



普通高等教育“十二五”规划教材



食品卫生学

Food Hygiene

冯翠萍 主编

普通高等教育“十二五”规划教材

食品卫生学

冯翠萍 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品卫生学/冯翠萍主编. —北京:中国轻工业出版社,
2014. 8

普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5019-9833-3

I. ①食… II. ①冯… III. ①食品卫生学—高等学校—
教材 IV. ①R15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 153679 号



责任编辑:李亦兵 张磊 责任终审:唐是雯 封面设计:锋尚设计
版式设计:王超男 责任校对:吴大鹏 责任监印: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:三河市万龙印装有限公司

经销:各地新华书店

版次:2014年8月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.5

字数:358千字

书号:ISBN 978-7-5019-9833-3 定价:32.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 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邮购联系调换

130928J1X101ZBW

本书编写人员

冯翠萍 山西农业大学

侯丽华 天津科技大学

尤玲玲 天津农学院

云少君 山西农业大学

前 言

食品在生产、加工、贮藏、运输和烹调过程中均有可能受到有害物质的污染,以致降低食品的卫生质量,并有可能引起食源性疾病。因此,研究和了解食品中可能存在的有害物质、污染食品的途径、对人体健康的危害,预防和控制有害物质对食品的污染是食品卫生工作的一项重要内容。而食品卫生学是一门研究食品中可能存在的、威胁人体健康的有害因素及其预防措施,提高食品卫生质量,保护消费者安全的学科。通过对本课程的学习,学生能对食品中常见的污染物、各类食品的卫生问题等有所了解,并能够针对食品中存在的卫生问题进行预防控制和监测管理。

本书共分六章。第一章绪论,概括介绍了食品卫生学的概念、食品卫生学发展的历史、食品卫生学的主要任务和研究内容,使学生对该课程的学习形成一个明确的目标;第二章食品卫生概论,介绍食品中可能存在的污染物的种类、污染食品的途径及其预防措施;第三章食品生产企业的卫生管理,介绍食品工厂设计的卫生要求,食品贮运销卫生管理以及 GMP、SSOP、HACCP 等质量控制体系在食品中的应用;第四章各类食品的卫生,介绍常见的各类食品中出现的卫生问题及预防措施;第五章食物中毒及其预防,对食物中毒的概念、分类,以及各类食物中毒病原学、中毒表现、类型和预防措施进行介绍;第六章食品安全监督管理,介绍食品卫生监督管理的演变、内容及其相关法律规范体系。

本书力求体现知识新颖、内容丰富、条理清晰、论述简练、重点突出、科学实用等特点,可作为高等院校食品科学与工程、食品质量与安全及相关专业的教材,也可作为食品生产企业、食品科研机构、公共营养师等有关人士的参考书。

本书编写的具体分工如下:第一章、第三章、第四章由冯翠萍编写;第二章由侯丽华编写;第五章由尤玲玲编写;第六章由云少君编写。

全书由冯翠萍修订、统稿。

感谢大力支持该书出版的中国轻工业出版社。由于本书涉及内容广泛,而作者水平有限,书中疏漏和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2014年6月

目 录

第一章 绪 论	1
第二章 食品卫生概论	5
第一节 食品污染概述	5
第二节 细菌对食品的污染及其预防	7
第三节 霉菌及其毒素对食品的污染及其预防	21
第四节 药物对食品的污染及其预防	31
第五节 有害金属对食品的污染及其预防	40
第六节 有害化合物对食品的污染及其预防	47
第七节 容器及包装材料对食品的污染及其预防	60
第八节 食品用洗涤剂 and 消毒剂的卫生	69
第九节 食品添加剂的卫生	73
第十节 放射性物质对食品的污染及其预防	77
第三章 食品生产企业的卫生管理	81
第一节 概 述	81
第二节 食品厂、库建筑设计的卫生要求	82
第三节 食品贮存、运输、销售过程中的卫生管理	84
第四节 食品企业员工个人卫生管理	86
第五节 HACCP 在食品卫生管理中的应用	87
第四章 各类食品的卫生	113
第一节 粮豆及粮豆制品的卫生	113
第二节 蔬菜和水果的卫生	120
第三节 肉及肉制品的卫生	123
第四节 水产品的卫生	137
第五节 蛋及蛋制品的卫生	142
第六节 乳及乳制品的卫生	146
第七节 食用油脂的卫生	153

第八节 冷饮食品的卫生	158
第九节 酒类的卫生	162
第十节 罐头食品的卫生	166
第十一节 调味品的卫生	169
第十二节 水的卫生	173
第五章 食物中毒及其预防	184
第一节 食物中毒概论	184
第二节 细菌性食物中毒	188
第三节 真菌性食物中毒	200
第四节 有毒动植物食物中毒	203
第五节 化学性食物中毒	211
第六节 食物中毒的调查处理	219
第六章 食品安全监督管理	223
第一节 我国食品安全监管体制	223
第二节 食品卫生监督管理的内容	229
第三节 食品卫生法律、法规	233
参考文献	238

第一章 绪 论

教学目标

- (1) 掌握食品卫生学的概念；
- (2) 了解食品卫生学的发展历史；
- (3) 熟悉食品卫生学的主要内容和任务。

一、食品卫生学的概念

对于食品卫生的概念,世界卫生组织(WHO)1955年将食品卫生(Food Hygiene)定义为:从食品原料的生产、加工、制造及最后消费的所有过程,为确保其安全、完整及嗜好性所做的一切努力。

世界卫生组织(WHO)1996年又将食品卫生定义为:为确保食品安全性和适用性在食物链的所有阶段必须采取的一切条件和措施。

联合国粮食及农业组织和卫生组织2003年在《保障食品的安全和质量:强化国家食品控制体系指南》中将食品卫生定义为:食品链所有环节上的必要条件和措施,以确保食品安全和宜食用性。

食品卫生学是研究食品中可能存在的、威胁人体健康的有害因素及其预防措施,提高食品卫生质量,保护消费者安全的科学。

食品卫生学应用食品分析、微生物学、毒理学和流行病学方法研究食品中可能出现的有害物质及作用机理,为提高食品卫生质量,采取相应的预防措施,以及为制定食品安全标准提供依据。

人类依赖食物得以生存。但是人类的食物从种植(养殖)到收获(屠宰)、加工、贮藏、运输、销售等,各个环节都可能受到污染,以致降低食品的卫生质量,并有可能引起具有急性短期效应和慢性长期效应的食源性疾病。近年来,由于工业化的发展带来的环境污染问题,以及新技术、新材料、新原料的使用,致使食品受污染的因素日趋多样化和复杂化,一些老的污染物问题尚没有得到很好控制,又出现了不少新的污染物,一些过去不是食品中的主要污染物而今天却引发轰动全球的食品污染事件。从近年来国际上接连不断地发生的食品污染事件,就可以看出污染物对食品卫生危害的严重性,如1999年5月发生在比利时的二噁英污染鸡饲料事件,2000年年底至2001年年初发生在法国的李斯特菌污染肉酱和猪舌头事件,2000年6~7月发生在日本大阪的金黄色葡萄球菌肠毒素污染雪印牌低脂高钙牛乳事件,2008年发生在我国的三聚氰胺污染乳粉事件,2013年新西兰肉毒杆菌污染恒天然乳粉事件等。这一系列食品污染事件对人类的健康构成了严重威胁,引起了各国政府和国际组织的高度重视。一些国际组织和不少国家迅速采取措施以控制食品污染。

二、食品卫生学发展历史与展望

食品卫生学的发展经历了漫长的历史过程。

在我国,早在 3000 多年前的周朝,人们就知道通过控制一定的卫生条件,可酿造出酒、醋、酱油等发酵产品,而且设置了“凌人”,专司食品的冷藏防腐,说明当时人们已经注意到降低食品的贮藏温度可延缓食品的腐败变质。春秋时,人们已知食物的新鲜、清洁、烹饪和食物取材是否成熟等与人体健康有关,如中国古代最杰出的思想家孔子在《论语·乡党》中就有著名的“十不食”原则:“食饔而餲,鱼馁而肉败,不食。色恶,不食。臭恶,不食。失饪,不食。不时,不食。割不正,不食。不得其酱,不食。肉虽多不使胜食气。唯酒无量,不及乱。沽酒市脯,不食。不撤姜食,不多食。祭于公,不宿肉。祭肉不出三日,出三日不食之矣。”《韩非子·五蠹》中有“上古之世……民食果蔬蚌蛤,腥臊恶臭而伤害腹胃,民多疾病。”到了唐代,《唐律》规定了处理腐败变质食品的法律准则,如“脯肉有毒,曾经病人,有余者速焚之,违者杖九十;若故与人食并出卖,令人病者,徒一年,以故致死者,绞。”说明当时已认识到腐败变质的食品能导致人的食物中毒并可能引起死亡。在古代的医学典籍中,孙思邈的《千金翼方》中对于鱼类引起的组胺中毒,就有深刻而准确的描述。“食鱼面肿烦乱,芦根水解”。不仅描述了食物中毒的症状,而且指出了治疗对策。国外也有类似的记载,如公元前 400 年, Hippocrate 著《论饮食》。中世纪罗马设置的专管食品卫生的“市吏”等。穆斯林的传统习俗在《古兰经》五章三节中说:“安拉禁止你们吃自死物,血液、猪肉以及没有念安拉之名而宰杀的动物,安拉还禁止你们吃勒死的、捶死的、跌死的、舐死的野兽吃剩的动物。”《旧约全书》明确禁止食用猪肉、任何腐食动物的肉或死畜肉。但是,古代的食品卫生学只停留在感性认识和个别现象的总结阶段,未能构成一门系统的学科。

到 19 世纪初,由于自然科学的发展,才给现代食品卫生学的建立奠定了科学的基础。1833 年 Liebig 建立了食品成分化学分析法;1837 年 Schwann 提出微生物引起食品腐败变质的理论;1863 年 Pasteur 提出巴斯德消毒理论和应用;1885 年 Salmon 等发现了引起食物中毒的沙门菌。这些都是现代食品卫生学早期发展的里程碑,并由此结束了长达 100 多年的食物中毒妥美毒学说。后来,随着市场经济的发展,食品掺假伪造现象十分猖獗,因此在早期的食品卫生法规中,很多是针对食品掺假而制定,如 1851 年法国的《取缔食品伪造法》,1860 年英国的《防止饮食掺假法》,1906 年美国的《食品、药品、化妆品法》,1947 年日本的《食品卫生法》等。

在第二次世界大战后,全球经济的复苏使现代工业有了飞速发展,使人类生活水平有了很大提高。但由于盲目开发资源和无序生产,使环境污染日益突出,公害泛滥导致食品的严重污染。如 1956 年发生在日本的“水俣病”和 1958 年发生的“骨痛病”都是由于环境污染物通过食品进入机体后所引起的。为了保证食品安全,人类在食品污染方面进行了大量研究,包括食品污染物的种类来源、性质、危害风险调查,含量水平检测,开展预防措施以及监督管理措施等。这一时期,由于现代食品的出现和环境污染的日趋严重,发生或发现了各种来源不同、种类各异的食物污染因素,如黄曲霉毒素、单端孢霉烯族化合物、酵米面黄杆菌等引起食物中毒的病原菌;化学农药广泛应用所造成的污染、残留;多环芳烃化合物、*N*-亚硝基化合物、杂环胺等多种污染食品的致癌物;食品容器包装材料中污染物有毒金属和塑料、橡胶、涂料等高分子物质的单体及加工中所用的助剂;食品添加剂的使用也陆续发现一些毒性可

疑及有害禁用的品种。还有由于核废物排放不当、意外事故引起核泄漏等造成的放射性污染物。对这些污染因素的性质和作用的认知以及它们在食品中的含量水平的检测,制定其在食品中的残留限量、食品添加剂的人体每日容许摄入量、人群可接受危险水平(acceptable risk level)、食品安全性毒理学评价程序和食品卫生标准等一系列食品卫生技术规范,使食品卫生学的理论与方法得到了进一步发展。1963年,FAO/WHO成立了食品法典委员会(Codex Alimentary Committee, CAC),主要负责制定推荐食品卫生标准及食品加工规范,协调各国的食品卫生标准并指导各国和全球食品安全体系的建立。世界各国都制定了本国的食品卫生法及相关法律、法规。1990年,英国颁布了《食品安全法》;1997年,美国颁布了《食品安全行动计划》;2000年,世界卫生大会通过了《食品安全决议》,欧盟发表了《食品安全白皮书》;2003年,日本制定了《食品安全基本法》。我国于1995年正式颁布了《中华人民共和国食品卫生法》,经过修订,2009年又正式颁布了《中华人民共和国食品安全法》,并废止了《中华人民共和国食品卫生法》。进一步形成了较完善的食品卫生法律体系和食品卫生监督管理体系,从而使食品卫生监督管理工作进入了一个依法行政的新的历史发展时期。

现代食品卫生学的进步和发展,是与多学科的发展与交叉分不开的。分析化学、食品化学、物理学、食品微生物学、毒理学、流行病学、寄生虫学、分子生物学等都是取得食品卫生重大科研成果以及解决重大食品卫生问题中不可缺少的重要科学手段。如现代分析技术的发展,使食品中有害成分的最低检出限达 10^{-12} kg/kg水平;分子生物学技术在毒理学中的应用使科研人员能在DNA和RNA水平上研究食品污染物的致癌作用。

随着对食品卫生基础理论的研究和对食品卫生认识的不断深入,食品安全卫生质量的控制技术也得到了不断的完善和进步,食品的良好操作规范(good manufacture practice, GMP)、卫生标准操作程序(sanitation standard operation procedure, SSOP)、危害分析与关键控制点(hazard analysis and critical control point, HACCP)等食品质量安全控制体系应运而生,成为现代食品工业控制食品安全质量的非常重要的技术。

未来食品卫生学的发展趋势是以现代食品卫生监督管理的最新理论和技术成就,不断制定和修订各项食品卫生技术规范,并落实各项技术规范;不断完善法律法规,加强法制管理,明确执行机构人员的职责;研究导致食物中毒的新病原物质,提高食物中毒的科学管理水平,提高食品卫生合格率;进一步以风险分析理论与方法对各种污染物、食品添加剂等进行风险评估,以制定和修订食品安全标准;进一步完善食品安全质量控制体系;进一步扩大研究新的食品污染因素、各种食物致癌源、新的食品及加工过程中的食品卫生问题;提高对各种污染物的检测分析水平及大力发展快速检测技术;加强食品卫生知识的宣传教育,提高全社会的食品安全意识,形成全民关注,人人参与食品安全的社会氛围,促进食品产业健康发展。

三、食品卫生学的主要任务

①研究环境中的有害物质及其污染食品的途径,以及引起食物中毒的新病原,以采取有效的预防措施,保障食品的安全,保护消费者的健康。提高防止食物中毒的科学管理水平,探讨建立食源性疾病预防与处理规范。

②加强现代食品卫生与安全控制理论的研究和技术的开发,不断制定和修订各项食品安全与卫生技术规范,不断完善相应的法律法规,并加快实施,以保证食品生产企业的安全

生产。

③通过对食品进行安全风险评估,制定和修订食品的安全标准,规定最大使用量、残留量、每日允许摄入量,以保障人体健康。

④研究各国的食品卫生标准和法规,设定与破解“技术壁垒”,以保护我国的经济利益和广大人民群众的生命安全。

⑤加强与分析化学、食品化学、食品微生物学、食品毒理学等交叉学科的研究,并将最新的研究成果应用于食品卫生质量控制中,以保障食品安全。

⑥大力普及宣传卫生学知识,提高全社会的食品安全意识,形成全民关注,人人参与食品安全的社会氛围,促进食品产业健康发展。

⑦研究食物中毒的新病原,提高防止食物中毒的科学管理水平,探讨建立食源性疾病预防与处理规范。

⑧以法制为中心,完善我国食品卫生监督管理体制和机构;补充和修订食品安全法规、条例、标准、细则等,提高管理人员素质和工作效率。

四、食品卫生学研究的主要内容

1. 食品污染及其预防,包括污染的种类、来源、性质、作用、含量水平、监测管理以及预防措施

食品污染是造成食品卫生不合格的主要因素,在原料种植(养殖)、加工、贮藏、运输、销售、烹调等各个过程中,有毒有害物质均有可能通过各种途径进入食品,对人体健康造成危害。这些有害于人体健康的物质主要包括生物性污染物、化学性污染物和物理性污染物。

2. 各类食品的主要卫生问题

主要包括粮食及其制品、果蔬类、肉及肉制品、蛋及蛋制品、乳及乳制品、水产品、食用油脂、酒类、冷饮食品、罐头类食品、调味品、水的卫生及其管理。

3. 食物中毒及其预防

一些动植物和微生物均可引起食物中毒。一些动植物具有天然毒素,如河豚毒素、贝类毒素、龙葵素等;真菌也可产生毒素,如黄曲霉毒素、麦角毒素和赭曲霉毒素。食源性致病菌、病毒和寄生虫,如食品中沙门菌、大肠杆菌 O157: H7、猪链球菌、甲型肝炎病毒(HAV)等更是引发食物中毒的元凶。对这些污染物的生物学作用进行研究,可以为制定其在食品中的限量标准及控制措施提供依据。

4. 食品卫生监督管理

经济利益是企业追逐的核心目标,有些食品企业或食品经营者在缺乏有效卫生管理的情况下,将不符合卫生标准的食品卖给消费者,有的在食品中使用违禁化学物质,有的使用不卫生的原料加工食品,有的制造假冒伪劣食品。对这些不法行为,食品卫生工作者应该认真履行食品卫生监督管理职责,严格控制食品的卫生质量。

复习思考题

1. 什么是食品卫生学? 其研究的内容有哪些?
2. 简述食品卫生学的主要任务。

第二章 食品卫生概论

教学目标

- (1) 掌握食品污染的概念和分类,食品细菌污染的指标及卫生学意义;
- (2) 掌握食品腐败变质的原因和影响因素及其对人体健康的危害,鉴定指标,以及预防食品腐败变质的措施;
- (3) 熟悉细菌、霉菌及其毒素、农药、兽药、有毒金属、有害化合物、洗涤剂、消毒剂、放射性污染等污染食品的途径对人体的危害及其预防措施;
- (4) 了解食品添加剂的卫生问题。

第一节 食品污染概述

一、食品污染概念

食品污染是指在各种条件下,导致有毒、有害物质进入到食物,造成食品安全性、营养性和感官性状发生改变的过程。

食品在生产、加工、贮存、运输及销售过程中均会受到污染。污染后有可能引起具有急性短期效应和慢性长期效应的食源性疾病。

污染物是构成食品不安全的主要因素,解决这一问题一直是食品卫生工作的重要内容。在污染物中,生物性污染和化学性污染又是当前乃至今后相当长的一段时间我们面临的主要问题。特别是工业化的发展带来的环境污染问题,新技术、新材料、新原料的使用,致使食品受污染的因素日趋多样化和复杂化,一些老的污染物问题尚未得到很好控制,又出现了不少新的污染物。从近 10 多年来国际上接连不断地发生的食品污染事件,就可以看出污染物对食品卫生危害的严重性,如发生在比利时的二噁英污染畜禽饲料事件、比利时可口可乐污染事件,法国的李斯特菌污染熟肉罐头事件、日本的 O157: H7 大肠杆菌污染生拌色拉蔬菜事件,发生在我国台湾的塑化剂污染食品事件等。这一系列食品污染事件对人类的健康构成了严重威胁,引起了各国政府和国际组织的高度重视,一些国际组织和不少国家迅速采取措施以控制食品污染。

二、食品污染物的分类

根据污染食品有害因素的性质,可分为生物性污染物、化学性污染物和物理性污染物三类。

(一) 生物性污染物

1. 细菌与细菌毒素

从历史的总结资料来看,细菌性污染是涉及面最广,影响最大,问题最多的一种污染,而且未来这种现象还将继续下去。大部分的食品卫生问题是由于生物性因素引起的。生物性

污染最主要的是致病性细菌问题,以往一些常见的细菌性食物中毒尚未得到理想的控制而导致中毒事件频繁发生,如沙门菌、金黄色葡萄球菌、肉毒杆菌等,而新的细菌性食物中毒又不断出现,如大肠杆菌 O157: H7、李斯特菌等。因此,控制细菌性污染仍然是解决食品污染问题的主要内容。

2. 霉菌及其毒素

霉菌广泛存在于自然界中,其产生的毒素致病性强,因而随时都有可能污染食品从而给食品带来安全问题,如常见的霉变花生、大豆、谷物等易检出黄曲霉毒素 B₁。此外,霉菌广泛用于食品工业,新菌种的使用、菌种的变异、已使用的菌种是否产毒的问题等应引起我们的高度重视。

3. 病毒

虽然病毒不能在食品中增殖,但是与食品的细菌或霉菌污染不同,很少数量的病毒就可能引发感染(一般 $<10^3$ 个粒子),而且由于病毒具有很高的环境稳定性和组织亲和力,使得任何食物都可以成为病毒的载体。所以,食品一旦被病毒污染,可能会给人体健康带来严重威胁,如甲型肝炎病毒、禽流感病毒、轮状病毒、口蹄疫病毒、诺沃克病毒、朊病毒(引起疯牛病)等。

4. 寄生虫

目前,生吃水产品甚至一些其他动物肉类的行为在部分地区较普遍,这使得人们患寄生虫病的危险性大大增大,部分地区的食源性寄生虫发病率也逐年增加。通过病人、病畜的粪便间接污染水体或土壤而污染食品,如蛔虫、绦虫、中华枝睾吸虫以及旋毛虫等。

5. 昆虫

主要包括粮食中的甲虫、螨类、蛾类以及动物食品和发酵食品中的蝇、蛆等。

(二) 化学性污染物

1. 重金属

主要来源于工业“三废”,随着环保意识的提高及对环境污染的控制,重金属污染问题虽然得到逐步改善,但由于环境中的本底等原因,在短时间内要使食品中的重金属污染降至与国际接轨估计可能还有相当大的难度。

2. 农药、兽药、植物激素

随着高效、低毒、低残留农药的研制和一些高毒高残留农药的禁止使用,农药在食品中的残留问题也将得到改善。但由于有机氯类农药的特点,在今后的一段时间内该类农药的污染问题仍继续存在。

由于广泛使用以及有时出现的滥用现象,进而使兽药和植物激素在食品中的残留成为食品污染的新的焦点。兽药和植物激素给食品卫生带来的问题将成为食品卫生工作的重点之一。如 1996 年浙江、广东、北京相继出现因食用含有“瘦肉精”的猪肉、猪肝中毒。瘦肉精全名盐酸克伦特罗,为白色或类白色的结晶粉末,无臭、无苦,是一种强效激动剂,可选择性地作用于肾上腺,能引起交感神经兴奋,四肢、面部骨骼肌肉震颤,代谢紊乱。加入饲料中能增加猪的瘦肉出肉率。

3. 其他化学污染物

随着我国食品工业的飞速发展,食品产量、品种增加和质量的改进使大量化学物质进入食用范围,直接应用于食品的化学物质(如食品添加剂)以及间接与食品接触的化学物质

(如农药及污染物)日益增多。世界上市售的化学物质已达5万多种,其中食品添加剂估计有上千种。每年进入市场的新化学物质约100~1000种。人类长期接触这些化学物质后可能引起的毒性(包括致畸、致癌等)反应已引起广泛的重视。由于材料工业的迅速发展,食品容器、包装材料等所带来的食品污染问题同样应引起我们的高度重视。

(三) 物理性污染物

主要来源于复杂的多种非化学性的杂物,虽然有的污染物可能并不威胁消费者的健康,但是严重影响了食品应有的感官性状和/或营养价值,食品质量得不到保证。

1. 异物

来自食品产、贮、运、销的污染物,如粮食收割时混入的草籽、磁性金属物、液体食品容器池中的杂物、食品运销过程中的灰尘及苍蝇等。

2. 食品的掺假

如粮食中掺入的沙石、肉中注入的水、乳粉中掺入大量的糖等。

3. 食品的放射性污染

主要来自放射性物质的开采、冶炼、生产、应用及意外事故造成的污染。

第二节 细菌对食品的污染及其预防

一、食品中细菌污染的来源

细菌在自然界中分布十分广泛,不同的环境中存在的细菌类型和数量不尽相同。因此,食品从原料、生产、加工、贮藏、运输、销售到烹调等各个环节,常常与环境发生各种方式的接触,进而导致细菌的污染。食品细菌污染的来源主要有原料本身、环境、操作人员、机械和交叉污染等方面。

1. 食品原料本身的污染

食品原料品种多,来源广,细菌污染的程度因不同的品种和来源而异。凡是作为食品原料的动植物体在生活过程中,由于本身带有的细菌而造成食品的污染称为内源性污染,如畜禽在生活期间,其消化道、上呼吸道和体表总是存在一定类群和数量的微生物。当受到沙门菌、布氏杆菌、炭疽杆菌等病原微生物感染时,畜禽的某些器官和组织内就会有病原微生物的存在。

2. 生产、加工、贮藏、运输、销售过程中的污染

土壤、水、空气中含有大量的细菌,这些细菌可以通过接触而污染食品。不洁净的生产用水也是细菌污染食品的主要途径和重要污染源。生产车间内外环境不良,空气中细菌吸附在尘埃上,并通过尘埃沉降于食品。各种加工机械上附着有细菌,它们也可污染食品。运输工具、包装容器未经消毒就接触食品也可引起食品的细菌污染。

3. 从业人员的污染

从业人员不进行定期健康检查,不认真执行卫生操作规程,通过手、上呼吸道造成食品的细菌污染。

4. 烹调过程的污染

未烧熟煮透,生熟不分,食品中已存在或污染的细菌大量繁殖。

二、食品的细菌污染

(一) 食品中常见的细菌

由于食品的理化性质,以及所处的外界条件与加工处理等因素的限制,在食品中存在的细菌是自然界中的一部分,将食品中常见的细菌称为食品细菌,包括致病性细菌、相对致病性细菌和非致病性细菌。将共存于食品中的细菌种类及其相对数量的构成称为食品中的细菌菌相,其中存在于食品中相对数量较大的细菌,称为优势菌。它们是评价食品卫生质量的重要指标,也是研究食品腐败变质的原因、过程和控制方法工作中的主要对象。而这些细菌往往与食品出现特异颜色、气味、荧光、磷光以及对人的致病性有关。这类细菌一般有以下几个属。

1. 假单胞菌属 (*Pseudomonas*)

该属菌是食品腐败细菌的代表,为革兰阴性无芽孢杆菌,需氧,嗜冷,几乎所有的种都不能在酸性条件下生长。其营养要求简单,大部分菌种在不含维生素、氨基酸的培养基中仍能生长良好。该属细菌是典型的土壤和水生细菌,广泛分布于新鲜食品中,特别是果蔬、肉及肉制品、禽蛋类以及水产品中。假单胞菌属的细菌多具有较强的分解脂肪和蛋白质的能力,增殖速度快,一些种能在7℃的低温下生长,可产生荧光和水溶性色素、氨等氧化产物和黏液,引起食品变质,所以是导致冷藏食品腐败的重要细菌。例如,荧光假单胞菌(*P. fluorescens*)是引起低温贮藏的肉、乳及其制品腐败的常见细菌;菠萝软腐病假单胞菌(*P. ananas*)可引起菠萝果实腐烂。假单胞菌属中的一些种对动植物有致病性。例如,铜绿假单胞菌(*P. aeruginosa*)可引起动物的肺炎、肠炎、乳腺炎和伤口感染。

2. 微球菌属 (*Micrococcus*) 和葡萄球菌属 (*Staphylococcus*)

微球菌属为革兰阳性、好氧球菌,多数种可产生类胡萝卜素使其菌落呈现黄色、橙色或红色。该属细菌主要分布于哺乳动物的皮肤,多见于肉类、乳制品和植物类食品上。微球菌属对干燥和高渗透压有较强的抵抗力,所有的种均可在5%的NaCl环境中生长,是一种重要的食品腐败细菌,是引起动物性食品、豆类制品等食品腐败变质的重要细菌。

葡萄球菌属为革兰阳性兼性厌氧球菌,除个别种外,在好氧条件下生长更好,可产生金黄色、柠檬色、白色等非水溶性色素。葡萄球菌主要分布于动物的皮肤、皮肤腺体和黏膜上,主要通过带菌的皮肤接触或鼻腔物污染进入食品,其广泛存在于所有动物性食品及直接由人加工的食品中。该属细菌有很强的耐高渗透压能力,有的种可以在20%的NaCl环境中生长;具有较高的耐热性,但通常的食品加热加工步骤或烹饪温度可以有效地杀死葡萄球菌。葡萄球菌的污染通常发生在未经加热杀菌或加热不彻底的食品中,如腌制的火腿、生冷食品等。葡萄球菌属中的金黄色葡萄球菌(*S. aureus*)是一种主要的污染食品的致病菌,其可以代谢产生肠毒素等多种毒素和侵袭性酶。人食入金黄色葡萄球菌或其毒素污染的食品会引起急性肠胃炎等食物中毒症状。

3. 芽孢杆菌属 (*Bacillus*) 和梭状芽孢杆菌属 (*Clostridium*)

芽孢杆菌属为革兰阳性、好氧或兼性厌氧杆菌,能形成芽孢抵抗不良生存环境。其生理特性多样,从嗜冷到嗜热、嗜酸到嗜碱,在自然界分布广泛,是污染谷类、肉类和乳类食品的重要细菌。该属细菌与食品卫生学关系密切的菌种是其模式菌枯草芽孢杆菌(*B. subtilis*)以及两种病原菌炭疽芽孢杆菌(*B. anthraci*)和蜡状芽孢杆菌(*B. cereus*)。炭疽芽孢杆菌是引起

人畜共患病的病原菌。蜡状芽孢杆菌在自然界分布广泛,其可引起食物腐败,并可产生肠毒素、溶血素、呕吐毒素等引起食物中毒。淀粉类和乳类食品污染蜡状芽孢杆菌的机会很高。枯草芽孢杆菌常污染淀粉类和肉类食品,并通常使食品表面出现黏丝状或黏液状现象。

梭状芽孢杆菌属的多数种为专性厌氧菌,生长温度范围在 15 ~ 69℃,自然界中分布广泛,在土壤、水体沉淀物、人和动物肠道以及腐败物中都有分布,常污染香肠、罐头、发酵食品等。该属细菌的一些菌种能分泌外毒素和侵袭性酶类,引起食物中毒。例如产气荚膜梭菌(*C. perfringens*)常污染一些热处理不彻底的肉制品或冷冻调理食品,并可产生肠毒素;肉毒梭菌(*C. Botulinum*)可在污染食品中产生肉毒毒素,食用污染肉毒毒素的食物会引起恶心、头痛、视力模糊等症状,最后出现呼吸衰竭而导致死亡。

4. 肠杆菌科各属

这些属的细菌大多存在于人和动物的肠道中,是肠道菌群的一部分,与食品卫生学的关系非常密切,包括几类重要的引起食品污染的腐败菌和致病菌。

(1) 埃希菌属(*Escherichia*) 为革兰阴性兼性厌氧杆菌,代表菌种是大肠埃希菌(*E. coil*),简称大肠杆菌。绝大多数大肠杆菌是人和动物肠道的正常菌群之一,在土壤和水中可存活数月,是各类食品中常见的污染菌,也是食品和饮用水粪便污染的指示菌之一。大肠杆菌多数种不致病,某些血清型可产生肠毒素等致病因子而引起食物中毒。

(2) 沙门菌属(*Salmonella*) 为革兰阴性兼性厌氧杆菌。在自然界分布广泛,目前已知沙门菌超过 2400 种血清型,多数可致病,常污染肉、蛋、乳等食品。沙门菌不耐热和高渗透压,75℃、5min 或 60℃、30min 可将其完全杀死;其最适生长 pH 为中性,pH 在 9.0 以上和 4.0 以下对沙门菌有杀菌作用。虽然通常的食品加热等加工手段可以将沙门菌完全杀死,但是由于二次污染,沙门菌仍是目前报道的引起食物中毒最多的一种细菌,而且在报道引起沙门菌中毒的食品中,约 90% 源于肉等动物性食品。

(3) 志贺菌属(*Shigella*) 为革兰阴性兼性厌氧杆菌,是人类细菌性痢疾的致病菌。该属细菌对理化因素的抵抗力较其他肠道杆菌为弱,对酸敏感,60℃、10min 即可将其杀死。常污染果蔬、贝类、即食食品等。

(4) 肠杆菌属(*Enterobacter*) 为革兰阴性兼性厌氧杆菌,可发酵乳糖,广泛分布于土壤、水和食品中,为条件致病菌。该属菌中的阪崎肠杆菌(*E. cloaceae*)是引起新生儿坏死性小肠结肠炎、脑膜炎和脓血症的病原菌,其致死率高达 50% 以上。阪崎肠杆菌对温度的抗性比大多数的革兰阴性细菌强,在食品中通常通过粉状配方乳粉传播,其已被世界卫生组织确定为引起婴幼儿死亡的重要条件致病菌。我国国家标准《婴儿配方食品》(GB 10765—2010)对阪崎肠杆菌的要求是不得检出。

(5) 变形菌属(*Proteus*) 为革兰阴性棒状菌,经常呈现出多种形态而得变形菌属名。通常存在于人和动物肠道中,可以从许多蔬菜和肉制品,特别是在高温条件下的食品腐败物中分离到该属菌种。变形菌具有很强的蛋白质分解能力,是重要的食品腐败菌之一。

(6) 哈夫尼菌属(*Hafnia*) 为革兰阴性棒状菌,在人和动物粪便、土壤、水和乳制品中多有分布,可产生红色色素,在冷冻肉制品以及蔬菜的腐败中起着十分重要的作用。

(7) 耶尔森菌属(*Yersinia*) 为革兰阴性杆菌。该属中与食品关系密切的菌是小肠结肠炎耶尔森菌(*Y. enterocolitica*),该菌广泛分布于自然界,不耐热,60℃、3min 即可将其杀死,但抗低温能力很强,可在 -2 ~ 45℃ 条件下生长。在真空包装的肉制品、海产品、蔬菜等食品中

都可分离到小肠结肠炎耶尔森菌,在所有的食物来源中,猪是小肠结肠炎耶尔森菌的主要来源。

5. 弧菌属(*Vibrio*)与黄杆菌属(*Flavobacterium*)

弧菌属为革兰阴性兼性厌氧杆菌,自然界中分布广泛,以水体分布最为普遍。该属中与食品关系密切的主要包括副溶血性弧菌(*V. parahaemolyticus*)、霍乱弧菌(*V. cholerae*)、创伤弧菌(*V. vulnificus*)等。水产品中该属菌检出率较高,是引起水产品腐败和食物中毒的一类重要的细菌。

黄杆菌属为革兰阴性棒状杆菌,以利用植物中的糖类生成黄、红色色素而著称。该属中一些菌种为嗜冷菌,常引起冷冻蔬菜和肉制品的腐败。

6. 嗜盐杆菌属(*Halobacterium*)与嗜盐球菌属(*Halococcus*)

革兰阴性需氧菌。其特点是在含高浓度(28%~32%,至少12%以上)食盐的食品中生长,多见于极咸鱼类,并且可产生橙红色素,使食品变红。

7. 乳杆菌属(*Lactobacillus*)与乳球菌属(*Lactococcus*)

乳杆菌属和乳球菌属均为革兰阳性菌,可发酵乳糖产生乳酸,广泛分布于乳制品、肉制品和植物制品中,是人和许多动物口腔、消化道的正常菌群。它们在食品工业中常用于生产乳酸或发酵食品,污染食品后也可引起食品变质,罕见有致病性。

(二) 评价食品卫生质量的细菌污染指标及卫生学意义

评价食品卫生质量的细菌污染指标是根据食品卫生的要求,从微生物学的角度,对各种食品提出的具体指标要求。我国原卫生部颁布的细菌污染指标主要包括菌落总数、大肠菌群和致病菌。

1. 菌落总数(Colony Amount)

(1)定义 菌落总数是指每克、每毫升或每平方厘米食品在严格规定的条件下(样品处理、培养基及其pH、培养温度与时间、计数方法)培养,使适应这些条件的每一个活菌细胞都生成一个个肉眼可见的菌落,其结果称为该食品的菌落总数。以菌落形成单位(Colony Forming Unit, cfu)表示。在许多国家(包括我国)的食品卫生标准中,都采用这一项指标,并规定了各类食品菌落总数的最高允许限量。

(2)食品菌落总数在食品中的卫生学意义

①食品清洁状态的标志:因为食品中细菌污染数量不一定代表食品对人体健康的危害程度,但它却反映食品的卫生质量,以及食品在生产、贮存、运输、销售过程中的卫生措施和管理情况。

②作为评定食品腐败变质的程度(新鲜度)的指标:因为食品中细菌在繁殖过程中可分解食品成分,所以食品细菌数量越多越能加速食品腐败变质。如菌落总数为 10^5 cfu/cm²的牛肉在0℃时可保存7d,而当菌落总数为 10^3 cfu/cm²时,同样条件下可保存18d。但是由于食品性质、细菌种类以及所处环境条件较复杂,从生态学上分析,细菌存在着相互制约与菌丛平衡的现象,当细菌数量少时,有时菌丛平衡被破坏,某种腐败菌反而出现优势,因此关于食品细菌菌落总数与食品腐败程度之间对应关系的研究仍待进一步探讨。

2. 大肠菌群(Coliform group)

(1)定义 指在一定培养条件下能够发酵乳糖、产酸产气的需氧或兼性厌氧革兰阴性无芽孢杆菌。