

SHI
PIN
LENG
DONG
GONG
YI
XUE

上海水产学院 冯志哲

张伟民

沈月新 编著

湛江水产学院 杨鸣玉

浙江水产学院 夏达金

食品冷冻工艺学

上海科学技术出版社

食品冷冻工艺学

上海水产学院 冯志新
张伟民
沈月新 编著
湛江水产学院 杨鸣玉
浙江水产学院 夏达金

上海科学技术出版社

期 限 表

请于下列日期前将书还回

成1135—1

食 品 冷 冻 工 艺 学

上海水产学院 冯志哲

张伟民

沈月新 编著

湛江水产学院 杨鸣玉

浙江水产学院 夏达金

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 11.5 字数 262,000

1984年11月第1版 1984年11月第1次印刷

印数: 1-15,000

统一书号: 15119·2317 定价: 1.45 元

食品冷冻工艺学

内 容 提 要

本书主要介绍食品冷冻工艺的基本原理及其贮藏方法。全书共十一章，前五章除第一章扼要介绍食品的理化性质、化学成分及基本的贮藏原理外，着重介绍食品的冷却、冻结、冻藏、解冻等基本理论和数据。第六章至第十一章分别介绍肉类、鱼类、禽蛋、水果、蔬菜以及其他冷冻食品的加工和贮藏方法。第十一章介绍冷库食品的管理与卫生工作。

本书除供冷库工作人员参考外，凡肉类加工厂、水产品加工厂、禽蛋工厂、果蔬行业及副食品公司，商店的工作人员均可参考；并可供商业、水产院校的制冷与食品加工专业作为教材或参考书。

前 言

食品是人类生命活动不可缺少的物质来源。新鲜优质的食品与人民健康有着非常密切的关系。随着我国副食品生产的不断发展,以及对外贸易的需要,对保持食品原有外观和质量的要求也越来越高。利用冷冻来保持食品的品质在世界各国已极为广泛,并取得很好的效果,例如鱼类、肉类、禽蛋、水果、蔬菜等以及其他加工品的贮藏和运输,都要应用冷藏的方法。解放以来,我国冷冻事业得到了很大的发展,制冷与冷藏专业技术人员正在迅速增加,迫切需要有关食品冷冻工艺方面的理论和技术知识,但我国这方面的书籍较少。因此,我们编写了《食品冷冻工艺学》一书,以适应冷冻专业技术人员和教学的实际需要。

本书由上海水产学院冯志哲主编,参加编写的有上海水产学院张伟民、沈月新,湛江水产学院杨鸣玉,浙江水产学院夏达金。编写分工:引论,第七、第八、第十一章由冯志哲编写;第三、第五、第十章由张伟民编写;第二、第四、第九章由沈月新编写;第一章由杨鸣玉编写;第六章由夏达金编写。

在编写过程中,我们广泛收集了国内外冷冻食品生产技术方面的资料,对于食品的理化性质、冷藏原理;和食品的冷却、冻结、冻藏、解冻等方面的基本理论以及各种食品的实际冷藏方法,均作详细的阐述,既有明确的理论数据,又有较完整的工艺过程。力求使内容全面、系统,对教学、生产都有比较大的实用意义。由于近几年来国外食品冷冻技术发展很快,冷藏食品种类繁多,加上我们水平有限,因此书中难免有许多不足之处,希望读者提出宝贵意见,以便补充修正。

本书审稿过程中,承蒙上海市商业二局林泽柱高级工程师,上海渔机所斯颂声高级工程师,上海水产供销公司孔庆源工程师,上海蔬菜公司闻连法工程师和上海水产学院汪天生讲师等人的详细审阅,并对本书的部分章节加以修改,谨此表示致谢。

编者 1982年10月

目 录

引论	1
第一节 食品冷冻工艺学的定义和内容	1
第二节 食品冷冻工艺学的发展	1
第三节 食品冷冻工艺发展的趋势	3
第一章 食品的化学成分和冷藏原理	5
第一节 食品的化学成分	5
一、蛋白质	5
二、糖类	6
三、脂类	7
四、维生素	7
五、酶	8
六、矿物质	9
七、水	9
第二节 食品的变质	10
一、由微生物作用引起的变质	10
二、由酶的作用引起的变质	11
三、由非酶引起的变质	13
第三节 食品的冷藏原理	13
第二章 食品的冷却	15
第一节 食品冷却的目的及冷却冻结的温度范围	15
第二节 食品在冷却过程中的热量传递	17
一、食品表面失去的热量	17
二、食品内部热量的传递	18
三、食品表面热量的传递	18
四、食品内部温度的降低	19
第三节 食品的冷却速度与时间	19
一、平板状食品	20
二、圆柱状食品	23
三、球状食品	24
第四节 食品冷却时的变化	24
一、水分蒸发	24
二、冷害	25
三、移臭(串味)	26

四、生理作用	26
五、成熟作用	26
六、脂类的变化	26
七、淀粉老化	26
八、微生物的增殖	27
九、寒冷收缩	27
第五节 食品冷却的方法	28
一、冷风冷却	28
二、冷水冷却	29
三、碎冰冷却	29
四、真空冷却	30

第三章 食品的冻结

第一节 食品在冻结时的变化	32
一、物理变化	32
二、组织学变化	35
三、化学变化	35
四、生物和微生物	36
第二节 冻结率	37
第三节 冻结速度与结晶分布情况	38
一、冻结速度	38
二、结晶条件	39
三、冻结速度与冰晶分布的关系	39
第四节 冻结温度曲线	40
第五节 冻结时所放出的热量	42
第六节 冻结时间	43
一、冻结时间计算式	43
二、缩短冻结时间可选择的途径	47
第七节 食品冻结装置	48
一、间接冻结装置	49
二、直接冻结装置	54
第八节 几种冻结装置的计算	55

第四章 食品的冻藏

第一节 食品冻藏时的变化	59
一、冰结晶的成长	59
二、干耗与冻结烧	60
三、变色	61
四、液汁损失	63
第二节 食品的冻藏温度	63
第三节 冷风机在冻藏室中的应用	65

第四节 冻结食品的 T. T. T. 概念	67
第五节 T. T. T. 的计算方法	69
第五章 解冻	73
第一节 外部加热解冻装置	74
一、空气解冻装置	74
二、水解冻装置	75
三、水蒸气凝结解冻装置	76
四、接触解冻装置	76
第二节 内部加热解冻装置	76
一、低频电流解冻(电阻型)	76
二、高频、微波解冻	77
第三节 组合解冻	78
一、电和空气组合解冻	78
二、电和水组合解冻	78
三、微波和液氮组合解冻	79
四、二段解冻	79
第六章 鱼的冷冻工艺	80
第一节 鱼的组成及性质	80
一、鱼体的重量组成	80
二、鱼肉的物理性质	80
三、鱼肉的化学组成	81
第二节 鱼死后变化和腐败变质	82
一、死后僵硬阶段	82
二、自溶作用阶段	83
三、腐败变质阶段	83
第三节 水产品鲜度质量的标志和鉴定	85
一、感官鉴定	85
二、化学鉴定	87
三、微生物鉴定	89
第四节 鱼的冷却保鲜	89
一、冰冷却法	89
二、冷却海水冷却法	92
第五节 鱼的微冻保鲜	94
一、冰盐混合微冻	94
二、低温盐水微冻	94
第六节 鱼的冻结和冻藏	96
一、鱼的冻结	96
二、鱼的冻藏	98

第七章 肉及肉制品的冷加工工艺	102
第一节 肉的组成及其特性	102
一、肉的组成	102
二、肉类的成熟	103
第二节 肉类的冷却	107
一、冷却的目的	107
二、冷却条件及方法	107
三、冷却时的热量计算	110
四、肉类的冷却时间及其计算	111
五、食肉在冷却冷藏中空气条件对干耗的影响	112
第三节 肉类的冻结	115
一、冻结目的与冻结过程	115
二、冻结过程中的物理变化	116
三、冻结过程中的化学变化	117
四、冻结的方法与条件	118
第四节 肉类的冻藏	118
一、冻藏条件与方法	118
二、冻肉在冻藏过程中的干耗	119
三、冻藏温度和游离脂肪酸的增加	122
四、冻藏温度与冻藏时间的关系	122
第八章 禽、蛋冷加工工艺	124
第一节 禽肉的营养成分及其组织结构特性	124
一、禽肉的营养成分	124
二、禽肉的组织结构和特性	124
第二节 禽肉的冷加工工艺	125
一、对禽肉在冷加工前的有关工艺要求	125
二、禽肉的冷加工工艺	125
第三节 蛋的构成与化学成分	130
一、蛋的构成	130
二、蛋的化学成分	131
第四节 蛋的冷却与冷藏	132
一、蛋的冷却	132
二、鲜蛋的冷藏	134
三、冷藏蛋出库前的升温	135
第五节 蛋液的冻结与其在冻结过程中的变化	135
一、冻蛋液的加工方法	135
二、蛋液成分在冻结中的变化	137
第九章 果、蔬的冷冻工艺	139
第一节 果、蔬的化学组成	139

一、水分·····	139
二、糖类和淀粉·····	139
三、有机酸·····	139
四、果胶物质·····	139
五、纤维素·····	140
六、单宁物质·····	140
七、芳香物质·····	140
八、维生素·····	140
第二节 果、蔬的特性与贮藏原理·····	140
一、果、蔬的呼吸作用·····	140
二、水果产生乙烯的代谢活动·····	142
第三节 果、蔬的冷却贮藏·····	144
一、挑选整理和合理堆码·····	144
二、果、蔬的预冷·····	144
三、果、蔬的贮藏温度·····	145
四、果、蔬的贮藏湿度·····	145
五、果、蔬的变温贮藏和气体处理·····	146
六、空气的更换与清洗·····	148
七、果、蔬出库前的升温·····	148
第四节 果、蔬的气调贮藏·····	148
第五节 速冻蔬菜 and 水果·····	152
一、原料·····	152
二、原料的处理·····	152
三、冻结、包装、贮藏·····	154
第十章 冷饮品、冷冻食品包装材料与包装工艺·····	155
第一节 冷饮品·····	155
一、棒冰·····	155
二、雪糕·····	156
三、冰淇淋·····	156
四、冷饮水、食用冰·····	157
第二节 包装材料与包装工艺·····	157
一、包装材料·····	157
二、冷冻食品常用包装材料·····	157
三、包装工艺·····	159
第十一章 冷库食品的管理与卫生工作·····	160
第一节 冷库生产前的准备工作和对入库食品的要求·····	160
一、冷库生产前的准备工作·····	160
二、对入库食品的要求·····	160
第二节 冷藏库的卫生管理·····	162

一、库房和工具设备的卫生与消毒.....	162
二、冷库除霉.....	162
第三节 食品冷藏过程中的卫生管理	164
一、食品贮藏时的卫生要求.....	164
二、排除库房异味和灭鼠.....	165
第四节 水产品、肉、蛋卫生质量标准	166
一、水产品质量管理标准.....	166
二、肉食品卫生管理标准.....	167
三、关于次鲜蛋及发现肠道致病菌冰鸡蛋处理.....	168
第五节 冷冻食品微生物及其控制	169
一、冷冻食品微生物.....	169
二、冷冻食品微生物污染来源及其控制.....	170
三、冷冻食品微生物的检查.....	170
四、冷冻食品微生物的控制.....	170

引 论

第一节 食品冷冻工艺学的定义和内容

食品冷冻工艺学是一门运用人工制冷技术来降低温度以保藏食品和加工食品的科学。它专研究如何运用低温条件来达到最佳地保藏食品和加工食品的方法,以使各种食品达到最佳保鲜程度。

食品冷冻工艺学所涉及的内容比较广泛,它不仅需要了解各种制冷装备的性能和特点,而且还需要具备食品性质以及它们在低温保藏条件下发生物理、化学和组织学方面变化的知识。概括地说,食品冷冻工艺学包括以下三方面的内容:

1. 食品冷却和冷藏方法。包括制冷手段的选择,全冷冻过程中各个阶段最适温度的确定,冷却和冷藏的方法,以及周围环境对冷藏效果的影响等等。
2. 食品在冷却、冷藏过程中的变化。包括食品的物理、化学变化和组织细胞学的变化。
3. 解冻技术和解冻过程中食品的变化。

因此,食品冷冻工艺学至少同制冷工艺学、生物化学、生物组织细胞学三门学科有着密切的关系。需要通过对冷冻食品的生化营养变化和动、植物组织细胞变化的分析来改进制冷装置和冷却、冷藏方式。

食品保藏的方法也很多,有生物保藏法、化学保藏法和物理保藏法。在物理保藏法中又有光照辐射保藏法和低温保藏法之分。在这多种多样的保藏法中,低温保藏法被应用得最广泛。因为低温保藏不仅能抑制微生物和酶类活动,使食品不腐烂变质,而且还有成本低,保藏质量好等优点。它与其他保藏方法相比,更能使保持食品鲜度、营养价值和原有风味。所以低温保藏食品的方法,越来越受到人们的重视。

人类为了维持生命,达到正常发育,必须从外界获得具有足够的能量和物质。这些物质都含有蛋白质、脂肪、糖类、维生素及一定量的矿物质等,而这些物质又主要来源于动、植物有机体,它们又易受自身及外界物理因素、化学因素的影响及微生物的作用而发生腐烂变质。据国际制冷学会估计,全世界每年因各种原因所造成腐烂变质的食品占食品年总产量的45%。因此,解决食品保藏技术,减少食品浪费,提高食品质量,保障人民健康,是目前世界各国急需解决的问题。故促使食品冷冻工艺学迅速发展起来。

第二节 食品冷冻工艺学的发展

人们利用低温条件来保藏食品的历史,可以追溯到古代。早在公元前一千多年,我国劳动人民已经开始利用天然冰雪来贮藏食品。因用天然冰雪来保藏食品的方法受到地区和季节的限制,以后人们为了扩大天然冰雪的利用,开始千方百计地贮藏冰雪,来延长对天然冰雪利用时间,如《诗经》中就有“凿冰冲冲,纳于凌阴”的诗句,反映了贮藏天然冰的情境。到

了汉朝,人们已经掌握了用地窖来贮藏天然冰的技术,如东晋的陆翊所撰的《邺中记》中曾记载:“曹操在临漳县西南建冰井台藏冰”。后赵石虎“也在此藏冰,三伏之月以冰赐大臣。”书中还描绘了当时巨大的贮冰规模曾记载:“有屋一百四十间,下有冰室,室有数井,……井深十五丈,用于藏冰及石墨……”。由此可见,在一千七百多年前的三国时代,利用天然冰雪来降温 and 保藏食品的规模已经相当可观,这在当时世界上是首屈一指的。唐朝之后,天然冰雪作为冷源已被广泛利用,《齐民要术》就有农民用雪水拌种,以增强种子抗寒、抗病能力的记载。至元朝,在《马可波罗行记》一书中则介绍了我国十三世纪时用冰保存鲜肉及制造冰酪冷食的技术。利用天然冰雪保藏食品的方法,虽然是原始的冷藏方法,它无法控制食品保藏中的温度,而且一般说温度都比较高,但是由于它具有简便、成本低等优点,至今在我国北方某些地方仍有采用。

到了 19 世纪上半期,食品冷冻技术由于冷源的改进而取得了划时代的发展。1834 年英国人 Jacob Perking 发明了以乙醚为制冷剂的压缩式冷冻机;1860 年法国人 Carre 发明了以氨为制冷剂,以水为吸热剂的吸收式冷冻机;1872 年美国人 David、Boyle 和德国人 Carl Von Linde 又分别发明了以氨为制冷剂的压缩式冷冻机。从此人工冷源开始逐渐代替了天然冷源,使食品冷藏的技术手段发生了根本性的变革。

但是最初发明的人工制冷机仅仅被用来制冰,然后再用冰去保藏食品。所以制冷的手段虽然得到根本上的改进,但对于食品冷藏的技术来说却并无多大变化。冰的温度成了食品低温保藏的极限。直到 1877~1878 年间,法国人 Charles Tellier 为了解决把牛羊肉从新西兰和阿根廷等地运回法国,才开始用氨吸收式冷冻机来直接冻结和冷藏牛羊肉。因为仅仅用冰来冷藏是解决不了迁延时日路途遥远的海运途中的肉类保藏问题的。用冷冻机来直接冻结和冷藏食品有许多优越性,它不受冰融化时间的限制可以长期保藏食品;能够根据冻结和冷藏食品的需要对温度进行调节和控制;省去了放冰位置而可以大大增加保存食品的数量,因此将冷冻机直接用于食品冷冻的方法就迅速得到推广。食品冷冻保藏不仅在车船等运输过程中应用,而且还被广泛地应用于陆地上,巨大的冷库在许多城镇和港口建立起来,而小型化的冷藏装置如电冰箱等则深入到家庭、商店。食品冷冻保藏,今天已经成为和人们生活息息相关的一门科学技术了。

自从冷冻机直接用于食品保藏以来,从冷冻技术说来又有了许多重大发展。这主要表现在以下四个方面。

首先是冷冻食品的形式,不断得到改进。最初大多采取整体的大包装的形式来冷冻保藏,如牛、羊、猪等都以半胴体吊挂式进行冻结,鱼类则采用装箱、装盘形式冻结成块状保藏。以后,为了提高冻结速度和冻结质量,节约能源,将大块状的原料食品改为经过加工分割处理或小型单体形式进行冻结保藏。近年来又着重发展了小包装的冷冻食品。

其次是冻结方式的改进,发展了以空气为介质的吹风式冻结装置、管架冻结装置、可连续生产的冻结装置、流态化冻结装置、低温盐水冻结装置以及使金属平板和冻结物品直接接触传热的卧式或立式平板冻结装置等等,使冻结的温度更加均匀,生产的效率更加提高。

第三是作为冷源的制冷装置也有新的突破,如利用液态氮、液态二氧化碳、液态氟利昂直接喷洒冻结,使冻结的温度大大降低,速度大大提高,冷冻产品的质量也有进一步的改进。

第四是对于各种食品的冷冻、冷藏、运输、销售等各个环节的温度条件,有了进一步的认

识。美国 Arsdel 等人,自 1948 年至 1958 年,长达十年之久的研究,总结了冻结食品的品温变化与品质保持时间的关系,这就是冻结食品的 T.T.T. 概念(Time, Temperature, Tolerance——时间、温度、食品耐藏性),对大多数冷冻食品测定后,提出了最经济和最适宜的冷藏温度。近年来由于制冷装置的改进使食品冷冻的温度更趋向于低温化,而且对食品运输途中的冷藏技术也有所提高。为了减少食品冷藏过程中温度波动影响到食品质量,现在已在食品的生产、流通和消费环节之间逐步形成了连续低温处理的冷藏链。食品冷藏在人们生活中所占的地位显然是越来越重要了。

第三节 食品冷冻工艺发展的趋势

食品冷藏业是当今世界上发展得最快的工业之一。由于生产的发展,人们生活水平的提高,因而对于食品的质量要求越来越高。正是由于社会的需要推动了食品冷冻工业的发展。

近二十年来,各国的冷库吨位数都有较大增长。例如美国在 1949 年的冷库容量为 800 万吨,而 1973 年时就增加到了 1684 万吨,每年平均增建 33 万吨,年平均增长速度为 4% 左右。日本,1950 年时的库容量为 59 万吨,到 1970 年增到了 340 万吨,每年平均增建 14 万吨,即以 23% 的年增长率增长,尤其是七十年代以来,日本把建造冷库列为国策之一优先发展,因此至 1980 年其冷库容量已达 754 万吨。目前世界上冷库总量在 100 万吨以上,已有七个国家。

我国解放前全国冷库总容量只有 2 万 2 千吨。解放后,党和政府为了提高人民生活,在“发展经济,保障供应”政策指导下,重视食品冷冻业的发展。至 1982 年底,全国冷库容量已达 200 多万吨,为我国的食品冷藏工业更进一步发展奠定了基础。

在冷冻技术方面,发展的速度大大加快,而且出现了多方面普遍发展趋势,也就是说食品冷冻技术的各个方面有齐头并进的发展趋势。

首先是制冷装置的变化。正如我们在前面已经提到的,从天然冰雪的利用进到了人工冷源即压缩制冷机的出现,是冷冻技术上的一次根本性的变革。但是从 1834 年压缩冷冻机出现以后的一百三十年,制冷机虽然有许多改进,但毕竟延续使用了一个很长的时间,而还要继续使用下去。因为目前使用的压缩制冷机具有安全可靠和成本较低的优点。当然其制冷效率有一定限制,要达到深冷就比较困难。于是新的制冷方式和新的制冷装置就应运而生了。液态氮、液态氟利昂、液态二氧化碳直接喷洒的制冷装置自七十年代以后就逐渐发展起来。这些制冷装置可以使温度下降到比氨压缩机低得多的深冷程度。正是因为这些新的制冷装置出现,使食品超低温冻结成为可能,从而大大地提高了食品的质量,引起冻结工艺的改革。但是对液态氮的利用受到经济成本的制约,因在我国随着炼钢业的发展,对氧的需求量成倍增长,作为制氧业的一种副产品的液态氮的价格迅速趋于下降,因此液态氮制冷装置的应用的趋势,必将随之迅速增加。

其次,随着人们生活水平的日益提高,对于冷冻食品的质量要求也变得越来越,因而对食品在冷藏过程中的变化的研究工作,引起了重视。如蛋白质的变性、脂肪氧化、维生素的保持和损失、食品的色泽变化以及食品的质地如嫩度、鲜味和含水量的变化情况。有的还运用电子显微镜对冷冻食品的组织进行超纤维结构的观察、分析比较研究。在弄清各种

食品在不同温度、不同冻结和冷藏时间中的变化情况的基础上,设计出各种食品在各个冷冻阶段的最佳工艺。这样,冷冻工艺就出现了向各种食品专门化方向发展的趋势,从而出现了肉类、鱼品、蛋品、水果和蔬菜等不同食品的专门工艺和专用冷库。

再其次,解冻的方式方法对食品冷冻质量有重要影响,于是解冻方法的研究也越来越多,一些新技术也逐渐被应用于冷冻食品的解冻,如微波解冻技术等等。

总之,食品冷冻工艺,目前正处在一个围绕提高食品质量和提高效率为中心的迅速发展阶段。通过食品冷冻工艺学的发展,在减少食品浪费、提高食品质量等方面,为造福人类作出贡献。

第一章 食品的化学成分和冷藏原理

第一节 食品的化学成分

食品按其来源可分为两大类：动物性食品与植物性食品。动物性食品包括肉、鱼、禽、蛋、乳和动物脂肪等，植物性食品包括水果和蔬菜等。

食品的化学成分是极其复杂的，除水分、挥发性成分外，固形物成分可分为有机物和无机物二类。有机物中最主要的有蛋白质、糖类、脂类、维生素及酶等。无机物则有无机盐类和其他无机物。这些化学成分大部分是人体必需的营养成分，但它们在加工和贮藏过程中要发生变化，以致于影响食品的食用价值和营养价值。例如在果、蔬冷加工过程中维生素含量的损失、蛋白质的冻结变性和动物组织解冻过程中的液汁损失等。因此，研究食品的化学成分及其变化是极为重要的。各种常见食品的化学成分如下：

一、蛋白质

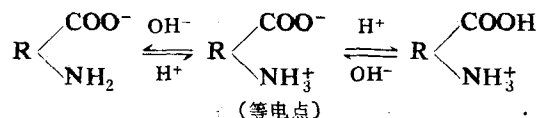
(一)蛋白质的分子结构：蛋白质是一类复杂高分子含氮化合物，它是一切生命活动的基础，是构成生物体细胞的主要原料。

蛋白质的种类繁多，结构复杂，但不管其来源和种类如何，它们的化学元素组成均相似，主要由六种元素组成：碳、氢、氧、氮、硫、磷。少数还含有铁、铜、锌等元素。一般情况下蛋白质中氮的比例为16%左右。

蛋白质分子的基本结构，是氨基酸通过一个分子氨基酸的羧基和另一个分子氨基酸的氨基相互缩合形成肽键 $\left(\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \parallel \quad | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array} \right)$ ，肽键把许多氨基酸连接形成较长的多肽链。然后通过氢键而成螺旋状多肽链，再通过副键(如盐键等)将几条螺旋状摺叠盘曲保持着不同形状的立体结构。

(二)蛋白质性质

1. 蛋白质的等电点：蛋白质分子与氨基酸分子一样，分子中有游离的氨基和羧基，属于两性化合物。在酸性溶液中碱性基团的解离增大使蛋白质带正电荷，在碱性溶液中酸性基团的解离加强，蛋白质带负电荷，而当溶液到达某一pH值时，蛋白质分子可因内部酸性基团和碱性基团的解离度相等而呈等电状态，这时溶液的pH值叫做蛋白质的等电点。



不同的蛋白质有不同的等电点。在等电点时蛋白质的溶解度、粘性、渗透压、膨胀性、稳定性等达到最低限度。食品加工和贮藏中都要利用或防止蛋白质因等电点而引起各种性质的变化。

2. 蛋白质的胶体性质：蛋白质的分子都很大，其分子量小者数千，大者数千万，在水中成胶体溶液，大部分蛋白质的分子表面有许多亲水基（如—SH，—CO—等）吸引水分子在蛋白质颗粒周围形成一层水化层，这样就使各个蛋白质颗粒不易互相碰撞，从而阻碍了它们的沉淀，这是使蛋白质（亲水胶体溶液）稳定的一种因素。另一使蛋白质溶液稳定的因素是蛋白质胶粒带有电荷。因此，只有消除这两个因素之后方能使蛋白质沉淀。

3. 蛋白质的变性：蛋白质的变性是指蛋白质的立体结构发生变化，而引起蛋白质性质的改变。当蛋白质受到外界因素（如冷冻，加热，振荡等）的影响，破坏了保持蛋白质立体结构的副键，其中氢键的键能最小，最易破坏。副键的破坏使螺旋盘曲的多肽链伸展，原来处于分子内部的疏水基趋向表面，降低了表面的电荷和水化作用，因此蛋白质变性后，其溶解度、粘度、膨胀性、渗透性、稳定性都会发生明显的变化。

4. 蛋白质的分类

(1) 简单蛋白质：水解后的产物只有氨基酸一种成分。如白蛋白、球蛋白、谷蛋白、鱼精蛋白、组蛋白和硬蛋白等。

(2) 结合蛋白质：水解的产物中除了有氨基酸外，还有其他化合物，如核蛋白、色蛋白、磷蛋白、糖蛋白等。

另从营养角度来看又可分为完全蛋白质和不完全蛋白质。前者是指含有缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、色氨酸和赖氨酸等八种氨基酸的蛋白质。后者是指缺少其中一种或一种以上氨基酸的蛋白质。动物性食品如肉、鱼、蛋、乳等所含的蛋白质是完全蛋白质。植物性食品所含的蛋白质，大部分是不完全蛋白质。

二、糖类

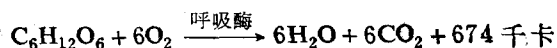
(一) 糖类的组成：糖类是由碳、氢、氧三种元素组成的多羟基醛或多羟基酮。绝大多数糖含氢和氧的比例是和水中氢和氧比例一样。因此，糖又称为碳水化合物。

糖是供给人体热量的最主要和最经济的原料，在人体内除少量的粗纤维不能被消化吸收外，大部分糖类都能被人体利用，每一克糖在体内可产生 4100 卡热量。在动物性食品中，含糖量约占 2%，在植物性食品中含糖量约占 80%（都以干物质计算）。

(二) 糖类的分类

1. 单糖：是不能水解的多羟基醛、酮。如葡萄糖、果糖、半乳糖等。

单糖在鲜果、鲜菜中，在呼吸酶的催化下能发生呼吸作用，产生以下的反应：



呼吸作用的结果，不仅消耗了糖类，而且产生的热量还能促进果、蔬的其他生化变化，并为微生物的繁殖创造了适宜的条件。所以对果、蔬的这种特点，必须采用冷却贮藏或气调贮藏控制它们的呼吸作用，才能延长它们的贮藏期。果实中存在大量葡萄糖和果糖。

2. 式糖：一分子式糖水解后，可生成两分子单糖。如蔗糖、麦芽糖、乳糖等。

式糖都不能直接被人体吸收，只有水解后才能吸收。微生物也不能直接使式糖发酵。式糖能形成结晶，其中以蔗糖最容易结晶，乳糖的结晶最硬。

各种单糖和式糖都具有一定程度的甜味，一般以葡萄糖的甜度为 1，则果糖为 2.2，蔗糖为 1.45，乳糖为 0.5。

果糖和转化糖的吸湿性最强，麦芽糖和葡萄糖次之，纯净的蔗糖和乳糖几乎没有吸湿