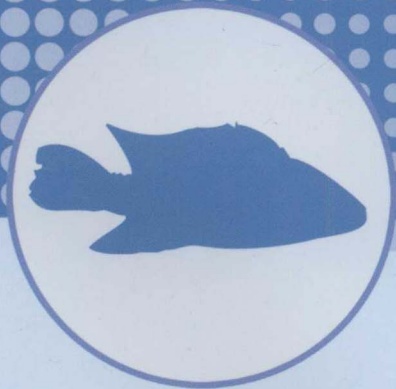





普通高等教育农业部“十二五”规划教材

水产品 加工工艺学

朱蓓薇 曾名湧 主编



 中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材

水产品加工工艺学

朱蓅薇 曾名湧 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水产品加工工艺学/朱蓓薇, 曾名湧主编. —北京
: 中国农业出版社, 2010. 11

普通高等教育农业部“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 109 - 15112 - 3

I. ①水… II. ①朱…②曾… III. ①水产品—食品
加工—高等学校—教材 IV. ①TS254.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 208174 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

策划编辑 王芳芳

文字编辑 郑 君

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.5

字数: 412 千字

定价: 28.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 朱蓓薇 (大连工业大学)

曾名湧 (中国海洋大学)

编 者 (按姓名笔画排序)

王宏海 (浙江工商大学)

李冬梅 (大连工业大学)

吴海涛 (大连工业大学)

吴燕燕 (中国水产科学研究院南海水产研究所)

辛丘岩 (大连工业大学)

董秀萍 (大连工业大学)

戴志远 (浙江工商大学)

前 言

中国是世界最大的水产品出产国，2009年全国水产品总产量达到5 040万 t左右。水产品种类繁多，包括鱼类、贝类、虾类、蟹类、头足类、棘皮类及藻类等，是重要的食用资源。与陆生生物相比，水产食品具有蛋白质含量高、脂肪含量低及矿物质含量丰富等特点。同时，一些海洋生物中还含有陆生生物不具备的生理活性物质，是开发功能食品的良好资源。

随着我国水产品产量的逐年递增，水产品加工业已成为整个渔业发展的桥梁，是加快现代渔业发展的重要内容。目前，全国水产品加工优势区域已基本形成，具有地方特色的品种区域正在逐步形成。随着水产品加工技术的提高，除了冷冻水产品、干制水产品、腌制水产品、烟熏水产品、鱼糜、罐藏水产品、调味料、海藻等传统水产制品加工业外，海珍品及海洋功能食品业也成为推动水产品生产持续发展的重要动力。

近年来，我国水产品加工技术水平有了长足的发展，但加工比例远低于发达国家。国内水产加工业发展空间仍较大，水产品加工业处于行业成长期。为此，作为长期从事水产品加工教学和生产的科技工作者，作者参阅近年来国内外相关文献和技术资料，编写了《水产品加工工艺学》这本教材，以满足教学、科研和生产的需要。本教材主要分为水产品加工原料、水产品加工原理、水产品加工工艺及水产品的安全性四篇。水产品加工原料全面地介绍了各类典型的水产品，并结合水产化学方面的知识，归纳水产品加工原料的特点、化学组成及其在加工和贮藏过程中的变化。水产品加工原理着重阐述两种重要的水产加工原理，即冷冻和干制。水产品加工工艺较为系统地介绍了水产品加工中所应用的各种工艺，包括低温贮藏工艺、干制工艺、腌制工艺、烟熏工艺、鱼糜制品加工工艺、罐藏工艺、调味料加工工艺、海藻加工工艺，并介绍了几种海珍品及海洋功能食品的加工工艺，例举了各类加工工艺的实际应用案例。同时，总结了水产品的安全性知识，力求保证本教材的科学性和实用性，使之更适宜于教学需要。

全书共分四篇十九章，第一篇由朱蓓薇和吴海涛编写，第二篇由曾名湧编写，第三篇由朱蓓薇、曾名湧编写第七、八章；由朱蓓薇、吴海涛、董秀萍和李冬梅编写第九、十二、十四、十五、十六章；由戴志远和王宏海编写第十、十一、十三章，第四篇由吴燕燕和辛丘岩编写。全书由朱蓓薇和曾名湧负责统稿。

本教材适用于高等院校食品科学与工程专业作教材或教学参考书，也可作为从事水产品加工的科技人员及相关研究人员的参考书。

水产品加工工艺所涉及的内容和领域广泛，限于编者水平，本书内容中难免存在疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2010.8

目 录

前言

第一篇 水产品加工原料

第一章 水产品加工原料的特性	1
一、多样性	1
二、营养性和功能性	6
三、易腐性	8
第二章 主要的水产品加工原料	8
第一节 鱼类	8
一、海洋鱼类	9
二、淡水鱼类	13
第二节 贝类	15
第三节 虾类	18
第四节 蟹类	21
第五节 头足类	22
一、乌贼类	22
二、柔鱼类	23
第六节 棘皮类	23
第七节 藻类	24
第三章 水产品加工原料的化学组成	27
第一节 蛋白质	27
一、鱼贝类肌肉蛋白质	27
二、海藻蛋白质	32
第二节 碳水化合物	33
一、植物多糖	33
二、动物多糖	39
第三节 脂类	42
一、脂质成分的分类	42
二、脂质的组成及分布	42
第四节 色香味成分	44

一、色素	44
二、气味	49
三、呈味物质	50
第五节 其他成分	52
第四章 水产品原料在加工贮藏中的变化	53
第一节 鱼类死后的变化	53
一、僵硬阶段	53
二、解僵和自溶阶段	55
三、腐败阶段	56
第二节 鱼类在加工贮藏中的物理变化	57
一、冷冻时的物理变化	57
二、加热时的物理变化	58
三、盐渍时的物理变化	58
第三节 加工贮藏中营养成分的变化	59
一、蛋白质的变性	59
二、脂质的劣化	64
第四节 加工贮藏中色香味的变化	66
一、色泽变化	66
二、气味变化	69

第二篇 水产品加工原理

第五章 水产品冷冻保藏原理	71
第一节 低温对水产品的影响	71
一、低温对变质反应的抑制作用	71
二、冻结状态下水产品的变化	73
第二节 水产品的冻结	75
一、冻结点与冻结率	75
二、冻结曲线与最大冰晶生成带	76
三、冻结速率	76
四、冻结时间	77
五、水产冷冻食品的 T. T. T	79
第六章 水产品干制加工原理	81
第一节 水分活度与水产品质量	81
一、水分活度	81
二、水分吸附等温线	81
三、水分活度与水产品变质的关系	82

第二节 水产品的干制过程	84
一、干制过程规律	84
二、干燥时间	85
三、影响干燥过程的主要因素	87
第三节 干制水产品的特性	88
一、干燥比	88
二、复水性和复原性	88
三、干制品在贮藏过程中的品质变化	89
第三篇 水产品加工工艺	
第七章 冷冻水产品加工工艺	91
第一节 水产品的低温保藏技术	91
一、冷却保鲜	91
二、微冻保鲜	94
三、冷冻保鲜	95
四、气调包装贮藏	95
五、冷藏链	97
第二节 基本加工工艺	97
一、冻结前处理	98
二、冻结	99
三、冻结后处理	102
第三节 加工实例	103
一、冷冻鱼类制品	103
二、冷冻贝类制品	105
三、冷冻虾、蟹类制品	108
四、冷冻头足类制品	111
第八章 干制水产品加工工艺	113
第一节 干制水产品的种类	113
一、淡干品	113
二、盐干品	113
三、煮干品	113
四、调味干制品	114
五、半干半潮制品	114
第二节 水产品干制方法及设备	114
一、空气干燥	114
二、真空干燥	115
三、辐射干燥	115

第三节 加工实例	117
一、淡干品	117
二、盐干品	118
三、煮干品	119
四、调味水产干制品	120
第九章 腌制水产品加工工艺	122
第一节 腌制加工的原理	122
一、盐渍保藏的原理	123
二、影响盐渍的因素	123
第二节 腌制水产品加工方法	125
一、腌制加工的方法	125
二、提高水产腌制品品质的措施	126
第三节 加工实例	126
一、咸鱼制品	126
二、发酵腌制品	127
三、海蜇制品	130
四、鱼卵腌制品	130
第十章 烟熏水产品加工工艺	131
第一节 烟熏加工的原理	131
一、熏材	131
二、熏烟产生	131
三、熏烟的成分及作用	131
四、烟熏加工的目的	133
第二节 烟熏水产品加工方法与设备	134
一、烟熏水产品加工方法	135
二、烟熏水产品加工设备	138
第二节 加工实例	142
一、冷熏制品	142
二、温熏制品	144
第十一章 鱼糜制品加工工艺	146
第一节 加工基本原理	146
一、鱼糜制品的凝胶化	147
二、影响鱼糜制品弹性的因素	150
第二节 基本加工工艺	152
一、冷冻鱼糜的制备	153
二、冷冻鱼糜的加工	157

第三节 加工实例	158
一、鱼丸	158
二、鱼肉香肠	160
三、模拟蟹肉	160
四、模拟虾仁	161
第十二章 水产品罐头加工工艺	162
第一节 基本加工工艺	162
一、水产罐头的基本加工工艺	162
二、水产软罐头的基本加工工艺	169
第二节 加工实例	171
一、清蒸类罐头	171
二、调味类罐头	173
三、油浸类鱼罐头	175
四、鱼类软罐头	176
五、贝类和甲鱼软罐头	178
第三节 水产罐头常见质量问题分析	179
一、水产罐头在生产和贮藏过程中的变化	179
二、水产罐头常见质量问题及防止措施	180
三、水产类罐头鉴别方法	184
第十三章 水产调味料加工工艺	185
第一节 我国水产调味料加工的基本情况	185
一、分类	185
二、风味与营养	186
第二节 加工实例	187
一、鱼露	187
二、蚝油	190
三、虾类调味料	191
四、利用海洋动物水解蛋白生产新型调味品	195
第十四章 海藻加工工艺	196
第一节 海藻食品的加工工艺	196
一、海藻干制品	197
二、海藻盐渍品	199
三、调味海藻制品	200
四、海藻调味料	201
五、海藻饮品	201
第二节 海藻多糖的加工工艺	202

一、琼胶	202
二、卡拉胶	204
三、褐藻胶	205
第十五章 海珍品加工工艺	209
一、干制海珍品	209
二、腌制海珍品	211
三、其他海珍制品	213
第十六章 海洋功能食品加工工艺	214
一、鱼油类功能食品	214
二、鱼蛋白类功能食品	223
三、甲壳素类功能食品	225
四、扇贝下脚料类功能食品	229
五、螺旋藻类功能食品	231
六、海藻膳食纤维	234
第四篇 水产品的安全性	
第十七章 水产品的生物性危害	237
第一节 致病细菌的污染及危害	238
一、肉毒梭状芽孢杆菌	238
二、弧菌属	239
三、气单胞菌属	241
四、类志贺邻单胞菌	242
五、李斯特氏菌属	242
六、沙门氏菌	243
七、志贺氏菌属	244
八、大肠埃希氏菌	245
九、金黄色葡萄球菌	246
第二节 病毒的污染及危害	246
一、甲型肝炎病毒	247
二、诺沃克病毒	247
第三节 寄生虫的污染及危害	247
一、线虫	248
二、绦虫	248
三、吸虫	249
第十八章 水产品的化学性危害	249
第一节 天然的化学物质污染及危害	250

一、贝类毒素	250
二、鱼类毒素	251
第二节 人为添加的化学物质污染及危害	253
一、水产药物残留	253
二、食品添加剂	253
三、禁用食品添加剂	254
第三节 环境中的化学物质污染及危害	255
一、有机化学物质	257
二、无机化学物质	258
第十九章 水产品的物理性危害	260
一、异物性污染及危害	260
二、放射性污染及危害	261
主要参考文献	262

第一篇 水产品加工原料

我国海域地处热带、亚热带和温带三个气候带，水产品种类繁多。由于水产生物与陆地生物生活环境极为不同，赋予了水产品特殊的营养成分，为水产食品的开发提供了前提条件。然而，水产品种类的多样性、生产活动的季节性以及原料的易腐性等因素又给水产品加工提出了更高的要求。

水产品加工是利用物理、化学、微生物学或机械等方法保藏和加工水产品的过程。水产品加工主要包括保鲜、食品加工和非食品加工三个方面。保鲜的目的在于防止水产品在生产、加工及流通过程中腐败变质，保持其良好的鲜度；食品加工是水产品加工的主要目的，即利用先进的设备与技术，将有经济价值的水产动植物原料加工成适合消费者食用的成品与半成品的过程。非食品加工是指利用各种食用价值和商品价值低的水产品、水产品加工废弃物或水产动植物的某些组织和营养成分为原料进行的加工过程，主要产品为饲料、医药和化工产品，例如鱼粉、鱼肝油、水产皮革以及工艺品等。

第一章 水产品加工原料的特性

水产品加工原料主要是指具有一定经济价值和一些可供利用的、生活于海洋和内陆水域的生物种类。水产品加工原料的范围极为广泛，按其生物学特征可分为动物性原料和植物性原料。动物性原料主要以鱼类为主，还包括贝类、虾类、蟹类、头足类及棘皮类等；植物性原料主要为藻类。

一、多样性

水产品加工原料的多样性主要表现在种类繁多和成分的多变性两个方面。

(一) 种类繁多

与农畜产品原料相比，水产品加工原料种类繁多，分布在广阔的海洋和内陆水域，不仅包括动物，还包括植物，个体大小和具体形态千差万别。

鱼类是水产资源中数量最大的类群，我国海洋鱼类有1700余种，经济鱼类约300种；而内陆水域定居繁衍的鱼类，粗略估计770余种，其中不入海的纯淡水鱼709种，经济鱼类140余种。我国的沿海和近海海域中，底层和近底层类是最大的渔业资源类群，产量较高的鱼类有带鱼、马面鲀、大黄鱼、小黄鱼等；其次是小中上层鱼类，产量较高的有太平洋鲱、日本鲱、蓝圆鲈、鳙、银鲳、蓝点马鲛、竹筴鱼等。对于淡水渔业来说，由于我国大部分国土位于北温带，所以内陆水域中的鱼类以温水性种类为主，其中鲤科占中国淡水鱼的1/2，鲶科和鳅科合占1/4，其他各种淡水鱼占1/4，占比重较大的品种有鲢、鳙、青鱼、草鱼、鲤、鲫、鳊等，其中鲢、鳙、青鱼、草鱼是中国传统养殖鱼类，被称为“四大家鱼”。它们

具有生长快、适应性强等特点。

此外,我国还有藻类约2 000种,甲壳类近1 000种,头足类约90种。世界上藻类植物约有2 100属,近27 000种。经济藻类主要以大型海藻为主,人类已利用的有100多种,列入养殖的只有5属,包括海带、裙带菜、紫菜、江蓠和麒麟菜属。在甲壳动物中,目前已知的海产甲壳动物包括蟹类600余种、虾类360余种、磷虾类42种,其中具有经济价值并成为捕捞对象的有40余种,主要为对虾类、虾类和梭子蟹科,品种有中国对虾、中国毛虾、三疣梭子蟹等。除了海产甲壳动物品种,我国还有丰富的淡水虾资源,包括青虾、白虾、糠虾和米虾等。蟹类中的中华绒螯蟹在淡水渔业中占重要地位,是我国重要的出口水产品之一。头足类的软体动物为经济价值较高的种类,我国近海约有90种,捕捞对象主要是乌贼科、枪乌贼科及柔鱼科,包括曼氏无针乌贼、中国枪乌贼、太平洋褶柔鱼、金乌贼等。此外,我国还具有多种既可采收又能进行人工养殖的海产和淡水贝类,如牡蛎、扇贝、鲍鱼、蛭、蚶以及淡水贝类螺、蚌和蚬等,其中扇贝和鲍鱼是珍贵的海产品。

(二) 成分的多变性

与陆生生物比较,水产动物的生长、栖息和活动都有一定的规律性,特别是鱼贝类,其化学成分受种类、性别、季节、大小、洄游、产卵及栖息环境等不同而有很大差异。这些变动反映了鱼贝类的生理状态和营养状态,营养成分的不断蓄积对水产品的营养和风味有一定贡献,但营养成分的变化也对水产品的加工特性造成不利影响。

水产原料的一般成分主要由水分、蛋白质、脂肪、糖类、无机盐及维生素组成。不同种类水产品加工原料,其各个化学组成的比例各不相同,如表1-1和表1-2所示。

与农畜品原料比较,水产品加工原料的水分含量较高(60%~90%)。按水分的存在状态可分为自由水和结合水,两者的比例为4:1,自由水在干燥时易蒸发,在冷冻时易冻结;而结合水通常与蛋白质及碳水化合物的羧基、羟基、氨基等形成氢键而结合,难于被蒸发和冻结。大部分鱼贝类的蛋白质含量约为20%,可分为水溶性(肌浆)、盐溶性(肌原纤维)、碱溶性及水不溶性(肌基质)等蛋白组分。与畜肉相比,鱼肉蛋白的肌基质蛋白含量较低,而肌原纤维蛋白含量较高,因此,鱼肉往往比畜肉口感柔软。鱼贝类的总脂质的变化幅度比陆生动物的变化要大,并且脂质的含量与水分含量呈负相关性,水分含量高的鱼类脂质含量少。同时,部分水产品加工原料还含有一定的碳水化合物,包括糖原、二糖、单糖等。鱼贝类将糖原贮藏在肌肉或肝脏中,是能量的来源。由于贝类以糖原作为主要的能量贮藏,所以贝肉中的糖原含量比鱼肉高,例如蛤蜊2%~6.5%、蛭5%~9%、牡蛎4%~6%、扇贝高达7%,贝类的糖原含量也受季节性的影响。另外,藻类化学组成的基本特点是脂肪含量极低、碳水化合物和矿物质的含量相对较高。藻类的化学组成往往随着海藻的种类、生长环境、季节变化、个体大小和部位以及环境因素(如生长基质、温度、光照、盐度、海流、潮汐等条件)不同而有显著的变化。

表1-1 部分水产动物的一般成分

名称	可食部分/%	水分/%	蛋白质/%	脂肪/%	糖类/%	维生素A/(μ g/100g)	维生素E/(mg/100g)	硫胺素/(mg/100g)	核黄素/(mg/100g)	烟酸/(mg/100g)	K/(mg/100g)	Na/(mg/100g)	Ca/(mg/100g)	Mg/(mg/100g)	Fe/(mg/100g)
白姑鱼	67	71.5	19.1	8.2	0	—	1.49	0.02	0.08	3.3	382	152.7	23	28	0.3
鲰	80	72.5	21.2	3.1	2.2	19	0.71	0.03	0.04	2.1	370	74.2	35	50	0.8

(续)

名称	可食部分/%	水分/%	蛋白质/%	脂肪/%	糖类/%	维生素A/(μ g/100g)	维生素E/(mg/100g)	硫胺素/(mg/100g)	核黄素/(mg/100g)	烟酸/(mg/100g)	K/(mg/100g)	Na/(mg/100g)	Ca/(mg/100g)	Mg/(mg/100g)	Fe/(mg/100g)
大黄鱼	66	77.7	17.7	2.5	0.8	10	1.13	0.03	0.10	1.9	260	120.3	53	39	0.7
带鱼	76	73.3	17.7	4.9	3.1	29	0.82	0.02	0.06	2.8	280	150.1	28	43	1.2
黄姑鱼	63	74.0	18.4	7.0	0	—	1.09	0.04	0.09	3.6	282	101.9	94	29	0.9
鲤	54	76.7	17.6	4.1	0.5	25	1.27	0.03	0.09	2.7	334	53.7	50	33	1.0
小黄鱼	63	77.9	17.9	3.0	0.1	—	1.19	0.04	0.04	2.3	228	103.0	78	28	0.9
鳕	45	77.4	20.4	0.5	0.5	14	—	0.04	0.13	2.7	321	130.3	42	84	0.5
鳙	61	76.5	15.3	2.2	4.7	34	2.65	0.04	0.11	2.8	229	60.6	82	26	0.8
沙丁鱼	67	78.0	19.8	1.1	0	—	0.26	0.01	0.03	2.0	136	91.5	184	30	1.4
鲱	66	69.1	19.9	7.4	2.2	38	0.55	0.08	0.12	8.8	263	87.7	50	47	1.5
金线鱼	40	77.1	18.6	2.9	0	20	0.61	0.01	0.03	4.8	300	118.0	102	29	1.4
海鲫	60	64.3	17.0	13.7	3.6	—	1.06	0.02	0.02	4.3	133	15.8	69	30	1.9
鲍鱼	65	77.5	12.6	0.8	6.6	24	2.20	0.01	0.16	0.2	136	2011.7	266	59	22.6
蛤蜊	45	91.0	5.8	0.4	1.1	19	0.86	0.01	0.10	0.5	109	317.3	138	63	2.9
牡蛎	100	82.0	5.3	2.1	8.2	27	0.81	0.01	0.13	1.4	200	462.1	131	65	7.1
乌贼	97	80.4	17.4	1.6	0	35	10.54	0.01	0.04	2.0	201	126.8	11	21	0.3
章鱼	100	86.4	10.6	0.4	1.4	7	0.16	0.07	0.13	1.4	157	288.1	22	42	1.4
中国对虾	67	78.0	18.3	0.5	1.6	17	3.92	0.02	0.11	0.9	217	133.6	35	37	1.0
梭子蟹	49	77.5	15.9	3.1	0.9	121	4.56	0.03	0.30	1.9	208	481.4	280	65	2.5

表 1-2 几种常见藻类的化学组成 (干重)

单位: %

名称	粗蛋白质	粗脂质	碳水化合物	矿物质
海带	8.2	0.1	57.0	12.9
紫菜	24.5	0.9	31.0	30.3
裙带菜	11.3	0.3	37.8	18.9
羊栖菜	15.4	0.7	46.0	30.3
江蓠 (广东)	19.5	0.1	60.9	13.0
石花菜 (青岛)	19.9	0.5	56.6	16.2

1. 鱼贝类一般成分的季节变化 水产原料的捕捞具有一定的季节性, 目前关于水产品加工原料中主要营养成分的季节性变化的研究很多。鱼类的脂质 (或与此相关的水分) 随季节变化较大, 而贝类的糖原随季节的变化较大。引起这种变化的原因主要有两个方面: 一方面与年龄相关, 一些成分随着年龄的增长而变化; 另一方面是随着生殖周期的发生而变化。

鱼类肌肉脂质含量一般随年龄增长而增加。如图 1-1 和图 1-2 所示, 淡水鲢肌肉中甘油三酯 (TG)、游离脂肪酸 (FFA)、磷脂 (PL) 和一种未知成分 (UN) 的含量随季节的变化而变化, 其中 TG 的含量与鲢体重呈线性相关, 说明鲢肌肉组织中的脂肪随着鱼体体重的增加而逐渐蓄积 (图 1-3)。

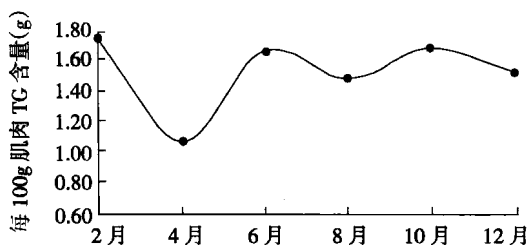


图 1-1 鲢肌肉中甘油三酯含量的季节性变化

(卫晓怡和陈舜胜, 2003)

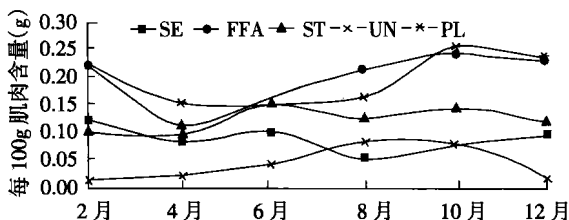


图 1-2 鲢肌肉中脂质含量的季节性变化

SE—固醇酯; FFA—游离脂肪酸; ST—胆固醇; PL—磷脂; UN—未知成分

(卫晓怡和陈舜胜, 2003)

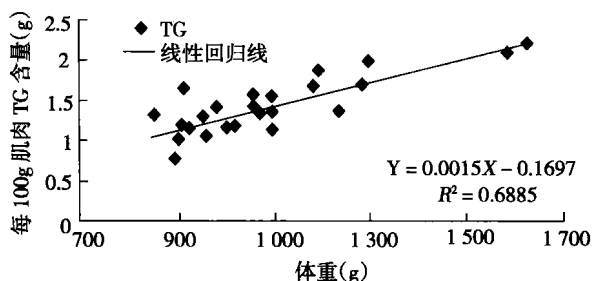


图 1-3 鲢肌肉中甘油三酯随体重的变化

(卫晓怡和陈舜胜, 2003)

对于贝类，以泥蚶为例，图 1-4 显示了泥蚶的蛋白质、脂肪、糖原和灰分含量的周年

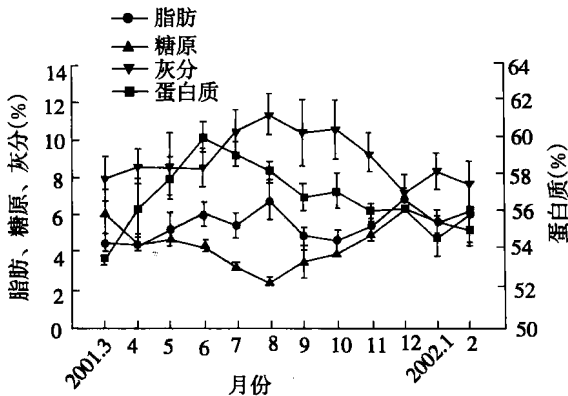


图 1-4 泥蚶的蛋白质、脂肪、糖原和灰分含量周年变化

(张永晋等, 2004)