



“十二五”普通高等教育规划教材

食品工艺学

SHIPIN GONGYIXUE

● 汪志君 韩永斌 姚晓玲 主 编



中国质检出版社
中国标准出版社



“十二五”普通高等教育规划教材

Shipin Gongyixue

食品工艺学

汪志君 韩永斌 姚晓玲 主编

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

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:中国质检出版社, 2012. 11

“十二五”普通高等教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 5026 - 3682 - 1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 226784 号

内 容 提 要

食品工艺学是食品科学知识体系中的重要组成部分,主要研究内容包括农产品、园产品、畜产品和水产品等方面的加工工艺和技术。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。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。

本教材不仅可供高等院校食品安全与质量控制专业师生使用,也可供食品科学与工程、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研技术人员参考使用。

中国质检出版社
中国标准出版社 出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100013)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010) 64275323 发行中心: (010) 51780235

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 27 字数 669 千字

2012 年 11 月第一版 2012 年 11 月第一次印刷

*

定价: 56.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68510107

— 审 定 委 员 会 —

陈宗道 (西南大学)

谢明勇 (南昌大学)

殷涌光 (吉林大学)

李云飞 (上海交通大学)

何国庆 (浙江大学)

王锡昌 (上海海洋大学)

林 洪 (中国海洋大学)

徐幸莲 (南京农业大学)

吉鹤立 (上海市食品添加剂行业协会)

巢强国 (上海市食品生产监督所)

— 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 (上海海洋大学)

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)

编写人员 张宝善 (陕西师范大学)

方维明 (扬州大学)

杨 俊 (西华大学)

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)

陈志刚 (南京农业大学)

序 言

近年来，人们对食品安全的关注度日益增强，食品行业已成为支撑国民经济的重要产业和社会的敏感领域。随着食品产业的进一步发展，食品安全问题层出不穷，对整个社会的发展造成了一定的不利影响。为了保障食品安全，规制食品产业的有序发展，近期国家对食品安全的监管和整治力度不断加强。经过各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部门实施食品原材料监管、质监部门承担食品生产环节监管、工商部门从事食品流通环节监管的制度完善的食品安全监管体系。

在整个食品行业快速发展的同时，行业自身的结构性调整也不断深化，这种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高的要求，而与此相关的职业教育正是在食品科学与工程各项理论的实际应用层面培养专业人才的重要渠道，因此，近年来教育部对食品类各专业的高等教育发展日益重视，并连年加大投入以提高教育质量，以期向社会提供更加适应经济发展的应用型技术人才。为此，教育部对高等院校食品类各专业的具体设置和教材目录也多次进行了相应的调整，使高等教育逐步从偏重基础理论的教育模式中脱离出来，使其真正成为为国家培养应用型的高级技术人才的专业教育，“十二五”期间，这种转化将加速推进并最终得以完善。为适应这一特点，编写高等院校食品类各专业所需的教材势在必行。

针对以上变化与调整，由中国质检出版社牵头组织了“十二五”普通高等院校规划教材（食品类）的编写与出版工作，该套教材主要适用于高等院校的食品类各相关专业。由于该领域各专业的技术应用性强、知识结构更新快，因此，我们有针对性地组织了西南大学、南昌大学、上海交通大学、浙江大学、上海海洋大学、中国海洋大学、南京农业大学、华中农业大学以及河北农业大学等 40 多所相关高校、科研院所以及行业协会中兼具丰富工程实践和教学经验的专家学者担当各教材主编和主审，从而为我们成功推出这套框架好、内容新、

适应面广的好教材提供了必要的保障，以此来满足食品类各专业普通高等教育的不断发展和当前全社会范围内对建立食品安全体系的迫切需要；这也对培养素质全面、适应性强、有创新能力的应用型技术人才，进一步提高食品类各专业高等教育教材的编写水平起到了积极的推动作用。

针对应用型人才培养院校食品类各专业的实际教学需要，本系列教材的编写尤其注重了理论与实践的深度融合，不仅将食品科学与工程领域科技发展的新理论合理融入教材中，使读者通过对教材的学习，可以深入把握食品行业发展的全貌，而且也将食品行业的新知识、新技术、新工艺、新材料编入教材中，使读者掌握最先进的知识和技能，这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的成功推出，必将会推动我国食品类高等教育教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家的新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材审定委员会

2012 年 4 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，主要研究内容包括农产品、园产品、畜产品和水产品等方面的加工工艺和技术。

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。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，加强了农产品、园产品、畜产品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。

本书共分十三章。其中，绪论、第六章由扬州大学汪志君编写；第一章由湖北工业大学姚晓玲、汪超编写；第二章第一节、第二节、第五节、第六节、第八节由南京农业大学韩永斌编写，第三节、第四节和第七节由南京农业大学陈志刚编写；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；第五章和第八章由河南农业大学艾志录、张剑编写；第七章第一节、第二节和第三节由陕西师范大学张宝善编写；第四节和第五节由合肥学院王中凤编写；第九章由西南大学曾凡

坤编写；第十章由淮海工学院夏艳秋编写；第十一章由扬州大学方维明编写；第十二章由西华大学杨俊编写；第十三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述，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来发展形成的新技术汇聚在本书中，以确保教材的先进性。

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、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研技术人员参考使用。

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

2012 年 7 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	(15)
第三节 食品成分的加工特性	(21)
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	(36)
第三节 脱水处理保藏原理	(50)
第四节 腌渍与烟熏处理保藏原理	(55)
第五节 发酵保藏原理	(59)
第六节 化学保藏原理	(62)
第七节 辐照保藏原理	(71)
第八节 其他加工保藏原理	(77)
第三章 畜产食品加工工艺	(80)
第一节 肉制品加工工艺	(80)
第二节 乳制品加工工艺	(98)
第三节 蛋制品加工工艺	(115)
第四章 水产食品加工工艺	(120)
第一节 水产原料及特点	(120)

第二节	水产食品冷冻工艺	(123)
第三节	水产食品干制工艺	(129)
第四节	水产食品腌制工艺	(133)
第五节	水产食品熏制工艺	(138)
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	豆制食品加工工艺	(179)
第六章	园产食品加工工艺	(188)
第一节	园产原料的预处理	(188)
第二节	果蔬干制工艺	(194)
第三节	果蔬罐藏工艺	(199)
第四节	果蔬制汁工艺	(202)
第五节	果蔬速冻工艺	(207)
第六节	果蔬糖制工艺	(210)
第七节	蔬菜盐腌工艺	(216)
第七章	调味品加工工艺	(224)
第一节	食醋酿造工艺	(224)
第二节	酱油酿造工艺	(231)
第三节	味精生产工艺	(239)
第四节	香辛料加工工艺	(249)
第五节	复合调味品加工工艺	(254)
第八章	软饮料加工工艺	(263)
第一节	包装饮用水生产工艺	(263)
第二节	碳酸饮料加工工艺	(268)
第三节	茶饮料加工工艺	(271)
第四节	蛋白饮料加工工艺	(275)
第五节	固体饮料加工工艺	(283)
第六节	特殊用途饮料加工工艺	(286)
第七节	果汁和蔬菜汁类饮料加工工艺	(287)

第九章 白酒酿造工艺	(289)
第一节 白酒的种类与主要原辅料	(289)
第二节 酒曲生产工艺	(291)
第三节 白酒生产工艺	(296)
第四节 低度白酒生产工艺	(310)
第五节 世界著名蒸馏酒简介	(311)
第十章 黄酒酿造工艺	(313)
第一节 黄酒的种类与特点	(313)
第二节 黄酒酿造原辅料	(315)
第三节 黄酒酿造糖化发酵剂	(318)
第四节 黄酒酿造工艺基础	(321)
第五节 黄酒传统酿造工艺	(333)
第六节 黄酒酿造新工艺	(338)
第七节 日本清酒酿造工艺	(340)
第十一章 啤酒酿造工艺	(344)
第一节 啤酒的种类	(344)
第二节 啤酒生产工艺	(344)
第三节 啤酒的稳定性	(363)
第十二章 葡萄酒酿造工艺	(367)
第一节 葡萄酒的特点和种类	(367)
第二节 酿造用葡萄	(369)
第三节 葡萄酒酿造前的预处理	(371)
第四节 葡萄酒的发酵	(374)
第五节 葡萄酒的稳定性与贮存管理	(382)
第六节 葡萄酒的质量问题和防止方法	(386)
第十三章 食品工业废弃物的处理与利用	(390)
第一节 食品工业废弃物特点和利用途径	(390)
第二节 食品工业废水的处理和利用	(395)
第三节 动植物源固体废弃物的处理与利用	(401)
参考文献	(414)

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,以便于运输和贮藏。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,经过各种配制和加工处理,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即统称为食品。

食品按照原料种类的不同分为: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又可将食品分为: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、发酵制品和辐照食品等。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,每种食品都有其严格的安全标准。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,食品不仅应具有良好感官性状的第一功能,而且应当具有满足营养需要的第二功能,有的还应当具备某些特殊保健作用的第三功能。《中华人民共和国食品安全法》对食品的基本要求作出规定:“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,但作为商品都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,关系到人类的生命与健康,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、有害金属的污染,或含有残留农药及禁用物品,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生命安全。由于在食品原料生产、加工、贮运、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。

世界范围内由于工农业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在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。整个食品产业链的安全质量管理体系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贮运耐藏性有所保证,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。

(4) 外观: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,在食品加工,特别是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食用方便的食品方面,已取得显著的进步,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物的体系。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,其产品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。食品工业正朝着资源利用高效化,技术装备现代化,生产流通节能、低碳化方向发展。

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,改善摄入营养。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贮运能力等。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。

本教材是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,使读者牢固地掌握食品工艺基本理论与知识,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异,包括人体所需的蛋白质、糖类、脂类、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及生理活性物质,赋予食品色、香、味等感官性状及保健功能。这些组分在贮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、感官品质和营养价值。

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往往不同,大多数蛋白质由 20 种不同的氨基酸构成。

(一) 植物蛋白质

全世界蛋白质产量的 80% 为植物蛋白质。在植物蛋白质中,稻米、小麦等谷物蛋白质约占 56%,大豆、花生等油料植物蛋白质约占 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组成合理,与牛奶中的接近,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(提取油脂后的产物)中蛋白质含量为 44% ~ 50%。大豆蛋白中有 80% ~ 90% 为球蛋白。商品化的大豆蛋白制品有大豆蛋白浓缩物、大豆蛋白分离物等形式。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,近年来这些残粕已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 50% 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性氨基酸。

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、肌动蛋白、肌动球蛋白和原肌球蛋白等。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,其变性凝固的温度是 45 ~ 50℃。

(2) 肌浆蛋白质:主要有肌溶蛋白、肌红蛋白和肌粒蛋白,占肌肉蛋白质总量的 20% ~ 30%。肌溶蛋白溶于水,占肌浆蛋白的大部分,存在于肌纤维间;肌红蛋白为肌肉呈现红色的主要部分,是一分子血红素与一条肽链的珠蛋白结合而成的色素蛋白质;肌粒蛋白存在于肌浆中,是指存在于肌粒中的蛋白质,肌粒包括肌核、肌粒体和微粒体等。

(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(33%),还含有羟赖氨酸,几乎不含色氨酸。胶原蛋白可以进行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 3 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(0.15mol/L 或更低浓度),肌原纤维蛋白质则溶于更高浓度的盐溶液,而基质蛋白质是不溶解的。

2. 乳蛋白质

牛乳含有大约 33g/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。酪蛋白约占牛乳蛋白质的 80%,乳清蛋白约占牛乳蛋白

的20%。

(1) 酪蛋白:鲜牛奶中酪蛋白含量约为27g/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 s1- α s2- β 和 κ -酪蛋白,其比例约为3:1:3:1。

α s1-酪蛋白和 α s2-酪蛋白的相对分子质量相似,约23 500,等电点pI均为5.1, α s2-蛋白比 α s1-蛋白更亲水一些,两者共占总酪蛋白的48%,含有很少量的半胱氨酸和脯氨酸分子结构,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。

β -酪蛋白相对分子质量约为24 000,其含量约占酪蛋白的30%~35%,等电点pI5.3, β -酪蛋白高度疏水,但其N末端有较多亲水基,两亲性使其可作为乳化剂。

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。由于含有一个磷酸化残基,且连接有碳水化合物成分,故它的亲水性得到提高。

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(pH 6.7)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会变性而凝固沉淀。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。

β -乳球蛋白约占乳清蛋白质的50%,仅存在于pH3.5以下和7.5以上的乳清中,在pH 3.5~7.5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。 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。

乳清中还有血清白蛋白、免疫球蛋白和酶等其他蛋白质。

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

3. 鸡蛋蛋白质

鸡蛋蛋白质可分为蛋清蛋白和蛋黄蛋白。

鸡蛋清中因存在溶菌酶、抗生物素蛋白、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、蛋清蛋白和卵类黏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状,但这种半固体胶体不耐冷冻。

鸡蛋清中的卵黏蛋白和球蛋白是分子量很大的蛋白质,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、蛋糕的制作。

皮蛋的加工是利用了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,蛋黄这时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状结构具有重要意义。

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