

夏松养 主编 奚印慈 谢超 副主编

# 水产食品加工学

SHUICHAN SHIPIN JIAGONGXUE



化学工业出版社

夏松养 主编 奚印慈 谢超 副主编

# 水产食品加工学

SHUICHAN SHIPIN JIAGONGXUE



化学工业出版社

·北京·

本书在水产加工理论的基础上,根据目前水产加工业的发展情况,阐述了水产原料的种类特点、性质及其相关成分变化的内在因素,系统地介绍了水产品加工的基础理论、基本原理和加工方法,并结合工厂加工实例进行编写,内容比较全面、丰富,以理论指导实际,以实际验证理论,既有学术性,又有应用性,两者相辅相成。尤其是把国内、外水产食品加工研究新成果和加工新技术编入书中,并突出了国际社会关注的食品安全问题。

可供水产品加工及其相关专业的高等院校师生使用,也可供相关行业内的技术人员参考使用。

# 水产食品加工学

SHUICHAN SHIPIN JIAGONGXUE

## 图书在版编目(CIP)数据

水产食品加工学/夏松养主编. —北京:化学工业出版社,  
2008.7  
ISBN 978-7-122-03452-6

I. 水… II. 夏… III. 水产食品-食品加工 IV. TS254.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 114529 号

责任编辑:刘亚军  
责任校对:洪雅姝

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张22¼ 字数600千字 2008年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:40.00元

版权所有 违者必究

# 前 言

水产食品营养丰富、味道鲜美,并具有低脂肪、高蛋白、营养平衡性好的特点,深受人们的喜爱,是我们摄取动物性蛋白质的重要来源之一,也是合理膳食结构中不可缺少的重要组成部分。

我国海域和内陆水域面积都很辽阔,水产资源丰富,水产品种类繁多,有鱼类、虾蟹类、头足类、贝类及藻类等。我国海域地处热带、亚热带和温带三个气候带,鱼类有冷水性、温水性及暖水性之分,总计 2 500 余种。我国水产品产量约占世界总产量的三分之一,位居世界首位,2007 年全国水产品产量约 4 800 万吨,其中淡水产品产量约 2 100 万吨,海洋捕捞产品产量 1 400 万吨,海水养殖产品产量 1 300 万吨。我国的水产品加工企业和水产品加工产量不断增长,水产品加工总产值的增长幅度大大超过总产量增加的幅度,水产品加工已逐步成为中国渔业的支柱产业。

由于渔业生产季节性强,水产品易腐败变质,水产品的加工保藏显得尤为重要。水产品加工是从捕捞、养殖生产到流通上市的中间环节,也是连接渔业生产和市场的桥梁。通过各种加工技术,使水产品原料成为具有保藏性好、品种多、风味好、商品价值高的水产加工食品,满足消费者日益增长的需求。近年来,还从海洋生物中发现对人体健康有益的生物活性物质,具有陆上动、植物罕见的功能因子,通过对水产品的精深加工,可开发多种保健功能食品,以达到增进人民健康的目的。

为了更好地开发利用我国的水产资源,总结现代科学技术发展在水产食品加工业的应用,介绍水产食品科学研究的新成果,我们在多年教学、科研及生产实践的基础上,参阅国内、外有关文献和技术资料,编写了本书,以满足教学、科研和生产的需要。

本书共分为十二章,参加编写的人员按姓氏笔画排列有:邓尚贵(绪论)、邱澄宇(第十二章)、陈小娥(第一章第八节,第八章)、陈中如(第一章第一节、第二节、第三节、第四节)、宋茹(第一章第七节,第七章)、罗红宇(第九章)、夏松养(第六章、第十一章)、奚印慈(第三章、第五章)、谢超(第十章)、董明敏(第一章第五节,第六节,第二章,第四章)。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,欢迎读者批评指正。

编 者  
2008 年 5 月



# 目 录

绪论 .....	1	第三节 利用海洋动物水解蛋白生产新型调味品 .....	213
参考文献 .....	7	参考文献 .....	216
<b>第一章 水产食品原料</b> .....	8	<b>第八章 海藻加工食品</b> .....	217
第一节 水产食品原料的种类和特性 .....	8	第一节 海带加工食品 .....	217
第二节 鱼和贝类的肌肉组成 .....	19	第二节 紫菜加工食品 .....	221
第三节 水产食品原料的营养成分 .....	22	第三节 裙带菜加工食品 .....	223
第四节 鱼和贝类的死后变化 .....	32	第四节 其他藻类加工食品 .....	225
第五节 水产品的保活和保鲜 .....	35	参考文献 .....	226
第六节 鱼和贝类的色、香、味 .....	41	<b>第九章 海洋功能性食品</b> .....	227
第七节 海洋生物活性物质 .....	50	第一节 海洋生物资源的保健功能 .....	227
第八节 海藻化学 .....	57	第二节 鱼油功能食品 .....	229
参考文献 .....	74	第三节 海洋蛋白功能食品 .....	236
<b>第二章 水产品低温保鲜与加工</b> .....	76	第四节 海藻功能食品 .....	240
第一节 水产品低温保鲜的原理和方法 .....	76	第五节 贝类功能食品 .....	243
第二节 水产品的冷却保鲜 .....	78	第六节 其他海洋功能食品 .....	247
第三节 水产品的微冻保鲜 .....	81	参考文献 .....	249
第四节 水产品的冷冻保鲜 .....	84	<b>第十章 水产食品加工新技术</b> .....	250
参考文献 .....	103	第一节 食品高压加工技术 .....	250
<b>第三章 干制水产食品</b> .....	105	第二节 再组织化技术 .....	252
第一节 水产品干制原理 .....	105	第三节 栅栏技术 .....	253
第二节 水产食品的干制过程 .....	107	第四节 超临界 CO <sub>2</sub> 萃取技术 .....	254
第三节 水产品的干制方法 .....	109	第五节 超微粉碎技术 .....	254
第四节 水产品干制加工 .....	112	第六节 微胶囊化技术 .....	255
第五节 干制品的保藏与劣变 .....	116	第七节 辐照技术 .....	256
参考文献 .....	117	第八节 微波杀菌技术 .....	257
<b>第四章 水产腌熏制品</b> .....	118	第九节 真空低温油炸技术 .....	257
第一节 腌制加工的原理与方法 .....	118	参考文献 .....	259
第二节 主要腌制加工品 .....	122	<b>第十一章 水产品标准与质量检验</b> .....	261
第三节 烟熏制品 .....	125	第一节 水产品质量标准 .....	261
参考文献 .....	130	第二节 水产品感官检验 .....	274
<b>第五章 冷冻鱼糜和鱼糜制品</b> .....	132	第三节 物理检验 .....	275
第一节 鱼糜制品加工的基本原理 .....	132	第四节 水产品中化学指标的检测 .....	276
第二节 鱼糜制品加工的辅料和添加剂 .....	143	第五节 水产原料新鲜度的测定 .....	280
第三节 冷冻鱼糜 .....	150	第六节 水产品中食品添加剂的测定 .....	284
第四节 鱼糜制品生产 .....	160	第七节 水产品中重金属限量的测定 .....	287
第五节 水产模拟食品 .....	168	第八节 水产品中农药、渔药残留量的测定 .....	298
第六节 鱼糜制品的质量评定 .....	171	第九节 水产品中微生物指标的检测 .....	306
参考文献 .....	174	参考文献 .....	311
<b>第六章 水产罐头食品</b> .....	176	<b>第十二章 水产食品安全与质量控制体系</b> .....	312
第一节 罐藏容器 .....	176	第一节 食品质量和安全管理系统的	
第二节 罐头食品加工的基本原理 .....	178	发展 .....	312
第三节 水产罐头的基本加工工艺 .....	184	第二节 水产品中的危害特征 .....	317
第四节 水产软罐头加工工艺 .....	190	第三节 HACCP 体系及其先决条件 .....	330
第五节 水产罐头制品加工 .....	194	第四节 HACCP 原理在水产品加工过程	
参考文献 .....	200	中的应用 .....	333
<b>第七章 海洋动物水解蛋白</b> .....	201	第五节 可追溯性要求 .....	346
第一节 海洋动物蛋白酶解工艺 .....	201	参考文献 .....	348
第二节 海洋动物水解蛋白在传统调味料			
中的应用 .....	205		

## 绪 论

### 一、水产食品加工学的基本概念

水产食品是指以具有一定经济价值和可供利用的生活于海洋和内陆水域的水生生物为原料,经加工制成的食品。水产食品加工的原料范围极为广泛,可以是动物,也可以是植物甚至微生物,主要包括鱼类、软体动物、甲壳类动物、棘皮动物、腔肠动物、两栖动物、爬行动物以及藻类等。

水产食品加工学是专门研究水产食品加工原料特性、营养保健功能、加工利用原理和技术、水产品质量与安全控制的科学。它是以物理学、化学、生物化学、海洋生物学等为学科基础,以食品科学、食品工程、食品质量与安全等为学科骨架发展起来的一门技术性很强的新兴科学。

### 二、水产食品原料概况

我国海疆辽阔,海洋总面积约 4 727 000km<sup>2</sup>,海岸线长达 18 000km,沿海岛屿超过 5 000个,岛屿岸线总长达 14 000km,可管辖海域面积 3 000 000km<sup>2</sup>。我国海域跨越热带、亚热带和温带,鱼类资源极为丰富,仅鱼类就有冷水性、温水性、暖水性鱼类,大洋性长距离洄游鱼类和定居短距离鱼类等许多种类。中国海区大陆架是世界上最宽的大陆架海区之一,黄海和东海的海底基本处于大陆架上。黄海水深一般为 50~70m,东海平均深度 100m 左右。大陆架的坡度很小,大陆架上的沉积物几乎都是由陆地上的江河带来的泥沙,海洋中的成分很少。永不停息的江河把陆地上的有机物质源源不断地带到大陆架上。由于得到陆地上丰富营养物质的供应,大陆架已经成为最富饶的海域,为海洋渔业资源的生长、育肥和繁殖提供了优越的场所,为发展人工增殖提供了有利条件。中国海洋鱼类超过 1 700种,经济价值较大的鱼类 150 多种,其中最常见且产量较高的约 70 种。此外,还有藻类约 2 000 种,甲壳类近 1 000 种,头足类约 90 种。不同海区的主要渔业资源有所差异:渤海海区主要以毛虾、海蜇、对虾、梭子蟹等生命周期短的海产品为主,其次为中上层鱼类,如鲈鱼、蓝点马鲛、鲱鱼、梅童鱼、带鱼、鳕鱼及少量头足类;黄海海区近海区域多产带鱼、小黄鱼、大黄鱼、鲱鱼、鳕鱼、牙鲆、对虾、鱿鱼及毛虾等;东海海区底层和近底层暖水性鱼类占主要地位,占渔获量的 30%左右,其次是中上层鱼类,占渔获量的 20%左右;南海区渔业资源组成主要以底层鱼类为主,占渔获量的 50%,但由于种类繁多,大部分单一鱼种的数量不足渔获量的 1%,其次为中上层鱼类。我国海域分布的甲壳类动物不仅种类繁多,而且生态类型多样,分为个体小、游泳能力弱、营浮游生活的浮游甲壳类和常栖息于水域底层的底栖甲壳类两大群。在甲壳类动物中,目前已知的有蟹类 600 余种,虾类 360 余种,磷虾类 42 种。其中,有经济价值并成为捕捞对象的有 40~50 种,主要品种有中国对虾、中国毛虾、三疣梭子蟹等。头足类是营养价值很高的海洋软体动物,肉质肥厚而鲜美,经济价值较高。世界上的头足类有 500 余种,我国海区记载的有 102 种,大多数为暖水性种类,主要包括乌贼科、枪乌贼科及柔鱼科,主要品种有曼氏无针乌贼、中国枪乌贼、太平洋褶柔鱼、剑尖枪乌贼、金乌贼等。与出现衰退的经济鱼类相比,头足类资源是一种具有较大潜力、开发前景良好的海洋渔业资源,从 20 世纪 80 年代开始,其产量逐年上升。到 1998 年,其产量占海捕产量的比例已上升至 3%。此外,还有很多种既可采捕又能进行人工养殖的贝类,如牡蛎、贻贝、蛎和蚶等,其中鲍、干贝等都是珍贵的海产食品。

我国淡水鱼类约有 800 种, 其中长江水系约有 300 种, 珠江水系有 294 种, 黄河水系约有 140 种, 黑龙江、钱塘江、闽江等水系各有约 100 种。我国淡水鱼隶属于 13 目 34 科, 主要的类群为鲤形目约 600 种, 鲶形目约 100 种, 鲈形目约 50 种, 鲑形目 18 种, 鲟形目 7 种, 其他 25 种。主要的经济鱼类绝大多数属于鲤科, 这是我国淡水鱼类资源的一大特点。改革开放以来, 我国引进的国外鱼类 100 余种, 据不完全统计, 其中淡水鱼类约 27 种, 隶属于 5 目 11 科, 其中鲈形目引进最多。产生明显经济效益的品种有尼罗罗非鱼、斑点叉尾鲟、革胡子鲶等。

海藻是海洋中的重要经济作物, 除了作为海藻酸钠、琼脂和卡拉胶三大胶的生产原料之外, 还可利用海藻加工成食品、保健品和海洋药物。我国的浅海面积大, 海藻资源丰富, 经济海藻有 510 多种, 其中蓝藻 66 种, 红藻 226 种, 褐藻 115 种, 绿藻 103 种。

### 三、水产食品的功能

水产食品具有感官功能、营养功能和保健功能。加工后的水产品有美好的色、香、味、形和口感, 刺激人的感官, 引起食欲, 这是水产食品的感官功能。

水产食品的营养功能集中体现在它属于高蛋白、低脂肪食品, 同时还含有丰富的无机盐、维生素和碳水化合物(包括膳食纤维)。鱼类肌肉部分含水分 70%~85%、粗蛋白 10%~20%、碳水化合物低于 1%、无机盐 1%~2%, 脂肪因鱼种的不同而含量有高低, 一般都在 10% 以下(除鲑鱼 17.0% 以外); 虾蟹类可食部分一般含水分 70%~80%、蛋白质 14%~21%、脂肪低于 6%、碳水化合物 1% 以下(除中华螯蟹 7.4% 外); 软体动物可食部分含水分 79%~88%、蛋白质 8%~18%、脂肪 0.4%~2.0%、碳水化合物 0.1%~5.0%、灰分 1.7%~2.7%; 藻类中的粗蛋白占干物质的 10%~20%、脂肪一般在 4% 以下, 还含有丰富的无机盐、维生素和特殊碳水化合物(海藻多糖)。

水产食品具有非常重要的保健功能。现代科学实验已经证实, 水产食品对脑血栓、心肌梗塞、老年性骨折、缺钙症、癌症等具有特殊的疗效, 其发挥保健功能的主要物质基础是生物活性肽、多不饱和脂肪酸、牛磺酸、甲壳质、膳食纤维、维生素以及特殊矿物元素等。水产品是人类重要的动物蛋白来源之一, 一般水产品肌肉中的蛋白质含量平均为 15%~22%, 且所含蛋白质绝大部分为优质蛋白。其中含有丰富的赖氨酸, 这正是植物蛋白中所缺乏的; 由于海洋的特殊环境(如高压、高盐、极地低温等), 导致水产食品蛋白质肽链组成中可能含有具有各种生理功能的生物活性肽片段, 对人类的健康将会产生重要的影响。水产品中含有丰富的牛磺酸(氨基乙磺酸), 由于胎儿或新生儿体内的牛磺酸酶活性较低, 故牛磺酸被视为新生儿的必需氨基酸。另外, 牛磺酸对人体的肝脏具有解毒作用, 并能适当控制胆固醇的合成、分解, 预防动脉粥样硬化。牛磺酸还具有调节人体血压、抗心律失常、改善充血性衰竭等保健功效, 备受关注。鱼类, 特别是海水鱼类, 其脂肪组成中所含的高度不饱和脂肪酸 EPA(二十碳五烯酸)和 DHA(二十二碳六烯酸), 具有神奇的保健功能。EPA 可降低血液中胆固醇的含量, 防止血栓形成, 预防动脉硬化和冠心病, 对心脑血管方面的疾病有一定的辅助疗效。DHA 被认为可促进神经细胞和大脑细胞的发育, 改善人的记忆功能。众所周知, 缺碘易患甲状腺肿大(大脖子病), 缺钙易患佝偻病、软骨症、骨质疏松症, 缺锌易导致食欲不振, 而水产品中富含这些人体不可或缺的矿物质, 如海产鱼和海藻富含碘、牡蛎富含锌和铜、虾皮富含钙等。水产品还是维生素的良好来源, 如鳙鱼、蟹类的核黄素含量特别高; 藻类的胡萝卜素含量特别高; 海产鱼的肝脏中含丰富的维生素 A, 是药用鱼肝油维生素 A 的来源。

水产品还是极佳的美容食品, 水产品的肌肉中富含胶原蛋白和黏蛋白, 能有效保持皮肤光洁、无皱褶和富有弹性, 防止毛发脱落, 使头发富有光泽。鱼翅、鲤鱼头、鳖等软骨中的

软骨素,是构成皮肤弹性纤维的重要物质,常食可预防皮肤产生皱纹。鱼类、虾类、牡蛎等含有较多的核酸,核酸不仅在蛋白质的合成中起重要作用,对人体的各种物质代谢方式和速度也有一定的影响。不少的水产品还含有较多的SOD(超氧化物歧化酶),可减少人体内活性氧,减少脂质过氧化物的产生,延缓人体组织的老化,对预防衰老具有重要作用。

水产品与人类的健康、长寿有着密切关系。正因为如此,西方发达国家的传统饮食习惯已经发生了较大的改变,他们将新鲜鱼及鱼制品视为保健食品,提倡“减少肉食,多吃鱼类”的良好生活习惯。

#### 四、水产食品加工的历史、现状与重点发展方向

水产食品加工是指对水产食品原料进行机械、物理、化学或微生物学处理并使之成为食品的过程。事实上,水产品从捕捞到餐桌经历了一个复杂的加工过程,水产品加工是连接渔业生产和市场的桥梁。经加工的水产食品具有以下特点:①良好的保藏性;②较高的营养价值和食用价值(包括良好的色、香、味和口感,并符合卫生要求);③便于贮藏、运输、销售和食用;④适合不同消费对象的习惯和嗜好要求。除一般的冷冻冷藏品、腌制品、干制品、熏制品、罐头食品之外,加工产品还包括各种方便食品、模拟食品、海珍食品以及保健食品等。通过各种加工技术,水产品由生变熟、由易腐变为耐贮藏、由腥变为味道鲜美,产品营养价值和经济价值得到了大幅度提高。

水产品加工在我国具有悠久的历史。早在明清时期,长江中下游地区各河湖水域渔业生产兴盛,而鱼鲜之类极易腐败变质,故水产品的加工业颇为发达。由于官方对渔业的重视,渔业生产大为发展,水产加工产品的数量也大大增加,质量越来越好,水产加工工艺趋于多样化、精致化,饮馔加工工艺更为丰富多样。我国人民熟练地掌握了简单的鱼类加工技术,如将鱼用盐腌制、或将鲜鱼晒制成干鱼贮藏,“鲍鱼之肆”即为咸鱼加工工场。至清代后期,渔获物的冷藏保鲜渐行,尤其是冰厂建设得到迅速发展;清代末期还从海外引进了水产品装罐加工技术;不仅如此,人们对非食用的副产品也予以加工利用,标志着水产品的综合加工与利用的开始。

随着人口数量的剧增和陆地资源的日益枯竭,世界各国在20世纪中后期掀起了海洋资源的开发与利用热潮。我国政府和沿海各省区制定了相应的海洋开发战略,为海洋资源的开发与利用带来了新的机遇与挑战。随着经济的高速发展和现代科学技术的不断进步,我国水产食品加工也得到了迅速的发展。一个囊括渔业制冷、冷冻品、鱼糜、罐头、熟食品、干制品、腌熏品、鱼粉、藻类食品以及保健品等产品的加工体系已经形成。据统计,我国现有水产品加工企业8140余个,年生产能力在1225万吨以上,渔业经济总产值超过4000亿元,已形成包括鱼糜制品加工、紫菜加工、烤鳗加工、罐装和软包装加工、干制品加工、冷冻制品加工和保鲜水产品加工在内的现代化水产品加工企业,成为我国水产行业迅速发展以及与国际市场接轨的主要动力和纽带。在水产品加工研究方面也取得了很大成绩,如冰鲜、冷海水保鲜和微冻保鲜的大规模推广,使70年代臭鱼烂虾占海产品总产量的10%下降到目前的0.5%以下,琳琅满目的水产食品丰富了市场,满足了人民群众的需求。在综合利用方面,水解鱼蛋白、蛋白胨、甲壳素、水产调味品、鱼油制品、水解珍珠液、紫菜琼胶以及鱼脲毒素等已经形成规模化生产,经济效益十分显著。

自我国加入WTO以来,水产加工产业已经由传统的粗放加工过渡到精深加工,不仅能够为国内市场提供品种繁多的水产加工食品,也为参与国际竞争奠定了良好的基础。1990年以来,我国已经成为世界水产品生产大国,约占世界总产量的35%;同时,我国也是水产品出口贸易大国,自2000年以来,水产品出口贸易处于我国大宗农产品出口贸易的首位,约占30%。这些数据说明,我国水产加工产业在国民经济中的地位和作用越来越重要和突



出,为我国海洋经济的可持续发展、和谐社会的构建以及社会主义新农村的建设做出了积极的贡献。

我国水产品加工业还存在着许许多多的问题,集中表现在以下几方面。

#### 1. 出口贸易受技术壁垒的影响较大

随着世界经济一体化进程的加速,国际、国内两个市场的竞争日趋激烈。这种竞争是世界市场同一规则下的产品品质、品牌以及行业素质的综合较量,对水产食品的质量提出了更高的要求。发达国家对水产品的安全性极为关注,在产品检验和质量控制上投入大量精力,同时也引导了水产品安全检疫的发展方向。如美国食品药品监督管理局(FDA)和美国海洋大气局对水产品的各类危害及其控制,从捕捞和养殖的原料到加工销售的各个环节实施 HACCP,提出相应的导则标准或模式。美国于 1995 年以联邦法规形式发布 FDA 负责制定的《水产品加工与进口安全卫生程序》,其中规定了 HACCP 的实施要求,不实行 HACCP 的企业产品不得进入美国市场;欧盟《对投放市场和生产水产品的卫生规定》是强制性欧洲议会法规;挪威渔业的管理都以质量为主线,在以保护渔业资源、生态环境和消费者身体健康为原则的前提下,对从养殖、捕捞到产品加工、销售各个环节严格加强管理,为消费者提供安全卫生的水产品;日本更重视水产品的安全性,农林水产省对进口产品要求极为严格,对进口的冻虾、鳗鱼等产品的农药残留检测指标多达几十项,尤其是 2005 年颁布的肯定列表制度。我国水产品加工业普遍存在质量意识薄弱、生产不规范、生产技术落后等弊端,尽管水产品总量连续十几年位居世界首位,但出口水产品常因添加剂、抗生素超标等问题而被拒收,造成巨大经济损失。水产品质量安全问题已成为制约水产品加工业可持续发展的重要因素,引起了我国政府的高度重视和社会的普遍关注。

#### 2. 水产加工受原料、技术工艺以及设备的影响十分突出

我国水产食品原料丰富多样,技术工艺以及设备装备的适应能力较差,往往是某一技术工艺和设备仅适用于某种或某类水产原料,对其余原料就不适用;同时,鱼类等水产品的渔获量受季节、渔场、海况、气候、环境生态等多种因素的影响,难以保证一年中稳定的供应,使水产食品的加工生产具有季节性。特别是人为捕捞因素,更会引起种群数量的剧烈变动,甚至引起整个水域种类组成的变化,往往使加工企业经常改变生产工艺技术和设备。此外,加工设备老化现象也较为严重,耗能较大,经济实力较强的企业进口设备较大,维护和使用成本高,并受到国外技术保护的限制,这些问题都影响到我国水产加工业的发展。

#### 3. 水产加工水平不高,精深加工潜力巨大

我国水产品加工量占渔业总产量的比例远远落后于世界平均水平。以 2002 年为例,水产品加工量为 7 043 700t,折合成原料为 14 087 400t,仅占当年水产品总产量的 30.86%。据联合国粮农组织(FAO)2004 年发表的资料,2002 年世界水产品总产量为 133 000 000t,其中鲜销 51 430 000t(38.7%)、冷冻品 25 710 000t(19.3%)、腌制品 9 140 000t(6.9%)、罐头制品 11 430 000t(8.6%),其余为非食用加工品 35 290 000t(26.5%);如果将冷冻品也看成加工品,则用于加工的原料占当年水产品总产量的比例达到 61.3%(扣除中国的为 70%)。因此,与发达国家相比,我国的水产品加工业在品种、数量和规模水平上都存在很大差距,与国内捕捞、养殖生产的发展速度相比也明显滞后。

#### 4. 从业人员整体素质欠缺

我国水产加工从业人员整体素质欠缺,理论和技术水平不高,无法及时有效地解决生产过程中出现的新问题,也无法应对国际市场提出的技术壁垒,严重影响了水产加工业的整体水平和可持续发展。

我国水产加工在今后相当长的时期内,应重点发展以下几个方向。

#### 1. 质量安全控制技术的研究与应用

我国是水产品生产大国, 又是水产品消费大国, 同时也是水产品的出口大国。根据目前我国水产品质量与安全状况以及存在的问题, 应切实加强水产品质量与安全管理工作, 以确保水产品的消费安全和国际竞争力。建立符合国际要求的水产品标准体系, 实现从水产品原料、加工、包装到销售全过程的安全与质量控制。加强水产品的质量的控制, 应建立健全水产品质量、渔用饵料与渔药监测体系, 发挥各地质检中心的作用, 加强对水产品的质量监督与管理。水产加工企业和科研院所既要有应对水产品国际贸易技术壁垒的能力, 又要有洞察水产食品安全隐患的能力。

## 2. 现代高新技术的研究与应用

近 30 年来, 人类所取得的科学新发现和技术新发明的数量, 比过去两千年的总和还要多。面对新技术革命浪潮的冲击, 我国水产食品加工的发展必然要改变陈旧、落后的加工方法, 采用高新技术, 开创水产食品加工新的工艺革命。20 世纪 90 年代以来, 就已出现了用数千大气压的超高压加工鱼糜制品, 用超临界技术分离鱼油, 从藻类中提取  $\beta$  胡萝卜素等高新技术的应用。生物技术的发展, 将对从事生物性生产的水产食品加工工业产生巨大的影响。此外, 计算机、信息、遥感、自控、新材料等先进技术也将日趋广泛地应用于水产食品工业, 并发挥越来越大的作用。

## 3. 淡水鱼的加工及贮藏

近年来, 我国淡水鱼养殖业有了迅速发展, 淡水渔业产量持续高速增长。2005 年的淡水鱼产量为 2 248.28 万吨, 约占我国水产品总产量的 45%。淡水鱼产量的增产, 可弥补因海洋经济鱼类资源衰退而造成的市场供应不足, 成为人们摄取动物性蛋白的主要来源之一。长期以来, 淡水鱼的销售以鲜活为主, 加工量很少。淡水鱼大多在秋后大量上市, 为数众多的淡水鱼主要产区, 其产量已远远超过当地的消费量, 出现“压塘”和“卖鱼难”的现象, 甚至腐败变质, 造成巨大损失。由于市场供大于求, 鱼价下跌, 严重挫伤了生产者的积极性。为了调节市场, 促进淡水养殖业进入良性循环, 必须提高淡水鱼加工食品的比例。同时, 初级加工的冷冻产品已不能满足人们对水产食品数量、质量、品种上日趋增长的要求, 淡水鱼必须通过深加工、精加工、扩大加工食品品种、改进加工技术, 提高产品质量, 生产适销对路、优质优价、供销灵活、品种多样的鱼糜制品、鱼罐头、风味食品、模拟食品以及调理冷冻食品。特别要加强作为鱼糜制品生产原料的淡水鱼冷冻鱼糜制造技术的开发。现代鱼糜制造技术是沿用日本 20 世纪 60 年代开发的、以狭鳕为原料的生产方法, 淡水鱼的蛋白质性质及鱼肉利用特性都与其不同, 因此鱼糜制造技术的改良是必然的。此外, 淡水鱼存在的土腥味; 鲢、鳙等主要淡水鱼的抗冻能力差, 冻结中鱼肉蛋白质易发生变性; 淡水鱼因体内组织蛋白酶活性强, 自溶作用比海水鱼快, 容易腐败变质等问题, 都是淡水鱼加工食品开发过程中必须解决的关键技术。

## 4. 海水低值鱼、下脚料的综合开发与利用

我国人民膳食结构的变化正由温饮型向营养型方向发展, 对高蛋白、低脂肪的水产食品需求量会越来越大。近年来, 随着海洋渔业资源的变动, 我国主要的海产经济鱼类大黄鱼、小黄鱼、带鱼的资源逐渐衰退, 而头足类、中上层鱼类的捕获量在逐年增加。1994 年, 由于鱿鱼产量骤然增加, 而鱿鱼的加工利用未能及时跟上, 仅生产了少量鱿鱼丝、鱿鱼干等干制品, 以及鱿鱼卷、鱿鱼片等冷冻食品, 造成大量鱿鱼积压在冷藏库中。因此, 面对渔业资源的急剧变化, 水产加工应加强对新开发、有潜力资源的利用, 生产各种水产加工食品。80 年代起中上层鱼类的捕捞量有提高, 主要品种是鲈鱼、鳕鱼、沙丁鱼、鲱鱼等。它们个体小, 食用价值不高, 目前仍属尚未完全开发的渔业资源。贝类加工同样也是我国水产品加工的薄弱环节。此外, 海洋植物中也有可提取的蛋白质。许多科学家认为, 海藻含有大量蛋白质及各种酶类、维生素和矿物质。近年来又发现, 某些海洋蓝藻中含有丰富的 EPA 和

DHA, 它们是鱼油中 EPA 和 DHA 的主要来源, 可直接从海藻中提取 EPA 和 DHA。因此, 我国水产食品加工要充分利用我国丰富的水产资源, 发展精深加工, 以满足人们对水产食品日益增长的需求。

#### 5. 贝藻类加工技术的研究与应用

研究养殖贝类的生物危害检测技术, 贝类的净化、保鲜与保活技术, 贝类的活性物质提取技术, 开发新型贝类产品; 研究藻类危害物脱除与检测技术、活性物质提取技术, 开发海藻食品、海藻胶、海藻保健品、海藻化妆品; 建立贝类、藻类加工标准体系与全程质量控制体系。在辽宁、福建、山东、广东等贝类主要分布地区, 主要开发供应超市的保鲜牡蛎、冷冻牡蛎、裹面包屑的牡蛎产品; 浙江主要发展缢蛏精深加工; 江苏主要发展文蛤加工; 广东主要发展贻贝加工; 在辽宁、福建、山东等海带主要分布地区, 重点开发海带食品、海带调味品、海带保健食品、海带化工产品; 江苏、浙江开展紫菜开发, 重点发展紫菜食品、紫菜保健品和海藻化工产品; 广东开展江蓠、马尾藻、紫菜、麒麟菜和螺旋藻等研发, 优先发展藻类即食食品、藻类保健品、藻类药物; 海南应重点发展海洋蔬菜、藻类食品、琼脂胶、卡拉胶和海藻胶加工产品。

#### 6. 海洋功能食品与海洋药物的开发

海洋生物资源的开发利用研究应依托现有的优势, 深入开展甲壳类、海藻类、鱼油类、贝类、低值鱼类的开发利用。

在海洋功能食品的研究开发方面, 一是对鱼油、贝类、海藻、低值鱼、海洋微生物等资源开展精细加工和综合利用。鱼油经精制、浓缩, 或粉末化, 可开发富含不饱和脂肪酸的鱼油系列保健食品, 贝类特别是牡蛎, 可分别以牛磺酸和活性离子钙的开发应用形成两个系列功能食品; 海藻开发研究可以间接加工为主, 即从海藻中提取有效成分, 或以海藻的简单加工品作为添加剂制成食品, 形成海藻保健、海藻疗效和海藻仿生食品系列; 低值鱼包括上层鱼和小杂鱼, 这类鱼由于生长期短或脂肪含量高, 容易腐烂而不宜食用, 常用作饲料或肥料。低值鱼的开发可突出鱼蛋白的提取和应用研究, 以开发生产浓缩鱼蛋白为重点, 并形成应用浓缩鱼蛋白的系列产品; 海洋微生物的开发可突出海水光合细菌作为食品添加剂的系列食品。二是选择以碘、钙、锌、硒、海藻多糖、牛磺酸和浓缩鱼蛋白为核心的系列功能食品为目标的产品进行开发研究。以海带为原料, 富集并提取生物有机碘; 开发有机碘盐、碘酱油、碘味精、碘饮料或含碘口服液等产品; 以贝壳和鱼骨为原料, 提取高纯度的有机活性钙, 开发以儿童和中老年为对象的补钙食品; 开发以含锌和牛磺酸为主的益智健脑儿童营养食品; 开发以提高人体免疫功能的海藻多糖疗效食品; 开发以增加人体对蛋白质利用率的浓缩鱼蛋白功能食品。

在海洋药物的研究开发方面, 一是选择以甲壳类、海藻类、鱼贝类、海地瓜等海洋生物资源为对象, 开展海洋药用生物的应用基础研究。甲壳类可重点开发甲壳素及其衍生物在药物制剂中的应用研究; 海藻类可突出药用活性成分和新药的研究开发, 如海藻多糖(海藻胶)、甘露醇的开发应用研究; 对鱼油、贝类进行系列深度开发, 进行不饱和脂肪酸的提取应用研究; 海地瓜进行突出营养成分的开发应用研究。在上述应用基础研究的同时, 选择作用于心血管与血液系统, 以及抗肿瘤药物或活性成分为研究开发的重点。二是集中开展海洋中成药的研究开发。依据传统的中医中药经验开发海洋中成药, 是一条发展海洋药物产业投资少、见效快的有效途径。可选择资源丰富的甲壳类、贝类、龟蛇、海龙等海洋生物, 应用现代生物技术, 开发一批海洋中成药产品, 逐步形成海洋中成药的研究开发与加工制造的产业体系。三是选择性地开展海洋生物毒素提取和有毒生物利用的开发研究。可选择河豚毒素(TTX)或鲎试剂(TAL)的应用开展研究。

#### 7. 加工技术装备的现代化、节能化和国产化

目前,我国水产加工行业运行的设备装备表现出现代化程度低、能量消耗大、对进口设备依赖性强等问题。这些问题显然不利于加工企业的国际竞争,也不利于我国水产加工产业整体水平的提高和可持续发展,不利于节约型社会的建设。今后应着重解决加工设备装备的现代化、节能化和国产化。

参 考 文 献

[1] 沈月新等. 水产食品学. 北京: 农业出版社, 2001.

[2] 徐幸莲等. 食品原科学. 北京: 中国计量出版社, 2006.

[3] 涂逢俊等. 中国农业百科全书(水产业卷). 北京: 农业出版社, 1994.

[4] 陆健身. 中国生物资源. 上海: 科技教育出版社, 1997.

[5] 纪家笙等. 水产品工业手册. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.

[6] 冯德培等. 简明生物学词典. 上海: 上海辞书出版社, 1985.

[7] 赵洪根等. 水产品检验. 天津: 天津科学技术出版社, 1987.

[8] 上海鱼品加工厂. 鱼品加工工艺. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.

[9] 云龙. “十一·五”期间我国畜产品水产品加工业发展重点. 热点聚焦, 2007, (2): 1-4.

[10] 李东风. 海洋药物及海洋功能食品的研究现状和开发思路. 东海海洋, 1999, 17 (2): 69-73.

[11] 齐凤生, 程秀荣, 张海莲. 海洋功能食品的开发与利用. 水利渔业, 2002, 22 (5): 28-30.

[12] 卞俊. 国内外海洋药物研究进展和展望. 海军医学杂志, 2007, 28 (1): 84-87.



# 第一章 水产食品原料

## 第一节 水产食品原料的种类和特性

### 一、水产食品原料的种类

水产食品原料是指具有一定经济价值和可供利用的生活于海洋和内陆水域的生物种类。按其生物学特性，可分为动物性原料和植物性原料。动物性原料主要包括鱼类、软体动物、甲壳动物、棘皮动物、腔肠动物、爬行动物和哺乳动物；植物性原料主要是藻类，经济价值较高的常见藻类主要是褐藻门（如海带、裙带菜、巨藻、马尾藻等）和红藻门（如紫菜、江蓠、石花菜、麒麟菜等）。

#### （一）动物性原料

可作为水产食品原料的常见动物有脊椎动物门、软体动物门、节肢动物门、棘皮动物门及腔肠动物门的某些种类。

##### 1. 鱼类

鱼类是终生用鳃呼吸的水生脊椎动物。体多呈纺锤形，常覆有保护性的鳞片；终生生活于水中，以鳃呼吸，以鳍运动。我国产的鱼类近 2 900 种，其中海水鱼类约 2 100 种，淡水鱼类约 800 种。

最早的鱼类分类方法是穆勒（J. Muller, 1844）分类系统，他把鱼类作为脊椎动物门的一个纲；这和动物学的分类一致。根据拉斯和林德贝尔格（1977）的分类系统，依鱼的形态结构，将鱼类分为软骨鱼纲和硬骨鱼纲。

（1）软骨鱼纲 软骨鱼纲的主要特征：内骨骼全为软骨；体被盾鳞或光滑无鳞；鳃孔 5~7 对，分别开口于体外；雄性的腹鳍里侧具一交配器，称为鳍脚，体内受精；尾为歪尾型；鼻孔腹位；卵生、卵胎生或胎生；肠短，内具螺旋瓣。

软骨鱼纲又分为板鳃亚纲和全头亚纲。板鳃亚纲鳃孔 5~7 对；背鳍如有硬棘，则固定不能竖垂；上颌不与头颅愈合；椎体分化，脊索分节地缢缩；腰带左半部与右半部愈合为一；具泄殖腔；雄性无腹前鳍脚及额上鳍脚。全头亚纲体延长，向后细小；头侧扁；口腹位，上颌与头颅合；吻短圆锥形，或延长尖突，或延长平扁似叶状；背鳍 2 个，第一背鳍具有强大硬棘，能自由竖垂；体光滑，有时幼体头及背上具盾鳞；卵大，圆筒形或椭圆形；雄性除具鳍脚外，尚具腹前鳍脚及额上鳍脚。板鳃亚纲的分布较广，印度洋、太平洋和大西洋，南半球自赤道至南纬 55°、北半球自赤道至北纬 80°以上均有分布。全头亚纲在世界上的种类较少，只有 30 多种，我国约有 5 种，如产于南海的长吻银鲛（*Rhinochimaeridae pacifica*）。

根据形态特征不同，板鳃亚纲又分为鲨形总目和鳐形总目。

1) 鲨形总目。鳃孔侧位，眼缘游离；胸鳍前缘游离，与体侧不愈合。眶前软骨不连于嗅囊；舌颌软骨具鳃条软骨；肩带的左半部和右半部在背面分离，也不连于脊柱。世界上约有 360 种，我国约有 100 种。六鳃鲨（*Hexanchidae sp.*）、虎鲨（*Heterodontus sp.*）、姥鲨（*Cetorhinus maximus*）、鲸鲨（*Rhincodon typus*）、灰星鲨（*Mustelus griseus*）、短吻角鲨（*Squarus brevirostris*）、日本锯鲨（*Pristiophorus japonicus*）和日本扁鲨（*Squatina japonica*）等属于鲨形总目的软骨鱼类。

2) 鳐形总目。鳃孔腹位，胸鳍前缘与头侧相连，无臀鳍；眶前软骨连于鼻囊，舌颌软骨无鳃条软骨；肩带的左半部和右半部在背面相连，或连于脊柱。世界上共有 430 多种，我国有 80 多种。常见的有尖齿锯鳐 (*Pristis cuspidatus*)，北方常见种类有孔鳐 (*Raja porosa*)、牛鼻鳐 (*Rhinoptera* sp.)、蝠鳐 (*Mobulidae* sp.) 等。

(2) 硬骨鱼纲 硬骨鱼纲的主要特征：内骨骼为硬骨性，体被硬鳞或骨鳞，有些被以骨板或裸露无鳞；有膜骨性鳃盖，每侧具一外鳃孔，鳃间隔退化；鳔通常存在，大多数肠内无螺旋瓣；无鼻口沟；无鳍脚；尾鳍多为正型尾；卵小而数多。硬骨鱼纲包括肉鳍亚纲和辐鳍亚纲。

1) 肉鳍亚纲。偶鳍呈原鳍型，基部为一多节的中轴骨所支持，外被鳞片，呈肉叶状（少数呈鞭状）。泄殖腔位于腹鳍基部中间。具内鼻孔，又称内鼻孔亚纲。颌为自接型。肠具螺旋瓣。心脏动脉圆锥具数列瓣膜。本亚纲鱼类主要是化石，与加工业关系不大。

2) 辐鳍亚纲。偶鳍不呈原鳍型，基部无肉叶。肛门与泄殖孔不位于腹鳍基部。无内鼻孔。体被硬鳞或骨鳞，或裸露无鳞。辐鳍亚纲又称真口鱼纲。产于我国的有 8 个总目，26 个目。以下为与加工业关系密切或有一定经济价值的辐鳍亚纲一些目的种类。

① 鲟形目。我国产 2 科，鲟科和白鲟科。

鲟科、鳇属：我国只产鳇 (*Huso dauricus*) 一种，鲟科，鳇属；主要分布于黑龙江，体长可达 5 米以上，体重达 1 000 余千克。

鲟科、鲟属：我国产三种鲟，东北鲟 (*Acipenser schrencki*) 产于黑龙江、松花江、牡丹江、嫩江、乌苏里江及兴凯湖等水体；长江鲟 (*A. dabryanus*) 为淡水定居型鱼类，分布于长江中上游和干支流下游及近江的大型湖泊；中华鲟 (*A. sinensis*) 为江海洄游鱼类，分布于近海沿岸及长江干流。

白鲟科：我国只产白鲟 (*Psephurus gladius*) 一种，分布于长江及钱塘江，是我国特有的大型珍贵鱼类。

② 鲱形目。包括许多世界性分布的海洋鱼类，在世界渔业中占有重要的地位，主要有鲱科和鲱科。

鲱科包括世界渔业中著名的鲱类和沙丁鱼类，居世界鱼产量的首位（约 22%），主要产于北大西洋和太平洋北部的高纬度海区。

鲱属：本属产量巨大，居世界渔业生产中的首位。大西洋鲱 (*Clupea harengus*) 广泛分布于大西洋北部沿岸；太平洋鲱 (*C. pallasii*) 分布于西北太平洋至东北太平洋阿拉斯加沿岸。沙丁鱼是北太平洋特别重要的中上层小型鱼类，Brisling (*C. sprattus*) 和 Sild (*C. harengus*) 是挪威捕捞和加工沙丁鱼的两个主要种类。Brisling 规格较小，一般体长 9~12cm，肌肉较嫩而软，通常加工成橄榄油沙丁鱼罐头；Sild 规格略大些，一般体长 10~17cm，肌肉质地较硬，通常加工成番茄汁或芥末酱沙丁鱼罐头。我国产的太平洋鲱主要分布于黄海中部，为一个独立的地理族——黄海种群，产量较大，为重要的经济鱼类。

鲱属：我国现有 3 种，以鲱 (*Macrura reevesi*) 较为重要。为溯河性鱼类，平时生活在海洋，4~6 月上溯珠江、闽江、钱塘江和长江等河流产卵。分布较广，北起黄海，南到北部湾均产。为我国名贵鱼类，用鲱做成的清蒸鲱鱼是江南特别名贵的菜肴。

鳊属：我国常见的有鳊 (*Ilisha elongata*)，我国沿海均产，为海产经济鱼类之一。味鲜美，鲜销或加工成咸干品销售，如广东的曹白鱼和浙江的糟鲞均由鳊鱼加工而成，颇负盛名。

鳊科主要有鳊属和鳊属。

鳊属：我国有 4 种，短颌鳊 (*Coilia brachygnathus*) 为淡水生活的经济鱼类，分布于长江中下游的干支流和湖泊中；凤鳊 (*C. mystus*) 为河口性洄游鱼类，我国的东海、黄海

和渤海均有分布,以长江口的产量最大;刀鲚(*C. ectenes*)是栖息于浅海河口的洄游性鱼类,分布于我国的东海、黄海和渤海及其相通的河流和湖泊。七丝鲚(*C. grayi*),福建闽江、九龙江,广东韩江、珠江等河流的河口全年均有鱼汛。

鳀属:我国仅鳀鱼(*Engraulis japonicus*)一种,分布于东海、黄海和渤海,是一种小型的浅海中上层鱼类,常集成大群,栖息于水色澄清的海区。

③ 鲑形目。包括在世界渔业占有重要地位的鲑鳟鱼类,主要有鲑科、香鱼科、胡瓜鱼科和银鱼科。

鲑科为北半球定居性和溯河洄游性鱼类,是重要的世界经济鱼类之一。我国的黑龙江、图们江和乌苏里江均有分布。

大麻哈鱼属:我国有3种,大麻哈鱼(*Oncorhynchus keta*)为溯河洄游性鱼类,因繁殖习性不同,分夏、秋二型,进入我国的属秋型,又称秋鲑。每年秋季由太平洋上溯到黑龙江、图们江(少量)和乌苏里江产卵。在溯河期间完全停止摄食,体色由原来的银灰色变为暗灰色,雄鱼体侧出现红棕色斑点,两颌变成钩状。大麻哈鱼的回归性很强,可进行人工放流。马苏大麻哈鱼(*O. masu*)4~5月溯河进入图们江,8~9月继续上溯进入图们江支流琿春河的上游产卵。孵化后的幼鱼在淡水生活1年(少数2年)后,群体开始分离成降海型(回到海洋)和陆封型(留在淡水)。降海的鱼群体中雌性比例较大;陆封型群体中雄性比例较大,常年栖息在图们江上游及其支流。当降海型成熟群体沿河流上溯时,陆封型的雄鱼就加入该群体,进行自然繁殖。驼背大麻哈鱼(*O. gorbuscha*)主要产于黑龙江流域,图们江有少量分布。

大麻哈鱼属的鱼类也是美国、俄罗斯、加拿大等北太平洋沿岸国家的重要渔业资源。在北太平洋水域中,除我国产的3种外,还有红大麻哈鱼(*O. nerka*)、王大麻哈鱼(*O. tshawytscha*)和银大麻哈鱼(*O. kisutch*)。在这些国家,大部分大麻哈鱼、驼背大麻哈鱼、红大麻哈鱼被加工成罐头,而王大麻哈鱼、银大麻哈鱼很少罐藏,一般制成深加工制品在本国销售或出口到欧洲国家。

鲑属:我国有河鲑(*Salmo trutta*),产于西藏南部。另外,1959年由朝鲜引进的原产于北美洲西部的虹鲑(*S. gairdner*),现已广泛在有冷水资源的如黑龙江、吉林、辽宁、山西、甘肃等地区进行人工养殖。虹鲑具有肉味鲜美、肉质细嫩、蛋白质含量高等特点,为名贵种类。

香鱼科只有香鱼(*Plecoglossus altivelis*)一种,栖息于水质清新而具砾石处,秋季在河中产卵繁殖,故有的地区称之为“秋生”。幼鱼在近海沿岸育肥越冬。至翌年春季溯河而上。香鱼是亚洲太平洋沿岸的特产鱼类,我国从辽宁至台湾、福建沿海直至广西东兴北仑河均有分布。

胡瓜鱼科为一群小型鱼类,因其肉质细嫩且具有黄瓜的清香味,故名胡瓜鱼。我国有2属。

胡瓜鱼属:我国只有胡瓜鱼(*Osmerus dentex*)一种,为洄游性鱼类,分布于图们江。

公鱼属:我国有2种,日本公鱼(*Hypomesus japonicus*)平时生活于海中,成熟时溯河生殖;池沼公鱼(*H. olidus*)为生活于河口或淡水中的小型鱼类,我国分布于黑龙江、鸭绿江、图们江以及大连地区的水库。公鱼肉味鲜美,在日本比较受欢迎。曾有过一些公鱼的产品出口到日本,但量不大。

银鱼科为生活于淡水、咸淡水或海水中的小型鱼类。

大银鱼属:我国只产大银鱼(*Prolosalanx hyalocranius*),分布于东海、黄海、渤海的近海及河口处。

新银鱼属:本属有乔氏新银鱼(*Neosalanx jordani*)、安氏新银鱼(*N. andersoni*)和

太湖新银鱼 (*N. taihuensis*)。其中,后一种较为重要,分布于长江中下游及附属湖泊,以太湖产量为最多。

④ 鳗鲡目。本目重要种类为鳗鲡科的鳗鲡 (*Anguilla japonica*),主要分布于中国、日本、朝鲜等水域。鳗鲡为典型的降河洄游性鱼类。成鱼生活在淡水中,性成熟后于秋季降河,向深海作产卵洄游。近年来,鳗鲡已成为我国优良的养殖种类,其肉质鲜嫩,蛋白质含量高,是很好的滋补品。

⑤ 鲤形目。本目均为淡水鱼类,我国重要的养殖种类都属于本目的鲤科鱼类。主要种类有青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼 (*Ctenpharyngodon idellus*)、鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙 (*Aristichthys noblilis*)、鲤 (*Cyprinus caprio*)、鲫 (*Carassius auratus*)、鳊 (*Parabramis pekinensis*)、鲂 (*Megalobrama terminalis*)、鲮 (*Cirrhinus molitorella*)等。

⑥ 鲇形目。本目是一群分布很广的淡水鱼类。多数种类体无鳞,肌肉中无肌间刺,肌肉细嫩,味道鲜美。主要种类有鲇 (*Silurus asotus*),除青藏高原和新疆外,全国各地都产;怀头鲇 (*S. soldatovio*)主要分布于黑龙江、松花江、嫩江、乌苏里江等水域;大口鲇 (*S. meridionlis*)主要分布于长江、瓯江、灵江、闽江及珠江水域。鲇类的天然产量很大,是很有经济价值的鱼类。

⑦ 鲑形目。鲑形目鱼类主要分布于南、北半球海域,产量约19%。我国产鲑 (*Gadus macrocephalus*),分布于东海北部、黄海、渤海,以黄海中北部产量较多;江鲑 (*Lota lota*)主要分布于东北河流及新疆的额尔齐斯河。世界渔业资源中最重要的鲑类是狭鲑(英文名 Pollock) (*Theragra chalcogramma*)和真鲑(英文名 Cod),包括大西洋鲑 (*Gadus morhar*)和太平洋鲑 (*G. macrocephalus*)。狭鲑广泛分布于北太平洋的东西部及北部,鄂霍次克海、白令海的全部大陆架、堪察加半岛周围海域、阿拉斯加至加利福尼亚中部的大陆架及日本周围海域。真鲑产量较大的是大西洋鲑,主要分布区域是北大西洋两侧,美国的比斯坎湾,冰岛周围海域,直到格陵兰岛南端都有分布。狭鲑是鱼糜生产的重要原料,其鱼片制品在美国及欧洲等地的消费量也很大。近年来,由于养虾业大滑坡,绝大多数水产加工厂转为生产冻鲑鱼片销往美国及欧洲市场。各种鲑鱼产品已成为重要的创汇品种。但由于出口量逐年增加,加上内地对鲑鱼的需求量也很大,每年从俄罗斯进口大量的狭鲑。由于过度捕捞,资源得不到恢复,导致狭鲑的规格越来越小,产量逐年下降,进口的价格也逐年上涨。大西洋鲑主要加工成冻品、干品、腌制品,也可罐藏,其副产品可加工成鱼粉,如著名的美国和日本白鱼粉。

⑧ 鲈形目。本目是鱼类中最大的一目,种类很多,主要为海产,其中许多种类具有重要的经济价值。

鲈科:鳊 (*iniperca chuatsi*)为淡水鱼类,广泛分布于我国南北各江河、湖泊。鳊肉味鲜美,是名贵食用鱼之一。

石首鱼科:大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*)曾经为我国四大海产经济鱼类之一。鱼鳔可制成名贵的“鱼肚”(鱼胶)。分布于我国南海、东海及黄海南部;小黄鱼 (*P. polyactis*)也曾是我国四大海产经济鱼类之一,主要分布于黄渤海和东海。

鲷科:真鲷 (*Chrysophrys major*),我国沿海均有分布,为一种名贵食用鱼;也是日本海水养殖的主要种类之一。

丽鱼科:罗非鱼 (*Tilapia sp.*)为热带鱼类,分布于南美、中美、非洲、西南亚和印度,海水和淡水中均能生活。我国1956年从国外引进。在南方的广大地区及北方有温水资源(如热电厂的冷却水)的地区进行人工养殖。可加工成冻鱼片销往加拿大、美国等国家。

带鱼科:带鱼 (*Trichiurus haumela*)为我国四大海产经济鱼类之一,沿海均有分布,



是我国首要的经济鱼类。

鲭科：鲐 (*Pneumatophorus japonicus*)、蓝点马鲛 (*Scomberomorus niphonius*)，为上层可作远距离洄游的鱼类，是我国重要的经济鱼类。还有金枪鱼 (*Thunnus* sp.)，多为大洋洄游性鱼类，我国约有 10 种，主要分布在台湾省东部及南海诸岛海域。

鲱科：银鲱 (*Stromateoides argenteus*)，分布于我国沿海，为名贵的经济鱼类。

#### ⑨ 鲽形目

鲆科：牙鲆 (*Petalichthys ollivaceus*)，沿海均产，黄海、渤海产量较大，是重要的经济鱼类。冰鲜牙鲆可出口日本，价格很高。

鲽科：黄盖鲽 (*Limanda yokohamae*)，黄海、渤海、东海均产，以黄、渤海产量较高。黄鳍鲽 (*L. aspera*)，主要分布于北太平洋的阿拉斯加海域。从 1994 年开始，我国一些地区，如辽宁、山东沿海的水产加工厂大量进口黄鳍鲽，加工成鱼片，出口到美国、加拿大等国家。

⑩ 鲑形目。鲑科中东方鲑属最常见，通称为河鲑。主要的 6 种为虫纹东方鲑 (*Fugu-vermicularis*)、弓斑东方鲑 (*F. ocellatus*)、暗色东方鲑 (*F. obscurus*)、条纹东方鲑 (*F. xanthopterus*)、红鳍东方鲑 (*F. rubripes*)、假睛东方鲑 (*F. pseudommus*)，除红鳍东方鲑和假睛东方鲑只分布于黄渤海和东海外，其余 4 种各沿海均产。各种河鲑的原料及加工制品，是出口日本的重要水产品。河鲑的肉味鲜美，但肝脏、生殖腺等内脏器官及血液、皮肤均含有河鲑毒素，如处理不当，食后引起中毒，严重者可致死。人工提取的河鲑毒素，是重要的药用原料，价格十分昂贵。

### 2. 软体动物

软体动物的外形变化很大，结构也很复杂。其主要特征为：左右对称（腹足纲由于发育过程中发生扭转而左右不对称），不分节。身体柔软，由头、足及内脏团三部分组成。背侧皮肤褶皱向下延伸成为外套膜，并由它分泌出石灰质贝壳，覆盖于体外。头位于身体的前端，具摄食及感觉器官。足位于头后，是身体腹面肌肉质的行动器官。原始的足部可能是扁平而适于爬行，由于生活方式的不同以及对环境条件的适应而表现出不同的形状，或为块状（腹足纲，鲍、红螺等），或为斧状（瓣鳃纲，文蛤、扇贝、江珧等），或为柱状（桡足纲，角贝），甚至围在口周围纵裂而成多个腕状（乌贼）；也有的以壳粘附于它物而生，足完全退化（牡蛎）。外套膜常覆盖在内脏团的背面或侧面，包裹整个内脏团及鳃，有时还把足包在其内。外套膜通常由三层组成。外层和内层都是表皮细胞层，外套膜收缩时能压迫水流从漏斗喷出，推动身体作反方向运动。

软体动物是动物界第二大门，种类仅次于节肢动物。现存种类约 65 000 种。软体动物可分为双神经纲、腹足纲、桡足纲、瓣鳃纲和头足纲，其中经济价值较高的有瓣鳃纲、腹足纲和头足纲中的一些种类。

(1) 瓣鳃纲 瓣鳃纲动物的主要特征是身体侧扁；左右对称；具有从两侧合包身体的两个外套膜，并由它分泌出两片瓣状贝壳；头部退化；感觉器官不发达；外套膜内有瓣状鳃，故称之为瓣鳃类。它们的足位于躯体腹面，肉质发达而成斧状。在内脏团的前后各有一束闭壳肌，连于两壳之间，收缩时，可把两壳闭合；松弛时，两壳可借背方韧带的弹力而把两壳张开。在前、后闭壳肌附近还各有一束缩足肌，司足的收缩；一束伸足肌，位于前端，可把足伸长。两贝壳在壳背互相以韧带相连接，腹缘分离，壳的背方稍隆起，成为壳顶，壳的表面有许多以壳顶为中心的同心圆线，称之为生长线。

瓣鳃纲动物的种类很多，有 15 000 多种，大多数分布于海洋。如三角帆蚌、青蛤、文蛤、贻贝、蚶、扇贝、缢蛏、珍珠贝、牡蛎等，都有很高的营养价值，是捕捞、养殖和加工的重要种类。