行动缓慢,分散游动,受惊时不敏捷;在容器中逆水不前。身上或鳍上拖泥。

## 二、鱼种的培育(夏花养成 1 龄鱼种)

鱼苗养成夏花后,体重增长了数十倍以至百余倍,如果仍在原池继续培育,密度就会显得过大,影响鱼体的成长。因此,需要减小密度分塘饲养。由于夏花身体尚小,逃避敌害侵袭和觅食能力都还较弱,仍不宜直接向大池塘、湖泊或水库放养,否则将会降低成活率。因此,还必须将夏花再经过一段时间的精心饲养,培育成较大规格的 1 龄(当年)鱼种,才可供成鱼池、湖泊和水库养殖之用。



## (一) 室外池塘培育鱼种

1. 夏花放养前的准备工作 鱼种池的条件与鱼苗池相似,但鲤科和大多数鱼类鱼种池的面积要求较大,一般 2 000 ~ 6 700 平方米,池水要求较深,一般 1.5 ~ 2.5 米。近年来一些地区加大鱼种池的面积和水深,配以其他措施,可使鱼种池的产量提高到接近食用鱼池塘的水平。实践证明,池小水浅的鱼种池,才能高产。但是,鲶、鳗鱼、鲈等在培育过程中需不断过筛、大小分养肉食性鱼类鱼种池,一定要比家鱼鱼种培育池小一些,池壁也要尽量光滑一些。鱼种池的平整方法和鱼苗池相同。

夏花放养前鱼种池需施基肥(粪肥,绿肥等有机肥料),培养饲料生物,实行肥水下塘,使夏花一下塘就获得充足的适口天然饵料而加速生长。施基肥的时间视水温而定,一般在夏花放养前 10 天左右。基肥的数量则依池塘肥瘦和放养夏花的种类等确定,一般每亩池塘放有机肥料 200 ~ 400 千克。绿肥和粪肥可在池中堆施,施基肥后大型浮游动物出现高峰时放养夏花;枝角类成群,水质较清,对放养肉食性鱼类特别有利,可提高生长率和成活率。以草鱼为主的池塘,夏花下塘前还可在池中培养芜萍或小浮萍,作为下塘草鱼夏花的适口饵料。近年来在北方地区用配合饲料主养鲤的高产池塘,一般不施有机肥料。

## 2. 夏花放养

(1) 搭配混养 鱼种阶段由于各种养殖鱼类的活动水层、食性和生活习性已明显分化,因此可以进行适当的搭配混养,以充分利用池塘的空间和饵料资源,发挥池塘的生产潜力。混养还能做到不同鱼类之间的彼此互利。但是,鱼种阶段,鱼的食性和生活习性的分化程度还不如成体;鱼种培育要求生产规格整齐、体质健壮的鱼种,如混养种类过多,往往会造成各种鱼对所投的人工饲料争食,而较难达到出塘规格和均匀健壮,食用鱼池塘则主要是提高鱼产量,只要养成的鱼达到上市规格,不求整齐,混养种类多对高产



有利。所以,鱼种池一般以二、三或四、五种鱼混养,以其中一种鱼为主养鱼。

鱼种池搭配混养时,须注意鲢与鳙,草鱼与鲤、青鱼之间的关系。

鲢与鳙,在不投喂人工饲料的情况下,可视池中浮游生物繁殖的情况进行适当的混养,在食料上没有多大矛盾;但是,在放养密度较大、以投喂人工饲料为主、天然饵料为辅的情况下,它们之间在取食人工饲料上就发生矛盾。因鲢争食力强,鳙争食力弱,鲢、鳙混养,鳙会因得不到足够的饵料而成长不良。故以鲢为主的池塘少量配养鳙,若鳙吃到的人工饲料不足,还可依靠天然饵料维持其正常的生长。而在以鳙为主的池塘中一般不混养鲢,以免影响鳙的摄食和生长。如果以鳙为主的池塘搭养鲢,可采取推迟放养鲢的方法,即待鳙较大,同时池中大量繁殖浮游植物时才放养鲢(先将鲢夏花围养在其他池塘中,这样鳙可不致受鲢的控制)。

草鱼和鲤的活动水层大致相同,它们之间的关系和鲢、鳙的关系相类似,在自然状况下食料矛盾不大,但投喂人工饵料时,草鱼的争食力强,鲤弱,故草鱼、鲤一般不混养。如果混养,只可在以草鱼为主的池塘中配养少量的鲤,让其摄取底栖生物而生长。草鱼和青鱼的关系及混养原则和草鱼、鲤的相类似。

鱼种池的主养鱼应根据生产条件和市场需要来确定,混养比例则按鱼的习性、投饲施肥情况以及各种鱼的出塘规格等来决定。各种鱼出塘规格大致相同时,一般池塘混养,主养鱼占到 60% ~ 70% 即可,其他的种类可适当搭配。

(2)放养密度 夏花放养的密度主要依据计划养成鱼种的规格来决定,如鱼种运销外地,为了便于运输和提高运输成活率,培养鱼种的规格一般宜小些,因此放养密度可大些;如供就近食用池塘放养,一般要求较大的鱼种,夏花放养的密度就须小些。放养密度还随鱼的种类、池塘条件、饲料与肥料供应情况和饲养管理措施



等而异。同样的出塘规格,池塘面积大,水较深,可适当加大放养密度;一般在7 000平方米以内的鱼池,随面积增大,密度可适当增加;设备(如增氧机、水泵等)和技术条件较好,可增加放养密度,以提高单位面积池塘鱼产量,反之则应降低放养密度。各种鱼的生长速度,既受池鱼总密度的影响,也受本身群体密度的影响。因此,总密度相同,而混养比例不同时则生长也不一样,通过调节混养比例,可以控制出塘规格。

3. 鱼种的饲养管理 鱼种饲养的方法依鱼的种类、放养密度、饲料与肥料供应情况等而不同,一般可分为投饲为主饲养法和施肥饲养法两类。

鱼种阶段的食性已有了明显分化,而且摄食量大,放养密度大,饲养时间长(3~5个月),天然饵料一般不能满足鱼类快速生长的需要。因此,科学配制、合理投喂人工饲料,加强水质管理是培育大规格鱼种,提高养鱼效益的重要手段。

鱼种的营养生理学和对各种营养素的要求是投饲养鱼种的基础理论之一;而投喂的生物学技术则是使饲(饵)料转化为高质鱼产品的桥梁。投喂的生物学技术主要包括最适投饲量、投饲方法、投饲次数、时间和速度等。

(1) 投饲量 投饲量通常用投喂的饲料重量占鱼体重量(生物量)的百分数来表示,又称投饲率。投喂量过低,鱼处于饥饿或半饥饿状态,生长发育缓慢;投喂量过大,不但饲料利用率低,而且还会败坏水质,孳生病害,造成鱼死亡。因此,适宜投饲量是提高饲料利用率,降低养鱼成本关键。所谓最适投饲量就是饲料转化效率最高、鱼类生长较快和群体产量最高时的投饲量。

确定最适投饲量的方法有三种:投饲率表法、投饲量全年分配法和定额投饲法。投饲率法就是预先试验测出不同种类、规格鱼类摄食各种饲料的最适量,制成日投饲率表,以此为主要依据,再结合饲料种类和质量、鱼的摄食状况和生物量及环境条件等因素



来决定日投喂量。

投饲率全年分配法是根据鱼类养殖理论和实践经验首选预定饲养对象的生长率和饲料系数,再按载鱼量、鱼的增长倍数和预计的产量,算出饲料的需要量,然后根据水温和鱼类的生长特点、逐年,逐旬分配饲料量。

常用的投饲率表法没有考虑饲料投喂后的残饵和营养损失及天然饵料的存在。将这些因素在内,用系数来修正的定额方法就是定额投饲法。一般认为,若颗粒饲料粉化率高,应增加 10%;若饲料在水中保形性在 30 分钟以上,额定量降低 10%,反之,不得降低;若昼夜溶氧降低到 1~3 毫克/升,额定量减少 65%;水浅、无充气时适量减少。

影响投饲率的因素主要有鱼的摄食量、水质、水温等环境条件和饲料的营养价值和加工方法等。鱼类的摄食行为包括食欲的唤起 - 寻食 - 定位 - 识别 - 捕捉 - 口咽处理 - 饱食等一系列正、负反馈行为。食物的物理性状、化学性和辐射等外界刺激为鱼类的感觉器官所感知,唤起食欲,加之饥饿时空腹的刺激,共同作用于视丘脑的摄食中枢,再通过神经和体液传导至摄食器官引起一系列摄食行为。肠充满后使食欲减退,引起摄食的负反馈,即减少或停止摄食。鲤由食欲旺盛到饱食的过重中表现为:激烈抢食到缓慢摄食,甚至停食;由大鱼先食到小鱼再争食;由集中于水面争食,溅起水花到分散水下摄食,水面仅出现水波纹;由池或箱中央抢食到边缘抢食。实践证明,投饲量在八成饱(即只喂到鱼饱食量的 80%;且 80% 的鱼能吃饱)时,饲料效率最高。

食物在消化道中消化和移动的时间依鱼的种类、水温、投饲量、投喂次数及饲料质量、加工方法等而异。但是投喂量过大、过频,会加快食物的移动,降低消化利用率。投饲率依水温等条件而变化原因亦在于此。

以溶氧为代表的水质直接影响鱼的新陈代谢。当水中溶氧量



在 5 毫克/升以上时,鲤的摄食量最大;水温低于 20℃,溶氧低于毫克/升时,摄食量明显下降。草鱼种在 9‰ 盐度下的摄食量(137.0%)为淡水中的(23%~24%)的 5 倍。养鱼生产中的“三看”(看天气、看水质、看鱼的活动)和“四定”(定时、定量、定质、定点)投喂的核心就是根据各种因子综合考虑的投喂量和投饲方法。

鱼类靠视觉、味觉、触觉及其他机械感觉器官来发现、辨别食物颗粒的形状、颜色、大小和硬度等。中上层鱼类游泳能力强,特别是追逐、偷捕的鳊、鲈等有发达的眼睛,眼径长,眼球突出,视野较大。鳊两眼同时看到前后左右和上下相当广的区域,便于发现和追逐食物。同时,主要养殖鱼类视网膜有视杆细胞和视锥细胞,以适应不同强度的光照。底层鱼类以发达的触须和侧线来弥补视力的不足。

提高鱼类对饲料的喜食性是提高饲料利用率的重要途径之一。目前达此目的的方法有两种:一是通过改善饲料的物理特性(色、香、味、形及营养成分等理化性质)诱发鱼的食欲,促进鱼类摄食。配合饲料的理化性质愈接近鱼类的天然食物,适口性就愈好。鳊对活饵鱼的动势特别敏感;鲤对饲料的香味和硬度更为敏感。这是与其摄食外,还靠嗅觉,所以对味比较敏感。二是在饲料中添加诱食剂,如甜菜碱和某些氨基酸,增强食物的适口性。

(2)投喂次数 投喂次数是指投喂量确定之后,一天之中分次来投喂。这同样关系到饲料的利用率和鱼类的生长速度。投喂过频,不仅劳动强度大,而且会因每次投喂量过少而鱼规格的分化;投喂次数太少,每次投喂量必然加大而增加饲料损失率。投喂次数主要取决于鱼类消化器官的发育特征和摄食习性及环境条件。一般来说,有胃鱼类投喂次数可适当少些,无胃鱼类可适当多些;同种鱼类,鱼苗阶段投喂次数适当多些,鱼种次之,成鱼少些;饲料营养价值高可适当少些,反之多些;水温和溶氧高时可适当多些,反之,少些或停食。



(3)投喂方法 饲料的投喂方法主要有三种:手撒、饲料台和投饲机。手撒的方法简便、灵活、节能,适合我国多数渔塘,缺点是耗费人工较多。投喂前先制造声响或在池边堆放少量饲料,使鱼形成条件反射,3~5天后再进行正式投喂。投喂时,开始要慢,随着鱼群的聚集和抢食的增强,应加快投喂,待鱼减少时再减慢抛洒速度。所以,投喂应掌握慢——快——慢的节奏。饲料台是用竹或塑料等材料制成的放置饲料、供鱼摄食的装置。依鱼的摄食习性,它设置在鱼池底部或上部。这种方法可使鱼养成定点摄食的习惯,便于检查摄食情况、清除残饵和预防疾病。随着养鱼科学技术水平的提高,投饲机的应用越来越普遍。目前国内外使用较广的自动投饲机主要有振动式、漏斗式、鱼动式和发条式等几种。投喂饲料的营养要满足不同鱼类、不同阶段生长的需要,而且要新鲜,不腐败变质。饲料的适口性要好,适于不同种类和大小鱼的摄食。

(4)不同鱼类的投饲 培育草鱼鱼种,多采用以青饲料为主,适当投喂精饲料的方法。开始阶段最好投喂芜 20~25 千克,以后逐渐增加至 40 千克,最后增至 100 千克。全长达 8~10 厘米时改喂水草、陆生嫩草等。投喂时需将嫩草切碎或水草捣烂,便于小草鱼吃食;投喂量视草鱼吃食情况而定,一般以次日清晨不剩或少剩为原则。投喂青饲料,须设浮性饲台。以草鱼为主的池塘,投喂青饲料的同时适当投喂饼类等精饲料可加速鱼种生长;方法是早、晚喂青料,白天喂精料。有些地区培育草鱼种,放养密度较高,投喂颗粒饲料(投喂方式与鲤的投饲相类似)培育出大规格鱼种,提高了鱼种产量。

青鱼夏花也应在枝角类达高峰时下塘,可加速青鱼的生长。夏花放养后,先用少量豆渣或豆饼糊沿池边浅水滩以小堆投放,并逐渐缩小投饲范围,将青鱼引至食场吃食。青鱼长到 5 千克以上时,每日以 2~3 次投豆饼或浸泡的碎豆饼、菜饼等,每万尾日投量



5 ~ 7.5 千克(干重)。体长 10 厘米左右的青鱼即可加喂轧碎螺蛳,每天每万尾约 35 千克,以后逐渐增加至 100 千克,也可投喂颗粒饲料。

以鲢、鳙为主的鱼种池应以施肥培养天然饵料为主的方式饲养。当增大放养密度时,除适量施肥培养浮游生物外,还需投喂人工饲料,以增大鱼种规格和提高产量。投喂的方法是用毛竹或草绳将池水面分隔成“十”形或“井”字形,把糊状或粉末状饲料(饼类、玉米、糠、麸等)在上风处撒到水面上;投喂量从开始时的每万尾 1 ~ 2 千克逐渐增加至 4 ~ 5 千克,鳙略高于鲢。

鳊鱼种培育中的饲料鱼靠人工投喂。如果投喂量过少,不仅鳊生长减慢,还会自相残食;投喂量过大,水质易恶化,水体易缺氧。确定合理投喂量有两种方法:一是定期测量鱼的体重,按 5% ~ 10% 的日投喂量计算出具体的饵料鱼投放量;二是检查池中剩余饵料鱼的密度来推算饵料鱼量。饵料鱼的适宜体高为鳊口径的  $1/2$ ,体长为鳊体长的  $1/3$ 。不能待饵料鱼吃光再补放。投喂饵料鱼要不同规格的鱼搭配,先放入大规格的饵料鱼,后放小的鱼,以使生长速度不同的鱼都能吃到适口的饵料。饵料鱼以 5 天投喂一次为宜。通常投喂后 2 ~ 3 天,饵料鱼活动比较迟缓,有利于鳊捕食。如果间隔时间太长,也不利于水质管理。鳊鱼种放养前 10 ~ 15 天,先放入鲂、鲢、鳙、草鱼苗,待培育到体长 1 ~ 2 厘米时,再放入鳊鱼种。鳊鱼种培育中、后期的饵料鱼则要专池饲养。一般饵料鱼池与鳊鱼种培育池的比例为 4 : 1。饵料鱼多为鲫、鲂、鲢、鳙等鳊易捕食的种类。放养密度稍高一些,以后分期拉网捕出、过筛投喂。

## (二) 日常管理

每日早、午、晚各巡塘一次,观察水色和鱼的状态。。如发现池水缺氧应及时注水或开增氧机。注意水质变化情况,掌握施肥、投饲的效果。经常清扫食台、食场,保持池塘环境卫生。适时注水,



改善水质。培育初期池塘水位不宜太深,留有余地;夏季高温季节每月注、排水两次,保持最高水位。以草鱼和肉食性鱼类为主的池塘应保持较清新的水质,培育期间一般不施肥。以鲤或青鱼为主的池塘,虽然主养鱼对水质肥瘦不太苛刻,但由于大量投饲,特别是放养密度较大的池塘,水质较肥,故一般不施肥或少量施化肥。夏季高温季节,应定期投喂药饵和消毒食场,以防发生鱼病。做好防洪、防逃和防止野鸬鹚等的危害。

据试验,螺旋鱼性喜生活于磷、钙、铁等营养盐含量较高的偏碱性水中,生长繁殖的适宜温度为 20~30 。

### (三) 鱼种出塘和并塘越冬

秋末冬初,水温降至 10 左右,鱼已不大摄食时便可将鱼种拉网出塘、并塘,按种类和规格分开,作为池塘、湖泊、水库等放养之用。如欲留一部分鱼种到次年春季,就需在池塘中越冬。

1. 并塘的目的 一是将鱼种按不同种类和规格进行分类归并,计数围养,以利于运输和放养。二是并塘后将鱼种围养在较深的池塘中安全越冬,便于管理,不使鱼种落膘。三是通过并塘能全面了解当年鱼种生产情况,总结经验,制定下年计划。四是腾出鱼种池及时平整池塘,为来年生产做好准备。

2. 并塘注意的事项 第一、并塘时水温应在 5~10 之间,应在晴天拉网捕鱼、分类并塘。水温过高,鱼类活动能力强,耗氧大,操作过程中鱼体易受伤;水温过低,鱼体易冻伤,造成鳞片脱落出血,易生水霉。第二、拉网前应停食 2~4 天。拉网、捕鱼、选鱼、运输等应小心细致,避免鱼体受伤。第三、应选择背风向阳、面积 2~3 亩、水深 2 米以上的池塘作为越冬池。

3. 并塘管理 越冬池的水质应保持一定的费度,并及时做好投饵、施肥工作。一般每周投饵 1~2 次,以保证越冬鱼种不落膘。在冰封季节要采取必要的增氧措施,防止鱼种缺氧。加注新水,防止渗漏。加注新水不仅可以增加溶氧,而且可以提高水位,稳定水



温,改善水质。此外,应加强巡视,发现问题要及时解决。

#### (四) 鱼种质量的鉴别

用肉眼鉴别鱼种的优劣,可采用下面的方法来鉴别:

1. 看出塘规格是否均匀 同种鱼种凡优质鱼苗出塘规格均匀,体质健壮。劣质鱼种往往个体规格差距大,群体成活率低。

2. 看体色 优质鱼种的体色鲜艳、有光泽,若体色较深或呈乌黑色则为瘦鱼或病鱼。健壮的鱼体表有一种黏液,用以保护鳞片和皮肤,避免病菌侵入,故体表呈现一定的光泽。而病弱受伤的鱼种缺乏黏液,体表无光泽。

3. 看鱼种活动情况 健壮的鱼种游动活泼,逆水性强。在网箱中密集时鱼种的头向下,尾向上,可见鱼尾不断地煽动。否则为劣质鱼种。

#### (五) 鱼苗、鱼种运输

1. 鱼苗、鱼种运输前的准备工作 鱼苗、鱼种运输是鱼类养殖过程中一个不可缺少的部分,其中心问题是提高成活率和降低运输成本。

鱼苗运输前先要经过 2~3 次的拉网锻炼,以排空体内粪便,加强对恶劣环境的耐受能力,提高运输成活率。但一些肉食性的凶猛鱼类不宜进行吊水锻炼,否则易发生相互咬伤,故只需在运输前半天停食即可。运输用水必须是清新无毒,有机物少,溶氧高的水,井水曝气后为最适用水。

#### 2. 鱼苗、鱼种的运输方法

(1) 封闭运输 将鱼和水置于充氧密封的容器中运输。目前绝大多数采用双层透明聚乙烯薄膜的塑料袋。加水约总容量的  $\frac{2}{5}$ , 长途运输时,在运输重量允许的情况下,应尽可能的多加一些水,但不能超过  $\frac{1}{2}$ 。充氧,但不能充的太足,以袋表面饱满为好。运输密度随运输鱼苗、鱼种的时间、运输温度、鱼体的大小和体质都有很大的关系,一般的在 25℃ 时,一袋装鱼苗 10 万尾左右,夏



花 2 000 尾左右,可运输约 20 小时。在长距离运输中,一般用冰块和水来降低运输的温度,以保证成活率。

鱼苗、鱼种到达目的地后,要做短时间的暂养,打开袋子,使鱼体血液内的二氧化碳浓度降低,然后再放入池中,长途运输的鱼苗更要重视。

(2)开放式运输 开放式运输是将鱼和水置于敞开式的容器中运输。目前多采用活鱼箱置于载重汽车上的方法运输。其优点是: 运输方法简单易行; 可随时进行检查发现问题能及时抢救; 可随时换水、增氧,保证成活率; 运输成本低,运输量大; 运输容易,容器可反复使用。

具体的运输方法应根据实际的条件,以及鱼的种类、阶段具体确定。总之,以方便运输、保证成活率、降低成本为原则。



## 第四章

### 成鱼养殖

食用鱼饲养是将鱼种养成食用鱼的生产过程,也是养鱼生产的最后环节。衡量食用鱼生产技术水平高低的就是经济效益。单位水体在一个生长季节里生产出鱼的重量叫做鱼产量。通常,在相同条件下,净产量越高,经济效益越高,养殖技术水平也就越高。自鱼苗养成食用鱼所需时间称为养鱼周期,通常以年或月表示。缩短养鱼周期往往需要较高的技术,同时会增加相应的费用而提高生产成本,但也伴随着较高的经济效益。出池时食用鱼的体重为放养鱼种体重的倍数即是鱼种在一个生长期的增重倍数。生长单位(千克)体重鱼所需要的饲料量叫做饲料系数,同种饲料,饲料系数越低,养殖技术水平越高。

我国静水池塘养鱼技术曾经总结为“水、种、饵、密、混、轮、防、管”八个字(俗称八字养法)。“水”是环境条件,包括水源、水质、池塘面积、水深、土质、周围环境等,这些条件都必须适合鱼类生活和生长的要求;“种”即种质,要有数量充足、规格合适、体质健壮的优秀品种;“饵”就是要供应鱼类营养完全、适口、量足的饲料;“密”是



合理密养;“混”是根据生态学原理实行不同种类、不同年龄与规格鱼类的混养;“轮”是轮养理轮捕轮放,使养殖过程始终保持较合理的储存量;“防”是做好鱼类病害的防治和防逃、防盗工作;“管”是实行精细的科学管理工作。这八个字可归为一句话:适宜的池塘和水质等基本条件、鱼种的科学放养和精心投喂等饲养管理是池塘养食用鱼的三大中心环节。也可以说,池塘水质的基本条件是稳产高产的前提,鱼种的科学放养是基础,科学的饲养管理是保证。

## 一、静水池塘养食用鱼

### (一)池塘的基本条件

从生态学和生产管理两个方面综合考虑,养食用鱼的池塘应具备下列基本条件。

1. 水源和水质 一年四季水源要充足。没有污染的河水、湖水和水库水,含有一定数量的营养盐和浮游生物,溶氧较充足,水温适宜,是良好的水源。但含有野杂鱼和敌害生物及悬浮物,引用时应用网过滤。溪流水和工厂冷却水也是好水源。泉水和井水等地下水也是好水源,其硬度较大、不混浊、无敌害生物,但水温较低(温泉水除外),溶氧量较低,二氧化碳和氮氧的含量较高。引用时,应经过较长的渠道或先引入储水池,曝气增氧和提高水温后再流入鱼池;也可在进水口下设接水,水落到接水板溅起后再入池中;也可采用少量勤加的办法避免过大地降低池水温度。有些水源呈胶体状态,注入池塘中不能转清,应施适量生石灰,以使水转清,使浮游生物正常繁育。受工矿污染的水,含有毒物质不能引用。沼泽地、芦苇地的水,通常有机物质过多,矿物质很少,呈酸性,溶氧量低,是养鱼的劣等水,尽量不采用。

2. 土质和底质 修建鱼池的土质最好是壤土,其保水保肥力



适中,透气性好,饵料生物生长好,砂壤土保水保肥力较壤土差,但透气性好,可以建造池塘。粘土也可挖鱼池,其保水保肥力强,透气性差,在培养水质和操作管理上都不如壤土和砂壤土好。沙土保水力太差,不宜建造池塘。

池塘底部应有 10 厘米左右淤泥,以利于保持水质肥度和物质循环及饵料生物生长。但底质淤泥不能过多,因为淤泥中有机物分解消耗水中溶解氧,易使水质恶化,酸性增强,病菌易于大量繁殖。

3. 面积和深度 大多数养食用鱼的池塘面积以 6 000 ~ 7 000 平方米为宜,池塘面积过小水环境不稳定,不利于物质循环;过大不便于生产操作管理。食用鱼池塘需有一定水深和蓄水量。池水较深,水量较大,水温不易激变,水质稳定,对鱼生长有利。与面积相似水深不同的池塘相比较,草鱼、青鱼、鲢、鲤的放养量和净产量均随水深增加而有较大幅度的增加。但也不是愈深愈好,池水过深,水的透明度较低(精养鱼池一般在 25 ~ 40 厘米),深水层光照度很弱,浮游植物数量不多,光合作用产氧少,又因池水对流达不到底层,底层水溶氧得不到补充,而池底沉积的有机物分解耗氧,因而深层水严重缺氧。因此,精养鱼池水深以 2 ~ 2.5 米为适宜。

4. 形状与周围环境 池塘形状应整齐有规则,最好呈东西向的长方形。这样的形状便于操作管理,接受日照时间也较长。长方形的长宽比例为 2 : 1 或 3 : 2。同类池塘宽度应统一,利于网具制造和拉网操作。池底要平坦。池塘周围不应有高大树木和房屋,以避免遮蔽阳光和风力,影响浮游生物生长和氧气状况。

### (二) 放养前的准备

1. 修整鱼池 秋后排干塘水,通过冻结、干燥和曝晒清除杂菌和敌害,改良土质,清除杂草、杂物,挖去过多淤泥,平整池底,修补池边,加固堤埂,疏通注水渠道,设置拦鱼栅等。

2. 药物清塘 最好施用生石灰清塘(同苗种培育的清塘方



法)。

3. 注水和施基肥培养饵料生物 清塘后 7 天左右,待药物毒性消失,可注新水 70~80 厘米,施基肥浮游生物等饵料生物。鱼种入池后,随水温升高和鱼体长大,逐步加深水位,至 7 月份加到最大深度。

### (三) 放养种类

放养种类的选定,除考虑鱼类的肉味鲜美、个体大、可食比例大、生长快、耐密养、苗种和饲料易解决、适应力强及市场需求外,还应综合考虑对池塘水体空间和生态系统中饵料基础的充分利用。因此,无论主养哪种鱼都应该采取多种鱼类混养的方式,至于各种鱼类的规格和比例可根据各种鱼间的相互关系、人工投饲和池塘基本条件及市场价格等综合因素来确定。草鱼、鲢、鳙、鲤、青鱼、鲫、团头鲂等鲤科鱼类混养在同一池塘中,可以合理利用水体空间和浮游植物、浮游动物、浮游细菌和腐屑、底栖动物、水草等天然饵料基础,充分发挥它们之间的互相作用,加速能量移动和物质循环,提高鱼产量和经济效益。

### (四) 鱼种规格

池塘养食用鱼中,鱼种的适宜规格层次的指标应该是一个生长季节或在规定的饲养期内达到食用鱼的规格。合理选定放养鱼种的规格指标和规格层次的具体原则或依据是:各地区气候特点和鱼类生长期的长短、鱼类生长特性和生长规律、食用鱼规格、放养密度和计划产量指标、单季饲养还是轮养、养鱼周期长短以及是否套养大鱼种等多种因素。我国北方地区温水性鱼类生长期(水温 15℃ 以上)为 150~200 天,适宜生长期(20℃ 以上)120~150 天,最适生长期(25℃ 以上)50~80 天。单季饲养,养鱼周期为两年,可采取单规格层次放养;如果采取轮捕 1~2 次,则应取双规格层次放养方式。长江流域气候温和,温水性鱼类生长期为 240~270 天,适宜生长期 200 天左右,最适生长 150 天左右,养鱼周期



2~3年,轮养,每年轮捕4~5次,放养鱼种的规格层次为2~4个。珠江流域气候较炎热,温水性鱼类生长期330~360天,适宜生长期250天左右,最适生长期150~200天,通常放养鱼种的规格层次为2~3个。

根据鱼类各发育阶段的相对生长规律,选定鱼种规格时,在计划饲养内能够达到食用规格的前提下,鱼种规格应适当小些,因为规格越小,增重倍数越大,但从鱼体绝对生长速度来看,鱼种规格越大,绝对增重量也越大,单位鱼产量可能越高。但鱼种规格过大,养鱼周期必然要长,在生产上不仅不经济,而且实际上也难办到。

### (五)放养比例

混养是我国池塘养鱼的重要特点之一,也是提高池塘鱼产量和经济效益的重要措施之一,混养包括三个方面:各种饲养鱼类的混养,即在同一鱼池内混养多种(最多可达十余种)鱼类。同种不同龄的混养,一般为1龄和2龄鱼混养,有时一个龄级还包括若干规格的鱼。异种异龄的混养,即同一鱼池混养多种鱼类,而每种又有不同年龄和规格的鱼,混养鱼类中有的鱼用做第二年的鱼种,当年并不上市。人们称这种混养方式为套养。混养的重要生物学意义在于发挥鱼类之间的生态学效应,反复而充分利用饵料和水体空间。

我国池塘养鱼的人工和天然饵料有各种商品饲料(包括配合饲料)、水草、旱草、有机碎屑和浮游生物、底栖生物等。各种商品饲料主要为鲤、青鱼、草鱼等所取食。一些颗粒较小,上述鱼类不便利用的商品饲料,被团头鲂、鲫、非鲫、和鲢、鳙等摄取,不至于浪费。草鱼、青鱼、鲤、团头鲂等鱼类的粪便,可为鲢、鳙提供大量有机碎屑和培养丰富的浮游生物,起到饵料再利用的作用。

在同一池塘中生产多种食用鱼,可全年不断向市场提供鲜活鱼;也为翌年培育了一大批鱼种;这对满足消费者不同要求,增加



生产者收入均有较大意义。各种养殖鱼类对氧气的耐受力不同,混养在一起。耐低氧能力差的鱼先浮头,为其他鱼类报警,有利于防止浮头和泛塘。

鱼类混养比例的主要内容包括滤食性鱼类与吞食性鱼类比例、栖息水层相近且食性相似鱼类的比例,即鲤、草鱼、青鱼、银鲫等吞食性鱼类与鲢、鳙、白鲫等滤食性鱼类的比例,以及鲢与鳙、鲢和鳙与鲤、草鱼、青鱼等的比例。

草鱼、青鱼和鲤等吞食性鱼类比例因地区而异,通常为总放养量的40%~50%(江浙太湖地区为草鱼和青鱼)、30%~40%(北方地区多为鲤和草鱼)。近年来,由于鲤鱼的价格下跌,因而鲢、鳙、草鱼、鲫以及一些名贵鱼的放养比例明显有所提高。

由于池塘中浮游动物的食物量高于浮游植物,鲢滤食浮游植物、浮游细菌等小型食物的效率高于鳙,鲢的放养量应多于鳙,两者的具体比例视池塘中鲢、鳙的储存量而异。鲢、鳙储存量高于300千克/亩时,两者比例以4:1~5:1为宜;储存量为200千克/亩时,鲢、鳙比例以3:1为宜;储存量为100~150千克/亩时,则以2:1为宜。因为鲢、鳙储存量越大,食物保证程度越小,两者矛盾越突出,鳙受抑制的现象越明显,其放养量就应越小;相反,储存量越小,食物保证程度越大,两者矛盾越小,鳙受抑制的现象不明显,故放养比例可适当增大。如果主养鲤,混养鲢、鳙等滤食鱼类时,鳙的放养量则应降低。因为鲤摄食一定数量的大型浮游动物,降低了鳙的食物保证程度。

鲢、鳙与白鲫都是滤食性鱼类,虽然栖息水层不同,但它们在食性上有矛盾。鲢、鳙滤食能力强于白鲫,白鲫的吞食能力强于鲢、鳙。因此,鲢、鳙与白鲫的比例以2:1~3:1为宜。草鱼与鲤摄食不同的天然饵料,栖息水层也不同,两者矛盾不大。但摄食人工饲料时,草鱼的抢食能力强于鲤。因此,在主养鲤的池塘中,如果不投喂草类食物而又无天然水草,最好不放草鱼。主养草鱼的



池塘应少放鲤。每亩放 50 ~ 100 尾即可,使鲤摄食底栖动物和人工残饵。在有水草的池塘中可以放些体重 100 克左右的草鱼,以控制水草丛生。

青鱼和鲤都栖息底层,食性上也有一定矛盾。在饲养青鱼的池塘中只能少放些鲤(50 ~ 60 尾/亩),以利用埋在底泥中的摇蚊幼虫和水丝蚓等底栖动物。鲤放养过多会抑制青鱼生长。主养鲤的池塘,一般不要放青鱼。如果池中螺蛳多,则少放些青鱼,10 ~ 20 尾/亩。

### (六)放养密度

静水池塘养鱼的放养密度通常用尾/亩和千克/亩来表示。在多种类多规格混养的情况下,用单位面积的放养重量更确切一些。放养密度通常包含鱼种的总放养量和每种鱼的放养量等两层意思。在池塘条件和其他饲养措施相似的情况下,在一定密度范围内,放养密度与鱼产量呈正相关,与出塘规格呈负相关。根据 10 多份资料统计结果指出:在每亩放鱼种 36.9 ~ 323 千克范围内,平均增重倍数为 4.9;放养量为 196.0 ~ 323.0 千克/亩,增生倍数则下降为 3.2。另外,总放养量与计划产量有关,计划净产 500 ~ 600 千克/亩时,放养密度 50 ~ 60 千克/亩为宜;计划净产 800 ~ 1 200 千克/亩时,放养密度 100 ~ 150 千克/亩为宜。密度过大(超过 200 千克/亩),饵料条件变差,容氧过低,非离子氨浓度过大,鱼类生长缓慢,只有在增设增氧机等现代化设备和采取多次轮捕措施情况下,才可适当增加总放养密度。

### (七)鱼种质量

鱼种质量要求的主要指标包括:规格达到规定标准、大小整齐、体质肥满健壮、鳞片完整、无伤、色泽好、遗传性好等特点。

### (八)鱼种放养时间

在水温较低(5 ~ 10 )的季节放养鱼种为宜,这时鱼活动能力弱、容易捕捞、受伤少、发病率低。长江流域一般在雨水节前后



放养完毕,北方地区可在春季解冰后尽早放养。提早放养可以早开食延长生长期。当年养成食用鱼和套养大规格鱼种所放养的夏花鱼种,应尽量提早放养,这是提高产量和食用鱼规格的重要措施之一。

在食用鱼池中按适当比例放养中、小规格鱼种和夏花鱼种,以培养供翌年放养用的大、中规格鱼种,充分发挥鱼池生产潜力,降低鱼种成本,减少鱼种池面积。套养鱼种密度一般略多于来年该池大鱼种的放养量。食用鱼池中鱼种产量约为总产量的20%左右。

## 二、轮养和多级轮养

轮养和多级轮养是在鱼类混养基础上的一种经营或养殖方式,可提高鱼产量约20%以上,缩短养殖周期一年以上。

### (一) 轮养

轮养又称轮捕轮放,是将多种且多规格鱼类混养在同一池塘中,分次捕捞达到食用规格的个体并补放适量鱼种。轮捕轮放可以及时调整池塘鱼类的储存量,防止单季养鱼法前期塘鱼过少浪费水体和后期塘鱼过多抑制生长的两种倾向,以充分利用池塘水体和饵料生长以及充分发挥鱼的生长潜力,是提高鱼产量,满足市场需要,加速资金周转,增产增收的重要措施之一。

轮养能增产的生物学原理主要是在整个饲养期间始终保持池鱼有较合理的密度(储存量),有利于鱼类快速生长和充分发挥池塘生产潜力,提高总产量。

在单季饲养法(一次放养,一次捕捞)中,池鱼在整个养殖期重量增长为一条“S”形曲线。单季养殖法的前期,鱼的储存量低,水体空间和饵料有剩余,达不到最大的鱼产量;饲养后期,随着鱼体生长,鱼的储存量过大而生长受抑制。如果为了克服这个缺点而



减少鱼种的放养量,则在饲养前期就不能充分利用水体,没有真正发挥池塘生产力,因而不能从池塘得到应有的鱼产量。采取轮养和多级轮养的方法,可通过及时捕出达到食用规格的部分个体,解除了养殖后期池塘储存量过大对鱼群增长的限制;消除了这种限制,也就可以利用加大放养量的办法,来纠正养殖前期池塘储存量过小的缺陷。采取这一体制做到了整个饲养期间始终保持池鱼较合理的密度,协调了不同规格鱼间的相互作用,有利于鱼体的成长和充分发挥池塘生产潜力。

鲢、鳙、白鲫均摄食浮游生物和悬浮碎屑等。6~8月份大量起捕鲢、鳙,可解决鲢、鳙与非鲫、白鲫争食矛盾,也有利于小规格鲢、鳙生长。又如上半年一般水质较清新,草类鲜嫩,适合草鱼的摄食生长;从7月开始,对青鱼的投饵量逐渐增加,水质逐渐转浓转肥,不利于草鱼生长。这时将达到食用规格的草鱼捕捞上市,可稀疏草鱼密度,解决大草鱼和小规格草鱼、团头鲂之间的争食矛盾,同时能减轻水质过肥对草鱼生长抑制造成的损失。适时捕捞达到规格的食用鱼,使套养鱼种迅速生长,年终培育成大规格鱼种。轮捕还有利于鲜活鱼均衡上市。

轮捕的主要对象是鲢、鳙,其次是草鱼。因为它们生长快,好捕捞。轮养形式分三种:

1. 一次放养,多次捕捞 冬季或春季一次放足鱼种(2~4种规格),在7、8、9月分别捕捞2~3次,也可在7月末或8月初捕捞一次。轮捕的鱼产量可占总产量的20%~30%。

2. 多次放养,多次捕捞 这是南方较普遍采用的方式。捕鱼次数与当地鱼类生长期的长短有关,从3~4次到5~6次不等,一般20~30天捕一次。前两次捕后补放相应鱼种,后几次捕鱼一般不补放鱼种,或补放少量鲢、鳙鱼种,以培养供翌年放养用的大鱼种,轮捕鱼产量占总产10%左右。

3. 轮捕成鱼,套养鱼种 通常套养鲢、鳙和草鱼,放养数量见



放养模式。

夏季捕热水鱼,温度高,鱼活动力强,易受伤,而且拉网易造成池水缺氧或鱼集聚网中缺氧死鱼。因此,应使用网眼 10 厘米左右的尼龙线网具,操作要求快而精心。一般在上午水温较低且溶氧尚足的时候拉网,如果需要在早晨和下午拉网,捕鱼后应开动增氧机,防止缺氧浮头死鱼。

## (二) 多级轮养

多级轮养是广东省珠江三角洲的先进养鱼方法。它是把养鱼池塘(含鱼种池和成鱼池)综合分为几类(级),每类塘专养一定规格的各种鱼类,饲养一定时间(40 天左右)达到规定的规格便捕出,放入另一个(类)池塘,称倒池。倒一次池,鱼类的密度就稀疏一次。这样不断倒池稀放,合理调节池鱼储存量,充分利用水体空间和天然饵料生物,充分发挥鱼类的生长潜力。因此,多级轮养可明显缩短养鱼周期,鳙(6 个月)和草鱼(10 个月)当年养成食用鱼;增加收获次数:鳙由一次增加为 5~6 次(自 5 月开始,每月一次),鲢和草鱼由一次增到二次;大幅度提高鱼种规格和食用鱼产量。多级轮养的技术关键在于掌握鱼类的适宜放养量和最大贮存量。

在合理放养鱼种的基础上,加强池塘的饲养管理工作是实现高产稳产和高效益的保证。日常管理工作包括投喂、施肥、调节水质、防逃、防病等。

## (三) 饲养管理

1 巡塘 在养鱼过程中一般需要每天早、中、晚巡视池塘 3 次,称巡塘。半夜至黎明时观察鱼有无浮头现象及其轻重,测定水温;日间结合投喂和施肥等工作,检查水质和鱼的活动与摄食情况;黄昏时检查鱼有无浮头预兆。

鱼浮头直接原因是池水缺氧。缺氧的原因有下列几种:晴天池水温度较高,傍晚突然下雷阵雨,表层水温突然下降引起上下水层过早对流,池水溶氧量急剧下降而缺氧;连绵阴雨或长时间大



雾,浮游植物光合作用弱,池水耗氧量大于产氧量而缺氧;高温季节,投喂和施肥量过大,又未及时注新水而缺氧;浮游动物过多使水呈红褐色,大量耗氧并摄食浮游植物,减少溶氧来源而缺氧。鉴于上述原因,下列情况可能发生缺氧浮头:高温季节晴天傍晚突降雷雨的半夜或第二天黎明;连绵阴雨天的半夜或黎明前;施有机肥过量,或在阴天或下午施用;水质过肥、老化,浮游植物大量死亡;浮游动物大量繁殖,水色发白;傍晚池边发现小鱼、虾;未见发病鱼,食量却突然大减。

鱼浮头的程度可依据浮头时间、地点、鱼的种类及其反应的灵敏度来判断。黎明时鱼开始浮头较轻,日出后便逐渐消失;半夜或上半夜便开始浮头较重;鱼浮头先在池中央处,如扩及池边,整个池面都有鱼浮头则为重浮头;浮头的鱼用击掌或夜间有手电筒照射池面等方法稍受惊动即下沉,稍停鱼又浮头,表示浮头较轻,如鱼受惊时也不下沉,说明鱼浮头时间较长、较重。不同鱼类的耐低氧能力不同。罗非鱼、鳊、鲂浮头,麦穗鱼等小杂鱼和虾在岸边浮头为轻浮头;鲢、鳙等浮头为一般性浮头;草鱼、青鱼浮头则为较重浮头;鲤、鲫浮头为严重浮头,如浮头鱼在岸边无力游动,体色变成淡黄色、淡白色等,并出现死亡,表示即将开始泛池。解救浮头的有效措施是开增氧机、注新水或使用过氧化钙等增氧剂。

2.投喂 各种鱼类食性不同,投喂的食物种类和方法也不尽相同。草鱼、团头鲂都以青饲料为主,喂以精或颗粒饲料。早春鱼刚开食,喂一些油粕、豆渣、麸皮、米糠等,投饲量为1%左右,然后喂嫩草和精饲料,逐渐以草为主,入冬前喂精料。青鱼在全长15厘米之前喂压碎的螺蛳等精料,之后再逐渐直接喂螺蛳。

鲤、鲫依口径大小直接喂不同规格的颗粒饲料。鳊等鱼类可投喂煮熟的杂鱼、动物内脏等纯动物性饲料和人工配合饲料,也可“以低质鱼换取高值鱼”。如在肥水池塘中放养体长8~10厘米的大口鳊400尾/亩,同时混放体长17厘米以上的鲢、鳙鱼种60尾、



体重 250 克以上的罗非鱼亲鱼 40 组,其后又分批投放体长 3~4 厘米的鲤、鲫、鲢、草鱼种 112.5 千克。之后定期施肥和给饵料鱼投喂粉状饲料,形成“肥料,饵料—有机腐质、浮游生物、底栖生物—饵料鱼—大品鲢”的食物链。鲈、鲟、石斑鱼和眼斑拟石首鱼等均均以冻鲜杂鱼添加维生素和矿物盐为主要饵料,配合饲料还很少用。

黄鳝喜食鱼、虾、底栖动物等动物性饵料,兼食植物性饵料,经过驯化还可投喂动物下脚料及麦芽、饼粕和配合饲料,野生的黄鳝鱼种需驯食,改夜食为昼食,使之摄食人工饲料。驯食的方法是:鱼种刚入池的头 3~4 天不投喂,使其腹中的食物排空。然后将池水排干,再加入新水,这时可在晚间用切碎的蚯蚓、螺蚌肉、蛙等引食饱的黄鳝。将饲料分成几小堆放在进水口一边,并适当微流水。投喂量由少逐渐增加,经全部吃光为宜。待摄食正常后,再逐渐掺入其他人工饲料,驯食由晚间开始,每天投喂时间往后推迟 2 小时,最后改为白天投喂。

3. 培养和调节水质 池塘水质决定鱼产量、成活率和养鱼效益。大多数鲤科食用鱼池塘水质的化学指标是:溶氧量在任何时刻不低于每升 2 毫克,非离子氨不超过每升 0.1 毫克,高温期的透明度 30~40 厘米,pH 值 7.0~8.5 之间,总硬度 1.8~3.5 毫克当量每升,总碱度 1.5~3.5 毫克当量每升,COD 8~15 毫克/升。池水中溶氧不仅是鱼类等生物生存、生长发育的首要条件,而且对于池塘物质循环、改善鱼类生活环境、促进饵料生物的生长方面起决定性作用。因此,池水的溶氧量在一定条件下是水质管理中的主要矛盾方面。

鱼池中的溶氧 60% 来自浮游植物的光合作用,在没有增养机的情况下,40% 靠空气溶解;而溶氧的消耗,鱼占 20%,浮游生物、其他动物、有机物分解等占 70%,底质占 10%。因此,培养和调节水质应着力增加易消化的浮游植物等产氧生物的数量,减少有机



分解等耗氧因子的耗氧。我国家鱼高产池水质“肥、活、嫩、爽”的生物量数量指标是：水呈黄褐色、褐绿色，透明度不低于 20 厘米，鞭毛藻类等易消化浮游植物生物量变动在 20 ~ 100 毫克每升之间，浮游动物生物量为 5 ~ 30 毫克每升之间，为浮游植物的三分之一到四分之一，其中轮虫占 68% 以上。池塘养鱼培养和调节水质的主要方法有合理施肥、定期注水和适时搅动池底。投喂精养肉食性鱼类的池塘一般不施肥。依水质施肥的基本原则是：高温期少施，春秋两季适当多施，阴雨天不施，正常施肥坚持“少施勤施”。

目前，养鱼生产中增氧最快的方式是开动增养机。增养机的配置以 0.3 ~ 0.5 千瓦每亩为宜，坚持“三开”和“两不开”的原则：晴天中午或下午 13:00 ~ 14:00 时开机 30 到 60 分钟，目的是搅水，使上层溶氧较高的水与下层水对流，增加底层水的溶氧量，提早解决氧债问题，增加全池溶氧储备。阴天次日清晨（2:00 ~ 4:00）开机，以增加溶氧量，防止鱼浮头，因为阴天光合作用弱，溶氧量低，经一夜消耗，清晨溶氧量通常降到 2 毫克每升以下。阴雨连绵或由于水肥鱼多等原因而有严重浮头危险时，一般半夜前后，浮头之前，池水溶氧量降到 2 毫克每升时即开机，持续到日出。在一般情况下，傍晚不要开机，阴雨天中午或 14:00 ~ 15:00 时不要开机，这种天气要在夜间或黎明前开机。

4. 鱼病防治 防治鱼病是食用鱼稳产高产的保证。除用生石灰、漂白粉等药物彻底清塘、培养和调节好水质、坚持科学投喂、严格选择健壮鱼种等预防措施之外，还应做好鱼病的药物预防。鱼种入池前应用相应的药物浸泡消毒。在消毒前应先抽样检查鱼体病原体情况，有针对性地采用相应的药物消毒。用 10 毫克每升或 20 毫克每升的漂白粉溶液浸洗鱼种十分钟左右（视具体情况而定），可预防细菌性皮肤病和鳃病；漂白粉与 8 毫克每升硫酸铜合剂（分别溶化后再混合），浸洗鱼种 20 分钟，可预防细菌性和原生动物寄生虫引起的大部分皮肤病和鳃病；20 毫克每升高锰酸钾溶



液浸洗鱼种 2 小时,可预防锚头鳅病、指环虫病和三代虫病,对车轮虫和斜管虫病也有效。该药要现用现配;用 10 毫克每升 90% 晶体敌百虫浸洗鱼种 15 分钟,预防指环虫病;2% ~ 4% 食盐溶液浸洗 5 分钟,杀死黏细菌、水霉菌和车轮虫等。

在鱼病流行季节要对食场消毒,用漂白粉消毒食场可采用挂篓和洒药法。挂篓法是在食台或食场附近挂 3 ~ 6 个竹篓或可渗漏药液的容器,其口露出水面,内放漂白粉等药物,定期更换。鱼到食场摄食时,扩散出的药物有强烈的杀菌消毒作用。

### 三、普通流水养鱼

利用地势、水位落差来进行高密度养鱼的生产方式称为普通流水养鱼。我国幅员辽阔,水源丰富,丘陵和低山地区河流众多,水库渠灌纵横,拥有进行流水养鱼的优越自然条件。

与静水池塘养鱼相比,流水养鱼具有许多优点和特点。流水养鱼池中不断有新鲜水流入,旧水排出,养殖水会始终保持较高的溶氧量和良好的水质,因此,鱼的放养密度大,生长快,养殖周期短,单产高;自流排灌,有水还水,少用或不用机械动力,降低了设备投资和能耗,单位产品的成本较低;流水养鱼的生产规模、养殖种类和单产等受地形、水量和水质的限制。

#### (一) 流水养鱼的设施

1. 选址 流水养鱼池的位置必须在水源附近。水源要充沛,水位稳定,水质良好,溶氧量常年保持在较高水平,无污染。养鱼场应交通方便,有高压电源,以便生产资料的运输。

2. 生产规格的确定 流水养鱼的生产规模受制于水源流量的最低值和资金、市场等因素。根据水流量确定流水养鱼生产规模的计算公式如下:  $S = Q (R \times N)$

式中, ——养鱼场的规模,  $m^2$  (平方米);



Q——水源年平均最低流量,  $m^3/h$ (立方米/小时);

R——养鱼池的平均水深,  $m$ (米);

N——池水交换量, 次/小时。

3. 流水池 流水鱼池的形状应依具体的水源情况和地势因地制宜地确定。但无论采用何种形状, 最基本的原则是: 最大限度地利用土地面积和减少或消灭鱼池中的涡流。一般来说, 圆形或多角形鱼池的水交换率比较高, 有条件时应首先考虑采用这两种形状。鱼苗池面积  $3 \sim 20$  平方米, 水深  $0.5 \sim 0.6$  米; 鱼种池和成鱼池  $20 \sim 100$  平方米, 水深  $0.8 \sim 1$  米。

鱼池的排列方式有并联和串联两种。并联池的水源单独直接进入每个鱼池, 因而每个鱼池的注水量较少, 换水率低, 但注入各池的水都是新鲜水, 能避免鱼病的传播。而串联鱼池尽管单个鱼池的注水量大, 水交换率高, 但下游鱼池水质差, 病害易于传播和扩散。试验表明, 在水源相同、养殖鱼种类和规格也相同情况下, 平均单位水量的鱼产量以并联池稍高。

流水鱼池的池壁必须由经久耐用和保水性能好的材料构成, 确保池壁不跨、不漏。池底的倾斜度, 在长方形鱼池中, 注水部位向排水部位倾斜  $1/100 \sim 1/50$ , 若水源泥沙含量大, 可倾斜  $5/100$ ; 圆形池底从四周向中央坡降为  $10\%$  左右, 有利于排除鱼的粪便、残饵、泥沙等堆积物。在圆形池的池底应设 4 个定向喷水嘴, 以便排污时促进池水旋转, 使污物集中到池底中心的排污孔排出。排污口的管口直径应大于 15 厘米。

4. 流水鱼池的附属设施 与流水鱼池相配套的设施主要有水沟、沉沙地、吐砂水池等。

(1) 水沟 是流水鱼池必备的引排水设施。水沟有明沟、暗沟和管沟三种, 可以因地制宜地选择。一般来说, 排水沟与鱼池之间应有一定的自然落差。

(2) 沉沙地 应设置在养鱼场注水沟的起点处。其原理是减



缓流速,在沉沙池的进水口处建造与水流向相迎的上升斜坡。一般是砂土下沉时水流速度为 40 厘米/秒,浮砂下沉水流速度为 25 厘米/秒,所以,整个沉沙池内水流速度必须小于 25 厘米/秒。

(3)吐砂吐水池 该池的设置引江河水的地方必不可少,除吐出砂土和外来水之外,还能在雨季避免混浊水流入养鱼池。

5.流量的计算与调整 罗非鱼和草鱼养殖实践证明,池水交换量每增加一次,单产可提高 7~10 千克/月·立方米,但交换量若超过 6 次/小时,会造成流速过大,鱼体消耗能量过多而使产量下降。一般来说,池水交换量以 5~6 次/小时为宜。建池时应参考此流量,根据鱼池的大小来计算出水管的口径和数量及相应的进、排水沟过水面积。

## (二)流水养鱼生物学技术

1.放养密度 以流水鱼池中的溶氧量作为放养密度的主要因素来考虑,其最大容纳量可按下式计算:

$$W = (A_1 - A_2) Q R$$

式中,  $W$ ——最大容纳量, 千克/池;

$A_1$ ——注入溶氧量, 克/平方米;

$A_2$ ——维持鱼正常生长所需的最低溶氧量, 克/平方米;

$Q$ ——注入水流量, 立方米/小时·池;

$R$ ——鱼的耗氧量, 克/千克·小时。

依据生产经验,密度约为最大容纳量的 50% 为宜。放养鱼种的规格与产量的关系可参照网箱养鱼。由于流水养鱼需要大量规格大且配套的鱼种,常在流水养鱼池中采用分级套养大规格鱼种,做到均衡上市。

2.投喂 投喂饲料的种类、数量、次数和方法可参照“鱼种培育”一章中的投喂一节。

3.水流量调节 在养鱼生产中,要随着鱼体的增长适当增加



水的交换量。应定期监测出水口的溶氧量。当出水口的溶氧量接近鱼正常生长所需溶氧量的低限而又无法再增大池水交换量时,就要降低池鱼的密度,即捕出部分或全部鱼类,也可采取增氧措施。

4. 定时排污 定时排污是保证水质清新的重要措施之一。排污时要擦洗粘附在池壁上的污物。根据鱼的密度和水质情况,一般每天排污 1~6 次。

5. 防盗、防逃、防病 养鱼期间,必须坚持巡塘,观察鱼的活动情况和水质,特别是黎明前后。在高度密集状态下,鱼类一旦发病,传播得很快。流水养鱼必须以预防为主。

6. 温流水养鱼 温流水养鱼是利用工厂废热水或温泉等热水源,经过简单的增氧和水温调节进行的养鱼方式。它的优点是养殖生产不受季节的限制,可缩短养殖周期,提高产量,全年供应市场鲜活鱼。这种养鱼方式最主要的特点是需有调温的冷热游泳池和喷水装置。其他与普通流水养鱼相同。

## 四、工厂化养鱼

工厂化养鱼是运用机械、电子、化学及自动化等现代化先进技术和工业化手段,控制鱼类的生活环境,进行科学管理,从而摆脱气候、土地和水等自然资源条件限制的一种高密度、高产量、高风险、高投入和高产出的养鱼方式。这是鱼类养殖业向现代化、企业化、规模化方向发展而产生的新的养殖方式,也是降低天然水域养殖强度,缓解水产养殖对环境的压力,达到既保护环境又能满足人们对水产品需求、确保食品安全的途径之一。

工厂化养鱼有开放式循环流水养鱼、封闭式循环流水养鱼和温排水养鱼等几种类型。开放式循环流水养鱼是指:选择天然水池作为蓄水池兼净化池,流入鱼池后排出的水再回到蓄水池。这



种养鱼方式设备简单,施工容易,但在一定程度仍受自然条件的影响,是工厂化养鱼的初级形式。封闭式(过滤)循环流水养鱼的特点是:水在封闭的循环系统中重复使用,用海水量少,水经过先进的沉淀、净化、过滤、调温等处理,可常年高密度养殖。

### (一)工厂化养鱼的设施

工厂化养鱼的核心是循环过滤系统;主体是养鱼车间和自动监控系统。在工厂化养鱼中,水流循环、曝气或增纯氧、净化、加温、光控、投饲、吸力捕鱼等主要生产过程,部分或全部实行机械化、自动化和电脑化。

### (二)鱼池系统

鱼池面积一般不超过 50 平方米,深度 1.0 ~ 1.5 米,水深 0.6 ~ 1.0 米,长方形和八角形鱼池布局容易,土地利用率高,但换水不均匀,池底有积污的死角。鱼池底部的斜坡坡度,一般长度在 10 米以内的池子,以 1% 为宜,此值随长度的增加而减少。进排水可用管道或渠道。管道占空间小,有一定压力,使用方便,但成本较高,若发生堵塞,疏通比较困难,一般适用于流量较小的养鱼系统。渠道的流量较大,流动中可进行气体交换,维修方便,成本较低,适用于大规模的养殖系统,只是占居的空间较大。

从利于增氧的角度考虑,鱼池的进水方式有溢流式、射水式、喷水式等九种,可根据具体情况综合采用。溢流式的进水槽架于池顶上方或沿池壁围建而成,槽侧有闸门,水由此处溢入池内。这种进水方式的优点是取材容易、施工简单、便于观察、操作方便,但水无冲力,池内水质往往不均,不利于集、排污。射水式进水方式是在相对于出水端的另一端接上进水管。管上有孔,水射向水面。这种进水方式的优点是能形成旋转水流,水质均匀,有利于集、排污。喷水式进水是使水经过特制的喷洒装置(喷管、喷嘴、洒水头等)成水雾状喷出。此进水方式耗水量小,曝气充分,可用于水源短缺的养鱼工厂作辅助装置。



鱼池一般有上、下出水口。上出水口在池壁水位最高处,多为堰口,一旦水满时可由此口溢出,避免逃鱼。下出水口在池壁水位最低处,多为管道和阀门,开启后能排出部分污水或排干池水。排水排污的方式有两种基本类型:一种是排水兼排污,共用一个排水孔、管道和溢流排污槽。需排污时,将虹吸管上的控制孔封闭,则排污自行开始,但应注意适时开启控制孔,保持水位,以免水全部排干。另一种是水循环使用,排水和排污分开。鱼池的排污经排污孔入排污管送走,上面的排污阀控制排污。鱼池的排水则通过滤水窗,再上升流入附建在池外的溢水槽。溢水槽高度低于鱼池,在相对于鱼池水平处形成溢水口,上升的排水由此溢出,借此来保持鱼池的水位。排出的水再经水槽引入它处(如沉淀池等)。

为了防止池鱼随水逃走,需安装片状、桶状或钟状的金属栅栏鱼设备即滤网。片状滤网面积较大,用在出水前方;桶状网袋用于鱼池中心出水口,上端露出水面;钟罩状滤网用于水底出水口。滤水速度要与进、出水量平衡,交换量大的鱼池,滤网的过滤面积应不小于鱼池横断面积的  $1/3 \sim 1/2$ 。饲养刚孵出的鱼苗用 20~30 目的铜丝网,体长 1 厘米以上的鱼苗用 10~15 目的网目;体长 3 厘米左右,用 4~6 目的网目。滤网的网目应随鱼体的增长而及时调换。

### (三) 控温系统

现代控温系统的发展趋势是保温高效化、布局合理化、操作自动化。按热源分,常用的控温室主要有采光保暖型、采光供热型和供热保温型三种。第一种通常是在鱼池上搭建塑料棚保暖,室内温度比室外高 3~5℃。其特点是投资少,但室温随气温变化大,适于南方地区冬季和其他地区春秋两季使用。采光供热型以太阳能为主要热源,再辅以人工热源,通常也是塑料棚,特点是投资较少,能调节室温,但热损失大,温度稳定性差。供热保温型用锅炉加热,设有调温池,避免水体温差过大;车间内空气和水体同时加



温,常年正常养殖,热损失少,保温性强,只是一次性投资大,成本高。

#### (四)净化系统

水质净化是工厂化养鱼的核心。从鱼池排出的水经曝气、沉淀、过滤、净化、紫外线消毒、充氧等,再回到鱼池。

鱼池排出的水在进入沉淀池之前要行曝气。曝气的目的是排除水中的氨,增加水中的溶氧量,以加快生物净化作用。一般曝气池在排水口的下方,也有过滤后再曝气的,即在贮水池曝气。为了节省池面,常将曝气池与沉淀池合在一起,成为曝气沉淀池。曝气的方法主要有两种:一是将鼓风机或空气压缩机压出的空气,通过池内的散气设备,以气泡的形式散到水中。二是采用叶轮式曝气机,安装时叶轮与轴垂直贴近水面,旋转时水沿叶片回射,部分抛向空中,水花四溅。叶轮轴附近出现负压,使水上升,达到较好的增氧效果。

除去固形物(固体颗粒)的常用方法是利用其比重的差异、颗粒大小和形状差异,经过过滤器或筛而被除去。沉淀池深1.5~2米以上,并备有排污设施。在沉淀池和平分离池中,在重力的作用下,固形物随水流进入沉淀区而排出。为除去沉降速度较慢的固形物,需要增大沉降区体积。涡流式浓缩池利用离心力作用,沉淀效果较好。利用重力作用除去固形物的优点是不需机械设备,但当固形物的比重小时就很难除去,且占地较多。与之相比,平分离池要紧凑得多,其沉淀表面可形成一层生物膜,降解有机物。当水流过筛网时,固形物被分离出来,然后用水冲洗晒网,使固形物聚集并一起排除。这种方法的优点是,固形物可被迅速除去。但是,被分离的固形物颗粒大小取决于过滤器的结构。最常用的过滤器有鼓形过滤器。

养鱼用水的过滤目的是净化,即不仅要除去悬浮在水中的固形物,还要去除水中溶解的有机氮化物。用生物作用将含氮有机



代谢等转化为硝酸盐等物的过程称为生物过滤。生物过滤池由池体和滤料组成,其基本原理是:用小石子(直径4~6厘米)、浮石、塑料等作为基质(即滤料),将污水间歇地喷洒到这些基质上,在良好的通气条件下,经过一定时间(15~30天)之后,这些基质的表面就会附着好气和好污性细菌(主要是分解菌和消化细菌)、附生藻类、原生动物等(生物膜)。这些生物群落可将流经基质的有机物(氨)分解为无机物(硝酸盐)。目前开发出的滤池都衍生于室内废水处理方法,其主要差异在于填料的设置方式不同,即有洒滴式、浸没式和转动式三种。

在洒滴式过滤器中,废水由填料塔的顶部喷洒而下,把空气吸纳到填料塔内,起到增氧和去除二氧化碳的作用。这种滤器的结构高而轻,在强压力的作用下,生物膜较薄,以防堵塞,其缺点是蒸发量和热耗较大,会产生淤积。填料类型和喷水装置必须与过滤作用相一致,避免生物膜干燥失活。

浸没式过滤器的填料浸没在水中,污水从顶部流向底部或反向流过,所有填料都与水接触,并在低压力下使生物膜长厚,形成厌氧脱氮区。这种滤器的缺点是:需要昂贵的建筑材料支撑;氧气受限制,不能有效地排除废气,且容易堵塞。沙质滤器的水流由上而下,沙的涡动可防止堵塞,但水泵停止工作时,沙床沉降,生物膜受损,净化功能降低。

转动式生物滤器的填料桶或一排生物转盘被固定在轴上,其上的生物膜一部分暴露在空气中,另一部分浸没在污水中,这两部分随轴的转动而交替进行。轴的转速为2~15转/分钟。与上两种滤器相比,这种滤器的气体交换充分,生物膜活性高,但需要较多的空间,转动装置易发生故障。

### (五) 充氧和消毒系统

生物滤器水中的氧气可通过与空气接触获得,如洒滴和转动等,也可充纯氧。由制氧机产生的纯氧可通过高压或低压供给鱼



池或净化装置。在高压供氧过程中,借助发生器、压力圆锥塔或压力井,将氧气加注到系统内。低压供氧装置是通过扩大氧气与水接触面而与氮和二氧化碳交换的,主要设备有逆流填料塔、蘑菇状交换和喷射装置。生产中常用的是高压供氧,易发生气泡病。因此,当鱼池内含氧量过高时,须进行脱氧处理。

工厂化养鱼的水质消毒多采用紫外灯和臭氧发生器。紫外灯可安装在水面上或浸没在水中,外套石英保护罩。将紫外灯安装在水面上时,由于紫外线的反射和散射作用,会降低其有效性;放在水下,虽然有效性大大提高了,但费用昂贵。臭氧发生器使空气或纯氧在高压点作用下产生臭氧( $O_3$ )。用臭氧处理污染水不形成三氯甲烷等毒物,对水生动物的毒性较用含氯药物(如漂白粉)小;臭氧溶入水体后分解为分子态氧,可使溶解氧量升高;臭氧具有很强的杀病毒、杀菌和降解有机物的作用,能降低水中的 COD 和 BOD 值,但对鱼类也有毒性,因此,在含臭氧的水进入鱼池之前,必须用活性炭滤器进行吸附处理。

#### (六) 工厂化养鱼的生物学技术

1 水温、流量、水质的监控 通过自动测温和记录温度的装置,管理人员可调整养鱼池温度。流量调节的主要依据是水中的含氧量和有机氮含量。进水中含氧量越高,氨氮含量越低,流量可减少,相反就应增加。温水性鱼类池中溶氧量不得低于 3 毫克/升,冷水性和大多数海水鱼类池中溶氧量应更高一些。一般以鱼摄食旺盛,不浮头为宜。北京小汤山鱼场的工厂化养鱼中,鱼池的水质,如溶氧量、氨氮浓度、盐度、酸度等都通过探头式智能化仪表输送到控制室,由计算机来管理。水质的某项指标不符合要求,能自动报警,及时采取措施。

工厂化养鱼中,水质调控的重要措施有:及时更换滤池或滤料;及时刺穿、翻动滤料层;适时冲洗滤池,防止堵塞;滤池和沉淀池应及时排污;及时充氧和增氧等。鱼池一般每天补充和交换



5%~10%的新水,水质轻微恶化时提高到20%。排污性能好的鱼池,可隔天排污一次,一般鱼池每天1~2次排污,有的投喂前排污;高温期或生长旺盛期,适当增加排污次数。

2. 鱼种放养和投喂 放养种类、规格、密度及投喂等可参照流水养鱼。工厂化养殖的投喂全采用机械自动投喂。

3. 日常管理 先进的工厂化养鱼中,日常管理工作全部或大部实行自动化。但我国目前工厂化养鱼的自动化程度还不高,需抓好以下几点。

经常观察和定期抽样检查鱼的摄食、病害和生长情况,合理投喂;随时监测水质变化,及时排污,增氧,调节流量;防逃、防盗、防敌害。

## 五、网箱养鱼

### (一)网箱养鱼的生物学原理

网箱养鱼的最大特点是:鱼被限制在较小的空间内,降低了运动强度,减少了运动耗能,提高了饵料的利用率和鱼体肥满度,促进了生长;鱼被限制在网箱中,得到了较好的保护,降低了避敌等耗能,也增加了生产和销售的灵活性;网箱内外水体的交换,给鱼提供了更加适宜的生活环境。

1. 网箱养鱼水流交换率大 鱼群的流动、风力、浪和水团的运动或循环,都能使网箱内外的水流交换。流水水体每交换一次,就等于有效养殖水体增加1倍。交换水体次数越多,有效水体积越大。要充分发挥网箱养鱼的生物学效应,必须从网箱的材料、网目的大小、设置的方式和场所及管理措施上着手,使其有利于网箱内外的水流交换。生产实践证明,只要有一定的水交换,网箱内外的水质无显著差异。

2. 网箱养鱼的摄食效率高 在不投喂的情况下,网箱内鱼的



摄食量主要取决于水流带入的饵料生物量。一般来说,水流交换次数越多,流入网箱中的饵料量就越多,网箱内鱼的摄食机会也增加。因此,增加水体交换次数既改善了水质,又增加了摄食量和摄食机会。但是水体的流通性和摄食的时空性决定了通过网箱的饵料生物的两重性:被摄食和流出。流入网箱可被鲢、鳙等鱼类利用的浮游生物饵料量 = (网箱外浮游生物量 - 网箱内浮游生物量) × (1 + 网箱内水体更新次数)。投喂网箱就利用了水体交换的优越性和食物的可控性,大幅度提高了网箱养鱼的经济、社会和生态效益。

3. 鱼类排泄物耗氧的影响小 一般来说,在相同的密度下,网箱养鱼的生长速度比池塘养殖快,这与网箱中鱼的代谢物能及时排除,水中溶氧充足、水质良好有关。

4. 鱼体活动代谢的生理学指标适宜于体重增加 运动量大、游泳速度快和距离长的鱼类,肌肉内磷酸肌酸的含量比运动量小和运动缓慢的鱼高。前者尾部肌肉中磷酸肌酸含量变化在20% ~ 50%之间,而后者仅为9% ~ 22%。据测定,网箱内鲢、鳙鱼种的磷酸肌酸含量比大水面和流水口处鱼种的磷酸肌酸含量低37.5%和43.2%,有利于食物能量的转化和积累。再从反映鱼类对溶解氧量、营养、毒物等刺激适应能力的血红素和血球比容两项指标来看,网箱内鲢鱼种的血红素比网箱外的鱼低2.7%,血容低10.7%;鳙鱼种血红素低10.9%,血容低3.7%。既然网箱内鱼的活动量小,蛋白质和脂肪的积累率较高,因此,网箱内鲢鱼种肌肉中的含水量略低于网箱外同规格的鱼,而蛋白质和脂肪含量比网箱外的鱼分别高3.2%和21%,鳙蛋白质平均高3%,脂肪高47.9%。

## (二) 网箱养鱼对环境的影响及其对策

网箱水体是流动的,所以,尽管网箱的鱼产量是以网箱面积或体积来计算的,但却是以放置网箱水域总水体作代价的。随着网



箱、网围、网栏等设施养鱼规模和强度的扩大,许多水体局部或全部水质恶化,生态环境遭到破坏,网箱养鱼对环境的影响已引起了全世界的关注。

网箱养鱼对环境的影响,归结起来主要是两个方面:一是网箱养鱼的设施对水体的物理和化学性质的影响;二是网箱中鱼类代谢活动对水环境的影响。

1.网箱养鱼设施对水环境的影响 研究网箱对环境的影响主要有纵横两种方式:一是比较网箱区和离开网箱区有一定距离的对照区的水质差异;二是比较网箱放置前后水质的变化情况。概括地说,网箱本身与环境之间的物理作用主要有两方面:一是网箱占有水体空间,阻隘了水流交换和生物(鱼类、甲壳动物等)的涡游,破坏了生物的产卵、育肥和避敌场所,加速和改变了沉积作用的速度和方向。这种作用被国外学者称为行进性干扰。在水流畅通的情况下,沉积物就会在网箱底部迅速大量沉积,有效矿化面减少,降低了水体的自净作用。网箱上大量的附着物又先进行干扰。

另一方面是操作性干扰,包括投喂、洗涮网箱、捕鱼、防病等对环境的影响。这方面目前尚无定量的评价指标。现今的研究都表明,网箱区的总 N、P、C 浓度均高于对照区;透明度、溶氧和水的流速等均低于对照区;pH 和水温则无显著变化。

2.网箱养鱼中鱼类及相关管理对环境的影响 这方面的影响主要包括网箱养鱼输出物及其对水质的影响。

网箱养鱼输出的废物主要有未食的饲料、排泄物、粪便和化学药品等。产生未食饲料的原因有:投喂过量;投喂的方式不当;饲料中部分粉状物质溶于水或被风吹走,或鲜饵的残渣沉入水中。多数研究认为,配合饲料网箱养虹鳟中未食饲料占 1% ~ 3% 左右。将饲料过筛,减少粉末;在网箱底部铺垫,接住未食饲料;加强管理中,改进投喂方式;这些都是降低剩余饵料有效措施。粪便的排泄物是污染水体的主要物质。鱼类能量平衡研究表明,草食性



鱼类以粪便形式排出的能量(41%)约是肉食性鱼类排出的粪便能量(20%)的2倍多,杂食性鱼类则介于二者之间,投喂饲料的营养成分和投喂量及投喂方式,变化很大。对鲤和鲢鳙来说,典型商品饲料的消化率大约在70%~80%之间。鱼类粪便的直接影响是使水体富营养化,尤其是磷排泄,间接影响研究的不多。网箱养鱼中还以常使用许多药物,如疫苗、激素、肌肉色素、麻醉剂和水处理剂及治病药物等。饲料中的添加剂和化学药品通过粪便和散失的饲料影响水质。

网箱养鱼输出的废物主要影响水环境的营养负载。水环境的营养负载=输入的饲料中营养物数量-输出的鱼体中的营养物数量。在未食饲料的数量确定之后,根据饲料的性质和数量、饲料系数、消化率和粪便的营养,利用上述质量平衡方程就可计算出网箱养鱼的排粪和排泄量。

3. 解决网箱养鱼和围拦养鱼对环境影响的途径 水产养殖作为人类生态的一部分,在走与环境协调发展的道路中,必须采取科学管理对策和生态对策。对网箱养鱼和围拦养鱼加以调控和指导,不能盲目扩大面积和追求产量,无偿使用各种资源;布局上不要过于集中某一区域,要科学指导,合理规划;养鱼的地点,年际间可适当移动,如移向深海,并在原地进行水生植被的恢复等。

### (三)网箱养鱼设备的设计、结构及建造

网箱养殖的区域应具备以下条件: 风浪不大、避风条件好的内湾,以免受风暴潮或大风袭击; 地势较平坦,坡度小,底质为沙泥或泥沙,便于固定、操作及污物排除; 水质清新,溶氧丰富,远离大型码头和航行要道,无生产和生活污染水,水质符合渔业水质标准; 水体有一定流速,利于水体交换,一般以0.3~0.8米/秒为宜,如超过1米/秒,需有阻流措施; 水深最好5米以上,一般不超过15米,最低水位时网底部与水底能相距2米以上; 交通便捷,有电力供应,便于苗种、饵料、饲料、设施的供应及产品销售。



1.网箱养鱼设备的设计 网箱养鱼的主要设备有网箱、框架、浮力装置、沉子及其固定装置等。

### (1)网箱

**网箱形状:**选择网箱形状应从便于管理和操作、增强抗风能力和有利于水体交换等方面考虑。目前生产上广泛应用的主要有正方形和长方形两种类型。考虑到水体交换,较小的网箱(16平方米以下)以正方形为宜;较大的网箱则以长方形为宜。同样大小的网箱,面朝水流方向的宽度越大,水体交换率越高。

**网箱大小:**若网目大小和网箱直径相同,大网箱使用材料少,造价低;同样条件下,网箱越小,箱内水体交换次数越多。但网箱过大或过小,均不利于养鱼生产。目前海水网箱多为3米×3米;淡水网箱多为1~4平方米的小体积网箱和3米×3米的网箱。海水网箱高度多为2.5~3米,有效水深2米。

**盖网:**为防止鸟害和鱼逃逸,必须加盖网。有资料报道,养殖昼伏夜出或喜弱光鱼类,如鳗鱼、胡子鲶、鲶等,加不透光的盖网可增产10%~15%。

**网目大小:**网箱水体交换、附着情况与产量高低等均与网目大小有关。据试验,在相同条件下,4厘米网目网箱的产量为84.6千克/平方米,3厘米网目的57.5千克/平方米,1.5厘米的为50.24千克/平方米。因此,在不逃鱼和保持操作强度的条件下,应尽量选大网目网箱,并随着鱼的生长及时更换网目。

**网箱材料:**网箱多采用聚乙烯纤维材料。聚乙烯单丝直径0.1毫米,比重0.94~0.96,几乎不吸水,能漂浮于水面,在饱和状态时,吸水率1.6%;具有较好的强度,耐低温、耐酸、耐碱;价格便宜;但长期在日光下晒易“老化”,强度也随之降低。

**网材料计算:**网箱的用线重量(kg)通常按下式计算:

$$G = L \cdot M = [MN(4 + acd)] / (100 \times H)$$

式中, ——网片用线长度(m)



H——每千克网线长度(m/ kg)

M——网片的水平目数;

N——网片垂直目数

a——网目单角长度(mm);

c——结节耗线系数(活节 14, 死节 16, 双死节 24, 双线死节 32);

d——网线直径(mm)。

(2) 框架 目前,海水网箱多用木架框架,以进口的柚木为主。淡水网箱多为竹架和角钢架。竹架框架制作简单,造价低,但不耐用,作业不便。钢架框架制作复杂,造价高,但坚固耐用,作业方便,可实施机械化投喂。

中小型网箱多采用竹框架。每边一根毛竹,其两端钻一圆孔,在两端毛竹的圆孔插入一条直的钢条。钢条的下端用螺丝帽固定,再用铁线将钢条和毛竹一起轧紧。大中型网箱多用木或钢框架。根据网箱的大小确定木框架的间隔,定位后用直径 10~12 毫米的螺丝固定。框架下方装配浮子。框架上建有值班房。钢框架一般用 4 厘米×4 厘米的角钢做材料。每个网箱的四周各用 2 条角钢,其间距根据所用浮子材料与规格而定,一般为 30~50 厘米,框架角钢有螺丝或经烧焊固定;其下方安装浮子,上方铺以木或烧焊扁铁,扁铁的间距为 2~3 厘米,供人行走。

(3) 浮子和沉子 浮子可用木、竹、泡沫塑料、塑料桶、金属桶等材料制作。金属桶只用于淡水网箱。泡沫塑料浮子浮力大,但质脆,受碰撞易破损,一般在浮子外包玻璃纤维布或涂以玻璃纤维。海水网箱常用聚乙烯泡沫塑料作成的浮子。浮子要均匀装在框架下方,使之受力均匀。

沉子可为砖志、陶瓷、混凝土、镀锌管等材料,其中以镀锌管沉子效果最好。通常将 6 分镀锌管弯成与网箱底形状相同的平面框架 - 沉架。淡水网箱的沉架每边长度比网箱内径边长短 5~10 厘



米,将沉架水平放入网箱内底部;海水网箱的沉架规格与网箱内径相同用粗网线固定于箱底部外的四周。

(4)固定及其他附属设备 网箱用桩或锚固定。锚的大小依水域的风浪、流速和鱼排的大小而定。海水网箱常用铁锚;淡水网箱常用石块或在岸上打桩等代替。其他附属设备主要有艇、洗网机、投喂机、饲料加工机械(如切鱼机、绞肉机等)、冷冻设备、增氧设备等。通常用高压水泵清洗网箱。

2.网箱和鱼排的制作 网箱由网片剪裁缝合而成。网片有手工编结和机械编结、有节网和无节网之分。从工厂购买的网衣应经过拉伸、蒸汽加热等定型处理。手工编结的网衣须经过拉伸处理,减少使用中抻长,然后放入水中煮 20 分钟,果柄晒干后使用。目前国内多使用机结无节网片。机结无节网片又分挤出型无节网片和双向伸延无节网片,前者通过模型直接压成网片,网片的单位面积重量大,横向拉力差,易破损;后者重量轻,拉力强,网片柔软,造价低,故目前用箱养鱼多采用机结双向伸延无节网片。

网衣剪裁好后用聚乙烯线逐目缝合。网箱口一般安装上下两条缘纲,上缘纲用直径 5~6 毫米、下缘纲用 4~5 毫米的聚乙烯纲绳,将网口的边缘网目穿在纲绳上,然后根据缩结系数,均匀分配网目,用网张以双套结扎在上下缘纲上。网箱口的四角至网底用直径 5~6 毫米聚乙烯纲绳做纵力纲,在网口四角留下两条长约 50 厘米的纲绳用以吊挂网箱。

一般网箱 9 个组成一个鱼排,两个鱼排为一组,鱼排间用废车胎阻隔,缓解风浪的磨损,每组涨落潮头各打 3~4 个桩,桩与鱼排用纜绳连接。鱼排的布局应与潮流流向相适应。临潮头的第一只网箱所受的冲击力最大,然后依次减小。据测定,每只网箱可减缓潮流 20%~25%,到第四只网箱时,即使最大流速,也能保持网箱的基本形状不变,但过多的组合鱼排,会影响网箱的水体交换,增加固定难度。在浮架外侧木板下缚锚可提高鱼排的牢固性和抗



风能力。

小体积网箱投喂的饲料容易流失;沉式网箱投喂不易观察,因此,网箱养鱼必须设置投喂设施。投喂沉性颗粒饲料的装置是在网箱内侧的整个箱底缝合一块聚乙烯密网布,密网布周边高出15~20厘米,作为饲料台。若网箱底部加不透光或遮光的盖网,盖网中央剪一圆孔,插入一条直径为7~10厘米的硬塑料管,作饲料导管。塑料管上端高出盖网约10厘米,饲料由上端管口投入;下端离箱底约10~15厘米,在其出口处封以聚乙烯疏网布,防止箱网鱼进入饲料导管。投喂浮性饲料的装置是:在网箱盖网中央剪一方口,设置一个木板制成的方形木框,作饲料架。饲料架面积约占网箱面积的20%,饲料从盖网顶部投入饲料架内,可有效防止饲料流失。

#### (四)网箱养鱼的生物技术

网箱养鱼的种类选择应以市场需求为导向,经济和生态效益为核心,以水(水量和水质)、饲料(来源和价格)、苗种(来源、数量、质量)和养殖技术为基础,突出地区特色和规模效益。

网箱养鱼的方式,依投入的物质和能量来划分,不投喂和投喂两类养殖方式。不投喂网箱养鱼主要是依靠水中的天然饵料生物,多以鲢、鳙等滤食性鱼类为主,混养尼罗罗非鱼、鲤、鲫等;养殖的鲢、鳙等滤食性鱼类又多以苗种的形式供大水体或其他集约化养殖用。这种养殖方式的产量高低主要取决于水质和浮游生物的种类组成及其生物量。因此,水质好,饵料生物丰富的水域,网箱的设置密度可适当高一些,反之,应少放一些。网箱的布局要有利于水的交换;设置的深度应与养殖的种类和浮游生物的垂直分布相适应。通常在生产中2米左右深的网箱以养鲢为主,网箱设置时以低于水面0.5米左右为宜;养鳙为主的低于水面1米以下为宜。网箱的放养密度应根据水质和单位水体中的适宜浮游生物量(鱼类的生产能力),结合水域的生产技术条件来确定。以鲢为



主的网箱可搭养 20% 的鳙, 鲤、鲫或罗非鱼的搭配密度在 3% ~ 5% 之间。

投喂网箱养鱼可以充分利用网箱和水体空间, 提高单位水体的鱼产量和经济效益, 是目前网箱养鱼的主要形式。这种养鱼方式多以产量高、销路广、易养殖的高值鱼类为主, 如鲤、鲫、团头鲂、鳊、鲈、石斑鱼、鲷等。下面着重介绍投喂网箱养鱼的技术关键。

1. 放养密度和鱼种规格 鱼类放养密度应依水质、养殖种类、规格、产量和设备技术条件而定。一般来说, 水质条件好, 溶氧充足, 饵料丰富, 水体交换量大的水域, 鲢、鳙的放养密度可适当增大; 反之, 应适当减少。耐肥和耐密养的草食类和杂食性鱼类的放养密度比相互残食的肉食性鱼类的放养密度高。在相近的条件下, 产量比较高时, 鱼种的放养密度较高, 反之较低; 鱼种的规格较大时, 产量较高, 放养密度应适当降低; 鱼种规格小, 成活率往往很低, 饲养周期就要长。生产设施先进, 管理科学而精细, 生产经验较为丰富时, 放养密度可适当增加。生产中多参考别人和自己的生产经验, 依上市规格、预计产量及成活率按下式计算网箱的放养密度:

$$N = P / (S \cdot D)$$

式中,  $N$ ——网箱的放养密度(尾/平方米或立方米);

$P$ ——预计产量(千克/箱);

$S$ ——出箱时鱼的规格(千克/尾);

$D$ ——成活率(%)。

鱼种的放养规格直接影响出箱规格和产量。放养规格取决于养殖水域的气候条件、鱼的生长速度、养鱼周期和上市规格等。我国北方地区适宜生长期较短, 当年上市, 鱼产量随鱼种规格的增大而增加。

2. 投喂 网箱养鱼的投喂技术与池塘养食用鱼的投饲技术基本相同。目前, 海水网箱养鱼多投喂鲜活饲料、面团状饲料、颗粒



饲料和鱼糜饲料四大类。粉状饲料仅在苗种培育阶段使用,面团饲料适合鳊鱼养殖,用得最多的是颗粒饲料和鱼糜饲料(碎鱼)。鱼种入网箱后1~2天开始投喂。投喂量应根据鱼的生活习性、发育阶段、水质状况等综合考虑,灵活掌握。例如,石斑鱼生性多疑,对静止的食物不敢贸然索取,常使部分饵料散失,而鲷类见饵料即食,食性也杂,故在养殖石斑鱼的网箱中少量搭配一些黑鲷或黄鳍鲷等,可带动石斑鱼摄食。真鲷在出售前2个月,投喂鳞虾、糠虾等含有胡萝卜素的虾类,使其体色变红,也可采用遮光的办法,使塔鲷保持原有的金黄色泽。

3. 饲养管理 加强网箱养鱼管理的重点是:勤巡箱检查,认真作好记录测量,经常换箱去污,作好病害防治及防盗工作。

(1) 巡箱检查 鱼种放养后,在整个饲养期每天都要多次巡箱检查,发现问题及早解决。巡箱检查的重点是看鱼的活动、摄食、生长、病害和逃逸及被食情况。正常情况下,网箱中的鱼悠然自得地沉于网箱下部,活动正常。如发现鱼缓慢无力地游于箱边,受惊后无动,或狂游乱跳,则是发病或有寄生虫的征兆。

除投喂时目测鱼的生长和个体差异外,一般每半个月至1个月随机采鱼30~50尾/箱,测体长和体重。根据测量数据调整投喂量和网目。

网箱内的鱼只与大水体一网之隔,稍有不慎,养殖的鱼就会逃逸。要经常检查网衣牢固程度。在鱼种入箱的头几天,由于死鱼较多,网箱外的野杂鱼、水獭、水鸟、蟹类等常来吞食而造成网衣破损。网衣也可能被钉子、硬物或过往船只刮破或敌害生物钻洞。常用鸟枪鸣放、添加盖网、设置防护网等方法加以防范。

(2) 记录测量 每天测量水温、盐度、溶氧、水色、透明度和天气海浪等情况,记录投喂和鱼的摄食及生长情况。

(3) 换箱去污 随着鱼体的增长,要定期按规格和体质分箱。鲈、眼斑拟石首鱼等速长型鱼类,在150克/尾时,每20~30天分



箱一次,体重 250 克时 40 ~ 60 天分箱一次。在分箱、称重和过数时,操作要精心,尽量做到鱼不离水。网箱上常见的附着物有牡蛎、藤壶、海鞘、藪枝蚬、贻贝、浒苔、丝状藻类等。清除网衣附着物的方法主要有物理、生物和化学三种方法。生产上常用物理方法是清洗网衣,如抖动、拍打、清扫和高压水泵冲洗等办法。换网衣可彻底清除附着物。更换网衣时,应首先将旧网衣解下三个边。拉向剩余的一边。再将旧网衣移入新网衣中,将旧网衣拉起,鱼则游入新网中。换下的网衣要日晒和浸洗。方法是:用硫酸铜 3 ~ 4 千克,甲酸 10 ~ 15 千克,加淡水 400 升,将网衣浸泡 2 ~ 3 天,取出冲洗干净。用防附着剂浸泡网衣的化学防附剂,目前尚不成熟,许多防附着剂对鱼都具有一定的毒性。在网涂附一层碳酸钙粉末更好地与网线凝合,能经久耐用。在网线上涂沥青,也可防止藻类附着。大部分藻类附着在水下 1 米范围内,通过网衣上提或下沉可使藻类死亡。也可以在网箱中放入一些罗非鱼、鲮、鲷等刮食性鱼类,除去部分附着藻类和低等无脊椎动物。



## 第五章

# 池塘主要水质因子及其对鱼类的影响

池塘是养殖鱼类生活和生长发育的场所,池塘条件的好坏直接影响鱼类的生长和池塘渔产量的高低,因此了解池塘环境及其养殖鱼类的关系在生产上十分重要。池塘环境条件是很复杂的,包括物理、化学和生物学等方面的很多因子,这些因子既各自独立又相互影响而直接或间接地对鱼类发生作用。因此,只有了解池塘各个水质因子的变化规律和彼此间的相互关系,了解它们对养殖鱼类的影响以及鱼类对水质各个因子的要求,才能调节和控制水质,使之符合鱼类生长发育的需求,以提高池塘鱼的高产量。

### 一、温度

温度是水环境中极为重要的因素,一方面温度直接影响着有机体的代谢强度,从而控制水生生物的生长、发育、数量消长和分布等;另一方面温度又影响着食物的丰度和水中物理、化学因素的动态,又间接地支配生物的生活和生存。由于对增热起最大作



用的长波光线在水表层即被强烈吸收,因此太阳辐射只能晒热表层水。水中热的损耗也在表面进行,其中起主要作用的是水体热的回辐射和水的蒸发。回辐射在无云的寒夜进行十分强烈;蒸发过程的耗热更是十分巨大的。与热输入一样,其他过程的失热作用很微小。

水的导热性很小,热量向水体深处传播主要是通过因密度不同而产生的对流和风力的机械作用。由于水的密度在 4℃ 时最大,所以只在表层水温不超过 4℃ 的情形下,表层水吸热变重下沉,下层较冷较轻的水上升来补充,从而通过对流把热量输入深层。当上层水温超过 4℃ 时,白天水受热变轻就不能下沉,只在夜间上层水因回辐射失热变重后才能与深层水对流。因此必须在外力的作用下机械混合,上层 4℃ 以上较温暖的水才可能进入深层。

绝大多数水生生物(水生哺乳类除外)均属于变温动物,它们的体温和水温相等或相近,幼鱼体温和水温几乎相等,成鱼体温和水温通常相差 0.5~1℃ 以内,鲤鱼为 1.7℃。在一定范围内温度每升高 10℃,代谢作用的速度将增大 2~4 倍,因此有机体的生长、发育等一系列生命过程都受到水温的影响。在一定温度范围内,动物的摄食和生长也随温度而增强,在变化幅度不超过一定范围内(一般在适温范围内),周期性的变温对水生生物的生命活动有积极的意义。

我国池塘主要养殖鱼类鲢鱼、鳙鱼、草鱼、青鱼、鲤鱼、鲫鱼、鳊鱼、鲂鱼等,属于温水性鲤科鱼类,对水温的适应范围在 0.5~38℃,超出此范围就不能忍受,并进而引起死亡,这些鱼类生长的适宜温度范围是 20~32℃,在此范围内,随温度升高代谢增强,摄食量增加,生长加快,水温 15℃ 以下,则食欲显著下降,生长缓慢。温度对鱼类的性腺发育和成熟有显著影响,温度升高,代谢加强,加速了性腺发育成熟的过程。温度影响池塘溶氧。池塘溶氧量随水温的升高而减低,水温上升鱼类呼吸加快,耗氧量增加,因



而容易发生池塘缺氧现象,这在夏秋高温季节特别明显,应加以注意。

## 二、池塘水温的变化

### (一) 季节变化

池塘水温随气温的变化而变化,因此和气温一样,在一年中池塘水温也有季节的变化。但由于水本身的热学特性,池塘水温的变化和气温并不相同。水的比热比空气大,因而池塘水温变化幅度要比气温变化幅度小得多,所以水温要稳定的多。池塘水温一年中最高和最低月份较气温的最高最低月份要晚一些,一般1月份最低,7、8月份最高。

### (二) 昼夜变化

池塘水温同气温一样,也有明显的昼夜变化,但水温最大值和最小值出现的时间均落后于气温,一般是下午2~3时最高,早上日出前最低。

### (三) 垂直变化

由于水的透热性和传热性很小,水的表面受太阳照射使温度升高,但透过层很浅,向下传热又很慢,且愈向下愈少,所以温度逐渐减低,形成了明显的温度分层。白天因受太阳照射,上层水温明显高于下层水的温度;晚间气温下降,上层水降温,当上层水温度低于下层水时,由于上层水的比重小于较低层水的比重,从而引起上下水层的对流,使上下层水温差异逐步缩小,最终趋于一致。

### (四) 池塘水温的调控

池塘水温主要依赖于自然气候条件的变化,人力只能在很小幅度范围内作适当调控。调控的措施主要是根据季节和气候变化,控制池塘的水位以调节水温。在春季水温较低时,鱼池灌入较浅的水,以利于池塘水温的提高,这对鱼类的摄食、生长和池塘天



然饵料的繁殖都有利。在冬季加高池水以保温,春暖时降低水位以利于升温,若遇寒流来临,预先加深池水,以免因水浅温度降的过低,晴天则适当降低水位,有利于水温升高。

### 三、光照和透明度

#### (一)光照和透明度对养殖鱼类的影响

光照也是与鱼类关系很密切的重要物理因子之一。透入水中的太阳光是池塘中浮游植物进行光合作用的光能来源。浮游植物通过体内的叶绿素吸收太阳光能,将二氧化碳、水以及氮、磷等无机物合成有机物,把太阳能转化为有机物的化学能,从而使自身生长和繁殖。浮游植物是池中浮游动物、底栖动物等的食物,浮游植物、浮游动物和底栖动物等又都是养殖鱼类的天然饵料。因此,浮游植物作为池塘的初级生产力,直接或间接作为鱼类的饵料,其生产量的大小对鱼类的生长和渔产量有着密切的关系。浮游植物在进行光合作用制造有机物的同时还产生氧,每生产 1 千克浮游植物约产氧 163 克。肥水池塘浮游植物生产量较大,在白天特别是晴天,浮游植物通过光合作用不断向水中释放大量的氧,从而提高了池水溶氧量,为鱼类的生活创造了良好的水质条件。此外,到达水面的太阳能也产生热效应,促使池塘水温提高。如周围庇荫的池塘,不仅光照条件差,而且水温较低,对浮游植物光合作用和鱼类摄食生长都有影响。这些都是光照对鱼类的间接影响。

光照对鱼类的直接影响,主要与鱼的繁殖有关。光照时间的长短直接影响鱼类性腺的发育和成熟,改变日照时间可引起一些鱼类性腺发育速度和产卵时期的改变。例如延长光照时间可使春夏季产卵的鱼提早成熟产卵,而缩短光照时间则可使秋冬季产卵的鱼提早成熟产卵。冷水性的虹鳟在日照 12 小时以下时性腺发育较快,13 小时以上时发育反而变慢。过长和过强的光照对家鱼



的生长显然是不利的,但对性腺发育和成熟则有好的作用,如南方鱼的性腺发育成熟比北方的快、并且要早。

透明度表示光透入水中的程度。池水中常含有各种物质,因其吸收光线使水的透明度降低。一般情况下,池水中的泥沙不是很多,透明度的高低主要取决于水中浮游生物和有机碎屑的多少。因此,根据透明度大小,结合水色观察,可大致判断水的肥瘦程度。一般肥水池塘透明度在 25 ~ 40 厘米之间,水中浮游生物和有机碎屑较多,水色较好,有利于鲢、鳙等鱼的生长。透明度小于 25 厘米或大于 40 厘米,表示池水过肥或较瘦。肥水水色往往呈灰蓝色或较浓的黄绿色,水中鱼类不易消化的浮游植物较多,俗称“老水”;瘦水则是浮游生物、有机碎屑较少,不利鱼类生长。

## (二) 池塘光照和透明度的变化特点

池塘光照有明显的时间和空间变化特点。从时间上看,近水面下的光照强度,同水面上一样,以中午最大,日出和日落时最小,但水中光照的变化较空气中更为明显。因为到达水面的光照,一部分受反射而损失,反射率的大小因太阳的仰角有关。中午太阳仰角大,反射小;日出和日落时仰角小,反射大。因此白天水中光照强度高值和低值的差异较空气中的大。从空间上看,由于池塘中含有大量的浮游生物和有机碎屑等微细颗粒,因其能强烈吸收光线而使水中光照强度随深度增加而迅速衰减。据测定,精养鱼池在透明度为 30 ~ 40 厘米时,池水表面以下 20 厘米厚水层已吸收了进入水中光照的 70%,50 厘米厚水层吸收了 95%,水深 1 米处的光照只剩下不到 1%。由此可见,鱼池水中浮游植物的光合作用,主要在表面 0 ~ 50 厘米深的水层中进行。在水面 1 米以下的水层光合作用几乎为零,光合作用产生的氧不够抵偿浮游植物本身呼吸作用的耗氧量。因此,1 米左右以下的水层主要进行着各种物质的耗氧过程,称为耗氧水层;而 1 米以上的水层,浮游植物密度大,光合作用强,产氧多,称为增氧水层。所以从池塘溶氧



角度看,鱼池水并不是越深越好,因为增加了耗氧水层,对改善池塘溶氧条件是不利的。但适当加大水深可提高鱼的容纳量,增加放养密度。在实际生产中也可采取增氧、搅水来增加池水的溶氧量,因此,适当加大池水深度是有利的。生产实践证明,我国高产池塘的水深一般都在2~2.5米。

池水透明度的变化,一般是夏季低,冬季高。夏季浮游生物大量繁殖,水的交换量大,有机质多,因而透明度低;冬季浮游生物少,水的交换量也小,有机物含量少,透明度较大。

## 四、氧

### (一)氧对养殖鱼类的影响

池水中溶解氧是与养殖鱼类关系最为密切的化学因子之一。溶氧是大多数水生生物包括鱼类在内生存的必需条件。池塘中溶氧量低于1毫克/升,鱼类就会缺氧浮头,当溶氧降到0.5毫克/升时就开始死亡。各种鱼对氧的适应范围有所不同,主要养殖鱼类正常生长发育所需要的溶氧量一般在4~5毫克/升以上,在温度等环境条件适宜的情况下,鱼类摄食强度大,生长快,饵料利用率高;当溶氧低于此水平时,鱼类的摄食和生长就会受到一定的限制,低于2毫克/升时鱼就开始停食。冷水性的鱼类对溶氧的要求更高,如虹鳟在溶氧降至5毫克/升时食量开始大减。

鱼池中过多的氧一般对鱼类没有什么危害,但饱和度很高时会引起气泡病,尤其是在鱼苗阶段,危害更大。

精养鱼池鱼类密度高,投饵施肥量大,大量的有机肥、残饵以及鱼类粪便等在水中分解,要消耗大量的氧,易使池塘缺氧,使鱼严重浮头甚或泛池死亡。在溶氧不足的情况下,有机物质不能完全分解,产生有机酸、氨、硫化氢等有害的中间产物,这些物质大量积累影响鱼类和水生生物的生长,还会产生毒害作用,引起鱼类中



毒死亡。因此在生产中,调节和改善溶氧条件是水质管理的主要内容和取得池塘高产的重要措施之一。

### (二) 池塘溶氧的来源和消耗

鱼池中氧的来源主要是浮游植物光合作用产生的,特别是肥水池塘,浮游植物数量大,光合作用强,在水温较高的晴天,光合作用产生的氧,可使水体的溶氧达到过饱和状态。池水中氧的第二个来源是靠空气中氧的溶解,但数量较少,在有风浪时,溶入的速度和数量较多一些。但据测定,一般晴天光合作用产氧量占一昼夜氧量总收入的80%以上,而空气中溶解的不到20%。

鱼池氧的消耗主要是浮游生物的呼吸作用和水中有机的氧化分解(即细菌的呼吸作用),其耗氧量占一昼夜氧总支出的70%以上,鱼的呼吸占到15%左右。上层水中的氧向空气中扩散以及池底淤泥中有机的分解占一部分。

### (三) 池塘溶氧的变化特点

池塘溶氧主要有昼夜变化和垂直变化,这与池塘光照变化和浮游植物光合作用是密切相关的。白天,随着日照的增强,光合作用不断增强,使水中溶氧不断增多,到下午2~3点时达到最高值;此后随着光照的减弱,光合作用产氧随之减弱,但产总氧量仍大于总耗氧量,到4时左右达到溶氧最高值;随着光合作用的进一步减弱,耗氧量开始大于产氧量,水中溶氧开始降低,到夜间,光合作用产氧降到最低,水中的溶氧开始净消耗,到翌日黎明前降到最低值。一般浮游植物密度越大,昼夜溶氧的差值也越大,浮游植物密度小,差值也小;晴天昼夜溶氧的差值大,阴天的差值小;上层水昼夜溶氧的差值大,下层水的差值小。

池塘溶氧的垂直变化,白天上层水中溶氧量高,愈往下层溶氧越低。这主要是由于池水透明度小,上层光照强度较下层大,浮游植物也主要在上层,从而使上层水中光合作用产氧多。同时由于白天上层水温高,下层水温低,上下层水不易对流混合,使上层含



氧量高的水很难传到下层去,因此下层的溶氧无法得到补充,处于缺氧状态。日落后光合作用停止,上层水温受气温下降的影响逐渐降低,上下层水发生对流,从而使上层水的溶氧逐渐降低,使下层水的溶氧有所提高,到次日黎明时上下层水的溶氧趋于一致。故一般日出后上下层水的氧差逐渐增大,至下午差值最大,日落后逐渐减小,黎明前差值最小而趋于零。

池塘溶氧水平变化主要是受外界的影响,白天下风处的溶氧高于上风处的溶氧,夜间则刚好相反。这是因为受风力的影响,使下风处浮游生物密度大于上风处的,所以光合作用产氧多,夜间则是浮游生物耗氧多的缘故。清晨光合作用还不够强,和夜间是一样的,仍是下风处的溶氧低,因此早上鱼浮头时一般都集中在溶氧高的上风处。

溶氧的季节变化是夏秋季浮游生物繁殖量大,光合作用强,产氧多,各种耗氧因子也多,因此溶氧的最高值和最低值均出现在这两个季节。具体表现在,夏秋季溶氧昼夜变化和垂直变化明显,黎明时会产生浮头现象。在水温较低的冬季和初春,情况刚好相反。

#### (四) 池塘溶氧的调控

池塘溶氧的时空分布始终处于动态的不均衡状态,其中昼夜变化和垂直变化对鱼的影响最大。在黎明时低溶氧易使鱼发生浮头现象,必须及时注水或开动增氧机增氧。同时在巡塘时如发现鱼浮头的现象,应及时开动增氧机增氧,保证鱼的正常生长。

垂直变化的影响主要是下层水溶氧量低,使低层淤泥和水中的有机物进行厌氧分解,产生有机酸、氨、硫化氢等有害的还原性中间产物。这些物质的积累,影响鱼类生长,同时在天气突变的情况下,容易出现危险。如夏季雷雨或突起北风,气温突然降低,大量温度低的水进入池中,使上层水温度迅速下降使上下池水形成强烈对流,把下层还原性物质迅速扩散到全池,氧化分解,使全池的水处于负氧状态,发生泛池。为防止下层水严重缺氧,在晴天中



午开动增氧机或搅水机,使上下水混合,提高下层水的含氧量,这样可以在一定程度上改变池塘溶氧分布的不均衡性和不合理性,有利于池塘水质的改善和鱼类的生长。

## 五、氨

溶解于水中的非离子氨或分子氨( $\text{NH}_3$ )与离子氨( $\text{NH}_4^+$ )的总量称为总氨。 $\text{NH}_3$ 与 $\text{NH}_4^+$ 在水中可以相互转化,建立下面的平衡关系式:



平衡时氨与氨离子的含量主要取决于水的氢离子浓度即 pH 值, pH 值增加,氨的比率增大, pH 值小于 7 时,几乎都以氨离子的形式存在, pH 值大于 11 时,几乎都以氨的形式存在。同时水温也有影响,但不如 pH 值的影响大,水温高时氨的比率增大。

在水中氧气不足时,含氮有机物分解的主要产物为氨。在氧气充足的情况下,氨进一步氧化成亚硝酸盐,最终氧化成硝酸盐;缺氧时则刚好相反,即硝酸盐先变成亚硝酸盐,再生成氨。非离子氨对鱼有很高的毒性,而离子氨对鱼来说则相对无毒,而且还是植物的营养盐。一般池塘中非离子氨的含量较低,鱼类和水生动物排泄的氨被水大量的稀释,同时加上硝化细菌的作用,一般不会有太大的影响。但在高密度的精养池塘中,要加以重视。另外,在鱼池中施肥时,必须根据水质的具体状况,防止因施肥过量而使水中非离子氨的浓度过高。鱼池低层水经常缺氧,会造成氨的积累,因此,适时开动增氧机增氧,使水进行垂直交换,提高低层水的含氧量,是防止氨积累和改良水质的重要措施。



## 六、硫化氢

硫化氢是有毒气体。溶解在水中的硫化氢,渗入鱼体后能使血液血红蛋白中的低价铁变成高价铁,从而使血红蛋白失去载氧能力,造成鱼体组织缺氧,严重时引起死亡。硫化氢的毒性很强,对幼鱼的致死浓度,虹鳟为 0.0087 毫克/升,金鱼为 0.084 毫克/升,可见硫化氢对鱼类有很强的毒性,因此在鱼池中要特别注意防止硫化氢的产生。

池塘中硫化氢的产生,是在缺氧条件下,含硫有机物经不完全分解而形成的中间产物;或者是富含硫酸盐的水在硫酸盐还原菌的作用下,由硫酸盐还原变成硫化物,再生成硫化氢。

硫化物和硫化氢都是有毒物,而硫化氢的毒性最强。一般硫化氢在酸性条件下,大部分以硫化氢的形式存在,所以在酸性条件下毒性加强。当水中的溶氧增加时,硫化氢被氧化成硫化物,使毒性减小。因此防止硫化氢产生的主要措施是提高水体中特别是底层水中的含氧量。同时鱼池不宜施放过多的农家肥,尤其是未经发酵的农家肥,以免其在分解过程中消耗大量的氧而造成缺氧环境,而且有机物对硫酸盐还原有明显的促进作用;此外提高池水的 pH 值,使其稍偏碱性,也可减少硫化氢的产生。

## 七、碱度和硬度

淡水中溶解最多的盐类是碳酸盐类,包括碳酸氢盐和碳酸盐,主要是碳酸氢盐,因为碳酸盐在水中的溶解度极低。水中的钙、镁、钾、钠与碳酸氢根( $\text{HCO}_3^-$ )、碳酸根( $\text{CO}_3^{2-}$ )等弱酸离子结合的盐类及其氢氧化物的总量称为碱度。这些化合物能与氢离子结合,消耗酸,因而造成水的碱度。水的硬度则是代表钙盐和镁盐的量。



天然水中钙和镁常同时存在。钙、镁同鱼类及其他水生生物的关系很大。钙是构成鱼类骨骼的主要物质,鱼类能直接从水中吸收钙,钙也是其他水生生物必需元素之一,镁是叶绿素的主要成分,各种藻类都需要镁。一般碱度和硬度较高的水,有利于鱼类饵料生物的繁殖。

具有一定碱度和硬度的水对保证二氧化碳数量均衡和调节池水的氢离子浓度有很大作用,当水中游离二氧化碳不足时,氢离子浓度同时降低,即 pH 值升高,碳酸氢盐即进行分解释放出二氧化碳,同时升高了水的氢离子浓度,即 pH 值降低。



相反,当水中游离二氧化碳大量积累时,碳酸盐则吸收二氧化碳变为碳酸氢盐,同时降低了水的 pH 值。

过软的水对养鱼不利,因为只有很少量的碳酸盐类,缓冲力很弱,不足以使水的 pH 值保持相当的稳定,也不能为浮游植物的光合作用提供足够的二氧化碳。

过高的碱度对鱼类是有毒的,会使鱼体溃烂和瞎眼,严重时会引起死亡,10 毫摩/升的碱度可看作是养鱼的危险指标。不同鱼类对高碱度水的耐受能力不同,鲢、鳙、草鱼耐受力较差,罗非鱼、鲤鱼次之,雅罗鱼、鲫鱼耐受力最强,当碱度达到 20 ~ 25 毫摩/升时才死亡。高碱度与氢离子有协同作用,在一定碱度下,pH 值越高,毒性越大。

## 八、pH 值

天然水的 pH 值俗称酸碱度,其实是指水体中已经电离生成的氢离子浓度,仅与离子酸度有关,对于一般的天然水,总酸度主要由游离碳酸酸度组成。



### (一) pH 值对水生生物活动的影响

1. 直接影响 水质环境 pH 值的改变可通过渗透与吸收作用,使水生动物血液 pH 值发生改变,从而破坏其输氧功能。碱性过强常常直接腐蚀鳃组织,造成呼吸障碍而窒息。对于水生植物,由于 pH 值的改变会影响其对营养物质的吸收。如,降低 pH 值会抑制硝酸盐还原酶的活性,导致植物缺氮。高 pH 值会妨碍植物对铁的吸收。pH 值降到 6 以下,一些大型枝角类就无法生存,许多微生物的活动受到抑制,固氮活性下降,有机物分解矿化速率降低。

2. 间接影响 pH 值的改变,影响许多物质存在的形式,特别是一些有毒物质形式的改变,间接影响生物的生命活动。如  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  等,由于 pH 值的改变可能转化为具有强毒性的  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HCl}$  形式,而间接危害生物。另外,对于象铜、铅等重金属离子对水生生物的毒性也与 pH 值有关。pH 值降低,水中弱酸电离减少,许多弱酸阴离子 ( $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$  或有机酸根等)程度不同地转化为相应的分子形式,因而含这些物质的络合物及沉淀也相继分解或溶解,使游离重金属离子浓度增大;相反,水体 pH 值升高,则弱碱电离减小,多以分子形式存在,弱酸电离增大,转化为弱酸阴离子,导致金属离子水解加剧,形成氢氧化物或碳酸盐沉淀,使游离重金属离子降低。改变水体的 pH 值,还会影响到水体中胶体、悬浮微粒的带电状态,进而影响到对水体中重金属离子的吸附或解吸作用。

### (二) 养殖水体 pH 值的管理要求

养殖水体中的养殖鱼类和饵料生物的生长对水体 pH 值均有严格的要求,因此各国的渔业用水标准对此都作了规定,pH 范围一般都定在 6.5~8.5。在某种意义上说,这只是鱼类和饵料生物的安全 pH 范围,并不是养殖生产的最适范围。实际上,不同的养殖对象,养殖生产的不同阶段,对水质 pH 的要求是不同的。



在人工繁殖阶段,水体 pH 值以中性微偏碱为好。如 pH < 6.5 时,人工繁殖就不能顺利进行。研究发现,人工繁殖过程对低 pH 值灵敏性的次序为:产卵 > 鱼苗生存 > 鱼苗生长 > 鱼卵授精;在鱼苗培育阶段,水质以弱碱性为好,pH 较高(pH 8 或更高)大鱼苗塘,培育效果往往比较好;养成阶段的最适 pH 范围,尚无一个统一的范围值。一般的经验表明,pH 在 6.5 ~ 7.5 之间对高产有利,7.5 ~ 8.5 多为一般产量。海水养殖品种,pH 值的最适范围可能会偏高一点,但不会超过 8.5。

值得注意的是,水体的 pH 值必须保持相对的稳定,即便在容许范围内,pH 值的变化过于频繁,变化的幅度太大,就算生物能够调节以适应,也对其生长不利,因此要求水体要有一定的缓冲能力。

## 九、有机物

鱼池水中有机物的来源,是养殖过程中投饵、施有机肥以及鱼类和其他水生生物的排泄物加上各种尸体分解产物的总和。水中有机物以溶解的、胶状的和固体悬浮等状态而存在。其中以悬浮有机物为主,约占到一半以上。悬浮有机物包括有机碎屑、细菌和浮游生物,在精养池塘中,有机碎屑和细菌占绝大部分。有机碎屑和附着在碎屑上的大量细菌以及水中的细菌群聚体,成为鱼类良好的天然饵料。

一般来讲,水中有机物质较多,池塘生产力也就较高。有机物质的含量是肥水的重要指标之一。但有机物在氧化过程中需消耗大量的氧,容易使水质恶化,引起鱼病。因此,必须控制水中有机物的含量,防止水质的有机污染,这已成为目前水质管理的重要内容。因此要合理掌握投饵、施肥的数量和方法,适时加注新水并合理使用增氧机,近年来还采用光合细菌来利用分解有机物质,并取得了较好的效果。



## 第六章

# 池塘施肥及人工饵料

### 一、池塘施肥的作用

池塘施肥的作用主要是向池塘施放含有氮、磷等营养元素的肥料,促使各类饵料生物的繁殖,为养殖鱼类提供充足的天然饵料,加速鱼类生长,提高池塘鱼产量。施用化肥首先促使浮游植物的繁殖,随之其他种类饵料生物也进一步繁殖。其食物链主要如下:

化肥	浮游植物	浮游动物和底栖动物	鱼类(鳙鱼、鲤鱼、鲫鱼等)
		鱼类(鲢鱼、鳊鱼、罗非鱼等)	

施用农家肥的作用比较复杂,首先引起分解有机质腐生性细菌的大量繁殖,然后促使其他各类饵料生物的繁殖;农家肥经细菌分解矿化后成为无机营养盐类,又起了化肥的作用。其食物链主要如下:

农家肥	细菌分解	细菌和有机碎屑	浮游动物和底栖动物	鱼类
		营养菌类	浮游植物.....	(如前一食物链)



食物链每通过一个环节,要损失 80% ~ 90% 的能量。亦即下一个环节只能利用上一个 10% ~ 20% 的能量于自身的生长。这是因为吃进的食物,有的不能吸收而作为粪便排出,有的用于体内新陈代谢和身体活动而消耗掉,这些部分加起来要占到 80% ~ 90%,只有余下的 10% ~ 20% 能用于自身的生长。因此,食物链越短,肥料用于鱼体生长的部分越多,施肥的效率也越高。一般植物食性的鱼类,食物链较短,施肥效率较高;动物食性的鱼类食物链较长,施肥效率较低。所以池塘施肥的对象一般都是植物食性或杂食性鱼类,对动物食性的鱼类一般不采用施肥的方法。我国池塘施肥的对象主要是鲢鱼、鳙鱼、鲮鱼、罗非鱼等,它们的食物链都较短,因此施肥的效率较高,对提高鱼产量的作用也较大。

## 二、植物需要的营养元素

池塘初级生产力——浮游植物的繁殖需要各种营养元素,其中需要量较大的有碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硅、硫等;需要量较小的有铁、硼、锰、锌、铜、钼、钴等,称为微量元素。

碳、氢、氧是植物光合作用制造碳水化合物的元素。其中氢和氧是组成水的元素,在水中这两种元素不会缺乏。碳靠水中的二氧化碳提供,如水中有一定的碳酸盐类或碱度,可调节二氧化碳的供应,则一般浮游植物光合作用所需碳元素量也可能不足。另外,施农家肥时能提供丰富的碳源,而施化肥时可能会产生碳的不足。

氮是构成蛋白质的主要元素,磷也是构成细胞原生质和细胞核的重要成分。由于天然水中氮、磷含量一般很少,而浮游植物对它们的需要量则较大,因此需要施用氮肥和磷肥以促进浮游植物的繁殖。池塘施肥的种类也主要是氮肥和磷肥这两种肥料。一般浮游植物繁殖所需的有效氮含量在 0.3 毫克/升以上。

钾也是构成植物体较大量的元素。农业施肥的三要素是氮、



磷、钾,而一般水域是不缺钾的,因此不需施用钾肥。但个别水域如沼泽区泥炭土的池塘含钾量不足,施钾肥的效果则较好。

除上述元素外,其他一些元素在植物体内均有其特定的生理功能,是植物所必需的。但在一般水体中,这些元素的通常是足够的,不至于限制植物的生长。

### 三、常用肥料的种类和性质

#### (一)农家肥

农家肥主要有粪肥和绿肥。此外还有仪器加工厂、缫丝厂、屠宰厂、淀粉厂的有机废水等。粪肥包括人粪尿、家畜和家禽粪尿。绿肥有各种野生和栽培的青草、水草和绿肥作物等。

1.粪肥 人粪和畜粪比较,由于食物种类不同,人的食物中蛋白质含量较高,家畜饲料则含纤维较多,故人粪含氮素较多,肥料质量较高。人粪因含氮素较多,所以腐熟分解也较畜粪快。

家畜粪便的成分因家畜种类和饲料不同而有异,如奶牛饲料质量好,其粪便的养分也较一般牛粪的含量高。牛是反刍动物,咀嚼细,粪质致密,含水量较高,空气不流通,所以腐熟,有“冷肥”之称。马咀嚼较粗,粪中含纤维素多,水分较少,粪较疏松,腐熟容易,且腐熟过程中温度显著升高,故称“热肥”。禽粪含养分较高,特别是磷素含量较多,故肥效很高。

2.绿肥 绿肥宜选用茎叶较柔嫩,在水中易于腐烂分解和无毒的青草、绿肥作物等作池塘肥料。绿肥作物主要有紫云英、苜蓿、蚕豆、碗豆、猪屎豆、苕子、田菁、草木樨、三叶草等。绿肥的养分含量随植物种类和生长条件等的不同而有差别,一般栽培绿肥的新鲜绿色体含有机质 10% 以上,氮素(N)0.5%,五氧化二磷( $P_2O_5$ )0.10%~0.15%,氧化钾( $K_2O$ )0.3%~0.4%。水草含氮素 0.10%~0.25%,五氧化二磷 0.05%~0.10%,氧化钾



0.1%~0.3%。两广地区采用大草养。所谓大草,主要是艾蒿一类的菊科植物,其枝叶肥厚,有香味,在水中容易腐烂分解,残渣少,是优质的绿肥。

农家肥营养成分全面,除氮、磷、钾外,还含有其他多种元素,能较好地满足饵料生物的营养需要,而且农家肥繁殖细菌和浮游动物的速度快,数量大,故肥效较好,这是化肥所不能比拟的。农家肥施入水中,施用过多会造成池塘缺氧,而且容易污染水质,引发鱼病,所以必须掌握合适的施肥量和注意施肥的方法。

## (二)化肥

池塘施用的化肥,主要有氮肥和磷肥,有的也施用一些钾肥。氮肥都是以铵态氮的形式存在,溶解于水后形成铵离子。硝酸铵含有二种形态的氮,一半是硝态氮,一半是铵态氮,溶解于水后形成硝酸根离子和铵离子。尿素在分解细菌的作用下转变为碳酸铵,然后生成铵离子,因此产生肥效的时间要慢一些。铵离子和硝酸根离子能被植物吸收,以取得氮素养分,称为有效态氮。含有铵态氮的化肥,遇到石灰、草木灰等碱性肥料混合在一起,以免减低肥效。含有硝酸根离子的硝态氮肥吸收空气中水分的能力较强,即吸湿性较大,在贮存时要注意防潮。另外,硝态氮肥有助燃作用,在运输和贮存时不要同易燃物放在一起,湿块切不可用锤敲打,以免起火或爆炸。

磷肥是水溶性,溶解于水后磷酸根很快被植物吸收。但在碱性条件下,容易与水中的钙离子化合成难溶的磷酸钙沉淀;同时也易被水中淤泥中的胶体粒子吸附,从而不能被植物吸收利用。故在施用无机磷肥时,施肥的方法要适当加以注意。

## 四、施肥方法

### (一)施肥的先决条件

1. 池塘中不可繁生大量水草。如水草生长过多,必须预先加



以清除,然后才能施肥。因为水草会同浮游植物争夺肥料养分,浮游植物就不易繁殖起来,其他饵料生物也繁殖不好。

2. 池塘底质和水质应是中性或弱碱性,水的硬度须较高(德国度 30 以上)。如底质、水质酸性,水的硬度很低,必须先进行石灰处理,否则鱼类饵料生物的生长受限制,即使施肥也没有效果。使用方法是生石灰加水溶化,均匀泼洒于池底。

一般底质经石灰处理,池塘灌水后池水亦会呈中性或微碱性反应,不必另加石灰处理。如果底质淤泥过多,其中大量有机质在深氧不足条件下进行氧分解,产生较多的有机酸等还原性物质,使水质恶化,酸性增加,则亦需用石灰处理。一般每亩池塘泼 10 ~ 15 千克生石灰溶化的石灰水(注意勿使池水 pH 超过 9)。

## (二) 农家肥的施用

农家肥是池塘施用的主要肥料,在苗种培育和成鱼饲养阶段均大量使用,对提高苗种体质和池塘鱼产量有很大作用。

1. 施肥数量和方法 施肥的方式分施基肥和施追肥两种。基肥在鱼类放养前施放,施肥数量大,一次性施足。一般家畜粪肥(半干)每亩池塘用量 500 ~ 1 000 千克,但视池塘肥瘦、肥料种类与浓度以饲养鱼种类而异。老池淤泥多,底质肥用量要少,甚至可以不施;新池无淤泥,质瘦,施肥要比老池多一倍以上。人粪用量可较畜粪减少,禽粪较畜粪减少一半以上,绿肥适当减少。饲养鲢鱼、鳙鱼、鲮鱼、罗非鱼等较多的池塘需多施;以养草鱼、青鱼、鲤鱼等为主的则少施。基肥应早施,一般于冬季池塘排水清整后,将粪肥均匀撒布于池底或积水区边缘,经曝晒数日,使有机质适当分解矿化,翻动肥料再晒数日即可向池塘注水。也可在池塘注水后施基肥,在放鱼前 10 ~ 15 天将肥料分成小堆,施于浅水区,任其自行腐烂分解,让肥分扩散于水中。绿肥一般在注水后施放,分堆施于沿岸浅水处,隔日翻动 1 次,促使肥料腐烂分解,最后把不易腐烂的残渣捞出池外。



施追肥在放鱼后进行,掌握少量多次的原则,使池水经常保持一定的肥度,浮游生物长盛不衰。施肥数量随水温和养鱼方式等而异。对于以投喂人工饵料为主的高产塘,大致是4~6月份每月每亩池塘施300~400千克,7~8月份调温季节一般不施农家肥,9~10月份每月每亩池塘施200~300千克。对于投饵量较少、以施肥为主的池塘,施肥量要适当增加,而且7~8月份而且也不停施。施肥的方法,绿肥采用堆施,粪便也可分小堆施放,或兑水后均匀泼洒于水面。堆施法每7~10天一次,泼洒法每2~3天一次,均匀使用全月的定额。总之,施肥的标准要求是使池水保持“肥、活、嫩、爽”,透明度在25~35厘米左右。“肥”就是水色较浓,浮游生物数量较多,水中有机质也较多,一般要求浮游植物量为30~50毫克/升,而且是容易消化的鞭毛藻类占优势,有机物耗氧量在15毫克/升上下。“活”是指水色随光照和时间不同而常有变化,表明浮游植物种群处于繁殖盛期,也是游动较快、具有趋光性的鞭毛藻类占优势的表现。“嫩”是指水色肥而不老,表示容易消化的藻类多,大部分藻体细胞未衰老。“爽”表示水质清爽,混浊度小,透明度适中,水中含氧量较高。要达到上述水质要求,除了注意施肥的技术外,还要很好地配合池塘注水。因为池塘经过一段时间施肥后,水中容易消化的浮游植物数量减少,各种生物排泄的废物增多,使水质趋于恶化,溶氧量降低,因此必须定期注入含氧量较高的新水,排出池塘老水,以改善水质,使池水保持“肥、活、嫩、爽”。

2. 注意事项 施用农家肥必须注意其对池塘溶氧量的影响。农家肥是池塘施用的重要肥料,其肥效较高,但施用后其中的大量有机质又是池塘溶氧的主要消耗者。为了较好地解决这一问题,在施肥中须注意做到以下几点:

第一,掌握适当的施肥量,不能一次施肥过多,做到少量勤施。施绿肥时将肥料直接堆入水中,耗氧量大。尤其需要控制施肥量,



一般每亩池塘每次堆施以 100 ~ 150 千克(追肥)为宜。

第二,肥料应先经过腐熟发酵,然后施用,避免直接施放生鲜粪肥。绿肥也最好沤烂后使用。农家肥经腐熟发酵后,分解成较简单的有机质和无机盐类,施入池中后就可减少耗氧量。

第三,定期和适时地向池塘注入新水,排出老水,以更新水质。

### (三)化肥的施用

1. 施肥的数量和方法 浮游植物是按比例地吸收水中各种营养盐类的,因此化肥一般宜采取多种成分的肥料混合使用。以氮和磷来讲,浮游植物的繁殖要求水中具有一定的氮、磷比,如果其中的一种元素达不到浮游植物的需求量,就会成为限制浮游植物繁殖的因子,另一种元素的含量不管有多高,其超过比例的部分也不能被浮游植物所利用。因此,鱼池施化肥时,最好氮肥、磷肥配合使用,并需有一定的配比和定额,以适合浮游植物的需要。据一般经验,施氮肥的浓度为 1 ~ 1.5 ppm 氮,磷肥以氮(N) 磷( $P_2O_5$ ) = 2 : 1 为宜,即氮肥浓度为 2 ppm 氮(N)时,则磷肥浓度为 1 ppm 磷( $P_2O_5$ )。如还需施钾肥,钾( $K_2O$ )的浓度为磷( $P_2O_5$ )的 1/2。具体用肥量,按照肥料氮(N),磷( $P_2O_5$ ),钾( $K_2O$ )的含量来计算。

实际使用时肥料的用量,还须视池塘条件、水中原有氮、磷、钾的含量以及施肥水平的高低等而有所变动。如老池施肥量可少些,氮、磷比可小些;新池则相反。缺磷和施肥水平较低的池塘,氮、磷比可小些,施肥量可低些。一般精养池塘夏季肥水中氮、磷比严重失调,为 300 : 1 ~ 500 : 1,其氮量已足够有余,而磷则明显成为浮游植物生长的限制因子。经施用磷肥“鱼特灵”(含磷( $P_2O_5$ )20%)5 ppm 后,17 天内池水磷的含量比施肥前增高 1.3 倍,氮、磷比降至比较适宜的水平(40 : 1 上下),浮游生物量增长近 1 倍,其中容易消化的藻类明显增长。由此证明,在上述情况下,单施磷肥是有效的。



池塘施化肥每年(一个生长期)的总用量大致为每亩施氮肥 12~24 千克氮(N),合硫酸铵 60~120 千克;磷肥 6~12 千克磷( $P_2O_5$ ),合过磷酸钙 40~80 千克;实际施肥量亦随具体条件有所不同。施肥的间隔天数原则上尽量做到少量多次,尤其水温较高时要如此,一般每 3~5 天至 7~8 天施肥一次。

施化肥的方法简便,固体肥先加水溶化,液体肥加水稀释,然后均匀泼洒水面,或采用机械喷施。施肥时间以晴天上午为好,这时氢离子浓度较高,水温较低,氨的挥发和磷的沉淀作用均较弱,氨态氮肥的毒性也较小。

2. 施肥注意事项 第一,施铵态氮肥时要根据池水的氢离子浓度(pH)和温度等有关条件控制施肥量,使施肥后水中非离子氨不致达到对鱼有害的浓度。对温水性鱼类来讲,一般要求水中非离子氨的含量不要超过 0.1 毫克/升氮(N)。第二,含不同肥分的各种肥料以混合施用效果较好,但根据肥料性质,有些肥料不可混合施用,以免相互作用而造成养分的损失和降低肥效。磷肥和石灰不能同时施用,如果分开施用所间隔的时间至少应在 7 天以上。第三,阴雨天以及雨后水浑时,光线不足,水中胶粒多,施肥效果不好,应停止施肥。第四,肥料不能直接撒入水中,以免肥分大部分沉淀和被底泥中的胶粒吸附,而造成肥料的浪费,必须先加水溶化后再泼洒。

#### (四)农家肥与化肥配合施用

农家肥与化肥各有优缺点,两类肥料同时使用或交替使用,可以充分发挥两类肥料的优点,又相互弥补了缺点,效果更好。例如农家肥在池塘中分解需大量氧,施肥不当容易造成缺氧死鱼;而化肥则能促进浮游植物迅速地大量繁殖,浮游植物进行光合作用放出大量的氧,使池塘溶氧量得到提高,池鱼不发生浮头现象。农家肥所含营养成分较全面,肥效持久。单施化肥往往会因碳源不足而限制浮游植物的繁殖,施农家肥则可弥补这方面的缺点。施农



农家肥容易污染水质,引起鱼病的发生;而施化肥则水质条件较好,鱼病相对较少。农家肥和化肥配合使用的原则是:一般基肥宜施农家肥,追肥用化肥;老池底质含有机质多,宜多用化肥,新池则多用农家肥,以使池底较快地形成一层淤泥,有利于池水变肥;追肥可两类肥料交替使用或混合使用。



## 第七章

# 养鱼的人工饵料

饵料是鱼类生长发育所需的营养物质。鱼类的饵料包括天然饵料和人工饵料两大类。天然饵料如浮游生物、底栖动物等,是水体中天然生长的,在池塘中主要靠施肥来增殖,供鱼苗及滤食性鱼类等摄食。人工饵料则是通过人工收集或采购、加工、投喂的鱼类饵料,如由人工采集的水、陆生动、植物,农作物及其副产品和配合饲料等,主要供非滤食性鱼类摄食。

池塘施肥和投饵(投喂人工饵料)是增加养殖鱼类的饲料,加速鱼类生长和提高池塘鱼产量的物质基础和有力措施。也是池塘精养的主要内容。而投饵对提高鱼产量的作用则远大于施肥。据研究,一般池塘施肥的鱼产量在 2.5~3 克/平方米·日,投饵的鱼产量,在没有人工增氧的池塘,大约等于施肥鱼产量,而在采取人工增氧措施后,由于可以加大鱼类放养密度和增加投饵量,鱼产量可以达到 10 克/平方米·日或更多。而且投饵的增产潜力是很大的,例如流水养鱼的产量可以达到 100 克/平方米·日以上,这就是在良好水质的流水条件下,投喂量多质优的人工饵料取得的。



可见要取得池塘高产,加强投饵是关键措施之一。解决饵料问题,须广辟饵料来源,在数量上满足生产的需要;同时应使饵料的营养成分符合鱼类的生理需求。

## 一、鱼类的营养需要

饵料的营养成分包括蛋白质、脂肪、糖类、无机盐和维生素。研究这些营养成分对鱼体的作用和养殖鱼类对它们的需要,是研制配合饲料和合理投饵的基础。

### (一) 蛋白质

蛋白质是生命的物质基础,是鱼体的主要组成成分,所有细胞和组织均以蛋白质为主要成分。蛋白质分子中含有碳、氢、氧、氮,有的还含有硫和磷,鱼体蛋白质占 16% ~ 18%。鱼类从饵料中摄取的蛋白质经过消化吸收后合成鱼体蛋白质,供生长、修补组织及维持生命。当饵料中脂肪和糖类供应不足时,一部分蛋白质即分解释放能量供鱼体生长活动的需要,而使蛋白质用于生长的部分相应减少,这对蛋白质的利用是不经济的。因此,饵料中主要作为能源物质的脂肪和糖类的供应必须充足,以防止蛋白质作为能源而消耗掉,从而可节约蛋白质。

由于鱼类对糖类的利用率较低,又因鱼是变温动物,消耗能量较少,所以要求饵料中蛋白质的含量相对较恒温动物的畜禽要高。一般温水性鱼类饵料中适宜的蛋白质含量在 30% ~ 40%,而饲养畜禽的饲料,适宜蛋白质水平一般在 16% ~ 22%。鱼类对饵料中蛋白质的需要量随鱼的种类、生长发育阶段以及饵料蛋白质质量等的不同而有变动。肉食性鱼类一般需要 40% 以上的饵料蛋白质,青鱼夏花在饵料蛋白质含量为 41% 时生长最快,2 龄青鱼当饵料蛋白质为 30% ~ 40% 时增重率最大。草食性鱼类对蛋白质的需要量较低,如草鱼鱼种饵料最适蛋白质质量为 23% ~ 28%,团头



鲂 21% ~ 31%。杂食性的罗非鱼要求 35% ~ 40%，鲤鱼要求 31% ~ 38% 的蛋白质水平。苗种阶段处于生长发育的盛期，因此对蛋白质的需要量比成鱼要高。蛋白质的质量主要视组成蛋白质的氨基酸的种类、数量和比例而定，如必需氨基酸的种类完全，含量较高，比例较平衡，符合鱼类快速生长的需要，蛋白质的质量就较高，反之则较低。质量高的蛋白质，饵料中蛋白质的含量可以低些；相反，低质量的蛋白质，则含量要高些。

氨基酸是蛋白质的基本单位，动物对蛋白质需要，实质上是对氨基酸的需要。氨基酸可分为必需氨基酸和非必需氨基酸两类：前者鱼体不能自行合成，或者合成量很少，不能满足鱼体的需要，必须从饵料中提供；后者在鱼体内能够合成，不一定由饵料提供。据研究，鱼类需要 10 种必需氨基酸，即：精氨酸、组氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、缬氨酸和色氨酸，其他的非必需氨基酸有酪氨酸、丙氨酸、甘氨酸、脯氨酸、谷氨酸、丝氨酸、胱氨酸、门冬氨酸等。由于构成鱼体蛋白质的必需氨基酸有一定的比例，鱼类从饵料中摄取的必需氨基酸必须与此种比例相一致，才能充分被鱼体利用合成鱼体蛋白质。否则，如比例不一致，饵料必需氨基酸被用作合成鱼体蛋白的部分就降低，不合比例部分的必需氨基酸只能分解产生热能而消耗掉，因此饵料蛋白质的利用率也就较低。可见，饵料蛋白质的营养价值，既要看法必需氨基酸的含量高低，也要看各种必需氨基酸的比率是否平衡。

关于鱼类对饵料中必需氨基酸的需求量较难测定。国外有几种这方面的资料。在研制配合饲料时，一般可采用有关鱼类鱼体肌肉蛋白质或鱼卵蛋白质必需氨基酸组成作为配合饲料氨基酸平衡的依据。

蛋白质除了是构成机体组织的主要成分外，多余的也可转变为脂肪，分解产生热能时每克蛋白质的可利用热量约为 16.736 千焦(4 千卡)。



## (二) 脂肪

脂肪是一种高能物质,在体内每克脂肪可供给 37.656 千焦(9 千卡)热能,为蛋白质和糖类的 2.25 倍。而且鱼类对脂肪的利用率很高,所以脂肪是重要的能源,有节约蛋白质的功能。鱼类消化吸收饵料中的脂肪合成鱼体脂肪,积贮于机体组织,如皮下组织、肌肉结缔组织的间隙及腹腔内。磷脂则是细胞原生质的必要成分。

鱼体至少有两种不饱和脂肪酸(亚油酸和花生四烯酸)自身不可能合成,必须由饵料中提供,称为必需脂肪酸。饵料中缺乏必需脂肪酸时鱼即生长不良,并产生缺乏症。脂肪还是脂溶性维生素的媒介物,脂肪中往往含有一定数量的脂溶性维生素,饵料中的脂肪有助于鱼体对脂溶性维生素的吸收。

一般要求养鱼饵料中含有 10% 左右的脂肪。饵料中脂肪的最适含量也和鱼的种类、年龄及水温等有关。肉食性鱼类要求饵料中脂肪的含量较高,草食性鱼类较低;幼鱼生长快,需要能量多,饵料中脂肪含量需较高,成鱼需要量则较低;水温较高时脂肪需要较高,水温较低时需要较低。据试验,在 2 龄青鱼的饵料中添加鱼油,使饵料脂肪含量在 3% ~ 8% 时为合适,而以 6.5% 时生长最好。草鱼对饵料中脂肪的需要量,有人试验为 3.6%,有人试验为 8%。鲮鱼要求含量为 4% ~ 5%。

脂肪很容易氧化,氧化的脂肪对鱼有害,所以含脂肪较多的饵料不宜久藏。

## (三) 糖类

糖类(或称碳水化合物)可分为单糖、双糖和多糖。糖类主要作为能源物质,每克糖类在体内产生 16.736 千焦(4 千卡)热能;它亦具有节约蛋白质的功能。糖类也是构成鱼体组织成分之一,如细胞核中的核糖,脑及神经组织中的糖脂等。在肝脏和肌肉中以糖元的形式暂时贮藏;如有多余,则变为脂肪积贮体内。



虽然鱼类对糖类的利用率较低,但还是具有一定的利用能力,并且利用率因鱼的种类而异。一般温水性鱼类对糖类的利用率相对较高,要求饵料中适宜的糖类含量在30%左右;冷水性鱼类对糖类的利用率较低,其饵料的适宜含量为20%左右。据初步研究,青鱼的配合饲料中含25%~35%的糖类(糊精)时,能够提高蛋白质效率,加快鱼体生长。团头鲂饲料中含有30%的糊精也能获得较好的养殖效果。草鱼对糖类的需要量更高些,在饲料中添加50%的糖类(马铃薯淀粉),草鱼的生长仍然较好。

饵料中的纤维素属于多糖。鲤科鱼类一般缺乏纤维素消化酶,不能利用它,所以粗纤维越多的饵料营养价值就越低。但纤维素能促进肠的蠕动,有助于其他营养物质的消化吸收和粪便的排出,因此饵料中含有一定量的纤维素对鱼类亦是必要的。不过过多的纤维素则会妨碍消化和生长。经同位素研究表明,草食性鱼类的肠道内存在有消化粗纤维的酶,草鱼幼鱼对粗纤维的消化率为3%~6%。因此,草鱼配合饲料中添加适量粗纤维是有利的,一般在15%以下为宜。

#### (四)无机盐

无机盐是鱼体的重要组成成分,构成骨骼和其他细胞组织,参与体液渗透压和氢离子浓度(pH)的调节,并且是鱼体酶系统的成分或催化剂,因此其生理功能是多方面的。

鱼体需要量较大的无机盐元素,有钙、磷、钾、钠、硫、氯、镁等;需要量微少的有铁、铜、碘、锌、锰、钴、钼、硒等,称为微量元素。其中有的元素,鱼类能从水中吸收一部分,但大多数需要从饵料中摄取。饵料中如果缺少某些无机盐,鱼就会产生代谢障碍或无机盐缺乏症。

钙和磷是构成骨骼的主要成分。对养殖鱼类来讲,饵料中最重要的无机盐要算磷,鱼类缺乏磷表现为生长缓慢、骨骼变形和饵料利用率低。缺磷的团头鲂出现鳃盖骨凹陷、残缺和肋骨畸形等



软骨病,并易引起死亡。鲤鱼缺磷时头盖骨和鳃盖畸形,眼球突出。钙也是需要量较大的重要元素,但大部分鱼类能从水中通过鳃或皮肤吸收钙,在一般情况下,鱼类不会发生钙缺乏症,因此对饵料中钙的要求较低。鳊鱼对饵料中钙的需求较高些,用缺钙的饵料喂养时,食欲下降,生长率降低,饵料系数提高。

饵料中缺乏镁时,斑点叉尾鮰和鲤鱼均表现生长缓慢,游泳迟钝,死亡率增高。钠、钾、氯离子也是鱼体必需的,一般养鱼饵料中含有足够的钠、钾、氯,淡水鱼类也能通过鳃直接吸收水中的氯化钠。但据试验,在饵料中添加2%的食盐,可加速斑点叉尾鮰的生长。饵料中缺铁时,鲤鱼产生贫血症。缺碘时鱼发生甲状腺肿大。缺硒和维生素E时,引起鱼的肌肉萎缩。缺锌引起鲤鱼生长缓慢,食欲降低,皮肤和鳍溃烂,死亡率增高。缺铜鲤鱼苗生长缓慢。缺锰时引起鲤鱼和虹鳟生长减慢,尾部畸形,虹鳟的身体变短。鱼类对一些微量元素的需要量尚不清楚,目前还处在研究阶段。

### (五) 维生素

维生素是小分子量的有机化合物,根据其物理性质,分为水溶性维生素和脂溶性维生素两类。前者包括维生素B<sub>1</sub>(硫胺素)、维生素B<sub>2</sub>(核黄素)、维生素B<sub>6</sub>(吡哆醇)、泛酸、烟酸、叶酸、维生素C(抗坏血酸)、生物素、肌醇、胆碱、维生素B<sub>12</sub>等;后者包括维生素A、维生素D、维生素E、维生素K等。维生素是维持鱼体正常生理功能所必需的一类生物活性物质,对维持鱼体的正常生长发育和提高抗病能力有重要作用。绝大多数维生素是辅酶的基本成分,参与调节体内的新陈代谢。维生素一般在体内不能合成,需要由食物供给。鱼体所需的量甚微,但它是不可缺少的营养元素之一。鱼体缺乏某种维生素,会引起某些酶的活性失调,导致代谢紊乱和出现病症。因此,养鱼饵料中必须供应鱼体需要的各种维生素。

由于各种鱼类对维生素的需求不同,且不同的维生素在代谢



中的作用不同,所以缺少不同维生素产生的疾病也不一样。据试验,鲤鱼维生素缺乏症表现为:缺乏维生素 B<sub>1</sub>,生长减慢,体色变白,鳃和皮肤充血;缺乏维生素 B<sub>2</sub>,食欲不振,生长减慢,死亡率增加,表皮、肝脏出血;缺乏维生素 B<sub>6</sub>,食欲不振,运动失调,神经异常,癫痫,腹腔水肿,眼球突出;缺乏泛酸,食欲不振,生长减慢,神经过敏,表皮出血;缺乏肌醇,食欲不振,生长减慢,皮肤损伤;缺乏生物素,生长减慢,含血球的组织发生变化;缺乏烟酸,食欲不振,生长减慢,死亡率增加,出现脂肪肝;缺乏维生素 A,食欲不振,生长减慢,体白无色素,鳃和皮肤出耀,鳃盖扭曲,眼球突出;缺乏维生素 E,出现瘦脊病,肌肉纤维萎缩和紊乱,胰岛素和脑下垂体激素分泌减少,血清蛋白量增加。

据试验,草鱼缺乏维生素 C 的症状为:眼窝充血,鳃盖、胸、腹鳍基部布满出血点、腹腔膜和肠系膜也出现出血点。青鱼饵料中维生素缺乏对生长的影响程度依次为:缺乏氯化胆碱、肌醇、泛酸和烟酸时,生长受到严重影响,缺乏维生素 C、生物素、维生素 B<sub>6</sub>、维生素 B<sub>12</sub>、叶酸和维生素 B<sub>1</sub> 生长受到一定影响。团头鲂饵料中缺乏肌醇、烟酸、泛酸钙、氯化胆碱、叶酸、维生素 B<sub>6</sub>、维生素 B<sub>2</sub> 等依次对生长、饵料系数和蛋白质效率有较大影响。

鱼类对维生素的需要量较难确定,依鱼的种类、年龄、饵料组成和环境条件等而有差异。

#### (六) 能量

鱼类和其他动物一样,需要从饵料中获得能量来维持生命和代谢活动。饵料中的能量物质为糖类、脂肪及蛋白质,它们在体内通过生物氧化过程释放能量,供机体的需要。每克糖类、脂肪、蛋白质提供的能量分别为 16.736 千焦,37.656 千焦,16.736 千焦(4,9,4 千卡)。糖类中不能消化的粗纤维不提供能量。维生素和无机盐不能提供能量,称为非能量物质。

鱼类饵料中需含有一定量的蛋白质,也需要有一定的能源物



质, 这两者的比例关系对鱼类的生长及饵料利用率有重要的影响。如果饵料中能量不足, 蛋白质用于供给能量的部分就增多, 用于生长的部分也就减少, 从而降低了蛋白质的利用率; 如能量含量过多, 蛋白质供应不足, 亦不能促进鱼的生长, 还有可能引起脂肪肝的病变。因此, 只有蛋白质达到鱼类需要量的一定水平时, 增加能源物质(糖类、脂肪), 才会发挥有效的节约蛋白质的作用; 只有在能量达到一定水平时, 增加蛋白质, 才会有促进生长的好效果。

## 二、商品饵料的种类和营养价值

养鱼的人工饵料大致可分为人工培养、种植和采集的鲜活饵料与作为商品购销的商品饵料两大类。商品饵料主要包括植物性饵料和动物性饵料。生产上常用的主要为蛋白质饵料(干物质中含粗蛋白质 20% 以上)和能量饵料(干物质中含粗蛋白质低于 20%, 每千克干物质含可消化能 10.46 兆焦(2500 千卡)以上, 统称精饵料(或精饲料); 此外还使用一部分粗饲料等。另外, 饲料添加剂也可归在商品饵料中。

### (一) 植物性饵料

1. 谷类与糠、麸 包括各种麦类、玉米、粟、高粱、稻谷及米糠、麸皮等。这类饵料粗蛋白质含量不高, 谷类在 10% 上下(占干物质含量), 以麦类含量较高; 糠、麸粗蛋白质高于谷类, 在 13% ~ 15%, 麸皮高于米糠。无氮浸出物(为糖类中除去粗纤维的部分, 包括单糖、双糖及淀粉等)含量很高, 谷类一般占干物质的 72% ~ 80%, 糠、麸略低, 其中以含淀粉为主。因此, 这类饵料属于能量饵料, 是鱼类廉价的能源物质, 特别是糠、麸比较经济。

这类饵料蛋白质中的必需氨基酸, 以赖氨酸和蛋氨酸特别不足, 所以最好与动物性饵料配合使用, 以弥补这两种氨基酸的不足。谷类含有一定量的脂肪。稻谷胚中含油量高, 故米糠的含油



量较高,易于氧化变质,不易保存。米糠中还含有丰富的不饱和脂肪酸,是鱼类所必需的。但由于易氧化使饵料价值降低,而影响饵料的消化率。因此,米糠必须新鲜,酸败的米糠不是理想的饵料。

这类饵料特别缺钙,磷的含量较高,但有相当部分是属于植酸盐,鱼类较难利用。维生素 A、维生素 D 也很缺乏,B 族维生素除 B<sub>2</sub> 含量较低外,一般较丰富,大都含在谷实的糊粉层和胚质中,故以糠、麸中含量丰富。

2. 饼粕类 包括豆饼、花生饼、菜籽饼、棉籽饼、芝麻饼、向日葵饼或粕类等。这类饵料粗蛋白质含量高,一般占干物质的 30% ~ 47%,属于蛋白质饵料,在养鱼饵料中是主要的蛋白源。蛋白质的氨基酸组成较好,其中以大豆饼粕蛋白质的品质为植物性蛋白质中最好者,一般植物蛋白质中最缺的限制性氨基酸之一的赖氨酸含量较高,缺点是另一个氨基酸蛋氨酸含量尚嫌不足,低于许多动物性蛋白质中的含量。以大豆饼粕作主要蛋白源喂鱼,生长效果较好。近年来,大豆饼粕广泛地被用来代替鱼类配合饲料中价格昂贵的鱼粉,效果较好。在提取油脂时未经加热处理的大豆饼粕,最好在投喂前加热处理,以消除其中含有抗胰酶等有害因子,提高利用效率。

花生饼蛋白质含量与豆饼相似,其营养价值也较高。

棉籽饼粕和菜籽饼粕的粗蛋白质含量较大,豆饼粕略低,都是我国重要的廉价蛋白质饵料源。棉籽饼含有对动物有毒的游离棉酚,但用来喂鱼一般认为反应不大,可能是因为鱼类解毒能力较强。目前由于豆饼供应较紧张,不少地区较多地用棉籽饼代替豆饼。但棉籽饼蛋白质中赖氨酸含量较豆饼低,使用量太大会降低鱼的生长率,并考虑到其含有毒的棉酚,因此还是以适当限量使用为宜。同时最好使用脱壳的棉籽饼,因为含棉籽壳的棉饼粗纤维含量太高,会影响饵料的消化率。

菜籽饼粕历来被用作养鱼的饵料。其营养价值与棉籽饼粕相



似。菜籽饼粕虽含有硫葡萄糖苷,对家畜有毒,须限量使用,但作为鱼类的饵料,即使大量使用,均未发现中毒现象,生产中的效果较好。不过亦有试验表明,饵料蛋白质中75%为菜籽饼粕蛋白质者,饲喂莫桑比克罗非鱼,会出现生长率下降。因此,当前养鱼饵料中搭配多少菜籽饼为宜,尚需进一步研究查对。在未摸清其有毒物质对鱼类影响之前,加以限量并与其他饵料搭配使用为好。上海市水产研究所设计的草鱼和团头鲂的饲料配方菜籽饼粕含量都达到了40%,使用情况良好,可以参考。

3. 豆类 豆类饵料有大豆、蚕豆、豌豆等。其中大豆的蛋白质含量较高。品质也最好,其氨基酸组成与大豆饼粕相同。生产上一般是利用大豆经浸提或榨油后的饼粕作鱼的饵料。豆浆养鱼(苗)是我国广大地区传统的培育鱼苗的方法。广东省中山用蚕豆喂养草鱼,养成的草鱼肉质脆嫩,有特殊风味,称为“脆鲩”。

4. 糟渣类 糟渣类饵料有酒糟、糖糟(用米做饴糖后剩下的糟渣)、甜菜渣、豆渣、酱渣等。酒糟一般含粗蛋白质量较多,是蛋白质补充饵料,但蛋白质的品质不甚良好。酒糟特别是糟水中含维生素B族较多。酒糟有香味,能诱鱼摄食,但不能投喂过多,以免大量有机质溶入水中,易引起池塘缺氧。豆渣含有多量可消化蛋白质,营养价值较高,是很好的鱼种饵料,但容易变质,宜鲜喂。酱渣含盐分较多,不宜多喂,须与别的饵料掺和投喂。

5. 酵母 酵母属于微生物一类,这里归在植物性饵料中。在工业产品或其废弃物上培养酵母,如纸浆生产的副产品纸浆酵母的种类,啤酒生产的副产品啤酒酵母等。其蛋白质含量一般为40%~50%,维生素B族和维生素D含量丰富,且有多种酶类和激素,故酵母既是饵料蛋白源,又是促进动物生长的添加成分。目前养鱼生产中使用酵母已受到重视,今后酵母可能是解决鱼类饵料蛋白质来源的重要种类。

6. 鸡粪制饲料 鸡粪作为畜禽和鱼类的饲料可以开发利用,



已被国内外大量事实所证明。鸡粪中含有丰富的养分,其粗蛋白质占干物质的 20% ~ 30%。经检测,新鲜鸡粪的蛋白质及各种氨基酸含量超过一般化合物饲料,胱氨酸和苯丙氨酸等超过压榨菜籽饼中的含量。据一例测定结果,机械化养鸡场干鸡粪中各种营养物质含量为:干物质 96.4%、其中粗蛋白质 27.8%、粗脂肪 2.4%、粗纤维 13.1%,无氮浸出物 30.6%,粗灰分 22.5%,灰分中钙 5.6%,磷 1.5%。

新鲜鸡粪含水量高,粪中含有致病菌,并产生恶臭,未经处理,不能直接作为动物饲料。目前国内一般采用发酵处理、日光晒干、粉碎后掺入其他粉料作为饲料。

7.粗饲料 粗饲料有农作物的秸秆、蔓藤、秕壳等,如稻草、麦草、玉米秆、高粱秆、蚕豆秸、黄豆秸、芝麻秆、花生藤、荜糠(稻壳)、高粱壳、花生壳等,此外青干草也属于粗饲料。粗饲料一般含粗纤维在 20% 以上(占干物质),秸秆、秕壳达 30% ~ 40%,大都坚硬粗糙,难于被鱼类直接摄食。可以经粉碎后,掺在其他饵料中制成配合饲料。但只宜少量掺入,否则含粗纤维过高,会影响饲料的消化率,并降低鱼类的生长率。据试验,含粗纤维较低的茆萍(干物质中粗纤维含量为 9.60%)和小浮萍(粗纤维含量为 10.04%),草鱼鱼种对它们的干物质的消化率分别为 87.32% 和 76.04%;而含粗纤维较高的黄丝草(含粗纤维 24.25%)和昌本李氏禾(含粗纤维 29.55%),草鱼鱼种对其干物质的消化率则较低,分别只有 49.32% 和 50.18%。对蛋白质等营养成分的消化率亦是同样情况。一般草食性鱼类对饵料中粗纤维的适应能力较大,所以在配合饲料中添加粗饲料主要是针对草食性鱼类,并最好是选择一些质量较好的粗饲料。特别值得推荐的有紫花苜蓿、黄花苜蓿、红三叶、箭舌豌豆等的青干草粉,其干物质的粗蛋白一般都在 20% 以上,无氮浸出物达 40%,且含有丰富的胡萝卜素等维生素,适口性也较好。



利用粗饲料的方法,也可通过用微生物对粗饲料进行糖化发酵,使一部分鱼类难消化的纤维素分解成单糖,被微生物利用作为营养而使微生物大量繁殖,生产菌体蛋白,并积聚各种消化酶及维生素等,既提高了粗饲料的营养价值,又使其变得酸香、柔软、适口。

## (二)动物性饵料

动物性饵料蛋白质含量高,一般占干物质的 50% ~ 80%,必需氨基酸完全,赖氨酸、蛋氨酸等主要限制氨基酸一般含量较丰富,因此营养价值较高,是植物性饵料不可相比的。动物性饵料一般含糖类很少,粗纤维几乎等于零。灰分(无机盐)含量高,特别是钙、磷含量高,比例良好。维生素含量一般较丰富,B 族维生素特别是维生素 B<sub>2</sub>、维生素 B<sub>12</sub> 含量相当高。还含有一种包括维生素 B<sub>12</sub> 在内的所谓动物蛋白因子,能促进动物对营养物质的利用。在经植物性原料为主的配合饲料中添加一定数量的动物性饵料,能提高饵料的营养价值,促进鱼类生长和降低饵料系数。动物性商品饵料有鱼粉、血粉、肉骨粉、蚕蛹及其他畜禽、水产品下脚料等。

1. 鱼粉 鱼粉是目前饵料中动物性蛋白质的主要来源,优质鱼粉主要以经济价值低的杂鱼加工制成。鱼粉蛋白质含量高,在 50% ~ 60% 以上,氨基酸组成好,营养价值完全,钙、磷含量也很丰富。

进口的秘鲁鱼粉、北洋鱼粉,色淡黄,味香,粗蛋白质含量在 60% 以上。国产优质鱼粉蛋白质含量很低,有的只有 20%,脂肪含量很高,掺有大量杂质,盐分也高,色、味均差。因此选购鱼粉时须特别注意。

鱼粉由于来源紧缺,价格昂贵,在养鱼配合饲料中只是少量添加,一般为 3% ~ 10%,以补充赖氨酸等主要限制性氨基酸的不足和促进鱼的食欲与生长。

2. 血粉 血粉是以动物血经干燥制成,粗蛋白质含量很高,达



60% ~ 80%。其营养成分单一,基本只含蛋白质,且蛋白质质量差,氨基酸含量不平衡。赖氨酸含量虽丰富,但异亮氨酸和蛋氨酸含量较少。其适口性较差。将鲜血与糠、麸混合制成发酵血粉,较易被鱼类消化,营养价值也较好。血粉一般可作为饲料蛋白质的补充物。

3. 肉骨粉 肉骨粉是肉类加工厂利用猪、牛、羊、兔等的肉骨和废弃内脏等加工制成。粗蛋白质含量较高,在40% ~ 65%,氨基酸组成不及鱼粉,但比血粉好。无机盐含量丰富。一般作为饲料蛋白质的补充物。

4. 蚕蛹 我国蚕蛹资源丰富。蚕蛹含粗蛋白质在60%以上,可作为养鱼的重要的动物蛋白源饵料。蚕蛹脂肪含量高达20%,不易贮存,且投喂过多时会造成鱼肉具有蚕蛹脂肪的异味而影响商品鱼的品质。最好经脱脂后使用。脱脂蚕蛹蛋白质中赖氨酸、蛋氨酸等的含量接近鱼粉,而高于肉骨粉。蚕蛹含维生素E的量很高,维生素B<sub>1</sub>、维生素B<sub>2</sub>的含量也超过一般饵料。

5. 其他畜禽、水产品下脚料 利用禽、畜羽毛、毛发、蹄、角等作原料经水解后制成动物性蛋白质饵料,蛋白质含量较高,可以代替部分鱼粉作配合饲料的原料。利用鱼内脏或加工废弃下脚料生产饲用液体鱼蛋白或浓缩鱼溶物,也都是很好的动物蛋白质饵料。

一些鱼类饵料用单一种类喂鱼试验所得的饵料系数(饵料消耗量/鱼体增重量)大约值为:豆饼、花生饼3,黄豆2~3,菜籽饼5,棉籽饼(去壳)5~6,大麦、米糠6,玉米5~6,干蚕蛹1.5~2,鱼粉1.5~2,血粉1.5,螺、蚬(带壳)40~50。

### (三) 饲料添加剂

饲料添加剂指在制作配合饲料时,除了动、植物性基础饵料外,另外添加的无机盐、维生素、氨基酸、引诱剂、促生长剂、粘合剂、防霉剂、抗氧化剂、油脂、药剂等。饲料添加剂的添加量很小,一般为百分之几或百万分之几。它与蛋白质饲料、能量饲料一起



组成配合饲料,其目的主要是完美配合饲料的营养成分,提高饲料的利用率,促进鱼的生长发育,有利于饲料的贮存,以及能起到防治鱼病的作用等。使用添加剂时必须注意不应对鱼体产生毒害作用,其在鱼体内的残留量不致影响到人体的健康,并须有确实的经济和生产效果。

1.无机盐添加剂 一般来讲,以动、植物性饵料为原料配制成的配合饲料,其所含的无机盐不能满足养殖鲈类的需要,需添加一定量的混合无机盐。例如饼粕及谷类等精饲料中虽含磷较多,但大部分是以植酸磷(有机磷)的形式存在,而鱼类对植酸磷的利用率则较低,因此在配合饲料中需添加吸收率较高的易溶性无机磷酸盐。由于鱼类能从水中吸收钙,而磷主要来自饵料,所以无机盐的添加是以磷为主,不同于畜禽饲料以添加钙为主。

由于不同鱼类对无机盐需要量不同,不同的配合饲料,其原料所含的无机盐种类和数量也不一样。因此,一方面要根据投喂对象鱼的需要,另一方面要按饲料原料无机盐的含量加以综合考虑,来制订或选购合适的添加剂,特别是微量元素。因目前对鱼类无机盐特别是微量元素需要量的研究和了解还很不够,所以鱼类无机盐添加剂主要是引用畜禽无机盐添加剂配方,或根据对鱼类的研究所适当调整修改后应用。

2.维生素添加剂 维生素添加剂也要根据鱼的种类和基础饵料中维生素的含量来确定。我国对主要养殖鱼类维生素需要量的研究还很不够,目前维生素添加剂主要是参考和应用国外配方,再根据我国具体情况作适当的调整。国外一些维生素配方都是研究鱼类维生素需要量的试验饲料的配方,试验饲料中不含维生素,而生产配合饲料时各种饵料原料或多或少含有一定量的维生素,因此对试验饲料的维生素配方应作适当的修改或调整。

维生素的商品价格较贵,而且多靠进口,应尽量设法减少用量。如饲养草鱼和团头鲂,在投喂配合饲料的同时,投喂占鱼体总



体重 5% ~ 10% 的青饲料,由于青饲料含有较丰富的维生素,在配合饲料中就可不必添加维生素。饲养青鱼时,在投喂配合饲料的同时投喂一部分螺、蚬,也可以补充配合饲料中维生素的不足,不必另加维生素添加剂。

3. 氨基酸添加剂 一般植物性精饲料中赖氨酸和蛋氨酸的含量特别不足,成为两主要的限制性氨基酸。在畜禽饲料中已较广泛地添加这两种必需氨基酸,以改善饲料蛋白质的营养价值,取得了较好的效果。在养鱼配合饲料中,因主要采用植物性精饲料为原料,所以添加限制性氨基酸也很有必要,在实际生产中并已有实行,今后应进一步试验和应用。

4. 诱食剂 鱼类对食物有一定的嗜好性,其摄食量根据嗜好程度而不一样。鱼类通过其敏锐的嗅觉和味觉作用,来寻觅和辨别食物,区分食物的甜、苦、咸、酸等味道,从而决定是否摄取及摄食的数量,食物对鱼类化学感受(嗅觉、味觉)的刺激作用是依靠食物中所含有的某几种化学成分。如水丝蚓对鳊鱼有很好的诱食作用,培养鳊苗初期必须喂水丝蚓,在鳊苗驯养期间要用水丝蚓将鳊苗引上食台摄食。一种巴非蛤对鳊鱼也有强烈的引诱作用,经测定查明,巴非蛤所含有的二种氨基酸甘氨酸和丙氨酸是起引诱作用的物质。对真鲷的引诱物质也是苯丙氨酸、丙氨酸、丝氨酸、酪氨酸等几种氨基酸。养鱼生产中也应用蚯蚓作为很好的引诱剂。蚯蚓营养丰富,并是优良的蛋白饵料源。一些试验证明,在饲料中添加蚯蚓,可促进鱼类的生长。

同一种引诱物对不同的鱼类有不同的作用。最近有试验表明,L-丙氨酸对鲤鱼有引诱作用,而对鲫鱼则有排斥作用。蚕蛹粗提物对鲤鱼、鲫鱼皆有明显的引诱作用;田螺粗提物对鲤鱼有强烈的引诱作用,但对鲫鱼却有较强的排斥作用;而蚯蚓粗提物对鲤鱼无作用,但对鲫鱼却有明显的引诱作用。

饲料中含有有效的引诱剂,就能诱鱼来摄食,增进鱼的食欲,



增加摄食量,促进鱼的生长,所以添加引诱剂是很重要的。但目前对引起鱼的嗜好性的引诱物质尚了解不多,今后还须加强这方面的研究。

5.促生长剂 促进鱼类加快生长的添加物质范围较广,前面所述无机盐、维生素、氨基酸等添加剂属于营养性的促生长物质;引诱剂引诱鱼的摄食,刺激食欲,也能起到促进生长的作用。此外有一种化学物质也被用作鱼类的促生长剂,例如克拉酮、甜菜碱、稀土甲壳素等,这些非营养性的添加剂,在一些养鱼试验中显示出具有一定的促生长效果。但是在实际生产中还须慎用,必须了解其确切的功效和使用剂量;有些化学物质具有一定毒性,如使用不当会引起鱼体中毒。

6.光合细菌(PSB) 光合细菌可作为鱼类饲料的营养性促生长添加剂。光合细菌营养丰富,其中的红色无硫菌,干物质含粗蛋白质达65%,高于小球藻和大豆,氨基酸组成接近于蛋氨酸含量高的动物蛋白(鸡蛋、牛奶),而且消化率好,因此蛋白质价值很高。而且其B族维生素种类齐全,尤其是与生长有密切关系的维生素B<sub>12</sub>、生物素,以及与造血、血红蛋白形成有关的叶酸含量特别高,要高出一一般单细胞藻、菌类的数十至百余倍。还含有大量与生命有重大关系的一种生理活性物质——泛醌。另外,其脂质中含有鉤菌绿素和类胡萝卜素,它们对养殖鱼生长和健康生长也有重要作用。

光合细菌不仅使鱼虾增加抗菌力,而且对某些鱼病有一定的防治效果,如可预防鲤鱼烂鳃病,防治鲤鱼的“穿孔病”,防止镰刀霉菌对虾的危害等。

7.油脂 如基础饵料中含脂肪量不足,可以适量添加油脂,以补充能量物质、脂溶性维生素和必需脂肪酸。添加量一般在百分之几,所以也可归为添加剂。添加油脂可以用鱼油或植物油。鱼油来源较紧缺,价格也高,添加植物油也可收到较好效果,如菜油



磷脂(菜油下脚)、棉籽油、豆油等。添加油脂须注意油脂的氧化问题,有必要添加抗氧化剂,有的(如喂鳊的配合饲料)可在投喂前临时添加油脂。

8. 粘合剂 粘合剂的作用是将配合饲料粘结起来,防止投饵时饵料成分很快溶散于水中,造成饵料的损失,并污染水质。常用的粘合剂有 淀粉、下脚面粉、褐藻胶、羧甲基纤维素(CMC)等。

9. 抗氧化剂 配合饲料在贮存期间,其所含的脂肪容易氧化变质,产生毒性,酸败的油脂还破坏维生素 E,严重影响饲料的质量、味道和营养价值。因此配合饲料中需添加抗氧化剂,常用的有丁羟甲苯(BHT)、丁羟基苯甲醚(BHA)等,添加量在 0.02% 以下。

10. 防霉剂 配合饲料中添加防霉剂可防止饲料在贮存中发生霉变。常用的防霉剂有丙酸、丙酸钠等,添加量各为 0.25%、0.3%。

11. 药剂 可在配合饲料中添加特定的药物以防治鱼病。但日常的应用饲料一般不能混合药剂进行常年投饵,而只能在发病季节或发病前有针对性的投喂药饵。

### 三、动物性生物饵料的采集和培养

#### (一) 螺、蚬类

我国江浙一带传统饲养青鱼,多从河、湖中采集天然生长的螺、蚬类作为青鱼的饵料。目前虽然受到资源的限制,但仍有沿用此法以解决青鱼部分饵料的,并在采集的方法上,在过去靠人工耢螺蚬的基础上,又发展了吸螺、蚬机。

养鱼采集螺、蚬的种类主要有铜锈环棱螺、黄蚬、湖球蚬、蚌形无齿蚌等。铜锈环棱螺属于田螺科,泛称湖螺,俗称螺蛳,生长在江河湖泊中,繁殖力强,江浙一带产量较多,因而饲养青鱼的亦较



多。环棱螺的食物以着生藻类为主,其质量的好坏与它的食料是否充足有密切关系。一般生活在肥水中的质量较好,内河较湖泊水肥,因此内河螺蛳的质量要比湖泊螺蛳好。质量好的螺蛳,壳薄肉足,壳色紫红而有油光;壳厚色蓝黑的质量较差;厚肉少,色黯黄或壳面生有丝状藻类的最差。据测定,螺蛳的含肉率一般为27%~32%。

黄蚬又名河蚬、蚬子,属于蚬科。生活在河、湖中泥质的水底,在采螺蛳时常被一同采起,作为饵料。

湖球蚬属于球蚬科,大小像南瓜子,壳薄而脆,色灰白,生活在静水或缓流的河道中,苏州至常州一带很多,当地渔民称为“饭蚬”,是饲养青鱼鱼种的良好饵料。每年3月份左右开始出现,4~5月份为采集旺季。颜色淡紫红色的肉足,白色的较差。

蚌形无齿蚌也称卵形蚌,生长在河、湖、塘堰中,外形长圆,壳薄而膨胀。还有其他一些蚌类与采螺蛳时一起被采到,体形小的河蚌可直接喂鱼,大者须轧碎后投喂。

此外还有一种泥螺,又名土贴(土铁),生在浅海泥滩,厦门、福州、宁波、青岛等地产量较多。利用泥螺作为饵料,是沿海一带解决养鱼动物性饵料的一条途径。

## (二)大瓶螺

大瓶螺属于瓶螺科。外形似苹果,又称苹果螺。原产南美洲亚马逊可流域,1982年广东省引种成功,现我国已有不少省、自治区养殖。大瓶螺养殖方法简单,繁殖率高,生长快,产量高,饲料来源广,成本低,经济效益高,既可供人食用,又可作水产养殖的动物性饵料,故饲养者愈来愈多。

大瓶螺喜生活于水质清新、溶氧丰富的淡水中。最适水温为25~32℃,高于45℃或低于0℃就会死亡,0~8℃处于冬眠状态。植物食性,人工饲养以青饲料为主。满4个月龄,个体重达25克以上性腺开始成熟。水温在18~30℃时,不需要特殊设备,



亲螺可自然繁殖。雌螺厣向内凹陷,螺口呈直形。雄螺厣中部向外突起,螺口为喇叭形。水温 18℃ 以上时开始交配,雌螺 5 天后将受精卵排出体外。卵堆叠成块状,呈玫瑰色,每块含卵 500 ~ 2 000 粒。1 只雌螺隔几天排出 1 个卵块,可连续排卵块 10 余个。孵化最适温度为 28℃ 左右,孵化期约 15 天。孵出后应按螺体大小分阶段饲养。

**幼螺饲养:**孵出后至 15 天左右为幼螺饲养。用盆、缸等小容器饲养即可,密度为 5 000 ~ 10 000 个/平方米。投喂浮萍、嫩菜叶、瓜皮等,每日早晚各投 1 次,共 250 克左右,另投豆饼粉 50 克左右。勤换水,温差不超过  $\pm 3$ ℃。

**小螺和中螺饲养:**幼螺长到绿豆大小时为小螺,饲养 2 000 ~ 3 000 密度个/平方米,在小型容器或小水泥池中精心喂养 30 天。体重达 5 克左右时为中螺,移到小水体或坑塘中饲养,密度 500 ~ 1 000 个/平方米,日投青饲料 1 000 克,精料 100 克左右。

**成螺(食用螺)饲养:**养到 50 克左右体重为成螺,可在小水泥池、坑塘或网箱中饲养,密度 100 ~ 150 个/平方米,网箱密度可适当增加,雌雄分养,投喂优质饲料。

**亲螺饲养:**中螺个体达 10 克以上时,可分辨雌雄,从中选较大型者培育成亲螺。雌雄比例为 4 : 1 ~ 7 : 1,200 ~ 300 个/平方米。采用微流水精养。

大瓶螺饲养用水须清新,不含有毒物质,不使用污水。夏季应搭凉棚,防止阳光直射。冬季要保护种螺安全越冬,低温地区需设增温设备或引用余热水、温泉水等。大瓶螺喜食绿色植物,尤其在饥饿时见绿色植物就吃,且食量大,因此须严格控制逃逸,以免潜入农田危害农作物。

### (三) 蚯蚓

蚯蚓干物质中含粗蛋白质在 50% 以上,是鱼类优良的动物性饵料,而且蚯蚓肉散发出特殊气味,具有较强的引诱和刺激鱼类摄



食的作用,是一种很好的食物引诱剂。我国蚯蚓分布广泛,且培养较简易,因此培养蚯蚓是解决鱼类动物性饵料的一个重要途径。

蚯蚓雌雄同体,异体授精,卵产入卵袋(或蚓茧)中,每一卵袋中约有1~3个授精卵。蚯蚓以土壤中的有机物质为食,所以有机质多的肥土中生长最多。蚯蚓的再生力很强,损失的部分身体能够再生,成为完整的个体。

蚯蚓养殖方法:人工养殖蚯蚓须选用良种,从日本引进的太平2号、北星2号属于赤子爱胜蚓。这两个品种歹毒率很高,定居性好,适应性强,易饲养,好管理,产量较高。赤子爱胜蚓在我国各地也广泛分布,采集野生赤子爱胜蚓,经适当筛选和培育,亦可成为较好的养殖品种。养殖场所可选在室外或室内。室外养殖需搭简易棚舍,以遮光防雨,适于春秋季节性生产。室内养殖可采取平床式或层床式,平床即在平地建养殖床,层床一般设两层,以利用立体空间,增加养殖面积。室内养殖可进行常年生产。养殖坑或养殖床的面积大小视具体情况而定,一般一至数平方米。

赤子爱胜蚓生长和繁殖的适宜温度为 $18\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,温度过高过低蚯蚓产茧停止或不活动,当温度高至 $37\sim 39\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时即迅速死亡。因此常年养殖时,冬季和夏季需采取适当的提温和降温措施。蚯蚓为喜湿动物,在人工养殖中,环境(饵料)的湿度影响到蚯蚓的生长和产茧。赤子爱胜蚓生长和繁殖所需饵料最佳湿度(含水量),前者为70%,后者为60%左右。当饵料水分低于40%或高于80%时,幼蚓生长和成蚓产茧都将受到抑制。蚯蚓为避光性动物,喜在暗光或无光条件下生长繁殖,如受阳光直射,会引起死亡,因此在养殖中应避免阳光的照射,尽量减少光照。蚯蚓喜好氧气,其生活环境需有充足的新鲜空气,室内养殖时房间须通风,养殖床的饵料要定期翻动,使之疏松,以增加空气的含量。对环境氢离子浓度(pH值)的要求则应保持中性或、微酸性为宜,当饵料氢离子浓度高于3163纳摩/升(pH值低于5.5)或低于3.16纳摩/升(pH



值高于 8.5) 时均会引起蚯蚓逃逸。

养殖蚯蚓的物质基础是饵料。蚯蚓生活在养殖床的饵料中, 饵料既是其生长发育的营养物质, 又是其重要的生态因子, 因此既要注意饵料的营养条件, 又要注意饵料在养殖过程中对蚯蚓生态环境的影响, 尽量做到使蚯蚓既有较好的营养条件, 又能生活在适宜的生态环境中, 从而加快生长和繁殖。首选, 养殖蚯蚓的饵料如畜粪、青草及各种废弃有机物等, 必须预先经过发酵腐熟后方可使用。如果直接使用未经发酵的饵料培养蚯蚓, 则在培养过程中饵料发酵, 会产生氨、硫化氢等有害气体, 导致蚯蚓中毒死亡或者逃逸, 并易引起缺氧和二氧化碳增多而恶化蚯蚓的生活环境, 影响蚯蚓的生长和繁殖。另外饵料在养殖床发酵, 也会使环境温度升高而对蚯蚓不利。饵料的营养成分要较丰富, 并为蚯蚓所喜食, 如经发酵的棉绒、畜粪、腐烂水果、新鲜奶牛粪等蚯蚓均喜摄食。饵料的碳氮比值是主要营养指标, 一般碳氮比以 20 : 1 ~ 30 : 1 为宜。饵料最好多品种搭配, 且富含纤维素。在饵料中添加 5% 左右的木屑或谷壳、切短的稻草等, 可作为疏松剂, 有助于饵料发酵和使饵料疏松透气。饵料发酵中产生酸性物质, 氢离子浓度升高 (pH 值降低) 时, 可用石灰水调节。

蚯蚓养殖应按个体不同发育阶段分开饲养和给予不同的养殖管理。种蚓养殖床一般控制在每平方米 1.0 万 ~ 1.5 万尾的密度, 每隔 6 ~ 7 天刮蚓粪 1 次, 同时取出蚌茧进行孵化。孵化床每平方米面积可孵化蚓茧 4 ~ 6 万个, 待孵化床的基础饵料大部分粪化 (变为蚯蚓) 时, 及时除粪并补投饵料, 分出幼蚓以降低密度。前期幼蚓床的密度可在每平方米 3 万尾以上, 后期幼蚓床则控制在每平方米 2 万尾左右。后期幼蚓生长迅速, 要增加除粪和补饵次数, 并及时分养减稀密度。当性成熟和进入繁殖期后, 即可采收利用, 一部分取代更新旧的种蚓。各养殖床给饵的厚度宜薄不宜厚, 控制在 15 ~ 20 厘米为宜, 并勤除粪和倒翻饵床, 以始终保持饵料



新鲜透气,创造蚯蚓良好的生态条件。这样按不同发育阶段分床培养,可合理调节蚯蚓种群密度,避免世代同堂,有利于蚯蚓的生长繁殖和采收,并可及时更新种蚓,防止退化。

#### (四)白线蚓

白线蚓又称白虫、丝。体形细小,一般体长 1.5~2 厘米,重 5~8 毫克,白色透明。生殖力高,繁殖快,是鱼类的优良活饵料,可进行室内培养,以增加鱼类的动物性饵料。

白线蚓栖息于阴暗潮湿的腐殖泥中,食腐烂的植物残体,人工培养时,一般的植物性食料如下脚面粉、麸皮、玉米粉,马铃薯、酒糟、胡萝卜、青菜叶等均能摄食。喜食酸性反应的食物如酒糟等,麸皮和面粉次之,蔬菜又次之,草本和木本植物的叶最次。

温度与湿度是影响白线蚓繁殖的重要环境因子。在 16~20 ℃ 时生长最迅速,最适温度为 17~18 ℃。白线蚓在水中和湿度不大(12%~14%)的土壤中都能生存很长时间,但只有在湿度为 19%~25% 的土壤中才能正常发育。最适湿度为 22%~23%。土壤湿度降低到 13% 或增高到 36% 时产卵基本停止。在人工培养条件下,当夏季气温最高时,完全停止生殖,冬季土壤温度降至 10 ℃ 以下时,几乎完全停止生殖。

白线蚓具有很高的生殖力,在正常培养条件下,幼蚓从卵中孵出后,约经 20 天便达到性成熟并产卵。每个卵茧有卵 1~35 个,平均 10 个左右。温度 18~20 ℃ 时,卵约经 12 天孵出幼蚓。

培养方法:生产性培养白线蚓的场地,应有良好的通风系统和较好的隔热条件,使全年温度保持在 16~18 ℃。培养的器具可使用木箱、陶罐、土钵等容器,以木箱为佳。木箱规格为 20 厘米×30 厘米×10 厘米。可制作木箱架,将木箱叠放架上,一般为 6~7 层。

培养白线蚓最适宜的土壤是结构性土壤(如黑壤土),在淋水时不会粘成团。按 25%~30% 的湿度加水润湿土壤,然后将土壤



铺入饲养长箱,厚度 8 厘米。不宜使用盐渍土、草炭土和富含腐殖质的土壤。

从野外泥土中分离性的白线蚓,投放于饲养箱内的培养土中;或将含有白线蚓的原土移入饲养箱,培养过程中要投喂充足的饵料,饵料投在泥土表面,投放要均匀,以免剩余饵料使土壤结块或霉烂变质。避免日光直接照射。每隔 1~2 天喷水一次,保持 30% 左右的土壤湿度。

白线蚓随着繁殖生长密度增大,密度达 750 克/平方米时被视作饲养箱的最大产量,或称标准量。在超出此密度时,应将部分线蚓采收喂鱼或低温保藏。采收方法是对培养土进行由上而下的单向加热,使线蚓因避免热烤而向热源相反方向聚集,但应注意培养土受热不得超过 25℃,以免造成线蚓和卵的死亡。

白线蚓生产性保藏一般采用低温保藏。保藏过程中的死亡率、减重率受温度和保藏密度的影响。一般在 0~2℃ 时保藏一个月,密度为 5 千克/平方米时,其死亡率为 5.1%,减重率为 45.2%。在保藏中减低体重的线蚓,当送回通常培养条件以后,重量会迅速(5~8 天)恢复。

#### (五) 淡水枝角类

淡水枝角类通称水蚤类,常被用作观赏鱼类的饵料,称为“红虫”、“金鱼虫”。枝角类含有丰富的蛋白质,而且蛋白质中含有多量鱼类所必需的一切氨基酸,营养价值很高。枝角类生殖率高,繁殖量大,可进行人工培养,以解决养殖鱼类(特别是幼鱼)的一部分动物饵料。

枝角类的繁殖方法有两种:一种是单性生殖,或称孤雌生殖,产生夏卵,夏卵不经过授精便能发育孵化,这是枝角类的主要生殖方法;另一种是两性生殖,产生冬卵(授精卵),冬卵需要经过休眠期才能发育,故又称休眠卵。生殖方式的不同主要受环境条件的制约,在温度适宜、饵料丰富的良好条件下,用单性生殖,故一般在



春、夏、秋季环境条件较好时产夏卵；反之，在不良条件（温度低，食物贫乏等）下，出现平时罕见的雄水蚤，进行两性生殖。一个水蚤可产夏卵百余个，卵在孵育囊内发育孵化，孵出来的幼水蚤脱离母体。在水温较高时，从夏卵孵出幼水蚤到长至性成熟，只需 5~8 天。两性生殖雌水蚤的生殖量一般很低，只产生 1~2 个冬卵，少数种类能产 2 个以上冬卵。

水蚤的寿命为数星期至几个月，依种类和环境条件不同而异。其最适温度为 18~22℃，最适氢离子浓度为 10~31.63 纳摩/升（pH 7.5~8），水中溶氧的饱和度以 70%~120% 为最适宜，有机物耗氧量以 20 毫克/升为宜。水蚤的主要食料为单胞藻类、细菌、酵母菌和有机碎屑微粒，而以固氮细菌、原球藻类（小球藻、栅藻等）和圆酵母的营养价值较大。

枝角类培养方法，以大型水蚤为例。用深约 1 米的水泥池或土地。培养用水必须过滤，避免昆虫幼体、丝状藻以及沙粒、泥块混入而堵塞水蚤的滤器。灌水深度因季节而异，夏季水温超过 22℃ 和冬季水温较低时，水深应保持 50~55 厘米，春秋季节水深约 30 厘米，使池水在晴天被晒后易提高水温。

培养池灌水并接种藻后，按每升水 13 毫克氮施入化肥（每立方米需 37.5 克硝酸铵或 65 克硫酸铵），每隔 3 天追肥一次，追肥量为初次施肥量的 1/2。如施农家肥可采用人、畜粪肥，基肥量每立方水 1.5~2 千克，每隔 8 天施一半量的追肥。农家肥须经发酵处理，装在网箱中用水冲滤入池内。

在施过肥后投放饲料酵母，先将酵母用池水稀释，然后按 50 克/立方米的量沿水池壁倒入。当藻类繁殖到池水变绿时，暂停施放酵母。当池水变得较透明时，恢复投喂酵母。

在投入酵母的同时或第二天按 50 克/立方米水投入水蚤种。最好在每毫升水中有 300 万个藻细胞时接种。培养池接种时最好用提早培育的纯种母群，不要用天然水域中捞取的母群。



在培养过程中必须注意和测定池水的温度和水的化学状况。适宜的水质指标为:水温 18~22℃,溶氧 7 毫克/升,氢离子浓度 10~31.63 纳摩/升(pH 7.5~8)。根据水色可以判断培养物产量:池水呈棕褐色至橄榄色时,水蚤生物量大;池水透明,水蚤生物量低。处于良好状态的水蚤呈浅灰绿色。当单性卵减少,出现雄水蚤和带冬卵的雌水蚤时,说明培养的水蚤受到了抑制。抑制水蚤繁殖的原因很多,如食料不足、水温太高、水质变坏、衰老的个体太多等,可根据具体情况加以处理。如发现培养池内有丝状绿藻或团藻,应设法清除,或清池重新培养。

在适宜水条件下,3~4 天即繁殖大量水蚤,1 周左右就可收取。一般掌握在幼水蚤约占 50% 时开始捕捞。收取后池中再加入肥料,继续培养。一般在培养良好时每立方米水中可收水蚤约 800 克。

## 四、配合饲料

### (一) 配合饲料的优点

配合饲料是以不同鱼类在不同生长阶段对各类营养物质的需要为基础,按照饵料营养成分的含量,将数种饵料按一定比例科学地配合起来,而加工制成的商品饲料。其优点如下:

第一,由于不同饵料所含营养成分不一样,将数种饵料有目的地配合起来,就可以起到营养成分的互补作用,使各种营养素之间以及各种氨基酸之间取长补短,以达到营养成分更全面、更加符合饲养鱼类的生理需要,从而可避免单一饵料营养不平衡带来的生长速度和饵料效率低下的缺点。因此,配合饲料的最大优点是保证饲养鱼类在最佳营养条件下成长,其生长潜力得以充分发挥,从而获得最高生产效益。第二,由于配合饲料营养全面,而且通过粉碎、加工,饵料的物理性能(颗粒大小、软硬程度等)更适合鱼类的



摄食,提高了饵料的适口性,因而可进一步提高鱼类对饵料的利用率,取得更高的饵料报酬。第三,配合饲料在加工制粒过程中,产生一定的热量,使饵料原料中的淀粉糊化。一方面可提高淀粉的消化率,同时能促使饵料粘结成粒,提高其对水的稳定性,减少饵料中营养物质在水中的溶散。既提高了饵料的利用率,也可防止水质受污染。第四,配合饲料中可加入促生长素、引诱剂和防病药物等,既补充了一般饵料中无机盐、微量元素、维生素和氨基酸等的不足,提高了配合饲料的营养价值,使之成为全价饲料,又可提高鱼类的食欲和摄食量,促进生长,并起到预防疾病的作用。第五,配合饲料的使用,可扩大养鱼饵料的来源。有些饵料单独使用时鱼不喜食或效果很差,而当其作为配合饲料的一种原料,经过与其他原料配合和加工后,就可很好地被鱼摄食,有时甚至还可提高饲料整体的营养价值。第六,配合饲料适于工业化生产,便于加工、运输、投喂和贮存,可配合池塘养鱼的机械化。

随着我国“名特优”水产品养殖高密度集约化养殖方式,如工厂化流水养鱼、网箱养鱼等的不断发展,对人工饵料质量的要求越来越高。全价配合饲料的研制,也正是适合这方面发展的需要;它对今后水产养殖业的发展,将会起到更大的促进作用。

由于用单一精料喂鱼有以下五弊,比较通俗地反面证明配合饲料的优点。用单一精料喂鱼的五弊为:

一是蛋白质含量低。原粮大麦、小麦、玉米、稻谷等均属能量饲料,粗蛋白含量大麦约 11.9%,小麦约 13%,玉米 9.7%,其蛋白含量不能满足鱼类在生长阶段和不同季节的生长需要。二是饵料系数高。粮精料饵料系数一般为 5~5.5,而配合饲料一般为 2.5 左右,前者要高 2 倍左右。三是劳动强度大,成本高。原粮投饵量高 2 倍左右,因此劳动强度也大,同时带来各种费用增加,如饲料运输、用工费等,使收入降低。四是池塘积淤增厚,改造费用高。不能被鱼消化吸收的剩余物质成为粪便排出,使排泄物增多。



既造成饵料浪费,又加速池底淤积,加大池塘的清淤和改造费用,还会出现分解发酵耗氧,易使水质恶化,增高水质调节费用。淤泥增厚,病菌大量繁殖,还易诱发鱼病。五是鱼产量低。单喂原粮,由于蛋白质不足,鱼生长速度慢。同样的放养和管理,单喂原粮较喂配合饲料鱼产量要下降 12% ~ 15%,现在生产上一般将能量饲料与蛋白质饲料配合,掺入无机盐和添加剂饲料,相互补充,来提高饵料利用率,促进鱼的生长,降低饵料系数。

## (二) 配合饲料配方的设计

配合饲料中各种原料的合理配比或配方,主要是依据养殖鱼类对各种营养物质的需要而制订。科学的合理配方能提供鱼类必需的各种营养成分和能量,保证鱼类正常生长发育,且能最经济地利用饲料原料,以最少的饲料消耗和最低的成本,获得最大的经济效益。通过对养殖鱼类营养生理的实验和研究,得出不同种类、不同生长阶段以及在不同环境条件下对多种营养物质的不同需要量,并通过生产实践的经验,可以制订出鱼类的饲养标准。所谓饲养标准,是指在一定条件下,合理供给单位体重的鱼每日所需能量和营养物质的数量。饲养标准是设计配方的主要依据。

在养殖鱼类的饲养标准尚未制订出来以前,可以根据现有的研究成果,参照国外资料以及鱼类营养学的一般原理,大致提出鱼类的营养指标或营养标准,据此来设计饲料配方。具体设计饲料配方时,还须注意以下几个问题:

第一,要考虑配方的经济性。饲料是养鱼成本中支出最大的部分,因此,一方面考虑原料的营养成分,同时必须注意原料的价格。要尽量选用当地来源较丰富的饲料原料,减少运输环节,降低成本。同时根据天然饵料的提供程度制订配方,在添补天然饵料养殖的条件下,可减免维生素的添加,以节约成本。第二,要根据不同养殖方式(池塘、网箱、流水等)设计配方。在高密度饲养条件下,应注意提高饲料的质量和营养的全面性,以加快鱼类的生长速



度。例如工厂化流水养鱼和网箱养鱼,鱼类密度高,完全靠摄食配合饲料,没有天然饵料供应,对饲料蛋白质的需要量就要高一些,其他营养成分也要求更全面;池塘养鱼则要求略低一些。第三,必须注意饲料的安全性。变质发霉的原料不能使用。饲料原料不含有毒物质,或有毒物浓度在规定的限制范围内。第四,重视各种添加剂的使用。但须慎重选用,要注意其效价、有效期以及限用、禁用、用法、配合禁忌等规定。第五,要注意鱼类对原料适口性的要求。

### (三) 配合饲料的设计方法

设计饲料配方可分手工设计法和微机设计法。手工设计法有图解法、代数法和试差法。微机设计法是用微型计算机进行设计计算,具有简易、快速、准确的优点,但需有一定的设备和掌握微机使用技术。

1. 代数法 代数法简便易行,适于配方原料品种不多时应用。具体步骤如下:

选定饲养对象的饲养标准(或暂定营养指标),根据饲养标准,首先确定主要营养成分的指标。例如,饲养2龄草鱼,其粗蛋白质和总能量两个主要营养指标各为每千克饲料含250克和12.163兆焦(2907千卡),基础饲料中首先应满足中龄草鱼对这两项营养的需要量。

选择好配合饲料的原料,取得所用原料各营养成分含量。例如选用豆饼、麸皮和高粱酒精糟3种原料,经饵料分析或从饵料营养成分表中得到此3种原料的营养成分值,其中粗蛋白质含量分别为42.4%、15.1%和8.2%。每千克原料的总能量可用计算方法求得,每克粗蛋白质和无氮浸出物乘4,每克粗脂肪乘9,三者之和乘1000,即得出3种原料每千克的总能量分别为14.02兆焦(3350千卡)、12.99兆焦(3079千卡)和5.56兆焦(1329千卡)。

要配成每千克配合饲料含粗蛋白质250克,总能量12.16



兆焦(2 907 千卡)的指标。设  $X =$  豆饼用量,  $Y =$  麸皮用量,  $Z =$  酒糟用量, 则可列出下列三元一次方程组:

$$X + Y + Z = 1\ 000$$

$$\frac{14.02}{1\ 000}X + \frac{12.88}{1\ 000}Y + \frac{5.56}{1\ 000}Z = 12.16$$

$$0.424X + 0.151Y + 0.082Z = 250$$

解得:  $X = 403$  克,  $Y = 436$  克,  $Z = 161$  克

配合饲料即可按豆饼 40.3%, 麸皮 43.6%, 高粱酒糟 16.1% 的比例配合。此为基础饲料的配方, 另外可添加必要的添加剂。

2. 试差法 试差法在生产上比较实用, 其设计步骤大致如下:

确定饲养对象的饲养标准, 再根据饲养标准确定几种主要营养成分的需要量, 一般是先确定粗蛋白质含量和总能量(代谢能)的含量。

依据饵料原料来源和价格, 确定选用的原料, 取得各种原料的营养成分含量。

按粗蛋白质和总能量的需要量, 初步拟定各种原料的配合率。按此配合率, 计算出配合后总的粗蛋白质和总能量的含量。

将初拟配方粗蛋白质、总能量的含量与饲养标准相比较, 如有高低不同, 则需调整原料的配比, 至与饲养标准基本相符为此。

计算其他营养成分, 如钙、磷、粗脂肪、粗纤维等的含量, 都调整到符合饲养标准之后, 配方就设计完成。

#### (四) 配合饲料的加工和贮存

##### 1. 加工工艺流程

添加剂预混合料

原料清理 原料粉碎 称量配料 混合搅拌 粉状配合饲料

制料 冷却 筛分 计量包装

蒸气

##### 2. 加工步骤和方法



(1)原料清理和粉碎 在粉碎前先清除原料中的杂物,如泥块、草屑、铁屑等,然后进入粉碎机粉碎。干性原料粉碎的粒度要细,越细消化率越高,但由于机械条件的限制,一般以 40~50 目为宜。

(2)配料、搅拌 各种原料经粉碎后,按配方的配比准确称量,然后输入搅拌机,使各种成分均匀分布,这是确保饲料质量的一个重要环节。微量添加成分(维生素、微量元素等)需选用载体做成预混合料,逐级放大后再进入搅拌机,这样可以使添加剂均匀地混合在配合饲料的粉碎原料中。各种粉碎的原料经充分搅拌混合后,即加工成为粉状配合饲料。

(3)制粒 将混合均匀的粉状配合饲料根据需要输送至相应的制粒机,制成硬颗粒饲料、软颗粒饲料或膨化颗粒饲料等。制造硬颗粒饲料需通蒸气入制粒机,使原料加热软化,并使部分淀粉胶化,以利颗粒成型。但原料中的维生素 A 和维生素 C 等,在高温作用下会遭受部分损失,因此要适当增加这些成分的配合量,或者在造粒后再喷洒添加剂。硬颗粒饲料比重较大,在水中为沉性,广泛应用于青鱼、草鱼、鲤鱼、团头鲂、罗非鱼等的成鱼和大规格鱼种的饲养。颗粒的大小,必须与鱼的个体大小相适应。投喂青鱼、草鱼时,250~750 体重克的个体,颗粒直径可为 4~6 毫米,再大的个体为 6~8 毫米。鱼种阶段粒径在 2~4 毫米。

碎粒饲料是将硬颗粒饲料用破碎机破碎成碎粒,并过筛后而成,一般用于饲养体长 5~8 厘米的当年鱼种。制造软颗粒饲料,原料含水率应在 25%~30%。制粒机不通入蒸气,原料受机械挤压时摩擦生热,使含水分高的粉料糊化,颗粒的粘结性能及其在水中的稳定性较好。一般为沉性,适于中、低层鱼类摄食。软颗粒饲料适于现加工现使用,如要保存,须将饲料及时干燥。膨化颗粒饲料制造时,配料在膨化机内通过高温高压挤压制料,颗粒出来时由于迅速减压而膨化。膨化饲料在水中呈漂浮状,较长时间不沉不散,可减少浪费和水质污染,且便于观察鱼的吃食情况。膨化饲料



在加工过程中因高热会破坏部分维生素,故最好在饲料成形后再作喷雾添加。

(4)干燥与筛分 压制的硬颗粒饲料通过冷却系统,经风冷干燥冷却,再一次过筛,筛下的粉料可输入制粒机进行再造粒。用螺杆挤压出的软颗粒饲料,由于含水量较高,需用干燥机干燥;如用阳光自然干燥,须避免曝晒,以减少紫外线对类脂质与维生素的破坏。

(5)计量包装 经冷却干燥和筛分后的颗粒饲料,即可计量包装出厂或入库保存。

配合饲料的贮存:配合饲料宜保藏于干燥、避光、通风的场所。饲料含水量应在 13% 以下。每袋装量和堆积均不可过大,以免在保藏期间因温度特别高而变质。饲料加工时最好添加防腐剂,以防止保存期间发生霉变现象。颗粒饲料因粒间有一定空隙,贮存时间可较长些,但一般不要超过 3 个月。粉状饲料因孔隙度小,较易发热变质,不宜久藏,要尽快使用。

## 五、青饲料

### (一)青饲料养鱼的重要性

养鱼的青饲料包括陆生和水生的多种青绿植物,是我国池塘养鱼的重要饵料来源之一,特别是草鱼、团头鲂等草食性鱼类的主要饵料。

过去利用青饲料养鱼,主要是采集天然生长的青草或水草,随着养鱼生产的发展,天然的青饲料日益不能满足需要。因此自 20 世纪 60 年代以来,各地陆续种植青饲料养鱼,对促进养鱼生产的发展起到良好的作用。但 20 世纪 80 年代开始,随着农业生产的发展,使用精饲料养鱼越来越多,以后又研制使用了配合饲料,致使种植青饲料养鱼受到一定的影响和忽视。目前由于养鱼精饲料价格上涨,使养鱼的成本越来越高,收入降低,单一精料养鱼,又发



生一些营养性的病症,如鱼体脂肪过多,有的产生脂肪肝,因而抑制鱼的生长,造成鱼肉品质下降。因此又要回过头来重视青饲料的种植,用青饲料来饲养草食性鱼类。

目前鱼用优质饲草严重不足,草种单调,淡季突出,草种退化,产量下降,生育期缩短,饲草病虫害严重,鱼对草的利用率降低,农户种草用草的科学技术普遍缺乏。新的优良草种推广缓慢。由于鱼塘供草不足的淡季突出,只得投喂精饲料,从而提高了养鱼成本。因此提出应采取以下措施以解决上述问题:加快推广一批新的草种,搞好草种的更新换代,如美国矮象草、扁穗牛鞭草、杂交狼草等;加快推广科学种草新技术,采用高秆饲草与匍匐型饲草间作;认真搞好科学用草,要适时、合理刈割。

塘埂种草养鱼,可利用淤泥作青饲料的肥料,塘泥中含有丰富的有机质和氮、磷、钾等营养成分,是作物的优质农家肥。用塘泥施肥一方面可节省肥料成本,更重要的是解决了塘泥的出路,形成池塘清淤—种草—养鱼良性生态循环,对改善池塘水质,防治鱼病起到积极作用。

养鱼青饲料的品种大都为密植作物,短期内可以覆盖地面,且强大而密集的根系能起到固土保土作用,防止水土流失,减缓塘埂、塘坡泥土冲刷,起到保护塘埂的作用。

青饲料的营养成分较全面,粗蛋白质的含量一般较高,其占干物质的比例,禾本科饲草为 13% ~ 15%,豆科饲草为 18% ~ 24%,且蛋白质中赖氨酸含量较高,故蛋白质的品质优于谷类籽实(精料)。青饲料是供应维生素的优良来源,特别是胡萝卜素、维生素 C 的含量很高,B 族维生素的含量也较丰富。无机盐的含量也较高,钙的含量多于磷,但一般钙磷比尚较平衡。因此,青饲料是营养相对平衡的鱼饲料。

青饲料的缺点是含水分较多,陆生青饲料含粗纤维又较高(一般占干物质的 18% ~ 30%),影响消化率,使得粗蛋白质、粗脂肪



和糖类营养物质含量相对较少,可消化能较低。故投喂青饲料,鱼的生长和产量不及投喂含营养物质较多、可消化能较高的精饲料生长快和产量高。如能在投喂青饲料为主的同时,适当投喂一定量的精饲料,将会更好地发挥青饲料的作用,使鱼长得更好和获得更高的鱼产量。

## (二) 青饲料的选择和栽培技术要点

1. 养鱼青饲料的选择 选择养鱼青饲料的要求是适应性广、抗逆性强、耐刈割、产量高、品质好,鱼类适口、喜食,饲料系数低,同时在供草时间和产量上能与鱼类各生长季节的需草量相一致,另外还要考虑到使用土地和保养土地相结合。因此,养鱼青饲料的选择,一般是禾本科与豆科植物兼顾。目前选用的高产类饲料种类很多,有1年生的黑麦草、苏丹草、小米草、杂交狼尾草、象草、苦苣菜、毛叶苕子、箭舌豌豆、大刍草等,有多年生的白三叶、红三叶、荻草、紫花苜蓿、草木犀、串叶松香草等,此外还有水生植物茭萍、紫痛浮萍等。各种青饲料的特性不一,对气候、土壤等条件的要求也不相同,因此须因地制宜地选择适合当地具体条件的种类,开发饲草资源。在选择青饲料种类时,还要考虑到鱼类对其营养的消化吸收和饲料系数。

### 2. 青饲料栽培技术要点

(1) 整地 通过耕翻、耙耱、镇压等措施,为饲草的播种、生长发育创造良好的土壤条件。耕翻深度一般为20~30厘米。然后进行耙地或耱地达到碎土和平整地面,消灭杂草的目的。干旱多风地区,平整好的土地如果土壤过于疏松还应镇压,以免大风刮走表土。

(2) 施肥 通常土壤中的氮、磷、钾含量不能满足植物生长的需要,必须通过施肥供给。基肥是在播种前施入,耕地时翻入土中作为底肥。基肥主要用农家肥,包括厩肥、堆肥、绿肥及人粪尿等,质量好的农家肥,一般每亩施用1 000~2 500千克。追肥是在植



物生育期间施用的肥料,大都采用速效的化肥。禾本科饲草每次刈割后,如能及时追施氮肥,可以提高产量及质量,每亩用量,硫酸铵 10~20 千克,尿素 5~10 千克。例如在两块条件基本相同的土地种植荻草,其中一块刈割后及时施放尿素,另一块刈割后不施肥料。测定分析结果,施肥的植株高度比不施肥的平均增加 12.5%;刈割后的植株,其营养成分中的粗蛋白质比不施肥的高 11.25%,而粗纤维的含量低 16.31%。

(3)播种 播种前应选种,种子的纯净度和发芽率以 90% 以上者为好。播种豆科作物时,应用根瘤菌接种。播种期根据当地气候条件、土壤水分状况和饲草的特性决定,如多花黑麦草适宜秋播,苏丹草适宜春播。播种深度,小粒种子宜浅些,一般为 1~3 厘米,大粒种子宜深些,一般为 4~5 厘米;土壤疏松干燥宜深些,土壤潮湿宜浅些。

(4)田间管理 中耕除草是田间管理的基本作业,可以疏松土壤,抗旱保墒,消灭杂草,减少病虫害,促进幼苗生长。中耕除草多在出苗至封垄期间、返青前后和刈割之后进行。田间管理还要做好灌溉与排水,保持适当的土壤含水量。水分过多,须及时开沟排水,以免通气不良,烂根死苗。水分不足,气候干旱,可能时要及时灌溉。刈割后灌溉可促进再生。灌溉与追肥结合的增产效果最大。此外田间管理还应做好病虫害的防治。

(5)刈割利用 对养鱼用饲草的栽培来讲,刈割饲草要做到对鱼的适口性好,即要比较鲜嫩,而不应在粗纤维含量较高的晚期生长阶段刈割。但刈割也同时要考虑到饲草的营养物质含量及产量,刈割过早或刈割次数过多,草质太嫩,营养成分尚未积累到最高水平,质量欠佳,产量也受到影响;刈割过晚或刈割次数过少,则茎叶粗老,粗纤维增加,蛋白质含量下降,产量虽高,但质量差,实际利用率较低。因此要做到适时刈割,既有较好的适口性,营养成分的含量和鲜草产量也较高。一般适宜的刈割期是营养生长期,



禾本科饲草不晚于抽穗前,豆科不晚于现蕾前。

### (三)青饲料的种植

1.多花黑麦草 又称意大利黑麦草。为越年生或1年生禾本科黑麦草属植物。其适应性广,抗逆性强,对土壤要求不严,但以排溉良好的中性黏壤土最好。黑麦草根系发达,分叶较多,再生力强,耐刈割,病虫害少,产量高,草质柔嫩,是养鱼的适口饵料。

黑麦草喜温暖湿润气候,气温 $10\sim 27^{\circ}\text{C}$ 生长较好, $35^{\circ}\text{C}$ 以上生长受影响。种子发芽适温为 $13\sim 20^{\circ}\text{C}$ ,低于 $5^{\circ}\text{C}$ 、高于 $35^{\circ}\text{C}$ 都不易发芽。播种期有秋播和春播,一般宜秋播,产量高。长江流域秋播在9月上旬至11月初,春播在2月下旬至3月下旬。播前耕翻整地,施农家肥1000千克作基肥。每亩播种量1.0~1.5千克,种子最好浸湿,并拌和细土均匀撒播,播深1~2厘米。黑麦草也可与豆科植物混播,以利培肥地力,改善草质。也可采用育苗移栽,当苗长到12~17厘米时即可间苗拔苗,以每丛6~7株移栽,丛间距18~25厘米。移栽后施1次稀人粪尿以利成活生长。黑麦草喜氮肥,刈割前宜追施氮肥1~2次,每次刈割后即施速效氮肥1次。年可刈割3~6次,每长高至40~50厘米即可收割。主要供草期在3~5月份,3月底至4月底为生长盛期,5月中旬以后生长显著减慢,应及时换茬。

2.苏丹草 是1年生禾本科高粱属植物。适应性广,产量高,再生性能好,耐刈割,栽培较易。苏丹草对土壤要求不严,但以肥沃的粘质土产量较高,过于瘠薄的土壤生长不良。苏丹草喜温,不耐严寒,生长最适温度为 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ,气温降至 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 时幼苗即易受冻害。结合整地亩施2500千克厩肥作基肥。播种期为4月底至5月上旬,为黑麦草的接茬作物。每亩播种量1.5~2.0千克,条播行距25厘米左右,点播穴距20厘米;苗高10~13厘米时可移栽。长江流域适宜生长期为5~9月份,植株高80~100厘米时可以刈割,留茬7~10厘米。刈割后亩施入粪尿100千克,或8~



10 千克尿素。一般每 25~30 天刈割 1 次,全期可刈割 4 次,亩产鲜草 5 000~8 000 千克。供草期主要在 6~8 月份。留种的植株不刈割,等 7~8 月份收籽后,老根再长出新株,可刈割 1~2 次。

3. 杂交狼尾草 是以美洲狼尾草为母本、角草(紫狼尾草)为父本的杂交一代。我国栽培的杂交狼尾草有两个来源:一是由江苏省农科院从美国引进的;另一是由海南省热带作物科学研究院从哥伦比亚引起的,后者又名王草。杂交狼尾草喜温暖气候,日平均气温 15℃ 时开始生长,25~30℃ 时生长最快,低于 10℃ 时生长受抑制,低于 0℃ 时间稍长则会冻死。耐旱耐涝,对土壤要求不严,但以肥沃土壤为宜。其根系发达,再生力强,植株高大,分蘖多,耐刈割,产量高。

栽培方法为结合耕翻整地,亩施厩肥 2 000~4 000 千克、磷肥 20 千克作基肥;春季 15℃ 左右即可分根或用茎秆扦插,每亩栽种 20 000~25 000 株,栽种后注意浇水,在高温干旱季节要加强灌溉。杂交狼尾草是高秆植物,茎秆易老化,应及时刈割,一般株高 80~100 厘米时即可刈割 1 次,从 6~10 月份可刈割 4~7 次,亩产鲜草 7 000~10 000 千克。

杂交狼尾草不耐寒,长江中下游地区必须进行越冬保种。保种方法:一是在初霜前将生长 100 天左右的茎秆剪成节段,每个节段应带有 1 个腋芽,栽插在塑料棚内,加强管理,促其出芽生根越冬保种。此外还可用坑埋茎秆或窖贮等保种方法。

4. 苦苣菜 是菊科莴苣属的 1 年生草本植物。适应性广,耐寒、耐热、耐肥,再生力强。但久旱生长缓慢,根部淹水易死亡。对土壤要求不严,但以肥沃土壤为好。茎叶柔嫩多汁,是草食性鱼类喜食的饲料。

苦苣菜自早春解冻后即可播种,可陆续播种到 8 月份。播种时土壤打细耙平,施足基肥。播种方法有条播、撒播和移栽。条播行距 25~30 厘米,亩用种量 0.8~1.0 千克,撒播亩用种量 1.5~



2.0 千克,覆土 2 厘米。播种后要保持土壤湿润。苗期要中耕除草,并适当间苗。幼苗长出 6~7 片子后可移栽。一般在刈割前施 1~2 次氮肥,植株高 30~40 厘米时就可刈用,刈割后每亩施人粪尿 200~300 千克。刈割时刀要锋利,防止连根拔起,留茬 5~7 厘米。春播的苦苣菜可刈割 3~4 次,亩产 5 000 千克。若长势减慢,可重新播种或移栽,供草期可延长到 10 月份,亩产量还可增加 2 500 千克。留种地春播后刈割 2~3 次即让其抽薹开花结籽,在果实顶部露出绒毛后的 1 周种子变为淡黑色时,即可刈割收种,每亩可收种 40~50 千克。

5. 大刍草 又名墨西哥类玉米、墨西哥饲用玉米,为禾酶类蜀黍属 1 年生草本植物。喜温暖气候。高秆丛生,粗壮多蘖,叶片宽大,根系发达。目前是阿根廷、美国等畜牧业发达国家的重要栽培饲草。我国于 1979 年引进,是一种高产优质饲草,一般亩产鲜草 5 000~6 000 千克,高产的可达 10 000 千克以上。茎叶脆嫩多汁,适口性好。

大刍草种子发芽最低为 15℃,最适温度为 24~26℃,生长最适温度为 25~35℃。能耐 40℃ 的高温。不耐低温霜冻,气温降至 10℃ 以下生长停滞,1~0℃ 时死亡。对土壤要求不严,适应微酸性或微碱性土壤。不耐涝,浸淹数日即可引起死亡。

栽培时选择排灌方便、土壤肥沃的地块,结合耕翻,亩施厩肥 2 000 千克作基肥。春季适期早播,条播行距 50 厘米,或穴播,穴距 50 厘米×50 厘米。每穴播种子 2~3 粒,播深 2 厘米,每亩用种子 0.5 千克。有条件时最好用营养钵育苗,于黑麦草刈割结束后按每亩 4 000 株移栽。苗期生长缓慢,注意中耕除草。分蘖至拔节前生长加快,每亩追施氮肥 8~10 千克。株高 70~80 厘米即可刈割,每次刈割后每亩地及时施尿素 8~10 千克。

由于大刍草对短日照高度敏感,利用这一特性,栽培上注意肥水管理和合理的收割,既能高产又能延长供草期,在保证夏季鱼摄



食高峰期的供草后,又可继续用作 10 月份鱼草淡季的理想饲草。但缺点是种子灌浆气温偏低,影响饱满度,需每年向南方调种。

6. 荻草 是多年生禾本科植物。1 次栽植可多年利用。植株较高,地下茎蔓延很广。繁生力强,容易在杂草中形成个群优势。对土壤要求不严,在干燥的山坡,湿润的滩地,甚至瘠薄或碱性土壤上都能正常生长。繁殖可用种子也可用根茎,可春播或秋播,以秋播为宜。亩用种 0.8~1.0 千克,与细土拌匀后撒播。如与豆科植物混播效果更好。根茎移栽在初冬或早春均可进行。荻草在 25~30℃ 生长最快。株高 50~80 厘米可刈割,全期可刈割 7~8 次。供草期 4 月下旬至 10 月中旬,亩产鲜草 5 000 千克左右。

7. 白三叶 是多年生豆科植物。一般能存活 7~8 年。适应性广,再生力强,耐湿,耐阴。对土壤的要求不严,只要排水良好,滩地、十边隙地、池坡、桑果园都可种植,但以富于钙质及腐植质的粘土为好。茎匍匐,长 30~60 厘米,白三叶生长期长,可作为鱼类全年性的辅助青饲料。

栽培时整地要精细,清除杂草,亩施农家肥 1 500~2 000 千克,可以磷肥为基肥。秋播在 9 月上旬,春播在 2~3 月份,以条播较好,行距 30 厘米左右,每亩用种量 0.6~1.0 千克,覆土不超过 2 厘米,新区播种要接种根瘤菌,以利出苗和促进幼苗生长。白三叶生长最适温度在 25℃ 左右,除高温干旱季节生长不好外,其他季节都能很好生长。每年可刈割 5~6 次,亩产鲜草 3 000~5 000 千克。种子成熟很不一致,当多数种子成熟时即可采收,亩收种子 15~30 千克。

8. 紫花苜蓿 又称苜蓿。是豆科苜蓿属多年生植物。根系发达,入土很深,能充分吸收土壤深层的水分,故抗旱力很强。。喜温暖半干旱气候,日均 15~20℃ 最适生长,高温高湿对苜蓿生长不利,抗寒性强。对土壤要求不严,沙土、黏土均可生长,但以深厚疏松、富含钙质土壤为宜。苜蓿生长最忌积水,连续水淹 1~2 天即



大量死亡,故要求排水良好。喜中性或微碱性土壤。

播前要精细整地,并保持土壤墒情。贫瘠土壤需施入适量厩肥和磷肥作基肥,酸性土壤当氢离子浓度 $1 \sim 10$ 微摩/升( $\text{pH}5 \sim 6$ )时,每亩应施入 $20 \sim 40$ 千克石灰。播种前可用根瘤菌拌种,播种方法分条播、撒播和点播,以条播较好,行距 $25 \sim 30$ 厘米,亩用种量 $1.0 \sim 1.5$ 千克。采用浅播,覆土要薄而压紧,使种子与土壤密接,播种期 $3 \sim 10$ 月份。全年可收割 $4 \sim 5$ 次,亩产鲜草 $4000 \sim 5000$ 千克。刈割时留茬 $5$ 厘米。最后 $1$ 次刈割不宜太迟,否则影响养分积累,不利安全越冬。如北京地区应在 $9$ 月 $25$ 日以前进行。留种地一般在春季刈割一次后留种,以第二、三年的植株留种最好。

苜蓿草质优良,具有很高的营养价值,粗蛋白质、维生素和无机盐含量为 $15\% \sim 25\%$ ,相当于豆饼的一半,比玉米高 $1 \sim 1.5$ 倍,赖氨酸比玉米高 $4 \sim 5$ 倍。幼嫩的苜蓿是鱼类良好的蛋白质和维生素补充饲料,其干草粉作为全价配合饲料的成分,具有很高的利用价值。

9. 芜萍 又名瓢沙。是芜萍科无根萍属水生植物。芜萍培养简易,产量高,营养丰富,是主要养殖鱼类鱼种阶段适口的优良饵料。

芜萍叶状,体细小,长约 $1$ 毫米,宽不到 $1$ 毫米,椭圆形。生长适温为 $22 \sim 32$ ,低于 $20$ 或高于 $35$ 生长缓慢。芜萍是出芽繁殖,从开始出芽到种子脱离母体为 $1$ 个繁殖周期,在水温 $30$ 时历时 $3 \sim 4$ 小时, $20$ 时 $8 \sim 12$ 小时。芜萍喜生活在静水环境中。培养池面积 $0.5 \sim 1.0$ 亩,水深 $1.5$ 米,要求不漏水,培养前应彻底清塘。在长江流域一般 $4$ 月中旬每亩放芜萍种 $15 \sim 20$ 千克。如果上年培养过芜萍的池塘,第二年可不放种,或放种 $5 \sim 10$ 千克补充。放种后随着水温上升,芜萍很快繁殖,当布满全池时应及时采收,否则相互堆积,容易腐烂,影响生长和产量。每次采收的数量不能超过塘内芜萍总量的 $60\%$ 。培养中如发现芜萍颗粒变小,



颜色变黄绿,应及时追肥。最好每天施肥,每亩施腐熟农家肥 25~40 千克,或隔数天施化肥 1 次,每次施硫酸铵或碳酸氢铵 1~2 千克,过磷酸钙 0.5~1.0 千克。每收获一次必须施一次肥料。施肥时将肥料兑水后均匀泼洒全池,或泼洒在茭萍表面。平时须加强管理,经常清除池中蛙卵、蝌蚪;炎夏强光高温对茭萍生长不利,应每天向茭萍泼水 3~4 次。水温在 22~32℃ 时,每亩每日可收 50~150 千克,全年产量 5 000~10 000 千克。

一般到霜降前后,就不再采收。茭萍随温度下降而沉入池底,这时可用药物带水清塘,消灭野杂鱼,以利茭萍安全越冬,或者在霜降前后捞起茭萍装入盛有淤泥的坛中,淤泥和茭萍各占一半拌和,封好坛口沉入池底越冬,到翌年春连泥倒入培养池。茭萍的运输也可采用此法。

10 紫背浮萍 又名紫萍、浮萍。为浮萍科浮萍属多年生水生植物。叶面深绿色,面紫色。25~30℃ 为生长适温,高温季节生长受影响。晚秋水温降低,紫浮萍长出椭圆形冬芽,沉于水底越冬,母体枯死,翌年春季冬芽上浮水面萌发成新个体。

培养池面积 2~4 亩,不漏水,池底淤泥要肥厚。一般于 4 月初清塘施基肥,每亩施农家肥 1 000 千克,然后放种萍 100~200 千克,上年培养过的池塘可不放种或少放种。管理方法同茭萍培养。亩产浮萍 20 000~30 000 千克。

#### (四)青饲料的茬口安排

用青饲料养鱼,必须做到鱼类生长期供草量与鱼的需草量相吻合。长江流域草鱼等一般于 3 月下旬开始投草,至 11 月份结束,其中 7,8,9 三个月为需草高峰,各期需草量比率大致为:3~5 月份占 14%,6 月份 13%,10~11 月份 13%,7,8,9 月份各占 20% (其中以 8 月份较高)。为使全年供草符合这一需求规律,就须根据各月的计划需草量以及所种饲草的总产量和各月供草量,合理安排饲草的种植面积,确定作物布局 and 茬口安排,以使供草量



与需草量在时间上互相适应。

1.青饲料茬口布局和管理上采取的措施 为建立与鱼摄食规律相适应的供草体系,可在饲草的茬口布局和管理上采取以下措施:

(1)不同饲草品种连作或套种 在3月份或4月份春播高产的苦苣菜、苏丹草、大刍草、杂交狼尾草中的1~2种饲草,用作夏季6~9月份的供草。部分9月份早衰的夏季饲草可以连作黑麦草,用作晚秋10~11月份和早春3~5月份的供草;黑麦草也可以延迟至早春播种,用作5~6月份初夏的供草。

(2)同一饲草品种,岔开播期 同一饲草岔开播期1~2个月,可以延长供草高峰期,适应鱼的摄食高峰需要。例如4月中旬前播种的苏丹草供草高峰期在7、8月份,如将部分苏丹草改在5月中下旬播种,可使供草期推迟到8、9月份,从而使鱼7、8、9三个月的摄食高峰供草都有了保证。

(3)同一饲草品种,不同的栽培措施 施肥和田间管理能促进饲草生长,同时也是调节供草的有效手段。饲草供青时间的长短和数量多少,除了本身的生长规律外,很大程度上又受肥水管理的栽培条件所制约。当预见到饲草的供给出现紧缺或宽裕时,在此前一个月内的肥水管理上进行调节,一般都可以取得明显的效果。

2.补种短期利用的速生饲草或多年生豆科饲草 饲草品种单一和栽培上的缺少调节,往往是鱼塘供草上出现旺淡不均甚至紧缺中断的主要原因。一般在初夏6月份和晚秋10月份的饲草换茬季节,往往出现供草淡季。遇到这种情况,除了采用上述(1)、(2)两种措施外,如土地条件允许,还可以采用预播速生快长短期利用的饲草弥补淡季供草。例如小米草、燕麦草、黑麦、大麦等可以在早春4月份或早秋8月底播种,以40~50天苗期生长后即可割取鲜草喂鱼。也可利用一部分饲料地种植多年生白三叶、紫花苜蓿等,由于它们在养鱼早期或晚期都有较多的饲草供应,所以能解决黑麦草和苏丹草等接茬前后的缺青问题。



## 第八章

# 鱼病防治

池塘中养殖的各种鱼类经常会受到病毒、细菌、真菌的感染，水中各种寄生虫的侵袭，其他各种因素的干扰、影响而得病。养殖鱼类一旦生了病，轻的会影响其摄食、生长、发育，严重的则会引起大批死亡，对养鱼生产的正常进行、鱼产量的提高、经济效益的获得影响很大。因此注意鱼病的防治工作是发展池塘养鱼生产的一项非常重要和关键的任务。

### 一、鱼病的预防

由于鱼池养殖的各种鱼类都是以群栖方式生活栖息在同一水体之中，一旦发生鱼病，很快就会相互传染、蔓延开来，而且对病鱼的检查、隔离、投药等等都比陆生的家畜、家禽要困难得多。鱼病发生以后，患病的鱼大多丧失食欲，而养鱼者也根本无法强迫它们服药，在疗效上也不可能达到理想的效果。因此，要减少和防止鱼病发生，提高养鱼产量，必须以预防为主。在采取预防措施时要



注意消灭传染来源,切断传染和侵袭途径,提高鱼体本身的抗病力。在我国加入 WTO 后,各方面对水产品质量的要求越来越严了,很多药物已禁止使用,在水产品质量检测方面也提出了更高的要求。这就要求我们在鱼药的使用上一定要科学,要针对不同的养殖品种、不同的病害在不同的环境条件下(如高温或 pH)使用不同的药物。在使用鱼药时要严格按照剂量使用,不可随意增大或减少用量,同时尽可能多的使用中草药或利用生物来防治病害,从而尽可能地减少药物在水产品中的残留量。因而在养殖过程中要始终坚持以防为主、调水第一,一旦养殖过程中出现疾病应视具体情况科学合理地用药,要树立“防重于治”的观念。采用综合预防的方法,以求达到预期的防病效果。

#### (一)做好池塘清整,加强饲养管理

1.做好池塘清整工作 清整包括修整池塘和药物清塘两个方面,其目的是为养殖鱼类创造优良的环境条件,有利于其生长和提高成活率,提高池塘的生产力。

池塘经过长时间的养鱼生产后,由于残留的饲料、肥料、池鱼粪便、浮游生物、其他水生生物尸体等沉积于池底,以及泥沙受水流冲击混合而形成的底部淤泥的淤积,有的鱼池也可能受到风浪的影响而塌方等,都需要及时清理、修整。最好是在每年的冬天清整 1 次。在冬季,将池水排干,让池底经较长时间的日晒或者冰冻以杀灭病虫害的病原体,并使池底土质疏松,加速土壤内有机质分解,达到改良底质和提高池塘肥力的效果。池水排干以后,补好漏洞、裂缝,清除杂草、杂乱砖石等。经曝晒数日,再用药物清塘。

药物清塘就是利用药物杀灭池塘中危害养鱼生产的各种敌害生物、凶猛鱼、野杂鱼、各种病原体,为养殖鱼类的生活、生长创造一个良好的环境条件。药物清塘是预防鱼病,提高池养鱼成活率的很重要的措施。清塘药物的种类和使用方法很多,其中以生石灰清塘效果最好,漂白粉清塘次之。



2.加强饲养管理 加强养鱼过程的饲养管理,对预防鱼病的发生,或是增加养鱼产量都极其重要。池塘养鱼取得高产的全过程,其实就是一个不断地解决水质和饲料这一对矛盾的过程。这就是:一方面要为池塘中饲养的鱼类创造一个良好的生活、生长的环境,一方面又要让这些鱼类获得量多质好的饲料,但带来的后果就是水质过肥,水质恶化。

假如限制投饵、施肥,就不可能获得高产量。这就使水质和饲料处在一个统一体中。要促进其转化发展。对矛盾的两方面的要求是:在水质方面要求保持“肥、活、爽”,在投饲施肥方面达到“匀、好、足”。保持水质的肥、活、爽,给予鲢鱼、鳙鱼以丰富的浮游生物和鱼类良好的生活环境,也为投饲施肥达到匀、好、足创造了有利条件。保持投饲施肥匀、好、足,使青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲂鱼等鱼类在密养条件下能最大限度地生长、不易得病,使池塘生产力不断提高,也为水质保持肥、活、爽打下较好的物质基础。

生产实践中,要运用看水色、防浮头的知识和经验,采用合理使用增氧机、加注新水等措施以改善水质,使水质保持肥、活、爽,以便大量投饲施肥;采用“四定”等措施以控制投饲与施肥的数量和次数,使投饲施肥保持匀、好、足,以利于水质稳定。

在加强池塘养鱼饲养管理以预防鱼病和提高鱼产量的一切措施中,都是围绕着这对矛盾进行的。抓住这对管理中的主要矛盾,并兼顾其他矛盾,定能防止发病,获得高产。

除上述投饲施肥与水质的主要问题外,投饲的具体措施和做法亦比较重要。饲料的质量和投的方式方法对于增强鱼类抗病力和促进鱼池丰产也有很密切的关系。我国养鱼生产工作者在长期养鱼生产实践中探索、总结出来的行之有效的、极重要的饲养管理方法之一,即投饲中的“四定”,投饵法是加强饲养管理、预防鱼病发生的重要措施之一,对预防鱼病、夺取高产有积极的作用。

平时还应注意鱼池的环境卫生,勤除杂草和敌害,及时捞出残



饵和死鱼,捞捕和运输时要细致操作,防止鱼体受伤等等,对于预防鱼病的发生都是有益的。

## (二) 药物预防

预防鱼病发生,除加强饲养管理中的“四定”投饵法以外,药物预防中的“四消”也很重要,对预防鱼病,夺取高产也有同样的积极作用。“四消”的原则和方法是:

1. 食物消毒 养鱼池塘内设置的食场,是鱼类集中取食的场地。因此,食场的残饵和鱼类的粪便堆积较多,如不及时消除,特别是在高温季节极易腐败,病原体大量繁殖,成为疾病传播的场所,在食场周围施放药物,使该场所形成一个药物区,鱼在这里游动就能起到药浴消毒的作用。消毒食场是积极的防病措施之一。

一般常用的消毒食场的方法有挂篓和挂袋法两种。预防草鱼细菌性赤皮病、烂鳃病时,可采用漂白粉挂篓消毒法。用三根竹竿扎成等边三角形的饵料框,即食场,每一角都用竹桩固定在池底,框的一边与池保持一定的距离,约 15 厘米,以便于鱼在其周围游动,但不可搭建在池的中央,因为那里水深,药的浓度不稳定,收不到消毒的效果。

每天投喂的草都投放在三角框之内,一般以 4~5 小时内能吃完来定喂草的数量,连续投喂 5~6 天,使草鱼养成到食场来吃草的习惯。此后停喂 1 天,再从第二天起连续地投喂草鱼最爱吃的草料 3 天。这 3 天中,在三角框每一边的中央及角上悬挂竹篓 3~6 只,具体只数由食架附近的水深情况而定,水浅少挂,深多挂。要将竹篓的口露出水面 3 厘米左右,在竹篓中放一块小石头为沉子,然后每天在竹篓内分装 50~100 克漂白粉,在第二天装漂白粉前,将第一天的残渣就地洗净。每次挂好竹篓(漂白粉有极强的腐蚀性,不能以纱布等替代,只能用竹篓),就将草鱼最喜欢吃的草投入三角框内诱鱼来吃。漂白粉在水中吸水而变成次氯酸“区域”,身体和鳃瓣被次氯酸浸洗了几次后,体表和鳃上带有的病细菌,就



会被次氯酸杀灭或抑制,达到防病的目的。这种方法也适用于对病鱼的早期治疗。漂白粉挂篓法,不仅对于哪种鱼都没有不良影响,对池中的浮游生物的影响也不大。如为预防青鱼的细菌性疾病,则改用沉水一字形的挂篓法。

青鱼的习性与草鱼不同,它通常在塘底吃食,故装漂白粉的竹篓要沉到水中离池底约 20 厘米的地方。又因为篓深入水下时,由于漂白粉比重小,要上浮,因而竹篓必须加盖。细菌性皮肤病和烂鳃病在每年 5~9 月份经常发生。如经常在食场定期悬挂漂白粉篓,能够防止这些病的发生和流行。经常地在食场四周直接泼洒漂白粉,还能够将鱼体的排泄物和分泌物中的病原体及时杀死,杜绝其传染蔓延。漂白粉的用量,可视食场大小、水的深浅而酌情增减。一般宁多勿少,以保证杀灭病原体,不必顾虑鱼群能否忍受,因鱼类能自行回避。

2. 鱼种消毒 实践证明,即使是很健壮鱼种,也或多或少地带有某些病原体,真正完全没有病原是极少数。在清塘消毒过的池塘里如放养未经过消毒的鱼种,那么也就等于池塘没有消毒。如忽略了这一点,往往到了春季转暖后,鱼病就会在清过塘的鱼池中流行起来。消毒鱼种,一般常用 3%~5% 的食盐水、10 ppm 的漂白粉溶液、8 ppm 的硫酸铜溶液、20 ppm 的高锰酸钾溶液。这些药适用于杀灭皮肤和鳃上的细菌和寄生虫。食盐的效果较差些,但来源方便,对水霉也有一定的预防效果。漂白粉与硫酸铜混合使用,除对小瓜虫、粘孢子虫和甲壳动物无效外,大多数寄生虫和细菌都可被杀灭。高锰酸钾溶液和敌百虫对单殖类吸虫和锚头蚤等有特效。

3. 工具消毒 鱼池上使用的工具一定要消毒,如不注意消毒和分塘专用,则会成为传播鱼病的媒介。凡是在患有流行病或带有致病病原体的鱼池中,捞捕过病鱼或死鱼的网具、投饵用的木桶、木瓢或投饵人的身体,接触池水后,如果立即又用于无病鱼池



或接触其池水,无病鱼池即被带入致病菌或寄生虫感染,就会爆发流行病。往往一池发病,很快就蔓延到附近的鱼池。因此,最好每一池塘有一套专用的小网具和投喂器具,如不能做到,应在一池使用后,将工具放入 10 ppm 的硫酸铜溶液浸洗 5 分钟,再用于别的鱼池。大型工具可在阳光下晒干或用硫酸铜溶液浸洗后再用于其他鱼池。

4. 饵料消毒 动物性饵料如螺蛳等可用清水洗净,挑选鲜活的直接投喂;植物性饵料,如水草,则放置于 6 ppm 的漂白粉溶液中浸洗 20~30 分钟以后再投喂,陆生植物则不进行消毒;如粪肥则在 500 千克粪肥中加 120 克漂白粉,搅拌均匀后投喂。

5. 药物预防 大多数鱼病的发生流行都有一定的季节性,通常都在 4~10 月份这段时间内流行。了解和掌握了鱼病的流行季节,在发病之前就采取药物预防,会收到事半功倍的效果。发病季节前的药物预防有以下几种:

(1) 体外药物预防鱼病 发病季节前预防体表细菌性疾病,常用 1 ppm 的漂白粉溶液全池遍洒,每半月遍洒 1 次。如用“鱼安”0.3 ppm 效果更好些。用生石灰 15~20 千克施放于水深 1 米的 1 亩池内,对杀灭水中致病菌和改良水质都有积极效果。对预防体外寄生虫,如鳃隐鞭虫、车轮虫、中华蚤等,可用硫酸溶液、硫酸亚铁合剂。对单殖类吸虫、寄生甲壳虫,如锚头蚤病,可用 0.2~0.5 ppm 敌百虫溶液,半月至一月遍洒一次。

(2) 体内药物预防鱼病 通常用药拌和饲料制成药饵,采用口服法以预防体内鱼病。如用磺胺胍预防肠炎病,按草鱼和青鱼的不同习性,制成浮性和沉性两种药饵。浮性药饵配制是以药物加米糠或榆树粉、红薯粉、面粉制成面条状的药条晒干后即可使用。药条能在水上漂浮 1~2 小时,让草鱼等来吞食。沉性药饵则以菜饼、豆饼粉等代替米糠、榆树粉等。制成的药饵不具浮性而沉入水中,可供青鱼等底层鱼类吞食。在肠炎病流行季节到来之前,可投



喂药饵作防病措施,连续投喂 6 天为一疗程,每天投药饵一次,用药量为第一天按池塘内鱼每 50 千克用磺胺胍粉 1 克计算,第二天至第六天的药量减半。草鱼在投喂药饵。在实践中,每 50 千克饵料中加 250 克食盐和 250 克大蒜头,对预防肠炎和细菌烂鳃病也有一定效果。

(3) 定期性的药物预防 从池塘养鱼的历史经验和实践来看,最主要的几种鱼病,如细菌性肠炎、寄生虫性鳃病和皮肤病等,往往都集中于一定季节或月份严重爆发,都有其一定的规律性,这一点,可以作为防病的重要根据和参考,及时采用药物提前预防,做到无病早防。如果在发病季节,每两周一次在食场悬挂硫酸铜和硫酸亚铁的铁氏,或者在发病前,全池泼洒硫酸铜和硫酸亚铁(5 2),使池水成 0.7 ppm 个浓度,便能彻底消灭鱼体上除小瓜虫以外的致病原生动动物。硫酸铜和硫酸亚铁的铁氏方法和漂白粉挂篓法相似,只是盛药剂的竹篓要改为细密的布袋就是了,这样可使药液不致很快散失。要求硫酸铜和硫酸亚铁溶解的速度愈慢愈好,至少能延续 3~4 小时溶完才合乎标准,所以必须用细密的布做袋子盛放。每天挂袋一次,挂袋数和每只袋装药的份量,依食场的大小和水深来决定。饲料框为 3 米,食场区水深 0.3 米,则挂袋 2 只,每袋装硫酸铜 100 克、硫酸亚铁 40 克,依此类推。第一次挂袋时,因各池的具体情况不同,不可硬性规定要挂多少只袋,要通过试验,观察挂袋一小时后,鱼是否前来摄食,如果不来,即表示浓度太大,应减少向池中央一边所挂的袋数,至袋中的药物还没溶完而鱼能来摄食为度。按草鱼不害怕到浅水处吃食的特性,投饵的三角框应设在池塘的浅处。这样可以减少挂袋所用的药量,药的浓度也较稳定而持久,杀虫的效力也大。

### (三) 免疫预防

免疫,就是对病原体产生抵抗力,不受其感染,人类和畜禽类的,尤其是用药物难以治疗的病毒性疾病采用免疫的方法进行预



防,已广为应用。鳃弧菌菌苗已经生产出商品疫苗,疔疮和曲挠病的也已试验成功。我国鱼病工作者对草鱼和青鱼传染性鱼病的免疫做了不少研究工作。研究证实,草鱼和青鱼的出血病是一种病毒性鱼病,抗生素和其他抗菌药物对它毫无作用。目前只有免疫注射是防止该出血病的唯一有效方法。采用疫苗注射,均取得较好的成效,可使原来只有 20% ~ 30% 的成活率提高一倍以上,达到 70% ~ 80%。

1. 草鱼病毒性出血病的免疫预防 草鱼病毒性出血病的免疫方法是制备来活疫苗,然后对鱼体进行注射。疫苗应用前必须进行效力试验,以防止发生事故。试验的目的就是要证明制作的疫苗能使鱼产生保护力。免疫途径目前大多采用注射法,注射疫苗的份量按鱼的大小而定,每尾注射量为 0.3 ~ 0.5 毫升。针筒容量以 5 毫升为宜。针头按鱼的大小而异,3 厘米大小的鱼种采用 4 号针头,18 ~ 21 厘米的鱼种用 6 ~ 7 号针头。

2. 细菌性鱼病的菌苗免疫预防 菌苗制作方法的第一步是制备细菌悬液,第二步是悬液灭菌。细菌性菌苗的免疫方法,作为口服进行免疫,有一定的免疫效果。由于菌苗在池塘投喂时有一定的耗损,故菌苗的数量应大些。一般以每千克鱼用 2 毫升(100 亿菌)为标准,每隔 7 天,投喂 1 ~ 2 天,每天 1 次,第一、二次每千克鱼喂 2 毫升,以后每次喂 4 毫升。菌苗与饵料混拌时要加入粘合剂。常用的粘合剂为甘薯粉或榆树粉,将甘薯粉或榆树粉加入热水中,不停地搅拌,使之成粘糊,然后与菌苗及饵料拌和。要搅拌得均匀,菌苗要在投喂前 1 ~ 4 小时拌入饵料,不宜过早,也不能过夜,以免菌苗变质。

3. 细菌性鱼病的土法免疫预防 细菌性鱼病的土法免疫预防,亦即组织浆免疫预防。珠江水产研究所在广东主要的淡水鱼产区进行试验,证明对细菌性赤皮、烂鳃、肠炎等病的流行有较好的预防效果。广东渔民已经普遍推广使用土法免疫来预防细菌性



草鱼病。土法免疫采用注射法,一般要求:草鱼每尾体重在 250 克左右、9 厘米以上时,注射剂量为 0.1 毫升。注射部位可以在胸鳍基部、背部肌肉或腹鳍基部,注射深度为 0.2~0.5 厘米,不能伤及内脏。

## 二、鱼病的治疗

### (一) 常见鱼病

常见鱼病有: 暴发性出血病。 出血病。 肠炎。 烂鳃病。 白皮病。 白头白嘴病。 赤皮病。 打印病。 竖鳞病。 水霉病。 1 卵甲藻病(打粉病)。 2 口丝虫病。 3 粘孢子虫病。 4 艾美球虫病。 5 小瓜虫病。 6 斜管虫病。 7 车轮虫病。 8 指环虫病。 9 九江槽绦虫病。 0 中华鲩病。 1 锚头鲩病。 2 鱼虱病等数十种。

### (二) 常用药物

#### 1. 药物名称及防治对象

(1) 硫酸铜及辅助用药硫酸亚铁 硫酸铜( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )又名蓝矾、石胆,含 5 分子结晶水,为透明深蓝色晶体或粉末,,在空气中易风化,易溶于水,水溶液呈弱酸性,有收敛作用及较强的杀病原体能力。硫酸亚铁( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )又名绿矾、青矾、皂矾,含 7 分子结晶水,为透明淡绿色晶体或粉末,在干燥空气中易风化,易溶于水,水溶液呈中性,在潮湿空气中或水溶液中放置过久都易被氧化水解,生成黄褐色不溶性碱式盐,使溶液呈酸性,不能再用药。药性与温度成正比,与硬度成反比,同时随 pH 值的增加而降低,水中有机物特别是蛋白质及多羟基化合物能与硫酸铜形成螯合物,从而降低硫酸铜的药性。总之有机物越多, pH 值越大,硫酸铜的毒性就越小,安全浓度越大;水温越高,硫酸铜的毒性越大,安全浓度越小。常用的施药方法有挂篓法、浸泡和全池泼洒的方



法,一般浸洗浓度为 8 ppm,泼洒浓度为 0.7 ppm,硫酸铜与硫酸亚铁混合的比例为 5 : 2。其中硫酸亚铁为辅助用药,有收敛作用,主要是为硫酸铜杀灭寄生虫扫除障碍,尤其是中华鱼蚤,引起病鱼鳃丝末端肿胀发白,黏液大量增加,如用硫酸铜就不能杀死,必须与硫酸亚铁合用。硫酸亚铁也可与敌百虫合用,原理相同。防治的对象主要有:鞭毛虫、斜管虫、杯体虫、车轮虫、纤毛虫、吸管虫、毛管虫、鱼蚤等寄生虫引起的病害。

(2)高锰酸钾( $\text{KMnO}_4$ ) 紫色晶体、无臭,易溶于水。为强氧化剂,具有消毒、杀菌及杀虫作用。一般采用浸洗的方法施药,主要用于鱼种消毒、防治固着类纤毛虫、指环虫、三代虫、锚头藻及卵膜软化症等病害,一般浓度为 10 ~ 20 ppm。

(3)敌百虫 白色粉末,无臭;粗糙制品为淡黄色石蜡状固体,有氯醛的异臭味。溶于水,水溶液在碱性条件下可水解成敌敌畏而使毒性增加十多倍。敌百虫是胆碱酯酶抑制剂,抑制胆碱酯酶的活性,使神经机能停止而杀死昆虫、甲壳类等。敌百虫为低毒、残留量较少、残留时间较短的杀虫药,广泛用于治疗体外寄生甲壳动物、单殖吸虫及肠内寄生的部分蠕虫等。一般采用全池遍洒的方法施药。主要可防治三代虫病、指环虫病、锚头蚤病、鲺病、水蜈蚣、蚌虾虫等。

(4)氯化铜( $\text{CuCl}_2$ ) 蓝绿色粉末,无臭味,溶于水,用以防治丝状细菌病。

(5)福尔马林 含 40% 甲醛的水溶液为福尔马林,有刺激性臭味,放在 9 ℃ 以下易聚合成多聚甲醛而沉淀,通常加少许甲醛防止其聚合变质。甲醛在气态或液态下,均有较强的杀菌作用。甲醛能凝固蛋白,也能溶解类脂,能使蛋白质变性。甲醛有强大的广谱杀菌和杀虫作用,一般采用浸洗和泼洒施药。主要用于消毒和防治鲤白云病、车轮虫病、小刮虫病、贝尼登吸虫病、固着类纤毛虫病及溃疡等症。



(6)食盐 常用浸洗法施药,一般用 3% ~ 5% 的浓度洗浸 5 ~ 20 分钟。可预防烂鳃病、白头白嘴病、车轮虫病、斜管虫病、口丝虫病等症。

(7)大黄 蓼科植物,生于大山草坡上与土壤肥厚、阳光充足的地方。抗菌作用强,其有效成分为蒽醌衍生物,其中以大黄酸、大黄素及芦荟大黄素的抗菌作用最好,有收敛、增加血小板、促进血液凝固及抗肿瘤作用。用于防治草鱼出血病、细菌性烂鳃、白头白嘴等病症。每千克大黄加 20 千克 0.3% 氨水浸泡 12 小时,使蒽醌衍生物游离出来,可提高药效。不能与石灰合用,否则会降低药效,一般采用遍洒法用药。

(8)乌桕 别名柏树、木蜡树。落叶乔木,具乳液,叶互生,喜温暖向阳环境,耐潮湿,分布广泛。乌桕叶含生物碱、黄酮类、有机酸、酚类等成分,主要抑菌成分为酚酸类物质,在酸性条件下能溶于水,在生石灰作用下生成沉淀,有提效作用。乌桕叶用于防治烂鳃病及白头白嘴病。一般采用石灰浸叶全池遍洒。

(9)五倍子 为漆树科盐肤木的叶子受五倍子蚜虫的寄生而生成的囊状虫瘿。含鞣酸,有收敛作用,能使皮肤黏膜、溃疡等局部的蛋白质凝固,能加速血液凝固而达到止血效果;能沉淀生物碱,对生物碱中毒有解毒作用。抗菌谱广,作为水产动物细菌性疾病的外用药。

(10)大蒜 药用鳞茎,有效成分为大蒜辣素,遇热和碱不稳定。有止痢、杀菌、驱虫及健胃作用。用于防治细菌性肠炎病。一般采掺杂在饲料中口服,连用 5 ~ 6 天。

## 2. 药物施用方法

(1)药篓、药袋悬挂法 在未发病、初发病、病情较轻时使用,此法通常在较大的鱼池和塘堰中使用较多。挂篓、挂袋后使池水造成一定的药物区域,鱼自动进出药物区域,受到其能够忍受的药物浓度的作用,起一定的防治鱼病的作用。使用此法,一定要在池



中搭建食场,并训练池鱼养成到该食场摄食的条件反射和习惯。

(2)浸洗法 在容器内,配以较高浓度的药物,在较短时间里,强制性的让鱼浸入药液,达到杀灭鱼体体表或鳃部的病原体。通常在鱼种转池、成鱼放种、运输前后使用,要有固定的容器,如木盆、水桶、塑料箱、帆布袋、船舱等;也可用密度较大的网箱,就在网箱内浸洗。根据鱼的数量,灵活地计算体积和用药量。浸洗时间的长短,根据鱼的耐药而定,在安全范围内,愈长愈好。

(3)遍洒法 采用对病原体有杀灭的效果,但对鱼体安全、无毒害范围内的药物浓度,在养鱼池塘中遍洒,杀灭鱼类体表和鳃部以及池水中的病原体,使鱼病好转或痊愈。这是药物治疗鱼病最常用的方法之一,此法的关键环节是一定要准确计算好池水的体积和用药量,因为一些能杀灭病原体的药物浓度接近于鱼类的致死浓度,浓度太大,池鱼的安全就不能保证;浓度太小则杀灭不了病原体。遍洒时如有风,应在上风泼洒,使药物自上风向风渗透,在上风洒药对人的安全也较好。

(4)口服法 用药物混合拌和在鱼饵内投喂,先用粘合剂将药物和饵料拌和,制成药面式颗粒饲料再投喂,这是预防和治疗鱼类内脏器官疾病如肠炎等常用的方法,但对病情已经比较严重而失去主动摄食能力的病鱼不能使用此法。口服法只适用于有摄食能力或轻度发病的鱼,此法亦适于健康鱼的防病措施。

(5)注射法 对病毒性鱼病、细菌性鱼病的治疗或预防都用此法,通常采用肌肉注射或者腹腔注射。

附:几种主要药物的施用方法

漂白粉治疗法:漂白粉可以治疗细菌性皮肤病和烂鳃病,其方法是在食场挂篓或者是全池泼洒。初期的细菌性皮肤病和烂鳃病,用食场挂篓法有治疗作用。病情严重时,鱼已无食欲,不去食场摄食时,就应采用全池遍洒的办法,进行强迫治疗,用药浓度为1 ppm。漂白粉一定不能使用变了质的,而且用前要测定有效氯



的含量。

**硫酸铜硫酸亚铁合剂治疗法:**硫酸铜硫酸亚铁合剂(5:2)全池遍洒,使池水成为0.7 ppm的浓度,可以治疗多种寄生虫引起的皮肤病和鳃病,如隐鞭虫病、口丝虫病、斜管虫病、车轮虫病和中华蚤病等,效果很好,超过1 ppm会引起池鱼死亡。

**高锰酸钾治疗法:**用高锰酸钾溶液给病鱼洗澡,可以医治三代虫病、指环虫病、锚头蚤病,是较有效的药剂。还可以杀灭鱼体体表寄生的口丝虫、隐鞭虫、斜管虫、车轮虫等。

**敌百虫治疗法:**90%晶体、2.5%粉剂,都可以杀灭三代虫、指环虫和鱼虱。如用粉剂浓度为4 ppm;如用晶体与大苏打使用(1:0.6),0.1 ppm就可以有效地杀死三代虫和指环虫。对锚头蚤连续用4 ppm的粉剂3次,有一定的疗效。

**磺胺胍药饵治疗法:**磺胺胍药饵可以治疗草鱼、青鱼的肠炎,效果相当好。连续投药6天,每天1次。第一天的用药量按池鱼每10千克体重用磺胺胍1克计算,第二天至六天每天用药量减半。由于草鱼与青鱼的栖息、活动水层不同,要分别使用浮性药饵和沉性药饵。浮性药饵的制作法是,每2.5~5克磺胺胍粉,拌和米糠500克及榆树粉100克,用热水调和,捏成块状,再切成小块或压成药条,晒干后投喂,在静水中能维持浮性4小时左右,在有鱼游动的水中能浮2~3小时。沉性药饵的制作法是按同样药量加500克菜饼粉及50克榆树粉,用热水调和,捏成块状,压成药条或切成小块,晒干后投喂。治疗草鱼肠炎时,只喂药饵,不喂草。药饵的投喂量不变动,而是含药量变动。第一天喂2.5千克药饵(每千克含药10克),第二至六天仍喂2.5千克药饵(每千克含药减半,为5克);治疗青鱼肠炎时,饵料比平时少5~6成(平时喂10桶螺蛳,投饵期间只喂4~5桶),投药前先把两桶螺蛳投喂入池,待快吃完时,再把其余螺蛳和药饵一起投喂。

**大蒜治疗法:**将大蒜头捣碎,与饵料均匀地混合制成药饵,能



够有效地治疗细菌性肠炎。连续投药 3 天,每天 1 次,每千克体重用大蒜头量为 2~4 克,每天药量相同。制造大蒜药饵的方式方法与磺胺胍药饵相同,在拌和时加入适量的食盐以提高疗效,每 5 千克拌料加 125~250 克食盐。



## 第九章

# 池塘建设

### 一、池塘场址的选择

从生态学和生产管理两方面综合考虑,养鱼池塘应具备三个条件,水源丰足与水质适用,土质适宜和地势适当是建场的三大要素。此外,还需要有良好的交通条件和饲料、肥料来源,这样才能建造成理想的养殖场。

#### (一) 水源和水质

四季水源要充足。没有污染的河水、湖水和水库水,含有一定的营养盐类和浮游生物,溶氧较充足,水温适宜,是良好的水源,但有野杂鱼和敌害生物及悬浮物,引用时应用网过滤。溪流水和工厂冷却水也是好水源,泉水和井等地下水也都是好水源,其硬度较大、不混浊、无敌害生物,但水温较低(温泉除外),溶氧量低,二氧化碳和氮气的含量较高。引用时,应经过较长的渠道或先引入储水池,曝气增氧和提高水温后再流入鱼池;也可在进水口下设接水板,水落到接水板溅起后再入池中;也可采用少加勤加的办法避免过大地降低池水温度。有些水源呈胶体状态,注入池塘中不能转



清,应施适量生石灰,以使水转清,使浮游生物正常繁育。受工矿污染的水,含有毒物质不能引用。沼泽地、芦苇地的水,通常有机物质较多,矿物质很少,呈酸性,溶氧量低,是养鱼的低劣等水,尽量不采用。

养鱼的第一个条件就是要有水。在养鱼期内用水量较大,水源一定要丰足,天旱也不能断流,不论丰水期、枯水期都要有能够满足池塘的最大用水量。江河、湖泊、水库、涌泉或地下水,只要水质适合养鱼,均可用为水源。水质要求对鱼无毒、无害,各种重金属含量不得超过国家规定的允许标准(表 9-1)。

表 9-1 国家规定养鱼池中有害物质的允许值

项目	标准	项目	标准	项目	标准
汞	0.0005mg/L	铜	0.01mg/L	氰化物	0.02mg/L
镉	0.005mg/L	锌	0.1mg/L	硫化物	0.2mg/L
铅	0.1mg/L	镍	0.1mg/L	氟化物	1.0mg/L
铬	1.0mg/L	砷	0.1mg/L	挥发性酚	0.005mg/L

## (二) 土质和底质

建场地点的土质要求能保证所建鱼池不漏水,壤土建池最好,其保水保肥力适中,透气性好,饵料生物生长好,砂壤土保水保肥力较壤土差,但透气性好可以建造池塘,黏土也可建池,其透气性较壤土差,其优点是保水保肥力强,可做池底土料,但毛细作用严重,透气性差,干燥后行成龟裂,冰冻时膨胀大,融冰后变的松软,抗剪强度小,因而培养水质和操作管理上都不如壤土和砂壤土好。砂土保水力太差,不宜建造池塘。三种土的保水力、透气性状见表 9-2。

表 9-2 土质分类

名称	黏土含量(%)	含沙量(%)	保水力(%)	透气性
壤土	25.0~37.5	75.0—62.5	60.1	适中
粘土	—	—	50.0	最小
沙土	12.5以下	87.5以上	45.4	最大

池塘底部应有 10 厘米左右淤泥,以利于保持水质肥度和物质



循环及饵料生物生长。但底质淤泥不能过多,因为淤泥中有机物分解消耗水中溶解氧,易使水质恶化,酸性增强,病菌易于大量繁殖。

### (三) 面积和深度

大多数养食用鱼的池塘面积以 5~10 亩左右为宜,池塘面积过小水环境不稳定,不利于物质循环;过大不便于生产操作管理。食用鱼池塘需有一定水深和蓄水量。池水较深,水量较大,水温不易激变,水质稳定,对鱼生长有利。与面积相似水深不同的池塘相比较,草鱼、青鱼、鲢、鳙、鲤的放养量和净产量均随水深增加而有较大幅度的增加。但不是愈深愈好,池水过深(特别是精养池塘),水的透明度较低(精养池一般在 25~40 厘米),深水层光照度很弱,浮游植物数量不多,光合作用产氧很少,又因池水对流达不到底层,底层水溶氧得不到补充,而池底沉积的有机物分解耗氧,因而缺氧。据测定,精养鱼池水深 3 米以下的溶氧一般均在 1 毫克/升;夏季精养池补偿深度仅为 80 厘米左右,而且,建造深池塘的成本高。因此,精养池塘一般为 2~3 米深为宜。

### (四) 形状与周边环境

池塘形状应整齐有规则,最好成东西向的长方形。这样的形状便于操作管理,接受日照时间也较长。长方形的长宽比为 2:1 或 3:2。同类池塘宽度应统一,利于网具制造和拉网操作。池底要平坦。池塘堤坝是小型坝,高度一般在 5 米以内,坝顶宽度一般在 4~6 米;坡度应以 1:2 为宜。池底要平坦,注水一侧要向排水一侧池底稍有倾斜,比降通常在 1/300~1/200 之间。池塘周围不应有高大树木和房屋,以避免遮蔽阳光和风力,影响浮游生物生长和氧气状况。

旧池塘改造应符合上述四项基本条件,以保证池塘标准。

鱼池设计的要求:我国的鱼池大多采用半挖半填的合理方式,用土围成长方形的蓄水池,长宽比一般为 2:1 或 3:2,东西向长



于南北,以利于充分地利用太阳的光照。鱼池规格大小的确定,其根据就是必须适宜鱼池养鱼类不同时期的生活习性和便于生产操作。

1.蓄水池、沉淀池、过滤池、晒水池等 这些池子建造的目的都是为了水质处理、储存备用、保证产卵孵化、预防疾病传染、补充鱼池用水等,可以合为一池,建好过滤设备就行了。池子一般深度较大,为4~5米左右,面积则应以全场需要的水量计算而决定。

2.成鱼池、亲鱼池、后备鱼池 这类池塘都是用来养大鱼的,所以应改为较宽敞而开阔的水面,面积以2~10亩为宜,池深3~3.5米,水深2.5~3.0米为宜。

3.鱼苗池、鱼种池 面积通常为1~2亩,池深1.5~2.0米,水深1.0~1.5米。鱼苗池在催产季节还可作亲鱼暂养池,亦可作鲤、鲫、鲂等鱼类的产卵孵化池用。

4.进排水系统 进排水系统的设计方案要充分考虑到地形的特点,尽可能利用自然条件,使养鱼池的水由于高程的不同达到自流和自排。具体的要求就是进水口水源要高出鱼池的水面,而排水口要低于鱼池的池底。为预防鱼病蔓延传染、亲鱼培育因为缺氧而不能及时换水导致死亡等原因,应修建各自的独立的进排水系统,不能进排兼用,更不能池塘之间互通。

(1)进水渠 进水渠分总渠、干渠和支渠。其流量应保正在规定时间内满足供给的水量。计算办法为:流量(立方米/秒) = {所灌鱼池总面积(平方米) × 平均水深(米)} / 规定注水时间(秒)通常养渔场的渠道都比较小,经常采用的比降为700~1500,一般采用矩形或梯形渠道。

(2)排水渠 其设计原则与进水渠相同,其高度应深于池底30厘米以上,排水量的计算方法:流量 = {(集洪面积 × 25年内最大暴雨力) / 3600秒} × 径流系数。

(3)明渠与暗渠 进排水渠采用明渠、暗渠或明渠暗渠相结



合,具体情况不同而不同。明渠建造简单,工程量小,费用低,检修简单,但占地较多,并妨碍车辆。暗渠一般埋设涵管,检修不便,其优点是占地少,不妨碍交通,能避免冰冻,建暗渠时,每隔一段应建一阴井,便于检修,排除淤塞。

## 二、养鱼场施工步骤

养鱼场建设工程的施工项目有开挖鱼池,筑池堤、建进排水渠、泵房、厂房等设施。具体要求依据建筑行业的有关标准执行,最后要根据设计要求和工程标准按有关工程建筑方面的标准进行检查、验收。