

# 淡水鱼

## 标准化养殖 操作手册

畜禽标准化生产流程管理丛书

丛书主编 印遇龙 武深树

主 编 王冬武 何志刚



# 淡水鱼

## 标准化养殖 操作手册

畜禽标准化生产流程管理丛书

丛书主编 印遇龙 武深树

主 编 王冬武 何志刚

编 者 邓时铭 高 峰 李金龙

邹 利 谢 敏 程小飞

## 图书在版编目 (C I P) 数据

淡水鱼标准化养殖操作手册 / 王冬武, 何志刚编著. --长沙: 湖南科学技术出版社, 2017. 10

(畜禽标准化生产流程管理丛书)

ISBN 978-7-5357-9297-6

I. ①淡… II. ①王… ②何… III. ①淡水鱼类—鱼类  
养殖—标准化—技术手册 IV. ①S965.1-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 137710 号

DANSHUIYU BIAOZHUNHUA YANGZHI CAOZUO SHOUCE

畜禽标准化生产流程管理丛书

### 淡水鱼标准化养殖操作手册

主 编: 王冬武 何志刚

责任编辑: 李 丹

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 湖南省汇昌印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市开福区东风路福乐巷 45 号

邮 编: 410003

版 次: 2017 年 10 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×1000mm 1/16

印 张: 12

书 号: ISBN 978-7-5357-9297-6

定 价: 30.00 元

(版权所有·翻印必究)

## 目 录

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| 第一章 池塘大宗淡水鱼养殖现状与发展趋势 .....      | ( 1 )   |
| 第一节 大宗淡水鱼养殖现状 .....             | ( 2 )   |
| 第二节 大宗淡水鱼的消费特点与发展前景 .....       | ( 18 )  |
| 第三节 开展淡水鱼标准化养殖的对策和建议 .....      | ( 23 )  |
| 第二章 池塘标准化改造与建设规范 .....          | ( 29 )  |
| 第一节 养殖场地选址要求 .....              | ( 29 )  |
| 第二节 养殖场规划与建设 .....              | ( 31 )  |
| 第三节 水产健康养殖示范场的创建标准 .....        | ( 44 )  |
| 第三章 淡水鱼亲本培育技术规范 .....           | ( 50 )  |
| 第一节 养殖品种亲本选择标准 .....            | ( 50 )  |
| 第二节 大宗淡水鱼新品种介绍 .....            | ( 53 )  |
| 第三节 亲本培育操作技术 .....              | ( 57 )  |
| 第四章 淡水鱼人工繁殖操作规范 .....           | ( 63 )  |
| 第一节 人工繁殖设施建设规范 .....            | ( 63 )  |
| 第二节 人工繁殖技术规范 .....              | ( 67 )  |
| 第五章 淡水鱼类苗种培育技术规范 .....          | ( 81 )  |
| 第一节 池塘条件与放养前准备 .....            | ( 81 )  |
| 第二节 鱼苗放养操作技术 .....              | ( 84 )  |
| 第三节 鱼种培育操作技术 .....              | ( 88 )  |
| 第四节 大宗淡水鱼鱼苗、夏花及 1 龄鱼种质量鉴别 ..... | ( 93 )  |
| 第五节 淡水鱼鱼苗运输操作规范 .....           | ( 98 )  |
| 第六章 淡水鱼成鱼养殖操作技术 .....           | ( 103 ) |
| 第一节 养殖模式的选择与经济指标 .....          | ( 103 ) |
| 第二节 淡水鱼育成技术操作规范 .....           | ( 111 ) |
| 第三节 成鱼活鱼运输技术规范 .....            | ( 116 ) |
| 第七章 淡水鱼营养需要与饲料投喂技术规范 .....      | ( 119 ) |

---

|            |                           |              |
|------------|---------------------------|--------------|
| 第一节        | 淡水鱼主要营养需求 .....           | (119)        |
| 第二节        | 饲料品种选择 .....              | (131)        |
| 第三节        | 饲料的投喂技术 .....             | (134)        |
| 第四节        | 配合饲料的品质规范 .....           | (136)        |
| <b>第八章</b> | <b>疾病防控的标准化操作技术 .....</b> | <b>(146)</b> |
| 第一节        | 养殖水体卫生消毒技术规范 .....        | (146)        |
| 第二节        | 鱼类免疫技术操作规范 .....          | (152)        |
| 第三节        | 鱼药使用规范 .....              | (156)        |
| 第四节        | 鱼类常见疾病种类 .....            | (167)        |
| 第五节        | 疾病的诊断 .....               | (182)        |

# 第一章 池塘大宗淡水鱼养殖现状与发展趋势

我国大宗淡水鱼是满足国内的居民消费（包括港、澳、台地区），在我国主要农产品肉、鱼、蛋、奶中，水产品产量占约 1/3，而 2015 年大宗淡水鱼产量占全国水产品总量 6699.6 万吨的 31.4%，在市场水产品有效供给中起到了关键作用。大宗淡水鱼作为一种高蛋白、低脂肪、营养丰富的健康食品，是我国人民食物构成中主要蛋白质来源之一，发展大宗淡水鱼类养殖业增加了膳食结构中蛋白质的来源，为国民提供了优质、价廉、充足的蛋白质。

大宗淡水鱼对调整农业产业结构、扩大就业、增加农民收入、带动相关产业发展等方面发挥了重要作用。大宗淡水鱼类养殖业已从过去的农村副业转变成为农村经济的重要产业和农民增收的重要增长点。2015 年全国渔业产值为 11328.70 亿元，其中淡水养殖和水产种苗产值合计达到 5953.27 亿元，占到渔业产值的 52.5%。2015 年渔业从业人员有 2016.96 万人，其中约 70% 是从事水产养殖业。2015 年渔民人均纯收入达 15594 元，高出农民年人均纯收入近 5000 元。大宗淡水鱼养殖的发展还带动了水产苗种繁育、水产饲料、鱼药、养殖设施和水产品加工、储运物流等相关产业的发展，不仅形成了完整的产业链，也创造了大量的就业机会。

大宗淡水鱼养殖业在改善水域生态环境方面发挥了不可替代的作用。我国大宗淡水鱼类养殖是节粮型渔业的典范，因鱼的食性大部分是草食性和杂食性，甚至以藻类为食，食物链短，饲料效率高，是环境友好型渔业。另外，大宗淡水鱼多采用多品种混养的综合生态养殖模式，通过搭配鲢、鳙等以浮游生物为食的鱼类，来稳定生态群落，平衡生态区系。通过鲢、鳙的滤食作用，一方面可在不投喂人工饲料的情况下生产水产动物蛋白；另一方面可直接消耗水体中过剩的藻类，从而降低水体的氮、磷总含量，达到修复富营养化水体目的。

## 第一节 大宗淡水鱼养殖现状

联合国粮农组织 (FAO) 的数据显示, 世界淡水鱼总产量由 1950 年的 151.37 万吨增至 2011 年的 4535.54 万吨, 增长了 28.9 倍, 年均增长 5.73%。其中, 大宗淡水鱼总产量由 1950 年的 13.97 万吨, 增至 2011 年的 1995.94 万吨, 增长了 141.88 倍, 年均增长率为 8.47%。相对淡水鱼整体, 大宗淡水鱼的增产速度更快。

世界大宗淡水鱼产量的发展经历了四个发展阶段。第一个发展阶段是 1950~1957 年, 这个时期的特点是产量连年大幅增产, 由 13.97 万吨增至 67.55 万吨, 增长了 3.8 倍, 年均增长 25.25%。第二个发展阶段是 1957~1979 年, 该时期世界大宗淡水鱼产量变化以调整波动为主, 虽然总体保持增长势头, 但增速放缓、波动加大, 一些年份还出现负增长, 在此期间, 大宗淡水鱼产量由 65.80 万吨增至 106.93 万吨, 增长了 62.52%。第三个发展阶段是从 1980~1996 年, 该时期大宗淡水鱼产量增长再度加快, 由 117.40 万吨增至 1017.45 万吨, 增长了 7.67 倍。第四个发展阶段是 1997~2011 年, 在此期间, 大宗淡水鱼产量增速趋稳, 由 1053.25 万吨增至 1995.94 万吨, 增长了 89.5%。可以说, 当前世界大宗淡水鱼产量由快速增长逐渐转为稳定增长。

在世界水产品贸易中, 大宗淡水鱼等鲤科鱼类的进出口相对较少, 而中国是贸易量较大的国家之一。据联合国商品贸易统计数据库统计, 2012 年, 世界鲤科鱼类进出口总量为 8.75 万吨, 其中出口量为 4.64 万吨、进口量为 4.11 万吨, 贸易额为 23434.49 万美元, 其中出口额为 13487.97 万美元、进口额为 9946.52 万美元。根据出口额排名, 前五位的出口国分别是中国、捷克、立陶宛、克罗地亚、匈牙利, 出口额分别为 9957.12 万美元、2298.26 万美元、243.71 万美元、233.40 万美元、229.80 万美元。

大宗淡水鱼类, 主要包括青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼、鲫鱼、鳊鲂鱼 7 个品种。这 7 个品种是我国主要的水产养殖品种, 其养殖产量占内陆养殖产量的较大比重, 是我国食品安全的重要组成部分, 也是主要的动物蛋白质来源之一, 在我国人民的食物结构中占有重要的位置。据 2015 年统计资料显示, 全国淡水养殖总产量 3062.3 万吨, 而大宗淡水鱼产量达 2105.3 万吨, 占全国淡水养殖总产量的 68.7%, 其中, 草、鲢、

鳊、鲤、鲫鱼产量均在 290 万吨以上, 分别居我国鱼类养殖品种的前五位。大宗淡水鱼类的主产省份, 分别为湖北 (307.6 万吨)、江苏 (223.9 万吨)、湖南 (207.2 万吨)、广东 (176.5 万吨)、江西 (163.0 万吨)、安徽 (138.8 万吨)、山东 (117.9 万吨)、四川 (103.8 万吨)、广西 (102.5 万吨) 和河南 (89.6 万吨) 等省份, 见图 1-1。

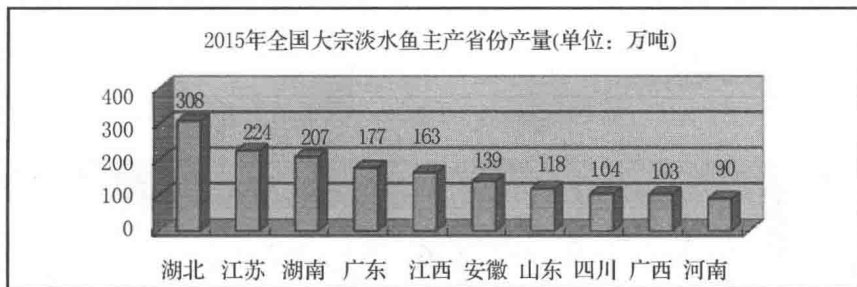


图 1-1 2015 年全国大宗淡水鱼主产省份产量

## 一、大宗淡水鱼养殖品种介绍及各省养殖情况

### (一) 草鱼

草鱼也称草鲩、混子、草青和草混, 为典型的草食性鱼类。草鱼体长, 略呈圆筒状, 腹部圆, 无腹棱。体呈茶黄色, 背部青灰, 腹部银白色。各鳍浅灰色。口呈弧形, 无须; 上颌略长于下颌。下咽齿二行, 侧扁, 呈梳状, 齿侧具横沟纹。背鳍和臀鳍均无硬刺, 背鳍和腹鳍相对。吻非常短, 长度小于或者等于眼直径。眼眶后的长度超过一半的头长。栖息于平原地区的江河湖泊, 一般喜居于水的中下层和近岸多水草区域。性活泼, 游泳迅速, 常成群觅食。在干流或湖泊的深水处越冬。生殖季节亲鱼有溯游习性。已移种到亚、欧、美、非洲的许多国家。因其生长迅速, 饲料来源广, 是中国淡水养殖的四大家鱼之一。草鱼具有河湖洄游的习性, 性成熟的个体在江河、水库等流水中产卵, 产卵后的亲鱼和幼鱼进入支流及通江湖泊中, 通常在被水淹没的浅滩草地和泛水区域以及干支流附属水体 (湖泊、小河、港道等水草丛生地) 摄食育肥。冬季则在干流或湖泊的深水处越冬。

草鱼性情活泼, 游泳迅速, 常成群觅食, 性贪食, 为典型的草食性鱼类。鱼苗时期以浮游生物为主, 幼鱼兼食水生昆虫。体长 5 厘米以上的幼鱼, 逐渐转变为草食性; 体长 10 厘米左右, 完全能适应摄食水生高



等植物。成鱼以高等水生植物为食料，其喜食的水生植物有苦菜、大茨藻、轮叶黑藻、眼子菜、浮萍等，人工种植的苏丹草、黑麦草等也为草鱼所喜食。草鱼生长快，当年鱼达 0.5~1 千克，2 龄鱼可达 3~4 千克。其肉厚刺少，味鲜美，出肉率高，为我国著名“四大家鱼”之一。

2015 年全国草鱼养殖产量 567.6 万吨，年增产量 29.9 万吨，增幅 5.57%，是世界上产量最大的养殖鱼类。主要养殖区域在湖北、广东、湖南等省，见图 1-2。

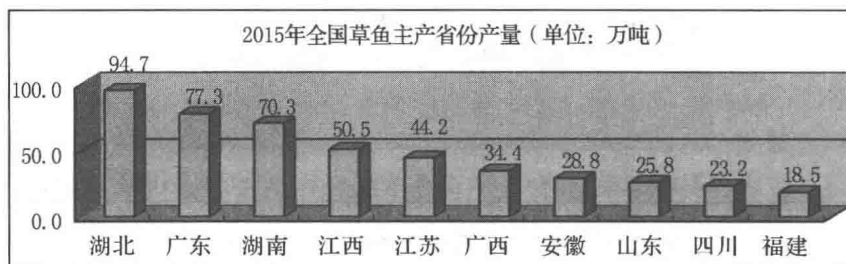


图 1-2 2015 年全国草鱼主产省份产量

## (二) 青鱼

青鱼属于鲤形目、鲤科、青鱼属。也称螺蛳青、黑鲩，为底层鱼类。青鱼体长，略呈圆筒形，腹部圆，无腹棱。头顶部宽平，尾部稍侧扁。口端位，呈弧形；上颌稍长于下颌，向后伸达眼前下方。鳃耙短小，乳突状。咽齿一行，4(5)/5(4)，左右一般不对称，齿面宽大，臼状。背鳍和臀鳍无硬刺，背鳍与腹鳍相对。体背及体侧上半部青黑色，腹部灰白色，各鳍均呈灰黑色。喜在水体中下层活动，以螺蛳、蚌、蚬、蛤等为食，亦捕食虾和昆虫幼虫，经驯化可摄食人工配合饲料。性成熟为 5~6 龄。5~8 月在江河干流流速较高的场所繁殖，繁殖后常集中于食物丰富的江河湾道及通江湖泊中肥育，在深水处越冬。行动有力，不易捕捉。耗氧状况与草鱼接近，水中溶氧量低于 1.6 毫克/升时呼吸受到抑制，低至 0.6 毫克/升时开始窒息死亡。在 0.5~40℃ 水温范围内都能存活。

生长的最适温度为 22~28℃。喜微碱性清瘦水质。主要摄食螺、蚬、幼蚌等贝类，兼食少量水生昆虫和节肢动物。日摄食量通常为体重的 40% 左右，环境条件适宜时可达 60%~70%。仔鱼体长 7~9 毫米时进入混合性营养期，此时一面继续利用自身的卵黄，一面开始摄食轮虫和无节幼虫；10~12 毫米时，摄食枝角类、桡足类和摇蚊幼虫；体长达 30

毫米左右时食性渐渐分化,开始摄食小螺类。

青鱼个体大,肉质肥美,营养丰富,广受市场青睐,为较高档淡水鱼。是我国著名“四大家鱼”之一。2015年全国青鱼养殖产量59.6万吨,年增产量3.87万吨,增幅6.96%。主要养殖区域在湖北、江苏和湖南等省,见图1-3。

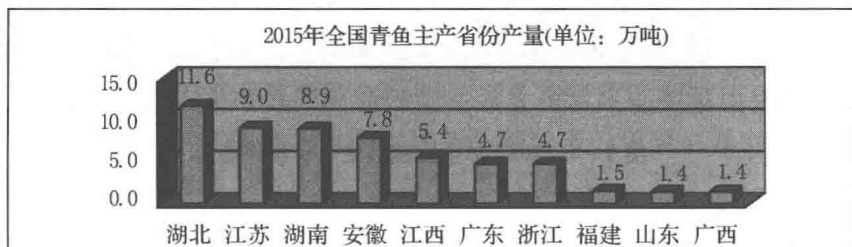


图1-3 2015年全国青鱼主产省份产量

### (三) 鲢鱼

鲢鱼也称白鲢、鲢子。体银白色,体形侧扁,纺锤形,背部青灰色,两侧及腹部白色,各鳍浅灰色。栖息于大型河流或湖泊的上层水域,性急躁,惊动时喜欢跳跃。鲢鱼幼体主食轮虫、枝角类和桡足类等浮游动物,成体则滤食硅藻类、绿藻等浮游植物兼食浮游动物,可用于降低湖泊水库富营养化。鲢鱼属中上层鱼。春夏秋三季,绝大多数时间在水域的中上层游动觅食,冬季则潜至深水越冬。鲢鱼属于典型的滤食性鱼类。靠鳃滤取水中的浮游生物。主要食物:鲢鱼终生以浮游生物为食,在鱼苗阶段主要摄食浮游动物,长达1.5厘米以上时逐渐转为摄食浮游植物。鲢鱼的饵料有明显的季节性。春秋除浮游生物外,还大量地摄食腐屑类饵料;夏季水位越低,其摄食量越大;冬季越冬少吃少动。适宜在肥水中养殖。肠管长度约为体长的6~10倍。生长速度快、产量高。

鲢鱼的性成熟为4龄。成熟个体也较小,一般3千克以上的雌鱼便可达到成熟。5千克左右的雌鱼相对怀卵量4万~5万粒/千克体重,每年4~5月产卵,绝对怀卵量20万~25万粒。卵漂浮性。产卵期与草鱼相近。在池养条件下,如果饵料充足的话,当年鱼可长到500~800克,三龄鱼体重可达3~4千克,在天然河流中可重达30~40千克。

鲢生长快、病害少、产量高,饵料问题易解决。其肉质细嫩,营养丰富,为淡水鱼优良养殖品种。广泛分布全国各大水系。为我国著名“四大家鱼”之一。2015年全国鲢鱼养殖产量为435.4万吨,年增产量

12.9 万吨,增幅 3.04%,是第二大养殖鱼类,主要养殖区域在湖北、江苏和湖南等省,见图 1-4。

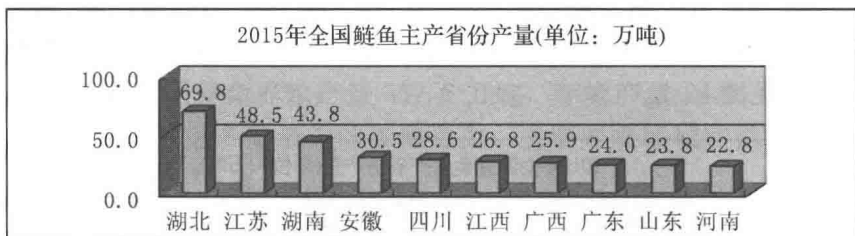


图 1-4 2015 年全国鲢鱼主产省份产量

#### (四) 鳙鱼

鳙鱼也称花鲢、黑鲢和胖头鱼。鳙鱼体长、侧扁,从腹鳍至肛门间有腹棱。头特别大,前部宽阔。体背部及体侧上半部为灰黑色,间有浅黄色,腹部银白色,体侧有密密麻麻的黑色小斑点,故又称麻鲢。各鳍均呈青灰色。鳙鱼栖息于水体中上层,性情温顺,不善跳跃,耐低氧能力强,最适生长水温为 22~34℃,喜微碱性水质。以浮游动物为主食,人工饲养条件下以配合饲料为主食。一般雌鳙 5 龄性成熟,在自然水域环境条件下,鳙的繁殖行为与青鱼、草鱼、鲢鱼基本一致。鳙鱼生长速度快,抗病能力强,起捕率高。其肉质细嫩,营养丰富,“鳙鱼头”尤其受市场欢迎,为优良的淡水鱼养殖品种。为我国著名“四大家鱼”之一。

2015 年全国鳙鱼养殖产量为 335.9 万吨,年增产量 15.7 万吨,增幅 4.89%,是第三大养殖鱼类,主要养殖区域在湖北、广东和江西等省,见图 1-5。

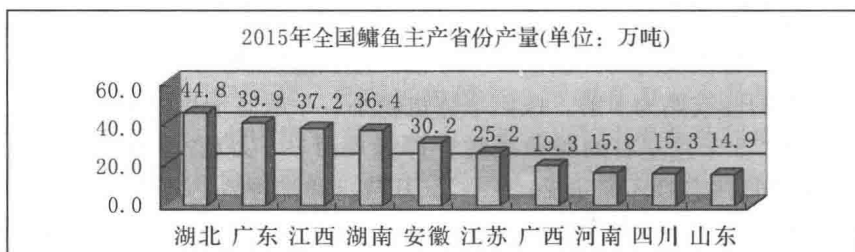


图 1-5 2015 年全国鳙鱼主产省份产量

### (五) 鲤鱼

鲤鱼也称鲤拐子。杂食性, 成鱼喜食螺、蚌、蚬等软体动物, 仔鲤摄食轮虫、枝角类等浮游生物。身体侧扁而腹部圆, 口呈马蹄形, 须 2 对。背鳍基部较长, 背鳍和臀鳍均有一根粗壮带锯齿的硬棘。体侧金黄色, 尾鳍下叶橙红色。鲤鱼平时多栖息于江河、湖泊、水库、池沼等水草丛生的水体底层, 以食底栖动物为主。其适应性强, 耐寒、耐碱、耐缺氧。在流水或静水中均能产卵, 产卵场所多在水草丛中, 卵黏附于水草上发育。鲤鱼是淡水鱼类中品种最多、分布最广、养殖历史最悠久、产量最高者之一。鲤鱼也是我国育成新品种最多的鱼类, 如丰鲤、荷元鲤、建鲤、松浦镜鲤、湘云鲤、松荷鲤和芙蓉鲤等。

2015 年全国鲤鱼养殖产量为 335.8 万吨, 年增产量 18.6 万吨, 增幅 5.85%, 主要养殖区域在山东、辽宁和河南等省, 见图 1-6。



图 1-6 2015 年全国鲤鱼主产省份产量

### (六) 鲫鱼

鲫鱼也称鲫瓜子、鲫拐子、鲫壳子, 为我国重要食用鱼类之一。鲫鱼是鱼中上品, 生息在池塘、湖泊、河流等淡水水域。体长 15~20 厘米, 呈流线形 (也叫梭形), 体高而侧扁, 前半部弧形, 背部轮廓隆起, 尾柄宽; 腹部圆形, 无肉棱。头短小, 吻钝。无须。鳃耙长, 鳃丝细长。下咽齿一行, 扁片形, 鳞片大, 侧线微弯。背鳍长, 外缘较平直。鳃耙细长, 呈针状, 排列紧密。背鳍、臀鳍第 3 根硬棘较强, 后缘有锯齿。胸鳍末端可达腹鳍起点。尾鳍深叉形, 体背银灰色而略带黄色光泽, 腹部银白而略带黄色, 各鳍灰白色。根据生长水域不同, 体色深浅有差异。鲫鱼属底层鱼类, 适应性很强。鲫鱼为杂食性鱼, 主食植物性食物, 鱼苗期食浮游生物及底栖动物。鲫鱼一般 2 冬龄成熟, 属于中小型鱼类。生长较慢, 一般在 250 克以下, 大的可达 1250 克左右。经过人工选育并

在生产上广泛推广应用的有异育银鲫、芙蓉鲤鲫和彭泽鲫等品种。

2015年全国鲫鱼养殖产量为291.2万吨，年增产量14.4万吨，增幅5.22%。主要养殖区域在江苏、湖北和江西等省，见图1-7。

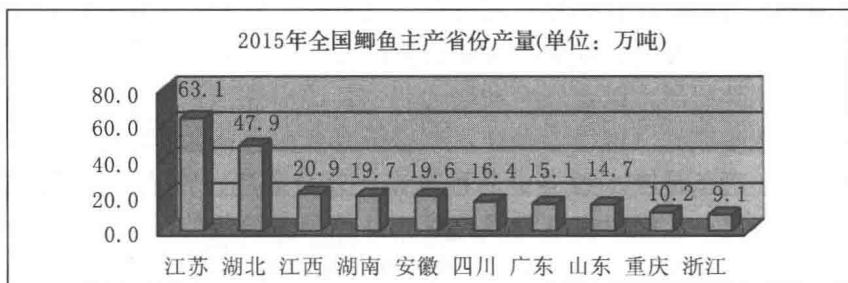


图1-7 2015年全国鲫鱼主产省份产量

### (七) 团头鲂

团头鲂也称武昌鱼。体高而侧扁，头较小，头后背部急剧隆起。眶上骨小而薄，呈三角形。口小，前位，口裂广弧形。上下颌角质不发达。背鳍起点处为身体最高处，从腹鳍到肛门间有腹棱。背侧暗灰色，腹部灰白色，体侧每个鳞片基部灰黑，组成若干黑条纹，各鳍浅灰色。团头鲂体背部青灰色，两侧银灰色，腹部银白；体侧鳞片基部灰白色，边缘灰黑色，形成灰白相间的条纹。背鳍具硬刺，刺短于头长；胸鳍较短，达到或仅达腹鳍基部，雄鱼第一根胸鳍条肥厚，略呈波浪形弯曲；臀鳍基部长，具27~32枚分枝鳍条。腹棱不完全，尾柄短而高。鳔3室，中室最大，后室小。

多见于江河、湖泊中，一般喜栖息于有沉水植物敞水区域的中下层，性情温顺，易起捕。幼鱼以浮游动物为食，鱼种及成鱼多以苦草、轮叶黑藻、眼子菜等为食，也食软体动物及湖底植物的碎屑、丝状绿藻、淡水海绵等。在水草较丰茂的条件下，团头鲂生长较快，一般1冬龄体重为100~200克，两冬龄能长到300~500克。团头鲂2~3龄可达性成熟，繁殖季节比鲤、鲫鱼稍迟，比家鱼稍早。长江中下游地区多在4月底至6月初，即水温在20~29℃的时节为产卵期。在湖泊中，于水生植物繁盛的场所产卵，受精卵具黏性，附在水草或其他物体上发育。

团头鲂肉质嫩滑，味道鲜美，是我国主要淡水养殖鱼类之一。2015年全国鳊鲂鱼养殖产量为79.7万吨，年增产量1.4万吨，增幅1.76%。主要养殖区域在湖北、江苏和安徽等省。

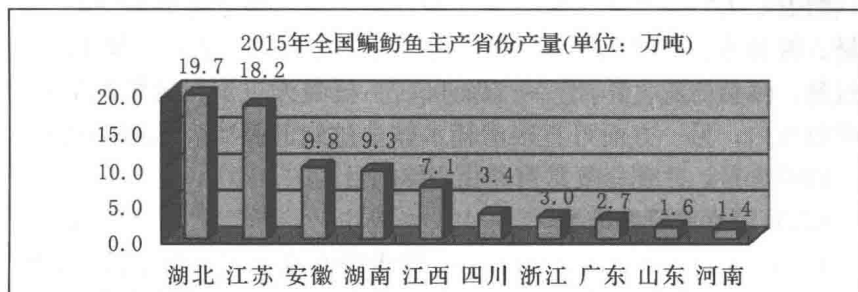


图 1-8 2015 年全国鳊鲂鱼主产省份产量

## 二、大宗淡水鱼产业的重要作用与研究进展

### (一) 大宗淡水鱼产业的重要作用

青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲤、鲫、鲂是我国主要的大宗淡水鱼类养殖品种,也是淡水养殖产量主体,产业地位十分重要。

第一,七大养殖品种的产量均占内陆养殖产量的较大比重,对满足城乡居民消费需求发挥着非常重要的作用。在我国主要农产品肉、鱼、蛋、奶中,水产品产量占到 31%,而大宗淡水鱼产量占我国鱼产量的 50%,在市场水产品有效供给中起到了关键作用。

第二,大宗淡水鱼满足了人民摄取水产动物蛋白的需要,提高人民的营养水平。大宗淡水鱼绝大部分是满足国内的居民消费(包括港、澳、台地区),是我国居民食物构成中主要蛋白质来源之一,在居民的食物构成中占有重要地位。发展大宗淡水鱼类养殖业,对提高居民生活水平,改善人们的食物构成,提高身体素质等方面发挥积极作用。

第三,大宗淡水鱼类养殖业已从过去的农村副业转变成为农村经济的重要产业和农民增收的重要增长点,对调整农业产业结构、扩大就业、增加农民收入和带动相关产业发展等方面发挥了重要作用。大宗淡水鱼养殖的发展,带动了水产苗种繁育、水产饲料、鱼药、养殖设施和水产品加工、储运物流等相关产业的发展,不仅形成了完整的产业链,也创造了大量的就业机会。

第四,大宗淡水鱼养殖业在提供丰富食物蛋白的同时,又在改善水域生态环境方面发挥了不可替代的作用。我国大宗淡水鱼类养殖是节粮型渔业的典范,因其食性大部分是草食性和杂食性鱼类,甚至以藻类为食,食物链短,饲料效率高,是环境友好型渔业。

第五,大宗淡水鱼多采用多品种混养的综合生态养殖模式,通过搭配鲢、鳙鱼等以浮游生物为食的鱼类,来稳定生态群落,平衡生态区系。通过鲢、鳙鱼的滤食作用,一方面可在不投喂人工饲料的情况下生产水产动物蛋白;另一方面可直接消耗水体中过剩的藻类,从而降低水体的氮、磷总含量,达到修复富营养化水体的目的。

## (二) 淡水鱼研究进展

我国大宗淡水鱼养殖历史悠久,始于殷而盛于周,距今已有 3200 多年。公元前 5 世纪,范蠡写出《养鱼经》,是我国最古老的养鱼书籍,也是世界上最早的养鱼文献之一。到秦汉时期,开始稻田养鱼和大水面养鱼。唐代,大宗淡水鱼由单养转为多种鱼混养。宋代和明代,大宗淡水鱼由粗养进步为精养。清朝,对大宗淡水鱼鱼苗的生产、分类及运输,都做了详细记述,并发展了养鱼与种桑养蚕结合的综合种养。从 1950 年以来,国家通过建立大宗淡水鱼养殖场等措施,使养鱼地区的产量迅速提高,1957 年达到 56.5 万吨,特别在 1958 年后大宗淡水鱼人工繁殖获得成功,使大宗淡水鱼池塘养殖模式迅速推广。1978 年后,随着农村经济体制改革的实行,大宗淡水鱼养殖蓬勃发展,产量连年增长。以下介绍最近十年我国大宗淡水鱼研究进展情况。

### 1. 育种与繁育技术

#### (1) 鲢鱼新品种培育研究取得重要进展

鲢鱼在我国淡水养殖中占有重要地位,目前,我国广泛养殖的鲢鱼均为野生种的直接利用,还没有培育出人工选育的良种。我国鱼类育种科学家,采用极体雌核发育方法,经连续 2 代异源雌核发育、2 代群体选育,经过 23 年持续选育培育出的我国第一个“四大家鱼”新品种——长丰鲢,于 2010 年 12 月 7 日通过全国水产原种和良种审定委员会的审定。该良种具有生长速度快,产量高的优点,兼有背高体厚、遗传纯度高的特点,推广应用前景十分广阔。

#### (2) 成功培育出鲤鱼新品种

松浦镜鲤新品种于 2009 年 2 月 25 日通过了全国水产原种和良种审定委员会审定。松浦镜鲤具有头小、体高、鳞片少、生长快、繁殖力高、适应性较强等特点,目前在全国推广累计养殖面积 6 万多公顷,新增产值 4.57 亿元。

2010 年 12 月 7 日,鲤鱼新品种福瑞鲤通过了全国水产原种和良种审定委员会良种审定。福瑞鲤的选育基础群体为通过群体选育得到的建鲤

和黄河鲤,主要采用基于数量遗传学分析的家系选育方法。福瑞鲤具有生长快、体形好、饵料系数低等优良特性,体形为消费者喜爱的长体形,累计推广面积达 1333 余公顷,适合池塘、网箱养殖方式。

### (3) 鲫鱼新品种推广效益显著

中科 3 号是中国科学院水生生物研究所从筛选出的少数银鲫优良个体,经异精雌核发育增殖、多代生长对比、养殖试验评价培育出来的异育银鲫第三代新品种,于 2008 年获全国水产原种和良种审定委员会颁发的水产新品种证书,品种登记号为 GS01-002-2007。中科 3 号具有以下优点:体色银黑、鳞片紧密不易掉鳞,生长速度快,出肉率高,遗传性状稳定,子代性状与亲代不分离。中科 3 号已在江苏、湖北、广东和广西等省建立良种扩繁和苗种生产基地,其苗种已在多个省市推广养殖,年增产值达 10 多亿元。

## 2. 养殖与工程技术

### (1) 池塘循环水生态养殖模式技术

研究了水上农业、水生植物化感控藻、固定化微生物、底质改良等技术,将一系列技术进行集成、组装,形成一整套针对池塘大宗淡水鱼类养殖水质净化技术,达到池塘养殖水体循环利用,达到养殖废水零排放的目的。第一,实施淡水鱼类精养池塘的水质净化技术,跟踪分析大宗淡水鱼精养池塘在养殖过程中各环节的水质状况,通过对新型生态健康养殖模式水质净化技术的效果分析,进行全循环封闭式养殖模式研究技术统计;第二,研究生物浮床对池塘水质修复效果,重点开展空心菜浮床在大规格鱼种养殖池塘和成鱼精养池塘的应用研究,对生物浮床的池塘水质修复效果进行客观评价;第三,利用池埂构建一组四级串联的沟渠式潜流湿地系统,利用人工湿地的净化功能调控养殖池塘水质,实现水资源循环利用,建立了池塘活水养殖模式。

### (2) 池塘养殖新设备研发

第一,研制了一套 2 吨/天级别的“料仓式饲料集中投喂设备”,该系统具有电脑远程控制、投饲量精确、投喂过程自动记录保存等特点,并可与传感系统、视觉系统连接,实现池塘养殖精准、科学投喂;第二,开展“基于视频监控的池塘饲养管理系统”试验研究,设计安装“智能增氧、精准投喂”系统,取得良好应用效果;第三,设计一种池塘底质调控设备——底质扰动设备和一种池塘水质调控设备——复合生物浮床,实现池塘养殖环境调控,提高池塘养殖效率。



### 3. 病害防控技术

我国淡水鱼类病害呈现疾病种类多、发病面积广、延续时间长、死亡率高、控制难度大等特点，每年我国大宗淡水鱼类病害损失高达 40 亿元。近年来，我国大宗淡水鱼类疾病防控研究快速发展，基本弄清了大部分寄生虫的分类及生活史，提出了有效的防控方法；针对细菌性败血症、烂鳃病、赤皮病及肠炎等细菌性疾病，查明了病原，建立了诊断及防控措施；草鱼出血病等病毒性免疫防控技术进一步成熟，达到产业化水平；药物、疫苗、诊断试剂、微生态制剂等疾病防控产业化进展良好，为大宗淡水鱼类病害防控提供物质保障。

#### (1) 病原检测与病害诊断技术

水产动物病原快速诊断检测技术目前比较流行和受认可的是 IFAT、ELISA、PCR 和 DNA 探针技术。近年来，我国对草鱼呼肠病毒、鲤春病毒血症病毒、锦鲤疱疹病毒、嗜水气单胞菌、温和气单胞菌、爱德华菌等大宗淡水鱼类病原的快速检测技术进行了较深入的研究，建立了草鱼呼肠病毒、锦鲤疱疹病毒、嗜水气单胞菌、爱德华菌的 PCR 等快速检测技术，研制了嗜水气单胞菌等的检测试剂盒。

#### (2) 药物防控技术

近年来，我国在水产动物药代动力学研究上开端良好，建立了磺胺类、氟喹诺酮类等鱼药药物代谢动力学模型，获得其主要药物动力学参数和影响因子，制定了相应的休药期，并对鱼药剂型的研究初步探讨；对甲苯咪唑和氟苯尼考等药物在淡水鱼体内的药代动力学进行研究，建立了残留的检测方法，制定最高药物残留限量标准及其休药期，提出药物合理使用方法。

#### (3) 免疫防控技术

作为符合环境友好和可持续发展战略的病害防控措施，免疫防控已成为淡水鱼疾病防控研究与开发的主要方向。淡水鱼疫苗研究近年来取得较大进展，主要表现在：第一，研制我国第一个淡水鱼高效弱毒疫苗——草鱼出血病冻干细胞弱毒疫苗，该疫苗通过药物诱导筛选得到草鱼出血病病毒的弱毒株，失去致病性保留感染特性，具有免疫原性强、免疫效果好、免疫保护期长等优点，并于 2010 年获得“国家兽药证书”；第二，研发我国首批多联疫苗，研制了与草鱼出血病冻干细胞弱毒疫苗联用的草鱼细菌性烂鳃、赤皮、肠炎三联灭活疫苗；第三，针对引起大面积死亡的淡水鱼类败血症，研发出嗜水气单胞菌灭活疫苗，于 2000 年