

工业添加剂生产与应用技术丛书

食品添加剂

生产与应用技术

韩长日 宋小平 主编



中國石化出版社

HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

工业添加剂生产与应用技术丛书

食品添加剂 生产与应用技术

韩长日 宋小平 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书介绍了食品酸度调节剂、抗氧化剂、着色剂、乳化剂、增味与甜味剂、酶制剂、防腐剂、增稠剂、营养增强剂、增香剂等共 202 种食品添加剂的生产与应用技术。书中简要概述了食品添加剂的分类、品种及作用机理、性能及适用范围以及添加剂的生产发展趋势,对各种食品添加剂产品的性能、生产原理、工艺流程、操作工艺、质量标准、用途、安全与贮运都做了全面而系统的阐述。

本书对从事食品添加剂研究与开发和精细化工品研制开发的科技人员、生产人员,以及高等院校应用化学、精细化工等专业的师生均具有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

食品添加剂生产与应用技术/韩长日,宋小平主编.
—北京:中国石化出版社,2006
(工业添加剂生产与应用技术丛书)
ISBN 7-80229-080-5

I.食… II.①韩… ②宋… III.①食品添加剂—
生产工艺 ②食品添加剂—应用 IV.TS202.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 050596 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 28 印张 701 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价:58.00 元

前 言

随着精细化工的发展,各种工业添加剂对提高产品质量和扩展产品性能有着越来越重要的作用。我国许多工业产品质量与国外知名产品的差距并不在于缺少主要原料,而在于缺少高性能的添加剂。添加剂能赋予产品特殊性能,延长其使用寿命,扩大其适用范围,提高加工效率,提升产品质量和档次。添加剂产品的技术进步,影响着许多产业,尤其是化工、轻工、纺织、石油、食品、饲料、建筑材料和汽车等产业的发展。

添加剂(additives)又称助剂,是工业材料和产品在加工和生产过程中为改善加工性能和提高产品性能及使用质量而加入的药剂的总称。添加剂品种多,产量少,作用大,具有特定功能,附加价值高,广泛用于各种工业化生产中,对提高生产效率、改善产品性能、提升产品质量具有极其重要的作用。添加剂的种类繁多,相关的作用机理、生产应用技术也很复杂,全面系统地介绍各类添加剂的品种、性能、生产原理、生产工艺、质量标准和应用技术,将对促进我国工业添加剂的技术发展,推动精细化工产品技术进步,加快我国工业产品的技术创新和提升工业产品的国际竞争力,以及满足国内工业生产的应用需求和适应消费者需要都具有重要意义。为此,在中国石化出版社的策划和支持下,我们组织编写了这套《工业添加剂生产与应用技术》丛书。

本书为食品添加剂分册,介绍了食品酸度调节剂、抗氧化剂、着色剂、乳化剂、增味与甜味剂、酶制剂、防腐剂、增稠剂、营养增强剂、增香剂、其他食品添加剂等十一部分共202种食品添加剂的生产应用技术。首先,简要概述了食品添加剂的分类、品种、作用机理、性能及适用范围以及添加剂的生产发展趋势。然后对各种食品添加剂产品的中英文名称、性能、生产原理、工艺流程、操作工艺、质量标准、用途、安全与贮运都作了全面而系统的阐述。全书在编写过程中参阅和引用了大量国内外专利及技术资料,书末列出了主要参考文献,部分产品中还列出了相应的原始研究文献,以便读者进一步查阅。

值得指出的是,在进行食品添加剂产品的开发生产中,应当遵循先小试、

再中试，然后进行工业性试产的原则，以便掌握足够的工业规模的生产经验。同时，要特别注意生产过程中的防火、防爆、防毒、防腐蚀及环境保护等有关问题，并采取有效的措施，以确保安全顺利地生产。

本丛书由韩长日、宋小平主编，参加本分册编写的有韩长日、宋小平、彭明生、陈光英、杨细文。

本书在选题、策划和组稿过程中，得到了中国石化出版社、国家自然科学基金、海南师范大学著作出版基金和上海工程技术大学的支持和资助，许多高等院校、科研院所和同仁提供了大量的国内外专利和技术资料，在此，一并表示衷心的感谢。由于我们水平所限，错漏和不妥之处在所难免，欢迎广大同仁和读者提出意见和建议。

目 录

第1章 概述..... (1)	3.14 硫代二丙酸二月桂酯..... (46)
1.1 食品添加剂的定义与分类 ... (1)	3.15 4-己基间苯二酚 (48)
1.2 食品添加剂的卫生标准与质量标准 (2)	3.16 焦亚硫酸钠..... (49)
1.3 食品添加剂的发展趋势 (3)	3.17 焦亚硫酸钾..... (51)
	3.18 连二亚硫酸钠..... (52)
	3.19 无水亚硫酸钠..... (54)
第2章 酸度调节剂..... (7)	3.20 复配方型食品抗氧化剂..... (56)
2.1 概述 (7)	3.21 液体食品抗氧稳定剂..... (56)
2.2 乳酸 (8)	3.22 腌制品防腐剂..... (57)
2.3 L-酒石酸 (10)	
2.4 苹果酸 (11)	第4章 着色剂..... (58)
2.5 富马酸 (13)	4.1 概述 (58)
2.6 己二酸 (15)	4.2 食用色素红3号 (59)
2.7 柠檬酸 (17)	4.3 食用靛蓝 (61)
2.8 柠檬酸钠 (19)	4.4 艳红 (64)
2.9 磷酸 (20)	4.5 胭脂红 (66)
2.10 乙酸..... (22)	4.6 食用柠檬黄 (68)
	4.7 姜黄色素 (70)
第3章 抗氧化剂..... (24)	4.8 日落黄 (72)
3.1 概述 (24)	4.9 栀子蓝色素 (73)
3.2 叔丁基对苯二酚 (25)	4.10 红果子色素..... (74)
3.3 豆磷脂 (27)	4.11 辣椒红..... (75)
3.4 2,6-二叔丁基对甲酚 (28)	4.12 苋菜红..... (78)
3.5 丁基羟基茴香醚 (29)	4.13 甜菜红..... (79)
3.6 三羟基苯丁酮 (31)	4.14 紫胶红..... (81)
3.7 茶多酚 (32)	4.15 红曲色素..... (82)
3.8 没食子酸丙酯 (35)	4.16 焦糖色..... (85)
3.9 D-异抗坏血酸钠 (37)	4.17 栀子黄..... (88)
3.10 L-抗坏血酸 (39)	4.18 姜黄..... (90)
3.11 左旋抗坏血酸硬脂酸酯..... (41)	4.19 红花黄..... (91)
3.12 卵磷脂..... (42)	4.20 β -胡萝卜素 (92)
3.13 植酸..... (43)	4.21 叶绿素铜钠盐..... (95)

第5章 乳化剂	(98)
5.1 概述	(98)
5.2 山梨糖醇酐单硬脂酸酯	(100)
5.3 山梨糖醇酐单油酸酯	(101)
5.4 山梨糖醇酐硬脂酸酯聚氧乙 烯醚	(102)
5.5 山梨糖醇酐油酸酯聚氧乙 烯醚	(104)
5.6 甘油单硬脂酸酯	(105)
5.7 聚甘油单油酸酯	(106)
5.8 硬脂酸聚甘油酯	(108)
5.9 蛋白酶	(109)
5.10 硬脂酰乳酸钠	(111)
5.11 硬脂酰乳酸钙	(112)
5.12 脂肪酸丙二醇酯	(113)
5.13 蔗糖脂肪酸酯	(115)
5.14 酪蛋白酸钠	(116)
5.15 羧基化卵磷脂	(117)
5.16 吐温-20	(118)
5.17 吐温-40	(120)
5.18 乙酸脂肪酸甘油酯	(122)
5.19 食品乳化剂	(123)

第6章 增味剂与甜味剂	(125)
6.1 概述	(125)
6.2 味精	(127)
6.3 DL-氨基丙酸	(132)
6.4 L-谷氨酸	(133)
6.5 琥珀酸二钠	(136)
6.6 鸟苷酸二钠	(138)
6.7 5'-肌苷酸二钠	(141)
6.8 葡萄糖酸内酯	(144)
6.9 丁二酸	(145)
6.10 食品调味剂	(147)
6.11 汤类食品调味料	(148)
6.12 食品增香剂	(150)
6.13 大蒜香味剂	(151)
6.14 食品酸味抑制剂	(151)
6.15 粉末酸味剂	(151)
6.16 食品碱性剂	(152)

6.17 食品酸味剂	(152)
6.18 不溶性糖精	(153)
6.19 糖精钠	(156)
6.20 甘露醇	(158)
6.21 山梨醇	(160)
6.22 木糖醇	(162)
6.23 麦芽糖醇	(163)
6.24 异麦芽酮糖醇	(165)
6.25 三氯蔗糖	(168)
6.26 葡萄糖	(171)
6.27 甜菊糖	(172)
6.28 甘草甜素二钠	(174)
6.29 阿力甜	(175)
6.30 阿斯巴甜	(177)
6.31 甜蜜素	(183)
6.32 乙酰磺胺酸钾	(185)
6.33 乳酸钠	(189)
6.34 无钠食盐	(190)
6.35 高盐食品甜味剂	(190)
6.36 畜肉制品甜味剂	(190)

第7章 酶制剂	(192)
7.1 概述	(192)
7.2 淀粉酶	(194)
7.3 葡萄糖氧化酶	(196)
7.4 果胶酶	(197)
7.5 糖化酶	(199)

第8章 防腐剂	(203)
8.1 概述	(203)
8.2 对羟基苯甲酸乙酯	(204)
8.3 对羟基苯甲酸丁酯	(205)
8.4 对羟基苯甲酸丙酯	(206)
8.5 对羟基苯甲酸异丁酯	(207)
8.6 尼泊金甲酯	(208)
8.7 苯甲酸	(209)
8.8 苯甲酸钠	(211)
8.9 山梨酸	(213)
8.10 丙酸	(214)
8.11 脱氢乙酸	(215)

8.12	丙酸钙	(216)	第10章	营养强化剂	(274)
8.13	乙氧喹	(217)	10.1	概述	(274)
8.14	仲丁胺	(218)	10.2	L-赖氨酸	(275)
8.15	桂醛	(220)	10.3	甘氨酸	(278)
8.16	2-萘酚	(221)	10.4	L-天冬氨酸	(280)
8.17	2-羟基联苯	(222)	10.5	牛磺酸	(280)
8.18	噻菌灵	(223)	10.6	天然干酪	(283)
8.19	十二烷基二甲基苄基溴 化铵	(225)	10.7	维生素A	(285)
8.20	乳酸链球菌素	(226)	10.8	维生素B ₁	(289)
8.21	2,4-二氯苯氧乙酸	(229)	10.9	维生素B ₂	(292)
8.22	双乙酸钠	(231)	10.10	维生素B ₆	(295)
8.23	乙二胺四乙酸二钠	(232)	10.11	维生素E	(297)
8.24	吗啉脂肪酸盐	(234)	10.12	维生素D ₂	(298)
8.25	食品脱氧保鲜剂	(235)	10.13	维生素K ₁	(300)
8.26	食品防腐剂	(236)	10.14	维生素C磷酸酯镁	(302)
8.27	生育酚食品防腐剂	(238)	10.15	烟酸	(303)
第9章	增稠剂	(239)	10.16	叶酸	(306)
9.1	增稠剂	(239)	10.17	肌醇	(308)
9.2	羧甲基淀粉钠	(240)	10.18	烟酰胺	(311)
9.3	羧甲基纤维素钠	(242)	10.19	L-肉碱	(313)
9.4	琼脂	(244)	10.20	氯化胆碱	(315)
9.5	明胶	(245)	10.21	泛酸钙	(316)
9.6	果胶	(250)	10.22	乳酸钙	(319)
9.7	黄原胶	(251)	10.23	葡萄糖酸钙	(319)
9.8	卡拉胶	(253)	10.24	碳酸钙	(321)
9.9	阿拉伯胶	(256)	10.25	葡萄糖酸锌	(323)
9.10	结冷胶	(257)	10.26	硫酸锌	(325)
9.11	β -环糊精	(259)	10.27	乳酸亚铁	(328)
9.12	甲壳素	(260)	10.28	葡萄糖酸亚铁	(329)
9.13	羟丙基淀粉	(262)	10.29	富马酸亚铁	(330)
9.14	淀粉磷酸酯钠	(263)	10.30	柠檬酸铁铵	(332)
9.15	海藻酸钠	(265)	10.31	碘化钾	(333)
9.16	海藻酸钾	(267)	10.32	磷酸二氢钾	(335)
9.17	海藻酸丙二醇酯	(269)	10.33	硫酸镁	(336)
9.18	羟丙基甲基纤维素	(270)	10.34	硫酸铜	(337)
9.19	聚丙烯酸钠	(272)	10.35	葡萄糖酸铜	(339)
9.20	食品增稠剂	(273)	10.36	亚硒酸钠	(341)
			10.37	富硒酵母	(342)
			10.38	γ -亚麻油酸	(343)

第 11 章 食品香料	(346)	11.40 可可香精	(389)
11.1 概述	(346)	11.41 黑醋栗香精	(389)
11.2 乙酸苄酯	(347)	11.42 蜂蜜香精	(390)
11.3 乙酸异戊酯	(348)	11.43 生姜香精	(390)
11.4 乙酸异龙脑酯	(350)	11.44 无花果香精	(391)
11.5 丁酸乙酯	(351)	11.45 甜瓜香精	(392)
11.6 己酸乙酯	(352)	11.46 山楂香精	(393)
11.7 己酸烯丙酯	(353)	11.47 水溶性葡萄香精	(393)
11.8 苯甲酸甲酯	(353)	11.48 水溶性香蕉香精	(394)
11.9 苯甲酸苄酯	(354)	11.49 水溶性柑橘香精	(395)
11.10 苯乙酸乙酯	(356)	11.50 食用水溶性香荚兰香精	(396)
11.11 丁香酚	(357)	11.51 水溶性菠萝香精	(396)
11.12 2,3 - 丁二酮	(358)	11.52 食用水溶性苹果香精	(397)
11.13 己醇	(359)	11.53 水溶性杨梅香精	(398)
11.14 β -苯乙醇	(361)	11.54 水溶性桑子香精	(399)
11.15 茴香醇	(362)	11.55 食用生梨香精	(399)
11.16 肉桂醛	(364)	11.56 食用桂花油香精	(400)
11.17 甜橙醛	(365)	11.57 樱桃油香精	(400)
11.18 紫罗兰酮	(367)	11.58 杏仁油香精	(401)
11.19 肉桂酸	(368)	11.59 姜油香精	(401)
11.20 天然樟脑	(369)	11.60 椰子油香精	(401)
11.21 合成樟脑	(372)	11.61 油溶性食用橘子香精	(402)
11.22 乙酸芳樟酯	(374)	11.62 油溶性生梨香精	(402)
11.23 冰片	(376)	11.63 油溶性柠檬香精	(403)
11.24 香兰素	(378)	11.64 油溶性食用苹果香精	(403)
11.25 咖啡因	(380)	11.65 油溶性食用玫瑰香精	(404)
11.26 咖啡香精	(382)	11.66 油溶性食用桑子香精	(404)
11.27 可乐香精	(382)	11.67 油溶性食用香蕉香精	(405)
11.28 巧克力香精	(384)	11.68 油溶性樱桃香精	(405)
11.29 奶油硬糖香精	(384)	11.69 油溶性草莓香精	(406)
11.30 口香糖薄荷香精	(385)	11.70 油溶性食用菠萝香精	(406)
11.31 奶油太妃香精	(385)	11.71 油溶性葡萄香精	(407)
11.32 奶油香精	(385)	11.72 油溶性食用香草香精	(408)
11.33 柠檬香精	(386)	11.73 食用粉末香精	(408)
11.34 覆盆子香精	(386)	11.74 食用乳化香精	(409)
11.35 桃子香精	(387)	11.75 调酒香精	(409)
11.36 荔枝香精	(387)	11.76 色拉香精	(410)
11.37 杏仁香精	(388)		
11.38 樱桃香精	(388)	第 12 章 其他食品添加剂	(412)
11.39 食用玫瑰香精	(389)	12.1 过氧化十二酰	(412)

12.2	过氧化苯甲酰	(413)	12.19	食品弹性增强剂	(425)
12.3	微晶纤维素	(414)	12.20	豆制品品质改良剂	(425)
12.4	磷酸铵	(415)	12.21	面包品质改良剂	(426)
12.5	六偏磷酸钠	(416)	12.22	面条品质改良剂	(427)
12.6	磷酸二氢钠	(417)	12.23	米饭品质改良剂	(428)
12.7	磷酸氢二钠	(418)	12.24	鱼肉品质改良剂	(428)
12.8	L-半胱氨酸盐酸盐	(419)	12.25	发酵粉	(429)
12.9	肉香调味料	(420)	12.26	西点用膨松剂	(430)
12.10	鸡味香料	(422)	12.27	食品呈味性保鲜剂	(430)
12.11	鸡肉味料	(422)	12.28	果蔬防变色剂	(431)
12.12	色拉酱调料	(422)	12.29	食品漂白剂	(431)
12.13	烤肉用调味料	(423)	12.30	面粉增白剂	(432)
12.14	香肠调味料	(423)	12.31	面包用面粉增白 改良剂	(433)
12.15	火腿用辛香香料	(424)	12.32	食用染色剂	(433)
12.16	火腿调味剂	(424)	12.33	食品用消泡剂	(434)
12.17	火腿质量改进剂	(424)	参考文献		(434)
12.18	胶凝化剂	(425)			

第 1 章 概 述

1.1 食品添加剂的定义与分类

食品添加剂是指在食品或食品加工过程中使用的各种微量的物质，其添加量一般不超过 2%。添加不同的物质，所产生的效果和起到的作用是不同的。通常食品添加剂具有下列 6 种作用的一种或其中的几种：①改进和保持食品的营养价值；②延长食品的货架期，保持新鲜度；③有利于食品的加工；④增强食品的风味，改变食品的色泽；⑤确保微生物的安全性；⑥保持食品品质的连续性和统一性。

目前各国对食品添加剂规定的范围尚不一致，其定义也不尽相同。《中华人民共和国食品卫生法》(1995 年 10 月 30 日颁布)将食品添加剂定义为：“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。”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。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人工合成的属于天然营养素范围的食物添加剂。1956 年，联合国粮食与农业组织(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。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。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。

目前全球开发的食品添加剂总数已达 14000 多种，其中直接使用的品种有 4000 余种，常用的有 680 余种。美国是世界上食品添加剂使用量最大、使用品种最多的国家，目前允许直接使用的有 2300 种以上。

食品添加剂按照其原料和加工工艺可分为天然食品添加剂和合成食品添加剂。按照习惯，直接来自植物、动物、微生物和通过生物化学方法生产的食品添加剂都被归入天然食品添加剂；而通过普通的有机、无机化学反应制备的为合成食品添加剂。

食品添加剂按应用特性可以分为直接食品添加剂，例如，增味剂、食用色素、甜味剂等；加工助剂，消泡剂、脱模剂等间接添加剂，例如，用于食品容器和包装的一些添加剂。

许多国家将食品添加剂按其 在食品加工、运输、贮藏等环节中的功能分为以下六类：

① 防止食品腐败变质的添加剂，有防腐剂、抗氧化剂、杀菌剂；

② 改善食品感官性状的添加剂，有增味剂、甜味剂、酸味剂、色素、香料香精、发色剂、漂白剂、抗结块剂；

③ 保持和提高食品质量的添加剂，有组织改进剂、面粉面团质量改良剂、膨松剂、乳化剂、增稠剂、被膜剂；

④ 改善和提高食品营养的添加剂，有维生素、氨基酸、无机盐；

⑤ 便于食品加工制造的添加剂，有消泡剂、净化剂；

⑥ 其他功能的添加剂，有胶姆糖基质材料、酸化剂、酶制剂、酿造用添加剂、防虫剂等。

我国《食品添加剂使用卫生标准》(GB 2760—1988)将食品添加剂按其主要功能分为防腐剂、抗氧化剂、发色剂、漂白剂、酸味剂、凝固剂、疏松剂、增稠剂、消泡剂、甜味剂、着色剂、乳化剂、品质改良剂、抗结剂、香料及其他共 16 类。而 1996 年则将食品添加剂分为 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《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)则将食品添加剂分为 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；㉑增稠剂；㉒其他。

1.2 食品添加剂的卫生标准与质量标准

食品添加剂是当今食品工业的重要组成部分，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。当前食品添加剂不仅进入了所有的食品领域，而且也是烹饪行业的配料，并进入了家庭的一日三餐。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，但不论食品添加剂的毒性大小，它对人体健康安全均有一个剂量与效应关系，即只有达到一定浓度或剂量水平，才会危害人体健康。因此，任何一种作为食品添加剂的物质，保证其使用安全性的关键是严格执行食品添加剂的卫生标准与质量标准，同时，还必须注意下列基本要求：

① 食品添加剂本身应该经过充分的毒理学鉴定，并在其使用范围内对人体无毒害作用，用于食品后不得分解产生有毒物质；

② 食品添加剂应该是食品生产、加工和储藏等过程中所必须加入的，不必要的物质不要加入，以免有损成品固有的质量和造成成本的提高；

③ 食品添加剂应有严格的质量标准，有害杂质不得被检出或不得超过允许限量；

④ 食品添加剂对食品营养不应有破坏作用，并且不得影响食品的质量及固有的风味；

⑤ 食品添加剂添加量应严格执行使用标准，严禁超量或超范围使用；

⑥ 出口食品应执行输入国或地区的法律、法规、卫生标准和质量标准。

食品添加剂的安全性主要受添加剂物质本身毒性大小、产品质量标准、使用范围与用量三个方面的制约。1955 年联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)设立了食品添加剂专家委员会(JECFA FAO/WHO)，负责对国际上使用的食品添加剂进行安全评价，颁布每一种

食品添加剂的人体每日允许摄入量(ADI)值及毒理资料(如半致死量 LD_{50})、产品质量标准、推荐使用范围及最大使用量。我国食品添加剂使用卫生标准,由食品添加剂标准化技术委员会评审,报卫生部批准后颁布。

食品添加剂的卫生标准是为提供安全食品添加剂所制定的一种国家标准。我国 GB—2760 内容包括允许使用的食品添加剂品种、使用目的(用途)、使用范围及最大使用量(或残留量),有的还有使用方法的说明。食品添加剂的使用卫生标准是根据食品添加剂使用的毒理学评价为依据制订的,我国“食品安全毒理学评价程序”(GB 15193.1)参照国际通用法则从动物毒性试验开始。动物毒性试验是食品添加剂研究与开发工作中的重要环节,任何一种新开发的食品添加剂都需要经过动物毒性试验(从动植物可食部分提取的添加剂可根据情况决定)。动物毒性试验一般包括:急性毒性试验、亚急性毒性试验、慢性毒性试验、遗传毒性以及特殊性试验(繁殖试验,致癌试验,致畸、致突变、致敏试验等)。

通常采用半致死量(LD_{50})来粗略地衡量试验样品急性毒性的高低。半致死量是指能使一群接受试验的动物中毒死亡一半所需的剂量,其单位是 mg/kg 体重,相同的受试动物、不同的给药途径,其值不同。对食品添加剂来说,主要采用经口服 LD_{50} ,其值越大,则毒性越低。

将动物试验结果依据个体和种属差异等采用适当的安全系数(通常为 100),推算得到人体每日允许摄入量(ADI)。人体每日允许摄入量来自动物的最大无作用量(maximum No-effect Level; MNL)。动物的最大无作用量又称最大无效量或最大耐受量,是指长期摄入该受试物质仍无任何中毒表现的每日最大摄入剂量,其单位以 mg/kg 体重表示。人体每日允许摄入量是指人类每日摄入某物质直至终生,而不会产生可检测到对人体健康产生危害的量,以每千克体重可摄入的毫克数表示,即 mg/kg 体重。

还有一点应强调的是,得到批准使用的某一食品添加剂,决非可以用于任何食品,它还受其使用范围的限制。

保证食品添加剂安全性的另一关键是生产厂家必须严格执行食品添加剂的质量标准,产品的有效成分必须符合标准要求,有害杂质不得超过允许限量。大多数食品添加剂是化学合成物质,同一种化学合成物质因用途不同,有不同的质量标准。如磷酸氢二钠有工业品质量标准、化学试剂质量标准、食品添加剂质量标准。用作食品添加剂的产品必须达到食品添加剂质量标准的要求,否则将会引起严重的安全事件。例如日本曾因使用不符合食品添加剂要求的工业磷酸氢二钠作为乳制品中的稳定剂,引起“奶粉中毒”事件,患者达 12131 人,死亡人数达 130 人。这一事件的原因是工业磷酸氢二钠中含砷量过高(高达 $30mg/kg$)。

1980 年来,我国在食品添加剂质量标准方面做了大量工作,到 1999 年底,已制订食品添加剂国家标准 48 个,食品添加剂行业标准 52 个(见《轻工标准与质量》2000(5):47)。对于尚未颁布标准的食品添加剂新产品,可参照国际(如 FAO/WHO)或发达国家的相关标准依据,制订企业标准,报上级主管部门批准后执行。

1.3 食品添加剂的发展趋势

食品添加剂工业随着化学工业特别是有机合成化学的发展,进入快速发展时期,2000 年,全球食品添加剂的市场销售额为 200 余亿美元,其中最大一类产品是调味剂,其次是酸味剂,脂肪代用品和营养强化剂是近 10 年来增长最快的产品。目前全球各类食品添加剂的

总消费量已接近 1000 万吨，其中淀粉及其衍生产品的用量最多，约占 50%。世界上常用的食品添加剂达 5000 种。美国是世界上食品添加剂工业最发达的国家。

美国食品添加剂消费量已超过 140 万吨(不含括淀粉及其衍生物、香精/香料和调味料)，其中：

增稠稳定剂	83 万吨	抗氧剂	0.8 万吨
高甜度甜味剂	1.25 万吨	防霉剂	5.5 万吨
代用糖	11.7 万吨	乳化剂	21 万吨
色素	0.53 万吨	酸味剂(主要是柠檬酸)	26~28 万吨
维生素	1.5 万吨		

西欧是全球第二大食品添加剂的消费地区，消费量已近 500 万吨，其中淀粉及其衍生物的数量高达 404 万吨。

由于饮食习惯的不同，世界各国的食品消费方式和结构有所不同，但今后推动食品添加剂工业发展的动因基本相同，主要体现在：

随着社会的进步和人类对生活质量以及食品品质的关注，必将进一步推动食品添加剂工业的发展。这是因为食品添加剂对于改善食品色香味，调整营养构成，提高食品的质量和档次，延长保质期发挥着重要作用。

人们对于健康和营养的认识和重视程度不断提高，将促进氨基酸、维生素和各种微量元素、大豆提取物、具有保健功能的添加剂(如壳聚糖，硫酸软骨素等)的消费量增长。人们要求食品的安全和健康的意识增强，将促进天然或半天然食品添加剂消费的增长，如抗氧剂异抗坏血酸、木糖醇以及其他糖醇产品的消费量不断增加。随着人们生活节奏的加快和生活水平的提高，对于方便卫生的成品及半成品食品的需求量会越来越大。方便食品的生产需要大量的各种各样的添加剂，以保证其营养、新鲜和美味等。

我国食品添加剂工业起步晚，但随着我国经济的发展和消费水平的提高，食品添加剂的生产也随之快速发展。2001 年全国食品添加剂工业的产值约 220 亿元，主要产品产量近 200 万吨，其中生物合成产品达 150 万吨,其次是天然提取物，化学合成产品的产量不到 10 万吨。某些产品的出口量占全球总贸易量的 90%以上，如糖精、柠檬酸及其盐的出口量已达到 28 万吨以上，食品添加剂成为我国精细化工的重要出口创汇行业。2000 年主要产品产量与出口量如下：

产 品 名 称	产量/万 t	出口量/万 t	产 品 名 称	产量/万 t	出口量/万 t
柠檬酸及其盐	> 40	28.3	木糖/木糖醇	1.0	0.9
糖精	2.2~2.4	1.88	香兰素	0.65~0.7	0.49
乳酸	1.9~2.2	0.628	黄原胶	0.5~0.6	少量
异抗坏血酸钠	0.4	0.35	味精	> 90	3.6
山梨酸	1.3	0.8~0.9	单甘酯	1.8~2.0	
甜蜜素	2.5~3.0	1.26			

近年，我国食品添加剂发展呈现出以下特点：产量迅速增长；产品质量逐年提高；产品成本下降，竞争力增强；研制开发能力增强；国际市场不断拓展。但整体质量不高，质量监控和有序的市场竞争机制有待进一步完善，研制开发水平有待提高，缺乏国际竞争力。

食品是人类生存和发展的物质基础，人类的生活水平和饮食方式在不断地提高和改进，食品工业将继续得到快速发展。我国食品工业产值预计将以每年 10%的速度递增，作为现

代食品加工工业的重要组成部分，食品添加剂具有较大的发展潜力。例如，全国肉类产量 6200 万吨，但加工成熟制品不到 300 万吨。全国小麦 1 亿吨，城镇加工的面粉约 2500 万吨，方便面产量只有 150 万吨，冷冻食品只有 470 多万吨。显然，有大量农产品并未加工或并未深加工进入家庭。城市家庭食物消费 90% 是生鲜食品，直接入口的食品还是少数。农产品要工业加工就少不了食品添加剂，即便是生鲜食品，在保鲜及延长货架期、稳定色泽、改善品质等方面，也需要大量食品添加剂。

世界食品消费的新潮流是风味多样化、家庭烹饪方便化、天然保健营养化。对于我国，减轻家务劳动、享用方便快捷的食品是年轻一代的追求。因而粮油、肉禽加工停留在初级加工阶段的状况将进一步改进，食品加工业占农牧业产值的比重将不断提高。食品添加剂的将在下列几个方面得到快速发展：

(1) 积极开发天然功能性食品添加剂

天然功能性食品添加剂已成为研究开发的重点。国家经贸委和农业部在联合发布的全国食品工业“十五”发展规划中指出，我国食品添加剂发展的方向是天然、营养、多功能且安全可靠。国家经贸委已把天然功能性食品添加剂列入“十五”新产品开发指南。目前我国生产的食品添加剂按生产方法分类有化学合成、生物合成(酶法和发酵法)、天然提取物三大类。从 2001 年的产品结构分析，生物合成的产品如谷氨酸钠、柠檬酸、维生素 C、酵母等达 150 万 t，居第一位；其次是天然提取物，包括天然色素、香料、甜味剂、水溶胶等；用石油化工原料纯化学合成的产品，如糖精、甜蜜素、合成色素等产量不到 10 万吨。谷氨酸、柠檬酸、乳酸等用发酵法生产的品种，由于其化学结构和天然提取的完全一样，能被人体吸收和代谢，有一定的营养性，国际上也称为视同天然物。天然提取物与合成产品相比更为安全，且有很多天然提取物具有生理活性和保健功能。

(2) 大力发展农副产品深加工所需的食品添加剂

一日三餐无非是主食、副食，还有调料、饮料等。一日三餐的食品工业正在快速发展，食品工业的结构正在迅速从根本上转变，食品添加剂的发展才能满足农副产品深加工的需要。

我国每年有 2500 万吨以上面粉在城镇消费。我国的小麦面筋质低、强力差，面筋增强剂是提高面食质量必不可少的添加剂。作为主食中的面食，如面条和馒头等，目前加工的规模普遍较小，生产过程基本没有使用必要的添加剂，夏天易于变质，口感也差。如按 50% 的面粉加工成可口的面条和面食品计，年加工量将达 1200 万吨。保鲜剂按 0.1% 计，需 1.2 万吨；增稠剂按 0.5% 计，需 6 万吨；磷酸盐水分保持剂按 0.3% 计，需 3.6 万吨；抗氧剂按 0.02% 计，需 0.24 万吨；面粉处理剂按 0.02% 计，需 0.6 万吨；面粉改良剂按 0.003% 计，需 0.036 万吨；合计共需食品添加剂 11.6 万吨。

我国肉类是全球第一大生产国。但肉类制品产值只有 350 亿元，仅占食品工业产值的 5% 左右。方便卫生的肉类制品具有较大的发展潜力，也为食品添加剂制造提供了商机。如果其中 1200 万吨加工成火腿或肉制品，也只是肉类总量的近 1/4，共需各类添加剂 10 万吨以上。

(3) 复合食品添加剂越来越受到人们的重视

近年来，复合食品添加剂越来越受到人们的重视，已经成为食品添加剂工业的发展方向 and 潮流。这是因为复合食品添加剂具有明显的协同、增效作用，同时便于使用。

“复合”大体可分两种情况，一是不同功能的添加剂“复合”在一起起到多功能、多用途的

作用；二是同功能的添加剂“复合”在一起发挥“协同、增效”的作用。这方面的实例很多，几乎各类食品添加剂都有协同增效的作用。如增味剂中，味精与肌苷酸和鸟苷酸复合以后其鲜度成倍增长，复合以后其鲜味不是“相加”，而是“相乘”。基于这一点，人们开发出了第二代味精，也叫复合味精、特鲜味精。

高倍甜味剂，以其成本低、甜度高、热量低等特点，深受食品、饮料企业和一部分消费者的欢迎。但也同时因其存在某些方面的缺陷而影响销售。如有的有苦涩味，有的有青草味等等。但往往把几种复合在起，却能起到改善不良风味的作用，同时也起到提高甜度的增效作用。

香精本质上就是一组“复合”食品添加剂，一种香精少则几十个单体，多则上百个单体，正是由于每个品种组分上的差异和成分多少的不同，才调配出形形色色的香味和香气。

(4) 发展和研制生物食品添加剂

目前，我国生物合成食品添加剂即由酶法或发酵法生产的食品添加剂的产量占食品添加剂的75%。采用现代生物技术生产食品添加剂，不仅可以大幅度地满足人们对安全性能高的食品添加剂的需求，而且可以获得新型的功能性的食品添加剂。目前氨基酸生产是应用生物技术最活跃的领域，同时，生物技术在核苷酸、新型甜味剂、食用色素、香料、维生素、保鲜剂等产品生产中的应用正在逐渐增多。

参 考 文 献

- 1 韩秋燕．食品添加剂发展初探．化工技术经济,2003,21(11):3
- 2 尤新．中国食品加工和食品添加剂工业发展现状及前景．中国食品添加剂,2000,(1):1
- 3 彭珊珊等．中国天然食品添加剂工业的现状与发展．韶关学院学报,2001,22(12):69
- 4 尤新．功能性食品添加剂进展．中国食品添加剂,2002(4):9
- 5 郝素娥,庞满坤等．食品添加剂制备与应用技术．北京:化学工业出版社,2003
- 6 尤新．国内外天然功能性食品添加剂开发动向．精细与专用化学品,2003(1):3
- 7 周家华,崔英德等．食品添加剂．北京:化学工业出版社,2001
- 8 李炎．食品添加剂制备工艺．广州:广东科技出版社,2001
- 9 齐庆中．国内外复合食品添加剂生产应用状况及发展趋势．中国食品添加剂,2001(5):1
- 10 凌关庭,王亦芸,唐述潮编．食品添加剂手册．北京:化学工业出版社,1989
- 11 陈自珍,沈介红．食品添加物(新增定三版),台北:台湾文源书局有限公司,1982
- 12 Thomas E. Furia. Handbook of Food Additives, 2nd edition, 1980
- 13 川城严等．新版食品添加物ハンドブック．光生馆,1978
- 14 周学良,林春绵,徐明仙．食品和饲料添加剂．杭州:浙江科学技术出版社,2000

第2章 酸度调节剂

2.1 概 述

酸度调节剂也称 pH 调节剂, 主要用于食品酸碱度的控制和调节。酸度调节剂包括酸味剂(酸化剂)、碱性剂和缓冲剂。

酸味剂是赋予食品酸味或调节食品 pH 值为主要目的的食品添加剂。酸味的刺激阈值用 pH 值来表示, 无机酸的酸味阈值在 3.4~3.5 左右, 有机酸的酸味阈值在 3.7~4.9 之间。大多数食品的 pH 值在 5~6.5 之间, 虽为酸性, 但并无酸味感觉, 若 pH 值在 3.0 以下, 则酸味感强, 难以适口。

酸味剂分子电离产生的阴离子中, 羟基、羧基、氨基的有无、多少以及所处的位置的不同将决定着其不同的风味。有的酸中带苦, 有的带涩, 有的带鲜等。酸味与甜味、咸味、苦味等味觉可以相互影响, 甜、酸味可以相互抵消, 而苦味会加强酸的酸味等。如柠檬酸、抗坏血酸和葡萄糖酸等的酸味带爽快感; 苹果酸的酸味带苦味; 乳酸和酒石酸的酸味伴有涩味; 乙酸的酸味带有刺激性臭味; 谷氨酸的酸味有鲜味等。

酸味剂是一类十分重要的食品添加剂, 除直接给人以味感外, 它还可以控制食品或加工体系的酸碱性, 如在干酪、凝胶、果冻、软糖、果酱等食物中, 必须控制合适的酸度, 才可以获得预期的形状和韧度。降低食物体系的 pH 值, 可抑制许多有害微生物的繁殖, 有利于食物的保存。酸味剂在食品调香中也得到广泛的应用, 它还可以用来修饰或平衡蔗糖及其他甜味剂的甜味。多数酸味剂具有螯合金属离子的作用, 这有利于食物的护色和油脂及富脂食品的抗氧化。它还可以增加焙烤食品的柔软度, 与碳酸氢钠复配可制成疏松剂, 用有机酸及其盐可配成食品酸变缓冲剂, 稳定 pH 值。

常用的酸味剂有柠檬酸、乳酸、乙酸、酒石酸、苹果酸、富马酸等。作为酸味剂使用的主要也是有机酸, 其中使用得最多的是柠檬酸, 常用于饮料、果酱、糖类、酒类和冰淇淋等食品的制作。但无机酸磷酸的使用量也有明显的上升趋势。

碱性剂主要用作 pH 值调节剂和配制缓冲剂, 还可用作面条改良剂, 也用于提高果蔬制品硬度和保持脆度。碱性剂主要有强碱(如氢氧化钠)和强碱弱酸的盐如碳酸钠、碳酸钾、柠檬酸钠、柠檬酸钾等。

缓冲剂又称 pH 缓冲剂, 是使食品在加工过程中或最终产品能保持较稳定的 pH 值的添加剂。通常由弱酸与弱酸强碱盐复配制成, 如乙酸和乙酸钠组成的缓冲剂。

我国目前已批准使用的酸度调节剂有: 柠檬酸、乳酸、酒石酸、苹果酸、偏酒石酸、磷酸、乙酸、盐酸、己二酸、富马酸、氢氧化钠、碳酸钾、碳酸钠、柠檬酸钠、柠檬酸钾、倍半碳酸钠、柠檬酸一钠共 17 种。与国外允许使用的酸度调节剂品种相比, 我国还有一定的差距, 主要表现在各种有机酸盐品种方面。但我国酸度调节剂发展的重点是应用开发, 即利用现有品种研制出具有不同风味特点的产品满足市场需求。