

食物科学

的化学基础

[英] B. A. 福克斯 著
A. G. 卡梅伦



科学出版社

食物科学的化学基础

〔英〕 B. A. 福克斯 著
A. G. 卡梅伦

尚久方 张玉崑 等 译

科学出版社

1983

内 容 简 介

食物科学是研究食物原料在不同条件下的性质、组成和功能的一门科学，它涉及的面很广，是在许多学科的基础上建立起来的。

本书是从化学角度阐述食物科学的，选材精练，理论联系实际，不仅传授了理论知识，也是一本生活“指南”。主要内容有：食物及其功能，酶和生命，消化和吸收，基础化学，各种营养物质，烹调 and 饮食，食品的腐败、贮存和卫生等。

本书可供具有中等文化水平的广大读者阅读，也可供从事食品、医药、卫生、体育工作者以及大专院校有关专业师生阅读和参考。

B.A. Fox and A.G. Cameron

FOOD SCIENCE

A Chemical Approach

Hodder and Stoughton, 1977

食物科学的化学基础

〔英〕 B.A. 福克斯 著
A.G. 卡梅伦

尚久方 张玉崑 等译

责任编辑 林 娜

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经营

1983年5月第 一 版 开本：787×1092 1/4

1983年5月第一次印刷 印张：14 1/2

印数：0001—6,750 字数：282,000

统一书号：14031·49

本社书号：3043·14

定价：1.80 元

译者的话

本书原著第一版于1961年问世，书名为《食物和营养的化学入门》(A Chemical Approach to Food and Nutrition)，1970年出版了第二版，以后于1972、1973、1975年几次重印，1977年经过重新修订，成为第三版。本书就是根据第三版译出的。

食物是维持人类的生存和健康的物质基础，这是不言而喻的。然而，对于食物的组成及其营养价值，却未必是人人知晓的。随着社会的不断发展、人口的逐年增多、生活水平的不断提高，对于食物的要求也越来越高，也就是说，不仅要吃饱，还要在满足人们基本营养需要的同时，发展更经济合理、更丰富、以及色、香、味俱佳的食物，因而食物科学也就应运而生。

本书除简要叙述食物的组成、性质和功能外，把食物的化学性质和食物在烹调和消化过程中所发生的变化结合起来讨论，为了强调食物科学的实际应用，本书专门讨论了各种烹调方法及其对食物产生的作用，饮食的种类，添加剂的应用和禁忌，食物的贮存和卫生，以及食物中存在的化学物质等。

我国是发展中国家，食物的组成基本上以粮食为主，造

成这种情况的原因一方面固然是生产力不够发达，另一方面也有习惯势力的影响，以及对“食物”这一概念在理解上的片面性。我们翻译此书的目的，除了向读者介绍有关食物科学的知识外，还希望能开阔人们的视野，改变某些偏食的习惯，使我们的饮食更合理、更经济、更有利于健康和长寿。

本书第一、二、三、九、十二章由尚久方译，第四、五章由杨淑兰译，第六、七、八章由张玉崑译，第十、十一章由孙伯庆译，第十三、十四章由俞平译。最后由尚久方统一整理。

由于我们的学识有限，错误在所难免，敬希读者批评指正。

第三版序言

我希望这本书对一切从事基础食物科学的工作人员都有参考价值,特别是希望能作为学习食物科学和食品工艺学、家庭经济、食品调配和营养等专业学生的教材;并希望这本书有助于在中等专业学校学习的学生以优异的成绩取得普通教育证书;同时也能帮助在高等院校继续深造的学生取得国立大学的普通文凭和高等文凭。如把本书作为学习有关知识的阅读材料,对医药和护理专业的学生也是有益的。

我写这本书的动机是因为在我讲授食物化学课程时,发现没有一本好的现成的教科书,没有一本具有起码水平的、并能把食物的化学性质和食物在烹调时或在消化过程中所发生的变化两者结合起来论述的教科书。本书的目的就是要填补这方面的缺陷。

本书前三章篇幅较短,是有意这样安排的,目的是通过简单描述,把食物和酶的性质,以及食物在人体内所发生的变化作一般的介绍。第四章论述的是基础化学。本章对这一学科具有初步知识的人,或在这方面具有自学能力的人将有所帮助。至于已具有这一学科基础知识的读者,即具有本书在前四章预备阶段中所论及的基础知识的读者,则可从第五章开始阅读,因为主要的化学内容是从这一章开始逐步阐

述的。

本书第五章至第十一章阐述各种不同营养物的化学性质及其主要品种，同时也适当地论述了食品制造和加工所采用的方法，对食物在烹调时所发生的变化亦给予注意。为了使以上的叙述更为完整，还阐述了食物在人体中的消化情况 and 作用，不过这一部分是极其简单的。

有一整章专门用来阐述烹调 and 饮食。这一章反映了作者 and 评论家们的一种共同看法，即食物科学的实际应用必须加以强调。

第十三章论述食物的贮存 and 加工。这一章涉及的范围是相当广泛的，其中包括了食物腐败 and 食物中毒的叙述。最后一章所涉及的是重要的但是有争议的问题，即关于食物中使用的添加剂，并包括了对法定使用量的讨论。

新的第三版对全书各章都作了修订 and 校正，但没有改变原版本的总格式。修改了一些图 and 大部分表格。最后两章变动很大，实际上等于重写，这是因为考虑到近七年来发生了很多变化 and 发展，读者通过阅读本序言后面的“食物科学展望”就能够清楚地意识到这一改动的意义。

我们不准为读者提供本书的原始文献资料，因为如果都罗列出来，将会增加本书的篇幅 and 成本，而这些文献只对较少数的读者有用。在大多数章节末尾所附的参考文献，是建议读者进一步阅读的文章 and 书目，这些文献都是评论性质的，有助于充实该章有关内容的范围。并且我们对这些书目都进行了精选，而不是随意罗列的。在本书的最后还列出了

具有普遍参考价值的综合阅读文献。

本版中采用的有关食物营养含量的所有数字，均取材于 R. A. 米坎斯(McCance)和 E. M. 威多森(Widdowson)编写的《食物的组成》(The Composition of Foods, 1977)一书。此外，我们还要感谢本书的编辑对我们的帮助。

食物科学展望

食物科学和营养学是一个具有无穷魅力的学科，其原因部分是因为该学科固有的意义，部分是因为有关的知识正在增长，新技术正在飞速地发展。

从世界意义来看，近年来一个最有意义的进展大概就是对蛋白质的需要的重新估价。现在更多人认为，对成年人来说，蛋白质的需要曾经被过分夸大了；以前曾认为世界上许多地区是蛋白质不够（或者说有蛋白质的差距），现在看来，应当是能量的差距。从实际意义来说，这就意味着某些国际组织，如世界卫生组织和联合国粮食与农业组织，原来以增加蛋白质食物的供应为目标的各种努力，现在应转为增进食物总产量的方法为目标。虽然在英国并不缺少蛋白质，但是由于动物蛋白的成本高，就使得新品种的植物性蛋白质食物得到了发展。

饮食与疾病的关系是一个意义越来越大和人们越来越关心的领域。人们越来越认识到，许多人是太胖了，而肥胖对健康是一种威胁。因而对于通过运动来减轻体重的兴趣就日益增长。冠心病与饮食有关的证据促使许多人去重新估价饮食中动物脂肪和糖的地位。饮食中纤维素的作用是目前争论很多、研究很多的一个问题，而饮食与健康之间的综合关系现在正引起了普遍的关注。

随着超级市场日益占优势，方便食品的重要性也增加了。于是出现了某些令人吃惊的事情，如1970年世界上加工过的马铃薯的销售量远多于生马铃薯；1975年，美国日常食用的马铃薯，绝大部分是方便食品的形式。在不同类型的方便食品中，发展得最快的是冷冻食品，不过新的热消毒技术在将来更有希望。应用冷冻技术以改进方便熟食的方法，特别是在学校和医院，其重要性正在逐渐增加，廉价的植物性蛋白质食品在方便食品中的应用也在增加。

新的方便食品的发展使得添加剂的用量和品种都在增加，因而也就有必要制定一些新的法规以控制这些添加剂的使用（见第十四章）。此外，由于英国是欧洲经济共同体的成员国，需要经常调整食物法规以与其他成员国的法规相一致。新的添加剂的品种已由法律规定，它们的使用要受到法律控制。添加剂可能有毒的问题仍是最优先的研究课题，例如原来作为食物颜料的煤焦油染料的废止以及对人造糖精的重新估价就可作为两个例子。

最后要说明的是，近年来用以表示食物的某些价值、重量和体积的单位有了许多变化。例如，焦耳用来表示食物能量值的单位愈来愈多地得到公认，而以前经常用来表示维生素含量的国际单位，已由米制单位所代替。此外，蛋白质的质量已经用更有意义的生物值和化学比数来评价。英制测量重量和体积的单位正在迅速消失，并为相当的米制单位所代替，但是对于牛奶和啤酒来说，品脱这个由来已久的单位仍沿用下来了。

目 录

译者的话	iii
第三版序言	v
食物科学展望	viii
第一章 食物及其功能	1
第二章 酶和生命	16
第三章 消化和吸收	30
第四章 基础化学	41
第五章 醇和酸	74
第六章 油、脂肪和胶体	103
第七章 碳水化合物 (一) 糖	152
第八章 碳水化合物 (二) 多糖	177
第九章 氨基酸和蛋白质	222
第十章 水和矿物元素	268
第十一章 维生素	298
第十二章 烹调 and 饮食	330
第十三章 食物的腐败、贮存和卫生	375
第十四章 食物中的化学物质	425
综合阅读文献	450
公制和英制单位换算表	452

第一章 食物及其功能

食物的基本功能是维持人的生命和健康，在这本书里我们将研究食物是怎样起到上述作用的。当然，在研究这一问题的同时，也必然要涉及到许多其他有关联的问题。实际上，如果不首先弄清一些较简单的关于“什么”的问题，诸如什么是食物？食物在储藏、加工、防腐、食用和消化时发生了什么情况？我们也就不可能回答这样一个基本的关于“怎样”的问题。对于“什么”的问题，仅通过实验就可以得出答案，而多种不同的学科对提供答案起了帮助的作用。近年来，对于食物的研究作为一个独立的特殊学科已经得到了确认，并定名为食物科学。

提出“食物科学”这一术语要比定义它容易得多，而要改进布兰奇菲尔德（J. R. Blanchfield）提出的关于食物科学的定义是困难的，他的定义是：“一种了解食物原料在不同条件下的性质、组成和行为的连贯而系统的知识”。作为基础科学的数学、物理、化学和生物学，以至较新的生物化学和微生物学，全都包括在食物科学之中。由于食物科学是一个有其独特前景的学科，所以它比这些独立学科的总和还要多。在某种意义上说，它是一门“纯应用科学”，在这门科学中，不仅有对理论知识的探索，而且也促使人类的基本

需要——维持生命和健康所必需的饮食——得以实现。因此必须应用实际的食物科学，而它却是属于食物技术的范畴。

食物科学与技术的分界线常是很模糊的，这是因为后者是利用前者的知识而发展起来的。在考虑如何解决当今时代很可能是头等重要的问题，即如何为世界上迅速增长的人口提供充足的饮食这样一个问题时，食物科学和食物技术之间的联系就能很好地得到说明。上述问题涉及到确定什么食物最能满足各个国家的饮食需要，充足的饮食是由什么构成的，各种新食品的营养价值，如何以最小的营养损失储藏和保护食品；这些理论问题是食物科学的范畴。但是利用食物科学的理论，大规模地培育食物，对食物进行大规模的储藏、加工、防腐和运输，而这些又是食物技术的范畴。

虽然食物科学包括许多种自然科学，但对本学科进行化学方面的探讨，既是合乎自然规律的，也是重要的。首先，尽管食物原料可以是各种物质的复杂混合物，但它们完全是由化合物组成的。有些人感到，承认所有食物都是化学物质是很难的，但尽管如此，它仍是科学的事实，而本书就是在这个基础上构成的。其次，几乎所有的食物制品都含有添加剂，这些添加剂，不管加入它们是为了改善食物的颜色、香味、结构或其他性质，也只不过是化合物。还有，食物在储藏、加工、烹调以及为人体食用时所发生的变化是化学变化。甚至某些在人体内或人体外引起这些化学变化的试剂也是化学物质，这一点将在下一章讨论。

通过物理-化学方面的考虑，可进一步看清食物的本质

和性能。例如，许多食物系统就其本质来说是胶质的，完全可以把它看成是胶体系统；乳胶和乳化作用就是一个重要的例子。物理条件，如温度、压力，常常对于食物系统发生变化的速率有明显的影响。还有，食品在制备过程中所发生的变化，无论其规模大小，在最初经常是物理变化。

定义了食物科学，并提出了对食物科学主要是进行化学探讨的原因之后，我们现在必须定义“食物”这个术语的含义是什么。仅有这样一些物质，当它们被食用和吸收之后产生能量、促进组织的发育和修复或调节这些过程的，才是食物。食物中实现这些功能的化学成分叫做营养物。由此可见，并不是所有物质都能称为“食物”，除非它至少含有一种营养物。一些特别有价值的食物，如牛奶，含有各种各样的营养物，它们可以实现上面指出的食物的所有功能；而另一些食物，如葡萄糖，仅由一种营养物组成，因而仅有一种功能。研究各种营养物对人体的影响的学问叫做营养学。

营养物的种类

营养物有六种，它们全部存在于健康人的饮食中。缺乏必需的最小量的任何一种营养物就会导至营养不良，而对于所有各种营养物的普遍缺少，则产生营养不足，在极端情况下甚至会饿死。这六种营养物是脂肪、碳水化合物、蛋白质、水、矿物元素和维生素。除了上面已经提到的营养物之外，人体还需要连续不断地得到氧气。然而，氧通常不被看成是营养物，因为它是由空气供给的，而且氧进入人体不是

通过消化系统而是经过肺。可以从两个着眼点来研究营养物，即它们在人体中的作用和它们的化学组成。这两个方面是紧密相关的，营养物的作用取决于它的化学组成。在稍后的章节中，将把二者结合起来考虑，但主要着重于化学组成。

营养物的两个基本功能是为组织的发育和修复提供原料，也就是提供和保持人体的基本结构；以及供给人体完成体内和体外活动所需要的能量。人体有可能维持生存这样一个事实，是取决于人体保持其内部活动的的能力。这就意味着虽然我们可以食用所有各种不同的食物、我们的身体可以从事各种体外的活动，甚至受伤和患病，但是人体的内部活动能够吸收和平衡因体外活动而产生的这些事变的影响，并以恒定的节奏继续下去。这是唯一的可能，因为人体的组成经历了一个不断的破损和更新的过程；对于这个题目，我们在后面还要讨论。

显然，如果人体的内过程尽管是在不停地活动而始终保持恒定，那么在外部的压力面前，一定施行了某种形式的控制，考虑到人体活动的复杂性，这种控制必定是很精确的。这样，营养物就具有第三种功能，即控制人体过程，这个功能将在下一章中研究。

我们已经看到，食物为人们提供在体内执行三种功能的营养物。尽管取食的习惯和花样因人而异，各种饮食也可从数百种不同的食物来选取，但是每个人都需要同样的六种营养物，而且所需要的这六种营养物的比例也大致相同。营养

物在人体内的功能以及供给这些营养物的各种重要食物间的关系表示在图1·1中。

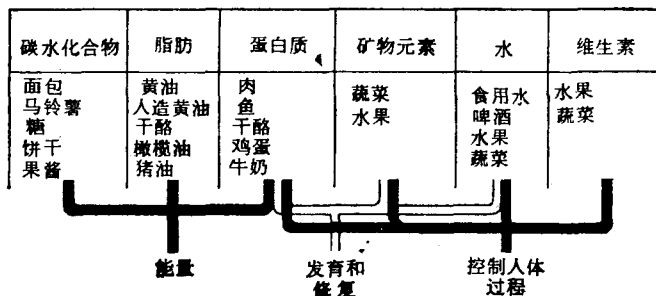


图1·1 营养物的功能以及含有这些营养物的代表性食物

营养物也可根据它们的化学组成来考虑。例如，尽管不同的油类和脂肪，如橄榄油和棕榈油，具有不同的组成，但它们在化学上是相似的。同样地，各种蛋白质（以及碳水化合物）也是按照相同的化学模式构成的，因而划在一类是合宜的。对于按化学类型进行分类来说，维生素是一个例外，当在食物中发现维生素的时候，它们的化学特性（在大多数情况下是复杂的）是未知的。把它们划为一类是由于已知少量的维生素对于健康是必需的。最初是根据维生素对发育和健康的影响来鉴别究竟是哪种维生素，并用字母来区分它们，如维生素A、B、C等；现在已经知道了它们的化学组成，而且显然可以看出它们在化学上是互不相关的。不过，把它们看成同一类仍然是合宜的。

物质作为食物的分类

我们的饮食中有某些成分好象是食物，可是经检验表明并不是；而另一些可能被认为是没有食物价值的成分，却为我们的饮食提供营养物，所以，严格说来，应把它们看成是食物。下面的一些例子可以说明上述情况。

食盐和胡椒都是饮食中的一部分，是用作调味品，但是光凭这一点并不能把它们都看成是食物。食盐是一种食物，因为它除去作为调味剂外，还是人体功能的调节剂，但胡椒除作为调味剂外没有其它的作用，因而胡椒不是食物。

矿物元素铁被列为营养物，因为铁是构成血红蛋白所必需的，而血红蛋白对于生命来说是不可缺少的，因为它调节氧在人体内的循环。这样一来，凡为饮食提供铁元素的物质都是一种食物。这导致了一个奇妙的结论：生锈的铁锅应算作食物！因为它们无疑地是铁的可靠的来源。曾经有这样一种看法，即咖喱粉中的大部分高铁成分是由制作咖喱粉的铁容器中得来的。

茶、咖啡和可可都是广为应用的饮料，大多数人可能会把它们看成是食物，然而用开水沏的茶的营养价值与水本身的营养价值几乎没有什么差别。茶和咖啡之所以受到欢迎是由于它们的香味和适度的兴奋作用，后一作用是由于茶和咖啡中存在咖啡因。实际上它们是药物而不是食物，因为它们是通过神经系统而不是消化系统起作用的。一杯茶和一杯咖啡的营养价值完全来自其中所含的牛奶、糖和水。另外，可