



食品添加剂检验

Shipin Tianjiaji
Jianyan

黄文 主编



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

食品添加剂检验

黄文 主编

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品添加剂检验/黄文主编. —北京: 中国计量出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-5026-2737-9

I. 食… II. 黄… III. 食品添加剂—检验 IV. TS202.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 155502 号

内 容 提 要

本书概述了食品添加剂的分类、作用、安全性评价及相关的法律法规; 着重介绍了各类食品添加剂的使用限量及检验方法, 包括产品鉴别、含量测定和质量指标分析以及食品中常用食品添加剂的检测。

本书适用于从事食品检验和分析的工作人员以及从事食品添加剂生产、研究与使用的工程技术人员, 同时, 也可作为高等院校食品科学与工程专业的教学参考用书。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号 (邮编 100013)
电 话 (010) 64275360
网 址 <http://www.zgjl.com.cn>
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京市密东印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 23.75
字 数 590 千字
版 次 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷
印 数 1—2 000
定 价 58.00 元

如有印装质量问题, 请与本社联系调换
版权所有 侵权必究

— 编

委

会 —

主 编 黄 文

编 委 张克田 李秀娟 王 益

徐 阳 李姝蓓

前 言

• FOREWORD •

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物质或天然物质。

目前，全世界发现的各类食品添加剂有 14 000 多种，直接使用的大约为 4000 种，常用的有 1000 多种。

按来源不同，国际上通常将食品添加剂分为三大类：一是天然提取物，如甜菜红、姜黄素、辣椒红素等；二是用发酵等方法制取的物质，如柠檬酸、红曲米和红曲色素等；三是纯化学合成物，如苯甲酸钠、山梨酸钾、苋菜红和胭脂红等。如按食品添加剂的功能、用途划分则可分为 22 大类：分别是酸度调节剂、抗结剂、消泡剂、抗氧化剂、漂白剂、膨脹剂、胶姆糖基础剂、着色剂、护色剂、乳化剂、酶制剂、增味剂、面粉处理剂、被膜剂、水分保持剂、营养强化剂、防腐剂、稳定剂和凝固剂、甜味剂、增稠剂、食品香料和其他类添加剂。

食品添加剂是食品工业重要的基础原料，对食品的生产工艺、产品质量、安全卫生都起到至关重要的作用。但是违禁、滥用食品添加剂以及超范围、超标准使用添加剂，都会给食品质量、安全卫生以及消费者的健康带来巨大的损害。随着食品工业与添加剂工业的发展，食品添加剂的种类和数量也越来越多，它们对人们健康的影响也就越来越大。另外，随着毒理学研究方法的不断改进和发展，一些原来认为无害的食品添加剂，近年来又发现还可能存在慢性毒性、致癌作用、致畸作用及致突变作用等各种潜在的危害。所以，食品加工企业必须严格遵照执行食品添加剂的卫生标准，加强食品添加剂的卫生管理，规范、合理、安全地使用添加剂，保证食品质量，保证人民身体健康。而食品添加剂的分析与检测，则

对食品的安全起到了很好的监督、保证和促进作用。

本书以介绍各类食品添加剂的使用限量及检验方法为主,可以作为食品工业、食品添加剂行业的研发人员、工程技术人员和质量技术监督人员的工具用书,也可作为农林、轻工、水产、商业及综合院校食品科学与工程专业本科生、研究生的教材或参考用书。

华中农业大学食品科技学院的黄文老师主编了本书。另外,华中农业大学食品科技学院研究生张克田同学、食品化学与分析专业李秀娟博士、华中农业大学食品科技学院教学中心主任王益老师、全军皮肤病诊疗中心的徐阳老师以及吉林农业大学中药材学院的李姝蓓参与了本书的编写。同时,在本书的编写过程中得到了许多同行的热心帮助和指导,在此深表谢意。但是,由于时间仓促,加之水平所限,书中内容难免有不妥和疏漏之处,敬请读者批评指正,更希望与我们进行探讨与交流。

食品添加剂检验

0004 食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

林文,000 11 食品添加剂检验 编者

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂 2008 年 1 月

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

食品添加剂检验,林文,000 11 食品添加剂检验,食品添加剂检验,食品添加剂

(048) 食品添加剂手册 第三章

(012) 第一章

(022) 第二章

(032) 第三章

(042) 第四章

(052) 第五章

(062) 第六章

(072) 第七章

(082) 第八章

(092) 第九章

(102) 第十章

(112) 第十一章

目 录

• CONTENTS •

(002) 第一章 食品添加剂概述 (1)

(003) 第一节 食品添加剂的分类和作用 (1)

第二节 食品添加剂的安全性评价 (6)

第三节 食品添加剂相关法律法规 (11)

第二章 各类食品添加剂的使用限量及检验方法 (16)

第一节 酸度调节剂 (16)

第二节 抗结剂 (27)

第三节 消泡剂 (34)

第四节 抗氧化剂 (36)

第五节 漂白剂 (48)

第六节 膨松剂 (53)

第七节 胶姆糖基础剂 (68)

第八节 着色剂 (69)

第九节 护色剂 (97)

第十节 乳化剂 (107)

第十一节 酶制剂 (118)

第十二节 增味剂 (126)

第十三节 面粉处理剂 (130)

第十四节 被膜剂 (134)

第十五节 水分保持剂 (135)

第十六节 营养强化剂 (144)

第十七节 防腐剂 (155)

第十八节 稳定剂和凝固剂 (169)

第十九节 甜味剂 (172)

第二十节 增稠剂 (179)

第二十一节 食品工业用加工助剂 (187)

第二十二节 食品香料 (194)

第二十三节 食用香精和食用香料检验方法标准 (198)

第二十四节 食品添加剂中重金属检测、铅及砷的测定标准 (239)

第三章 食品中常用食品添加剂的检测 (246)

第一节	酸度调节剂	(246)
第二节	抗氧化剂	(250)
第三节	着色剂	(257)
第四节	护色剂	(270)
第五节	乳化剂	(278)
第六节	食品中增味剂 5'-肌苷酸二钠的测定	(286)
第七节	营养强化剂	(289)
第八节	防腐剂	(305)
第九节	甜味剂	(321)
第十节	增稠剂	(336)
第十一节	其他	(345)

附录 食品添加剂及相关标准名录 (355)

(I) 参考文献 (369)

(I)	参考文献	(369)
(II)	食品添加剂及相关标准名录	(355)

(II) 食品添加剂及相关标准名录 (355)

(101)	食品添加剂通用标准	第一章
(102)	食品添加剂通用标准	第二章
(103)	食品添加剂通用标准	第三章
(104)	食品添加剂通用标准	第四章
(105)	食品添加剂通用标准	第五章
(106)	食品添加剂通用标准	第六章
(107)	食品添加剂通用标准	第七章
(108)	食品添加剂通用标准	第八章
(109)	食品添加剂通用标准	第九章
(110)	食品添加剂通用标准	第十章
(111)	食品添加剂通用标准	第十一章
(112)	食品添加剂通用标准	第十二章
(113)	食品添加剂通用标准	第十三章
(114)	食品添加剂通用标准	第十四章
(115)	食品添加剂通用标准	第十五章
(116)	食品添加剂通用标准	第十六章
(117)	食品添加剂通用标准	第十七章
(118)	食品添加剂通用标准	第十八章
(119)	食品添加剂通用标准	第十九章
(120)	食品添加剂通用标准	第二十章
(121)	食品添加剂通用标准	第二十一章
(122)	食品添加剂通用标准	第二十二章
(123)	食品添加剂通用标准	第二十三章
(124)	食品添加剂通用标准	第二十四章
(125)	食品添加剂通用标准	第二十五章
(126)	食品添加剂通用标准	第二十六章
(127)	食品添加剂通用标准	第二十七章
(128)	食品添加剂通用标准	第二十八章
(129)	食品添加剂通用标准	第二十九章
(130)	食品添加剂通用标准	第三十章
(131)	食品添加剂通用标准	第三十一章
(132)	食品添加剂通用标准	第三十二章
(133)	食品添加剂通用标准	第三十三章
(134)	食品添加剂通用标准	第三十四章
(135)	食品添加剂通用标准	第三十五章
(136)	食品添加剂通用标准	第三十六章
(137)	食品添加剂通用标准	第三十七章
(138)	食品添加剂通用标准	第三十八章
(139)	食品添加剂通用标准	第三十九章
(140)	食品添加剂通用标准	第四十章
(141)	食品添加剂通用标准	第四十一章
(142)	食品添加剂通用标准	第四十二章
(143)	食品添加剂通用标准	第四十三章
(144)	食品添加剂通用标准	第四十四章
(145)	食品添加剂通用标准	第四十五章
(146)	食品添加剂通用标准	第四十六章
(147)	食品添加剂通用标准	第四十七章
(148)	食品添加剂通用标准	第四十八章
(149)	食品添加剂通用标准	第四十九章
(150)	食品添加剂通用标准	第五十章
(151)	食品添加剂通用标准	第五十一章
(152)	食品添加剂通用标准	第五十二章
(153)	食品添加剂通用标准	第五十三章
(154)	食品添加剂通用标准	第五十四章
(155)	食品添加剂通用标准	第五十五章
(156)	食品添加剂通用标准	第五十六章
(157)	食品添加剂通用标准	第五十七章
(158)	食品添加剂通用标准	第五十八章
(159)	食品添加剂通用标准	第五十九章
(160)	食品添加剂通用标准	第六十章
(161)	食品添加剂通用标准	第六十一章
(162)	食品添加剂通用标准	第六十二章
(163)	食品添加剂通用标准	第六十三章
(164)	食品添加剂通用标准	第六十四章
(165)	食品添加剂通用标准	第六十五章
(166)	食品添加剂通用标准	第六十六章
(167)	食品添加剂通用标准	第六十七章
(168)	食品添加剂通用标准	第六十八章
(169)	食品添加剂通用标准	第六十九章
(170)	食品添加剂通用标准	第七十章
(171)	食品添加剂通用标准	第七十一章
(172)	食品添加剂通用标准	第七十二章
(173)	食品添加剂通用标准	第七十三章
(174)	食品添加剂通用标准	第七十四章
(175)	食品添加剂通用标准	第七十五章
(176)	食品添加剂通用标准	第七十六章
(177)	食品添加剂通用标准	第七十七章
(178)	食品添加剂通用标准	第七十八章
(179)	食品添加剂通用标准	第七十九章
(180)	食品添加剂通用标准	第八十章
(181)	食品添加剂通用标准	第八十一章
(182)	食品添加剂通用标准	第八十二章
(183)	食品添加剂通用标准	第八十三章
(184)	食品添加剂通用标准	第八十四章
(185)	食品添加剂通用标准	第八十五章
(186)	食品添加剂通用标准	第八十六章
(187)	食品添加剂通用标准	第八十七章
(188)	食品添加剂通用标准	第八十八章
(189)	食品添加剂通用标准	第八十九章
(190)	食品添加剂通用标准	第九十章
(191)	食品添加剂通用标准	第九十一章
(192)	食品添加剂通用标准	第九十二章
(193)	食品添加剂通用标准	第九十三章
(194)	食品添加剂通用标准	第九十四章
(195)	食品添加剂通用标准	第九十五章
(196)	食品添加剂通用标准	第九十六章
(197)	食品添加剂通用标准	第九十七章
(198)	食品添加剂通用标准	第九十八章
(199)	食品添加剂通用标准	第九十九章
(200)	食品添加剂通用标准	第一百章

第一章 食品添加剂概述

食品添加剂是指为改善食品品质（色、香、味）以及为加工工艺和防腐的需要而加入食品中的化学合成或天然物质，它在食品中的应用使得我们的饮食丰富多彩并更易接受。在近几十年来，食品添加剂的生产、使用等方面得到了很大的发展。与此同时，食品工业日新月异地发展变化，也促进了食品添加剂的不断发展。

第一节 食品添加剂的分类和作用

（一）分类

食品添加剂种类繁多，各国允许使用的食品添加剂的种类各不相同。据统计，国际上目前使用的食品添加剂种类已达 14 000 种，其中直接使用的大约为 4000 种，常用的有 1000 多种。到 2003 年底，我国共批准许可使用的食品添加剂 1700 多种（含香精香料）；日本许可使用的食品添加剂约 1100 种，其中包括化学合成品 347 种；美国许可使用的食品添加剂约 3200 种；欧盟许可使用的食品添加剂约 1500~2000 种。对于如此多的食品添加剂，为了合理使用各国均按自己的需求进行分类。

一般来说，目前在世界上采用的分类法主要有 4 种：按来源分类、按用途分类、按安全性评价分类和按卫生法定义分类。当然也可以根据不同的需要进行适当分类。

1. 按来源分类

食品添加剂按来源分，通常可分为两大类：即天然食品添加剂和化学合成食品添加剂。前者主要从动植物中提取而来，也有一些来自微生物的代谢产物；后者则是通过化学合成方法制取的，又可分为一般化学合成品与人工合成天然类似物两类。一般着色剂、香料、甜味剂、增稠剂、酶制剂等通常会分成天然、合成两类，而有些天然的产品通常又细分为植物、动物、微生物来源 3 类。

2. 按用途（功能）分类

按食品添加剂的用途分类可以说是最常用的分类方法。食品添加剂只有在应用后才能发挥其功能，而按功能分类后，在应用时只需在相应的功能类别中查找即可，方便实用。这种分类方法最实用，国内与食品添加剂相关的书籍大多按其进行分类。

不同时期国家和机构对食品添加剂的功能判定不同，因此分类的方法也各不相同。如 FAO/WHO 在 1988 年将食品添加剂分成 21 类（包括营养强化剂、酶制剂、香料等）；美国《食品、药品和化妆品法》将食品添加剂分成 25 类，而《食用化学法典；（FCC）》第三版中又将其分成 45 类；欧盟仅分成 9 类；日本则分成 31 类。虽然分类方法有多种，但分类情况太细、太粗都会对食品添加剂的使用与选择带来一定困难，因此分类时应本着适当、实用的原则进行。为了便于执行《中华人民共和国食品添加剂使用卫生标准》，并参照国家技术监督局 1990 年 10 月 4 日发布的 GB 12493—1990《食品添加剂分类和代码》，我国将食品添加

剂大致分为 21 类；尽管香料类是最丰富的一类食品添加剂，但这一分类系统未包括香料类，因此，在我国使用的食品添加剂按我国的实际情况分类应为如下 22 类。

(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，从而使制品具有膨松、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 (colour)：使食品着色和改善食品色泽的物质。

(9) 护色剂 (colour fixatives)：能与肉及肉制品中呈色物质作用，在加工、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品质量的物质。

(12) 增味剂 (flavour 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制品质量的物质。

(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的物质。

(17) 防腐剂 (preservatives)：防止食品腐败变质、延长食品储存期的物质。

(18) 稳定剂和凝固剂 (stabilizer and coagulants)：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)：可以提高食品的黏稠度或形成凝胶，从而改变食品的物理性状、赋予食品黏润、适宜的口感，并兼有乳化、稳定或使呈悬浮状态作用的物质。

(21) 食品香料 (flavouring 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。

3. 按安全评价分类

食品添加剂的使用安全性是人民最关心的话题，因此可将食品添加剂按其安全性进行分类。目前以 ADI (日许量) 值为判断食品添加剂毒性大小的标准。食品添加剂法典委员会

(JECFA) 根据安全性评价资料, 将食品添加剂先分成 A、B、C 类, 然后再按用途各细分成两个小类。

(1) A 类 经 JECFA 评定, 认为毒理学资料清楚, 已制定出 ADI 值, 或者认为毒性有限, 不需规定 ADI 值的。

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

(2) B 类 JECFA 曾进行过评价, 由于毒理学资料不足, 未制定 ADI 值。
B(1) 类 JECFA 未进行过评价者。

(3) C 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 根据毒理学资料认为应严格控制在某些食品中作特殊应用者。

由此可以很明显地看出 3 类食品添加剂的使用安全性依次降低。很显然, A 类产品的安全性最高, 尤其是 A(1) 类食品添加剂, 均具有明确的 ADI 值, 毒理资料清楚, 因此认为只要正确合理的使用此类食品添加剂 (在 ADI 值限量范围内)、对人体是无害的。但应再次强调的是, 这里说的 3 类产品安全性依次降低, 与食品添加剂天然还是化学合成无关, 使用者一定不要主观 (或受误导) 一味将天然、合成与毒性等概念强行联系。事实上 C 类中同样包括了许多天然食品添加剂。

4. 按卫生法的定义分类

日本对食品添加剂除了按用途分类外, 还按食品卫生法对食品添加剂的定义将食品添加剂分为制造、加工、保存 3 大类。

“制造”是指某种物质经过生产过程使其发生了质的变化, 例如用大豆生产酱油, 用淀粉生产糖浆, 大豆与淀粉在制造过程均发生了变化, 转变为另一种物质; 再如面包等加工中用的膨松剂, 在焙烤过程发生了分解等。在日本用于制造的食品添加剂大约有 60 多种, 如凝固剂、乳化剂、溶剂、萃取剂、食品制造用剂、膨胀剂、消泡剂、糊料、粘结剂等。

“加工”是指物质没有质的变化, 只是使其在形态上起了变化, 即物理变化, 例如食品着色、调味等。用于这类的食品添加剂在日本大约有 230 多种, 如强化剂、调味剂、酸味剂、甜味剂、着色剂、发色剂、着色剂、漂白剂等。

“保存”是指对于所用的食品具有保护 (防病、防虫、防微生物害等) 作用, 这类食品添加剂在日本大约有 40 多种, 如防虫剂、保存剂、防腐剂、杀菌剂、抗氧化剂、被膜剂等。

5. 其他分类方法

在正常的使用过程中, 最常用也最实用的分类方法是按用途分类。但是在实际应用中, 可能会因某种需要而对食品添加剂提出不同的要求, 或是对已分的大类再进行细分, 这就要求我们对食品添加剂进行独特的分类以满足生产的需求。如为了满足运输的要求往往希望添加剂是以固体形状存在的, 而有时为了添加需要又希望食品添加剂是液态的, 在某些加工过程中希望所使用的添加剂是水溶性的, 而有时又希望是醇溶性的等等。为了满足这样的一些要求, 需要对食品添加剂在用途的基础上再进行分类。

(1) 按存在状态分类 所有添加剂基本上可分为固态、液态和气态 3 种类型。

气态食品添加剂很少,仅有漂白剂中二氧化硫和防腐剂中的二氧化碳、二氧化氯属于气态。液态添加剂最多的当属香精类物质,市售的大多数香精为液态。其他食品添加剂则相对较少,酸味剂中仅有磷酸、醋酸、盐酸等为液态;消泡剂中有乳化硅油为液态;被膜剂中有液态石蜡;稳定和凝固剂中的丙二醇为液态,而大多数食品添加剂是以固态形式存在,这里不再详细列举。但是有时这种分类并不是绝对的,例如红曲红与高粱红色素,既有以固体形式存在的也有以液态形式存在的。这都是根据生产的需要而变化的。

(2) 按溶解特性分类

不同的食品添加剂的溶解特性是不一样的,如水溶性、油溶性、醇溶性及可溶、不可溶等。例如,在制造糖果过程中不希望有水存在,因此在加工过程中不能使用水溶性的色素,而必须使用醇溶性的色素。因此,对食品添加剂按溶解特性进行分类也是有必要的,一般将色素分为水溶性色素、醇溶性色素和脂溶性色素,这种分类比较粗略,未包括一些微溶物质。

抗氧化剂通常也按溶解性分为水溶性和油溶性抗氧化剂两类。

食用香精大多按上述两种情况综合进行分类。首先按存在状态可分为液体香精和固体香精两类,当然也存在少数半固态或膏状的产品(如一些肉香精),然后再根据溶解性和制备方法等细分。

1) 液体香精 按溶解性不同分为3类。①水溶性香精:水溶性香精是将各种食用香料调配成的香基溶解在蒸馏水或40%~60%的稀乙醇中,必要时再加入酊剂、萃取物或果汁制成的产品。该香精在一般使用量(0.1%~1%)范围内能溶解或分散在水中,有轻快的香气,但因耐热性差,主要用于清凉饮料和冷饮制品。②油溶性香精:油溶性香精是将各种食用香料用丙二醇等油溶性溶剂稀释而成。该香精香味浓,难以在水中分散,耐热,留香性能好,通常用于焙烤食品和糖果的赋香。③乳化香精:乳化香精是由食用香料、食用油、比重调节剂、抗氧化剂、防腐剂等组成的油相和由乳化剂、着色剂、防腐剂、增稠剂、酸味剂和蒸馏水等组成的水相,经乳化,高压均质制成,主要用于软饮料和冷饮等的加香、增味、着色或使之浑浊。

2) 固体香精 又称粉末香精,按制法不同分为两类。①吸附型香精:吸附型香精是将食用香料和乳糖等载体简单混合,使香料吸附在载体上制成的。②包裹型香精:是将食用香料预先与乳化剂、赋形剂混合,分散在水溶液中,经喷雾干燥制成。其稳定性、分散性好,适于各种饮料、粉末制品和速溶食品使用。

3) 按香型分类 食用香精通常也按其香型不同进行分类,大体可分为下列8类。①柑橘型香精:甜橙、柠檬、白柠檬柚子、橘子、红橘等。②苹果型香精:苹果、香蕉、桃、葡萄、甜瓜、桃子、菠萝、李子、草莓等。③豆香型香精:香荚兰、可可、巧克力。④薄荷型香精:薄荷、留兰香等。⑤辛香型香精:众香子、肉桂、肉豆蔻等。⑥坚果型香精:杏仁、花生、核桃等。⑦奶香型香精:牛奶、奶油、干酪、酸乳酪等。⑧肉香型香精:牛肉、鸡、猪肉、鱼贝类等。

其实,上述分类方法也可认为是按用途分类,在上面我们以大量篇幅提及香精香料,这并不奇怪,因为香精香料在食品添加剂中可谓是数量及应用均最多的产品。

4) 按化学结构分类 由于着色剂都是靠不同的显色基团来呈现不同颜色的,因此也有按分子结构来分类的。通常将着色剂分为吡咯类、多烯类、酚类、醌酮类及吡啶类等5大类。①吡咯类,如叶绿素、血红素等;②多烯类,如辣椒红、胡萝卜素等;③酚类,如越

橘红、萝卜红、红花红、沙棘红等；④醌酮类，如红曲红、紫胶红、酸枣红等；⑤吡啶类，如甜菜红等。其中酚类又可依细微结构不同分为花色素苷类和黄酮类等。

5) 按作用方式分类 对于食品抗氧化剂目前没有统一的分类标准，通常按照抗氧化剂的作用方式可分为如下几类：自由基吸收剂、金属离子螯合剂、氢过氧化物分解剂、酶抗氧化剂、紫外线吸收剂或单线态氧淬灭剂等。

①自由基吸收剂主要指在类脂氧化中能够阻断自由基连锁反应的酚类物质，如天然或合成的生育酚、香辛料提取物、黄酮类物质、BHA、BHT、TBHQ等均属于此类。它们具有给电子的功能。

②酶抗氧化剂，如葡萄糖氧化酶、超氧化物歧化酶、过氧化氢酶、谷胱甘肽过氧化物酶等，其作用是除去溶解的氧或消除来自于食物体系的超氧化物。

(二) 食品添加剂的作用

纵观食品工业的成长，在食品工业的发展中，食品添加剂是功不可没的，已成为加工食品中不可缺少的基料，是近代食品工业的重要组成。它对于改善食品香、色、味，调整营养成分，改进加工条件，提高产品质量，增加花色品种，防止腐败变质，延长食品的货架期，发挥着日益重要的作用。食品工业离不开食品添加剂是因为它们对食品工业具有非常重要的意义，具有以下作用。

1. 有利于食品的保藏和防止食品腐败变质

食物原料大部分来自动、植物，属于生鲜食品，每年在贮藏、运输过程中因贮藏不当造成的浪费数目惊人，这对于资源日渐短缺、人口飞速膨胀的全球是一种极大的灾难。因此，加快食品保鲜剂、防腐剂的研制，尽可能地延长食品的保质期，成为加速食品添加剂发展的动力。食品在腐败变质的同时，由于氧化还原的反应，还会出现脂肪的耗败、色泽褐变，营养成分损失等多方面的变化，促使食品的品质下降，所以，也需要使用抗氧化剂等。

2. 改善食品的感官性状

色、香、味、形、体等食品的感官评价，是衡量食品质量的重要指标。饮食的发展从当初果腹到人类物质享受，经历了漫长的发展过程，有着深厚的历史、文化、美学、人文、艺术等多方面的积淀。各国、各地区、甚至各民族、各阶层都有着自己鲜明的饮食特色。香精、香料、色素有着悠久的应用历史，也是当今食品添加剂中比例最大、使用最为活跃的部分。

3. 保持或提高食品的营养价值

食品添加剂的存在，一方面保护营养成分免受或少受损失；另一重要的方面是在食品中添加营养强化剂，增加营养成分的含量或通过调整营养成分的比例提高食品的营养价值，如食盐中加碘，面粉中强化铁、锌等，儿童食品中强化钙、维生素等。日常食品的营养强化，是关系着一个国家、一个民族身体素质的重要问题，也将影响国家的发展和强大。

4. 增加食品的品种和方便性

食品品种多样化是满足不同消费群体需要的前提，目前超级市场的食品种类已达到20 000种以上，不论是色泽、形状、口味的改变，还是原料、营养、品种的调整，琳琅满目的食品极大地刺激了人们的消费欲望。现代生活、工作的快节奏，使得人们对方便食品的需求大大增加，快餐食品、即食食品、速冻食品等都深受都市人的喜爱。

5. 有利食品加工操作、适应食品机械化和自动化生产

食品的加工程度越来越高,工业化生产的食品已深入到我们日常生活的每一天。食品添加剂可使食品原料更具有可加工性,适应现代化食品机械设备的大规模生产,如豆乳生产中消泡剂的使用,低聚糖生产中使用酶制剂等。

6. 满足其他的特殊需要

食品在调节人体机能和维护健康方面发挥着重要的作用,因此大力开发低糖、低脂食品成为食品工业发展的一种趋势,这使糖类、脂类替代品的开发成为重要方向。目前,肥胖、糖尿病患者激增,专用食品的开发也需要有大量食品添加剂的保证。

第二节 食品添加剂的安全性评价

(一) 毒性、危险性与安全性概念

食品添加剂,最重要的是其安全性,因此如何安全合理的使用食品添加剂,并看待它们的毒性是我们首先应当注意的问题。食品添加剂,特别是化学合成的食品添加剂均有一定的毒性。然而,不论其毒性强弱、剂量大小,它对人体均有一个剂量与效应关系的问题,即只有达到一定浓度或剂量水平,才会产生副作用;反之,则是安全无害的。

食品添加剂的安全性评价是对食品添加剂进行安全性或毒性鉴定,以确定该食品添加剂在食品中无害的最大限量,对有害的物质提出禁用或放弃的理由。

毒性是指某种物质对机体造成损害的能力。毒性大表示用较小的剂量即可造成损害;毒性小则表示必须用较大的剂量才能造成损害。

危险性指在预定的数量和方式下,使用某种物质而引起机体损害的可能性。一般来说,某种物质不论其毒性强弱,对人体都有一定的剂量-效应关系;也就是说,一种物质只有达到一定的浓度或剂量水平,才能显示其危害作用。如毒性很大的物质氰化物,用量极低并不中毒,当然是安全的。而一些低毒的物质,甚至大家公认的无毒物质纯水,如果饮用不当也会产生危害。美国马萨诸塞州的一个妇女就因为饮用大量的水导致肾衰竭死亡。这形象的说明剂量决定毒性的毒理学基本原理,而安全性评价的目的就是确定食品添加剂在食品中无害的最大剂量。因此,所谓毒性和安全性都是相对而言的。

安全性是指使用这种物质不会产生危害的实际必然性。如前述,食品添加剂若大量使用可能产生危害作用,但这未必意味着在适当应用时会给人类带来危险性。也就是说一种物质只要剂量合适,使用得当不致造成中毒。这就必须采用实验动物进行试验研究,在确定该物质毒性的基础上,来考虑其在食品中安全无害的最大使用量,并采取法律措施,保护消费者免受危害。

近来随着人们追求纯天然食品热的兴起,在人们的头脑中自然而然地产生一种印象,就是凡是天然的食品添加剂都是安全可靠的,而一提到化学合成的就想当然地认为这类食品添加剂对人体有害。其实不然,许多天然的食物物质也是非常有害的,例如,天然的植物、动物、酶制剂等也会被污染,如果加工时不注意,就会侵入到食品里,危害人体健康。此外,植物的病虫害、喷洒的残留农药等,在提取天然色素时,也往往被携带到添加剂中,污染了食品,从而影响了人体健康。一般来说天然食品添加剂会更安全一点,但它们之间并不存在谁更有害的说法,事实上,有些天然添加剂的毒性远较合成添加剂大,如姜黄素就比合成的

黄色素的毒性大,天然香料香樟素能引起肝脏病变。因此我们应当消除对合成添加剂的偏见,正确对待食品添加剂。毒性大小的科学判断方法是看其 ADI 值,一般来说 ADI 值越小,其毒性相对越大。

(二) 食品添加剂的安全性毒理学评价

毒性和安全性是食品添加剂的命脉。我们知道即使某种物质性能再好,如果有毒也不能作为食品添加剂。各种食品添加剂的能否使用、使用范围和最大使用量,各国都有严格规定,受法律制约,以保证能安全使用。这些规定是建立在一整套科学严密的毒性评价基础上的。

随着科学技术的发展,人们对食品添加剂的深入认识,一方面已将那些对人体有害,对动物致癌、致畸,并有可能危害人体健康的食品添加剂品种禁止使用,另一方面对那些有怀疑的品种则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,以及其质量规格、分析检验方法等。我国目前使用的食品添加剂经过充分的毒理学评价,并且符合食用级质量标准。因此只要其使用范围、使用方法与使用量符合食品添加剂使用卫生标准,安全性是有保证的。

在实际操作中,对某些效果显著而又具有一定毒性的物质,是否批准应用于食品中,则要权衡其利弊。以亚硝酸盐为例,亚硝酸盐长期以来一直作为肉类制品的护色剂和发色剂使用,但随着科学技术的发展,人们不但认识到它本身的毒性较大,而且还发现它可以与仲胺类物质作用生成对动物具有强烈致癌作用的亚硝胺。但尽管如此,亚硝酸盐在大多数国家仍然被批准使用,因为它除了可使肉制品呈现美好、鲜艳的亮红色外,还具有防腐作用,可抑制多种厌氧性梭状芽孢菌,尤其是肉毒梭状芽孢杆菌,防止肉类中毒。这一功能在目前使用的添加剂中还找不到理想的替代品。况且,只要严格控制其使用量,其安全性是可得到保证的。

1. 食品添加剂的安全性毒理学评价方法

凡列入我国 GB 2760—1996《食品添加剂使用卫生标准》的食品添加剂必须都是按我国食品安全性毒理学评价程序进行安全性试验,经全国食品添加剂标准化技术委员会审定,报请卫生部批准的。根据《食品添加剂卫生管理办法》的规定,食品添加剂新品种申报时须提供省级以上卫生行政部门认定的检验机构出具的毒理学安全性评价报告。

GB 15193.1—2003《食品安全性毒理学评价程序》是检验机构进行毒理学试验的主要标准依据。该标准规定了食品安全性毒理学评价的程序,适用于评价食品生产、加工、保藏、运输和销售过程中所涉及的可能对健康造成危害的化学、生物和物理因素的安全性,评价对象包括食品添加剂(含营养强化剂)、食品新资源及其成分、新资源食品、辐照食品、食品容器与包装材料、食品工具、设备、洗涤剂、消毒剂、农药残留、兽药残留、食品工业用微生物等。该程序规定了食品安全性毒理学评价试验的四个阶段和内容及选用原则。我国卫生部发布了《食品安全性毒理学评价程序》,共分四个阶段。

毒理学试验的四个阶段和内容包括:

第一阶段:急性毒性试验;

第二阶段:遗传毒性试验,传统致畸试验,30d 喂养试验;

第三阶段:亚慢性毒性试验-90d 喂养试验、繁殖试验、代谢试验;

第四阶段:慢性毒性试验(包括致癌试验)。

2. 毒理学评价试验的目的与结果判断

(1) 毒理学试验的目的

①急性毒性试验：测定 LD_{50} ，了解受试物的毒性强度、性质和可能的靶器官，为进一步进行毒性试验的剂量和毒性判定指标的选择提供依据，并根据 LD_{50} 进行毒性分级。

LD_{50} 也即动物的半数致死量，是指能使一群试验动物中毒死亡一半的投药剂量，以 mg/kg 表示。它是判断食品添加剂安全性的第二种常用指标，表明了食品添加剂急性毒性的大小，也是任何食品添加剂都必须进行的毒理学评价中第一阶段急性毒性试验的指标。 LD_{50} 与毒性强度之间的比较关系如表 1—1 所示。

表 1—1 LD_{50} 与毒性强度之间的比较

毒性强度	LD_{50} (大鼠, 经口, mg/kg)	对人的推断致死量
极大	<1	约 50mg
大	1~5	5~10g
中	50~500	20~30g
小	500~5000	200~300g
极小	5000~15 000	500g
基本无害	$>15 000$	$>500g$

如食盐的 LD_{50} 为 5250 mg/kg ，味精的 LD_{50} 为 19 900 mg/kg 。

由于人和动物之间的感受性不同，即使在供试的动物之间也有很大差异。如麦芽酚的 LD_{50} ，对小鼠经口为 550 mg/kg ，而对大鼠经口为 1410 mg/kg 。因此， LD_{50} 只能作为参考值，其价值远低于 ADI 值。此外， LD_{50} 仅系急性毒理试验的结果，不代表亚急性和致畸突变性等毒理情况。

②遗传毒性试验：对受试物的遗传毒性以及是否具有潜在致癌作用进行筛选。

③致畸试验：了解受试物是否具有致畸作用。

④30d 喂养试验：对只需进行第一、第二阶段毒性试验的受试物，在急性毒性试验的基础上，通过 30d 喂养试验，进一步了解其毒性作用，观察对生长发育的影响，并可初步估计最大未观察到有害作用剂量 (MNL)。

MNL 也称最大耐受量、最大安全量或最大无效果量，是指动物长期摄入该受试物而无任何中毒表现的每日最大摄入量，单位为“ mg/kg ”。它是食品添加剂长期（终生）摄入对本代健康无害，并对下代生长无影响的重要指标。

⑤亚慢性毒性试验——90d 喂养试验、繁殖试验：观察受试物以不同剂量水平经较长期喂养后对动物的毒性作用性质和靶器官，了解受试物对动物繁殖及对仔代的致畸作用，观察对生长发育的影响，并初步确定最大未观察到有害作用剂量和致癌的可能性；为慢性毒性和致癌试验的剂量选择提供依据。

⑥代谢试验：了解受试物在体内的吸收、分布和排泄速度以及蓄积性，寻找可能的靶器官；为选择慢性毒性试验的合适动物种 (species)、系 (strain) 提供依据，了解代谢产物的形成情况。

⑦慢性毒性和致癌试验：了解经长期接触受试物后出现的毒性作用，尤其是进行性和不可逆的毒性作用以及致癌作用；最后确定最大无作用剂量，为受试物能否用于食品的最终评

价提供依据。

(2) 各项毒理学试验结果的判定

1) 急性毒性试验

如 LD_{50} 剂量小于人的可能摄入量的 10 倍, 则放弃该受试物用于食品, 不再继续其他毒理学试验; 大于 10 倍者, 可进入下一阶段毒理学试验。

2) 遗传毒性试验

①如其中 3 项试验 (Ames 试验或 V79/HGPRT 基因突变试验, 骨髓细胞核试验或哺乳动物骨髓细胞染色体畸变试验, TK 基因突变试验和小鼠精子畸形分析或睾丸染色体畸变分析) 中, 体内、体外各有一项或以上为试验阳性, 则表示该受试物很可能具有遗传毒性作用和致癌作用, 一般应放弃该受试物用于食品。

②如三项试验中一项体内试验为阳性或两项体外试验为阳性, 则再选两项备选试验 (至少一项为体内试验)。如再选的试验均为阴性, 则可继续进行下一步的毒性试验; 如其中有一项试验阳性, 则结合其他试验结果, 经专家讨论决定, 再作其他备选试验或进入下一步的毒性试验。

③如三项试验均为阴性, 则可继续进行下一步的毒性试验。

3) 30d 喂养试验: 对只要求进行第一、第二阶段毒理学试验的受试物, 若短期喂养试验未发现有明显毒性作用, 综合其他各项试验即可做出初步评价; 若试验中发现有明显毒性作用, 尤其是有剂量—反应关系时, 则考虑进行进一步的毒性试验。

4) 90d 喂养试验、繁殖试验、传统致畸试验

根据这三项试验中所采用的最敏感指标所得的最大未观察到有害作用剂量进行评价, 原则是:

①最大未观察到有害作用剂量大于或等于人的可能摄入量的 100 倍者表示毒性较强, 应该放弃该受试物用于食品。

②最大未观察到有害作用剂量大于 100 倍而小于 300 倍者, 应进行慢性毒性试验。

③大于或等于 300 倍者则不必进行慢性毒性试验, 可进行安全性评价。

5) 慢性毒性试验和致癌试验

根据慢性毒性试验所得的最大未观察到有害作用剂量进行评价, 原则是:

①最大未观察到有害作用剂量小于或等于人的可能摄入量的 50 倍者, 表示毒性较强, 应该放弃该受试物用于食品。

②最大无作用剂量大于 50 倍而小于 100 倍者, 经安全评价后, 决定该受试物可否用于食品。

③最大未观察到有害作用量大于或等于 100 倍者, 则可考虑允许使用于食品。

(3) 食品添加剂安全性毒理学评价试验的选择

由于食品添加剂有数千种之多, 有的沿用已久, 有的已由 FAO/WHO 等国际组织做过大量同类的毒理学评价试验, 并已取得结论。因此, 我国对于食品添加剂, 可按下列原则进行毒性试验。

①凡我国创新的物质, 一般要求进行上述 4 个阶段试验, 特别是对其中化学结构提示有慢性毒性、遗传毒性或致癌性可能者或产量大、使用范围广、摄入机会多者, 必须进行全部四个阶段的毒性试验。

②凡属与已知物质 (指经过安全评价并允许使用) 的化学结构基本相同的衍生物或类似