

食品添加剂丛书

食品防腐与 食品防腐剂

万素英 李琳 王慧君 编著



中国轻工业出版社

食品防腐与食品防腐剂

万素英 李 琳 王慧君 编著

中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品防腐与食品防腐剂/万素英等编著. —北京: 中国轻工业出版社, 1997. 12

(食品添加剂丛书)

ISBN 7-5019-2131-8

I. 食… II. 万… III. ①食品-防腐②食品-防腐剂
IV. TS202

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 20250 号

2428/15

责任编辑: 熊慧珊

封面设计: 赵小云

*

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: 中国人民警官大学印刷厂

经销: 各地新华书店

版次: 1998 年 3 月第 1 版 1998 年 3 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8.125

字数: 184 千字 印数: 1—3000 册

书号: ISBN 7-5019-2131-8/TS·1328 定价: 16.00 元

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换

前 言

由于食品的长期贮存、长途运输及密封包装的需要，食品防腐已成为食品工业发展中的重要问题。防腐剂的使用，不仅可以延长食品的贮存期和货架期，而且还可以防止产毒微生物的危害，所以说，它对食品工业的发展发挥了巨大的作用。近十几年来，随着人们生活水平的提高和环保意识的加强，人们都希望自己生活得更健康，所以特别关心化学品对健康的影响，因而食品防腐剂也就面临着新的选择。立足于当前，开发新的具有根本性变革的食品防腐技术，这是研究的方向。但是化学防腐剂作为简便、易行、有效的食品防腐方法仍会在长时间内应用。本书就是面对这样的情况而编写的，目的在于丰富人们关于食品防腐剂的知识，消除人们对食品防腐剂的迷信和恐惧，使我们在充分了解防腐剂的各种理化性质和生物学性质的基础上合理地使用。

本书除介绍与食品防腐有关的生物学知识外，着重介绍有机酸及其酯类防腐剂，亚硝酸盐，亚硫酸盐，乳酸链球菌素，酚类物质与螯合剂，发酵剂及水果、蔬菜采后使用的防腐剂等各种防腐剂的化学性质、构效关系及应用知识，并介绍了防腐包装和国外食品防腐剂的立法等有关知识。

本书可供食品研究、开发、制造、销售、安全及质量控制人员和大专院校与食品有关科系的师生参考。

编者

目 录

绪论	(1)
第一章 引起食物中毒和食品腐败的主要微生物	(5)
一、可引起食物中毒的微生物	(5)
(一) 沙门氏菌 (<i>Salmonella</i>)	(6)
(二) 空肠弯曲菌 (<i>Campylobacter</i>)	(7)
(三) 李斯特氏菌 (<i>Listeria</i>)	(7)
(四) 耶尔森氏菌 (<i>Yersinia</i>)	(8)
(五) 弧菌 (<i>Vibrio</i>)	(8)
(六) 大肠杆菌 (<i>Escherichia</i>)	(8)
(七) 金黄色葡萄球菌 (<i>Staphylococcus</i>)	(9)
(八) 肉毒梭菌 (<i>Clostridium botulinum</i>)	(9)
(九) 产气荚膜梭状芽孢杆菌 (<i>Clostridium</i> <i>perfringens</i>)	(10)
(十) 枯草杆菌 (<i>Bacillus cereus</i>)	(10)
二、引起食品腐败的微生物	(11)
(一) 革兰氏阴性, 可产生过氧化氢酶、氧化酶的 杆菌	(12)
(二) 革兰氏阴性, 可产生过氧化氢酶, 不产生氧化 酶的杆菌	(12)
(三) 革兰氏阳性, 可产生过氧化氢酶, 不形成芽孢 的杆菌	(13)

(四) 革兰氏阳性, 可产生过氧化氢酶的球菌	(13)
(五) 革兰氏阳性, 不产生过氧化氢酶, 不形成芽孢 的杆菌或球菌	(13)
(六) 革兰氏阳性, 可产生过氧化氢酶, 可形成芽孢 的杆菌	(14)
(七) 革兰氏阳性, 不产生过氧化氢酶, 可形成芽孢 的杆菌	(14)
(八) 酵母与霉菌	(14)
三、结论	(15)
第二章 食品防腐是一项综合技术	(16)
一、食品防腐的基础	(17)
二、主要的食品防腐技术	(17)
(一) 低温	(18)
(二) 降低水分活性	(19)
(三) 真空与气调包装	(20)
(四) 酸化	(21)
(五) 防腐剂的应用	(21)
(六) 乳化	(22)
(七) 加热	(23)
第三章 加工食品常用的防腐剂	(24)
第一节 食品的酸性与食品防腐	(24)
一、pH 值在微生物生长与存活方面的作用	(25)
(一) 生长	(25)
(二) 存活	(25)
二、酸化对不同类型细菌的影响	(26)
(一) 无芽孢菌	(26)
(二) 芽孢	(27)
(三) 霉菌与酵母	(27)
三、食品的酸化	(27)

(一) 酸的种类	(27)
(二) 弱酸在食品贮藏中的应用	(28)
(三) 改变食品 pH 值的途径	(29)
四、实际应用	(30)
(一) 罐装食品	(30)
(二) 蛋黄酱	(31)
(三) 鸡蛋白蛋白	(31)
五、作用机理	(31)
(一) 概述	(32)
(二) 外部 pH 值影响微生物生长和存活的机理	(33)
(三) 微生物胞质 pH 值和其生长	(35)
(四) 微生物对自身 pH 值的调节	(36)
第二节 有机酸及有机酸酯类防腐剂	(38)
一、作为抗菌剂的脂肪酸	(42)
二、可作为抗菌剂的单酯	(45)
三、作为抗菌剂的酚酯	(47)
四、脂肪酸及其单酯在食品中的应用	(52)
五、基本作用机理	(55)
六、我国批准使用的有机酸及酯类	(59)
(一) 苯甲酸 (Benzoic acid) 与苯甲酸钠 (Sodium Benzoate)	(59)
(二) 山梨酸 (Sorbic acid)	(64)
(三) 山梨酸钾 (Potassium sorbate)	(68)
(四) 丙酸 (Propionic acid)	(69)
(五) 丙酸钙 (Calcium propionate)	(71)
(六) 丙酸钠 (Sodium propionate)	(74)
(七) 对-羟基苯甲酸乙酯 (Ethyl- <i>p</i> -hydroxy-benzoate)	(76)
(八) 对-羟基苯甲酸甲酯 (Methyl- <i>p</i> -hydroxy	

-benzoate)	(79)
(九) 对-羟基苯甲酸丙酯 (Propyl- <i>p</i> -hydroxy -benzoate)	(80)
(十) 对-羟基苯甲酸丁酯 (Butyl- <i>p</i> -hydroxy -benzoate)	(82)
(十一) 对-羟基苯甲酸庚酯 (n-Heptyl- <i>p</i> -hydroxy -benzoate)	(83)
第三节 二氧化硫与亚硫酸盐	(84)
一、二氧化硫与亚硫酸盐的化学	(85)
(一) 二氧化硫与亚硫酸盐的化学性质	(85)
(二) 二氧化硫及亚硫酸盐的化学反应	(87)
(三) 亚硫酸盐在食品中的化学变化	(90)
二、亚硫酸盐对微生物的作用	(91)
(一) 微生物对亚硫酸盐的吸收	(91)
(二) 微生物对亚硫酸盐的代谢	(91)
(三) 亚硫酸盐抗微生物的作用机制	(94)
三、亚硫酸盐在食品中的应用	(97)
四、食品中亚硫酸盐的残留量	(100)
五、亚硫酸盐的毒理学评价	(106)
六、亚硫酸盐可能引起的危害	(107)
七、如何控制亚硫酸盐在食品中的应用	(108)
第四节 亚硝酸盐	(110)
一、肉类食品是致腐细菌的主要来源之一	(110)
二、腌肉中细菌生长的因素	(111)
三、亚硝酸盐在腌肉中的应用	(112)
四、亚硝胺	(117)
五、亚硝酸盐的作用机理	(118)
(一) 亚硝酸可能是抑菌活性物质	(118)

(二) 亚硝酸盐在肉制品中的防腐作用	(119)
(三) 由亚硝酸盐产生的具抑菌活性的化合物	(120)
第五节 发酵剂	(124)
一、发酵剂对各种食品的保藏作用	(124)
(一) 牛奶和奶制品	(124)
(二) 肉和肉制品	(125)
(三) 植物性食品	(127)
二、作用机理	(128)
(一) 营养和空间的竞争	(128)
(二) 有机酸的生成	(128)
(三) 其他分解代谢产物的形成	(129)
(四) 细菌素	(131)
第六节 酚类物质和螯合剂	(133)
一、酚类物质的抑菌作用	(133)
二、在食品中酚类物质的防腐作用	(137)
三、酚类物质在食品中的应用	(140)
四、具有防腐增效作用的螯合剂	(143)
第七节 乳酸链球菌素	(147)
一、乳酸链球菌素的化学结构与性质	(147)
二、乳酸链球菌素浓度的表示方法	(152)
三、乳酸链球菌素杀菌与防腐的特性	(153)
四、乳酸链球菌素的应用	(155)
第四章 防腐包装	(160)
一、导致食品细菌性腐败的因素 (包装因素除 外)	(161)
(一) 初期的污染	(161)
(二) 温度	(161)
(三) 食品的成分	(162)

二、非细菌性腐败	(163)
(一) 颜色	(163)
(二) 气味和味道	(163)
(三) 渗出液	(164)
三、包装材料	(164)
四、几种常见的防腐包装	(165)
(一) 真空包装	(165)
(二) 高氧气调包装	(166)
(三) 低氧气调包装	(167)
(四) 功能性食品包装	(168)
五、作用机理	(168)
(一) 气相中的作用机理	(168)
(二) 生物相中的作用机理	(169)
第五章 防腐剂在水果、蔬菜采后的应用	(172)
一、概述	(172)
二、环境消毒剂	(174)
(一) 漂白粉	(175)
(二) 漂粉精	(176)
(三) 次氯酸钠	(177)
(四) 稳定态二氧化氯	(179)
(五) 脱氢乙酸	(184)
(六) 过乙酸	(187)
三、水果、蔬菜采后常用的防腐剂	(189)
(一) 噻苯咪唑	(191)
(二) 仲丁胺	(195)
(三) 桂醛	(200)
(四) 联苯	(201)
(五) 邻-苯基苯酚	(202)
(六) 2-苯基苯酚钠盐	(204)

(七) 乙氧基喹(喹)	(205)
(八) 2,4-二氯苯氧乙酸	(207)
第六章 国外有关食品防腐剂的立法	(209)
一、食品防腐剂的作用	(209)
二、各国食品防腐法规的制定情况	(211)
(一) EEC 法规	(211)
(二) UK 法规	(218)
(三) 欧洲其他国家的法规	(223)
(四) USA 法规	(225)
(五) 其他国家的法规	(228)
(六) 营养法典委员会	(232)
三、食品防腐法规的发展趋势	(234)
第七章 正确使用与发展食品防腐剂	(238)
一、正确使用现有的食品防腐剂	(238)
(一) 良药善用	(238)
(二) 正确认识食品防腐剂的毒性问题	(241)
(三) 食品包装多功能化	(243)
(四) 防腐保鲜必须立足于“防”与“保”	(244)
二、展望	(244)
(一) 积极发展综合的防腐系统	(245)
(二) 不断开发与应用有效的、经济的、安全的防腐剂 新品种, 淘汰不宜使用的旧品种	(245)
(三) 建立和应用食品防腐保鲜数据库	(246)
(四) 加强对有害微生物的生物化学特性的研究	(246)
参考文献	(248)

绪 论

一、食品的防腐与防腐剂

人类为了生存，一直关注着减少食物腐烂的方法，经过几个世纪的探索，找到了盐腌、糖渍、醋渍及发酵等方法。到了近代，随着社会发展，人民生活水平的提高，传统的盐腌、糖渍、干制、罐藏等已不能满足人们生活的要求，现在人们需要的是常年供应新鲜食品，所以，近年来食品保鲜贮藏迅速发展。若干化学品应用到食品工业中来，是食品防腐保鲜得以发展的重要因素之一。防腐保鲜剂的使用，作为简便、易行、有效的方法，在粮食、水果、蔬菜、肉、禽、蛋、水产等原料及其加工品的贮藏中，起到了非常重要的作用。今后，在食品工业中，防菌、防霉技术必将有更大的发展，这是因为随着食品的长期储存，长途运输的发展，以食物为媒介的细菌性食物中毒和一些产毒霉菌的霉毒，特别是有致癌作用的黄曲霉毒素等对食品的污染问题逐渐突出，这必将促使人们对食品的防菌、防霉采取更为有效的措施。

食品在物理、生物化学和有害微生物等因素的作用下，可失去固有的色、香、味、形而腐烂变质，有害微生物的作用是导致食品腐烂变质的主要因素。通常将蛋白质的变质称之为腐败，碳水化合物的变质称之为发酵，脂类的变质称之为酸败。可以用物理方法或化学方法来防止有害微生物的破坏。所谓化学方法就是利用抑菌或杀菌（延缓或制止腐烂）的化

学药剂，这些化学药剂称为防腐剂。防腐剂的使用为食品防腐提供了有效、简便、经济的方法。

保鲜从字面上可理解为保持鲜度，实际上它的含义是不断发展、不断扩大的。比如水果、蔬菜的保鲜，开始时注重的是不腐烂，后来又逐渐增加了对品质方面的要求，现在发展到香气的保持也列为保鲜的内容之一。比如新出炉的面包有一种特有的香气，时间长了就会消失，经过采用某些方法，在贮藏期内可保持其香气，也称之为保鲜。能起到保鲜作用的化学品称为保鲜剂。

综上所述，食品防腐保鲜的含义是在贮藏过程中保持食品固有的色、香、味、形及其营养成分，为此而应用的化学品称为防腐保鲜剂。防腐保鲜剂是我国特有的名词，因为我国所研制的保鲜剂多是以一定的药剂形式，将具有防腐与保鲜功能的药剂配合使用，一次用药而达到防腐保鲜两种目的，因此将防腐与保鲜联系起来称为防腐保鲜剂或简称保鲜剂。

防腐与保鲜是两个有区别而又互相关联的概念。防腐是针对有害微生物的，现在看来应该包括两方面的意思：一是防止微生物造成食品的腐烂；二是防止产毒微生物（如黄曲霉等）的危害。保鲜是针对食品本身品质的。由此可见，要达到这两个目的，应采用不同的药剂和方法。但从食品自身来讲，防腐和保鲜又互相关联，比如，水果在贮藏中受微生物侵染有两条途径：一条是通过果子在采收或贮藏过程中所造成的碰、压、擦伤及冻伤、虫孔、开裂的果皮侵入；另一条是随着果实的老化、过熟所导致抵抗力降低而由果皮的皮孔侵入。由此可见，避免果实表皮的破伤和设法延缓与防止果实的衰老和过熟，提高果实自身的抵抗能力（即保鲜），是果实防腐的首要条件；消除污染源，减少微生物对果子的污

染，是防腐的根本措施。因此防腐与保鲜又是密不可分的。

从应用防腐保鲜剂的观点来看，可将食品分为两类：一类是各种加工食品，如糕点、糖果、饮料等，可以说是“死的”食品。另一类是水果、蔬菜等鲜活食品，它们在贮藏过程中仍为“活体”，仍在进行生理活动。水果在采摘时已达到生理成熟，而蔬菜在采摘时仅到达商品成熟，即蔬菜比水果在贮藏中保持更为旺盛的生理活动。由于这两类食品各具不同的特点，因此在防腐保鲜时要采用不同的保鲜剂。

二、防腐保鲜剂的使用是食品防腐保鲜 的一项辅助措施

食品的防腐保鲜是一门综合技术，也可以说是一项系统工程，防腐保鲜的效果是一个综合效果，不是哪一种手段能单独达到的。从防腐保鲜剂的应用角度来说，它的作用的发挥与贮藏条件和食品本身的性质密切相关。再好的防腐剂，在不适宜的贮藏条件或不适合的食品中使用，也不会有好的效果。比如，在遍体鳞伤的水果上使用防腐保鲜剂不会有好的效果，山梨酸只适用于有良好卫生条件和微生物数量较少的食品的防腐。这里所说的贮藏条件与食品的性质包括温度、贮藏环境的气体成分、食品的组分、pH 值、水分活度、氧化-还原电势、防腐剂在油-水中的分配系数等。所以说，既不可能，也不需要单独靠防腐剂来进行食品的防腐保鲜。只有上述这些因素（即障碍或栅栏）各以足够的数量组合起来，才是最佳选择。即使它们中的任何一个因素都不能单独抑制微生物的活动，但是其总的结果还是能够抑制微生物的生长。

防腐剂作用的发挥与温度有直接关系，在防腐剂存在下杀死微生物所要求的温度比没有防腐剂存在时低得多。例如，

用山梨酸或苯甲酸使酵母失活，在加热时，加热时间可缩短30%~80%；在低温下，由于微生物的生存能力降低，所以，使用更少量的防腐剂即可杀死微生物。

防腐剂作用的发挥与介质的pH有很大关系，尤其是酸性防腐剂。除醋酸是通过电离出 H^+ 使介质pH降低而抑菌外，其他的如苯甲酸、山梨酸都是以分子状态进入菌体而起作用，因此分子态的含量直接影响效果。这些防腐剂均为弱酸，其电离平衡受介质pH控制，溶解度也受pH的影响。对-羟基苯甲酸酯类、富马酸二甲酯等由于其羧基已被酯化，因此与上述防腐酸不同，它们的防腐效果与介质pH无关。

防腐剂在油和水中的溶解度，直接影响其在脂肪含量高的食品中的防腐效果。这是因为微生物只存在于水相中，所以进入油相中的防腐剂实际上即为损失。因此在这种情况下，要选择油溶性小而水溶性大的防腐剂，如丙酸、山梨酸、苯甲酸等。

第一章 引起食物中毒和食品腐败的主要微生物

要防止微生物对食品的危害主要有以下几种方法:首先,防止微生物污染食物;第二,灭活有害微生物;第三,降低或者抑制受污染食品中微生物的生长,或使之失活。食品防腐剂主要是通过第三种方法,即抑制食品中微生物的生长起到防腐作用。当然,有的食品防腐剂在某种程度上能使被抑制的微生物失活,或通过其他方式起到防腐作用。

食品防腐剂主要用来防止食品在贮存、运输、销售、消费过程中的腐败变质。它可以保证食品有较长的货架期,同时保证食品能够方便地贮存在家中而不致腐败变质,从而避免经济上的损失。因此,食品防腐剂的主要作用是对付那些引起食品腐败的各种微生物。而且食品防腐剂对于抑制被污染食品中具有致病或产毒能力的微生物亦有一定的作用,因而,食品防腐剂也可避免食物中毒的发生。

一、可引起食物中毒的微生物

尽管在过去的几十年中,食品工艺、质量控制、卫生标准等都有了很大的发展与进步,但是食物中毒在世界各地仍普遍存在且持续上升。例如在英国,1987~1988年间报道的病例数比1986~1987年翻了一翻。归纳起来,可引起食物中

毒的微生物类型并不是很多，它们包括可感染的细菌和可产毒的细菌，前者有沙门氏菌属和弯曲菌属，后者有金黄色葡萄球菌和肉毒梭状芽孢杆菌等（见表 1-1）。这些菌属的最低繁殖温度为 0℃ 左右，它们可以在冷冻和冷藏的食品中缓慢生长。这些菌属的细菌对热的抵抗力有很大的差别，对热敏感的细菌在 60℃ 时其 *D* 值可小于 1min，而对热抵抗力最强的芽孢其 *D* 值在 120℃ 时可接近 1min。

表 1-1 主要的食物中毒微生物

生长温度	热 抵 抗 力	
	低	高
	生长菌体	芽孢
低	单核细胞增多性李斯特氏菌 (INF)	肉毒梭状芽孢杆菌 E 型和非蛋白水解 B 型 (Tox)
	结肠耶尔森氏菌 (INF)	蜡样芽孢杆菌 (Tox)
	副溶血性弧菌 (INF)	枯草杆菌和地衣形菌 (Tox)
	沙门氏菌属 (INF)	
中	大肠杆菌肠致病株 (INF)	产气荚膜梭状芽孢杆菌 (INF)
	金黄色葡萄球菌 (Tox)	肉毒梭状芽孢杆菌 A 型和蛋白水解 B 型 (Tox)
高	空肠弯曲菌与结肠弯曲菌 (INF)	

注：INF——通过感染而引起食物中毒的微生物。

Tox——通过所产生的毒素而引起中毒的微生物。

除了表 1-1 所列出的菌种外，还有一些比较少见的可引起食物中毒的菌种，包括志贺氏菌属、肠球菌属、绿脓杆菌、病毒及霉菌毒素。

(一) 沙门氏菌 (*Salmonella*)

沙门氏菌有大约 2 000 个不同的血清型，它们的危害各