

21st

食品系列教材

# 第 1 章

## 绪 论

### 本章学习目的与要求

熟悉食品添加剂在食品加工中的意义，掌握食品添加剂的分类、食品添加剂的选用原则，熟悉食品添加剂的安全使用，掌握食品添加剂的毒理学评价方法、每日允许摄入量（ADI）和最大使用量（E）的确定，熟悉食品添加剂的管理办法和食品营养强化的管理办法。

食品是人类赖以生存和发展的物质基础，而食品工业的发展对于改善人们的食物结构、方便人们生活、提高人民体质具有重要的意义。近年来，随着改革开放的深入发展，我国的食品工业得到了持续、快速、健康的发展，特别是近几年，食品工业平均总产值保持在 10% 以上的年增长速度。1996 年，在我国的各工业行业中，食品工业产值已跃居为第一位，总产值约 4 741 亿元，占国民总产值的 10%，比 1985 年、1990 年分别增加 404.4%、107.5%；1999 年总产值达 7 900 亿元 占工业总产值的 11%，利税占工业的 20%；2000 年全国食品工业国有及较具规模的非国有工业企业共完成工业总产值近 8 000 亿元，实现利税总额约 1 300 亿元 预计到 2020 年，我国的食品工业总产值将突破 3 万亿元。食品工业取得的这些成就与食品添加剂工业是分不开的。从某种意义上讲，食品添加剂在食品工业的发展中起了决定性的作用，没有食品添加剂，就没有现代食品工业，食品添加剂是现代食品工业的催化剂和基础，被誉为“现代食品工业的灵魂”。它已渗透到食品加工的各个领域，包括粮油加工、畜禽产品加工、水产品加工、果蔬保鲜与加工、酿造以及饮料、烟、酒、茶、糖果、糕点、冷冻食品、调味品等的加工，乃至在烹饪行业，家庭的一日三餐中，添加剂也是必不可少的。食品添加剂对于改善食品的色、香、味、形，调整食品营养结构，提高食品质量和档次，改善食品加工条件，延长食品的保存期，发挥着极其重要的作用。

近 20 年来，食品添加剂已成为一门新兴独立的生产工业，一方面它直接影响着食品工业的发展，故其价值远远大于其自身价值。另一方面，食品工业的发展又对食品添加剂提出了更高的要求，两者是相互促进的。

# 1 食品添加剂在食品加工中的意义

## 1.1 食品添加剂的基本定义

由于世界各国对食品添加剂的理解不同，因此其定义也不尽相同。

日本《食品卫生法》规定，食品添加剂是指“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、浸润及其他目的所使用的物质”。按此定义，食品营养强化剂也属于食品添加剂的范畴。另外，日本将食品添加剂分为

天然物和非天然物两大类，后者对质量指标、使用限量等均有严格规定，而前者则均以“按正常需要为限”，不作明确的各种限制性规定。

美国食品与药物管理局（FDA）1965 年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，能成为食品成分之一或影响食品特征的物质，统称为食品添加剂”。此定义不但包括有意添加于食品中以达到某种目的的食品添加剂，而且还包括在食品的生产、加工、储存和包装等过程中间接转入食品中的物质。如用于制造包装和容器的物质，只要它们能成为食品的成分之一，或能影响着在容器内包装的食品性质的，也属于食品添加剂范畴。又如，锅炉用水的添加剂，洗涤用的添加剂，控制制糖用榨、磨设备上的微生物的化学品等，也属于食品添加剂范畴。显然，食品营养强化剂也属于食品添加剂范畴。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四种、几种或至少一种效用：“维持和改善营养价值；保持新鲜度；有助于加工和制备；使食品更具吸引力。”

按联合国食品添加剂法典委员会（CCFA）的规定，食品添加剂的定义为：“有意识地加入食品中，以改善食品的外观、风味、组织结构和储藏性能的非营养物质。食品添加剂不以食用为目的，也不作为食品的主要原料，并不一定有营养价值，而是为了在食品的制作、加工、准备、处理、包装、储藏和运输时，因工艺技术方面（包括感官方面）的需要，直接或间接加入食品中以达到预期目的，其衍生物可成为食品的一部分，也可对食品的特性产生影响。食品添加剂不包括‘污染物质’，也不包括为保持或改进食品营养价值而加入的物质”。

根据我国食品卫生法（1995 年）的规定，食品添加剂是指“为改善食品品质和色、香、味以及为防腐或根据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范畴。食品卫生法明确规定：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品添加剂”。此外，为了使食品加工和原料处理能够顺利进行，还有可能应用某些辅助物质。这些物质本身与食品无关，如助滤、澄清、脱色、脱皮、提取溶剂和发酵用营养物等，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。对于这类物质特称为食品加工助剂，也属于食品添加剂的范畴。需说明的是，在我国，有些添加到食品中的物料不叫食品添加剂，如淀粉、蔗糖等，称之为配料。但一方面在我国食品标签法中，食品添加剂又列入标签配料项内，这与国际接轨是必要的，所以配料与食品添加剂在概念上似乎很难有严格的划分。为了便于学习和理解，根据国内目前的习

惯，笔者对配料的定义概括为：食品中的“配料”是指生产和使用不列入食品添加剂管理的，其相对用量较大，一般常用百分数表示的构成食品的添加物。但不管是配料还是食品添加剂都要服从食品卫生管理法及其他相关法规的管理。

另外，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。

## 1.2 食品添加剂在食品加工中的意义与作用

食品添加剂是加工食品的重要组成部分，它的使用使食品工业蓬勃发展，这主要是由于它可给食品工业带来许多好处。它在食品加工中的功能作用可归纳成以下几个方面。

### 1.2.1 有利于提高食品的质量

随着人们生活水平的提高，人们对食品的品质要求也就越高，不但要求食品新鲜可口，具有良好的色、香、味、形，而且要求食品具有较高的、合理的营养结构。这就要求在食品中添加合适的食品添加剂。食品添加剂对食品质量的影响主要体现在 3 个方面。

(1) 提高食品的储藏性，防止食品腐败变质 目前，绝大多数食品都来自动物、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，往往会发生腐败变质，如蔬菜容易霉烂，含油脂高的食品易发生油脂的氧化变质等。而一旦食品腐败变质，就失去了其应有的食用价值，有的甚至还会变得有毒，这样就会给农业和食品工业带来很大损失。而适当使用食品添加剂可防止食品的败坏，延长其保质期。如防腐剂可以防止由微生物引起的食品腐败变质，同时还可以防止由微生物污染引起的食物中毒现象；抗氧化剂可阻止或延缓食品的氧化变质，抑制油脂的自动氧化反应，抑制水果、蔬菜的酶促褐变与非酶褐变等。

(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，往往会发生变色、退色等现象，质地和风味也可能会有所改变。如果在食品加工过程中，适当使用着色剂、护色剂、漂白剂、食用香料以及乳化剂、增稠剂等添加剂，可显著提高食品的感官性状。如增稠剂可赋

予饮料所要求的稠度，乳化剂可防止面包硬化，着色剂可赋予食品诱人的色泽等。

(3) 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也有一定的作用。食品加工往往还可能造成一定的营养损失，如在粮食的精制过程中，会造成维生素  $B_1$  的大量损失。因此，在加工食品中适当地添加某些属于天然营养素范围的食品营养强化剂，可以大大提高食品的营养价值。

### 1.2.2 增加食品的品种和方便性

当今社会，人口众多，生活节奏加快，生活水平不断提高，这就大大促进了食品品种的开发和方便食品的发展。现在，有些超市已拥有多达 20 000 种以上的加工食品供消费者选择。这些众多的食品，尤其是方便食品的供应，给人们的生活和工作以极大的方便，而这些食品往往含有多种食品添加剂，如防腐剂、抗氧化剂、增稠剂、乳化剂、食用香料、着色剂等。

### 1.2.3 有利于食品加工

在食品的加工中使用食品添加剂，往往有利于食品的加工。如在面包的加工中膨松剂是必不可少的基料。在制糖工业中添加乳化剂，可缩短糖膏煮炼时间，消除泡沫，提高过饱和溶液的稳定性，使晶粒分散、均匀，降低糖膏黏度，提高热交换系数，稳定糖膏，进而提高糖果的产量与质量。若采用葡萄糖酸- $\delta$ -内酯作豆腐的凝固剂，则有利于豆腐生产的机械化和自动化。

### 1.2.4 有利于满足不同人群的特殊营养需要

社会上存在着不同的人群，除按年龄分为婴儿、儿童、青年、老年等外，尚有不同职业岗位、不同类常见病多发病人，因此，研究开发食品必须要考虑如何满足不同人群的需要，这就要借助于各种食品添加剂。例如，糖尿病人不能吃蔗糖，可用甜味剂如三氯蔗糖、天门冬酰苯丙氨酸甲酯、甜叶菊糖等来代替蔗糖用于加工食品。对于缺碘人群供给碘强化食盐，可防止因缺碘而引起的甲状腺肿大。二十二碳六烯酸 (DHA) 是组成脑细胞的重要营养物质，对儿童智力发育有重要作用，可在儿童食品如奶粉中添加，以促进儿童健康成长。

近年来，功能性食品添加剂的开发和研究受到世界各国的日益重视。国内外研究表明，大豆异黄酮、人参素、缀合的脂肪酸 (CLA)、肉豆蔻醚、槲皮苷、番茄红素等具有明显的防癌作用；核酸可防止皮肤出现皱纹和粗糙等衰老现象；光

合菌营养丰富，维生素、微量元素、氨基酸种类齐全，故可调节人体分泌功能，提高免疫力。这些功能性食品添加剂可添加到食品中，加工成保健食品，以满足不同人群的需要。

#### 1.2.5 有利于开发新的食品资源

目前，许多天然植物都已被重新评价，丰富的野生植物资源亟待开发利用。据统计，自然界中的可食性植物有 80 000 多种，仅我国的蔬菜品种就有 17 000 种，还有大量的动物、矿物和海产品，可食用的昆虫就有 500 多种。要对这些资源进行开发研究，就需要添加各种食品添加剂，以制成营养丰富、品种齐全的新型食品，满足人类发展的需要。

#### 1.2.6 有利于原料的综合利用

各类食品添加剂可使原来被认为只能丢弃的东西重新得到利用并开发出物美价廉的新型食品。例如，在生产豆腐的副产品豆渣中，加入适当的添加剂和其他助剂，就可加工生产出膨化食品。

总之，食品添加剂在食品工业中的重要地位，体现在 4 个方面：以色、香、味、形适应消费者的需要，从而体现加工食品的消费价值；随着消费者对营养、保健要求的不断提高，人们愿意以高价购买特殊营养、保健和强化食品；

有些保鲜方法（包括抗氧化、防止微生物生长）的研究进展，取得了比罐头、速冻食品更有效、更经济的加工手段；方便、快餐等食品高速增长，其色、香、味、形和质量等均与食品添加剂有关。

### 1.3 国内外生产和使用食品添加剂的现状

食品添加剂这一名词虽始于西方工业革命，但它的直接使用可追溯到 1 万年以前。中国在远古时代就有在食品中使用天然色素的记载如《神农本草》、《本草图经》中即有用栀子染色的记载；在周朝时即已开始使用肉桂增香；北魏时期的《食经》、《齐民要术》中有用盐卤、石膏凝固豆浆的记载。而日本食品添加剂协会最近的一篇资料却指出，人类使用食品添加剂知识的历史有 50 万年。人类从火的发明开始就使用食品添加剂，因为火不仅使兽肉、鸟肉、鱼肉松软可口，而且经过熏烤后能保存较长时间，这是因为熏烟中含有酸类和酚类物质，具有抗氧化防腐效果。直到今天某些酸类和酚类物质仍然是重要的食品添加剂。

尽管食品添加剂直接应用的历史很长，然而其相应法规建立的历史不长。世界上有关食品添加剂的法规只有 100 多年的历史，但它的建立却促使食品添加剂走上健康、快速的发展道路。

### 1.3.1 国外食品添加剂生产和应用现状

据统计，目前国际上使用的食品添加剂种类已达 14 000 余种，其中常用的有 5 000 余种，美国使用的约 3 200 种，欧洲有 1 500~2 000 种，日本约 1 100 种。1998 年，食品添加剂的世界贸易总额达 150 亿美元（其中香精及鲜味剂 50 亿美元、甜味剂 15 亿美元、增稠剂 13 亿~15 亿美元、乳化剂 7 亿~8 亿美元），美国、欧洲、日本是添加剂最大的市场，其销售额占世界总销售额的 80%，发展中国家仅占 20%（主要是中国、印度和墨西哥）。

归纳起来，全球食品添加剂近来的生产、应用和发展呈现以下 4 个显著的特点。

(1) 食品添加剂的品种日益增多，生产量和使用量稳定增长，应用范围越来越广。以主要食品添加剂为例，酸味剂品种有 20 种，年总产量约 100 万 t，年需求增长率 3%~5%；防腐剂品种 50 余种，年总消耗量 4.5 万~6 万 t，主要品种的年需求增长率达 4%~5%；乳化剂品种有 60 余种，年总销售额 7 亿~8 亿美元，总消耗量每年超过 35 万 t；增稠剂品种 50 多种，总销售额每年约 15 亿美元，年需求增长率 5%；甜味剂也是近期发展和销售量都很快的一类添加剂，世界年总销售额已达 15 亿美元；世界批准使用的食用香精香料已达 2 000 余种，年销售额增幅较大，1984 年总销售额为 46.5 亿美元，而到 1990 年达 78 亿美元，1995 年达 96 亿美元，1997 年已达到 105 亿美元。在应用方面，食品添加剂已成为食品不可缺少的基料之一，如在美国超市的 9 000 多种加工食品中，几乎都使用了食品添加剂。

(2) 采用高新技术提高食品添加剂的质量和水平。发达国家如美国、日本等很早就将超临界萃取技术、膜分离技术、微胶囊技术、分子蒸馏、吸附分离等高新技术用于食品添加剂的生产中，到现在已有 90% 左右的添加剂采用高新技术进行生产。如乳化剂中的最大品种单甘酯，主要是采用分子蒸馏进行加工生产的，含量高达 90% 以上。发展中国家也正逐步将高新技术引入添加剂的生产中。此外，人们对食品的卫生质量要求越来越高，而新的分析、测试手段的发展则可为此提供可靠的、强有力的保证。

(3) 食品添加剂的市场正在走向全球化和统一化。由于各国的资源状况、技术水平等不尽相同，因此在具体的食品添加剂品种的生产能力上也存在较大差

距。随着各国对添加剂需求量的增加，这必然促使各国进行贸易，互通有无。如美国对柠檬酸的年需求量达 20.6 万 t，而年生产能力仅为 15.3 万 t，因此有 1/4 必须依靠进口；而对于富马酸，美国年需求量约为 1.4 万 t，年生产量却达 2.3 万 t，有近 50% 出口。食品添加剂在各国之间的贸易，必然促使其管理也朝国际化方向进行。

(4) 食品添加剂的发展趋势朝天然、营养和功能化方向进行 在环境保护和回归大自然的影响下，特别是由于各国尤其是发达国家肥胖病、心脑血管病、糖尿病患者日益增加，国际特别崇尚天然、营养和功能性的食品，而作为现代食品基料之一的添加剂也必然朝这一趋势发展。例如在日本，有保健作用的天然抗氧化剂如绿茶萃取物、甘草萃取物、迷迭香萃取物的市场日益增长，约有 100 亿日元的年销售额，并以 5%~6% 的数量、2%~3% 的销售额增长；其功能性的糖醇类甜味剂年需求量则已达 18.9 万 t。

### 1.3.2 我国食品添加剂的生产和应用现状

我国的食品添加剂近 20 年来，尤其是近几年来发展很快。从食品添加剂的种类来说，20 世纪 70 年代批准使用的只有几十种，到 1981 年增加到 213 种，1986 年为 621 种，1991 年为 1 044 种，1996 年为 1 240 种，2000 年为 1 513 种，而到 2001 年 7 月份已达 1 543 种。从产量和产值来说，1991 年总产量 47.6 万 t，产值 52 亿元；1998 年总产量为 140 万 t，产值约 130 亿元；到 2000 年总产量达 180 万 t，产值 170 亿元，占食品工业总产值的 2.5%。从添加剂的规模来讲，上规模上档次的品种日益增多，据行业不完全统计，1991 年和 1999 年食品添加剂的主要品种产量对比如表 1-1 所示。2000 年食品添加剂比 1999 年也有明显的增长，除了因为糖精受政府和政策调控限制生产消费外，其他绝大多数产品，均有较大增长。

表 1-1 1991 年和 1999 年我国食品添加剂的主要品种产量对比

添加剂名称	年 份		添加剂名称	年 份	
	1991	1999		1991	1999
着色剂	3 196	25 000	单甘酯	1 630	20 000
天然品	2 200	20 000	分子蒸馏成分	—	10 000
食用香精香料	13 910	30 000	维生素 C	8 000	30 000
苯甲酸钠	4 000	50 000	维生素 E	400	7 000
山梨酸钾	1 000	8 000	矿物质强化剂	800	12 000

续表

添加剂名称	年 份		添加剂名称	年 份	
	1991	1999		1991	1999
异抗坏血酸钠	420	4 000	牛磺酸	100	4 000
木糖及木糖醇	2 730	12 000	黄原胶	90	3 000
山梨糖醇	20 000	150 000	羧甲基纤维素钠	4 000	6 800
甜菊糖	400	1 200	品质改良剂	6 500	34 600
甜蜜素	3 000	25 000	味精	25 000	650 000
安赛蜜	—	1 500	柠檬酸	65 000	270 000
糖精	13 400	15 000 (限产)	酶制剂	100 000	250 000
蔗糖酯	200	3 000	酵母	13 000	30 000
合 计	总产量: 1991年47.6万t, 1999年164万t 产 值: 1991年52亿元, 1999年217亿元				

从我国食品添加剂的出口量和出口额来看, 若以食品添加剂近3年最常出口的14种产品为统计对象, 1998年出口额为4.97亿美元, 1999年为5.88亿美元, 比1998年增长18.4%, 2000年则超过6.5亿美元, 分别比1998年和1999年增长30.8%和10.5%。表1-2列出了我国主要出口产品1998年与1999年的对比。

表 1-2 我国食品添加剂行业主要出口产品 1998年与 1999年对照表

添加剂类型	1998年		1999年	
	数量/t	金额/万美元	数量/t	金额/万美元
柠檬酸	130 000	11 706	183 312	15 943
柠檬酸盐	20 825	1 821.6	26 740	2 289
乳酸及其盐	3 945	392.6	4 249	529.6
酒石酸	1 207	283	2 350	341.8
葡糖糖酸及其盐	2 302	1 388.6	2 394	1 301.3
味精	10 735	1 520	13 432	1 738
活酵母	3 995	675.5	4 874	868.7
甘露醇	520	130.9	697	116.6
苯甲酸及其钠盐	12 034	1 574	14 098.4	1 585
糖精	10 841	2 915	14 914.6	3 630.7

续表

添加剂类型	1998 年		1999 年	
	数量/t	金额/万美元	数量/t	金额/万美元
天然香料	9 304	5 988.9	11 192	6 744
维生素 C	23 247	12 206.7	28 793	14 625.6
维生素 E	3 732	8 519	6 471	8 578
甜蜜素	4 165	566	4 384	553
合计	236 852	49 687.8	317 905	58 844.3

在国际影响上, 虽然现在我国食品添加剂总产值只占国际贸易的 15% 左右, 但在某些品种方面, 已在国际上占有重要的地位和影响。如柠檬酸, 全世界年消费量约 60 万 t (其中 75% ~ 80% 应用于食品工业) 而 1999 年我国年产已达 27 万 t, 出口 20 万 t (2000 年出口达 22.5 万 t), 产量和欧美相当, 但出口量居世界第一; 木糖、木糖醇的世界年消费量为 2 万多吨, 而我国年产 1 万多吨 (能力有 3 万 t), 出口 1 万多吨, 是世界第一生产和出口大国, 占世界贸易量 50% 以上; 全世界每年糖精消耗量相当于 1 100 万 t 糖的甜度 (糖精甜度为蔗糖的 300 ~ 500 倍) 占各种高倍甜味剂消费量的 60%, 而我国 1999 年糖精产量为 3 万 t, 出口 1.6 万 t, 占世界贸易量的 50% 以上; 乙基麦芽酚的国际贸易量每年为 1 500 t, 我国年生产能力高达 2 000 多吨, 1999 年骨干厂的生产量为 1 500 t, 出口 1 200 t, 占国际贸易量的 80%。

总之, 我国的食品添加剂近几年在生产应用技术水平、产品质量、成本、品种等方面取得了巨大的进步, 但和国外发达国家相比, 仍存在较大差距, 与我国国力及我国达到小康的程度相比仍有差距, 而且存在的问题也较多。主要表现在: 产品品种少, 配套性差。世界上批准使用的常用食品添加剂有 5 000 余种, 而我国仅有 1 500 多种; 食品工业需求量较大的乳化剂世界允许使用的品种有 60 多种, 年产量 25 万 t, 美国有 58 种, 年产量 15 万 t, 而我国只有 30 种, 年产量只有 2 万多吨, 常用的只有甘油脂肪酸酯、蔗糖酯等 5 个品种; 在高倍甜味剂方面, 甜度在 1 000 倍以上的品种较少, 2 000 倍的阿力甜没有生产; 生鲜肉禽类食品的防腐、抗氧化剂也尚未有生产, 目前我国主要采用冷藏, 但却极易氧化变色; 在持水剂方面, 世界批准使用的磷酸盐有 30 多个品种, 年消耗量超过 50 万 t (以  $P_2O_5$  计) 而我国只有 10 多个品种, 年产量只有 1 万 t 左右。生产规模小, 工艺技术落后, 成本高。如木糖、木糖醇, 虽然我国是生产和出口世界第一, 但厂家有 50 多家, 每家年平均生产能力只有 300 ~ 500 t, 而俄罗斯虽然生产

厂家不多，但每个企业的年生产能力达 3 000 多吨；又如，我国有柠檬酸生产厂家 30 余家，只有安徽丰原集团年产量达 12 万 t，其余均为中小型企业，无法形成规模效益；使用量较大的增稠剂 CMC（羧甲基纤维素）年生产能力仅 5 万 t，40 家企业的平均生产能力每年只有 1 200 t 远未达到经济规模。国外超临界萃取技术、膜分离技术、微胶囊技术、分子蒸馏、吸附分离等高新技术早就应用于生产中，而我国只有少数厂采用。产品质量不稳定，针对性不强。如香兰素香味不典型，香气不足；乳化剂蔗糖酯的 HLB 值低；集防腐乳化多功能于一体的蔗糖多酯开发缓慢。应用技术和制剂化水平有待提高。我国制剂化和复配化刚开始起步，成效不明显，应大力开发和研究。

针对我国食品添加剂发展所存在的问题并根据今后食品工业的发展方针，今后添加剂的发展方向应注意以下 8 个方面：① 要提高产品的高新技术含量，以提高纯度、减少杂质含量；② 品种较多的产品和基础原料要实行规模化生产，以提高产品在国际市场上的竞争能力；③ 品种开发要向质量高、用量少、效果好、多品种方向发展；④ 应提高产品的应用技术和制剂化水平；⑤ 大力开发进入一日三餐的方便营养食品的添加剂；⑥ 发展满足不同人群需要的特殊营养食品的添加剂；⑦ 加大力度研究开发具有保健作用的功能性食品添加剂；⑧ 充分利用资源，大力开发新的食品添加剂。

## 2 食品添加剂的分类与选用原则

### 2.1 食品添加剂的分类

食品添加剂有多种分类方法，如可按其来源、功能、安全性评价的不同等来分类。

按来源分，食品添加剂可分为天然食品添加剂和化学合成食品添加剂两类。前者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。后者是指利用各种化学反应如氧化、还原、缩合、聚合、成盐等得到的物质，其中又可分为一般化学合成品与人工合成天然等同物，如我国使用的  $\beta$ -胡萝卜素、叶绿素铜钠就是通过化学方法得到的天然等同色素。

按功能分，由于各国对食品添加剂的定义不同，因而分类也有所不同。

美国在《食品、药品与化妆品法》（*Food, Drug and Cosmetic Act*）中，将食品添加剂分成以下 32 类：①抗结剂和自由流动剂；②抗微生物剂；③抗氧化剂；④着色剂和护色剂；⑤腌制和酸渍剂；⑥面团增强剂；⑦干燥剂；⑧乳化剂和乳化盐；⑨酶类；⑩固化剂；⑪风味增强剂；⑫香味料及其辅料；⑬小麦粉处理剂；⑭成型助剂；⑮熏蒸剂；⑯保湿剂；⑰膨松剂；⑱润滑和脱模剂；⑲非营养甜味剂；⑳营养增补剂；㉑营养性甜味剂；㉒氧化剂和还原剂；㉓pH 值调节剂；㉔加工助剂；㉕气雾推进剂、充气剂和气体；㉖螯合剂；㉗溶剂和助溶剂；㉘稳定剂和增稠剂；㉙表面活性剂；㉚表面光亮剂；㉛增效剂；㉜组织改进剂。而在另一个法规《食品用化学品法典（1981Ⅲ）》中又将食品添加剂分为 45 类。

日本在《食品卫生法规》（1985 年）中，将食品添加剂分为 30 类，依次为：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；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。

联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）至今尚未正式对食品添加剂分类做出明确的规定。在 1983 年的《食品添加剂》一书中，共分为 20 类，基本上均按用途分类，但其中乳化盐类（包括 20 种磷酸盐）、改性淀粉和磷酸盐类，则以产品分类，致使乳化盐类与磷酸盐类在品种上基本是重复的。在《FAO/WHO 食品添加剂分类系统》（1984 年）一书中，按用途分为 95 类，较突出的有螯合剂（33 种）溶剂（又分载体溶剂 21 种和萃取溶剂 25 种）和缓冲剂（46 种）这种分类过细，一方面使不少类别中仅 1~2 个品种，另一方面又有某些类别中重复出现某一品种的情况。1994 年，FAO/WHO 又将食品添加剂分为 40 类。

欧洲经济共同体（欧共体 EEC）对食品添加剂的分类较为简单，共分为 9 类，将许多属加工助剂性质的添加剂均列为第九类辅类中。这种分类法使按用途选择添加剂时有些困难。

我国在《食品添加剂使用卫生标准》（GB2760—96）中将食品添加剂分为 23 类，分别为：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淀粉糖基础剂；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；㉒香料；㉓加工助剂。每类添加剂中所包含的种类不同，少则几种（如抗结剂 5 种），多则达千种（如食用香料 1 027 种），总数达 1 500 多种。这一分类法较《食品添加剂使用卫生标准》（GB2760—86）中的分类法更易于归纳食品添加剂，如它将酸味剂、碱性剂和盐类等归为一类，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；将疏松剂和发色剂分别改名为膨松剂和护色剂，因而更合理。

另外，我国的《食品添加剂分类和代码》〔（GB12493—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，《食品添加剂使用卫生标准》（GB2760—96）的前 21 类即是根据此分类和代码来分的。但由于香料品种太多，该分类和代码明确规定不包括食用香精和香料在内。香料的分类与编码另有《食品香料分类与编码》（GB/T14156—93）。此外，在生产中，作为行业管理，还要考虑其规模和批量，有一定产量，并在食品行业中有一定地位才会列入管理的日程。从这个角度考虑，我国食品添加剂又分为 7 大类，即食用色素、食用香精、甜味剂、营养强化剂、防腐-抗氧-保鲜剂、增稠-乳化-品质改良剂、发酵制品（包括味精、柠檬酸、酶制剂、酵母、淀粉糖 5 大类）。

我国台湾省的食品添加剂按功能作用分为 17 类，共计 515 种，这 17 类为：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、粘接剂、加工助剂、溶剂、乳化剂及其他。

此外，食品添加剂还可按安全性评价来划分。CCFA 曾在 JECFA（FAO/WHO 联合食品添加剂专家委员会）讨论的基础上将其分为 A、B、C 3 类，每类再细分为 2 类。

A 类——JECFA 已制定人体每日允许摄入量（ADI）和暂定 ADI 者，其中：

A1 类：经 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；

A2 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：——JECFA 曾进行过安全性评价，但未建立 ADI 值，或者未进行过安全性评价者，其中：

B1 类：JECFA 曾进行过评价，因毒理学资料不足未制定 ADI 者；

B2 类：JECFA 未进行过评价者。

C 类——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，其中：

C1 类：JECFA 根据毒理学资料认为在食品中使用不安全者；

**C2类：**JECFA 认为应严格限制在某些食品中作特殊应用者。

由于食品添加剂的安全性随着毒理学及分析技术等的发展有可能发生变化，因此其所在的安全性评价类别也可能发生变化。例如糖精，原曾属 A1 类，后因报告可使大鼠致癌，经 JECFA 评价，暂定 ADI 为每千克体质量 0~2.5 mg，而归为 A2 类。直到 1993 年再次对其进行评价时，认为对人类无生理危害，制定 ADI 为每千克体质量 0~5 mg，又转为 A1 类。因此，关于食品添加剂安全性评价分类的情况，应随时注意新的变化。

在食品添加剂的各种分类方法中，按功能、用途的分类方法最具有实用价值，因为分类的主要目的是便于按食品加工的要求快速地查找出所需要的添加剂。但此分类方法既不宜将添加剂分得过细，也不宜分得太粗。过细，会使同一物质在不同类别中重复出现的几率过高，给食品添加剂带来一些混乱；太粗，对食品添加剂的选用也存在较大困难。因此，应以主要用途适当分类为宜。

## 2.2 食品添加剂的选用原则

随着食品工业的发展，人们食用的食品品种越来越多，追求的色、香、味、形、营养等质量越来越高，随食品进入人体的添加剂数量和种类也越来越多。在日常生活中，普通人每天常摄入几十种食品添加剂（表 1-3）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该是对人体有益无害的，但目前大多数食品添加剂是通过化学合成或溶剂萃取得到的，往往有一定的毒性，所以在选用时要非常小心。

表 1-3 各种食品中使用的食品添加剂

食品	添加剂类型	添加剂品种
主	品质改良剂	过氧化苯甲酰、过硫酸铵、溴酸钾、酶制剂、半胱氨酸、羧甲基纤维素钠
	乳化剂	硬脂酰乳酸钙、甘油脂肪酸酯、蔗糖脂肪酸酯、山梨糖醇酐脂肪酸酯
	抗氧化剂	二丁基羟基甲苯（BHT）、丁基羟基茴香醚（BHA）
	膨松剂	碳酸氢钠、碳酸氢铵
	着色剂	合成、天然着色剂
食	香料	茴香
	防腐剂	丙酸钙、丙酸钠
	营养强化剂	维生素 A、维生素 B <sub>1</sub> 、维生素 B <sub>2</sub>

续表

食品	添加剂类型	添加剂品种
豆腐	凝固剂	氯化钙、氯化镁、硫酸钙、葡萄糖酸- $\delta$ -内酯
	品质改良剂	聚磷酸钠、甘油脂肪酸酯、蔗糖脂肪酸酯
	消泡剂	硅酮树脂
火腿香肠	发色剂	亚硝酸钠、硝酸钠
	发色助剂	烟酸酰胺、抗坏血酸钠、赤藻糖酸钠
	增味剂	L-谷氨酸钠、5'-肌苷酸钠、5'-鸟苷酸钠、琥珀酸钠
	防腐剂	山梨酸及其盐类
酱油	营养强化剂	维生素 A、维生素 B <sub>1</sub> 、维生素 B <sub>2</sub>
	调味剂	氨基酸类、酵母抽提物
方便面	防腐剂	对羟基苯甲酸酯、苯甲酸及其盐类
	抗氧化剂	BHA、BHT
冰淇淋	营养强化剂	无机盐
	糊料	酪蛋白酸钠、聚丙烯酸钠
	乳化剂	甘油脂肪酸酯、蔗糖脂肪酸酯、山梨糖醇酐脂肪酸酯
冰激凌	稳定剂	明胶、海藻酸钠、羧甲基纤维素钠
	香料	合成香料、天然香料、植物浸膏
	着色剂	$\beta$ -胡萝卜素
	甜味剂	糖醇类、罗汉果甜味剂

具体讲，在选用食品添加剂时，要注意以下几点：

各种食品添加剂都必须经过一定的安全性毒理学评价。生产、经营和使用食品添加剂应符合卫生部颁发的《食品添加剂使用卫生标准》和《食品添加剂卫生管理办法》，以及国家标准局颁发的《食品添加剂质量规格标准》。此外，对于食品营养强化剂应遵照我国卫生部颁发的《食品营养强化剂使用卫生标准》和《食品营养强化剂卫生管理办法》执行。

鉴于有些食品添加剂具有一定毒性，应尽可能不用或少用，必须使用时应严格控制使用范围及使用量。

食品添加剂应有助于食品的生产、加工和储存等过程，具有保持营养成分、防止腐败变质、改善感官性状和提高产品质量等作用，而不应破坏食品的营养素，也不得影响食品的质量和风味。

食品添加剂不能用来掩盖食品腐败变质等缺陷，也不能用来对食品进行伪造、掺假等违法活动。

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，用后能被分析鉴定出来。

⑥选用食品添加剂时还要考虑价格低廉，使用方便、安全、易于储存、运输和处理等因素。

## 3 食品添加剂的安全使用

食品添加剂最重要的是安全和有效，其中安全性最为重要。要保证食品添加剂使用安全，必须对其进行卫生评价，这是根据国家标准、卫生要求，以及食品添加剂的生产工艺、理化性质、质量标准、使用效果、范围、加入量、毒理学评价及检验方法等做出的综合性的安全评价，其中最重要的是毒理学评价。通过毒理学评价确定食品添加剂在食品中无害的最大限量，并对有害的物质提出禁用或放弃的理由，以确保食品添加剂使用的安全性。

### 3.1 食品添加剂的危害性

食品添加剂除具有有益作用外，也可能有一定的危害性，特别是有些品种尚有一定的毒性。所谓毒性是指某种物质对机体造成损害的能力。毒性除与物质本身的化学结构与理化性质有关外，还与其有效浓度或剂量、作用时间及次数、接触途径与部位、物质的相互作用与机体的机能状态等条件有关。一般地说，毒性较高的物质，用较小剂量即可造成毒害；毒性较低的物质，必须较大剂量才能表现作用。因此不论其毒性强弱或剂量大小，对机体都有一个剂量—效应关系的问题，即只有达到一定浓度和剂量水平，才能显示其毒害作用。所以，所谓毒性是相对而言的，只要在一定的条件下使用时不呈现毒性，即可相对地认为对机体是无害的。

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都有充分的毒理学评价，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，一般来说其使用的安全性是有保证的。

此外，目前国际上认为因食品危害人体健康最大的问题首先是由微生物污染引起的食物中毒，其次是食物营养问题如营养缺乏、营养过剩所带来的问题，第三是环境污染，第四是食品中天然毒物的误食，最后才是食品添加剂。由此可见，因食品添加剂产生的问题相对较少。

在实际操作上，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被作为肉类制品的护色剂和发色剂，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。但尽管这样，亚硝酸盐在大多数国家仍批准使用，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。

## 3.2 食品添加剂的毒理学评价方法

为了安全使用食品添加剂，需对其进行毒理学评价。通过毒理学评价确定食品添加剂在食品中无害的最大限量，并对有害的物质提出禁用或放弃的理由，它是制订食品添加剂使用标准的重要依据。

毒理学评价需要进行一定的毒理学试验，毒理学试验通常分为 4 个阶段：①急性毒性试验。遗传毒性试验、传统致畸试验和短期喂养试验。亚慢性毒性试验——90 d 喂养试验、繁殖试验、代谢试验。慢性毒性试验（包括致癌试验）。

### 3.2.1 毒理学评价试验的目的与结果判定

#### (1) 毒理学试验的目的

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。