

美国现代食品科技系列



食品科学

(第五版)

[美] Norman N.Potter Joseph H.Hotchkiss 著
王璋 钟芳 徐良增 陈劼 巫庆华 杜先锋 译

FOOD SCIENCE FIFTH EDITION



中国轻工业出版社

CHINA LIGHT INDUSTRY PRESS

美国现代食品科技系列 (3)

食 品 科 学

(第五版)

〔美〕 Norman N. Potter Joseph H. Hotchkiss 著

王 璋	钟 芳
徐良增	陈 劼 译
巫庆华	杜先锋

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品科学: 第5版/ (美) 波特 (Potter, N.) 等著:
王璋等译. —北京: 中国轻工业出版社, 2001. 6
美国现代食品科技系列 (3)
ISBN 7-5019-3004-X

I. 食… II. ①波…②王… III. 食品工业-基础
科学 IV. TS201

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 05897 号

本书中文简体字版的出版得到了台湾华香园出版社的支持

责任编辑: 白 洁

策划编辑: 李炳华 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云

版式设计: 赵益东 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010—65241695

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 33.5

字 数: 774 千字 印数: 1—4000

书 号: ISBN 7-5019-3004-X/TS·1822 定价: 70.00 元

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

译者的话

由 Norman N. Potter 和 Joseph H. Hotchkiss 编纂的《食品科学》是一本享誉全球的教科书，世界上许多大学食品系的食品科学与技术引论课程都采用它作为教科书。该书的第一版在 1968 年问世。鉴于在过去 30 年中食品科学与技术的迅速发展和该书本身受欢迎程度的与日俱增，因此作者不断地修改和补充，《食品科学》连续出版了 5 个版本，这在食品学科的教科书中是不多见的。

作者在该书中用深入浅出的文字将食品科学与技术的最重要的方面介绍给读者，因此它能帮助在食品学科学习的学生在进入高年级之前就了解食品科学与技术的基础理论和加工技术，并能在此基础上学习更高深的理论和更专门的知识。本书对于学习食品学科的学生是一本著名的教科书，而对于在此领域及相关领域工作的研究生、教师、科技人员和管理人员则是一本极有价值的参考书。

本书是根据 Norman N. Potter 和 Joseph H. Hotchkiss 所著《食品科学》的最新版本即第五版（1998）全文翻译的。作者在前四版的基础上作了修改和补充，使第五版能充分反映食品科学与技术中各个领域的最新进展。

参加本书翻译工作的人员全部是无锡轻工大学食品学院食品科学教研室的教师，它们是杜先锋，负责翻译第一、第十四、第二十三、第二十四、第二十五章；王璋，负责翻译第二、第三、第四、第十二章；徐良增，负责翻译第五、第六、第二十一、第二十二章；陈劼，负责翻译第七、第十一、第十三、第二十章；钟芳，负责翻译第八、第九、第十、第十七章；巫庆华，负责翻译第十五、第十六、第十八、第十九章。全书由王璋总校译。限于译者水平，疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

前言

自《食品科学》第一版出版至今已 30 多年过去了。第一版和随后的三版作为食品科学与技术课程中的引论教科书享誉世界。良好的反应激励我们维持与前几版相同的基本版式和目标。我们的目标是向读者提供食品科学与技术的一个引论，在此基础上能掌握更高级和更专门的知识。我们也意识到本书也被校外读者普遍地作为基本参考书使用。根据已有的新的信息或所需要的新的信息已在第五版作了实质上的更新和扩充。本书介绍和评述食品配料、加工、包装、销售和储存之间复杂的关系，并探索这些因素如何影响食品的质量和安全性。食品是多数生物化学物质的复杂混合物，并且现成的将农产品原料转化成可食用食品的方法已多得数不清。我们一直不想全面地概括上述所有内容，而是致力于了解和评价食品的基本组分和在食品中最常使用的加工技术。我们还希望能帮助那些考虑将食品科学作为自己职业的人了解食品科学的范围。如同前几个版本那样，这一版应继续为在食品相关领域中工作的人提供一个参考，这些领域服务于和管理食品科学与技术，或者与后者相交叉。

自《食品科学》第四版 1986 年出版以来，食品科学与技术如同许多其它以科学为基础的学科一样发展迅速。虽然许多基本的单元操作几乎没有什么变化，但是新的知识和兴趣已经涌现出来，它们包括生物技术、食品安全、环境问题、包装技术、政府法规、食品的全球化、营养和其它，以及新的加工技术如欧姆加热和超临界液体提取。这些新的发展对食品加工领域和各国政府机构的影响与日俱增，而对《食品科学》第四版的改动和补充恰恰反映了上述变化和其它方面的发展。但是，仅在与主要原理和已证明有价值的常规食品生产实践对照时才能估量真实的变化。因此，第五版中将在一个适当的引论水平上继续描述大多数基本原理和实践。

感谢我们在康奈尔大学和其它地方的同事，是他们为这个版本提供了许多见解和材料。也感激 Terry Fowler 夫人在加工本教材中所给予我们的技术上的帮助。

Joseph H. Hotchkiss
Normm N. Potter
Ithaca, New York

2/10/2017

目 录

1 引言：作为一门学科的食品科学	(1)
1.1 在食品科学领域内谋求发展	(1)
1.2 食品科学家的活动	(2)
2 食品工业的特征	(11)
2.1 食品工业的组成	(13)
2.2 相关工业	(15)
2.3 国际活动	(17)
2.4 对变化的反应	(18)
2.5 相关的操作	(19)
3 食品的组分、性质和意义	(21)
3.1 碳水化合物	(21)
3.2 蛋白质	(26)
3.3 脂肪和油	(28)
3.4 其它食品组分	(30)
4 食品组分的营养性质	(39)
4.1 食品 and 能量	(39)
4.2 碳水化合物、蛋白质和脂肪在营养方面的额外作用	(41)
4.3 蛋白质质量	(45)
4.4 营养成分的生物利用率	(47)
4.5 维生素	(47)
4.6 矿物质	(51)
4.7 纤维	(53)
4.8 水	(54)
4.9 营养成分的稳定性	(54)
4.10 饮食和慢性疾病	(56)
5 食品加工中的单元操作	(61)
5.1 基本单元操作	(61)
5.2 单元操作的交叉	(77)

5.3	节能措施	(78)
5.4	最新进展	(78)
6	食品的质量要素	(81)
6.1	外观要素	(82)
6.2	质构要素	(86)
6.3	风味要素	(89)
6.4	其它质量要素	(92)
6.5	质量标准	(92)
7	食品的变质及其控制	(103)
7.1	货架寿命和给食品打日期	(104)
7.2	食品变质的主要原因	(105)
7.3	食品保藏的一些原理	(114)
7.4	控制微生物	(114)
7.5	酶和其它因素的控制	(120)
8	热保藏及加工	(124)
8.1	热保藏的程度	(124)
8.2	热处理方式的选择	(125)
8.3	微生物的抗热性	(126)
8.4	热传递	(130)
8.5	食品组分的保护作用	(134)
8.6	接种装罐试验	(134)
8.7	不同的温度—时间组合	(135)
8.8	包装前或包装后的热处理	(136)
8.9	政府法规	(144)
9	冷冻保藏与加工	(146)
9.1	冷藏与冻藏的差别	(146)
9.2	冷藏和冷却保藏	(147)
9.3	冻结和冻藏	(158)
10	食品的脱水和浓缩	(181)
10.1	食品脱水	(182)
10.2	食品浓缩	(209)
10.3	中等水分含量的食品	(215)

11 食品的辐射、微波和电阻加工	(221)
11.1 食品的辐射处理	(221)
11.2 微波加热	(229)
11.3 电阻加热	(234)
12 发酵作用和微生物的其它应用	(237)
12.1 发酵作用	(237)
12.2 直接作为食品的微生物	(246)
12.3 基因工程	(247)
13 乳和乳制品	(250)
13.1 液态乳及某些衍生产品	(250)
13.2 冰淇淋和相关制品	(261)
13.3 干酪	(267)
13.4 低脂乳制品	(279)
14 肉、禽和蛋	(282)
14.1 肉和肉制品	(282)
14.2 家禽	(296)
14.3 蛋	(300)
15 海产品	(306)
15.1 鱼类的捕捞	(306)
15.2 海洋鱼类	(307)
15.3 贝壳类	(313)
15.4 鱼类副产品	(314)
15.5 鱼类中的污染物	(315)
15.6 新海产品	(316)
16 油脂及相关产品	(319)
16.1 组成对脂类性质的影响	(319)
16.2 油脂的来源	(323)
16.3 脂肪的功能性质	(324)
16.4 生产与加工方法	(324)
16.5 油脂制品	(328)
16.6 脂肪替代物	(334)
16.7 油脂的检测	(335)

17 谷物、豆类及油料种子	(339)
17.1 谷物颗粒.....	(340)
17.2 焙烤原则.....	(351)
17.3 豆类和油料种子.....	(357)
17.4 一些特殊问题.....	(360)
18 蔬菜 and 水果	(363)
18.1 一般性质.....	(363)
18.2 组成.....	(364)
18.3 结构特点.....	(365)
18.4 生命系统的活动.....	(370)
18.5 蔬菜的采收和加工.....	(371)
18.6 水果的采收和加工.....	(378)
18.7 果汁.....	(384)
18.8 生物技术.....	(386)
19 饮料	(389)
19.1 无酒精碳酸饮料.....	(389)
19.2 啤酒.....	(393)
19.3 葡萄酒.....	(397)
19.4 咖啡.....	(400)
19.5 茶.....	(407)
20 糖果和巧克力制品	(412)
20.1 糖基糖果.....	(412)
20.2 成分.....	(413)
20.3 巧克力和可可制品.....	(417)
20.4 糖果制造方法.....	(421)
21 食品包装原理	(425)
21.1 简介.....	(425)
21.2 容器类型.....	(429)
21.3 食品包装材料及包装形式.....	(433)
21.4 包装测试.....	(446)
21.5 特殊性能包装.....	(447)
21.6 食品包装安全.....	(451)
21.7 环境因素.....	(452)

22 食品加工与环境	(456)
22.1 生产用水的性质与要求.....	(457)
22.2 废水的性质.....	(460)
22.3 废水处理.....	(463)
22.4 废液固形物的浓缩与处理.....	(466)
22.5 降低排放体积.....	(468)
22.6 长期的责任.....	(468)
23 食品安全、危险和危害	(471)
23.1 引言.....	(471)
23.2 安全性、危害和危险性.....	(471)
23.3 与食品相关的危害.....	(472)
23.4 食品安全性方面的微生物学考虑.....	(477)
23.5 加工和贮藏对微生物安全性的影响.....	(477)
23.6 微生物学方法.....	(480)
23.7 防止食源性疾病的 HACCP 法.....	(480)
23.8 与食品有关的化学危害.....	(487)
24 关于食品和营养标识的政府性法规	(494)
24.1 简介.....	(494)
24.2 美国联邦食品、药物和化妆品法规.....	(494)
24.3 附加的食品法规.....	(495)
24.4 食品物质的法定分类.....	(497)
24.5 安全性试验.....	(499)
24.6 食品标记.....	(501)
24.7 营养标识.....	(502)
24.8 国际食品标准和营养标准.....	(507)
25 饥饿、技术和世界食品需求	(510)
25.1 背景.....	(510)
25.2 营养问题的本质.....	(515)
25.3 营养问题涉及的各个方面.....	(515)
25.4 世界战胜饥饿的方法.....	(521)
25.5 技术的作用.....	(522)
25.6 结论.....	(522)

1 引言：作为一门学科的食品科学

食品科学可以定义为将基础学科和工程学的理论用于研究食品基本的物理、化学和生物化学性质以及食品加工原理的一门学问。食品工艺学则是运用食品科学原理来从事食品的选择、保藏、加工、包装及销售，它影响消费安全、营养和食品卫生。由此可见，食品科学是一门涉及范围很广的学科，包括食品微生物学、食品工程和食品化学。由于食品与人直接相关，有的食品科学家也对食品选择的心理学发生兴趣，他们研究食品的感官性质。食品工程师关心的是将原始农产品（如小麦）加工成成品（如面粉或焙烤制品）。食品加工包括许多化学和机械工程的内容。实际上所有食品均来自活细胞，因此在很大程度上是由“可食用的生物化学品”所组成，所以生物化学家经常以食品为研究对象来了解加工或贮藏是如何影响食品的化学以及生物化学性质的。同样，营养学家关心食品的生产以保证食品预期的营养含量。有的食品科学家供职于政府部门，其职责是监督和保证市售食品的安全、卫生、货真价实。

以前，工作于食品领域内的大多数科学家、工艺学家以及生产人员并未受到像今天这样的食品科学方面的正规训练，这是因为几乎没有大学可以开设攻读食品科学学位的课程，却有许多这样的教育机构所属的系科对肉制品或乳制品等进行研究。食品企业、政府部门及学术机构继续雇用许多原先学乳品学、肉制品学、谷物化学、果树学、作物学及园艺学的人，还有许多人被培养成在化学、物理学、微生物学、统计学及工程学等基础学科和应用领域的专家。这样的训练已经具有专业化的优点，但也会导致某些局限性，尤其是对那些在工艺变化迅速的食品行业中某些部门从事商品生产的工作人员而言。因此，建立了内涵更广泛的食品学科，现在美国有 40 多所大学，世界上则有更多的大学可授予食品科学的学位。

1.1 在食品科学领域内谋求发展

工业与学术专家经常在食品科学家的定义以及什么是合适的正规训练方面意见不一。同样，能授予食品科学学位的大学在获得这样的学位应该具备哪些必要的条件上也并非完全一致。食品工艺学家协会教育委员会（IFT）为食品科学专业的大学本科课程规定了一套最低标准，这些标准为大多数授予食品科学学位的大学所效仿，因为它们能反映食品科学的科学本质。为授予学士学位推荐的最新的最低标准（1992）包括基础理论课程及食品科学和工艺学核心课程，这些标准是根据 120 学分（两学期制）或 180 学分（四学期制）的要求而确定的。所有课程应包含 3~5 学分（两学期制）或 4~8 学分（四学期制）。食品科学和工艺学核心课程至少需 24 学分（两学期制）或 36 学分（四学期制），它们包括以下内容，其中大多数既包括讲课又包括实验内容：

- 食品化学 涵盖食品基本的成分、结构和性质以及在加工和使用过程中发生的化

学变化。必须事先修过普通化学、有机化学和生物化学。

- **食品分析** 涉及对食品产品及成分作定量的物理、化学分析的原理、方法与技术。分析应该按照为食品加工设定的标准和法规来进行。化学及食品化学中的某一门课程为预修课。

- **食品微生物学** 研究食品的微生物生态学,如环境对食品腐败和食品生产的影响,食品中微生物的物理、化学变化和生物降解,食品原材料的微生物学检验以及公共健康和卫生微生物学。预修普通微生物学方面的一门课程。

- **食品加工** 研究食品原料的一般特性,有关食品保藏,影响品质的加工因素,包装,水和废物处理,良好的生产实践和卫生程序等基本原理。

- **食品工程** 包括对在食品加工中应用的工程概念和单元操作的研究。工程原理应该包括物质和能量平衡,热力学,流体力学,热和质量的转换。预修一门物理学和两门微积分。

在其它食品科学课程学完之后,应学一门能综合食品化学、食品微生物学、食品工程、食品加工、营养、感官分析、统计学的高级(顶级)课程。该课程的特殊定位是产品开发还是产品加工由大学自主决定。

上述这些课程被认为是最低限度的,除此之外的必修和选修课程必须纳入课程大纲。计算机,食品法规和条例,感官分析,毒理学,生物工程,食品物理化学,高级食品工程,质量控制,废物处理,高级食品加工等课程都是食品科学的重要组成部分。

除了食品科学和工艺学的核心课程外,其它一些典型的学位课程要求如下:

- 普通化学方面的两门课程,后续有机化学和生物化学各一门。

- 普通生物学一门,普通微生物学一门,均包括讲座和实验。

- 营养成分的课程一门。

- 两门微积分。

- 一门统计学。

- 一门普通物理学。

- 至少有两门强调会话和写作技巧的课程。

- 人文和社会科学。这通常被大学或学院作为必修课开设。如不作为必修课,也可从历史、经济学、政治学、文学、社会学、哲学、心理学或艺术中选择4门。

上述的最低要求为食品科学领域内的本科生提供扎实的基础。食品科学家和食品工艺学家的称呼都被广泛使用且已经导致了混淆。以前,食品工艺学家是指具有学士学位的人员,而食品科学家则是指具有硕士或博士学位及具有研究能力的人员。但是这种区分也不严格,两种称呼仍旧广泛地采用且相互替换。

1.2 食品科学家的活动

获得食品科学学位必须受到的教育仍旧不能充分描述食品科学。有人认为,食品科学应包括食品材料的生产、处理、加工、运输、销售及最终消费的各个方面。还有人认为食品科学仅限于食品材料的性质、加工和卫生等。后一种观点具有很大的局限性,因

为它没有考虑到能对原材料加工产生重大影响的因素，如降雨量、土壤类型、土壤肥沃程度、遗传性质、收获或宰杀方式等。另一方面，文化、宗教及心理可接受性等因素决定产品的最终使用价值。

在一个可以选择的富裕社会，或尽管并不缺乏必要的营养物质，由于受习俗和清规戒律限制而导致营养不良的地区，心理学和社会学的影响都是很重要的，由于望文生义会造成误导，今天的食品科学家的活动可以通过例证来加以说明。

据估计，全球大约有 20 亿人食品摄入不足，并且可能每天有 4 万人死于进食不充分（包括缺乏足够的食物、蛋白质或某些特殊的营养成分摄入不足）。许多食品科学家都在致力于开发可口、营养、低成本的食品。在某些地区，极度的营养不足会导致儿童患一种被称为加西卡病的严重的蛋白质缺乏症，或更加普遍的蛋白质—热量不足造成的消瘦。奶粉可以提供人体所需的热量和蛋白质，但其价格不菲，而且不易消化。不大食用的由杂鱼制成的鱼粉倒是蛋白质的廉价来源。Incaparina 是一种蛋白质含量为 28% 的谷物类食品，它是由玉米、高粱和棉子粉制成的。Incaparina 以及诸如此类的产品是利用生长于中美、南美廉价的作物而开发出的。Miltone 则是由花生蛋白、水解淀粉糖浆以及盛产于印度的牛奶制成的。由于在贮存和加工时有相当大的损耗，食品科学家正在研究适用于世界不同地区的便宜的食品保藏方法。

食品科学家已经开发出数千种食品，包括宇航员专用食品（见图 1.1）。宇航员向装

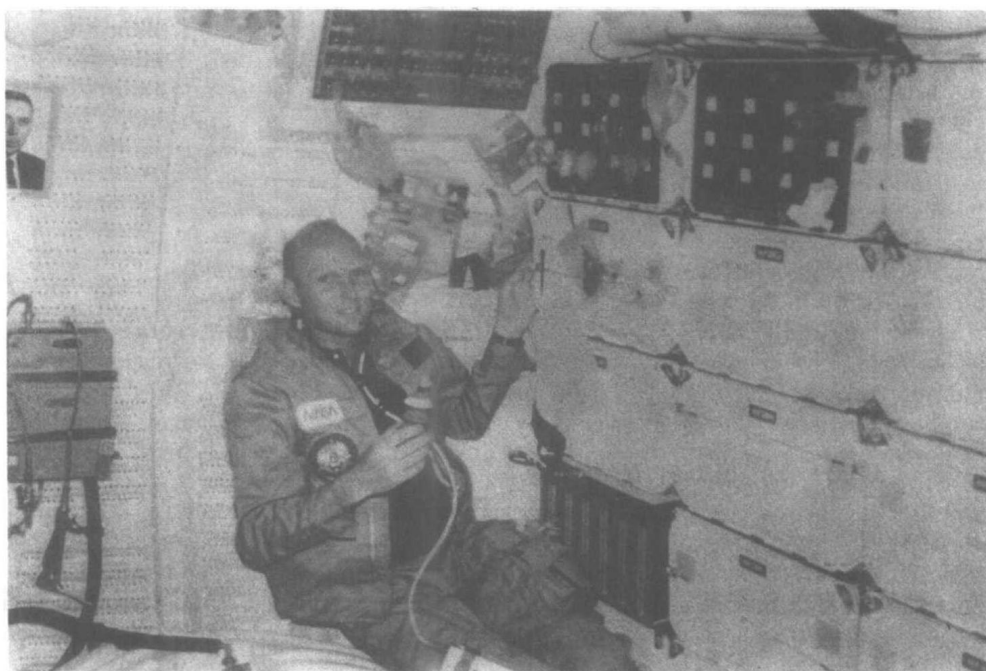


图 1.1 宇航员在太空舱内吃食物
(The Institute of Food Technologists 提供)

有脱水食品的包装袋中加少量的水，然后轻揉袋子，通过一根管子即可将食物吸入口中。

由于空间和重力上的局限性，不需冷藏和烹饪，身体不适和失重等条件下的特殊饮食要求必须加以考虑，食物碎屑或液态食品可能会分散于机舱而招致危险也必须被考虑到。现在，食品科学家正在为进入更加遥远的太空的太空旅行开发“再生”食品。如果宇航员在太空中滞留时间过长而又得不到给养，其所需的食物必须能在太空中种植和加工，这些系统的内在问题对于食品科学家来说也是一种特殊的挑战。

也许工业领域中食品科学家最大的一项活动是对现有产品的改善和对新产品的开发（见图 1.2）。美国在 1993 年就有 12 000 种新产品问世，尽管新产品只是对现存的产品稍



图 1.2 食品科学家在工作台上优化甜饼配方
(The Institute of Food Technologists 提供)

作改变。消费者喜爱新产品，工业界的食品科学家应该有创新的思路来满足消费者对新颖、不同类型产品的需求。成功的产品开发需要科学与创新的结合。

今天的食品科学家经常需要去改变食品中营养素的含量，尤其是降低食品的热量或是添加维生素或矿物质。降低热量可从几个方面来进行，如用低营养或非营养性的成分替代热值高的食品成分。用阿斯巴甜或糖精取代营养性甜味剂（如蔗糖）可降低软饮料的热值。阿斯巴甜的商品名为 Nutrasweet，具有与蔗糖相同的热值，但其甜度是蔗糖的 200 倍。因此达到相同的甜度，阿斯巴甜的用量要比蔗糖的用量少得多，从而降低了食品

的热值。在其它方面，食品科学家利用与脂肪具有类似性质但代谢方式不同的物质来替代食品中的脂肪，以达到降低热值的目的。如低脂冰淇淋可以通过去除牛奶中的脂肪和添加经过特别处理的蛋白质来制得，这些蛋白质被处理成非常细小的颗粒，它给冰淇淋带来一种与脂肪相似的滑腻的口感。每克蛋白质的热值仅为 16.7kJ，而脂肪的热值则为 37.6kJ，这样，冰淇淋的热值就降低了。

食品科学家也千方百计地把食品中的维生素和矿物质提高到所需水平，早餐所食用的麦片就是这些食品中最好的例子。大多数麦片都含有一些添加的营养素，有的麦片还含有人体一整天所需的营养量。这些维生素和矿物质必须均匀地分散于产品中，而且性能必须稳定，它们不得影响食品的风味或外观，这一点必须引起高度的重视。

食品加工工艺学也左右着海洋捕鱼船只的设计和制造。船只上的食品加工设施包括大小鱼自动分离机，机械化鱼油冷却器，自动油脂提取器，制冰设备，完善的罐头车间，制造鱼片和鱼饼的设备，鱼的脱水及鱼制品干燥设备等。这样的工厂式制作法可以防止腐败，降低蛋白质和脂肪的损失，从而可以延长船只在海上的作业时间。现在此类船只可以在远海捕鱼作业大约两个月时间。日本和俄罗斯在这方面的开发极为活跃。

食品科学与工程的一个重要应用方面是对水果和蔬菜的气调储存(CA)。水果(如苹果)采摘后仍从空气中获得氧气进行呼吸，并继续成熟，最后软化腐败。如果降低氧气而增加二氧化碳的浓度，呼吸作用就会减缓。对于某些水果，其最佳的气调储存条件为氧占 3%，二氧化碳占 2%~5%，其余的则为氮气。商业上通过连续地检验气体组成并作出相应的调整等自动控制方法来创造此类气调储存的条件。在冷库中使用气调储存可以保证四季均有苹果销售，而这在以前由于贮存条件差而不可能。低氧气调储存目前也用来保证冷冻货车运输途中莴苣的质量及在空运时减少草莓的腐烂。在后一种运输中，贮存室中的二氧化碳来自于干冰的升华。

食品科学包括利用液氮、液态或固态的二氧化碳，或其它的低温液体对精制食品进行速冻。当水果、蔬菜被冻结时，在构成肉质的细胞内部和细胞之间形成冰晶。如果是缓慢的冻结，形成的冰晶较大而刺破细胞壁。这样在解冻时，果肉组织变成松散、糜烂的糊状物，汁液从组织中流出，这方面番茄所受的影响最为明显。如果是快速的冻结，如采用液氮致冷可达 -196°C ，水只冻结成微晶，并且微晶在细胞组织被刺破之前即已形成，当解冻时产品保持原状，其质构也比缓慢冷冻时的好得多。然而，即便是速冻，也只有经过挑选的番茄品种才能耐受这样的处理，并得到满意的解冻效果。现在有越来越多的高质量冷冻动植物食品面世，其良好的商业价值应归功于低温冷冻技术。

食品科学家最重要的任务之一是保证食品尽可能安全。谨慎地进行食品加工、储存和保鲜可以防止食物中毒的爆发。食物中毒是指由于消费食品而感染疾病。引发食源性疾病的要么是致病菌、病毒、寄生虫，要么是化学污染物。在美国，这类食物中毒的发病率之高出乎人们的预料。根据传染病防治中心的报告，在 1983~1987 年之间，共有 91 678 例食物中毒事件，这个数据可能只是实际情况的一小部分，因为认定食物中毒的标准极为严格，并且仅一两个人受感染的病例也不上报。虽然大约有 92% 的食物中毒是由致病菌引起的，然而由加工过的食品造成的食物中毒只占有所有食物中毒的一小部分。

不适当的食品加工、处理和储存最多地出现在家庭、学校或餐厅，这是导致食品中

毒爆发的最主要原因。如1993年,在一家快餐店出售的汉堡包中含有未烧透的牛肉而致数人死亡,致病菌是一种与牛肉及其肉制品有关的称为O157:H7的大肠杆菌(*Escherichia Coli*)。由沙门氏菌引起病例的数量也在上升(见图1.3),造成这种上升的主要原因是因为食用了被肠炎沙门氏菌(*Salmonella enteritidis*)污染的鸡蛋和家禽。沙门氏菌曾导致有记录以来的最大一次食源性疾病的爆发,大约有16 000人因食用被沙门氏菌污染的牛奶而致病。这次食物中毒使得报道的病例大为增加(见图1.3)。肉毒杆菌也使食物中毒的病例大幅度增加(见图1.4)



图 1.3 美国向疾病控制中心提供的年度沙门氏菌病例数
(摘自: Morbidity and Mortality Weekly Report, 42: 50, 1994)

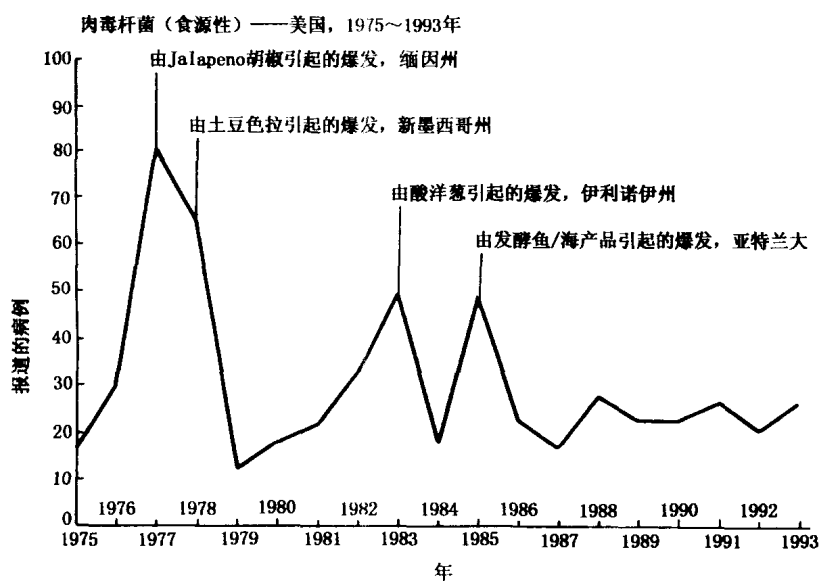


图 1.4 美国向疾病控制中心(CDC)报告的肉毒杆菌病例
(摘自: Morbidity and Mortality Weekly Report, 42: 24, 1994)

正如前面指出的那样，大多数食物中毒都是由于对食物的处置不当而非加工方法的不当造成的。食品加工工业具有防止食物中毒的良好记录，这可从每年消费数以亿计的罐装、袋装等食品上得到证实。但有时这样良好的记录被为数不多的有毒食物造成的死亡事件所打破。当罐头食品未受到足够的加热以杀死厌氧微生物肉毒（梭状芽孢）杆菌的孢子或易受污染的食品储存不当时，即会产生这样的后果。如美国在1989年，有三例肉毒杆菌中毒是由于食用“油浸大蒜”造成的。该食品未完全酸化，亦未完全冷却以防止毒素形成。同样，1989年在英国，由于食用含有榛子馅的酸干酪，招致27人肉毒杆菌中毒，其中1人死亡。在榛子馅加入酸干酪之前，肉毒杆菌毒素即已形成。也曾发现鱼与一系列肉毒杆菌中毒的事例有关，其中绝大多数是由于操作工对海洋食品的危险性缺乏了解所致。Kapchunka肉毒杆菌中毒爆发是无知就会致命的一个佐证。Kapchunka是一种白鱼，用盐水浸泡后，不经过除内脏而直接风干，然后将鱼包装后置室温下保存，因此鱼体内的肉毒梭状芽孢杆菌得以生长而分泌毒素。若干人摄入这种肉毒杆菌后，其中一人致死。食品科学家认真研究每一次食物中毒的原因，希望能防止类似事件的发生。

当通过加热以破坏食品中的病原体和腐败微生物时，食品成分因加热发生的变化将影响食品的色泽、质构、风味及其营养价值。因此，食品科学家必须对热处理过程进行优化，以达到有效的灭菌而又不会使食品过度受热的目的。有时病原体通过容器的破损处进入食物中，这也是鲑鱼罐头受肉毒梭状芽孢杆菌感染的主要原因。

食品科学研究者已经开发出嫩化牛肉的方法，通常的做法是在牛肉的表面涂上一层酶—盐的混合物以达到嫩化的目的。然而商业上的嫩化方法还不止于此，在牲畜被宰杀之前将蛋白酶注入其体内，这样随血液循环，酶遍布于整个动物体内，此时再将牲畜宰杀，其肉将更加嫩化。另外，在动物宰杀后，以电流电击其躯体也可达到嫩化的目的。

食品科学家正在研究通过特殊的喂养方法来改进牛肉肌肉的成分和性质。日本人在饲料中加入啤酒控制被饲养的牛的活动量，生产出特别优质的牛肉。近来，美国及有的国家经常使用激素乙烯雌酚(DES)作为饲料添加剂或作为药片植入动物体内以刺激动物生长和降低喂养的成本，这种激素同时也使牛、羊肉中的水分、蛋白质和灰分含量稍有提高，并可降低肉中脂肪的含量。但是在某些情况下，DES可使老鼠和人致癌。因此在1979年，美国食品和药物管理局(FDA)禁止在肉制品生产中再使用DES。

食品科学家同时也在研究用最少量的人工饲料来提高乳牛的产奶量以及牛奶的感官和功能性质。众所周知，奶牛所需的营养是通过其瘤胃中的微生物将简单的物质合成复杂的化合物来提供的。芬兰科学家证实，用极少量的饲料（该饲料含有精制的碳水化合物，但不含蛋白质，氮源则由廉价的尿素和铵盐提供）即可保证极高的产奶量，这样的牛奶在基本成分、蛋白质氨基酸组成、风味及功能性质等方面都与一般牛奶无异。这样的发现具有特殊的意义，因为它可使廉价的纤维素类物质（如森林中的物质）和低成本的含氮化合物转化成可被人体利用的高价值的动物蛋白。

食品科学家还在致力于用特殊的酶系作用于一些基本的原料来产生风味物质。肉被烹饪后产生的风味来自脂肪，水果的风味来自于碳水化合物。

食品科学家也开始采用遗传工程和生物工程领域内的新技术和新产品，重组DNA技术及其相关技术的进展改进微生物菌株和产生新酶，使发酵工业中酶的产量提高、生