

高等学校食品专业系列教材

# 食 品 添 加 剂

主 编 刘钟栋  
副 主 编 艾志录 李学红 邱伟芬 杨 明  
编写人员 (按姓氏笔画为序)  
艾志录 代春华 李学红 刘钟栋  
杨 明 邱伟芬 庞凌云 姚丽丽

东南大学出版社

## 内 容 提 要

本书是国内第一部普通高等学校食品添加剂教材。全书共十一章,讲述了食品添加剂的原理和方法,内容涉及我国批准使用的食品添加剂的主要内容,也包括国外使用的某些品种。作者参考了 GB 2760—1996 和国际上食品添加剂使用的情况,因此本书具有很强的指导性和针对性。

学以致用是本书努力追求的目标。通过本教材和课程的学习,读者可以建立关于食品添加剂的正确观念,为进行与食品添加剂相关的工作,正确使用添加剂,把握国内外食品添加剂的发展打下基础。通过本教材和课程学习,读者可以掌握各类添加剂的性质、功能及正确的应用方法,了解有关食品添加剂制备与分析的基本知识,掌握查阅有关资料的方法,掌握食品添加剂使用方面的法规和规定,能够根据食品生产的各项要求,比较完整、合理地制定出食品添加剂的使用方案。

## 图书在版编目(CIP)数据

食品添加剂/刘钟栋主编. —南京:东南大学出版社,2006.8  
(高等学校食品专业系列教材)  
ISBN 7-5641-0511-9

I. 食... II. 刘... III. 食品添加剂—高等学校—教材 IV. TS202.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 089601 号

## 食品添加剂

---

出版发行 东南大学出版社  
出 版 人 宋增民  
责任编辑 顾金亮  
地 址 南京市四牌楼 2 号(210096)  
电 话 025-83795801(发行科)/025-83362442(传真)  
经 销 江苏省新华书店  
印 刷  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
字 数 438 千字 17.25 印张  
版 次 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷  
印 数 1—4000 册  
定 价 29.00 元

---

\* 若有印装质量问题,请直接向读者服务部调换,电话:025-83792328。

# 前 言

食品添加剂在我国是一个新兴的产业,它集化工、生物、食品等领域之大成,已发展为食品工业生产与制造活动的重要内容,其原理与方法是食品及相关专业的必备知识。

本教材根据2005年11月无锡《普通高等教育“十一五”国家级教材规划·高等学校食品专业系列教材》会议的原则,按照我国食品和相关专业普通高等教育的需要,参照目前149所高校中食品及相关专业的教学内容,选择了食品添加剂中的主要内容进行编写。为了扩大知识面,本教材中也介绍了少数未经我国批准使用的食品添加剂。

教材采用各章内容由纂稿人独立写作,再由主编统稿的方式完成。考虑到这是中国普通高校第一部食品添加剂教材,而食品添加剂又是中国的新兴行业,为使读者了解这一部具有重要意义的教材的各创作人员,主编在统稿时尽量保持了原创的观点和写作风格。

该教材的编写人员都是承担繁重教学任务的教师,尽管大家十分努力,但疏漏是难免的。书稿中可能存在的错误和不完善之处尚请读者谅解,并请提出宝贵意见,我们将在修订中改正和完善。尤其是营养强化剂部分,目前我国的主食营养强化在国家政策和基本食品原料方面将可能有较大变革,在目前态势还不明朗的情况下,本教材对其内容暂不涉及,以便教学中的正确把握。

本教材编写人员分工如下:第1章由刘钟栋编写,第2章由邱伟芬、代春华、刘钟栋编写,第3章由邱伟芬编写,第4章由李学红编写,第5章由杨明、刘钟栋编写,第6章由邱伟芬编写,第7章由姚丽丽编写,第8、9章由李学红编写,第10、11章由艾志录、庞凌云编写,第12章由代春华编写。

刘钟栋

2006年7月11日于美国旧金山

# 总 序

受编辑之托,为我等所著的高等学校食品专业系列教材作序,真是诚惶诚恐,迟迟难以下笔。苏轼《与孙子思》云:“……余空纸两幅,留与五百年后跋尾也!”此一戏语道出了作序之尴尬。回想起当时来自各地高校食品院系的学者们共同讨论系列教材时认真而热烈的场景,我就勉为其难,介绍一下我们编写这套系列教材的来龙去脉和想法。

2005年11月18—20日,经东南大学出版社和江南大学食品学院的联合组织,在江苏无锡召开了“普通高等教育‘十一五’国家级教材规划·食品专业系列教材”编写和申报研讨会,来自江南大学、南昌大学、南京农业大学、合肥工业大学、江苏大学、内蒙古农业大学、福建农林大学、河南工业大学、郑州轻工业学院、河南农业大学、河南科技大学、浙江工商大学、扬州大学、华南农业大学、南京工业大学、南京财经大学、南京师范大学、淮阴工学院、淮海工学院等19所大学食品院系的30余名学者参加了会议。在两天的会议中,学者们探讨了近几年来食品专业教育的得失,研讨了新形势下为进一步推进食品学科创新型人才培养的系列教材的编写要求、体例和分工,明确了31部教材的编写任务。时间过去不到一年,硕果满园的金秋季节在望,这31部教材中已有5部列入普通高等教育“十一五”国家级教材规划,第一部教材《食品添加剂》将正式付梓,其他多部教材也将孕育而生,在近期内陆续出版,真是欣慰之极。

古人曰:教人以道者,师也。作为教师,不仅要教会学生如何掌握知识,更重要的是要教会学生如何运用知识和创造知识。这套系列教材的编者们,少则有十多年、多则有二十年左右从事相应课程教学和本专业领域科研的经历。我们一致的想法是希望把多年实践中的感悟和积累融入到这套教材中,使本系列教材的阅读者在理解和掌握知识的同时,也能对知识的运用和创造有所领悟。

食品工业的GDP在我国国民经济中已连续几年居首位,现已接近2万亿元,食品科技进步与产业发展在国民经济发展中越来越发挥举足轻重的作用。目前全国约有200所高校办有食品专业,每年招收学生2万多人,食品专业的教育教学在一定程度上关系到我国食品工业的健康和可持续发展,编写一套反映当今科技发展现状,符合创新创业型人才培养要求的食品专业系列教材,是我们

所有编者的愿望,也是我们义不容辞的责任和义务。

愿我们的国家明天更美好,愿我们的食品工业发展更健康,愿我们在着力创建的和谐社会中享用的食品更安全。让我们所有编写和阅读本系列教材的同仁们共同为此尽绵薄之力!

张 灏

2006年8月3日晚于无锡

## 1

# 食品添加剂总论

## 学习目的与要求

本章主要讲述食品添加剂的定义,食品添加剂的整体功效和使用的发展,食品添加剂的品种与分类,食品添加剂的评估与监督管理。

通过本章的学习,应掌握食品添加剂的概念,在整体上了解食品添加剂的作用,建立起学习各类食品添加剂的基础,具备在实际应用中把握食品添加剂的特点与正确发挥食品添加剂的功效的基本知识。

本章的难点是内容较多,各类食品添加剂涉及面广。

## 1.1 食品添加剂的定义

根据《中华人民共和国食品卫生法》的规定:食品添加剂是指“为改善食品品质和色、香、味,以及为防腐和加工工艺的需要而加入食品中的化学合成或者天然物质”。在我国,食品营养强化剂也属于食品添加剂。《食品卫生法》规定:食品营养强化剂是指“为增强营养成分而加入食品中的天然的或者人工合成的属于天然营养素范围的食物添加剂”。

2006年修订的我国《食品添加剂使用卫生标准(GB 2760—2006)》对食品添加剂重新规定:“为改善食品品质和色、香、味,以及为防腐和加工工艺的需要而加入食品中的化学合成或者天然物质。营养强化剂、食品用香料、加工助剂也包括在内。”其中,营养强化剂是指为平衡、补充、增强营养成分而加入食品中的天然的或者人工合成的属于天然营养素范围的食物添加剂,并在GB 2760—2006之外单独制定了国家标准GB 14880。食品用香料是指能够用于调配食品香精并使食品增香的物质。加工助剂或称食品工业用加工助剂是指能使食品加工顺利进行的各种物质,本身与食品原有成分无关,如助滤、澄清、吸附、润滑、脱模、脱色、脱皮、提取溶剂、发酵用营养物质等,它们一般应在食品成品中除去而不应成为最终食品的成分,或仅有残留。

我国台湾省规定:“食品添加剂是指食品的制造、加工、调配、包装、运输、储存等过程中用以着色、调味、防腐、漂白、乳化、增香、稳定品质、促进发酵、增加稠度、强化营养、防止氧化或其他用途而添加于食品或与食品接触的物质。”

在国际上,由于各自理解的不同,各国对食品添加剂的定义也不同。日本规定:食品添加剂系指“在食品制造过程,即食品加工中为了保存的目的加入食品,使之混合、浸润及其他目的而使用的物质”。欧盟规定:食品添加剂是指“在食品制造、加工、准备、处理、包装、运

输或储藏过程中加入到食品中,直接或间接地成为食品的组成成分。其本身不构成食品的特性成分,并且本身不能被当作食品消费的物质”。美国规定:食品添加剂是“由于生产、加工、储存或包装而存在于食品中的物质或物质的混合物,而不是基本的食品成分”。基于此,他们将其再分为直接食品添加剂和间接食品添加剂两类,前者是指故意向食品中添加,以达到某种作用的食品添加剂,又称为有意食品添加剂;后者则指在食品的生产、加工、储存和包装中少量留存在食品中的物质,又称为无意食品添加剂,不包括偶然的污染物。

联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)联合组成的食品法规委员会(CAC)1983年规定:“食品添加剂是指本身不作为食品消费,也不是食品特有成分的任何物质,而不管其有无营养价值。他们在食品的生产、加工、调制、处理、装填、包装、运输、储存等过程中,由于技术(包括感官)的目的,有意加入食品中或者预期这些物质或其副产物会成为(直接或间接)食品中的一部分,或者改善食品的性质。它不包括污染物或者为保持、提高食品营养价值而加入食品中的物质。”此定义在1995年食品法典*Codex Alimentarius*再版时仍被保留并收录在食品添加剂通用标准*Codex Stan 192 General Standard for Food Additives*; GSAF中。它既不包括污染物也不包括食品营养强化剂。中国、日本、美国规定的食品添加剂均包括食品营养强化剂。

食品添加剂中不包括污染物。污染物指不是有意加入食品中,而是在生产(包括谷物栽培、动物饲养和兽药使用)、制造、加工、调制、处理、装填、包装、运输和保藏等过程中,或是由于环境污染带入食品中的任何物质,但不包括昆虫碎体、动物毛发和其他外来物质。残留农药和兽药均是污染物。

“食品添加剂”的定义尽管提出不久,但人们实际使用食品添加剂的历史久远,中国传统点制豆腐所使用的凝固剂盐卤,在公元25年的东汉时期就已经应用,并一直流传至今;公元6世纪北魏末年农业科学家贾思勰所著的《齐民要术》中就记载着如何从植物中提取天然色素并予以应用的方法;作为肉制品防腐和护色用的亚硝酸盐,大约在800年前的南宋时就用于腊肉生产,并于公元13世纪传入欧洲;在国外,公元前1500年的埃及墓碑上就描绘有人工着色的糖果;葡萄酒也已在公元前4世纪进行人工着色,以目前的认识来看这些都是古代社会生活中天然物作为食品添加剂的应用。此后,工业对食品加工带来巨大的变化。现代生活导致人们提高了对食品品种和质量的要求,其中包括对改善食品色、香、味、型、营养等的要求,食品添加剂在工业和科学技术的促进下发展起来,成为独立性的领域。

## 1.2 食品添加剂产业概况

在工业革命后,首先是化学工业特别是化学合成工业的发展更使食品添加剂进入一个新的加快发展的阶段,许多人工合成的食用化学品如着色剂、防腐剂等相继大量应用于食品加工;进入20世纪后期,发酵工艺生产的和天然原料提取的食品添加剂也迅速发展起来。我国的食品添加剂虽然规模生产起步较晚,但产业迅速发展,仅用了二十年,产品由原先的几十种到几百种再到近二千一百种,产值由原先的几亿元人民币增加到六百五十亿元人民币,应用于超过九千亿产值的食品。以在本教材完成前的2004—2005年和中国食品添加剂生产应用工业协会成立后10年(1993—2003)的食品香料、酸味剂、甜味剂、营养强化剂、增稠、乳化、品质改良剂发展为例:2005年进入GB 2760食用香精香料名单的品种已增加到

1 445种,是近年来增长最快的一年,总产量达 6 万吨,比 2004 年增长 9%。随着我国方便食品的发展,调味料(咸料)香精的增长幅度将更大。2005 年酸味剂中仅柠檬酸产就能达 80 万吨,占到全球产能的 60%。2004 年糖精生产 3 万吨,出口 19 281 t,占全球总额的 2/3。在营养强化剂方面,我国是全球生产各种维生素品种较齐全的国家,也是全球产量最大、出口量最大的国家,维生素 C 生产技术达到世界领先水平。2004 年我国食品添加剂中维生素类产品进出口情况见表 1-1。

表 1-1 2004 年我国维生素类产品进出口量

产 品	产 量(t)	进口量(t)	出口量(t)
维生素 A	5 000	641	2 187
维生素 B <sub>1</sub>	4 000	—	3 193
维生素 B <sub>2</sub>	3 000	—	600
维生素 B <sub>6</sub>	3 500	—	2 754
维生素 B <sub>12</sub>	12.2	—	7.7
维生素 C	75 000	—	67 852
维生素 E	30 000	832	28 200
氯化胆碱	160 000	—	58 000

1993—2003 年十年中我国食品增稠剂产品品种、产量的增长见图 1-1、图 1-2;我国食品乳化剂产品品种、产量的增长见图 1-3、图 1-4;我国食品品质改良剂产品品种的增长见图 1-5。

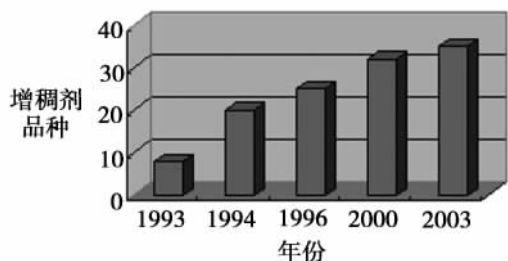


图 1-1 我国增稠剂产品 1993—2003 年十年中的品种的增长

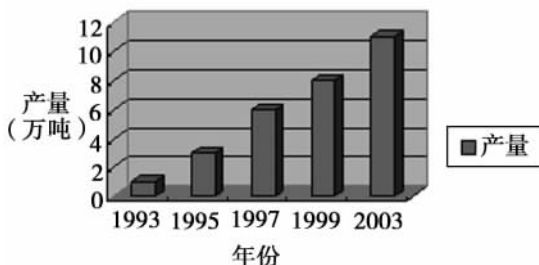


图 1-2 我国增稠剂产品 1993—2003 年十年中的产量的增长

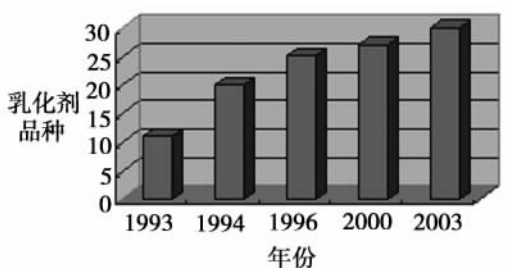


图 1-3 我国乳化剂产品 1993—2003 年十年中的品种的增长

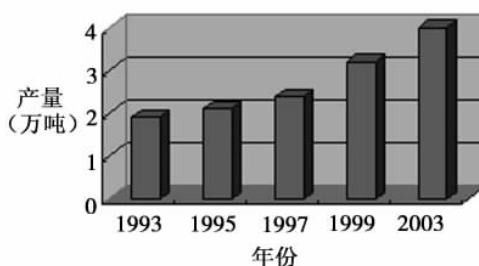


图 1-4 我国乳化剂产品 1993—2003 年十年中的产量的增长

目前品质改良剂产品在中国基本粮油食品的产品中使用率已占 50% 以上。众所周知,口粮和食用油在我国原来的供销体制中是以定量式供应的,由于长期的供求不平衡,粮油作物的质量不高,市场开放后粮油食品的质量是关系到我国农业产品能否顺利进入市场的关键,正是使用了各种各样的品质改良剂,保障了我国大量的、主要由个体生产的粮油原料最终可以提供给工业化大生产领域使用,并生产出统一标准、合格的、消费者可以在色、香、味、型和价格方面都可以接受的产品。如果没有食品添加剂的作用,很难想象上千个品种的国产小麦、几百个品种的国产稻米、国产油料作物,以数亿家庭为生产单位的粮油原料可以完全符合工业化大生产的要求而顺利进入现代商品领域。这一事实也说明中国食品添加剂的使用不但在提高我国食品质量、保障国家粮食安全和食品市场稳定中发挥了重要作用,而且是以符合中国特色的方式发展起来的,具有中国特色是中国食品添加剂产业的优势。现在,每年在我国举行的食品添加剂展览会已成为世界食品添加剂产业的三大品牌展览会之一,每年在世界上举行的食品添加剂展览会中我国的食物添加剂展团是规模最大的展团之一。我国食品添加剂在发展中注重国际合作与接轨、注重科技创新的模式把我国食品添加剂产业推向世界,并走上和世界各国共同发展的道路。今天,食品添加剂的生产、应用也已发展成为企业、行业交叉的领域,并且成为现代食品工业发展必不可少的基础之一,“没有食品添加剂就没有现代食品工业”已成为共识。

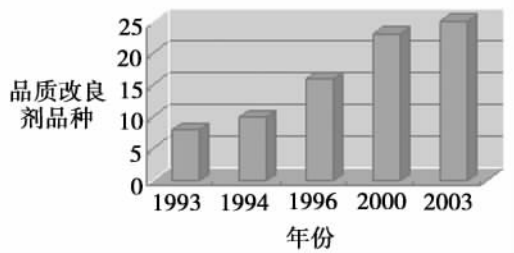


图 1-5 我国改良剂产品 1993—2003 年十年中的品种的增长

### 1.3 食品添加剂的种类

由于食品添加剂在现代食品工业中所起的重要作用,各国许可使用的食品添加剂品种都在千种以上。美国目前已有 2 500 种以上的食品添加剂应用于 20 000 种以上的食品之中,在美国食品和药物管理局(FDA)所列 2 922 种食品添加剂中,受管理的有 1 755 种,2005 年出版的美国《食品用化学品法典》(FCCV)共收载 1 077 种质量规格标准;日本使用的食品添加剂约 1 100 种,2005 年出版的日本食品添加剂物公定书(第七版)共收载 416 种标准规格;欧洲共同体约使用 1 500 种食品添加剂。

我国许可使用的食品添加剂品种,在 1981 年为 213 种,1986 年为 621 种,到 1991 年底共批准许可使用 1 044 种,到 2006 年,按我国《食品添加剂使用卫生标准》(GB 2760—2006)的规定,我国许可使用的食品添加剂的品种数为 2 047 种,其中合成物质 252 种,可在各类食品中按生产需要适量使用的食品添加剂 55 种,食品用香料 1 531 种(其中食品用天然香料 329 种,天然等同香料 1 009 种,人工合成香料 193 种),食品工业用加工助剂 114 种,食品用酶制剂 44 种,胶姆糖基础剂 51 种。

食品添加剂的分类可按其来源、功能和安全评价的不同而有不同的划分。

按来源分,有天然食品添加剂和人工化学合成品之不同。前者主要由动、植物提取制成,也有一些来自微生物的代谢产物或矿物;后者则是通过化学合成的方法所,其中又可

分为一般化学和成品与人工合成天然等同物如天然等同香料、天然等同色素的不同。

按功能作用分,食品添加剂可有很多类别,各国亦可有不同。如美国的《食品药品和化妆品法》将其分为 32 类;联合国 FAO/WHO 基于 JECFA 的工作,于 1984 年曾将其细分为 95 类,由于分类过细,一方面有不少类别仅 1~2 个种类,另一方面又有某些类别中重复出现某一品种的情况,给使用食品添加剂带来一些混乱,现将其分为 23 类。然而,欧洲共同体对食品添加剂的分类则过于简单,仅分为 9 类,这对食品添加剂的选用等造成一定困难。日本将食品添加剂分为 25 类。

我国 1990 年颁布的《食品添加剂分类和代码》,按其主要功能作用的不同分为:① 酸度调节剂(Acidity Regulator),用以维持或改变食品酸碱度的物质;② 抗结剂(Anticaking Agents),用于防止颗粒或粉状食品聚集结块,保持其松散或自由流动的物质;③ 消泡剂(Antifoaming Agents),在食品加工过程中降低表面张力,消除泡沫的物质;④ 抗氧化剂(Antioxidants),能防止或延缓食品成分氧化变质的物质;⑤ 漂白剂(Bleaching Agents),能够破坏、抑制食品的发色因素,使其褪色或使食品免于褐变的物质;⑥ 膨松剂(Bulking Agents),在食品加工过程中加入的,能使面胚发起形成致密多孔组织,从而使制品具有松散、柔软或酥脆的物质;⑦ 胶姆糖基础剂(Chewing Gum Bases),是赋予胶姆糖起泡、增塑耐咀嚼等作用的物质;⑧ 着色剂(Color),使食品着色和改善食品色泽的物质;⑨ 护色剂(Color Fixatives),能与肉及肉制品中呈色物质作用,使之在食品加工、保藏等过程中不致分解、破坏,呈现良好色泽的物质;⑩ 乳化剂(Emulsifiers),能改善乳化体中各种构成相之间的表面张力,形成均匀分散体或乳化体的物质;⑪ 酶制剂(Enzyme Preparations),从生物中提取的具有生物催化能力的物质,辅以其他成分,用于加速食品加工过程和提高食品产量质量的物质;⑫ 增味剂(Flavor Enhancers),补充或增强食品原有风味的物质;⑬ 面粉处理剂(Flour Treatment Agents),使面粉增白和提高焙烤食品质量的物质;⑭ 被膜剂(Coating Agents),涂抹于食品外表,起保质、保鲜、上光、防止水分蒸发等作用的物质;⑮ 水分保持剂(Humectants),有助于保持食品中水分而加入的物质;⑯ 营养强化剂(Nutrition Enhancer),指为增强营养成分而加入食品中的天然的或者人工合成的属于天然营养素范围物质;⑰ 防腐剂(Preservatives),防止食品腐败变质、延长食品储存期的物质;⑱ 稳定和凝固剂(Stabilizer and Coagulators),使食品结构稳定或使食品组织结构不变,增强粘性固形物的物质;⑲ 甜味剂(Sweeteners),赋予食品以甜味的物质;⑳ 增稠剂(Thickeners),可以提高食品的粘稠度或形成凝胶,从而改变食品的物理性状、赋予食品粘润、适宜的口感,并兼有乳化、稳定或使呈悬浮状态的物质;㉑ 食品香料(Flavoring Agent),能够用于调配食品香精,并使食品增香的物质;㉒ 食品工业用加工助剂(Food Processing Aids),是指食品加工能顺利进行的各种物质,与食品本身无关,如助滤、澄清、吸附、润滑、脱模、脱色、脱皮、提取溶剂、发酵用营养物质等。以上共 22 类。

我国台湾省的食品添加剂则按其功能作用分为防腐剂、杀菌剂、抗氧化剂、漂白剂、发色剂、膨松剂品质改良剂、营养强化剂、着色剂、香料、调味料、糊料、粘结剂、加工助剂、溶剂、乳化剂和其他共 17 类(504 种)。

此外,还可按食品添加剂的安全评价作不同分类。CCFA 曾在 JECFA 讨论的基础上将食品添加剂分为 A、B、C 三类,每类再细分为(1)、(2)两类。

A 类是 JECFA 已制定人体每日容许摄入量(ADI)和暂定 ADI 者,其中:

A(1)类: JECFA 评价认为毒理学资料清楚,已制定出 ADI 值或者认为毒性有限无需规定 ADI 值者。

A(2)类: JECFA 已制定暂定 ADI 值,但毒理学资料不够完善,暂时许可用于食品者。

B类是 JECFA 曾进行过安全评价,但未建立 ADI 值,或者未进行过安全评价者,其中:

B(1)类: JECFA 曾进行过安全评价,因毒理学资料不足而未制定 ADI 值者。

B(2)类: JECFA 未进行过安全评价。

C类是 JECFA 认为在食品中使用不安全或应该严格限制作为某些食品的特殊用途者。

C(1)类: JECFA 根据毒理学资料认为在食品中使用不安全者。

C(2)类: JECFA 认为应严格限制在某些食品中作特殊应用者。

值得注意的是:由于毒理学及分析技术等深入发展,某些原已被 JECFA 评价过的品种,经再评价,其安全性评价分类可有变化。例如:环己基氨基磺酸盐(钠和钙),曾因报告有致癌性而被列入 C(2)类。后经再评价制定暂定 ADI 为 0~4 mg/kg(bw)而转入 A(2)类。1982 年 JECFA 再次对其进行评价时制定 ADI 0~11 mg/kg(bw),从而将其列入 A(1)类。又如糖精,原属 A(1)类,后因报告可使大鼠致癌,经 JECFA 评价,暂定 ADI 0~2.5 mg/kg(bw),归为 A(2)类。直到 1993 年再次对其评价时,认为对人类无生理危险,制定 ADI 0~5 mg/kg(bw),又转为 A(1)类。因此,关于食品添加剂安全性评价分类情况,应随时注意新的变化。

## 1.4 食品添加剂的作用

食品添加剂大大促进了食品工业的发展,并被誉为现代食品工业的灵魂和食品工业创新的秘密武器,这主要是它给食品工业带来许多益处,其主要作用概述如下(具体应用见各论所述):

### 1) 有利于食品的保藏,防止食品腐败变质

食品除少数物质如食盐等外,几乎全部来自动、植物。各种生鲜食品,在植物采收或动物屠宰后,若不能及时加工或加工不当,往往造成腐败变质,食品成品也会自然腐败变质。无论何种情况的食品腐败变质,都会带来很大损失。防腐剂可以防止由微生物引起的食品腐败变质,延长食品的保存期,同时它还具有防止由微生物污染引起的食品中毒作用。抗氧化剂则可以阻止或推迟食品的氧化变质,以提高食品的稳定性和耐藏性,同时也可防止有害油脂自动氧化产物的形成。此外,抗氧化剂还可用来防止食品,特别是水果、蔬菜的酶促褐变和非酶褐变,这同样对食品的保藏具有一定意义。

我国许多原来受地域所控制消费、物流范围的食品,如鲜鱼、鲜奶、鲜肉可以千里迢迢地走遍全中国、全世界,如果没有防腐保鲜剂和其他食品添加剂那是办不到的。

### 2) 改善食品的感官性状

食品的色、香、味、形状和质地等是衡量食品质量的重要指标。食品加工后有的褪色、有的变色,风味和质地等也有所改变。适当使用着色剂、护色剂、漂白剂、食用香料以及乳化剂、增稠剂等食品添加剂,可明显提高食品的感官质量,满足人们的不同需要,食品添加剂对于改善和提高食品感官性状具有重要作用。

### 3) 保持或提高食品的营养价值和提高产品质量

食品应富有营养。毫无疑问,食品防腐剂和抗氧化剂的应用,在防止食品败坏变质的同时,对保持食品的营养价值具有一定意义。食品加工往往还可能造成一定的营养素损失。在食品加工时适当地添加某些属于天然营养素范围的食物营养强化剂、品质改良剂,可大大提高食品的营养价值,这对防止营养不良和营养缺乏、促进营养平衡、提高人们的健康水平具有重要意义。

食品添加剂对于食品 and 食品原料质量的提高作用非常重要。例如,我国的小麦品种选育方面曾经偏重于产量而品质较差,无法满足改革开放后专用面粉制品快速发展的需要,国外优质小麦原料曾一度占领国内高利润的专用面粉市场,我国也及时进行了育种方面的调整,但是专用小麦的育种往往需要相当长的时间,我国食品添加剂行业配合我国面粉行业创造性地对面粉生产线进行了“在线”添加品质改良剂的设计,明显提高了面粉产品质量,使得我国专用面粉生产中使用部分或全部使用中国普通小麦原料获得了成功。现在每年我国至少有 800 万吨国产普通小麦在品质改良剂的配合下加工成专用面粉进入市场,相当于每年 1 000 万~1 200 万亩土地小麦的收获量,有力地保证了我国农业的安全,保障了我国粮食政策能稳定的贯彻、实施。

### 4) 增加食品的品种和方便性

今天,不少超级市场已拥有多达万种以上的食品可供消费者选择。尽管这些食品的生产大多通过一定的包装和不同加工方法进行处理,但它们大都取决于防腐、抗氧、乳化、增稠,以及不同的着色、增香、调味乃至其他各种食品添加剂配合使用的结果。生产出众多的食品,给人们的生活和工作以极大的方便。

目前随着社会的现代化发展,要求一些食品加工能够节约大量的社会劳动时间、使用方便,在食品工业中工业化的主食、食品半成品、方便食品的发展就要配合社会的现代化发展,这就需要进一步开发食品添加剂,这也是将来食品添加剂的发展目标之一。

### 5) 有利于食品加工操作,适应生产的机械化和自动化

在食品加工中使用消泡剂、助滤剂、稳定和凝固剂等,可有利于食品的加工操作。例如,当使用葡萄糖酸- $\delta$ -内酯作为豆腐凝固剂时,可有利于豆腐生产的机械化和自动化。食品添加剂对食品加工的技术进步还在于配合我国传统主食的工业化生产,被称为传统主食“四大天王”的面条、米饭、馒头(包子)、烧饼,它们由手工制造进步为工业化生产后,产品的统一标准、批量生产的工艺条件等需要各种食品添加剂的应用,否则传统主食的工业化生产条件不易把握。在食品添加剂的配合下,我国城市传统主食消费的 89%,农村传统主食消费的 45%完成了工业化生产,食品添加剂对于改进食品工业生产工艺和技术,开发工业化传统食品具有十分重要的作用。

### 6) 满足其他特殊需要,作为某些特殊膳食用食品配料

食品应尽可能满足人们的不同需求。例如,糖尿病人不能吃糖,则可用无营养甜味剂或低热能甜味剂,如用三氯蔗糖或阿力甜取代蔗糖或用山梨糖醇、木糖醇等制成无糖食品供应。对于缺碘地区供给碘强化食盐,可防止当地居民的缺碘性甲状腺肿。此外,近年来人们所大力开发的某些功能性物质如黄酮类物质等亦可望作为功能性添加剂以满足人们的需要。

## 1.5 食品添加剂的正确使用

由于人工化学合成食品添加剂在食品中大量应用,有的甚至滥用,人们很快意识到它可能会给人类健康带来危害,再加上毒理学和化学分析等科学技术的发展,到20世纪初发现不少食品添加剂对人体有害,随后还发现有的甚至可使动物致畸和致癌,所以曾在某些国家和地区出现“食品安全化运动”和“消费者运动”等,提出禁止使用食品添加剂。对此,“FAO/WHO 食品添加剂联合专家委员会”(JECFA)和“食品添加剂法规委员会”(CCFA)集中组织研究食品添加剂的安全性评价和质量规格标准问题,并开始定期向各有关国家和组织提出了推荐意见,世界各国也促使对食品添加剂进行科学管理,从而使食品添加剂走向安全使用的轨道。

### 1.5.1 如何避免食品添加剂的安全问题

食品添加剂有一定的危害性,特别是有些品种本身尚有一定毒性。尽管早期人们往往缺乏足够的科学证据表明使用某种食品添加剂是否安全,今天尽管除偶发事件外几乎没有引起急性或直接毒性作用的食品添加剂的应用,但是人们一直关注食品添加剂可能给人们带来的各种危害,尤其是近期人们担心长期摄入食品添加剂可能带来的潜在危害。食品的安全性是人们长期以来一直担心的问题(尽管这大都不是由食品添加剂所引起),然而像某些食品制造者为达到欺骗顾客、推销产品、谋取经济利益的目的,如曾在国内外发生的,向着色剂中添加化工染料的事件,使用非食品添加剂物质加工食品的事件,或用食品添加剂掩盖质量低劣或腐败变质的食品的事件等,尽管有许多事件与食品添加剂制造无关,但对社会和食品添加剂行业造成的危害很大,各国政府均明令禁止,因此正确掌握食品添加剂的知识是食品业内人员的基本素质。我国新修订的《中华人民共和国食品添加剂使用卫生标准(GB 2760—2006)》明确规定了使用食品添加剂的基本要求:① 不应对人体产生任何健康危害;② 不应掩盖食品本身或加工过程中的质量缺陷;③ 不应掩盖食品腐败变质或以掺杂、掺假、伪造为目的而使用食品添加剂;④ 不应降低食品本身的营养价值;⑤ 在达到预期的效果下尽可能降低在食品中的用量;⑥ 食品工业用加工助剂一般应在制成最后成品之前除去,有规定食品中残留量的除外。

此外,我国对在1986年颁布《食品添加剂卫生管理办法》前曾有所应用的某些品种如甲醛、硼酸、硼砂、 $\beta$ -萘酚、水杨酸、吊白块(甲醛—酸性亚硫酸钠制剂)、硫酸铜、黄樟素、香豆素等,因明确其对人体有致癌等毒害作用,均已被禁止使用。最近,我国又已明令禁止溴酸钾作为面粉处理剂使用。在国外,这些品种也已大多被禁止使用。

在谈及食品添加剂可以保持和提高食品营养价值的同时,毫无疑问,对于某些非营养食品添加剂的应用,也可导致低营养程度食品的增加,从而影响食品的营养价值。显然,要满足消费者对食品的营养选择,重要的是教育。而且也有认为,食品即使没有直接的营养作用,也可使某些消费者得以满足。

目前最使人们担心的还是20世纪五、六十年代由于发现不少食品添加剂,如某些食用合成色素等所具有的致癌、致畸作用有可能给人类带来的危害。尽管至今尚没有把食品添加剂的消费直接与人类中发现的致癌、致畸作用相联系的证据,然而在动物实验研究中已有

确认。对于像亚硝胺这样的强致癌物,据报告在饮水中给予 50~100 mg/kg(bw)喂养动物,160~200 天后全部动物致癌。以如此低的剂量在如此长的时间内可使全部动物致癌,这就无怪乎人们担心某些食品添加剂长期低剂量摄食可能给人们带来的危害。

针对这些危害问题,经过 JECFE、CCFA 和各国政府的努力,一方面已将那些对人体有害,对动物致癌、致畸,并有可能危害人类健康的添加剂品种禁止使用,另一方面对那些有怀疑的品种继续进行更严格的毒理学检验以确定其是否可用、许可使用时的使用范围、最大使用量与残留量,及其质量标准、分析检验方法等。由于现有大多数食品添加剂和所有新的食品添加剂均已经过或必须经过严格的毒理学试验和一定的安全性评价才得以许可使用,因此,可以认为,现已将食品添加剂的危害降到了最低水平。

经过以上严格的防范措施,国际上认为由食品产生的危害大多与食品添加剂本身无关。例如国际上通常把与食品有关的危害分为五类,其中危害人类最大的是食品的微生物污染,其次是营养不良(包括营养不平衡),环境污染为第三,第四是食品中天然毒物的误食,最后才是食品添加剂。至于对某些不法商贩为了追求个人经济利益而置国家法规和人民生命财产于不顾,任意超使用范围和超量使用食品添加剂,或使用未被批准使用和已禁用的物质,则应通过严格食品添加剂的管理和加强食品质量监督检验来防治。

### 1.5.2 中国的食品添加剂法规与监督管理

在我国,食品添加剂的使用要严格遵守国家法规,经过二十多年来的建设和发展,我国已经形成了有关食品添加剂的法律、法规和标准管理体系,主要有:

- a. 《中华人民共和国食品卫生法》
- b. 《食品添加剂卫生管理办法》
- c. 《食品添加剂使用卫生标准》
- d. 《食品营养强化剂使用卫生标准》
- e. 《食品标签通用标准》
- f. 《食品安全性毒理学评价程序》
- g. 《食品添加剂分类和代码》
- h. 《食品用香料分类和代码》
- i. 《卫生部食品添加剂申报与受理规定(包括“食品添加剂新品种申请表”)》

还有有关产品质量和规格的国家标准、行业标准 200 多个,这些法律、法规和标准,对于我国食品添加剂的安全性起到了积极的促进作用。

在我国日前出台的各项法规中,GB 2760《中华人民共和国食品添加剂使用卫生标准》、GB 14880《中华人民共和国营养强化剂使用卫生标准》是食品添加剂使用中必须遵守的基础标准,在以上两个标准中,对可以作为食品添加剂使用的物质名称、食品添加剂的使用量、食品添加剂的使用范围都进行了严格的规定。已修订完成即将颁布的我国食品添加剂使用卫生标准(GB 2760—2006),无论对食品和食品添加剂生产、经营和应用企业,还是对监督管理部门,都具有十分重要的意义和作用。它以国际标准为基础,结合我国实际制定,建立我国食品添加剂分类体系,各类食品分类框架及说明,与国际标准接轨。这既解决了原标准不适应我国食品工业需求及食品安全监管的矛盾,也有利于我国食品及食品添加剂的生产和参与国际贸易、交流;在标准中确定食品添加剂的术语、定义、使用原则与一般要求等内容,为

指导食品添加剂生产、应用及监督部门正确使用食品添加剂标准提供了依据；将食品添加剂酶制剂菌种纳入名单管理，进一步保障了酶制剂的安全性。新标准分别按食品添加剂汉语拼音顺序和食品分类号顺序对食品添加剂在不同食品中的使用量和残留量等做了规定，方便人们从不同方面查阅和了解食品添加剂的许可使用情况。由于 GB 2760—2006 不包括食品营养强化剂，故在本教材完成之际，我国将开始对《中华人民共和国食品营养强化剂使用卫生标准》进行全面修订，在新的食品营养强化剂使用卫生标准颁布以前仍按原标准执行。

未列入 GB 2760、GB 14880 的物质不是我国的食品添加剂；作为食品添加剂的物质必须是食品级的物质；在 GB 2760、GB 14880 中规定了各种食品添加剂的使用范围，如果使用中超出了规定的使用范围也是违法行为。以上三点一定要正确认识。

另外，由于食品的特殊要求，可能对食品添加剂的使用进行特殊的规定，如有机食品、功能性食品等，对于这些特殊的规定要严格遵守。

同时，中国食品添加剂生产应用工业协会在我国政府的指导委托下，开始在食品添加剂全行业中制定食品添加剂产品的自主规格，以便将其作为没有国家标准和行业标准的食品添加剂产品的质量标准，使用食品添加剂产品时如果该产品没有国家标准和行业标准，就要选择符合自主规格的产品使用。

在食品添加剂的监督管理方面，各国大都采取许可名单制，并通过发布一系列法规对食品添加剂的生产、经营和使用等进行严格的监督管理。美国早在 20 世纪初就对 18 世纪以来在市场上销售的近 700 种合成色素，选取用于食品着色的 80 种进行全面的安全审查，最后选定七种色素在美国使用，这就是 1907 年美国最早批准许可使用的食用色素。美国 1935 年制定的《食品药品和化妆品法》则有更严格的管理并一直沿用至今，1959 年还颁布了《食品添加剂法》。

美国的食品添加剂由其食品药品监督管理局(FDA)负责进行监督管理。此外，FDA 还委托成立食品用化学品法典委员会(Committee on Food Chemicals Codex)对允许使用的食品添加剂制定质量规格标准——《食品用化学品法典(FCC)》，1966~2004 年共出五版，采用物理、化学和微生物参数在良好的生产规范条件下确定其组分作为人类安全的限定，并特别强调降低污染物，尤其是铅等的限度，使之不断发展和现代化。欧盟由其食品科学委员会负责食品添加剂的监督管理；日本食品添加剂则由卫生部、劳动部和福利部(厚生省)进行监督管理。

国际上在 1955 年和 1962 年分别成立 JECFA 和 CCFA 后，由于 JECFA 委员是世界上最有权威的专家，且都是以个人身份出席会议，在不受干扰的前提下，以科学资料为基础评价食品添加剂，确定其 ADI 和食品添加剂的特性与纯度规格等。该委员会的评价和推荐是 CCFA(1988 年改为 CCFAC)审议的内容和准备添加到食品中的品种在安全性和其他方面做出决定的基础。尽管上述联合国机构的评价和规定对成员国并不具有指令性作用，但由于其本身的权威性，因此对各国食品添加剂的管理具有十分重要的意义和作用。事实上由 JECFA 会议对食品添加剂所制定的 ADI 和食品添加剂质量规格标准在 CAC 通过后已被各国采用，而食品添加剂质量规格标准现已成为世界贸易组织(WTO)发展食品 and 食品添加剂国际贸易的重要参考标准。

我国食品添加剂产业始终是在全面管理和严格的法规监督下健康、正常发展的，早在解放初期即已开始法规监督，1953 年规定“清凉饮食物之制造不得使用有害的色素与香料。

一般不得使用防腐剂,必要时使用苯甲酸钠,用量不得超过 1 g/kg”。随后又有“关于食品中使用糖精含量的规定”等。1960 年更由国务院转发国家科委、卫生部、轻工业部“食用合成染料管理暂行办法”,以及 1967 年卫生部、化工部、第一轻工业部、商业部联合颁布“八种食品用化工产品标准及检验方法”等,原轻工业部则颁发了《食品添加剂生产管理办法》和《特种营养食品生产管理办法》等法规。

1977 年由国家标准计量局颁布《食品添加剂使用卫生标准(试行)GBn 50—77》正式开始对行业进行全面法制管理,以后几经修订,到 2003 年在卫生部、国家标准化管理委员会、科技部的领导下,由全国食品添加剂标准化技术委员会、中国疾病预防控制中心营养与食品安全所组织有关机构和企、事业人员等开展对食品添加剂使用卫生标准的全面修订。新食品添加剂使用卫生标准(GB 2760—2006)在搜集、整理国外有关法规并与之比较,充分参考联合国食品法典委员会(CAC)的食品添加剂通用标准(GSFA)的格式和体例的基础上,结合我国实际全面修订,在其颁布之后我国在食品添加剂的监督管理方面又向国际接轨迈进了一步。

我国于 1980 年成立了“全国食品添加剂标准化技术委员会”,开始对食品添加剂进行标准化和按国际规范,先后制定了上述 a~i 的八项法规。此外,我国也连续颁布了一系列单个食品添加剂的国家(或行业)标准。至于对制定食品添加剂质量规格标准工作不足方面,我国有关管理部门始终在积极组织、安排相关的工作;而 1993 年成立的“中国食品添加剂生产应用工业协会”(下设着色剂,甜味剂,防腐—抗氧—保鲜剂,增稠—乳化—品质改良剂,食品用香精、香料,营养强化剂及特种营养食品,应用技术等七个专业委员会)和“中国食品科学技术学会食品添加剂分会”及各省的食品添加剂协会,十几年来,对规范管理我国食品添加剂的生产、经营和应用等发挥了良好作用。

## 1.6 食品添加剂的评估

### 1.6.1 食品添加剂的毒性评估

任何一种化学物质当以足够大的剂量摄入时都可对机体产生一定的损害,此即该物质的毒性所致。毒性大表示用较小的剂量即可造成损害;毒性小则必须有较大的剂量才能造成损害。食品添加剂大都具有一定的毒性。通常,人们将各种不同物质按其急性毒性试验,即一次给予较大剂量的受试物后,观察动物所产生的毒性反应,并用其半数致死量(LD<sub>50</sub>)来了解该物质的毒性大小。将各种物质按其大鼠经口 LD<sub>50</sub>的大小分为极毒、剧毒、中等毒、低毒、实际无毒和无毒六大类。食品添加剂大多为低毒和实际无毒级,也有一些属无毒级,仅有极少数品种如亚硝酸钠属中等毒。

尽管 LD<sub>50</sub>是衡量各种物质急性毒性大小的基本数据,且可用来对其相对毒性的大小进行比较,但 LD<sub>50</sub>却不能反映该物质对人类潜在的危害。例如,某些化学物质尽管急性毒性很小,但却不能反映长期低剂量摄入带来的危害,尤其是对某些化学物质长期低剂量摄入后有可能发生的致癌、致畸、致突变作用。

要评估食品添加剂的毒性情况,需进行一定的毒理学试验。在我国,1994 年由卫生部正式颁布了《食品安全性毒理学评价程序和办法》,标准规定我国食品(包括食品添加剂)安

全性毒理学评价程序分为以下四个阶段：① 急性毒性试验。② 遗传毒性试验、传统致畸试验、30 天喂养试验。③ 亚慢性毒性试验——90 天喂养试验、繁殖试验、代谢试验。④ 慢性毒性试验(包括致癌试验)。

早期,人们以为急性毒性试验的动物研究即已足够证明食品添加剂的安全性。今天的标准则通常要求进行长期的动物研究,并测定其无副作用量(No-Observable-Effect Level, NOEL)。这是评估食品添加剂安全性最重要的基本数据。将此数据按一定规律推论到人,得到人的每日允许摄入量(Acceptable Daily Intake, ADI)。ADI 是指人类每日摄入某种物质直至终身,也不会产生可检测到对健康产生危害的量,以每公斤体重可摄入的量表示,即 mg/kg(bw)。国际上最广泛应用的是由 JECFA 所制定的 ADI。

我国根据“食品安全性毒理学评价程序”,对一般食品添加剂的规定如下:

(1) 属毒理学资料比较完整、世界卫生组织已公布 ADI 或无需规定 ADI 者,需要进行急性毒性试验和一项致突变试验,首选 Ames 试验或小鼠骨髓微核试验。

(2) 属有一个国际组织或国家批准使用,但世界卫生组织未公布 ADI,或资料不完整者,在进行第一、二阶段毒性试验后作初步评价,已决定是否需进行进一步毒性试验。

(3) 对于天然植物制取的单一组分,高纯度的添加剂,凡属新品种须先进行第一、二、三阶段毒性试验,凡属国外已批准使用的,则进行第一、二阶段毒性试验。

(4) 进口食品添加剂,要求进口单位提供毒理学资料及出口国批准使用的资料,由省、直辖市、自治区一级食品卫生监督检验机构提出意见,报卫生部食品卫生监督检验所审查后决定是否需要进行毒性试验。

对于香料,因其品种繁多、化学结构很不相同且绝大多数香料的化学结构均存在于食品之中,用量又很少,故另行规定:

(1) 凡属世界卫生组织已批准使用或已制定 ADI 者,以及香料生产者协会(FEMA)、欧洲理事会(COE)和国际香料工业组织(IOFI)四个国际组织中的两个或两个以上允许使用的,在进行急性毒性试验后,参照国外资料或规定进行评价。

(2) 凡属资料不全或只有一个国际组织批准的,先进行毒性试验和本程序所规定的致突变试验中的一项,经初步评价后再决定是否需要进行进一步的实验。

(3) 凡属尚无资料可查,国际组织未允许使用的,先进行第一、二阶段毒性试验,经初步评价后决定是否需要进行进一步实验。

(4) 用动、植物可食部分提取的单一高纯度天然香料,如其化学结构及有关资料并未提示具有不安全性的,一般不要求进行毒性试验。

在进行毒理学评价、制定出各食品添加剂的 ADI 值以后,便可确定该品种每人每日允许摄入的总量。这通常是其在食品中的每日最大摄入量,由此便可进一步确定该食品添加剂在具体食品中的使用(和/或残留)情况。各国多以法规的形式,如食品添加剂使用卫生标准等确定许可使用的食品添加剂品种、使用目的(用途)、范围、使用最大量和/或最大残留量。

### 1.6.2 食品添加剂的使用评估

理想的食品添加剂应当是有益无害。但是,一概要求如此或绝对安全也不现实。事实上即使是食品也都并非绝对安全。某些食品成分如菠菜中的草酸盐和豆类中所含植物血球凝集素与胰蛋白酶抑制剂等就对人体有害。而营养强化剂虽为人体所需,但过量使用,如维生素 A