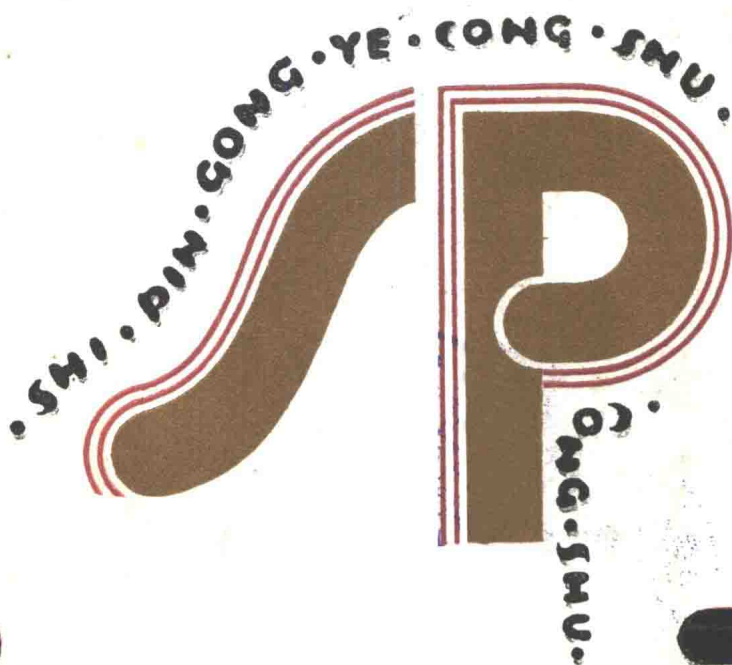


食品工业丛书



食品添加剂

樊开明 郑远旗 李建吾 编著

四川科学技术出版社

食 品 添 加 剂

樊开明 郑远旗 李建吾 编著

四川科学技术出版社

1987年·成都

责任编辑：洪荣泽

封面设计：李勤

版面设计：杨璐璐

食品添加剂

樊开明 郑远旗 李健吾 编著

出版：四川科学技术出版社

印刷：四川新华印刷厂

发行：四川省新华书店

开本：787×1092毫米

印张：6

字数：197千

印数：1—5,720

版次：1987年6月第一版

印次：1987年6月第一次印刷

书号：15298·234

定价：2.25元

目 录

第一章 结论	1
第一节 食品添加剂的概念	2
第二节 食品添加剂的种类	3
第三节 食品添加剂的使用	5
第四节 生产及使用的管理	16
第二章 酸、碱、盐	22
第一节 酸类	24
第二节 碱	30
第三节 盐	32
第四节 代盐品	39
第三章 质构及形态改良剂	42
第一节 防结饼剂及分散剂	42
第二节 乳化剂	47
第三节 增稠剂及稳定剂	57
第四节 粘结剂、增塑剂及固化剂	75
第五节 澄清剂及涂膜剂	79
第四章 食用色素	84
第一节 类胡萝卜素	86
第二节 卟啉色素	94
第三节 花青素	98
第四节 黄酮色素	102
第五节 红曲色素	104
第六节 蒽醌类色素	107

第七节	甜菜色素.....	110
第八节	姜黄色素.....	111
第五章	食用香料.....	113
第一节	含醛类的香料.....	119
第二节	含醇类酯类的香料.....	126
第三节	含酚类酮类的香料.....	132
第四节	其它天然香料.....	137
第六章	低热甜味剂及助鲜剂.....	141
第一节	低热甜味剂.....	143
第二节	助鲜剂.....	157
第七章	营养强化剂.....	165
第一节	氨基酸类.....	165
第二节	维生素类.....	182
第三节	其它营养强化剂.....	195
第八章	保护剂.....	199
第一节	抗氧化剂.....	200
第二节	防腐剂.....	208
第三节	颜色保护剂.....	215
第九章	食品加工用的酶制剂.....	218
第一节	动物原料的酶制剂.....	220
第二节	植物原料的酶制剂.....	226
第三节	微生物酶制剂.....	231
第四节	固定化酶.....	239
第五节	风味酶.....	241
第六节	酶活化剂.....	242
第十章	控制食品添加剂质量的分析方法.....	245
第一节	溶液.....	245

第二节	理化测定方法·····	260
第三节	常规测定方法·····	264

—— 第一章 绪 论 ——

人类食品的构成，总是与社会的发展及个人所处的经济地位相适应的。解放前，我国广大劳动人民处于饥寒交迫的情况下，梦寐以求的食品，只要能填饱肚子已心满意足了，那里谈得上什么营养、美味。解放后，经过近30年的努力，人民的温饱已基本解决。特别是十一届三中全会以后，随着农村经济体制改革，农业年年丰收，曾经作为主粮的红苕、玉米、有的地区甚至面粉，也逐步少有人吃，这些粮食“过剩”的趋势日渐明朗。肥膘猪肉现在已渐滞销。牛奶、鸡蛋、瘦肉、鸡、鱼、鸭及各种水果等富于营养的食品消费量，逐年迅速增加。温饱有余。低度酒及各种饮料的消费趋势有增无已。随着经济体制改革的深入，我国人民食品的结构，也将朝着节约家庭制作时间的“方便食品”，特殊膳食需要的“专用食品”（例如不同生长发育期的儿童食品，老年人食品，各种病人食品等），以及更富营养的“传统食品”方向发展。

食品发展的趋势，必然使消费者在卫生及经济上更加受到应有的保护。这就要求供应的食品营养合理，味美可口，风味独特，清洁卫生，安全无害，经济实惠。

食品的安全性，近20年来引起了人们极大的注意，这主要是有意（各种食品添加剂）或无意（残留的农药和植物生长刺激素）引入食品的化学品可能造成的危害所致。

贮存或运输过程可能影响食品质量，造成食品变质腐败时，必需的食品添加剂就是食品防腐剂。食品加工过程中，

需要保持或调节食品的颜色、风味、组织结构、营养，以满足消费者习惯的和渴望的食品需求，于是数千种相应的食品添加剂也就应运而生。现在，加化学品于食品内，已成了高速发展的、当代生活非常重要的一部分，并能调节或改善食品的安全性。因此，可以毫不夸张的说，没有高度发展的社会，就不会有当今的食品添加剂这门学科。

第一节 食品添加剂的概念

要给“食品添加剂”这个术语下一个有效的定义，而又具有法定的意义，是很难表达的。联合国粮食及农业组织（FAO）和世界卫生组织（WHO），1956年于意大利首都罗马会议后，与会的食品添加剂专家委员会的报告，将食品添加剂定义为：“有意识的一般以小量加于食品，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”。这个定义排除了无意引入食品的化学品，如农作物栽培过程中使用的农药、生长刺激素；禽畜鱼饲养过程中使用的药品；食品加工过程中清洁器皿的去污剂及食品包装污染的化学品等。这个定义将食品添加剂限定在“有意识”加于食品的化学品之后，紧接着进一步明确了有意加入的这些化学品于食品应具有的功能。无意或偶尔不慎附带引入食品的“添加物”，往往没有上述规定的明确的功能。而这类添加物应小量地加入食品，以保证食品的安全性。这个定义的缺点是没有考虑食品的营养性添加剂。即所谓的强化剂；同时也没有考虑食品工艺的要求。

美国食品及药物管理署（FDA）根据美国科学院国家研究委员会的食品保护委员会（FPC）的设想，1965年采

用更广泛的定义。FDA后来的定义更加全面，它将过去法令允许使用的一些物质，根据其安全性太低，而将它们由食品添加剂行列中剔除。这样做很有好处。按理对食品安全性的控制应比药品严格，因为药品是偶尔和小量使用，局部范围人群（患者）内使用；而食品是长期经常使用，大量使用，广泛使用。这个定义是：“有明确的或合理的预定目标，无论直接使用或间接使用的，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（包括有意用于生产、制造、加工、调配、包装、处理、运输、贮存等）。如果某物质由科学试验或经验证明，其安全性尚未能得到专家认可，就应通过科学的程序，在有意使用的条件下来验证”。

根据这个定义，概括起来，食品添加剂应起到以下作用：

- （1）便于采收、加工、保存、销售及家庭制作；
- （2）控制食品的化学变化、物理变化、微生物变化，以减少变质损耗，降低微生物危害，保证食品质量；
- （3）延长食品的有效保存期；
- （4）改善食品的感官性能及营养性能。

第二节 食品添加剂的种类

根据上述定义，可将已知的几千种食品添加剂分为直接和间接添加剂两大类型。直接添加剂是行使某些特殊功能，如改善食品风味或营养价值而添加于食品的化学物质。间接添加剂是食品在生产、加工、贮存、包装的某些时期产生的（不是加入的），存在于食品内的痕量物质（如酒、肉等陈化时酶或非酶反应生成的风味物或色素）。间接添加剂与发

展食品添加剂工业关系不大，故以下的介绍局限于直接添加剂。

直接添加剂，按其来源又可分为天然产物（包括微生物工程及酶工程产物在内）和化学合成产物两大类。由于习惯及心理原因，使天然产物的食品添加剂在安全性上往往享有较高的声誉，某些还具有较长久的使用习惯。天然产物由于含量少，提取及验测难，有时难以保证供应，常以其化学合成成品来补充（如各种维生素）。这并不意味着在人类食品中化学合成成品就占了举足轻重的地位，即使在食品添加剂消费量很大的发达国家的食品中，天然产物仍占99%以上。

德斯罗塞在《食品防腐工艺》（1970·英文版）一书内，列了各国普遍采用的食品添加剂名录，由美国FDA加以编辑，按用途分类，包括：

1. 酸化剂 2. 碱化剂 3. 防结饼剂 4. 防干燥剂 5. 防泡剂 6. 防硬化剂 7. 防飞沫剂 8. 防粘附剂 9. 脱色剂
10. 缓冲剂 11. 防冷冻浑浊剂 12. 澄清剂 13. 颜色保护剂
14. 着色剂 15. 生面调和剂 16. 膏化剂 17. 腌熏剂
18. 分散剂 19. 溶剂 20. 干燥剂 21. 乳化剂 22. 香味强化剂 23. 浓缩剂 24. 增固剂 25. 香料 26. 起泡剂 27. 增光剂 28. 发酵剂 29. 食品容器涂料 30. 面粉熟化剂
31. 中和剂 32. 水果脱皮剂 33. 增塑剂 34. 防腐剂（包括抗氧剂） 35. 消压剂 36. 精加工剂 37. 食品包装内换气剂 38. 有害金属离子螯合剂 39. 稳定剂 40. 除菌剂
41. 营养添加剂 42. 甜味剂 43. 质构剂 44. 增稠剂 45. 防水剂 46. 持水剂 47. 搅打剂 48. 其它添加剂

分类过细，往往造成有些类别彼此之间的界线不清。如防结饼剂与防硬化剂及防干燥剂之间，中和剂与缓冲剂及酸

碱之间等。因此采用1980年美国布鲁塞尔大学编的《食品添加剂表》分为23类比较简明：

1. 酸、碱、盐类
2. 发酵剂类
3. 防结饼剂类
4. 防泡剂类
5. 抗氧化剂类及协同剂类
6. 色素类
7. 分散剂类
8. 乳化剂类
9. 酶类
10. 助滤剂类
11. 香料及增香剂类
12. 起泡剂类
13. 上光剂或涂膜剂类
14. 树胶类
15. 氧化剂类
16. 防腐剂类
17. 增气溶剂类
18. 脱膜剂类
19. 溶剂类
20. 甜味剂类
21. 增稠剂类
22. 维生素及营养素类
23. 其它类

第三节 食品添加剂的使用

要在这本小册子内，将各类食品添加剂的使用作一简明介绍是不现实的。但按食品加工种类作一介绍，以帮助读者了解发展食品添加剂生产的必要性还是可能的。

一、用于新鲜食品的采收和贮存

生长到适合食用的动植物性食物，收割、捕捞或宰杀后，体内的一些生化过程仍然要继续进行。其分解代谢过程和微生物的繁殖，都会造成食物的分解、变质甚至腐败。

采收果蔬时或采收后，应立即用化学品处理，可调节果蔬的生长（见表1—1）。近20年来，使用植物生长调节剂（如赤霉素），来延缓番茄、香蕉等的成熟，便于分散销售和延长上市保质期。用赤霉素可使脐橙和柠檬挂果保存，延缓干橙皮片内叶绿素的降解及类胡萝卜素的积累，增加干柠檬片内糖及维生素C等可溶性固体的含量。用另外一些植物生长调节剂，例如乙烯气，则可增进番茄、香蕉等水果的呼吸，使它们同步成熟。但气体乙烯使用不便，能释出乙烯的

表1—1

采时或收后食品工业用控制水果
和蔬菜品质的化学品

目 的	使用的化学品	处理的农产品
延迟成熟	赤霉素	番茄、香蕉、柠檬、广柑
	马来酰肼	芒果、番茄
	环己亚胺	梨
	维生素K ₁ 及K ₂	香蕉
	马来酸	香蕉、柑桔*
	乙烯氧	芒果、番茄
	脱氢乙酸钠	草莓
	高锰酸钾	香蕉
加速成熟	乙烯磷、乙烯	番茄、菠萝、甜瓜、无花果、香蕉、柑桔、胡椒
	脱落酸	广柑、香蕉
	乙炔	香蕉、番茄、柠檬、广柑
	2、4—D	香蕉
减少重量损失	氯苯氧乙酸	桔子、豆类
	β -萘氧乙酸	桔子
减少维生素C的损失	赤霉素	柑桔
	氯苯氧乙酸, β -萘氧乙酸	桔子
保持绿色	氯苯氧乙酸	豆类
	2、4—D	绿色蔬菜
	环己亚胺	梨
控制硬度	赤霉素	柑桔
	丁酰肼	苹果

* 柑桔包括：柚子、广柑、桔子、柠檬、佛手柑等。

乙烯磷（2—氯乙基磷酸）使用方便，由于同步成熟而避免了分级手续，不需要熟化室，重量损失下降，单产增加，有效保存期延长，能供应早市。采摘红橘前，用氯代苯氧乙酸和 β -萘氧乙酸喷洒红橘树叶，可降低红橘贮存时的重量损失，延缓红橘的腐败，保持其营养价值。

一年生产的水果、蔬菜，每个品种每年仅能供应几个星期。如果妥为保存，消费者就有可能常年享受到新鲜状态的瓜果蔬菜。贮存时，由于物理及生理变化，可使绿色蔬菜变黄和枯萎，洋葱及马铃薯发芽，莲花白脱叶。腐败主要是真菌及细菌的作用。据估计，美国每年腐烂的食物，占采收总量的40%左右，损失金额高达100亿美元。如果采用植物生长调节剂或其它化学品进行处理（见表1—2），可减少贮存不当造成的损失。

表1—2 用以延长水果、蔬菜贮存期的化学品

目 的	使用的化学品	处理的农产品
抑制微生物	二氧化硫	核果、草莓、柑桔、葡萄
	亚硫酸氢钠	葡萄
	硫磺	桃子、李子
	硫脲	广柑
	吡啶—N—氧—2—硫 酮的锌盐	桃子、李子
	疏苯唑	梨
	联苯	柑桔、葡萄、桃子、李子、马铃薯
	8—羟基喹啉	草莓
	水杨酰替苯胺钠	香蕉、广柑
	2—氨基丁烷	柑桔、苹果、桃子、李子
	克菌丹	草莓、樱桃、梨
	2,7—二氯—4—硝基 苯胺	甜樱桃、桃子、李子
	苯菌灵	番茄
	氨水	柑桔、桃子、李子
	N ⁶ —苯甲基腺嘌呤	绿色蔬菜
减少重量损失	α —萘乙酸	花菜、莲花白（甘兰）
抑制发芽	马来酰肼	洋葱、小萝卜、青头萝卜、胡萝卜、马铃薯
	异丙基—N—（3—氯 苯）—氨基甲酸盐	马铃薯
减少脱叶	α —萘乙酸	花菜、莲花白

含水量高的食品，贮存时容易感染微生物，引起迅速严重的损坏，甚至大量地或整箱的腐烂。这种情况的典型是：核果受真菌的腐败，柑桔和仁果受霉菌的腐败，叶子蔬菜及马铃薯受细菌的腐败。这些微生物的作用都能用适当的化学药品加以控制。古埃及和古罗马人就已使用燃烧硫磺的烟雾来使葡萄酒消毒，至今二氧化硫仍然是广泛使用的新鲜水果保鲜食品添加剂。仅需低浓度的二氧化硫就足以致死微生物。如果结合低温冷藏，每10天用二氧化硫消毒一次，每件包装内再装上一袋能缓慢释出二氧化硫的亚硫酸氢钠（特别是长途运输时），新鲜水果漂亮的外观，良好的风味及完美的组织结构就能维持相当长的时间。

二、传统食品及方便食品保藏和加工

以前要使食品稳定而供将来的需要，常常采用加热或干燥之类的简单保藏操作。这类简便方法常常造成食品风味、颜色、组织结构和营养价值发生非希望的变化。当代食品工艺学广泛使用各种食品级的食品添加剂，结合传统的保藏方法（见表1-3），可生产出更富营养、风味独特的多种多样的食品。

1. 热加工用食品添加剂 巴氏灭菌或高压消毒是非常重要的食品保藏方法之一。加热过头会使食品分解。合理选用食品添加剂，可以在相当短的时间内进行高温加工，而将非希望的热效应控制在最低水平。

番茄酱罐头偶尔由于酸度不足，高温消毒时可能引起铁听附近的番茄过熟或过分水合，要达到消毒的目的，势必要延长消毒时间。为避免这种情况，有些番茄罐头要加柠檬酸，以增加酸度；有些蔬菜（如朝鲜蓟心）也要用柠檬酸或醋酸酸化。加酸类于食品还具有其它目的：如加苹果酸以稳

表1-3

传统食品加工用的一些化学品

目 的	使用的化学品	功 能	食 品
防止变质	丙酸盐	抑制霉菌	干酪、焙烤食品
	苯甲酸钠	抑制细菌、酵母菌	无醇饮料、酸性食品
	山梨酸、山梨酸钾	抑制霉菌、酵母菌	酸性食品、干酪、果汁酒
	二氧化硫	抑制全部微生物、防变褐	干果、果干片、果汁酒、葡萄
	醋酸、醋酸盐	抑制细菌、酵母菌	酸性食品、焙烤食品
	蔗糖	抑制各种微生物	果酱、果冻
	一氧化碳、有机酸	抑制各种微生物	鱼、肉
	对-羟基苯甲酸乙酯	抑制霉菌、酵母菌	饮料、加糖合成果冻
	食盐	控制各种微生物、抑制酶促变褐	鱼、肉、腌制品、果干片
	BHA、BHT ^① 、 α -生育酚	稳定维生素A、抑制氧化	鱼类产品、香肠、果仁、油炸马铃薯片
稳定或改善营养成分含量	EDTA ^② 、柠檬酸、二氧化硫	稳定维生素C	黑醋梨汁、饮料
	食盐	保持水溶性营养成分	冻鱼
稳定或改善组织结构	钙化合物	增加强度	水果蔬菜罐头、冷冻水果蔬菜
	凝乳酶	凝结酪蛋白	干酪
	木瓜蛋白酶	肉类软化	肉类
	六偏磷酸钠	软化组织结构	豌豆、蚕豆、肉、及家禽肉罐头
	酸性焦磷酸钠	发酵	焙烤食品
稳定或改善风味	聚氧乙烯山梨聚糖酯	乳化	冰淇淋、蛋糕粉、起酥油
	甘油	促进水的保持	普遍使用
	硅酸钙	防止结饼	食盐、发酵粉
	抗坏血酸	防氧化	罐头
	BHA、BHT、没食子酸丙酯	防氧化及变褐	马铃薯粒、碎果仁、肉丁
	α -生育酚		
	柠檬酸	防氧化	水果蔬菜罐头

续表

目 的	使用的化学品	功 能	食 品
稳定或改善颜色 或外观	柠檬酸、三乙酯	金属螯合剂、减缓氧化	蛋清
	柠檬酸钙或柠檬酸钾	金属螯合剂、减缓氧化	油类、脂类、拌色拉调味汁
	有机酸	增进风味	充气饮料
	食盐	增进风味、阻止交褐	普遍用、水果片
	合成香料	增进风味	普遍用
	甜味剂	增进风味	普遍用
	卵磷脂	增进风味	人造黄油、起酥油、糖果
	谷氨酸单钠	增进风味	普遍用
	麦芽酚(3-羟-2-甲基-4-吡喃酮)	增进风味	无醇饮料
	二氧化硫	防变褐	果干、马铃薯、果汁酒
	抗坏血酸	防酶变褐	冰冻果片
	食盐	防止酶变褐	苹果片
	蔗糖	防止酶变褐	水果片
	柠檬酸、苹果酸	阻止变褐	水果片
	EDTA(二钠盐)	钝化金属离子而防止变色	马铃薯、谷物
	甜菜粉	赋予红色	各种食品
	胭脂树橙	赋予黄色	人造黄油、起酥油
	聚乙烯吡咯酮	澄清	饮料、醋
	果胶酶	澄清	果汁

- ① BHA: 叔丁基对羟基茴香醚(丁基大茴香醚)的英文名称缩写
BHT: 二丁羟基甲苯的英文名称缩写
- ② EDTA: 乙二胺四乙酸的英文名称缩写。此处指它的二钠盐

定苹果、葡萄等果汁饮料的颜色；加柠檬酸以抑制含油脂食品的变味；阻滞有些水果、蔬菜罐头变色（变褐）和变味；改善依赖pH的一些维生素的稳定性。

加工前加一些钙盐可改善番茄、马铃薯的组织结构。磷酸钙或磷酸钠也用作马铃薯罐头、青豆罐头、沙司罐头、和炼乳罐头的缓冲剂或稳定剂；也可用作油炸马铃薯组织结构的固化剂，或使之成为色彩更明亮的产品。

梨类罐头，如有痕量铜、铁、锌离子存在，很容易变成粉红色。加入柠檬酸盐或磷酸盐能与这些金属离子结合，从而消除这种变色现象。豆类罐头加了这些化学品可避免颜色变暗。麻豌豆、四季豆、马铃薯等蔬菜罐头和玉米罐头，有时也用乙二胺四乙酸二钠盐（EDTA·Na₂）来结合痕量的铜、铁、铬，以防止食品颜色变成灰白色。小虾罐头加了EDTA也可阻滞颜色变化。

食品生产中有时加一些稳定剂和乳化剂是必要的。有些树胶，如海藻酸盐，有时要加在含黄油或植物油的罐头（如肉汤）内，以增加粘度，阻滞油分离出来。婴幼儿食品、菜汤、肉汤及沙司罐头，加入淀粉可以增加粘度，使固形物质保持悬浮状态。加角叉菜的炼油凝胶甜食罐头，不冷藏也很稳定。番茄罐头加角叉菜，肉质会更加细腻，悬浮物可稳定几个月。不同的胶体在使用时不能任意代替，如饼馅罐头，用树胶局部或完全代替淀粉，则常常难以保持液相的均一性。

2. 冷冻时使用的化学品 食品的冷藏是将食品温度降到-10℃~-20℃，以减慢有害的化学反应及停止微生物的生长。加化学品减慢的化学反应，主要指降解反应。冷藏时不能使食品内的酶失活，食品内的降解反应仍要继续进行，冷藏时间稍长食品就会变质。蔬菜冷藏前经过温和热处理