



GAODENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

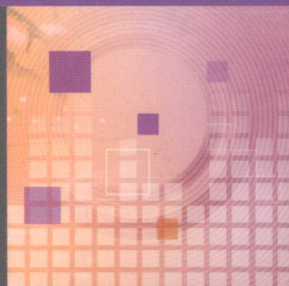
• 高等职业教育教材 •

[高职教材]

食品添加剂

(第二版)

彭珊珊 钟瑞敏 李 琳 主编



中国轻工业出版社

高等职业教育教材

食品添加剂

(第二版)

彭珊珊 钟瑞敏 李 琳 主编



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品添加剂/彭珊珊等主编. —2 版. —北京: 中国轻工业出版社, 2009. 1

高等职业教育教材

ISBN 978-7-5019-6508-3

I. 食… II. 彭… III. 食品添加剂-高等学校: 技术学校-教材 IV. TS202. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 094555 号

责任编辑: 李亦兵 张 靓 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王超男 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵 张 可

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

印 刷: 河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2009 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 18.25

字 数: 367 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6508-3/TS · 3796 定价: 36.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

80449J4X201ZBW

前 言

随着我国改革开放的深入、社会主义市场经济的发展、科学技术的进步、人民生活水平的提高和生活节奏的加快,人们对食品提出了越来越高和越来越新的要求。一方面要求食品营养丰富,色、香、味、形俱佳;另一方面还要求食用方便,清洁卫生,无毒无害,确保安全,此外,还要求适应快节奏生活和满足不同人群的消费需要。食品工业进入了迅速发展的新阶段,国内、国际食品添加剂生产、研究、应用随之也有了很大发展,食品添加剂是食品工业发展最活跃、最有创造力的因素。食品加工制造中使用食品添加剂不仅改善了食品品质,使之达到色、香、味、形和组织结构俱佳,还能增强食品营养成分,延长食品保质期,便于食品加工、改进生产工艺和提高生产率。所以,食品添加剂对食品工业的发展起着推动作用。

当前,食品添加剂已成为现代食品工业不可缺少的一部分。近年来,我国食品添加剂业有了很大的发展,生产的食品添加剂无论是在品种上,还是在产量上都有显著提高,正确地使用食品添加剂对提高食品质量、防止食品变质有一定的积极作用。但是,食品添加剂不是食品原有成分,而随同食品一起被人所摄食,如果使用不当,就有可能对人体造成危害。食品添加剂与人们的身体健康密切相关,为了保证人们身体健康,同时适应食品工业和日益广泛发展的国际贸易交往等需要,按照国家的规定,加强对食品添加剂的学习、了解,具有十分重要的意义。

本书主要包括我国《食品添加剂使用卫生标准》(GB 2760—2007)所列入的食品添加剂的主要部分和国内外已广泛使用的重要食品添加剂类别和常用品种,书中着重介绍了食品添加剂的性状、性能、作用机理、要求、注意事项及其应用。同时也适当介绍了国际上食品添加剂的发展动态和使用情况。通过本课程的学习,让学生理解和掌握食品添加剂对改善食品品质、改进生产工艺、提高生产率、延长食品保质期的重要作用,学会在食品加工中如何正确使用食品添加剂,培养学生发现、分析、解决问题的能力,以发展食品工业,开拓食品市场,培养创新实用的新型人才。

为了反映国内外食品添加剂发展的某些情况,同时也满足人们对食品添加剂有一个概括性了解,我们在教学的基础上,从偏重实用性出发,在原版《食品添加剂》的基础上删除了部分关于机理的分子结构的探讨等内容,增加了食品添加剂的应用、天然食品添加剂等内容,实验部分增加了选择性、综合性、设计性内容,并根据我国《食品添加剂使用卫生标准》(GB 2760—2007)修改、编

写了新版《食品添加剂》。

本书由彭珊珊、钟瑞敏、李琳主编,参加本书编写工作的还有单斌、刘国凌、于化泓和徐吉祥等。

本书可供有关院校师生作教材使用,也可供从事食品加工、食品卫生的科研人员、工人和管理人员阅读、参考。

本书在编写的过程中得到国内许多食品专家的热情帮助和大力支持,对本书提出许多宝贵意见,特在此表示衷心感谢。

不当之处请广大读者批评、指正。

编者

目 录

第一章 绪言	(1)
第一节 食品添加剂的定义、分类和作用	(1)
第二节 食品添加剂的毒理学评价	(4)
第三节 食品添加剂的使用标准及选用原则	(8)
第四节 食品添加剂的发展	(13)
第二章 防腐剂与杀菌剂	(19)
第一节 防腐剂抗菌作用的一般机理	(19)
第二节 合成类防腐剂	(22)
第三节 天然防腐剂	(34)
第四节 果蔬保鲜防腐剂	(46)
第五节 杀菌剂	(53)
第三章 抗氧化剂	(56)
第一节 抗氧化剂的作用机理	(57)
第二节 油溶性抗氧化剂	(59)
第三节 水溶性抗氧化剂	(65)
第四节 天然抗氧化剂	(67)
第五节 除氧剂	(75)
第四章 呈味剂	(79)
第一节 酸度调节剂	(79)
第二节 甜味剂	(83)
第三节 增味剂	(89)
第四节 咸味剂	(101)
第五节 苦味剂	(103)
第五章 着色剂	(105)
第一节 概述	(105)
第二节 合成着色剂	(110)
第三节 天然着色剂	(117)
第六章 护色剂与漂白剂	(128)
第一节 护色剂与护色助剂	(128)

第二节 漂白剂	(133)
第七章 香料和香精	(138)
第一节 概述	(138)
第二节 天然香料	(142)
第三节 合成香料	(145)
第四节 香精	(149)
第五节 增香剂	(155)
第八章 乳化剂	(158)
第一节 概述	(158)
第二节 常用食品乳化剂	(165)
第九章 增稠剂	(174)
第一节 概述	(174)
第二节 天然增稠剂	(175)
第三节 合成增稠剂	(187)
第十章 凝固剂与被膜剂	(190)
第一节 稳定剂和凝固剂	(190)
第二节 被膜剂	(194)
第十一章 酶制剂	(200)
第一节 概述	(200)
第二节 常用酶制剂	(206)
第十二章 营养强化剂	(216)
第一节 氨基酸类强化剂	(217)
第二节 无机盐类强化剂	(219)
第三节 维生素类强化剂	(225)
第十三章 品质改良剂	(231)
第一节 水分保持剂	(231)
第二节 面粉处理剂	(234)
第三节 膨松剂	(235)
第十四章 食品加工助剂	(239)
第一节 消泡剂	(239)
第二节 抗结剂	(241)
第三节 螯合剂	(243)
第四节 碱性剂和酸性剂	(244)
第五节 胶姆糖基础剂	(245)

第六节 溶剂	(246)
第七节 其他添加剂	(247)
第十五章 食品添加剂实验	(249)
第一节 食品添加剂实验的性质、作用和要求	(249)
第二节 实验室注意事项	(250)
第三节 实验内容	(251)
附录 中华人民共和国食品添加剂卫生管理办法 (1993 年 3 月 15 日卫生部发布)	(273)
参考文献	(276)

第一章 绪 言

第一节 食品添加剂的定义、分类和作用

随着我国改革开放的深入,科学技术的进步和国民经济的蓬勃发展,人民的物质、文化生活有了显著的提高,生活节奏也明显地加快,这就要求具有充足的、满足各层次人群需求的、多样化高品质的食品。为达到这一水平,必须具备充足的食物原料、品种齐全的食品添加剂和相应的食品加工技术,其中尤以食品添加剂最为重要,它对食品工业的发展起着决定性作用。

什么是食品添加剂?根据《中华人民共和国食品卫生法》第五十四条用语定义的规定:“食品添加剂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”。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,联合国粮食及农业组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)将食品添加剂定义如下:“有意识的一般少量加于食品,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”。

食品添加剂的种类很多,按照其来源的不同可以分为天然食品添加剂与化学合成食品添加剂两大类。天然食品添加剂是利用动植物或微生物的代谢产物等为原料,经提取所得的天然物质。化学合成食品添加剂是通过化学手段,使元素或化合物发生包括氧化、还原、缩合、聚合、成盐等合成反应所得到的物质。目前使用的大多属于化学合成食品添加剂。

按照食品添加剂用途的不同,也可以分成很多种类。我国《食品添加剂使用卫生标准》(GB 2760—2007)按功能将食品添加剂分为23大类。其中比较重要的有防腐剂、护色剂、着色剂、酸度调节剂、漂白剂、乳化剂、稳定剂和凝固剂、膨松剂、增稠剂、品质改良剂、抗氧化剂和食品用香料等。

众所周知,天然食品无论是其色、香、味还是质构和保藏性都不能满足消费者的需要,没有食品添加剂也就没有现代食品工业,食品添加剂是食品工业的灵魂。食品添加剂的发展大大地促进了食品工业的发展,其所以如此,是因为食品添加剂具有以下作用。

1. 增加食品的保藏性、防止腐败变质

据报道,各种生鲜食品在采收后由于不能及时加工或加工不当,损失为20%~30%。防腐剂和抗氧化剂可降低这种损失,增加食品的保存期,并可防止食物中毒。例如糖食中的果泥、果酱、蜜饯等,水分含量大、浓度低、易发酵、

霉变,因而在加工过程中必须要添加防腐剂来抑制微生物生长以防变质,延长食品的货架期。我国每年有 30 多万吨水果白白烂掉,约占全国水果总产量的 30%;我国出口的柑橘、荔枝、龙眼等,由于保鲜技术水平不高,运到口岸后常出现腐烂情况,造成严重的经济损失。如果有大量的水果、蔬菜保鲜剂,损失就会小得多。

使用食品添加剂不仅对于制备新型食品很有必要,而且对于人们的另一个消费时尚——新鲜食品也是至关重要的。食品添加剂为食品的深加工和蔬菜、水果、肉类、水产品的保藏服务;我国有 3 亿多吨蔬菜,现在推广净菜市场,但用塑料薄膜包装的净菜必须有一定的货架期,特别是要求开发叶菜类的无毒保鲜剂。水果现在出现卖果难,若能将一些不耐贮存的水果多存放一段时间,就能延长加工期,降低生产成本。老百姓买回家,能多放几天不致烂掉。为了保证食品在保质期内保持应有的质量和品质,必须使用防腐剂、抗氧化剂和保鲜剂,这有利于食品保藏和运输,延长食品的保质期。

2. 改善食品的感官性状

食品的色、香、味、形态和质地等是衡量食品质量的重要指标。食品加工后,有的退色,有的变色,风味和质地也可能有所改变,如果适当使用着色剂、香料以及乳化剂、增稠剂等,可改善食品的色、香、味,改善食品的感官质量,满足人们对食品风味和口感的需要。例如在平常吃的巧克力中广泛添加各种香料,就能使巧克力风味独特,口感舒适。方火腿放久了易收缩,加入增稠剂、鲜味剂会又香又嫩。

全国每年生产 7000 多万吨面粉,大约 1/3 加工成馒头,再包括其他如面条、饼类、包子等面食制品,一上货架就离不开添加剂。由于中国面筋力差,所以要加入改良面粉的强筋剂;为了使产品增大体积、改善口感、不宜老化、不宜破皮,应加入乳化稳定剂、发酵用活性干酵母、防腐剂,仅此几项,即使 1/3 的面粉用于工业加工,也需约 20 万 t 添加剂。

3. 改善和提高食品的品质、质量,增加食品的花色品种

各种食品根据加工工艺、品种和口味的不同,一般都要正确选用各类食品添加剂,尽管添加量不大,但不同的添加剂能获得不同的花色品种,促进食品生产企业不断开发出新的、档次多样的食品品种,还能极大地提高食品的商品附加值,增强经济效益。

例如,肉类加工成香肠,常用的添加剂有增鲜剂、乳化剂、防腐剂、抗氧化剂、护色剂、红曲红,还有填充改性剂明胶、植物蛋白、变性淀粉。我国每年加工 2000 多万吨肉制品,那么每年需要的添加剂至少 10 多万吨。我国的熟肉制品花色繁多,使用的食品添加剂品种更多,数量将更大。

又如,如果没有使用高分子食品添加剂,就不会有果冻、软糖之类的食品出现。

4. 有利于食品加工操作

适应生产的机械化、连续化和自动化,推动食品工业走向现代化。

食品加工过程中许多需要润滑、消泡、助滤、稳定和凝固等,如果不用食品添加剂就无法加工。为了适应现代食品生产机械化、连续化和自动化的需要,相应地需要使用一些食品添加剂。如在食品加工中使用澄清剂、助滤剂和消泡剂等有利于加工操作。例如用葡萄糖酸- δ -内酯作为豆腐的凝固剂,有利于豆腐的机械化、连续化生产。又如乳化剂以其特有的表面活性作用,广泛应用于方便面中,能使方便面面团中的水分均匀散发,提高面团的持水性和吸水力,有利于蒸煮时成熟。

随着我国食品工业的现代化,为提高劳动生产率,配合现代工业生产的食品添加剂将会大幅度增长。

5. 保持或提高食品的营养价值

食品质量的高低与其营养价值密切相关。防腐剂和抗氧化剂在防止食品腐败变质的同时,对保持食品的营养价值方面也有一定的作用。此外,向食品中加入适量的属于天然营养素范围的食品营养强化剂,可以调整食品的营养构成,提高食品的质量,大大提高食品的营养价值。这对于防止营养不良和营养缺乏,保持营养平衡,提高人们的健康水平具有重要的意义。

随着经济的不断发展,人民生活水平不断提高,人们对食品的追求有了新的要求,如营养食品、保健食品、功能食品、绿色食品等已成为消费市场的新热点,而食品添加剂对这些产品的品质起着至关重要的作用。

6. 满足其他特殊需要

我国有2500万糖尿病患者,1亿左右的高血压、高血脂患者,应该为他们提供一些优质的甜味剂。例如,糖尿病患者不能食用蔗糖,又要满足甜的需要,甜味剂即可满足糖尿病患者的特殊需要。最近国外推出的赤藓糖醇和异麦芽酮糖醇,它们的特点是除了具有一般糖醇的优点外,还具有能吸收、代谢少、不易导致腹泻的功能,可以放心食用。婴儿生长发育需要各种营养素,因而发展了添加矿物质、维生素的配方奶粉。某些加工食品在真空包装后,为防止水分蒸发需要吸湿剂等。如一些软糖在贮藏期间水分易损失,导致干缩、变硬等,添加一些增湿剂就可以延迟因水分损失产生的质变。

7. 提高经济效益和社会效益

食品添加剂的使用不仅增加食品的花色品种,提高了品质,而且在生产过程使用稳定剂和凝固剂等各种添加剂能降低原材料消耗,提高产品得率,从而降低了生产成本,可以产生明显的经济效益和社会效益。

随着社会的发展和进步,食品添加剂的作用进而发展到今天,有利于机体免疫,起到防病保健、益智防衰等重要作用。

当前食品添加剂已经进入到粮油、肉禽、果蔬加工各领域,包括了饮料、冷

食、调料、酿造、甜食、面食、乳品、营养保健品等各个食品工业部门,并且也是烹饪行业必备的配料,进入了家庭的一日三餐。事实已经证明,食品添加剂在食品生产加工中必不可少,应用非常广泛。随着食品添加剂新品种的不断开发,食品加工技术水平的不断提高和食品品种的更加丰富,食品添加剂的作用将会越来越大。

第二节 食品添加剂的毒理学评价

食品添加剂的安全使用是非常重要的。理想的食品添加剂最好是有益无害的物质。食品添加剂,特别是化学合成的食品添加剂大都有一定的毒性,所以使用时要严格控制用量。食品添加剂的毒性是指其对机体造成损害的能力。毒性除与物质本身的化学结构和理化性质有关外,还与其有效浓度、作用时间、接触途径和部位、物质的相互作用与机体的机能状态等条件有关。因此,不论食品添加剂的毒性强弱、剂量大小,对人体均有一个剂量与效应关系的问题,即物质只有达到一定浓度或剂量水平,才显现毒害作用。

为了安全使用食品添加剂,需对其进行毒理学评价。它是制订食品添加剂使用标准的重要依据。毒理学评价除做必要的分析检验外,通常通过动物毒性试验取得数据。

对食品添加剂进行动物毒性试验时,通常要做急性毒性试验、亚急性毒性试验和慢性毒性试验。在慢性毒性试验方面除做一般的慢性毒性试验外,还要进行特殊试验,如繁殖试验、致癌试验、致畸试验等。在多数情况下只做急性、亚急性和慢性等一般毒性试验,只当发生可疑情况时,才进行特殊试验。

1. 急性毒性试验

急性毒性试验是指一次性较大剂量投药(添加剂)后,通过对动物体产生的作用进行判断。通过急性毒性试验可了解受试物的毒性强度和性质,考查动物摄入该物质后在短时间内所呈现的毒性,从而判定对动物的致死量(LD)或半数致死量(LD₅₀)。半数致死量是通常用来粗略地衡量急性毒性高低的一个指标,是指能使一群试验动物中毒死亡一半的投药(添加剂)剂量,单位以mg/kg体重表示。同一种被试验食品添加剂对各种动物的LD₅₀并不相同,有时甚至差异很大。由于投药方式不同,其LD₅₀也不相同。受试物主要应采用经口方式,急性毒性试验多用灌胃。食品添加剂主要是使用经口LD₅₀。急性毒性试验观察期一般为1周,重点是观察24~48h内的反应症状,如有迟发性中毒效应者,则要延长观察期至2~4周。

通常按经口LD₅₀,将物质的急性毒性分为6级(见表1-1)。

表 1-1 经口 LD₅₀与毒性分级

毒性级别	LD ₅₀ / (mg/kg 体重) 大白鼠	毒性级别	LD ₅₀ / (mg/kg 体重) 大白鼠
极毒	<1	低毒	501 ~ 5000
剧毒	1 ~ 50	相对无毒	5001 ~ 15000
中等毒	51 ~ 500	无毒	> 15000

投药（添加剂）剂量大于 500mg/kg 体重，被试验动物无死亡，可认为该品急性毒性极低，即相对无毒，无需做致死量精确测定。

2. 亚急性毒性试验和亚慢性毒性试验

亚急性毒性试验是在急性毒性试验基础上进一步检验受试验物质（添加剂）的毒性对机体的重要器官或生理功能的影响，并估量发生影响的剂量，为慢性毒性试验作准备。亚急性毒性试验的内容与慢性毒性试验基本相同，仅试验期长短不同。亚急性毒性试验期一般为 3 个月左右（即在 2 ~ 6 个月之间）。由亚急性毒性试验还可以得出需要做哪些特殊试验的信息。

亚慢性毒性试验包括繁殖、致畸试验，目的是观察受试物以不同剂量水平较长期喂养对动物毒害作用性质和靶器官，并确定最大无作用剂量；了解受试物对动物繁殖及对子代的致畸作用；为慢性毒性和致癌试验的剂量选择提供依据；为评价受试物是否能应用于（或存在于）食品中提供依据。采取观察 90d 喂养试验，包括以下各项：

（1）临床检查 每日两次观察外表状态、行动、发病、死亡情况，每周称体重，计算进食量及食物利用率。

（2）血液学检查 定期检查血红蛋白、红细胞数、血细胞数、白细胞分类、血小板数、网状红细胞数等。

（3）生化学检查 检查血中葡萄糖、尿素氮、非蛋白氮、肌酸含量、血清中清蛋白/球蛋白、类脂质、血清酶活力及电解质含量等。

（4）脏器质量 肝和肾的绝对和相对质量为常规检查项目，必要时尚需称取其他脏器重。

（5）病理学检查 必须对所有动物进行大体尸检，检查是否有明显病变。

3. 慢性毒性试验

慢性毒性试验是考察少量受试验物质（添加剂）长期作用机体所呈现的毒性，以确定其最大无作用量和中毒阈剂量。慢性毒性试验在毒理研究中十分重要，对于确定受试物能否作为食品添加剂具有决定性意义。

慢性毒性试验原则上是以寿命较短的敏感动物的一生为一个试验阶段，通常是用大白鼠试验 2 年或用小白鼠试验 1.5 年。

最大无作用量（MNL），亦称最大耐受量、最大安全量或最大无效量，是机

体长期摄入受试物(添加剂)而无任何中毒表现的每日最大摄入剂量,单位为mg/kg体重。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。

中毒阈剂量是最低中毒量,即能引起机体某种最轻微中毒的最低剂量。

4. 蓄积毒性试验

慢性毒性反应的基础是蓄积作用,蓄积作用是指某些物质少量多次进入机体,使本来不会引起毒害的小剂量也发生作用的现象。蓄积性试验是测定受试物(添加剂)蓄积性大小的试验,可通过测定其蓄积率、蓄积系数或生物半衰期等方法确定蓄积性。

5. 特殊试验

在慢性毒性试验中发现有可疑的迹象,则需进行相关的特殊试验,如繁殖试验、致癌试验、致畸试验、致突变试验、致敏试验等。

(1) 繁殖试验 在一般慢性毒性试验中应结合进行繁殖生育功能的观察,如发现可疑的迹象,则可直接进行繁殖试验。繁殖试验是检查受试物质对动物繁殖生育能力的影响的试验。可通过测定动物的受孕率、活产率、出生存活率、哺育成活率等指标,观察动物生育能力、妊娠过程、产后情况、母体及子代发育状况等内容。

繁殖试验除开始交配的亲代外,一般需观察三代。

(2) 致畸试验 致畸试验是检查受试物能否使动物子代胎儿发生畸形的试验。有致畸作用的物质在胚胎发育期器官分化过程中影响了动物胚胎的正常发育而导致畸形。畸形胚胎称为畸胎,俗称怪胎。广义的畸形还包括不孕、胚胎发育迟缓和胚胎死亡等现象。但是一般来说这种致畸作用是无遗传性的。通过致畸试验可取得畸胎发生率等数据。

(3) 致突变试验 致突变试验是检查受试物有无致突变作用的试验。突变即突然变异,它本是生物进化中的一种自然现象。在突变作用中生物细胞的遗传物质可发生改变,此种发生改变的遗传物质在细胞分裂过程中被传送到后代细胞中,并使新的细胞具有新的遗传特性。突变可分为基因突变和染色体畸变。基因突变是染色体上一个或几个基因发生变化,染色体畸变是整个染色体的结构或数目发生变化。突变对下代生物可能是有益的,也可能是有害的。但在毒性试验中,某些物质引起动物或人体的细胞发生突变,不论其性质如何,一般均认为是该物质所表现的遗传毒性。

致突变试验是遗传毒理学试验的主要内容,它反映了近年来安全性评价的新进展。近年来众多的试验表明致突变物质往往具有致癌作用,而致癌物也往往具有致突变作用,两者的关系十分密切。

(4) 致癌试验 致癌试验是检查受试物及其代谢产物有无致癌或诱发肿瘤作用的试验。慢性毒性试验中进行病理学检查时,将有无肿瘤出现定为重要观察

内容之一, 致癌试验可与慢性毒性试验结合进行。但若受试物质的化学结构与已知致癌物近似或有可疑的致癌迹象, 而且摄入量极微, 往往不引起一般毒性表现, 则应单独进行致癌试验。

致癌试验的重点是观察肿瘤出现的情况, 主要包括肿瘤总发生率、各种主要肿瘤发生率和从开始摄入受试物到出现肿瘤的时间(潜伏期)等内容。致癌试验除观察试验动物本身外, 对其后代亦应注意, 因有些致癌物质可通过胎盘或乳汁转移给下一代。一般认为致癌试验亦应观察三代。

(5) 致敏试验 有些物质具有致敏性, 能引起敏感者的过敏反应。凡能引起严重的或广泛的过敏反应的物质是不能作为食品添加剂使用的。这在慢性毒性试验中亦应予以适当注意。

(6) 生化代谢试验 生化代谢试验是研究受试物在体内吸收、分布与排泄等生物转运过程和转变成代谢物的生物转化过程的试验。生化代谢试验包括受试物吸收的方式、速率和程度, 在组织器官内的贮留, 代谢转变情况, 排泄的方式、速率和程度等内容。及早获得受试物的分布和代谢资料是极为重要的。例如受试物在体内是否很快地转变成无毒代谢产物, 能否很快地排泄或在某些组织器官内蓄积等有关资料, 对确定其危害性极为重要。若试验表明某种食品添加剂在体内可转变为食品中大量天然存在的物质, 而且并不显著增加机体的代谢负荷者, 一般可以认为对人体是安全的, 通常其毒性试验就可适当简化。

按中华人民共和国《食品安全性毒理学评价程序》(GB 15193.1—2003)规定, 食品安全性毒理学评价分四个阶段, 即:

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)。

《食品安全性毒理学评价程序》(GB 15193.1—2003)还规定:

(1) 凡属我国创新的物质一般要求进行四个阶段的试验, 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(指经过安全性评价并允许使用者)的化学结构基本相同的衍生物或类似物, 则根据第一、二、三阶段毒性试验结果判断是否需要再进行第四阶段的毒性试验。

(3) 凡属已知的化学物质, 世界卫生组织公布每人每日允许摄入量(ADI)者, 同时申请单位又有资料证明我国产品的规格与国外产品一致, 则可先进行第一、二阶段毒性试验, 若试验结果与国外产品的结果一致, 一般不要求进行进一步的毒性试验, 否则应进行第三阶段毒性试验。

第三节 食品添加剂的使用标准及选用原则

人们食用的食品品种越来越多,追求的色、香、味、形、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。

一、食品添加剂的使用标准

食品添加剂使用标准是提供安全使用食品添加剂的定量指标,包括允许使用的食品添加剂的品种、使用目的(用途)、使用范围(对象食品)以及最大使用量(或残留量),有的还注明使用方法。最大使用量通常以 g/kg 为单位。

制订使用标准,要以食品添加剂使用情况的实际调查与毒理学评价为依据,对某一种或某一组食品添加剂来说,其制订标准的一般程序如下:

(1) 根据动物毒性试验确定最大无作用剂量或无作用剂量(MNL)。
(2) 将动物试验所得的数据用于人体时,由于存在个体和种系差异,故应定出一个合理的安全系数。一般安全系数的确定,可根据动物毒性试验的剂量缩小若干倍来确定。一般安全系数定为 100 倍。

(3) 从动物毒性试验的结果确定试验物人体每日允许摄入量。以体重为基础来表示的人体每日允许摄入量,即指每日能够从食物中摄取的量,此量根据现有已知的事实,即使终身持续摄取,也不会显示出危害性。每日允许摄入量以 mg/kg 体重为单位。

(4) 将每日允许摄入量(ADI)乘以平均体重即可求得每人每日允许摄入总量(A)。

(5) 有了该物质每日允许摄入总量(A)之后,还要根据人群的膳食调查,搞清膳食中含有该物质的各种食品的每日摄食量(C),然后即可分别算出其中每种食品含有该物质的最高允许量(D)。

(6) 根据该物质在食品中的最高允许量(D)制订出该种添加剂在每种食品中的最大使用量(E)。在某种情况下,二者可以吻合,但为了人体安全起见,原则上总是希望食品中的最大使用量标准低于最高允许量,具体要按照其毒性及使用等实际情况确定。

以苯甲酸为例进行计算:

(1) 最大无作用量(MNL)

由大鼠试验判定 $MNL = 500$ (mg/kg 体重)。

(2) 每日允许摄入量(ADI)

根据 MNL,对于人体的安全系数以 100 计,

$$ADI = MNL/100 = 500/100 = 5 \text{ (mg/kg 体重)}$$

(3) 每人每日允许摄入总量 (A)

以平均体重 55kg 的正常成人计算, 苯甲酸的每人每日允许摄入总量为:

$$5 \times 55 = 275 \text{ (mg)}$$

(4) 最大使用量 (E)

通过膳食调查食品的每日摄入量, 计算得到的每人每日苯甲酸允许摄入量如表 1-2 所示。

表 1-2

苯甲酸摄食量计算表

食品种类	食品的每人每日 摄入量/g	食品中的最大 使用量/(g/kg)	苯甲酸每人每日 摄入量/mg	苯甲酸每人每日 摄入总量/mg
酱油	50	1	50	220
醋	20	1	20	
汽水	250	0.2	50	
果汁	100	1	100	

二、食品添加剂的使用原则

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。

食品添加剂使用时应符合以下基本要求:

- ① 不应对人体产生任何健康危害;
- ② 不应掩盖食品腐败变质;
- ③ 不应掩盖食品本身或加工过程中的质量缺陷或以掺杂、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。

在下列情况下可使用食品添加剂:

- ① 保持或提高食品本身的营养价值;
- ② 作为某些特殊膳食用食品的必要配料或成分;
- ③ 提高食品的质量和稳定性, 改进其感官特性;
- ④ 便于食品的生产、加工、包装、运输或者贮藏。

三、食品添加剂的标准化和国际化

由于各国饮食习惯及各自理解的不同, 其有关食品添加剂的法规亦不相同。