

食品化学基础知识

彭倍勤 康平 鲁杰 编著



中国食品出版社

食品化学基础知识

彭倍勤
康平 编著
鲁杰



内 容 简 介

本书是介绍有关食品化学基础知识的著作。内容包括食品中的各种成分,即水分、碳水化合物、蛋白质、脂质、矿物质、维生素、纤维素的₂存在形式、化学特性、营养价值,及它们在食品的烹调、贮藏、人体消化吸收中的化学变化,如食品的色、香、味、流变学性质、营养价值的改变等,分别作了论述,结构严谨,文字流畅,具有可读性和实用性。适于食品行业的科研、加工、教学人员阅读参考,可以为中等专业学校、技术培训和职业中学的教材。

食 品 化 学 基 础 知 识

彭倍勤

康 平 编 著

鲁 杰

刘 魁 责任编辑

*

中国食品出版社出版

(北京广安门外湾子)

新华书店北京发行所发行

河北省迁安县印刷厂印刷

*

787×1092 32开本 8.625 印张 194千字

1990年1月第1版 1990年1月第1次印刷

印数: 1—5000册

ISBN 7-80044-281-0/TS·282

定价: 3.70元

前 言

民以食为天。人类的生存和繁衍离不开食物。食物中含水分、蛋白质、碳水化合物、脂肪、矿物质、维生素、纤维素等人体必需的营养成分及色、香、味成分。这些食品成分在加工、贮藏和烹调过程中会发生各种化学变化。研究食品的化学成分及其化学变化的学问被称为食品化学。

食品化学的研究范围非常广泛，涉及食品学、生物化学、营养化学、食品保藏学、食品原料学、农产利用学、畜产利用学、水产利用学、食品卫生学、烹调学、微生物学等许多学科。

为了合理地利用食物资源，吃饱、吃好、吃得有营养，了解一些有关食品化学方面的基础知识不仅对于食品工作者，对于每个家庭、每个社会成员也都是十分必要的。

基于这种认识，我们参考石井谦二、松井永一著的“食品化学”，神立诚监修的“新版食品化学概说”等著作编写了本书，希望能对读者有所裨益，疏误之处，诚请指正。

编 者

目 录

一、食品成分化学.....	(1)
1. 水分.....	(1)
(1) 食品中的水分.....	(1)
(2) 水的性质.....	(1)
(3) 游离水与结合水.....	(2)
(4) 水分活性.....	(3)
2. 碳水化合物.....	(4)
(1) 分类.....	(4)
(2) 糖类的化学结构.....	(5)
(3) 糖的还原力.....	(6)
(4) 单糖.....	(7)
(5) 单糖衍生物.....	(8)
(6) 二糖.....	(9)
(7) 低聚糖.....	(11)
(8) 多糖.....	(11)
(9) 膳食纤维与营养.....	(15)
3. 脂质.....	(16)
(1) 脂肪酸.....	(16)
(2) 油脂.....	(18)
(3) 油脂的物理性质.....	(19)
(4) 油脂的化学性质.....	(21)

(5) 磷脂.....	(22)
(6) 不皂化物.....	(23)
(7) 脂质的营养生理.....	(24)
4. 蛋白质.....	(26)
(1) 氨基酸.....	(26)
(2) 蛋白质分类.....	(28)
(3) 蛋白质的结构.....	(29)
(4) 蛋白质的变性.....	(30)
(5) 蛋白质的性质.....	(31)
(6) 蛋白质的营养价值.....	(33)
(7) 核酸.....	(35)
5. 矿物质.....	(38)
(1) 食品中的矿物质成分.....	(38)
(2) 富含矿物质的食物.....	(38)
(3) 食品的酸度、碱度.....	(43)
6. 维生素.....	(44)
(1) 维生素的历史与分类.....	(44)
(2) 脂溶性维生素.....	(45)
(3) 水溶性维生素.....	(48)
7. 色素成分.....	(51)
(1) 色素分类.....	(52)
(2) 食品的色素成分.....	(52)
(3) 天然色素.....	(58)
(4) 合成色素.....	(58)
8. 呈味成分.....	(59)
(1) 味觉.....	(59)

(2) 味的分类·····	(60)
9. 香气成分·····	(64)
(1) 蔬菜香气·····	(65)
(2) 水果香气·····	(66)
(3) 乳制品香气·····	(66)
(4) 茶、咖啡香气·····	(67)
(5) 酱油的香气·····	(67)
(6) 食品加热产生的香气·····	(68)
10. 酶·····	(69)
(1) 酶的性质·····	(69)
(2) 酶的分类·····	(71)
(3) 固相酶·····	(71)
(4) 酶在食品工业中的利用·····	(72)
11. 食品的有毒成分·····	(74)
(1) 植物性天然毒素·····	(74)
(2) 动物性天然毒素·····	(74)
(3) 霉菌毒素·····	(74)
(4) 腐败毒素·····	(75)
(5) 亚硝胺类·····	(75)
(6) 放射性物质·····	(76)
二、食品成分的变化·····	(77)
1. 油脂氧化·····	(77)
(1) 油脂的自动氧化·····	(78)
(2) 油脂的回味臭·····	(82)
(3) 油脂的热氧化·····	(83)
(4) 脂肪氧化酶引起的油脂氧化·····	(83)

(5) 防止油脂氧化·····	(85)
(6) 油脂水解引起的酸败·····	(86)
2. 蛋白质变质·····	(87)
(1) 蛋白质的劣化与腐败·····	(87)
(2) 氨基酸的分解产物·····	(88)
(3) 腐败阶段的判定·····	(90)
3. 蛋白质的交联反应·····	(91)
4. 肉类的变色·····	(93)
5. 食品的褐变反应·····	(95)
(1) 氨基羰基反应·····	(95)
(2) 焦糖化·····	(99)
(3) 水产制品的褐变·····	(99)
(4) 酶引起的褐变·····	(100)
6. 淀粉的糊化与老化·····	(101)
7. 果胶凝胶化·····	(102)
三、食品流变学·····	(104)
1. 流变学·····	(104)
2. 食品流变学的性质·····	(104)
(1) 弹性·····	(104)
(2) 粘性·····	(105)
(3) 粘弹性·····	(107)
(4) 可塑性·····	(107)
3. 食品的触感·····	(107)
4. 食品流变学的测定例·····	(108)
5. 乳化液·····	(109)
(1) 乳化液型·····	(110)

(2) 乳化液换相·····	(110)
(3) 乳化液的亲水性与疏水性·····	(110)
6. 乳化剂·····	(111)
(1) 甘油酯·····	(112)
(2) 山梨糖酯·····	(112)
(3) 蔗糖酯·····	(112)
(4) 丙二醇酯·····	(112)
(5) 卵磷脂·····	(112)
7. 食品的膨胀与增粘·····	(113)
(1) 藻酸钠、丙二醇藻酸酯·····	(113)
(2) 纤维素葡糖酸钠·····	(114)
(3) 甲基纤维素·····	(114)
(4) 淀粉葡糖酸钠·····	(114)
(5) 淀粉磷酸钠·····	(115)
(6) 聚丙烯酸钠·····	(115)
四、动物性食品·····	(116)
1. 畜禽肉类·····	(116)
(1) 牛肉·····	(117)
(2) 猪肉·····	(122)
(3) 鸡肉·····	(125)
(4) 其他肉类·····	(126)
(5) 营养价·····	(127)
2. 鱼贝类·····	(128)
(1) 主要成分·····	(128)
(2) 加工引起的变化·····	(134)
(3) 营养价·····	(136)

3. 乳类	(137)
(1) 乳	(137)
(2) 乳及乳制品	(145)
4. 蛋类	(152)
(1) 鸡蛋	(152)
(2) 蛋制品	(166)
五、植物性食品	(168)
1. 谷类	(168)
(1) 米	(168)
(2) 小麦	(175)
(3) 大麦及其他麦类	(180)
(4) 杂粮	(182)
2. 薯类	(184)
(1) 甘薯	(184)
(2) 马铃薯	(185)
(3) 芋头	(186)
(4) 其他	(187)
3. 豆类	(187)
(1) 大豆	(189)
(2) 花生	(194)
(3) 其他豆类	(195)
4. 蔬菜类	(198)
(1) 茎叶菜类	(198)
(2) 根菜类	(200)
(3) 果菜类及花菜类	(203)
5. 果品类	(204)

(1) 果品的一般成分·····	(204)
(2) 果品的种类与特性·····	(209)
(3) 果品的加工品·····	(218)
6. 菌藻类·····	(223)
(1) 真菌类·····	(223)
(2) 海藻类·····	(225)
(3) 酵母及小球藻·····	(226)
六、酿造食品·····	(228)
1. 调味料·····	(228)
(1) 酱·····	(228)
(2) 酱油·····	(230)
(3) 食醋·····	(231)
2. 酒类·····	(231)
(1) 清酒及合成清酒·····	(232)
(2) 啤酒·····	(233)
(3) 果酒·····	(233)
(4) 蒸馏酒·····	(234)
七、食用油脂·····	(235)
1. 制法·····	(239)
2. 贮藏引起的变化·····	(239)
3. 烹调引起的变化·····	(239)
4. 营养价·····	(240)
八、调味品与香辛料·····	(241)
1. 调味品·····	(241)
(1) 甜味料·····	(241)
(2) 咸味料·····	(243)

(3) 鲜味料.....	(244)
2. 香辛料.....	(245)
(1) 生姜.....	(245)
(2) 芥子.....	(245)
(3) 花椒.....	(246)
(4) 辣椒.....	(246)
(5) 胡椒.....	(246)
(6) 山蓊茶.....	(246)
(7) 肉桂.....	(247)
(8) 麝香草.....	(247)
(9) 蒜.....	(247)
(10) 薄荷.....	(247)
(11) 香草.....	(248)
(12) 肉豆蔻.....	(248)
(13) 大茴香.....	(248)
(14) 郁金(姜黄)	(248)
九、嗜好饮料.....	(249)
1. 茶.....	(249)
(1) 主要成分.....	(249)
(2) 加工引起的变化.....	(250)
(3) 贮藏中的变化.....	(251)
(4) 茶的浸出方法与浸出成分的变化.....	(251)
(5) 营养价.....	(252)
2. 咖啡.....	(252)
3. 可可.....	(253)
4. 可乐.....	(253)

十、特殊营养食品.....	(254)
1. 强化营养食品.....	(254)
(1) 强化营养食品的意义.....	(254)
(2) 强化营养素.....	(254)
(3) 各种食品的营养强化与加工引起的变化...	(257)
2. 特殊用途食品的种类.....	(259)
(1) 特殊用途食品的意义.....	(259)
(2) 特殊用途食品的种类.....	(259)

一、食品成分化学

1. 水分

水在生物体内具有溶解各种物质并将溶解了的物质输送到身体各部、维持体温、释放体热等作用。体内的化学反应离不开水。水分不含热能，本身没有营养价值。但是，水分却是维持生命不可缺少的重要物质。

(1) 食品中的水分

食品中的水分含量与食品的软硬度、流动性、风味有关。可根据水分含量将食品分为高水分食品、低水分食品及干燥食品三大类。主要食品的水分含量如表1所示。食品中的水分含量决定着食品的特征，例如，水分含量高的食品在保存过程中容易滋生微生物；淀粉与大量的水同时加热时会膨胀、糊化。在食品烹调方面水的作用也非常重要。

(2) 水的性质

水的主要性质是：①在4℃时密度最大；②在1个大气压下，沸点为100℃，在熔点为0℃时，缔合水的分子量非常高；③水分子中带有极性。

由于水分具有上述性质，所以冻结后体积膨胀、熔点降低，使冷冻蔬菜组织破坏，使冷冻肉生成水滴。另外，由于

表 1

主要食品的水分 (%)

高水分食品		低水分食品		干 燥 食 品	
蔬 菜	85~96	谷 类	12~16	干 鲢 鱼	19
水 果	80~90	豆 类	12~16	小熟鱼干	16.5
鱼 贝 类	70~85	油 料	3~7	柿 干	23.9
乳 类	87~89	淀 粉	9.5~18.0	干 蘑	10.3
蛋 类	73~75	砂 糖	0~1.7	奶 粉	2.2~3.8
畜 肉 类	60~70	奶 油	16	冻 豆 腐	8.1

水的极性大，所以能够溶解许多电解质，使不能直接溶于水的物质分散，产生胶体性质。

水分子 H_2O 由 1 个氧原子与 2 个氢原子结合而成。氧原子具有容易吸引电子的性质，而氢原子具有容易释放电子的性质。因此，作为整个水分子，密度高于氧原子而低于氢原子。另外，在水分子内电子分布不平衡，由于电子带负电，因此，在电子集中的部分带负(-)电，而氢原子靠近氧的部分则带正(+)电。由于电子分布不平衡，使原子间产生极性，这种现象称为极化。作为整个水分子，部分极化为(+)、(-)，即，存在所谓的偶极。水分子中带负电的氧原子与其他水分子中带正电的氢原子之间存在引力，在这种引力的作用下形成松驰的结合，即氢键。这种结合不仅发生在水分子之间，水分子与食品中的糖质、蛋白质、有机酸、醇类等物质的原子之间也会结合。这种结合对食品的物理性质有重要的影响。

(3) 游离水与结合水

食品中所含的水分与普通水一样，可分为游离水 (free water) 与结合水 (bound water)。

游离水是在加工干燥食品或冷冻食品时蒸发或被冻结的水分。食品中水溶性成分可溶于游离水内，游离水在食品干燥时蒸发，在0℃以下时冻结。微生物的繁殖、酶反应与非酶反应都离不开游离水，游离水与食品变质有关。

结合水是指与淀粉和蛋白质结合的、既使在零以下的温度中也很难冻结的水。与游离水相比，结合水不易蒸发、不易冻结、不具有溶剂作用、介电常数低。由于不具有溶剂作用，所以不会被微生物繁殖所利用。在食品干燥、冷冻时，如果涉及到结合水，则会使蛋白质变性，降低食品的品质，影响食品的物理性质。生成结合水又称水合作用，结晶物质中的结合水又称结晶水。

(4) 水分活性

高水分食品容易滋生霉菌，引起腐败。在评价食品中的水分时，除了要注意水分含量外，更重要的是要注意水的性状。

当食品表面水分的蒸气压与空气中水蒸气的蒸气压平衡时，食品既不会干燥，也不会吸湿。这种处于稳定状态的水分称为平衡水分。但是，空气中的湿度在随时发生变化，而且食物中的水分也不平衡。因此，用水分含量表示食品的水分性状是不适宜的，必须测定水分活性。

水分活性(A_w)是指将食品放入密闭容器内，当水分达到平衡时容器内空气的相对湿度，用食品的蒸气压来表示：

$$A_w = \frac{\text{食品的蒸气压}(P)}{\text{纯水的蒸气压(最大蒸气压)}(P_0)}$$

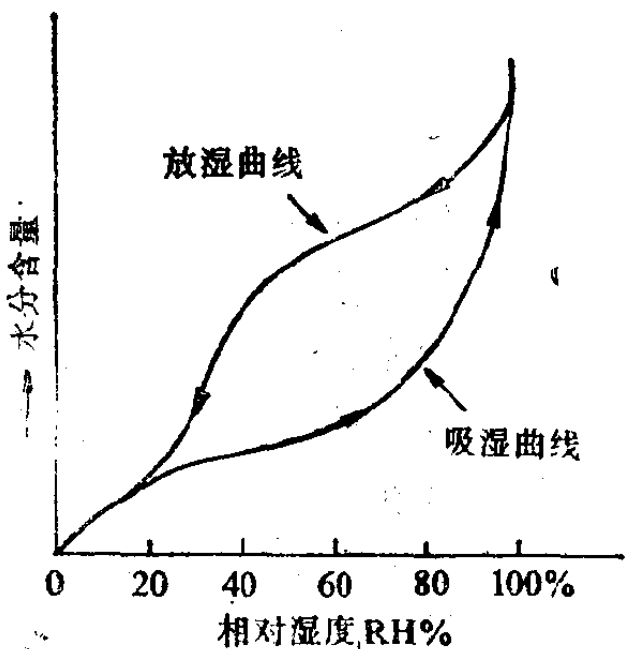
而实际上可通过下式计算食品的水分活性：

$$A_w = \frac{P}{P_0} = \frac{H}{H_0}$$

即，将食物放入密闭容器中，待达到平衡水分后，测定容器内的相对湿度（H）与当时的饱和湿度（H₀）（即蒸气压），用二者之比计算食品的相对湿度。

通常，食品中除含水分外，还含其他营养成分，因此 $P < P_0$ ， A_w 的数值常小于 1。食品的水分活性越大，微生物越容易繁殖，贮藏性也差。腐败微生物的水分活性，细菌 0.90~0.99，酵母 0.88，霉菌 0.80，如果高于上述数值，食品就容易腐败。高水分的蔬菜、水果的水分活性为 0.98~0.99，鱼、肉为 0.98，米、大豆为 0.60~0.64。

表示 A_w 值与食品实际含水量关系的图形称作等温吸湿



曲线。即，将密闭容器中的食品的各种相对湿度或 A_w 作为横轴，将同温度下达到食品平衡的含水量作为竖轴所描绘出的图形。不同的食品有不同的等温吸湿曲线，但都呈反 S 形。这种图形与食品中的水分状态密切相关，通过曲线图形反映水分状态(图1)。

图 1 食品的等温吸湿曲线

2. 碳水化合物

(1) 分类

碳水化合物是葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素等化合物的