

声 明

本电子书由中国农业出版社数字出版,相关权利归中国农业出版社拥有。读者、著作权人和(或)依法可以行使著作权的权利人如有疑问,请与中国农业出版社联系:

地址:北京市朝阳区麦子店街18号楼

邮编:100026

电话:010-64194921 010-65005894

E-mail:lishanzhao@sina.com

中国农业出版社

中央农业广播电视学校试用教材

食 品 卫 生

（农产品贮藏与加工专业用）

中 国 农 业 出 版 社

编写者：江伟珣 第一、二、四章
刘毅 第三、四、五、六章
唐仪 第四、五章

中央农业广播电视学校试用教材

食 品 卫 生

• • •

责任编辑 梁汝珺

中国农业出版社出版发行(北京朝阳区枣营路)

济南印刷三厂印刷

787×1092mm 16开本 10印张 237千字
1990年5月第1版 1994年5月济南第2次印刷

印数 13101-14600册 定价4.25元

ISBN 7-109-01515-7/R·7

编写说明

本教材是专为中央农业广播电视学校农产品贮藏与加工专业编写的。全套教材共十一册，即《化学基础》、《食品化学》、《食品微生物学》、《食品卫生》、《农产品贮藏运销学》、《农产品加工工艺学》、《粮油加工工艺》、《软饮料工艺学》、《饲料加工学》、《酿造工艺学》、《乡镇企业经营管理基础》。

我们聘请了有关从事农产品贮藏与加工专业教学的著名专家、教授，按照我校中等农产品贮藏与加工专业的教学计划编写了这套教材。它着重编入了具有共性的基础理论知识、运用广泛的技术知识，以求使学员掌握农产品贮藏与加工所必需的科学知识，提高分析和解决实际问题的能力。为适应远距离教学和农村基层干部、专业户、知识青年和工厂职工自学的特点，尽量做到文字通俗易懂，安排有较多的插图及表格，每章后还附有本章内容提要 and 复习思考题，并在书后附有复习思考题答案要点及实验实习指导。

配合教材，各有录音带、教学辅导材料，以增进教学效果。

考虑到学习的对象广泛，学员的基础和要求不完全相同。因此，在教材的基本内容以外，另用小字编排一部分参考性的补充内容，以供学员选择自学。本教材还可供从事食品生产和在基层工作的同志参考。

由于该专业涉及面广、门类多、产品杂，加之时间仓促，教材中难免有不妥之处，希望广大学员提出宝贵意见，以便今后进一步修订提高。

中央农业广播电视学校

一九八九年六月

目 录

绪言	1
第一章 食品腐败变质	2
第一节 食品腐败变质的原因	2
第二节 食品腐败变质对人体健康的影响	3
第三节 食品腐败变质鉴定指标	4
第四节 食品保藏与控制食品腐败变质	4
第二章 食品污染	8
第一节 概述	8
第二节 食品的细菌污染	8
第三节 食品的霉菌及其毒素污染	9
第四节 农药对食品的污染	12
第五节 金属毒物对食品的污染	17
第六节 N-亚硝基化合物及多环芳烃对食品的污染	21
第七节 食品的放射性污染	24
第八节 容器用具及包装材料卫生	25
第三章 食品添加剂和食物新资源	30
第一节 食品添加剂	30
第二节 食品新资源	34
第三节 食品禁止加入药物	35
第四章 各类食品卫生	38
第一节 肉类食品卫生	38
第二节 奶及奶类食品卫生	44
第三节 禽蛋食品卫生	55
第四节 水产食品卫生	62
第五节 粮油类食品卫生	65
第六节 蔬菜水果卫生	70
第七节 酒类卫生	71
第八节 饮料冷食卫生	74
第九节 罐头食品卫生	78
第十节 糕点及糖果卫生	80
第十一节 强化食品与方便食品快餐食品卫生	82
第五章 食物中毒	88
第一节 食物中毒的概念与分类	88

第二节	细菌性食物中毒.....	89
第三节	有毒动植物中毒.....	100
第四节	化学性及其它食物中毒.....	107
第六章	食品卫生法.....	114
食品卫生实验	116
实验一	乳与乳制品的检验.....	116
实验二	肉类食品检验.....	117
实验三	蒸馏酒及配制酒的检验.....	120
实验四	冷饮食品的检验.....	128
实验五	食用植物油的卫生检验.....	130
实验六	几种常见化学性食物中毒快速检验法.....	132
附录一	中华人民共和国食品卫生法（试行）.....	137
附录二	中华人民共和国国家标准.....	143
	食品添加剂使用卫生标准.....	143

绪 言

食品卫生学是卫生学的一部分，是以营养学、食品化学、食品微生物学、畜牧兽医学、水产学、寄生虫学、毒理学、流行病学等多种学科为基础，研究食品的卫生安全性的一门学科。

食品卫生学的任务在于消除食品在原料加工、贮存运输等过程中的不利于人体健康的因素，保证食品安全无害，最大限度地发挥食品提供营养物质，丰富人民生活的有益作用。

食品卫生学涉及的内容很广泛，凡食品的腐败变质，有害物质、病原寄生虫与微生物的污染，食物中毒，食品卫生鉴定与管理，食品添加剂和包装容器以及食品卫生法规均属于食品卫生学的范围。

我国土地辽阔、幅员广大，食品资源十分丰富，大量的农、牧、渔业产品以及贮藏加工食品，为人民提供了丰富的营养物质，也出现了形形色色的食品卫生问题，因此加强食品卫生的管理，显得十分重要。

新中国成立以来，在以“预防为主”的卫生工作方针指导下，我国的食品卫生工作取得很大进展，先后在全国范围内建立了卫生防疫站，组织起食品卫生经常性监督的队伍，制订了一系列食品卫生管理条例。70年代中期，随着食品科学的较快进展，我国食品卫生已进入一个新的阶段，通过大规模的调查研究，开始制订了我国第一部食品卫生标准，并规定了全国统一的食品卫生检验方法。1982年第五届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过并正式颁布了《中华人民共和国食品卫生法》（试行），1983年7月1日开始正式试行。食品卫生法规定：人民有权检举和控告食品生产经营中违反卫生要求的行为，对食品不洁、有毒而造成的损害，有权要求赔偿。食品生产、经营单位对保证食品安全、卫生负有法律责任。食品卫生监督机构有责任对食品卫生进行监督、检查，并有权追究违反食品卫生法的行为，《食品卫生法》的颁布标志着我国依法施行了食品卫生监督制。

贯彻食品卫生法，任务十分艰巨，需要不断宣传，严肃对待，更重要的是树立法制观念，目前尤其应加强对个体经营户的食品卫生监督以确保食品卫生法的贯彻执行。

第一章 食品腐败变质

食品腐败变质，指的是在以微生物为主的各种因素作用下，食品发生化学变化，感官质量下降，卫生质量及商品质量均下降。明显的实例是肉类、鱼类及蛋类的腐臭、粮食的霉变、蔬菜水果的溃烂以及油脂的酸败等。人吃下腐败变质的食物，轻则感到肠胃不适，重则有引起食物中毒的可能。在我国，由于吃下酸败变质的油脂，引起食物中毒，恶心呕吐等的事例，并不少见。

第一节 食品腐败变质的原因

食品腐败变质，有多种原因，最常见的原因是微生物引起，在特殊情形下，也可因酶的作用和氧化作用引起。

一、微生物的作用

食品腐败变质，多半与微生物繁殖有关。微生物包括细菌、酵母和霉菌。在一般情况下，以细菌引起的腐败变质最多见。能引起食品腐败变质的有以下一些细菌：

(一) 假单胞菌属 革兰氏阴性无芽胞杆菌，需氧、嗜冷，是典型的腐败细菌，在肉和鱼上面很容易繁殖，冷冻食品上也可以存活。

(二) 微球菌属和葡萄球菌属 革兰氏阳性，嗜中温、营养要求低，常见于肉、水产食品、蛋品等。

(三) 芽胞杆菌属与芽胞梭菌属 在自然界分布广，各种食品中都可见到，尤其多见于肉和鱼类。芽胞杆菌属需氧或兼性厌氧，芽胞梭菌属厌氧，属中温菌者多，间或有嗜热菌。

(四) 肠杆菌科各属 除对人有致病性的沙门氏菌属及志贺氏菌属外，其他的肠杆菌菌属都是常见的食品腐败菌。该菌为革兰氏阴性，需氧与兼性厌氧，嗜中温杆菌，多见于水产品、肉及蛋。

(五) 弧菌属与黄杆菌属 均为革兰氏阴性兼性厌氧菌，主要来自海水或淡水，在低温和5%食盐中均可生长，多见于鱼类等水产品。黄杆菌属还能产生色素。

(六) 嗜盐杆菌属与嗜盐球菌属 革兰氏阴性需氧菌，嗜盐，在高浓度的食盐中仍能生长，如12%以上甚至28—32%浓度的盐水中都能生长。多见于咸鱼，可以产生橙红色素。

(七) 乳杆菌属 革兰氏阳性杆菌，厌氧以至微需氧，多见于乳品中。

以上腐败细菌引起的食品腐败，以动物性食品为主，因此肉、鱼、蛋及奶均属于易腐食品。

酵母菌可以引起糖浆、蜂蜜、蜜饯、果酱等腐败变质。酵母是真菌中子囊菌纲酵母科的一些菌属，其中酵母菌属，亦称糖酵母菌属，可以耐高浓度糖，可使糖浆、蜂蜜和蜜饯等食品发酵变酸。德巴利氏酵母属、汉逊氏酵母属、毕赤氏酵母属等可以在酸性食品表面生膜并

氧化有机酸，为不耐酸的腐败菌繁殖创造条件。后两属酵母还可以耐高浓度酒精，使酒精变质。霉菌能引起粮食、蔬菜、水果等霉变，霉变的粮食可以引起人的食物中毒。霉变食物中可以分离出各种霉菌，其中以曲霉属、青霉属、根霉属和毛霉属为多见。

微生物之所以能引起食品腐败变质是通过它分泌的酶而起作用的。微生物分泌的酶有两种：一种是细胞外酶，它的作用是将食物中的多糖、蛋白质水解为简单物质，这些物质可以被微生物吸收进入细胞内。另一种是细胞内酶，它的作用是将已吸收到细胞内的简单物质进行分解以满足其生长生理需要，代谢最终产物则排出细胞外，这些代谢产物有不良的味道和气味，是食品腐败变质的化学基础。

二、酶的作用

作为食物的动植物本身组织含有各种组织酶，在适宜的温度下，酶的活动增强，使食物蛋白质或糖类分解，引起腐败变质，这与微生物没有任何关系。酶的作用引起的食物腐败变质的例子有肉的自溶和蔬菜的发热。肉的自溶是由于组织蛋白酶分解肉的蛋白质，从而引起腐败。未经冷却的肉尸，特别是完整肉尸，如保存在30℃左右的室温下，经过12—24小时，即出现自溶。自溶的肉暗淡无光，红褐色或暗黑色。肉体自身分解，蛋白质分解放出硫化氢和其它具有不良气味的挥发性物质。蔬菜的发热是由于蔬菜本身的酶继续行使，促进呼吸作用，通过呼吸作用，消耗蔬菜组织的营养物质，使蔬菜发热，并出现变质。

三、氧化作用

油脂通过氧化，可产生一系列有不快气味和味道的酸败物质，出现油质的酸败变质。油脂通过自动氧化作用，使得脂肪酸在自由基的引发下，产生不间断的自动氧化作用，引起油脂酸败。日光、温度和重金属都能促进油脂氧化酸败。

第二节 食品腐败变质对人体健康的影响

腐败变质的食物，对人体健康的影响，表现在以下几个方面：

（一）腐败变质的产物，引起食物中毒 鱼类腐败时，鱼体的组氨酸在细菌酶的作用下，可以分解形成组胺，组胺过多会使人产生组胺中毒，典型的症状是面部皮肤潮红、头晕头痛、出现荨麻疹。组胺中毒最多见于鲐鱼等青皮红肉鱼。

油脂酸败变质时，脂肪分解形成醛、酮以及醛酸、酮酸等刺激性强的味道难闻的物质。人吃下后，这些物质会刺激胃肠道，引起食物中毒，其症状是恶心、呕吐、腹痛，腹部不适，这种因油脂酸败发生的食物中毒，各地屡有发生。

（二）腐败变质产物引起食物的营养价值下降 腐败变质的食物除给人以感觉不适外，还会降低食用质量。由于腐败变质后，蛋白质、脂肪、糖被分解，故食物的营养成分分解，营养价值下降。

（三）腐败变质的同时会出现致病菌及产毒霉菌 由于腐败变质经常伴随大量的细菌出现或者伴有霉菌污染，故致病细菌以及引起食物中毒的霉菌、细菌出现的可能性就会增加，导致对人体产生食物中毒及肠道疾病的可能性增加。

第三节 食品腐败变质鉴定指标

食品腐败变质，一般通过感官、理化和细菌三方面的指标来鉴定。感官指标是指食品的外观颜色、味道、气味、结构、硬度等，可以通过目视、鼻闻、手摸和口尝等感官感觉来判定。这种方法简易可行，也比较准确，用在鉴定蛋白质含量高的动物性食品的腐败，效果较好。例如人的嗅觉对蛋白质分解气味极为敏感。富含蛋白质的食物腐败变质时，由于蛋白质分解，所以食品的硬度和弹性下降，组织失去原有的坚韧，因此不仅嗅觉有改变，食品的外形、结构也有改变，都可以从感官指标反映出来。

食品腐败变质的本质是其中的蛋白质、脂肪与糖发生了分解，分解过程中出现许多腐败变质产物，这些产物都是化学物质，通过化学分析的方法，可以将它们测定出来，例如蛋白质分解，先分解成为氨基酸，然后再脱羧、脱氨，分别形成胺类和羧酸、含硫的氨基酸分解后可形成硫化氢，以上这些化学物质都是蛋白质腐败变质的产物。正是因为食品腐败变质后产生许多化学物质，所以可以通过化学指标来鉴定食品的腐败变质。

一般鉴定蛋白质腐败变质，常用的化学指标是测定氨、胺类、硫化氢和挥发性盐基总氮。挥发性盐基总氮又称挥发性碱性总氮，这是指食品水浸液在硷性条件下能与水蒸气一起蒸馏出来的总氮量。用来鉴定油脂变质的化学指标，最常用者是测定酸度、过氧化物值、碘价及皂化价。用来鉴定糖类变质的化学指标，最常用的是测定酸度。

关于蛋白质腐败的物理指标，主要是根据蛋白质分解时，低分子物质增多这一现象，测定浸出液折光率、冰点、粘度及电导度等。

反映蛋白质腐败，可以用细菌指标，常测的项目有细菌总数和大肠菌群，不过该指标不一定是有用的直接的指标。细菌总数多时，在一定程度内反映食品的卫生质量下降，可以作为食品腐败的间接依据，故细菌指标仅供参考，不能准确地反映食品腐败变质的程度。

第四节 食品保藏与控制食品腐败变质

为了减少和控制食品腐败变质，人们研究出多种保藏食品的方法。良好的保藏食品的方法，可以保持食品的新鲜度，延缓或制止食品腐败变质，这对减少经济损失，提高食品的卫生质量、保障人民的健康，都有益处。

一、食品低温保藏

降低温度能使原为液体或半液体的微生物原生质的一部分变为冰，形成较硬的凝胶状态，如再进一步冷却，则更多的水可以变为冰，这样便起到抑制微生物生长能力的作用。另外，低温也能减低食物中酶的活性，因而降低并抑制了食物中营养成分的氧化作用。低温不能杀死微生物，当温度上升，冰融化后又回到微生物的原生质里，恢复其物理状态与生活能力，因此低温起到的只是抑制微生物生长的作用。

二、食品高温保藏

当提高食品的温度到达超过微生物的最适宜温度时，微生物的生活机能即减弱。如果进一步提高温度，初则出现微生物的热僵，继则出现微生物原生质胶体破坏的不可逆变化，以至死亡。高温保藏可以起到杀死微生物的作用，这一点与低温保藏所不同。高温保藏主要有高温灭菌法、微波加热法、微波加远红外线法等。

三、食品的脱水保藏

脱水保藏食品的原理在于应用干燥的方法来抑制食品中微生物的生长。微生物的细胞是由83%的水分组成的，其整个生命活动离不开水。如果营养物质得不到水将其溶解，就不能扩散到微生物的细胞内，因此微生物的生活能力便得到抑制。一般认为当食品的湿度低于原有湿度的30%时，细菌即可停止发育，如低于15%时，霉菌也停止发育。一般将食品中水分减少到14—15%以下，食品才能长期保存。常见的脱水保藏食品有奶粉、干菜、干鱼、肉松等。

四、提高氢离子浓度保藏

各种微生物，其发育最合适的氢离子浓度不全相同。腐败性及病原性微生物，在接近中性反应时，其发育最旺盛，酸类可阻止其发育，因此可利用提高氢离子浓度的方法来保藏食品，其方法有二，即酸渍法及酸发酵法。酸渍法是利用醋酸等食用酸来保藏食品，常见的酸渍食品有醋渍黄瓜、糖醋蒜等。酸发酵是利用发酵能产生酸的微生物，使其在食品中发酵产酸，从而抑制腐败菌的生长，乳酸发酵的食品有泡菜、酸菜等。

五、提高渗透压保藏食品

食品中加入高渗溶液以后，微生物在高渗环境中，其细胞原生质的水分可以渗出，呈现生理性干燥，使得细胞原生质收缩，因而微生物的生命活动受到抑制。可以利用这个道理来保藏食品，常用的方法有盐腌保藏和糖渍保藏二种，该法保藏的食品有腌鱼、腌菜、蜜饯果脯等。

六、化学防腐剂保藏食品

化学防腐剂是人工加进去的化学物质，加到食品上可以抑制食品微生物的发育，起到保藏食品的作用。使用化学防腐剂应有一定的卫生要求。最重要的是严格禁止使用对人体有害的化学防腐剂。水杨酸过去曾一度用于保藏酱油，但对人体有毒性，引起人体发疹、呕吐、恶寒，重者心力衰竭，因此目前各国均禁止使用，我国也不例外。 β -萘酚过去也一度用于酱油等食品的保藏，其防腐的效果较好，但对人体有毒，故国内已禁用。过去一些国家使用甲醛作为化学防腐剂，保藏牛奶，使牛奶经24小时至数日而不变质，由于甲醛能凝固蛋白质，在体内氧化成甲酸后引起酸中毒，故对人体有毒性，现也禁止使用。硼酸与硼砂过去也曾用于肉、肉制品、牛乳、乳制品、卵制品及酒类，但对人体有害，以硼酸防腐的食物，能妨碍消化酶的作用，对消化有害处，因此目前也已禁止使用。使用防腐剂，一定要慎重，只能使用国家允许使用的几种，而且所用的量应严格按照规定的使用量。如超过规定的限量，也会对

人体有害。我国准用的化学防腐剂有安息香酸（苯甲酸）及其钠盐、亚硫酸及其钠盐以及山梨酸等。使用化学防腐剂还应注意不能为了掩盖食物已经腐败变质，而加入防腐剂，这样作法对身体也不利。

七、辐射保藏食品（辐照保藏食品）

利用射线保藏食品，是原子能和平利用的一个重要内容，利用这种形式保藏食品，方法新、工艺简单、成本低、收效高，已在外国普遍开展，在国内也已应用，具有较好的发展前途。

辐射保藏食品最早的研究是于1940年，根据世界上几十个国家近40年的研究，特别是卫生安全性试验和辐射化学分析，充分证明辐照后的食品在卫生上是安全的。这一基本结论已载入“国际原子能机构/联合国粮农组织/世界卫生组织联合专家委员会的新闻公报”之中。1976年，世界卫生组织及联合国粮农组织正式规定土豆、小麦、面粉、鸡及草莓等几种食品为辐照安全食品，可以无条件地准许对它们使用辐照保藏。1980年11月上述三个国际机构作出结论认为10000戈〔瑞〕以下的剂量，对一切食品在毒理、杀菌和营养素保存方面都是安全可信的。我国从1985年开始，执行六种辐照食品卫生标准，这六种食品是大蒜、花生仁、鲜贮蘑菇、马铃薯、大米和洋葱。

在合理剂量下辐射后的食品不存在放射性物质在食品上的残留，食品不会产生感生射线（诱导射线）；不产生对人体有害的毒性物质，也不产生致癌物质，通过三代的动物繁殖试验证实不产生致畸等不良影响，在营养素的破坏损失方面与一般的烹调加工造成的营养素损失大致相仿，没有造成更大的破坏与损失。

八、抗菌素保藏法

常用抗菌素有青霉素、金霉素、四环素、氯霉素、土霉素等。主要用于保藏一些易腐食品，但不能防止生霉。用法为饲料混入法、体内注射法、食物加入法不等。在美国将四环素用于生鱼上的允许浓度为5 ppm，对未经烹调的鸡允许7 ppm（可保藏2—3周），奶允许加青霉素1单位/毫升。

抗菌素保藏时应当考虑到对人体的健康，长期少量抗菌素进入人体会造成对药物的抗药性，个别有过敏体质的人，还会产生对抗菌素的过敏反应，在美国过去曾发生过因为吃下含青霉素的牛奶，引起4例对青霉素过敏，出现皮肤荨麻疹的事例。因此在应用时需注意下列事项：

（一）凡不再加热烹调加工的食品不能用抗菌素保藏，要求加入食品中的抗菌素能在烹调加工中破坏。

（二）所选的抗菌素必须毒性很小，而杀菌力强，抗菌素分解后的产物无毒。

（三）严格控制抗菌素的用量。

九、缺氧保藏法

粮食、蔬菜、水果等植物性食品在保藏期间，因有需氧呼吸作用，能将食品中的糖类、脂肪分解为二氧化碳及水，并产生大量热，促使腐物寄生菌、霉菌等好氧菌及贮粮害虫大量繁殖；而食品在缺氧环境下，可以抑制细菌、霉菌等繁殖，起到延长食品贮藏期限的作用。

缺氧环境能保藏花生仁、咖啡、蛋糕、方便面条和干鱼片等并保持原有的色香味。

真空、低压、充氮等均属缺氧保藏。缺氧结合低温、干燥还可保藏肉、蛋等动物性食品。氮气为惰性气体，充氮可使食品处于氧的缺少状态。国外用防潮玻璃纸或内外两层聚乙烯薄膜间夹铝箔的容器装食物作充氮保藏，用以保藏茶叶。

此外，食品如用不透气薄膜袋包装，充填氮气或二氧化碳，或在气体置换时并用脱氧剂包装，可有效防霉、保色、防止脂肪氧化，已广泛应用于蔬菜、水果、奶粉、茶叶、火腿、香肠、花生、点心等食品。

本章提要

食品腐败变质的原因主要是微生物引起，个别情况下与酶、氧化作用有关。

食品腐败变质对人体健康有害处，鉴定食品腐败变质靠感官、理化和细菌诸指标。

控制食品腐败变质，主要的是靠各种形式的食品保藏方法，这些方法有高温、低温、脱水、提高氢离子浓度、提高渗透压、化学防腐剂、辐射、抗菌素及缺氧保藏方法。

本章复习思考题

1. 了解能引起食品腐败变质的细菌。
2. 食品腐败变质对人体健康的影响。
3. 食品腐败变质的产物及常用的鉴定指标。
4. 食品保藏的几种方法及保藏原理。

第二章 食品污染

第一节 概 述

食品污染是导致人体食饵性疾患和食物中毒的主要原因，预防食品污染是食品卫生工作中极重要的一项内容。食品在加工、运输、销售、贮存等过程中，常会受到各种污染，按污染的性质，可分为以下三类：

（一）生物性污染 主要有细菌与细菌毒素，霉菌与霉菌毒素，肠道病毒，通过食品传播的寄生虫与卵以及毁损食品的仓库害虫和鳞类等昆虫。

（二）化学性污染 主要有残留在动植物性食品中的各种农药、工业废水废物中的化学有害物质、有害重金属、多环芳烃-N-亚硝基化合物，来自容器包装材料与涂料的溶入食品中的原料物质、单体与助剂等。

（三）放射性污染 主要来自放射性物质的开采冶炼以及核爆炸、核废物的污染。

下面就生物性、化学性以及放射性污染的几个主要方面，予以介绍。

第二节 食品的细菌污染

由于食品理化性质、所处的外界条件与加工处理等因素的限制，只有一部分的自然界细菌存在于食品。食品的细菌有致病性、相对致病性和非致病性细菌。通过食品可以传播由细菌引起的人畜共患传染病，也可以引起人细菌性食物中毒。非致病性细菌能引起食品腐败变质，使食品出现异常颜色和气味，感官质量和卫生质量均下降。

一、常见的食品细菌

常见的致病菌有沙门氏菌、肉毒杆菌、结核杆菌、炭疽杆菌、布氏杆菌等；常见的相对致病性细菌有大肠菌属、变形杆菌、葡萄球菌、韦氏梭菌、蜡样芽孢杆菌等；常见的非致病性细菌中多半是腐败菌。腐败菌的种类多，最容易引起富含蛋白质食物的腐败变质。与食品腐败变质有关的细菌已在第一章食品腐败变质介绍过。

二、食品中细菌总数及其食品卫生意义

测定食品中细菌总数，目的是判定食品的卫生质量。许多国家的食品卫生标准中，都采用这一项指标，规定了各类食品细菌总数（菌落总数）的最高允许限量，我国也不例外。通常作法是通过平皿培养、菌落计数，计算出每毫升或每克食物的细菌（活菌）总数。食品细菌总数能反映食品清洁状态，在一定程度上也能反映食品的腐败变质程度，不过由于食品性质、细菌菌相以及所处的环境条件比较复杂，所以在某些情况下，也不能很好地预测食品的腐败程度。

三、大肠菌群、肠球菌及其食品卫生意义

大肠菌群包括肠杆菌科的埃希氏菌属、柠檬酸杆菌属、肠杆菌属和克雷伯菌属，其卫生学的意义是可以作为人和温血动物粪便污染的指示菌，因为大肠菌群都是直接或间接来自人与温血动物粪便。在食品卫生细菌学检验中，一般认为能够构成粪便污染的指示菌，必需具备以下条件：①仅来自肠道；②在肠道中数量较多，易于检出；③在外环境中能生存一定时间；④食物细菌检验方法简易敏感。一般讲，大肠菌群能满足上述要求。大肠菌群中的典型大肠杆菌出现，说明有了粪便的近期污染。其他三个菌属的出现，则说明有了粪便的陈归性污染，这是因为，这些菌属除直接来自粪便外，也可能来自典型大肠杆菌自体内排出后，在外环境中生存，7天—1个月后所产生的变异。由于大肠菌群在外环境中广泛存在，所以实际上它也可以作为食品的一般性污染的指示菌。

最近几年，有些学者建议将肠球菌，也列为反映粪便污染的指示菌。大肠菌群是嗜中温菌，在5℃以下的温度下，基本不能生长，因此不适用于低温菌占优势的水产食品，尤其是冷冻食品。但是如果用肠球菌，则可以克服以上缺点。肠球菌属链球菌科，链球菌属，革兰氏阳性，有长链，抵抗力较强，其自然宿主是人和其他动物的肠道，在人的肠道内，粪链球菌较为多见。

由于大肠菌群在粪便中数量较多，与肠道致病菌的来源相同，并且在一般条件下，在外环境中生存时间，与主要肠道致病菌一致，所以大肠菌群，还可以作为肠道致病菌污染食品的参考指示菌。

要求食品中完全不存在大肠菌群，实际上不大可能的，重要的是食品中大肠菌群的污染程度，也就是大肠菌群的菌量。关于大肠菌群的菌量，我国和许多国家均采用相当于100克或100毫升食品中的可能数来表示，简称为大肠菌群最近似数。该近似数在牛乳、清凉饮料、冷饮等均已应用。

第三节 食品的霉菌及其毒素污染

一、霉菌及其毒素概念

霉菌是菌丝体比较发达而又缺少较大子实体的一部分真菌的俗称。与食品卫生关系较密切的霉菌大部分属于曲霉菌属和镰刀菌属。

霉菌毒素既指霉菌在食品内的有毒代谢产物，也包含霉菌使食品成分转变成的有毒物质，但以前者为主。霉菌产毒只限于少数菌种中的一些个别菌株。一种菌种或菌株，可以产生几种毒素，而同一霉菌毒素，又可以由几种霉菌产生。

霉菌毒素，已知的大约有200种左右。一般均按其产生毒素的霉菌名称来命名。比较重要的有黄曲霉毒素、赭曲霉毒素、杂色曲霉毒素、岛青霉素、黄天精、展青霉素、桔青霉素等。

二、黄曲霉毒素

黄曲霉毒素是黄曲霉和寄生曲霉的代谢产物，毒性十分强。1961年即发现污染了黄曲霉的花生能使大鼠发生肝癌。1962年开始明确了产生肝癌的物质是黄曲霉毒素。

(一) 黄曲霉毒素的性质 黄曲霉毒素是一类结构类似的化合物，其基本结构都有二呋喃环和香豆素（氧杂萜邻酮），在紫外线下能发出荧光。黄曲霉毒素的毒性与结构有一定的关系，凡二呋喃环的末端有双键者，毒性较强，并有致癌性。

黄曲霉毒素耐热，在普通的烹调加工温度下，不致于破坏，在280℃时，可以发生裂解，因此毒性才被破坏。黄曲霉毒素在水中较难溶解，但易溶于油和一些有机溶剂内。

(二) 对食品的污染 黄曲霉毒素主要污染花生、玉米、大米和棉籽以及相应的花生油、棉籽油等。我国曾作过大规模的关于黄曲霉毒素的普查，发现我国南方高温高湿地区，粮食及花生很容易被污染，而华北、东北及西北地区，一般粮食花生受污染的较少见（个别除外）。

(三) 毒性

1. 急性毒性 根据黄曲霉毒素对动物的半数致死量来看，它属于剧毒毒物，毒性比氰化钾大，所谓半数致死量指的是给动物染毒后，或口服毒物后，引起50%动物死亡的剂量。动物对黄曲霉毒素的敏感性受种属、年龄、性别及营养状况的影响，一般看来，年幼动物、雄性动物较敏感，各种动物中，以鸭雏为最敏感，故常用鸭雏来作动物模型。

鸭雏的黄曲霉毒素半数致死量为：每公斤体重0.24—0.56毫克（指黄曲霉毒素B₁）中毒的表现有肝脏急性中毒，肝脏实质细胞坏死、肝脏出血。

2. 慢性毒性 黄曲霉毒素少量长时间地进入机体，可以出现慢性毒性，在实际生活中，慢性毒性的意义比急性为大，慢性中毒的主要表现是动物生长障碍、肝功能下降、肝硬变、胃肠道出血、肾小管病变等。

(四) 致癌性 黄曲霉毒素能使鱼类、禽类、猴和大鼠诱发实验性肝癌。黄曲霉毒素是目前发现的最强的对动物致癌的化学物质，其诱发肝癌的能力比二甲基亚硝胺高出75倍。除了慢性长期作用可诱发肝癌外，还有所谓一次大剂量的“冲击量”致癌，有人给大鼠一次剂量7毫克/公斤体重，共给15只雌鼠，26个月后有7只发生肝癌。除肝脏外，黄曲霉毒素也可使动物诱发出胃癌、直肠癌、小肠癌等。

(五) 黄曲霉毒素与人类健康的关系

1. 急性毒性 黄曲霉毒素剂量大时，可引起人急性中毒。1974年印度一些村庄，由于玉米收获时，正逢降雨，场地玉米严重霉变，村民吃下严重污染了黄曲霉毒素的玉米后，有397人发病、106人死亡。临床症状以黄疸为主，还有呕吐、厌食和发烧，重者出现腹水、下肢水肿、肝脾增大，肝硬变。死亡病例死亡前有胃肠道出血，死后解剖，见肝脏有广泛的肝内胆管增生，胆汁淤积。以上说明黄曲霉毒素侵犯了肝脏，造成肝脏急性中毒。

我国台湾省有三家农户39人吃下黄曲霉毒素含量高的发霉大米后，25人发生急性肝脏中毒。该大米每公斤含黄曲霉毒素225.9微克。

2. 黄曲霉毒素与人类肝癌流行病学 黄曲霉毒素能否引起人的肝癌？回答这一问题，目前只能从流行病学的资料分析着手。在亚非国家（包括我国）的肝癌流行病学调查研究中发现，似乎有一种趋势，即食物中黄曲霉毒素污染严重地区，人类的肝癌发病率也高。非洲撒哈拉沙漠以南的高温高湿地区，黄曲霉毒素污染食品较严重，当地居民肝癌发病多。反之，埃及等干燥地区，黄曲霉毒素污染不严重，居民肝癌发病少。菲律宾玉米和花生酱受黄曲霉毒素污染较严重地区的肝癌的发病率比一般地区高出7倍以上，我国的调查也看到有类似的规律，因此尽管目前还没有充分的证据说明黄曲霉毒素能引起人的肝癌，但流行病的资料提

示，黄曲霉毒素很可能与人的肝癌有关。

(六) 黄曲霉毒素的预防措施 预防黄曲霉毒素危害人类健康，主要应当从以下两个方面，采取措施。

1. 食品防霉 食品霉变需要有足够的湿度、温度和氧气，其中湿度尤其重要，因此防霉的重要措施是将食品的水分子予以控制。以粮食而言，从田间收获、晾晒、脱粒和入库、运输等过程中都应注意防霉。粮食收获后应将水分控制到安全水分之下。一般粮粒含水量在13%以下，玉米在12.5%以下，花生在8%以下，霉菌即不易繁殖，该水分即安全水分。粮食入仓库后，应有较好的通风设备，保持干燥，应经常检查相对湿度，采取降湿措施。虫害、鼠咬或脱粒时外皮损伤都使真菌容易侵入粮粒而繁殖，引起霉变，故应尽量减少损伤。选用和培育抗霉的粮油品种也有利于防霉。有些花生品种的外壳和外皮含有较多木质素或蜡质并具有排列密集的栅状结构，其外壳细胞膜也较厚，这些品种有抗霉能力。

2. 去除黄曲霉毒素 对于已被黄曲霉毒素污染的食品或怀疑含有黄曲霉毒素的发霉食物，如果用下列方法去除黄曲霉毒素，可收到一定的效果。

(1) 剔选、碾磨法 霉菌毒素的污染，往往集中于部分粮食，特别是霉坏的粮粒中，因此剔选可以部分去毒。有人试验，经人工挑选后，可使花生黄曲霉毒素含量从150ppb下降到3ppb(1ppb指的是1微克/公斤)。黄曲霉毒素多集中在含脂肪较多的谷胚和糠皮等部位，被污染的稻谷精碾后，筛除的米糠里黄曲霉毒素含量可达污染总量的95%；糙米精碾后，毒素含量下降38—74%；大米经重新回机处理后，毒素含量可下降42—52%。有人证明轻度污染黄曲霉毒素的稻谷及大米经碾磨后，黄曲霉毒素可达到国家食品卫生规定的标准。

(2) 吸附法 花生等植物油被污染了黄曲霉毒素后，用1.5%浓度的活性炭或白陶土进行吸附处理，可使含毒量减少。

(3) 生物学解毒法 有人比较了近1000种微生物破坏黄曲霉毒素B₁的能力，发现某些霉菌和霉菌孢子能破坏一部分黄曲霉毒素B₁，某些细菌也有这种作用，其中以橙色黄杆菌的作用最为显著，它可使牛奶、花生油、花生、花生酱以及玉米等食品中的黄曲霉毒素全部而迅速地遭到破坏，而对于大豆中黄曲霉毒素的去除率为86%。采用生物学方法去除黄曲霉成本低，收效大，有发展前途。

(4) 气体熏蒸法 广西和青岛粮食科研部门，应用氨化处理法，使污染了黄曲霉毒素的花生去毒，效果较好。具体的作法是：将含有黄曲霉毒素的花生仁，同含氨量25%的药用氨水或15%的农用氨水拌和，或用含氨量98%的工业用液氨在常温常压下经两天密封去毒，然后通过常规方法榨油，即可得到符合国家油品质量和卫生标准的花生油和花生饼。湖南长沙粮食部门用12.5公斤苍山子芳香油对污染黄曲霉毒素的125万公斤稻谷熏蒸三个月，使毒素含量由100ppb降至1.0ppb。

(5) 硷处理法 氢氧化钠对黄曲霉毒素有破坏作用。黄曲霉毒素在硷性条件下，可使其结构中的内酯环破坏，形成香豆素钠盐，由于香豆素钠盐溶于水，故加硷后再用水洗，即可将毒素去除。加硷加水洗可使油中黄曲霉毒素降至标准含量以下，甚至不能测出，加酸也不能测出。但水洗液和沉下油泥中含有大量毒素，须妥善处理。有人以2%浓度的碳酸钠处理污染黄曲霉毒素的玉米，煮10分钟左右，可使含175ppb黄曲霉毒素的玉米下降到检测不出来。处理后的玉米粉略带硷性，但不影响食用。