

精细化学品配方设计与制备工艺丛书

食品添加剂制备与应用技术

郝素娥 庞满坤 钟耀广 刘稼方 编
王慎敏 审



化学工业出版社

化学与应用化学出版中心

精细化学品配方设计与制备工艺丛书

食品添加剂制备与应用技术

郝素娥 庞满坤 钟耀广 刘稼方 编
王慎敏 审

化学工业出版社

化学与应用化学出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

食品添加剂制备与应用技术/郝素娥, 庞满坤, 钟耀广, 刘稼方编. —北京: 化学工业出版社, 2003.1
(精细化学品配方设计与制备工艺丛书)
ISBN 7-5025-4293-0

I. 食… II. ①郝…②庞…③钟…④刘… III. 食品添加剂 IV. TS202.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第001469号

精细化学品配方设计与制备工艺丛书

食品添加剂制备与应用技术

郝素娥 庞满坤 钟耀广 刘稼方 编

王慎敏 审

责任编辑: 路金辉

文字编辑: 温建斌

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
化学与应用化学出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 16½ 字数 406 千字

2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4293-0/TQ·1688

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

编审委员会

(以姓氏汉语拼音为序)

主任：强亮生

副主任：王慎敏 徐崇泉

委员：郭亚军 郭艳丽 郝素娥 黄玉东

李家和 乔英杰 唐冬雁 许越

杨春晖 赵九蓬 周德瑞

丛书序言

随着科学技术的发展和人民生活水平的提高,精细化学品已深入到科学研究、工农业生产 and 衣、食、住、行的各个领域,引起了全社会的普遍关注。为了满足全社会对精细化学品的需求,近年来,我国在加速精细化学品研发、生产和推广的同时,出版了大量有关精细化学品的书籍,但大都集中在制备原理、配方和手册方面,很少有将配方设计和制备工艺融为一体的书籍,为此,在化学工业出版社的提议下,我们组织哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学、齐齐哈尔大学、东北林业大学、北京航空航天大学、甘肃农业大学的部分教授和博士,编写了这套《精细化学品配方设计与制备工艺丛书》。考虑到编写的必要性和作者的实际情况,暂编了《新型功能材料设计与制备工艺》、《催化剂设计与制备工艺》、《新型化学建材设计与制备工艺》、《化妆品配方设计与制备工艺》、《洗涤剂配方设计、制备工艺与配方实例》、《胶黏剂合成、配方设计与配方实例》、《涂料配方设计与制备工艺》、《食品添加剂制备与应用技术》、《饲料添加剂预混料配方设计与加工工艺》9册。

本系列丛书的编写思想是注重基础、考虑发展、面向未来、反映最新科研成果、突出时代特色。以配方设计和制备工艺为主线,适当介绍基本原理、制备方法和发展趋势,并将科学性、实用性、先进性和新颖性融为一体。内容以必须和够用为度,表述注意深入浅出、简明扼要、突出重点,便于多个层次的读者阅读、领会和掌握。为使丛书的编写能够统一思想、统一要求、统一风格,并减少不必要的重复,特成立丛书编审委员会。编审委员会由丛书各分册主编和主审组成。

考虑到丛书各册的篇幅和内容的均衡性,对内容较多的精细化学品门类,只介绍了最主要的品种和制备工艺。在编写过程中参考了许多图书、文献和其他相关资料,均作为参考文献列于各册之后,在此谨向参考文献的作者表示衷心的感谢。另外,虽然本丛书的编写大纲均由编审委员会讨论决定,但其具体内容都是由各分册主编把关,读者若有疑问,请直接与各分册主编或相应内容的作者联系。

尽管丛书编审委员会对编写大纲几经讨论,力求做到内容安排合理、配方数据可靠、图表体例规范、文字表述通畅,但限于编者水平,不足之处一定难免,恳请读者原谅。

《精细化学品配方设计与制备工艺丛书》

编 审 委 员 会

2003年3月

前 言

随着我国经济的发展和人民生活水平的提高,食品结构发生了显著变化,人们对食品的需求不再简单地满足于温饱,而更侧重于食品的营养价值和保健功能,因而食品添加剂越来越受到重视,在食品工业中已起到支柱作用。

我国食品添加剂的研究和开发近年来虽已得到较快发展,但与发达国家相比,无论从品种上,还是从数量上,仍具有较大的差距,尚远远不能满足食品工业发展的需要。因此,加速我国食品添加剂的研究开发和推广应用,具有重大的现实意义。

本书从科研和生产实际出发,阐述各类食品添加剂的使用特性、制备方法、生产设备、产品应用及配方举例等内容,并介绍国内外食品添加剂研究开发、生产、应用及销售的现状及发展动态,同时结合我国食品工业发展形势,提出我国食品添加剂的研究开发方向和市场预测,对一些实用和新型产品进行重点介绍。本书既具有一定的理论性,又具有较强的实用性,可供从事食品添加剂研究、开发、生产、使用、销售的人员和高等院校应用化学、食品化学等相关专业的广大师生参考。

本书取材于国内外近期发表的食品添加剂研究、制备、应用方面的专题论文及最新出版的相关著作,并结合了作者多年来从事食品添加剂科研的一些实际经验,其特点是不过分强调体系的完整和内容的系统,而将重点放在常用添加剂和新型添加剂的制备方法和应用技术上,突出了实用性和新颖性。

本书共分12章,分别为食品添加剂概论,食用色素,食用香精,酸味剂,甜味剂,防腐剂,抗氧化剂,营养强化剂,乳化剂,增稠剂,品质改良剂和食品添加剂及功能性食品应用配方。

本书由哈尔滨工业大学郝素娥,哈尔滨市卫生学校庞满坤,大连轻工业学院钟耀广,哈尔滨市农业干部学校刘稼方主编。书中第1、2、3、4、5、6章由郝素娥编写,第7、8章由刘稼方、郝素娥共同编写,第9、10、11章由庞满坤、钟耀广共同编写,第12章由郝素娥、钟耀广、庞满坤共同编写。全书由郝素娥统稿,由哈尔滨理工大学王慎敏教授审定。本书在编写过程中得到了哈尔滨工业大学强亮生教授、张巨生研究员、金婵教授、韩喜江副教授的指导和帮助,黑龙江省化工设计院陈松泉工程师帮助从网上查阅了大量资料,在此一并表示衷心的感谢,同时对所参考书目和论文的作者也表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者及各位专家多提宝贵意见,批评指正。

编者

2003年2月

内 容 提 要

本书以食品添加剂的生产技术和实际应用为重点,分别介绍食用色素、食用香精、酸味剂、甜味剂、防腐剂、抗氧化剂、营养强化剂、乳化剂、增稠剂、品质改良剂十大类食品添加剂中各重要品种名称、化学结构、基本性质、制备方法、安全性、质量指标及应用等内容。

本书可供食品制造、食品卫生、化工、商检等行业的科技人员、管理人员及高等院校相关专业师生使用。

目 录

第1章 食品添加剂概述	1
1.1 食品添加剂的定义与分类	1
1.1.1 食品添加剂的定义	1
1.1.2 食品添加剂的分类	1
1.2 食品添加剂的管理与卫生标准	3
1.2.1 国际上食品添加剂的管理	4
1.2.2 我国食品添加剂的管理	6
1.2.3 食品添加剂的使用标准	9
1.3 食品添加剂的生产现状与发展前景	10
1.3.1 食品添加剂的生产与应用现状	10
1.3.2 食品添加剂的国际化	12
1.3.3 食品添加剂的发展趋势	13
参考文献	16
第2章 食用色素	17
2.1 物质颜色与结构的关系	17
2.2 天然色素的制备与应用	18
2.2.1 甜菜红	19
2.2.2 姜黄	20
2.2.3 红花黄	22
2.2.4 虫胶红	23
2.2.5 叶绿素铜钠盐	24
2.2.6 辣椒红	26
2.2.7 辣椒橙	27
2.2.8 酱色	27
2.2.9 高粱红	29
2.2.10 可可壳色素	30
2.2.11 β -胡萝卜素	30
2.3 合成色素的制备与应用	32
2.3.1 苋菜红	32
2.3.2 胭脂红	34
2.3.3 赤藓红	35
2.3.4 新红	36
2.3.5 柠檬黄	37
2.3.6 日落黄	39
2.3.7 靛蓝	40
2.3.8 亮蓝	42
2.4 使用合成色素的注意事项	43
2.4.1 色素溶液的配制	43
2.4.2 色调的选择与拼色	43
2.5 食用色素的发展前景	44
2.5.1 合成色素的发展方向	44
2.5.2 天然色素的发展方向	44
参考文献	45
第3章 食用香精	46
3.1 食用香料的制备技术	46
3.1.1 天然香料	46
3.1.2 合成香料	48
3.2 食用香精的调配与应用	53
3.2.1 食用香精调配的典型过程	54
3.2.2 常用食用香精的制备与应用	54
3.3 食用香精的生产现状与发展前景	57
参考文献	58
第4章 酸味剂	60
4.1 酸味的产生与酸味剂的作用	60
4.2 常用酸味剂的制备与应用	61
4.2.1 柠檬酸	61
4.2.2 苹果酸	63
4.2.3 磷酸	66
4.2.4 乳酸	67
4.2.5 酒石酸	70
4.2.6 偏酒石酸	71
4.2.7 富马酸	72
4.2.8 己二酸	73
4.2.9 醋酸	73
4.2.10 葡萄糖酸	74
4.2.11 二氧化碳	75
4.3 酸味剂的生产开发与应用前景	76
参考文献	77
第5章 甜味剂	78
5.1 甜味与化学结构	78
5.2 影响甜味的因素	80
5.3 甜味剂的制备与应用	81
5.3.1 糖精	81
5.3.2 甜蜜素	84
5.3.3 天苯甜	86
5.3.4 安赛蜜	88

5.3.5 甜菊苷	90
5.3.6 甘草	92
5.3.7 三氯蔗糖	93
5.3.8 木糖醇	95
5.3.9 功能性低聚糖	98
5.4 甜味剂的开发与应用前景	103
5.4.1 甜味剂的研发方针	103
5.4.2 高甜度甜味剂的开发应用前景	104
5.4.3 功能性低聚糖的开发应用前景	104
参考文献	105
第6章 防腐剂	106
6.1 食品防腐剂概述	106
6.1.1 食品腐败变质的原因及其防腐方法	106
6.1.2 食品防腐剂的分类	107
6.1.3 食品防腐剂的作用机理	107
6.2 食品防腐剂的制备与应用	109
6.2.1 苯甲酸及其盐	109
6.2.2 山梨酸及其盐	112
6.2.3 丙酸及其盐	116
6.2.4 对羟基苯甲酸酯类(尼泊金酯)	119
6.2.5 脱氢醋酸与脱氢醋酸钠	123
6.2.6 富马酸二甲酯	125
6.2.7 双乙酸钠	126
6.3 食品防腐剂的发展方向	127
参考文献	129
第7章 抗氧化剂	130
7.1 抗氧化剂概述	130
7.1.1 食品的氧化及其危害	130
7.1.2 抗氧化剂的作用机理	131
7.1.3 抗氧化剂的分类	132
7.1.4 抗氧化剂使用的注意事项	132
7.2 常用抗氧化剂的制备与应用	133
7.2.1 丁基羟基茴香醚	133
7.2.2 二丁基羟基甲苯	135
7.2.3 没食子酸丙酯	136
7.2.4 维生素E	140
7.2.5 L-抗坏血酸及其钠盐	143
7.2.6 茶多酚	145
7.2.7 植酸	147
7.3 抗氧化剂的发展方向	148
7.3.1 大分子量合成抗氧化剂	148
7.3.2 天然抗氧化剂	149

参考文献	151
第8章 营养强化剂	153
8.1 营养强化剂概述	153
8.1.1 营养强化剂的使用目的	153
8.1.2 营养强化剂的分类	153
8.1.3 营养强化剂的选择与使用	154
8.2 维生素	157
8.2.1 维生素A	157
8.2.2 维生素D	160
8.2.3 维生素B ₁	161
8.2.4 维生素B ₂	162
8.2.5 维生素PP	165
8.2.6 维生素K ₁	167
8.2.7 维生素C	168
8.3 氨基酸	168
8.3.1 L-赖氨酸盐酸盐	169
8.3.2 DL-蛋氨酸	170
8.3.3 牛磺酸	172
8.4 矿物质和微量元素	173
8.4.1 乳酸亚铁	173
8.4.2 葡萄糖酸亚铁	174
8.4.3 碳酸钙	175
8.4.4 乳酸钙	176
8.4.5 葡萄糖酸锌	177
8.5 营养强化剂的发展与应用前景	177
参考文献	179
第9章 乳化剂	180
9.1 食品乳化剂的特性	180
9.2 常用食品乳化剂的制备与应用	181
9.2.1 甘油单硬脂酸酯	182
9.2.2 甘油双乙酰酒石酸单酯	184
9.2.3 三聚甘油单硬脂酸酯	185
9.2.4 蔗糖脂肪酸酯	186
9.2.5 失水山梨醇单硬脂酸酯	188
9.2.6 失水山梨醇三硬脂酸酯	190
9.2.7 失水山梨醇单油酸酯	190
9.2.8 失水山梨醇单棕榈酸酯	191
9.2.9 聚氧乙烯(20)失水山梨醇单硬脂酸酯	191
9.2.10 聚氧乙烯失水山梨醇单油酸酯	192
9.2.11 丙二醇脂肪酸酯	193
9.2.12 改性大豆磷脂	194
9.2.13 酪氨酸钠	196

9.2.14 硬脂酰乳酸钠	197
9.2.15 硬脂酰乳酸钙	198
9.3 国内外食品乳化剂的现状与发展 动向	199
参考文献	200
第10章 增稠剂	201
10.1 增稠剂的使用特性	201
10.2 增稠剂在食品中的作用	203
10.3 常用增稠剂的制备与应用	203
10.3.1 果胶	203
10.3.2 黄原胶	205
10.3.3 明胶	207
10.3.4 变性淀粉	209
10.3.5 海藻酸钠	210
10.3.6 β -环糊精	213
10.3.7 瓜尔豆胶	215
10.3.8 聚丙烯酸钠	216
10.3.9 藻酸丙二醇酯	217
10.3.10 卡拉胶	219
10.3.11 琼脂	222
10.3.12 阿拉伯胶	224
10.3.13 羧甲基纤维素钠	225
10.4 影响食品增稠剂黏度的因素	227
10.5 增稠剂的发展方向	228
参考文献	229
第11章 品质改良剂	230
11.1 淀粉磷酸酯钠	230
11.2 磷酸二氢钙	231
11.3 三聚磷酸钠	232
11.4 焦磷酸二氢二钠	233
11.5 偏磷酸钠	234
11.6 柠檬酸钾	235
11.7 焦磷酸钠	235
11.8 磷酸三钠	236
11.9 磷酸氢二钠	237
11.10 磷酸二氢钠	238
11.11 L-半胱氨酸盐酸盐	239

11.12 溴酸钾	239
11.13 过氧化苯甲酰	240
参考文献	241

第12章 食品添加剂及功能性食品

应用配方	242
12.1 食品添加剂应用配方	242
12.1.1 降糖保健食品添加剂	242
12.1.2 护色剂	242
12.1.3 陈米改良剂	242
12.1.4 多种微量元素调理剂	243
12.1.5 食品用乳化稳定剂	243
12.1.6 豆类消泡剂	243
12.1.7 山野菜保绿保脆保鲜剂	243
12.1.8 奶油调味品	244
12.1.9 烤肉用调味料	244
12.1.10 国外食品防腐剂配方举例	245
12.2 功能性饮料	246
12.2.1 佐餐减肥饮料	246
12.2.2 灵芝猴头饮料	246
12.2.3 姜汤饮料	247
12.2.4 花灵乳饮品	247
12.2.5 卵磷脂果汁饮料	247
12.2.6 玉米茶	248
12.2.7 燕麦茶奶	248
12.2.8 核桃乳	248
12.2.9 大枣保健口服液	249
12.2.10 强化维生素C的功能饮料	249
12.3 功能性食品	250
12.3.1 口腔清新糖	250
12.3.2 降糖方便面	251
12.3.3 稳定型富叶酸晒免洗大米	251
12.3.4 营养保健蜂蜜	251
12.3.5 维生素C强化的功能性糖果	252
12.3.6 保健冰冻点心	252
12.3.7 纤维口香糖	253
参考文献	253

第 1 章 食品添加剂概述

食品是人类生存的物质基础，它提供给人类生活所需要的各种营养素和能量。人们每天必须摄取一定数量的各种食品以维持自己的生命和身体健康，保证正常生长、发育和从事各项活动的能量需求。但是，食品和饲料有着本质的区别，对于食品除了要求其营养丰富外，还要求其色、香、味俱佳，并且具有一定的货架寿命。而纯天然食品是很难达到这一要求的，因而食品添加剂在现代食品工业中是必不可少的。在食品生产中，使用食品添加剂可以改善食品品质，使其达到色、香、味俱佳，并能延长食品保存期，增强食品营养成分，便于食品加工，改进生产工艺和提高生产率。因此，食品添加剂已成为现代食品工业的重要支柱。尤其是随着科技的进步和经济的发展，人们的物质和文化生活水平显著提高，生活节奏也明显加快，食文化又增添了新内容和新形势，食品添加剂也就越来越起着重要的作用。

1.1 食品添加剂的定义与分类

1.1.1 食品添加剂的定义

目前各国对食品添加剂规定的范围尚不一致，其定义也各不相同。1956年，联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）将食品添加剂定义如下：“有意识的一般以小量加入食品中，以改善食品的外观、风味、组织结构或贮存性质的非营养物质”。该定义将营养添加剂排除在食品添加剂之外；欧洲经济共同体亦然。1965年，美国食品和药物管理局（FDA）对食品添加剂定义为：“有明确的或合理的预定目标，无论直接使用或间接使用的，能变为食品的一种成分或影响食品特征的物质，统称食品添加剂”。按此定义，食品添加剂的范围有所拓宽，将间接转入食品的物质列入了食品添加剂。美国《食品工作标准丛书》作者 L.J.Minor 认为，食品添加剂应具有下列 4 种或至少 1 种效用：（1）维持和改善营养价值；（2）保持新鲜度；（3）有助于加工和制备；（4）使食品更具吸引力。据此，营养强化剂应属于食品添加剂。日本《食品卫生法》给食品添加剂做了如下定义：“在食品制造过程中，或者为了食品加工或贮存的目的，通过添加、混合、浸润及其他方法而在食品中使用的物质”。显然，这里的食品添加剂是指能使食品品质保持稳定，强化营养，赋予香和味，维持令人喜爱的色调，防止由微生物引起的劣化，延长保存期，防止油脂氧化，提高生产效率和操作性能等为目的而使用的物质。

按《中华人民共和国食品卫生法（试行）》第四十三条和《中华人民共和国食品添加剂卫生管理办法》第二条、《中华人民共和国食品营养强化剂卫生管理办法》第二条，我国将食品添加剂和营养强化剂分别定义为：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；食品强化剂是指为增强营养成分而加入食品中的天然的或人工合成的属于天然营养素范围的食物添加剂。

按定义，营养强化剂亦即食品添加剂，其功能起营养强化作用。

1.1.2 食品添加剂的分类

进入 20 世纪以来，随着工业的发展，食品和食品添加剂工业迅速发展起来，食品添加剂的品种显著增多，目前国内外使用的食品添加剂的总数达 14000 种以上，其中直接用于

食品的有 4000 种，间接使用的 10000 种；常用的有 600 余种。

按来源，食品添加剂可分为天然的和化学合成的两大类。天然食品添加剂是指利用动植物或微生物的代谢产物等为原料，经提取所获得的天然物质；化学合成的食品添加剂是指采用化学手段，使元素或化合物通过氧化、还原、缩合、聚合、成盐等合成反应而得到的物质。目前使用的大多属于化学合成食品添加剂。

按用途，各国对食品添加剂的分类不尽相同，主要是分类多少不同。美国联邦规则 (Code of Federal Regulation, April 1, 1981) 将食品添加剂分为 16 大类：(1) 着色剂；(2) 防腐剂；(3) 被膜剂、薄膜和有关物质；(4) 特殊用途食品 and 营养添加剂；(5) 抗结剂；(6) 香料及其他有关物质；(7) 用于其他用途的添加剂；(8) 多用途的添加剂；(9) 再制食品添加剂；(10) 特殊用途添加剂；(11) 暂定许可使用的或调查保留中的添加剂；(12) 以前许可使用的食品原料；(13) GRAS (公认为安全的品种)；(14) 禁止使用于食品的物质；(15) 由食品表面侵入食品而禁止使用的间接添加剂；(16) 由环境保护厅确认的食品中残留的农药及确认的食品中可以残留的添加剂。

在日本《食品卫生法规》(1985) 食品添加剂使用标准中，将食品添加剂分为 30 类：(1) 防腐剂；(2) 杀菌剂；(3) 防霉剂；(4) 抗氧化剂；(5) 漂白剂；(6) 面粉改良剂；(7) 增稠剂；(8) 赋香剂；(9) 防虫剂；(10) 发色剂；(11) 色调稳定剂；(12) 着色剂；(13) 调味剂；(14) 酸味剂；(15) 甜味剂；(16) 乳化剂及乳化稳定剂；(17) 消泡剂；(18) 保水剂、乳化稳定剂；(19) 溶剂及溶剂品质保持剂；(20) 疏松剂；(21) 口香糖基础剂；(22) 被膜剂；(23) 营养剂；(24) 抽提剂；(25) 制造食品用助剂；(26) 过滤助剂；(27) 酿造用剂；(28) 品质改良剂；(29) 豆腐凝固剂及合成酒用剂；(30) 防黏着剂。

1983 年，FAO/WHO 在《食品添加剂》一书中，基本上是以产品而不是按功能将食品添加剂分为 20 类，其不足之处是类与类的品种有重复，较混乱。在 1984 年总结性文献中，按用途将食品添加剂分为 95 类，其中主要类别为螯合剂 (33 种)；溶剂 (分载体溶剂 21 种，萃取溶剂 25 种)；缓冲剂 (46 种)；胶姆糖基剂 (2 种)；其余类中仅有 1 种。这种分类似嫌过细。

我国的《食品添加剂使用卫生标准》(GB 2760—86 及 1988 年、1989 年两次增补品种) 计有食品添加剂 907 种 (其中香料 691 种)，分为 22 类：(1) 防腐剂；(2) 抗氧化剂；(3) 发色剂；(4) 漂白剂；(5) 酸味剂；(6) 凝固剂；(7) 疏松剂；(8) 增稠剂；(9) 消泡剂；(10) 甜味剂；(11) 着色剂；(12) 乳化剂；(13) 品质改良剂；(14) 抗结剂；(15) 增味剂；(16) 酶制剂；(17) 被膜剂；(18) 发泡剂；(19) 保鲜剂；(20) 香料；(21) 营养强化剂；(22) 其他添加剂。我国的《食品添加剂分类和代码》(GB 12493—90，适用于食品添加剂的信息处理和情报交换工作) 将食品添加剂分为 21 类，不包括香料。其分类如下：(1) 酸度调节剂；(2) 抗结剂；(3) 消泡剂；(4) 抗氧化剂；(5) 漂白剂；(6) 膨松剂；(7) 胶姆糖基础剂；(8) 着色剂；(9) 护色剂；(10) 乳化剂；(11) 酶制剂；(12) 增味剂；(13) 面粉处理剂；(14) 被膜剂；(15) 水分保持剂；(16) 营养强化剂；(17) 防腐剂；(18) 稳定和凝固剂；(19) 甜味剂；(20) 增稠剂；(21) 其他。

后一分类法将酸味剂和碱性剂、盐酸等归为一类，定名为酸度调节剂；将品质改良剂分为面粉处理剂和水分保持剂；将疏松剂、发色剂分别改名为膨松剂和护色剂等，便于归纳、分类，比较合理。

1983 年，FAO/WHO 的食品添加剂法典委员会在荷兰海牙举行的第 16 次会议上讨论了

食品添加剂编号分类等问题，按安全性将食品添加剂分成 A、B、C 三类，每类又分为 (1)、(2) 亚类。

A (1) 类：经 FAO/WHO 食品添加剂联合专家委员会 (JECFA) 认为其毒理学资料清楚，已制定出 ADI 值 (acceptable daily intake) (每人每天容许摄入量，以 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 体重计算)；或者认为毒性有限，不需规定 ADI 值。A (2) 类：JECFA 已制订暂定 ADI 值，但毒理学资料不够完善，暂时允许在食品中使用。

B 类：工业上对本类添加剂有兴趣。B (1) 类：JECFA 曾进行过评价，由于毒理学资料不足，未建立 ADI 值。B (2) 类：JECFA 未进行过评价。

C (1) 类：根据毒理学，JECFA 认为在食品中使用是不安全的。C (2) 类：根据毒理学资料，JECFA 认为应严格控制在某些食品的特殊用途上。

列入 A 类的食品添加剂有 448 种，B 类的有 463 种，C 类的有 26 种。

1.2 食品添加剂的管理与卫生标准

人们食用的食品品种越来越多，追求的色、香、味、形等感官质量越来越高，随食品进入人体的添加剂的数量和种类也越来越多，因此食品添加剂的安全使用极为重要。理想的食品添加剂应是对人身有益无害的物质，但多数食品添加剂是化学合成物质，往往有一定的毒性，所以在选用时要非常小心。

选用食品添加剂时首先要充分了解我国政府制订的有关食品添加剂的卫生法规，并严格遵循。此外还要注意下列事项：

- (1) 食品添加剂对食品的营养素不应有破坏作用，也不得影响食品的质量和风味；
- (2) 食品添加剂不得用于掩盖食品腐败变质等缺陷；
- (3) 选用的食品添加剂应符合相应的质量指标，用于食品后不得分解产生有毒物质；
- (4) 食品添加剂加于食品中后能被分析鉴定出来；
- (5) 选用的食品添加剂应价格低廉，使用方便、安全，易于贮存、运输和处理等。

当前，随着食品添加剂的积极开发和合理使用，促进了食品工业的发展。但是历史上由于滥用食品添加剂引起的严重事件，至今还是令人触目惊心。例如，日本曾因使用不符合食品要求的工业磷酸氢二钠作为乳制品中的稳定剂，引起“森永奶粉中毒”事件；第二次世界大战后，日本因蔗糖缺乏，推销比蔗糖甜 1000~4000 倍的对硝基邻氨基甲苯，引起大批人中毒，有的人吃后 2~3d 得胃病，有的 4~5d 后死亡，被称为“杀人糖”。由此人们对整个化学合成物质怀有不安全感，随着化学合成添加剂在食品工业中广泛使用，其安全性问题必然逐渐引起人们的关注。20 世纪 60 年代末在合成色素的毒性试验中发现有的色素含有致癌物质，又给化学合成食品添加剂蒙上了浓重的阴影。人们开始把眼光转向天然物质，并预言它将根本取代化学合成物质，占据整个食品添加剂市场。但 20 世纪 70 年代到 90 年代初天然食品添加剂的发展远没有人们所希望的那样快，它不仅不能满足食品工业的发展对各种感官性能和各种功能的要求，而且在成本和稳定性问题上一直过不了关。而且即使是天然食品添加剂，随着毒理、化学等分析测试方法的发展，发现不少也并非绝对安全的，天然物质完全可靠的观念也被打破了。因此，目前有些人对食品添加剂产生了恐惧感，有的人强烈反对使用食品添加剂，要求恢复“天然品”，以为只有全面禁止使用食品添加剂才是保险的。但这是绝不可能的，因为食品添加剂的使用是人类几千年来在生活中不断积累的经验，并随着化学工业与食品工业的发展而进一步发展起来的。其实，人类总是在现实的利弊关系中进

行选择，我们无可选择地生活在一个充满化学物质的世界中。在某种意义上说，食品添加剂的消费量与食品工业的发展是成一定比例的，有毒与无毒是相对的。一般而言，不论物质的毒性强弱如何，对人体都有一个剂量效应关系，只有达到一定浓度或剂量水平，才能显示其毒害作用。毒性较大的物质，若用量低微，使用合理，也不至于造成中毒，如使用含氰化物杏仁、枇杷仁治疗咳嗽。反之，日常生活中常用的食盐及维生素 A、维生素 D，不适当地过量摄入，也会对人体造成不良影响。对于食品添加剂，虽然有的有一定的毒性，但在允许使用的范围内，本身质量达到食品级质量标准，一般来说是安全的。然而食品添加剂毕竟不是食品的正常成分，长期少量随食品摄入是否有潜在危害，应加以注意。所以对食品添加剂的使用显然应严格控制，除了用法律、条例、规定、标准等形式加以管理外，还应利用最新科学技术与设备对食品添加剂的安全性进行重新评价，对新的食品添加剂的审批持慎重态度及审批时需要完整的毒理学资料。

对于食品添加剂，一般有如下要求：

- (1) 必须经过严格的毒理鉴定，保证在规定使用量范围内对人体无毒；
- (2) 有严格的质量标准，其有害物质不得超过允许限量；
- (3) 进入人体后，能参与人体的正常代谢，或能够经过正常解毒过程而排出体外，或不被吸收而排出体外；
- (4) 用量少，效果明显，能真正提高食品的商品质量和内在质量；
- (5) 使用安全方便。

1.2.1 国际上食品添加剂的管理

国际上食品添加剂的应用开发由联合国粮食与农业组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）加以管理。1955 年 FAO/WHO 召开了第一次国际食品添加剂会议，1963 年召开了第二次国际食品添加剂会议，1973 年召开了第三次国际食品添加剂和污染物质会议，我国代表应邀参加了这一次会议。1962 年 FAO/WHO 决定设立联合国食品标准委员会（CAC），以推进“国际食品标准”的规划。该会于 1963 年 6 月召开了第一次会议，到 1980 年已召开了 13 次会议，并有 117 个国家参加。FAO/WHO 联合国食品标准委员会下设很多各种食品的标准委员会，6 个世界共同事务标准委员会及一些地区委员会，现已发展到 80 个委员会，其中负责世界共同的食物添加剂标准的是食品添加剂标准委员会（CCFA）。同时，在第一次国际食品添加剂会议上决定设立联合食品添加剂专家委员会（JECFA），其为联合食品标准委员会及联合食品添加剂标准委员会的重要咨询机构。各个食品标准委员会起草有关食品添加剂的条款时，要依据联合食品添加剂专家委员会提出的毒理学评价报告。

1973 年联合食品标准委员会制订了食品添加剂一览表，以后每次会议都对一览表进行相应的修改。一览表分为 A1 表、A2 表、B1 表、B2 表和 C1 表、C2 表。

国际上对食品添加剂有比较严密的评价程序，先由各国政府或生产部门将有关食品添加剂的信息递送给有关食品添加剂的国际组织，然后国际组织将毒理学结论、允许使用量、质量标准等再反馈给各国政府征求意见，再成为国际的统一标准。具体评价程序如图 1-1 所示。

美国 FDA 食品部分五个方面：（1）法规方面；（2）自然科学方面；（3）营养与食品科学方面；（4）毒理病理方面；（5）管理部分。其中管理部分是对内部的管理，其他四个方面除营养与食品科学方面主要内容为营养、微生物、食品技术和消费者研究以外，另外三个方面的主要工作都是食品添加剂方面的管理审批与科研工作。添加剂品种很多，其中有一部分“一般认为是安全的”，即 general recognized as safe (GRAS)，包括有 439 种非香料，236 种香

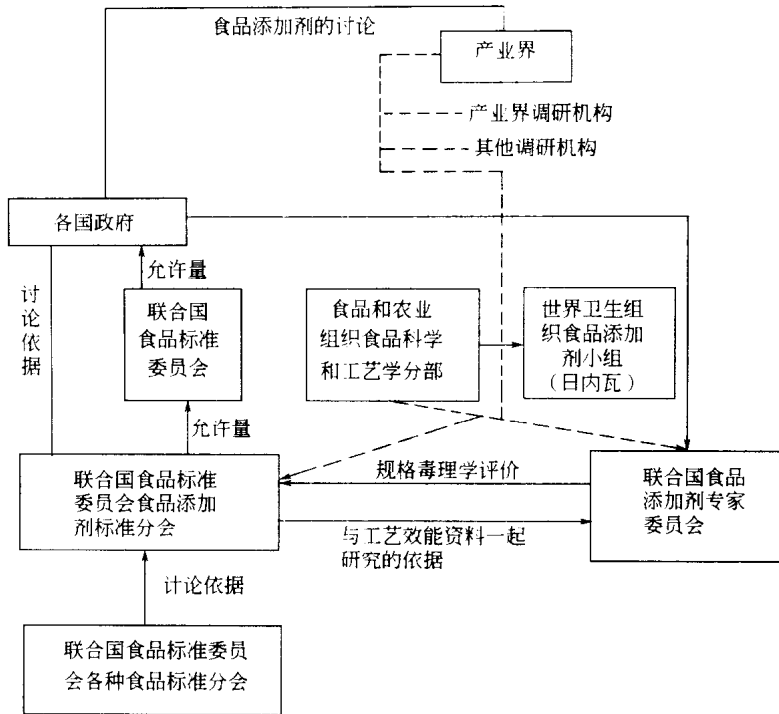


图 1-1 联合国食品添加剂审批程序

料，68 种其他物质，根据习惯使用认为是安全的，1958 年国会议员 Delaney 提出一条条例，即任何添加剂只要有人提出或动物试验证明有致癌作用就不能用，这里没有剂量的规定，使问题复杂化了，但还承认 GRAS。

日本食品添加剂根据食品卫生法进行管理。1979 年版《食品添加物公定书》收载 334 种。对很多天然食品添加剂未加管理，也未制订质量标准，由制造厂商自己制订规格。这 334 种食品添加剂基本上是 1965 年订下来的，是根据当时技术水平的有关资料来制订的，现在应根据现在的技术水平进行评价。致癌性试验花钱很多，时间很长，只能先做筛选试验。对致突变试验阳性物质优先进行慢性毒性试验，从 1974 年开始到现在对 24 种添加剂进行了筛选试验后再进行慢性毒性试验，肯定致癌试验阳性的有防腐剂 AF，已禁止使用。过氧化氢小鼠致癌试验阳性，大鼠阴性，疑有致癌性，修改了残留量为不得检出。其他如硝酸钠、亚硝酸钠、低亚硫酸钾、赤藓红、酸性红、苯甲酸钠、山梨酸钾、对羟基苯甲酸丁酯、对羟基苯甲酸异丁酯认为致癌性试验阴性。

为了食品添加剂等的安全性，日本国立卫生试验所耗资 1250 万美元，于 1978 年建成了拥有最现代化设备的安全性生物试验研究中心，建筑面积 7221m²，动物房绝对保持无菌状态，温度湿度换气全部由电子计算机控制，毒性试验用小鼠、大鼠同时进行，先做亚急性试验，以最大无作用量的 $1/2 \sim 1/4$ 做慢性试验剂量。

日本食品卫生调查会（相当于我国的食物标准委员会）对食品添加剂制定了调查审议基准（1965 年 7 月 6 日食调第 106 号），规定了食品添加剂必须具备的条件：（1）为食品加工所必需；（2）维持食品营养价值；（3）减少食品损耗，如腐败变质等；（4）增加食品感官性状；（5）对消费者有利。

新的食品添加剂申请审议需要下列资料：（1）名称；（2）化学结构；（3）制造工艺；

- (4) 理化性质及纯度；
- (5) 使用目的、使用量及使用方法；
- (6) 效果；
- (7) 每日摄入量；
- (8) 急性毒性试验；
- (9) 慢性毒性试验。

1.2.2 我国食品添加剂的管理

1.2.2.1 食品添加剂标准的审批

鉴于食品添加剂的生产涉及部门较多,对人民身体健康影响较大,除了各主管部门外,1960年在国家标准总局牵头下,以卫生、化工、轻工、商业系统的有关人员为主,组建了全国食品添加剂标准化技术委员会。委员会的主任委员由卫生部防疫司副司长担任;副主任委员分别由化工、轻工、商业三部各推荐 1 人;其他委员由各部分别推荐,主要是承担食品添加剂生产、制订标准、科研等方面的专家和有关人员;秘书长由卫生部委派,国家标准总局派联络秘书,卫生、化工、轻工、商业各部出一名工作人员担任委员会秘书处秘书。委员会的职责是:

- (1) 评审食品添加剂的国家标准;
- (2) 对食品添加剂新品种项目毒理试验报告的评审;
- (3) 研究有关食品添加剂管理方面的情况,并向有关方面提出改进建议;
- (4) 对下一年度食品添加剂标准化工作计划提出建议。

我国食品添加剂标准审批程序如图 1-2 所示。

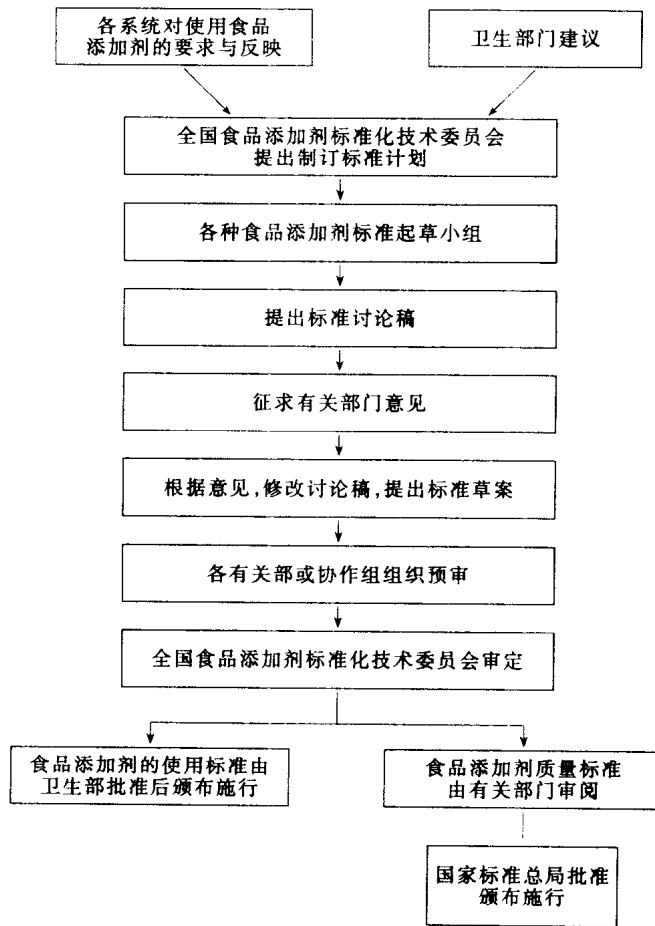


图 1-2 我国食品添加剂标准审批程序

1.2.2.2 我国食品添加剂卫生管理法规

我国政府从 20 世纪 50 年代开始,逐渐对食品添加剂采取管理措施。如卫生部于 1954

年公布了《关于食品中使用糖精剂量的规定》，1967年发布《关于酱油中使用防腐剂问题》的通知。20世纪60年代颁布了《食用合成染料管理暂行办法》及关于允许使用的5种食用色素和用量的标准。由化工部、商业部、卫生部共同颁布盐酸、苯甲酸、醋酸、糖精等5种食品用化工产品的质量标准。1973年起，卫生部制订了食品添加剂的标准研究计划，成立了全国“食品添加剂标准科研协作组”，着手进行全国食品添加剂使用情况调查，分期分批制订食品添加剂的质量和卫生标准。由于食品添加剂的生产、应用发展比较迅速，国家标准总局在1980年组织成立了“全国食品添加剂标准化技术委员会”。同年，国家标准总局公布了《中华人民共和国国家标准——食品添加剂》(GB 1886-1909-80)。1977年国家标准总局颁布了《食品添加剂使用卫生标准》及《食品添加剂卫生管理办法》。1986年12月批准了《中华人民共和国国家标准——食品添加剂使用卫生标准》(GB 2760-86)和《食品添加剂卫生管理办法》，以代替原GB 2760-81的标准和办法。卫生部又于1986年11月颁发《食品营养强化剂使用卫生标准》(试行)和《食品营养强化剂卫生管理办法》。1987年10月卫生部国家中药管理局发出《禁止食品加药卫生管理办法》，附有既是食品又是药品的品种名单。1988年和1990年卫生部批准了食品添加剂使用卫生标准(GB 2760-86)1988年和1989年增补品种。第五届全国人大常委会第25次会议于1982年12月19日通过并公布了《中华人民共和国食品卫生法》(试行)。这些法规的公布，为我国食品添加剂的卫生管理，奠定了法律基础。

1.2.2.3 食品添加剂毒理学评价程序

我国卫生部《食品安全性毒理学评价程序》中对毒理学评价分为四个阶段，即急性毒性试验；蓄积性和致突变试验；亚慢性毒性(包括繁殖、致畸)试验和代谢试验；慢性毒性(包括致癌)试验。

凡属我国创制的新化学物质，一般要求进行四个阶段试验，特别是对其中化学结构提示有慢性毒性或致癌作用可能性，或产量大，使用面广，摄入机会多者，必须进行四个阶段试验。凡属与已知物质(指经过安全性评价，允许使用者)的化学结构基本相同的衍生物，则可根据第一、二、三阶段试验结果，由有关专家评议，决定是否要进行第四阶段试验。凡属我国仿制而又具有一定毒性的化学物质，如多数国家已允许用于食品并有安全性的数据，或FAO/WHO已公布每日允许摄入量(ADI)者，同时生产单位又能证明我国产品的理化性质、纯度和杂质成分及含量均与国外产品一致，则可先进行第一、二阶段试验。如试验结果与国外相同产品一致，一般不再继续进行试验，可进行评价，允许用于食品，即制定每日允许摄入量。如产品质量或试验结果与国外资料或产品不一致，应进行第三阶段试验。

第一阶段急性毒性试验 将添加剂一次或多次给予试验动物，观察短时间内的毒性反应。试验动物一般用雌雄两种大鼠或小鼠，试验结果用半数致死量(LD₅₀)表示。试验方法可采用霍恩氏法、寇氏法或概率单位法。必要时还需进行7d喂养试验，观察中毒表现、中毒性质、持续时间、死亡率、病理解剖等。最小有作用剂量小于人的可能摄入量10倍者，不再继续下一阶段试验。如大于10倍者，可进行下一阶段试验。

第二阶段蓄积毒性和致突变试验 蓄积毒性试验是用两种性别的大鼠或小鼠，连续给药20d，观察有无剂量-反应关系(dose-effect relationship)，以判断蓄积性的强弱。若蓄积系数(K)小于3，则放弃，不再继续试验；K大于或等于3，则可进入以下的试验；或1/20LD₅₀无死亡，则可进入以下试验，如有死亡，则予以放弃。

致突变试验是为了对受试物判断其有无致癌作用的可能性进行筛选。可用细菌诱变试