



“十一五”高等学校通用教材（食品类）

食品工艺学

汪志君 韩永斌 姚晓玲 主编

SHIPIN
GONGYIXUE



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



“十一五”高等学校通用教材（食品类）

Shipin Gongyixue

食品工艺学

汪志君 韩永斌 姚晓玲 主编



中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品工艺学/汪志君, 韩永斌, 姚晓玲主编. —北京: 中国计量出版社, 2006. 11

“十一五”高等学校通用教材 (食品类)

ISBN 7-5026-2497-X

I. 食… II. ①汪…②韩…③姚… III. 食品工艺学 IV. TS201.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 133599 号

内 容 提 要

本书为食品安全与检测专业用教材, 从食品成分与加工特性着手, 在阐明食品常用加工、保藏原理与技术的基础上, 分章论述畜产品、水产品、农产品、园产品、调味品、软饮料与发酵酒的加工工艺流程、加工过程条件控制和加工制品的质量要求与评价方法。教材最后对食品工业废弃物的处理与利用专列一章, 以符合现代食品工业清洁生产的要求。本书也可作为食品工程、农产品加工与贮藏、营养学等相关专业的参考书, 还可供从事食品生产经营的技术人员作为培训教材或自学指导书。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号 (邮编 100013)

电 话 (010) 64275360

网 址 <http://www.zgjl.com.cn>

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 北京市迪鑫印刷厂印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 22.25

字 数 538 千字

版 次 2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

印 数 1—2 000

定 价 38.00 元

如有印装质量问题, 请与本社联系调换

版权所有 侵权必究

教材编委会

主任 陈宗道 刘国普

副主任 刘宝兰 汪志君 陆兆新 徐幸莲

委员 (按姓氏笔画排序)

邓少平 邓尚贵 王承明 王金华

艾志录 田呈瑞 李冬生 李建科

李保忠 肖作兵 吴 坤 励建荣

周才琼 周玉林 郑永华 孟岳成

段玉峰 姜发堂 胡秋辉 姚晓玲

徐 焱 高向阳 顾瑞霞 黄 文

屠 康 曾凡坤 韩永斌 董明盛

彭增起 蒋子箭 阚健全

策 划 刘宝兰 李保忠

— 本 书 编 委 会 —

主 编 汪志君

(扬州大学)

韩永斌

(南京农业大学)

姚晓玲

(湖北工业大学)

副主编 顾振新

(南京农业大学)

汪之和

(上海水产大学)

艾志录

(河南农业大学)

曾凡坤

(西南大学)

孟岳成

(浙江工商大学)

参 编 张宝善 (陕西师范大学)

杨 俊 (西华大学)

杨 明 (扬州大学)

夏艳秋 (淮海工学院)

张 剑 (河南农业大学)

王中凤 (合肥学院)

周 雁 (浙江工商大学)

汪 超 (湖北工业大学)

编写说明

近年来,随着食品科技的迅速发展和食品新产品的不断推出,人们不仅对各类食品的安全使用问题日益重视,而且对与食品安全相关的各类知识也进一步投入精力进行关注。另一方面,为了保障与人们生命和生活息息相关的各类食品的使用安全,政府的相关部门也投入很大力度进行食品生产各环节的监管。经过各食品相关主管部门的不懈努力,我国已基本形成并明确了卫生与农业主管部门抓原材料监管、质监部门抓各类食品生产环节的监管、工商部门从事食品成品监管的制度完善的食品监管体系。

目前,食品质量问题已成为全社会关注的焦点。为了适应当前的经济发展,从根本上解决与食品质量相关的各类实际问题,我们需要从最基础的专业教育抓起。这就对我国食品类高校的教育工作提出了更高的要求。

当前,食品行业的快速发展和结构性调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更加具体的要求。因此,为了进一步提高食品专业教材的编写水平,以适应市场对素质全面、适应性强、有创新能力的高技术专门人才的需求,由中国计量出版社牵头组织了西南大学(原西南农业大学)、南京农业大学、华中农业大学、扬州大学、河南农业大学、陕西师范大学、湖北工业大学等59所高校参与的食品质量与安全以及食品科学与工程专业高校教材编写与出版工作。此次的教材编写与出版工作旨在为各食品类相关院校在教材建设方面的信息交流搭建一个平台,以促进各院校之间在教学内容方面相互取长补短,从而使该套教材的参编与使用院校的课程设置更趋合理化,最终培养出更加适应当前社会经济发展的应用型人才。为了达到这一要求,我们严把教材写作质量关,想方设法使参编教师的丰富教学实践能很好地融入教学理论体系之中,从而推出教师好教、学生好用的优秀教材。为此,我们特别邀请了西南大学、南京农业大学、华中农业大学、中国农业大学以及解放军第三军医大学等多所知名高校及科研

机构的专家从事相关教材的审稿工作,从而为我们成功推出该套框架好、内容新、适应面广并且与国际接轨的好教材提供了必要的保障,以此来满足食品专业高等教育的不断发展和当前全社会范围内食品安全体系建设的迫切需要。

本次教材的编写尤其注重了理论体系的前沿性,不仅将食品科技发展的新理论合理融入教材中,而且使读者通过教材的学习可以深入把握国际食品科技发展的全貌,这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的推出必将会推动我国食品类高校教材体系建设的逐步完善和不断发展,从而对国家新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材编委会

2006年7月

前 言

• FOREWORD •

食品工艺学是食品科学知识体系中的重要组成部分，它包括农产、园产、畜产和水产品等方面的加工工艺和技术。本教材不仅可供高等院校食品安全与质量控制专业使用，也可供食品科学与工程专业和农产品加工等相关专业的学生使用，同时，还可供食品企业质量控制和相关管理部门的科技人员参考使用。

食品加工与保藏的主要目的是为了保持或增加食品的食用品质、延长货架期、方便食用，它们都通过某种加工方法和保藏条件来达到目的。实际上在控制工艺条件时，常难以将加工与保藏目的明确分开，因为所有的食品都有保藏要求。但作为加工目的，其采用的加工方法及工艺条件与保藏目的常常是有区别的。因此，本书在单元操作理论的叙述基础上，加强了农产、园产、畜产和水产品加工时工艺条件控制的分析与讨论，使读者明确工艺条件和方法的选择依据，进一步掌握工艺理论及应用。

本书共分九章。其中，绪论、第六章第一节至第五节由扬州大学汪志君编写，第六节、第七节由扬州大学杨明编写。第一章由湖北工业大学姚晓玲、汪超编写。第二章由南京农业大学韩永斌编写。第三章第一节、第三节由浙江工商大学孟岳成编写，第二节由浙江工商大学周雁编写。第四章由上海水产大学汪之和编写。第五章和第八章第一节由河南农业大学艾志录、张剑编写，第七章第一节由陕西师范大学张宝善编写，第七章第二节和第三节由合肥学院王中凤编写。第八章第二节由西南大学曾凡坤编写，第八章第三节由淮海工学院夏艳秋编写，第八章第四节和第五节由西华大学杨俊编写，第九章由南京农业大学顾振新编写。全书由汪志君审定。

为了便于不同食品领域的读者自学，本教材注重基本概念的表达，在突出内容的系统性与实用性基础上，尽力将食品加工与制造中涉及的主要工艺理论知识及近年发展的新技术汇聚在教材中，以确保教材的先进性。

由于编者水平所限，时间仓促，谬误之处在所难免，恳请批评指正！

编 者

2006 年 10 月

目 录

• CONTENTS •

| | |
|---------------------------|--------------|
| 绪论 | (1) |
| 第一章 食品的成分 | (3) |
| 第一节 食品的一般成分 | (3) |
| 第二节 食品的特殊成分 | (16) |
| 第三节 食品成分的加工特性 | (22) |
| 第二章 食品加工保藏原理 | (30) |
| 第一节 食品加工保藏中的质量变化 | (30) |
| 第二节 热冷处理保藏原理 | (35) |
| 第三节 脱水处理保藏原理 | (49) |
| 第四节 腌渍与烟熏处理保藏原理 | (53) |
| 第五节 发酵保藏原理 | (57) |
| 第六节 化学保藏原理 | (60) |
| 第七节 辐照保藏原理 | (69) |
| 第八节 其他加工保藏原理 | (75) |
| 第三章 畜产食品加工工艺 | (78) |
| 第一节 肉制品加工工艺 | (78) |
| 第二节 乳制品加工工艺 | (97) |
| 第三节 蛋制品加工工艺 | (114) |
| 第四章 水产食品加工工艺 | (119) |
| 第一节 水产原料及特点 | (119) |
| 第二节 水产食品冷冻工艺 | (122) |
| 第三节 水产食品干制工艺 | (128) |
| 第四节 水产食品腌制工艺 | (132) |
| 第五节 水产食品熏制工艺 | (137) |



| | |
|--------------------------------|-------|
| 第六节 鱼糜制品加工工艺 | (143) |
| 第五章 农产食品加工工艺 | (157) |
| 第一节 面制食品加工工艺 | (157) |
| 第二节 米制食品加工工艺 | (170) |
| 第三节 豆制品加工工艺 | (179) |
| 第六章 园产食品加工工艺 | (187) |
| 第一节 园产原料的预处理 | (187) |
| 第二节 果蔬干制工艺 | (193) |
| 第三节 果蔬罐藏工艺 | (198) |
| 第四节 果蔬制汁工艺 | (201) |
| 第五节 果蔬速冻工艺 | (207) |
| 第六节 果蔬糖制工艺 | (209) |
| 第七节 蔬菜盐腌工艺 | (216) |
| 第七章 调味品加工工艺 | (224) |
| 第一节 发酵类调味品加工工艺 | (224) |
| 第二节 香辛料加工工艺 | (237) |
| 第三节 复合调味品加工工艺 | (243) |
| 第八章 软饮料与发酵酒加工工艺 | (251) |
| 第一节 软饮料加工工艺 | (251) |
| 第二节 白酒酿造工艺 | (269) |
| 第三节 黄酒酿造工艺 | (291) |
| 第四节 啤酒酿造工艺 | (302) |
| 第五节 葡萄酒酿造工艺 | (309) |
| 第九章 食品工业废弃物的处理与利用 | (319) |
| 第一节 食品工业废弃物特点和利用途径 | (319) |
| 第二节 食品工业固体废弃物的处理与利用方法 | (323) |
| 第三节 食品工业废液的处理与利用方法 | (334) |
| 第四节 食品工业废气的处理与利用方法 | (340) |
| 参考文献 | (343) |

绪 论

食物含有多种人体生长发育不可缺少的营养物质。人类的食物，除少数物质（如食盐）外，几乎全部来自动、植物。这些动、植物原料易于腐败，需要进一步进行各种加工处理，才便于运输和储藏。人类根据自己的饮食习惯和爱好及其他特殊需要，利用各种动、植物原料，经过不同配制和各种加工处理，制成形态、风味、营养价值和功能性质等各不相同、花色品种繁多的加工品，这些经过加工制作的制成品统称为食品。

按照原料种类的不同，食品分为：粮油制品、果蔬制品、肉禽制品、水产制品、蛋制品、乳制品等。按加工保藏方法的不同，可将食品分为：冷冻食品（包括冷藏和冻制）、罐藏食品、干制食品、腌渍食品（包括盐或糖腌，酱、醋或酒渍等）、烟熏食品、发酵食品和辐照食品等。按食品安全评价体系，可将食品分为：无公害农产品、绿色食品和有机食品等。随着科学技术的进步，新的食品类型相继出现，如方便食品、模拟食品、功能食品、宇航食品和婴儿食品等。

作为供人们消费享用的食品，每种都有其严格的理化和卫生标准。食品作为一种商品，在流通领域有一系列具体的质量控制要求。随着人们生活水平的提高，我国人民的膳食状况已经发生了深刻的变化，所消费的食品对各类人群有着不同的营养和保健要求。从人类生理角度看，食品不仅应具有感官的第一功能，而且具有营养的第二功能，有的还具备某些特殊保健作用的第三功能。我国食品卫生法对食品的基本要求做出规定：“食品应当无毒无害，具有相应的营养要求和色、香、味等感官性状。”

各类食品虽然品种繁多，但作为商品应符合下列各项要求。

(1) 安全性：“民以食为天，食以安为先”，安全性是食品最重要的属性，关系到人类生命与健康，是世界各国食品生产与消费中最受关注的问题。任何食品如果受到致病菌、产毒菌及其毒素、有害金属、真菌毒素等的污染，或含有残留农药及禁用的添加剂，或用量超标的添加剂时，就会给消费者的健康带来严重的危害甚至危及消费者的生命安全。在食品原料生产、加工、储运、分配和销售及消费整个供应链各环节，均可能遭受上述有毒有害物质的污染。因此，食品生产企业必须严格遵守食品的法律法规，采取积极措施，严格控制和消除各种污染源，加强食品供应链各环节的卫生安全防范与监督控制，保证生产安全的食品，以保障消费者的健康。

世界范围内工农业的无规划发展造成的环境污染，已直接影响到人类的食物资源及食品的安全。动植物产品中的化学药物、抗生素、激素等化学残留问题已引起世界各国的重视。在国际国内贸易中，食品安全性已成为监控的第一质量因素。农业生产过程的任何一个环节缺乏监控，都会直接造成食品产品存在安全隐患，其中有些安全问题是难以通过加工过程消除或减少的。因此，食品产品的品质控制不仅需要食品工业和流通环节中进行，更需要延伸到食品原料的生产过程。食品产业链的安全质量管理体系（HACCP）的建立与实施已成为对现代食品工业的基本要求。

(2) 耐藏性：食物原料易于腐败，食品生产者应对它的储运耐藏性有所保证，否则就难



以维持城市食品常年供应和地区间的流通。

(3) 营养:有些国家要求将食品营养成分标明在商品标签上,以供消费者选择。食品只有被消化吸收以后,才有可能成为人体的营养要素。加工过程中的去粗存精不仅是为提高食品的营养价值,而且是提高食品易消化性的重要措施。但也应适度,不然常常会失去营养要素,反而有可能引起疾病。例如,食品中纤维素过少就容易引起便秘等症。

(4) 外观:食品外观即包括色泽和形态。食品不仅应当保持应有的色泽和形态,还必须具有整齐美观的特点。食品的外观对消费者的选购有很大的影响。为此,生产过程中必须力求保持或改善食品原有色泽,并赋予完整的形态,包装也应力求做到形态完整、整齐美观。

(5) 风味:食品的风味包括香气和味感。食品中的香气系挥发性物质,在食品热加工过程中极易挥发而使食品失去香气。因而保持食品的香气就成为食品生产者面临的重要课题。生产上常用改进生产技术来尽可能地保持食品的原有香气,同时回收或加入香料来改善食品香气。调味也是食品生产者常用于改善食品风味的方法。

(6) 方便:国内外食品工业在发展开启简易和使用方便的食品方面,已取得显著的进展,得到了消费者的赞赏。这一类方便食品可使集体食堂和家庭准备膳食的时间大为缩短,为家务劳动社会化创造了条件。

食品工业是指有一定生产规模,相当的动力和设备,采用科学生产和管理方法,生产商品化食品及其他工业产品的体系。食品工业现代化和饮食水平是反映人民生活质量高低及国家文明程度的重要标志。食品工业是我国国民经济的重要支柱产业,也是关系国计民生及关联农业、工业等领域的大产业。食品工业作为农产品面向市场的主要后续加工产业,在农产品贸易中占有最大比重,因而对推动农业产业化作用巨大。

通过食品加工与保藏,可防止和减少农产品(食品)的腐败变质,减少资源的损失和浪费,延长食品的保质期,提高农产品的商品价值、农业资源的利用价值和农业经济效益;经过加工的食品,方便流通和消费,有利于调节不同时间、地点及环境下的食品供给和市场需求;通过加工,可根据消费者的不同需求,生产色、香、味、质构、营养等符合不同人群需要的各种安全、营养、方便和经济的食品,丰富人们的饮食内容,改善膳食营养。因此,许多食物必须经过适当的加工处理制成食品,一方面保证其卫生 and 安全性,另一方面必须最大限度地保持其营养价值和感官品质,同时还要重视其食用方便性和耐储运能力等。也正因为此,才有了食品工艺学这门学问。

食品工艺学是一门运用微生物学、生物学、化学、物理学、食品工程等各方面的基础理论和知识,研究食品原料、食品加工过程涉及的基本问题的专业课。学习食品工艺学的目的,是让学生系统掌握食品加工方面的基础理论与工艺技术,为食品生产服务。

本教材按照食品产业链中与食品工业紧密相连的重要单元操作划分章节,阐明其基本原理,突出食品品质的控制理论及方法。希望通过教学或自学,使读者比较牢固掌握食品工艺学基本理论与知识,再结合具体制品的生产工艺学习,找出解决生产问题的途径。

第一章 食品的成分

食品是多组分构成的复杂体系，不同的食品所含组分各不相同，包括人体所需的蛋白质、糖类、脂质、维生素、矿物质与水等基本营养成分，它们为人体提供了能量和正常代谢所需的物质。此外，还含有多种色素和风味物质，赋予食品色香味等感官性状。这些组分在储藏和加工过程中将发生许多复杂的变化，从而影响食品的加工特性。

第一节 食品的一般成分

一、蛋白质

蛋白质是生物体的重要组成部分，占活细胞干重的50%左右，在食品成分中具有特殊的地位。蛋白质由50%~55%碳、6%~7%氢、20%~23%氧、12%~19%氮、0.2%~3%硫等元素构成，有些蛋白质分子还含有铁、碘、磷或锌。蛋白质的水解产物是 α -氨基酸，它们的侧链结构和性质各不相同，大多数蛋白质是由20种不同的氨基酸构成。

(一) 植物蛋白质

全世界蛋白产量的80%为植物蛋白质。在植物蛋白质中，米、谷等谷物蛋白质约占56%，大豆、花生、棉籽等油料蛋白质约占16%，其余7%~8%为其他蛋白质，主要来自薯类、蔬菜、果品等。

1. 大豆蛋白质

大豆蛋白质的必需氨基酸平衡极为良好，如能将大豆蛋白质有效地利用，便可获得与牛肉、猪肉及其他畜肉基本相同的优质蛋白质。目前，大豆所提供的蛋白质已达到世界畜肉蛋白质产量的1.3倍。

大豆残粕中蛋白质含量为44%~50%，大豆蛋白中有80%~90%为球蛋白。市售大豆蛋白制品有大豆蛋白浓缩物、大豆蛋白分离物等。用乙醇水溶液提取大豆残粕中的糖分和小分子肽后，残余物中蛋白质含量（以干物质计）可达70%以上，称为大豆蛋白浓缩物。为了得到纯度更高的蛋白质，可先用稀碱抽提，再在pH4.0~4.5下沉淀蛋白质，这样可得到蛋白质含量大于90%的产品，称为大豆蛋白分离物或分离大豆蛋白。

2. 油料蛋白质

油料作物如花生、棉籽、葵花籽、油菜籽及大豆的种子中，除富含油脂外，还含有丰富的蛋白质。过去，油料种子残粕大多被用作饲料。随着科学技术的进步，近年来这些残粕用于生产富含蛋白质的各种食品以及功能性添加剂。

3. 谷物蛋白质

谷物蛋白质的产量约占植物蛋白质的70%，相当于世界蛋白质总产量的一半以上。主要的谷物蛋白有小麦蛋白、大米蛋白和玉米蛋白等。



(1) 小麦蛋白质

我国小麦的蛋白质含量在12%~14%之间。根据溶解性可将小麦蛋白质分为4类:溶于水的白蛋白、溶于食盐水的球蛋白、溶于70%乙醇溶液的醇溶蛋白和溶于稀酸或碱的麦谷蛋白。构成小麦蛋白质主体的面筋主要由醇溶蛋白和麦谷蛋白组成。

(2) 大米蛋白质

大米的蛋白质含量为8.21%~15.2%(以干物质计),以谷蛋白为主。蛋白质在大米籽粒外部含量高,而内部含量少。大米蛋白质一般比较稳定。

(3) 玉米蛋白质

玉米通过湿式制粉提取淀粉后,所得胚乳的蛋白质含量为60%~65%。玉米蛋白质主要为醇溶蛋白,约占40%,富含含硫氨基酸。赖氨酸、色氨酸是玉米蛋白质中的限制氨基酸。

4. 叶蛋白质

植物叶片通过光合作用合成蛋白质。许多禾本科植物的绿叶部分含20%以上的蛋白质(以干物质计)。叶蛋白含有较高的赖氨酸,可消化率达80%左右。选择适当的收获期,可将叶片中70%~90%的蛋白质提取出来。

(二) 动物蛋白质

动物蛋白质是人类最重要的蛋白质资源。

1. 肉类蛋白质

肉类食品中蛋白质占湿重的18%~20%。肉类蛋白质可分为肌原纤维蛋白质、肌浆蛋白质和基质蛋白质。

(1) 肌原纤维蛋白质(亦称为肌肉的结构蛋白质):包括肌球蛋白(即肌凝蛋白)、肌动蛋白(即肌纤蛋白)、肌动球蛋白(即肌纤凝蛋白)和肌原球蛋白等,这些蛋白质占肌肉蛋白质总量的51%~53%。其中,肌球蛋白占肌原纤维蛋白质的55%,是肉中含量最多的一种蛋白质。在屠宰以后的成熟过程中,肌球蛋白与肌动蛋白结合成肌动球蛋白,肌动球蛋白溶于盐溶液中,其变性凝固的温度是45~50℃。

(2) 肌浆蛋白质 主要有肌溶蛋白和肌球蛋白X两大类,占肌肉蛋白质总量的20%~30%。肌溶蛋白溶于水,肌球蛋白X溶于盐溶液。此外,肌浆蛋白质中还包括少量使肌肉呈现红色的肌红蛋白。

(3) 基质蛋白质 主要有胶原蛋白和弹性蛋白,都属于硬蛋白类,不溶于水和盐溶液。胶原蛋白在肌肉中约占2%,其余部分存在于动物的筋、腱、皮、血管和软骨中,它们在肉蛋白的功能性质中起着重要作用。胶原蛋白中含有丰富的羟脯氨酸(10%)和脯氨酸,甘氨酸含量更丰富(约33%),还含有羟赖氨酸,几乎不含色氨酸。胶原蛋白可以链间和链内共价交联,从而改变肉的坚韧性,陆生动物比鱼类的肌肉坚韧。在80℃热水中,胶原蛋白发生部分水解,生成明胶,其分子质量为胶原蛋白的1/3。

这三类蛋白质在溶解性质上存在显著的差别。肌浆蛋白质溶于水或低离子强度的缓冲液(0.15 mol/L或更低浓度),而肌原纤维蛋白质溶于更高浓度的盐溶液,基质蛋白质则是不溶解的。

2. 乳蛋白质

牛乳含有大约33 g/L的蛋白质,可分为酪蛋白和乳清蛋白两大类。还有极少量脂肪球

膜蛋白，但加工中常随脂肪离心脱去。酪蛋白占牛乳蛋白质的80%；乳清蛋白占牛乳蛋白的20%。

(1) 酪蛋白

鲜牛奶中酪蛋白含量为27 g/L，它是磷蛋白，在20℃下于pH4.6沉淀。酪蛋白含有4种蛋白亚基，即 α_1 -， α_2 -， β ， κ -酪蛋白，其比例约为3:1:3:1。

① α_1 -酪蛋白与 α_2 -酪蛋白的相对分子质量相似，约23 500，等电点pI均为5.1， α_2 -酪蛋白比 α_1 -酪蛋白更亲水一些，两者共占总酪蛋白的48%。含有很少半胱氨酸和脯氨酸的分子结构，使其能形成较多 α -螺旋和 β -折叠二级结构，并且易与钙结合，钙离子浓度高时不溶解。

② β -酪蛋白相对分子质量约24 000，占酪蛋白的30%~35%，等电点pI为5.3， β -酪蛋白高度疏水，但其N末端有较多亲水基，两性性使其可作为一个乳化剂。

③ κ -酪蛋白占酪蛋白的15%，相对分子质量为19 000，等电点pI在3.7~4.2之间。它含有半胱氨酸，并可通过二硫键形成多聚体。它由于含有一个磷酸化残基，且连接有碳水化合物成分，故亲水性得到提高。

酪蛋白与钙结合形成酪蛋白酸钙，再与磷酸钙构成酪蛋白酸钙-磷酸钙复合体，复合体与水形成的浊状胶体（酪蛋白胶团）存在于鲜乳（pH6.7）中。酪蛋白胶团在牛乳中比较稳定，但经冻结或加热等处理，也会发生凝胶现象。130℃加热数分钟后，酪蛋白变性而凝固沉淀。添加酸或凝乳酶，酪蛋白胶粒的稳定性被破坏而凝固，干酪就是利用凝乳酶对酪蛋白的凝固作用而制成的。

(2) 乳清蛋白

牛乳中酪蛋白沉淀后，上层清液即为乳清，其中的蛋白质称为乳清蛋白，其最主要的组分是 β -乳球蛋白和 α -乳清蛋白。

① β -乳球蛋白约占乳清蛋白质的50%，仅存在于pH3.5以下和pH7.5以上的乳清中，在pH3.5~7.5之间则以二聚体形式存在。 β -乳球蛋白是一种简单蛋白质，含有游离的-SH，牛奶加热产生的气味可能与它有关。

② α -乳清蛋白在乳清蛋白中占25%，比较稳定，分子中含有4个二硫键，但不含游离-SH。乳清中还有乳清清蛋白、免疫球蛋白和酶等其他蛋白质。

(3) 脂肪球膜蛋白质

在乳脂肪球周围的薄膜中吸附着少量的蛋白质（每100 g脂肪吸附蛋白质不到1 g），这层膜控制着牛乳中脂肪与水分散体系的稳定性。脂肪球膜蛋白质是磷脂蛋白质，并连接有少量糖类化合物。

3. 鸡蛋蛋白质

鸡蛋蛋白可分为蛋清蛋白和蛋黄蛋白。

鸡蛋清中因存在溶菌酶、抗生素蛋白、免疫球蛋白和蛋白酶抑制剂等而具有抗菌活性。鸡蛋清中的卵清蛋白、蛋清蛋白和卵类粘蛋白都是易热变性蛋白质，使鸡蛋清在受热后产生半固体的胶体，但这种半固体胶体不耐冷冻。

鸡蛋清中的卵粘蛋白和球蛋白是分子质量很大的蛋白质，它们具有良好的搅打起泡性。食品中常用鲜蛋或鲜蛋清来形成泡沫，如蛋泡糊的制作。

皮蛋加工时利用碱对卵蛋白质的部分变性和水解，产生黑褐色透明的蛋清凝胶，蛋黄也



变成黑色稠糊或半塑状。

蛋黄中的蛋白质也具备凝胶性质,但其更重要的性质是乳化性,这对保持焙烤食品的网络结构具有重要意义。

4. 鱼肉蛋白质

鱼肉中蛋白质含量一般在10%~21%之间,随鱼种类及年龄不同而异。鱼肉中蛋白质与畜禽肉类中的蛋白质一样,分为肌浆蛋白、肌原纤维蛋白和基质蛋白。

鱼的骨骼肌是一种短纤维,它们排列在结缔组织(基质蛋白)的片层之中,但鱼肉中结缔组织的含量要比畜禽肉类中的少,而且纤维也较短,因而鱼肉更为软嫩。鱼肉的肌原纤维与畜禽肉类中相似,为细条纹状,并且所含的蛋白质如肌球蛋白、肌动蛋白、肌球蛋白等也很相似,但鱼肉中的肌球蛋白很不稳定,在加工和储存过程中很容易发生变化,即使在冷冻保存中,肌球蛋白也会逐渐变成不溶性而使鱼肉变硬。

(三) 微生物蛋白质

酵母菌、细菌等微生物菌体大部分是由蛋白质组成的。微生物蛋白统称为单细胞蛋白。开发和利用单细胞蛋白是解决蛋白质食物和饲料匮乏的一条重要途径,同时能以多种废物为原料进行物质再循环,变废为宝,保护环境,其开发和利用已是世界各国热门的研究课题。单细胞蛋白大部分作饲料用,也有部分加工成外观、触感、口味与肉类相似的食品。

具有原核细胞的细菌、放线菌、蓝藻和具有真核细胞的酵母菌、霉菌、担子菌以及原生动物等各种微生物,都可作为生产单细胞蛋白的菌种。单细胞蛋白营养价值较高,菌体中蛋白质含量可达40%~60%,氨基酸组分完全,生物效价较高,相当于酪蛋白,而且赖氨酸等必需氨基酸含量较高。单细胞蛋白产品在使用前,必须进行营养和安全性试验。

二、碳水化合物

碳水化合物是自然界分布广泛、数量最多的有机化合物,在生物物质中约占3/4,植物体中占其干重的85%~90%,是食品的主要成分之一。

(一) 单糖

单糖是一类分子量最小的碳水化合物,是不能被水解的多羟基醛、酮及其衍生物。食品中常见的单糖包括:葡萄糖、果糖、甘露糖、半乳糖、鼠李糖、木糖、阿拉伯糖、半乳糖醛酸、葡萄糖醛酸、葡萄糖酸和山梨糖醇等,其中最主要的单糖是葡萄糖和果糖。

1. 葡萄糖

葡萄糖是自然界分布最广泛的己糖,从水溶液中析出的晶体是葡萄糖含有一分子水的单斜晶系结晶,构型是 α -D-葡萄糖,熔点为80℃,比旋光度为 $[\alpha]_D^{20} = +110.12^\circ$,在50℃以上则变成无水葡萄糖。葡萄糖甜度约为蔗糖的65%~75%,其甜味有凉爽之感,适合食用。葡萄糖加热后变成褐色,170℃以上成焦糖,工业上生产葡萄糖都以淀粉作原料,用酸法或酶-酸法水解而得。

2. 果糖

果糖多与葡萄糖共存于果实及蜂蜜中。果糖吸湿性强,因而较难从水溶液中析出结晶,从酒精溶液中析出的是无水果糖,熔点为102~104℃。果糖为左旋糖,其比旋光度受温度影