

全国中等农业学校教材

食 品 化 学

江苏省苏州农业学校主编

加工类专业用

农 业 出 版 社

全国中等农业学校教材

食 品 化 学

江苏省苏州农业学校主编

加工类专业用

农 业 出 版 社

主 编 沈佩钰 (江苏省苏州农业学校)
编写人员 林贤普 (广西省农业学校)
俞 棱 (陕西省农林学校)
主 审 陈寄刚 (上海轻工业专科学校)
姚子鹏 (复旦大学)

全国中等农业学校教材

食 品 化 学

江苏省苏州农业学校主编

• • •

责任编辑 孙 林

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 北京市密云县印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 8.5印张 180千字
1991年5月第1版 1991年5月北京第1次印刷
印数 1—5,200 册 定价 2.05 元
ISBN 7-109-01715-X/O·54

编写说明

《食品化学》是在农业部教育司领导下，根据我国食品加工事业发展的需要，结合中等农业学校的教学任务而编写的教材。此书也可作为食品加工类其它专业的教学用书，还可供食品生产部门和科研部门的科技人员学习参考。

本书在编写过程中注意选材，力求简明扼要，以体现教材的特点。全书共分十三章，并配套实验部分。其中绪言、第一、二、三、十二、十三章由江苏省苏州农校沈佩钰编写，第五、六、七章由广西省农校林贤普编写，第四、八、九、十、十一、实验部分由陕西省农林学校俞棱编写。

本书基本根据《食品化学》教学大纲所规定内容编写。总学时为100学时，其中实验30学时。实验为适应加工类各专业的需要和各校条件，在教材中作了较大的变动，希应用时注意。在编写过程中得到江苏省农林厅和苏州农校领导的支持，苏州农校程蕴瑚老师对实验部分提出较多修改意见，抄稿期间得到俞书贤老师的协助，特此致谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免存在错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

1988年12月

目 录

绪言	(1)
一、食品与食品化学	(1)
二、食品化学的研究内容	(1)
三、食品化学的地位与展望	(3)
第一章 水分	(4)
第一节 水的作用	(4)
第二节 食品中的水分状态	(5)
第三节 水分活度	(7)
第二章 矿物质	(11)
第一节 矿物质在人体内的存在与功能	(11)
第二节 食品中的矿物质及其对食品性状的影响	(12)
第三节 重要矿物元素的营养功能	(13)
第四节 酸性食品与碱性食品	(17)
第三章 碳水化合物	(13)
第一节 碳水化合物的定义和分类	(18)
第二节 单糖和双糖	(19)
第三节 单、双糖在食品应用方面的理化性质	(23)
第四节 多糖	(34)
第四章 脂类	(49)
第一节 油脂的组成和结构	(50)
第二节 油脂的物理性质	(52)
第三节 食品油脂在贮藏、加工过程中的变化	(54)
第四节 类脂	(62)
第五章 蛋白质	(63)

第一节	氨基酸	(68)
第二节	蛋白质的结构与分类	(75)
第三节	蛋白质的理化性质	(81)
第四节	食物中的蛋白质	(87)
第六章	酶	(98)
第一节	酶的本质及其作用特点	(98)
第二节	酶的分类、命名和活力表示法	(99)
第三节	酶作用的机制	(103)
第四节	影响酶促反应的因素	(105)
第五节	食品加工中重要的酶	(110)
第六节	固化酶	(117)
第七章	维生素	(120)
第一节	概述	(120)
第二节	脂溶性维生素	(121)
第三节	水溶性维生素	(125)
第四节	食物中维生素在贮藏和加工过程中的损失	(128)
第八章	食品的消化与吸收	(134)
第一节	消化与吸收	(134)
第二节	食品加工方法对营养性能的影响	(136)
第九章	褐变	(138)
第一节	褐变的概念及分类	(138)
第二节	酶促褐变	(138)
第三节	非酶促褐变	(143)
第十章	色素	(150)
第一节	吡咯色素	(150)
第二节	多烯色素 (类胡萝卜素)	(158)
第三节	多酚类色素	(162)
第四节	其它天然食用色素	(171)
第五节	合成色素	(174)
第六节	着色	(177)

第十一章 味感与味感物质	(179)
第一节 食品味的形成	(179)
第二节 酸味与酸味物质	(181)
第三节 甜味与甜味物质	(183)
第四节 苦味与苦味物质	(185)
第五节 咸味与咸味物质	(192)
第六节 其它味感与呈味物质	(193)
第十二章 嗅感与嗅味物质	(201)
第一节 嗅感的形式	(201)
第二节 呈香物质	(204)
第三节 食用香料的种类和调香	(208)
第四节 风味增效剂	(211)
第十三章 嫌忌成分	(213)
第一节 嫌忌成分的来源	(213)
第二节 食品中的天然毒素	(215)
第三节 动物性食品中的毒素	(216)
第四节 微生物毒素	(217)
第五节 加工及环境污染所致的嫌忌成分	(219)
实验	(222)
实验一 水分活度的测定	(222)
实验二 碳水化合物定性反应	(224)
实验三 油脂定性反应	(227)
实验四 油脂的热分解及发烟点测定	(228)
实验五 蛋白质的定性反应	(229)
实验六 从牛乳中分离出酪蛋白与乳糖	(230)
实验七 酪蛋白等电点测定	(232)
实验八 维生素A的定性	(233)
实验九 维生素B ₁ 的定性	(234)
实验十 维生素B ₂ 的定性	(234)
实验十一 温度、酸度、激活剂、抑制剂对酶促反应的影响	(235)

实验十二	生物疏松剂的反应.....	(238)
实验十三	胰脂酶对脂肪的消化.....	(239)
实验十四	胰淀粉酶对淀粉的消化.....	(240)
实验十五	胃蛋白酶对蛋白质的消化.....	(241)
实验十六	氧化酶的定性反应.....	(241)
实验十七	过氧化物酶的定性反应.....	(242)
实验十八	叶绿体色素的提取和分离 (纸层析法)	(244)
实验十九	色素拼色	(245)
实验二十	溶液的味觉试验.....	(246)
附录一	中华人民共和国食品卫生法	(249)
附录二	食品添加剂使用卫生标准	(260)
主要参考书		(266)

绪 言

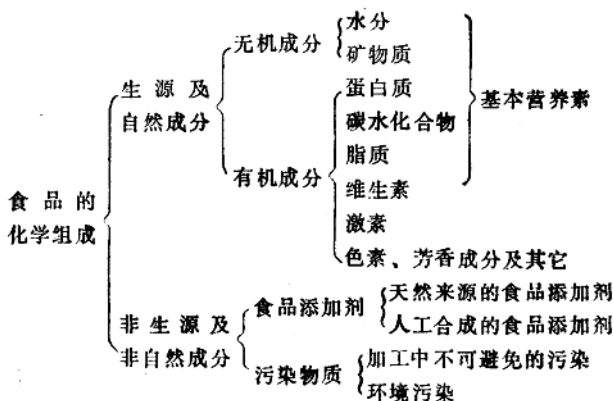
一、食品与食品化学 人类为了维持生命和健康，保证生长发育并能够从事各种劳动，必须从外界摄取各种营养和能量。能够供给人类正常生理功能所必需的成分和能量的物质称为营养素。如碳水化合物、蛋白质、脂肪、维生素、矿物质、水分等。人们经口摄入体内的含有营养素的物料统称为食物。人类的食物绝大多数都是经过加工后才食用的，经加工后的食物称为食品。但通常也泛指一切食物为食品。

食品必须符合三项基本要求：含有一定的易消化的营养物质；人们所喜爱的色、香、味和对人体无害。而对食品三项基本要求，却受着食品的化学组成及理化性质的制约。

食品化学乃是从化学角度研究食品所得到的知识系统化而形成的一门科学。它虽是进入20世纪以来才形成为一门独立的科学，但随着现代科学的发展和生产水平的不断提高，人类对食物的需要便不再仅以果腹为满足，而对食物的营养质量和感官质量提出愈来愈多，并且愈来愈高的要求。这些要求就必须用食品化学的知识来求得解决。

二、食品化学的研究内容 人类食物的主要来源是其它生物。但人类的食物在化学组成上不完全相同于自然生物。这是因为在食品加工、贮运过程中不可避免地要引入一些非生源的非自然的成分，这些成分在不同程度上也要参与人体

的代谢与生理机能活动。从以上观点出发，食品的化学组成及其理化性质是食品化学研究的基本内容。食品的化学组成可用下列图解来表示。



研究食品的化学组成以满足人们对营养的要求外，食品化学还要研究能引起人们食欲的可口风味和卫生上的安全性。如研究与食品风味有关的色、香、味以及防止食品中毒的嫌忌成分等方面的知识。

另外，由于食品绝大多数来源于生物。有的直接利用其天然的新鲜状态，也有进行加工后再食用的。植物性食物在收获后，动物性食物在屠宰后，由于这些食物本身含有的酶的作用，经常会引起一些食物成分的变化，而这些变化对食用时的食品品质有很大的影响，因此食品加工过程中酶活性的控制和利用问题成为食品化学的重要内容。

在食品贮藏上，加工过程中食物成分的变化，不仅仅是简单地单一成分的变化，而且涉及到成分间的相互反应（如

羰氨反应)，这将会给食品带来显著的影响。特别在当前食品工业迅猛发展的情况下，各种食品添加剂的使用（如防腐剂、合成色素、合成香料、合成甜味剂等）日益广泛。食品化学也应把它作为一个内容来加以研究。

总之，食品化学研究的主要内容是食品的营养成分，食品的色、香、味成分；食品中有害成分的化学组成；食品中有关成分的理化性质和酶的特性以及它们在贮藏、加工过程中的变化和应用。

三、食品化学的地位与展望 我国各地都有丰富的食物资源有待进一步的开发利用以满足人们对各种食品的需要。当前，食品不仅限于补给人们的营养，而且还需满足人们的特殊需要和某些嗜好。食品化学就是探索食品本质的科学，只有掌握了食物的组成及其理化性质才能正确地制造出更富营养、更美味可口、更安全的食品，达到人们以正确的和愉快的饮食水平来提高人们的身体素质。

食品化学是一门新兴的学科。但是随着食品工业生产的发展和食品资源的开发，人们必将提出更多的关于食品化学方面的问题，这将有利于推动食品化学的发展，并反过来又促进食品工业的进一步发展。

第一章 水 分

第一节 水的作用

各种食品都有其特定的水分含量，这样才能显示出食品各自的色、香、味、形的特征。水分在食品中不仅起着溶解那些可溶性的物质而构成溶液；而且把一些亲水性高分子分散在水中形成凝胶来保持一定形态的膨松体；此外水分对食品的保藏性能方面还具有重要影响。

一、水在生物体内的重要性

(一) 水在生物体内的含量 水在生物体内的含量都超过任何一种物质成分。它是维持生物生存必不可少的物质之一。除谷物和豆类等的种子类食物(一般含水量在12—16%)以外，其它食物都含较高的水分。如蔬菜含水量为85—97%，水果为80—90%，蘑菇类为88—95%，薯类为60—80%，鱼类为67—81%，蛋类为73—75%，牛肉为46—76%，猪肉为43—59%，鸡肉为73%。

(二) 水的生理功能 水不仅能溶解各种无机及有机物质，而且能使不溶于水的物质如脂肪和某些蛋白质也能在适当条件下分散于水中成为乳浊液或胶体溶液。同时水也是生物化学的反应物，组织和细胞所需的养分和代谢物在体内运转的载体。

由于水的热容量大，当人体内产热量增多或减少时不致引起体温太大的波动；水的蒸发潜热大，因而蒸发少量汗水可散发大量热能，通过血液流动可平衡全身体温。

由于水的粘度小，可使摩擦面润滑，减少损伤，起到润滑作用。

二、食品中水分含量与食品质量的关系 食品的含水量会影响食品的风味和保藏性。例如面包和饼类的变硬就不仅是失水干燥，而且也是由于水分变化造成淀粉结构发生变化（老化）的结果。又如肉糜类加工中香肠的口味就与吸水、持水的情况关系十分密切。若将食品脱水或添加糖、盐类溶质能为微生物所利用的有效水分也将随之而下降，这就抑制微生物的生长活动而可延长食品的保藏时间。因此食品的含水量对食品的鲜度、软硬性、流动性、呈味性、保藏性、加工性等许多方面有着重要的关系。

第二节 食品中的水分状态

一、自由水和结合水 食品中含有的水，从水的本身来看基本上可分为两种状态存在。

（一）自由水也称游离水 充满在食品内毛细管中的和附着在食品外表面上的水分称为自由水。自由水具有水的一般性质如它可借外力以液态或气态在上述部位移动，摄氏零度结冰，受热容易蒸发，是良好的溶剂等。因此食品中自由水会因蒸发而散失，也会因吸湿而增加。

（二）结合水也称束缚水 水分与食品中的蛋白质、淀粉、果胶物质、纤维素等成分通过氢键结合而不能自由运动

的水分称为结合水。但各种有机分子的不同极性基团与水形成氢键的牢固程度有所不同，如与食品成分中的羧基和氨基等离子基团牢固结合，形成单分子层结合水，结合力最强。如与食品成分中酰胺基、羟基等结合，形成多分子层结合水或称为半结合水（准结合水）。多分子层结合水由于结合力较弱，虽不能自由移动，但加热时较易于除去。

自由水与结合水在物理化学性质上是有不同的，把二者加在一起称为食品中的含水量。另外这些水在食品中的比例和分布是不均匀的。它们与食品的加工和保藏性能方面有密切的关系。

二、自由水和结合水在食品加工中的关系

（一）结合水的量与食品中有机大分子的极性基团的数量有比较固定的比例关系。这又可决定单分子层结合水和多分子层结合水的比例关系。

（二）结合水的蒸汽压要远低于自由水的蒸汽压故表现蒸汽压的降低。因此一般温度（100℃）下结合水不能从食品中分离出来，而冰点却低于自由水甚至环境温度下降至-40℃也不结冰。

（三）结合水对食品的可溶性成分不起溶剂的作用，故结合水不能被微生物所利用。

（四）物料在干制时蒸发掉的水分主要为自由水分，而结合水的除去常需要消耗大量的热量。

（五）结合水对食品的风味起着重大作用，尤其是单分子层结合水更为重要，当结合水被强行与食品分离时，食品的风味质量就会改变。

第三节 水分活度

将水分的存在状态分为结合水和自由水，目的是要说明水分在食品中的存在除能自由流动的水以外，还有被结合而存在的水。一般来说，含水量多的食品，微生物容易生长；反之，则不容易生长。但只有自由水分才能被细菌、酶和化学反应所触及，此也称为有效水分。控制有效水分，能抑制微生物的生长活动，并得以延长食品保藏时间。例如从细菌方面来说，两种食品分别含水量为60%和40%，但是前者可能细菌不容易生长，相反后者细菌却易生长。这是因为含60%水分的食品中有较多的水溶性物质被溶解在水中，这样势必会有较多的自由水被可溶性物质夺去，微生物生长所需的自由水就减少，保藏性较好。而含40%水分的食品虽然其含水量较低，由于其可溶性物质较少，因此细菌可利用的水分减少不多，保藏性较差。正由于这个原因，以重量百分率来表示食品中的水分含量并不能确切地反映食品中能被微生物利用的实际含水量，为了明确说明食品中水分含量与食品质量的关系，现引入水分活度的概念。

一、水分活度 水分活度 (A_w)：食品在密闭容器内的水蒸汽压与在相同温度下的纯水蒸汽压之比。

以纯水的水蒸汽压为 P_0 ，食品中的水蒸汽压为 P 。

则
$$A_w = \frac{P}{P_0}$$

假使食品（不含任何物质的纯水）的蒸汽压 P 为1，则

$$A_w = \frac{P}{P_0} = 1。$$

假使无水的食品其水蒸汽压 $P=0$ ，则无水食品的 $A_w=0$ 。

因此，水分活度值是从0—1之间的数值。

将食品置于各种不同相对湿度的试验环境中，经过一定时间，食品会吸附空间的水汽或解吸食品中的水分逐渐达到平衡，这时食品内的水分称为平衡水分，对应的相对湿度称为平衡相对湿度。根据水分活度的定义和相对湿度的概念，这时的相对湿度即为食品的水分活度。因此水分活度实际上就是食品中水分达到平衡时的相对湿度与饱和湿度的比值：

$$A_w = \frac{P}{P_0} = \frac{\text{平衡相对湿度 (ERH)}}{100}$$

如果容器内相对湿度为95%，则水分活度为0.95。

二、等温吸湿曲线 一般情况下，食品中含水量愈高，水分活度也愈大。水分活度与水分含量之间的关系见图1—1。

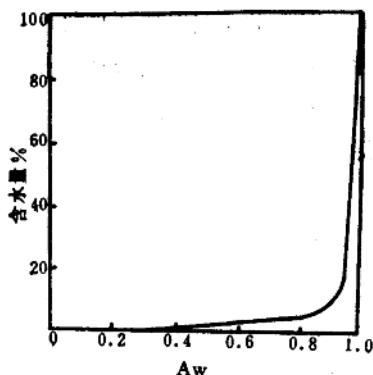


图1—1 A_w 与含水量的关系

由图1—1曲线上可以看出，在含水量低的线段上，水分含量只要少许变动即可引起水分活度较大的变动，这段曲线放大后称为等温吸湿曲线。

在一定温度下，使食品吸附与解吸水分，所得的水分活度与水分含量的关系曲线称为水分等温吸湿曲线，见图1—2。若进行相反的过程——解吸时，其水分变化并非沿原吸附过程途径返回，而是经历了又一条不同的途径即图示之解吸曲线过程。

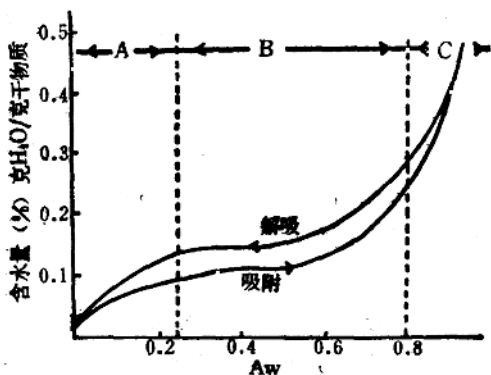


图1—2 等温吸湿曲线示意图

根据水分含量和水分活度的关系，等温吸湿曲线可分为A、B、C三个区段。

A区段是表示低温度范围食品水分与食品中的亲水基团牢固地结合，形成单分子层结合水。所以 A_w 也最低。

B区段是单分子层结合水到多分子层结合水，其结合力逐渐减弱，曲线反向弯曲。

C区段是毛细管凝聚的自由水，曲线向含水量坐标轴方向弯曲。