



普通高等教育“十二五”规划教材

兽医公共卫生系列教材

食品病原微生物学

FOOD PATHOGENIC
MICROBIOLOGY

主编◎柳增善 任洪林 孙鸿斌



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材
兽医公共卫生系列教材

食品病原微生物学

柳增善 任洪林 孙鸿斌 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

食品病原微生物是引发食品安全问题的主要因素及核心问题,占食品安全问题的60%~70%,是食品安全永恒的主题和刚性需求。本书以全新的框架和理论系统地论述了食品病原微生物学的基本理论、新现病原和发展趋势,鸟瞰了当今世界食品中病原生物与食品的相互关系及全貌,明晰了食品病原的界限并使食品病原微生物学理论系统化,对食品的生物安全因子做了全面论述。全书共分7部分,分别对食品病原微生物的分类、分布,食品内外环境因素与微生物生长的关系,食物传播性病原微生物的致病性与感染,食物中毒性病原微生物,食物感染性病原微生物,食物感染性寄生虫,食品病原微生物检验的理论基础等内容做了系统阐述。本书在病原种类上做了最为全面的介绍,特别是介绍了新近发现的一些与食品安全相关的病原,丰富了食品安全的系统理论;对食物中毒性毒覃进行了简要介绍,但因篇幅所限,对常见毒蘑菇只列名称,其内容省略;对食品病原微生物检验的基本理论做了简要论述,从而指导检验的正规实施。本书采用了大量图片,使读者能直观、形象地理解病原的形态特征,便于识别和检验鉴别,也方便教学和学生使用(如果教学需要相关图片,可向 zslu1959@sohu.com 索取)。

本书适合作为食品安全、预防医学、公共卫生、兽医公共卫生、动物医学、动植物检疫、动物科学、生物技术、环境保护、临床医学、医学检验、野生动物保护等相关专业研究生教材使用;同时也是疾病预防控制中心、动物防疫检疫、动物临床、医学临床、医学检验、环境保护、食品安全等工作者和教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品病原微生物学/柳增善,任洪林,孙鸿斌主编. —北京:科学出版社,2015.11

普通高等教育“十二五”规划教材 兽医公共卫生系列教材

ISBN 978-7-03-046468-2

I. ①食… II. ①柳…②任…③孙… III. ①食品微生物-病原微生物-高等学校-教材 IV. ①TS201.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 277235 号

责任编辑:吴美丽 孙 青 / 责任校对:钟 洋

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:庆全新光

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年11月第 一 版 开本:890×1240 1/16

2015年11月第一次印刷 印张:22 3/4

字数:700 000

定价:55.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

编写人员名单

主 编 柳增善 任洪林 孙鸿斌
副主编 刘明远 吴广智 胡 盼 柳溪林 孟宪荣 黄金林
 白 雪 卢士英 李岩松 张 英

编写人员(按姓氏汉语拼音排序)

白 雪	(吉林大学)	鲁会军	(军事医学科学院 军事兽医研究所)
崔 成	(吉林大学)	孟宪梅	(吉林工商学院)
段 铭	(吉林大学)	孟宪荣	(华中农业大学)
冯小丽	(中国科学院 昆明动物所)	任洪林	(吉林大学)
盖冬雪	(吉林大学)	孙鸿斌	(吉林大学中日联谊 医院)
关振宏	(吉林大学)	孙 宇	(吉林大学)
胡 盼	(吉林大学)	佟伟华	(吉林大学第一临床 医院)
黄金林	(扬州大学)	王 琳	(吉林大学)
金 雯	(吉林大学)	王新平	(吉林大学)
李 宏	(吉林大学中日联谊 医院)	王学林	(吉林大学)
李 萌	(吉林大学)	王 洋	(吉林大学)
李岩松	(吉林大学)	吴广智	(吉林大学中日联谊 医院)
李兆辉	(吉林大学)	杨 丽	(吉林大学)
刘明远	(吉林大学)	尹继刚	(吉林大学)
刘楠楠	(吉林大学)	于 录	(吉林大学)
刘文森	(军事医学科学院 军事兽医研究所)	于师宇	(福建出入境检验 检疫局)
刘晓雷	(吉林大学)	张俊辉	(吉林大学)
刘艳艳	(吉林大学)	张茂林	(吉林大学)
柳溪林	(吉林大学中日联谊 医院)	张 嵩	(吉林大学)
柳增善	(吉林大学)	张 英	(吉林大学)
卢 强	(吉林大学)	张媛媛	(吉林大学)
卢士英	(吉林大学)	周 玉	(吉林大学)

前言

食品病原微生物和生物毒素种类繁多、来源广泛、危害巨大,是引发食品安全问题的主要因素及核心问题,不仅严重危害人类健康,而且也是确保食品安全永恒的主题和刚性需求。只要有生物的环境就会存在食品病原的安全问题,且不会因社会变更、历史阶段、人为和环境因素等改变而消失。就食品安全规律而言,越是发达的国家,食品病原微生物问题越突出。在全国食品安全形势总体向好、法律法规和监控措施不断完善的情况下,生物性食品安全问题必将越来越显现其重要地位。我国的各种类型食品安全评价中,食品病原微生物都是首检和必检项目,是食品安全的重要评价指标。包括病原微生物在内的食品安全是长期的、复杂的、艰巨的综合性社会问题。相对于食品化学性污染而言,食品病原微生物是食品安全的“重中之重”。

病原微生物引发的食品安全问题在防控上具有群发、暴发、宿主范围广、传播速度快、社会影响大和控制难度大等特点,严重时甚至会危及社会稳定。食品病原微生物导致的食源性疾病和食品安全已经成为我国重大的公共卫生问题。每年因食品病原微生物污染和食源性疾病给农业、养殖业、食品产业和进出口贸易等造成巨大损失。随着环境压力、人们生活方式的改变,病原也在不断变异,引起人类疾病的模式也在不断更新,防控难度越加困难。一些小规模发生的病原、混合发生的病原以往注意不够,现在可能突出出来或扩大发生范围;一些原来致病性不强的或非致病性病原现在获得了致病性基因,也成为流行较为广泛的食源性病原。还有一些生物毒素我们认识的也不充分,随着环境变化,对人类的毒性也是备受世界食品安全界重视。

食品病原微生物是威胁人类健康和社会经济发展的重要公共卫生问题。近5年,我国每年微生物和生物毒素引起的食源性疾病报告起数和发病人数均占全部报告数的60%以上,仍然是食品安全防控的重中之重(发达国家食品病原微生物问题更加突出),是一个必须持续关注的重要食品安全问题。2008~2012年原卫生部(网络)直报共收到食源性疾病暴发事件1244起,累计发病44 856人,死亡749人。其中微生物和生物毒素引起的食源性疾病暴发事件数、患者数和死亡人数分别占71%、79.6%和62%。食物中毒主要包括沙门菌、副溶血性弧菌等7种细菌,还有毒蘑菇、真菌毒素、细菌毒素等。食品和水源性病毒感染也是重要的食品安全问题,包括禽流感病毒、诺如病毒、手足口病病毒、甲型肝炎病毒、戊型肝炎病毒等,2014年2月浙江省嘉兴市因桶装饮用水污染诺如病毒感染511人。食源性寄生虫安全问题也理应得到普遍关注,是食品安全的重要问题。

生物性病原引起的食源性疾病为食品卫生与安全问题的的重要组成部分,通过食入、饮水或接触等途径而使人患病。对于一些还不能十分确定的病原,是否为食源性还在进一步探讨;有些较大规模暴发的疾病肯定与食品有关的病原体,如SARS病毒、禽流感病毒、猪链球菌等病原;有些食品病原人们还不是很熟悉,如产毒藻类和有毒蕈;还有些食品病原目前还难以用常规的或实验室方法分离获得,对其形态鉴别还很困难,只能用免疫学方法或分子生物学方法检测等。因此,食品病原的范围在扩大,所累及的食品、传播方式在更新,内容在扩展。有必要对这些病原或新出现的病原进行系统研究,特别是食品安全专业的学生,更应该系统学习和研究。

人们食用的食品种类繁多,通过食物所传播的病原也各种各样,有细菌、病毒、立克次体、产毒藻类、寄生虫及蕈等大型真菌等不同种类,有些肉眼看不见,非常微小,甚至用电子显微镜才能看到;而有些病原体十分巨大,如绦虫、毒蕈,直径或长度可达几米;产生的毒素形式繁多,大的毒素如肉毒毒素达13万Da,有些藻类毒素只有一百至几百道尔顿。本书是一部主要针对经食品入口而引起疾病的病原教材,但对经食品媒介传播感染人类也作了相关介绍,对已经确定传播途径的病原收录入内,对其传播途径还有争议的病原没有收录。现有的相关专著、教科书对真菌毒素的描述较为详细,但对病原体本身却鲜有描述,在实际工作中对这类病原的检验往往是先分离出病原后再进行毒素的检测。这为病原体的鉴别带来很多困难,即使是很专业的人员也很难对这些不常见的病原体进行鉴定,本书对真菌菌体进行了较为详细描述。检验技术方面,本书以常规检验技术和最基本技术为主,并简要介绍一些最新的快速检验技术。一些过去认为对人不致病或不能通过食品传播的病原,现在却被认为是重要的食品致病微生物,如坂崎杆菌、立克次体、食物中毒性藻类和一些鲜为人知的寄生虫等,尤其是产毒藻类的生物学特性和毒素基本特性、图片等,在本书中都作了系统的论述,这是以往教材中很少见到的。本书共收集了500多种食品病原微生物,主要对其基本生物学特性进行描述,并对每一个病原体配备图片,增加了感性认识,具有较高的参考价值。本书所收集的病原微生物是现在已知并

确定为食品传播、对人有致病性的微生物,种类相对齐全,是相关大专院校教师、学生,尤其是食品质量与安全专业学生,以及进出口检验检疫、疾病控制中心、各类食品卫生与安全工作者实用的教科书或参考书。

本书在经典理论上,力求反映国际上最新动态,也包括很多以往著作中没有涉及的病原体,希望为食品卫生与安全工作者提供有价值的参考资料和基本信息。虽然编者著书态度认真,付出了较大努力,力求全面反映食品病原微生物学更多的科学问题,但由于目前学术资料和个人能力的局限,难免有不足之处,恳请各位批评指正,提出宝贵建议(发至邮箱:zslu1959@sohu.com),深表谢意!如果因教学等需要书中图片,可向该电子邮箱索取。

本书的出版得到吉林大学“优秀研究生教材出版资助计划”出版基金的支持,并在全体编写人员的鼎力支持下完成,在此深表感谢。同时也感谢科学出版社编辑的精心指导。

柳增善

2015年8月于吉林大学

目 录

前言

1 食品病原微生物的分类、分布	01	3.1.1 细菌的侵袭力	012
1.1 食品病原性细菌的分类	01	3.1.2 细菌的毒素	012
1.1.1 种	01	3.2 病毒感染	013
1.1.2 变种	01	3.2.1 病毒对细胞的损伤作用	013
1.1.3 亚种	01	3.2.2 构成机体病毒感染的因素	014
1.1.4 型	01	3.2.3 病毒感染的类型和机制	014
1.1.5 菌株	02	3.3 真菌的毒性因素	015
1.1.6 群	02	3.3.1 真菌产毒特点	015
1.1.7 生理学与生物化学分类法	02	3.3.2 真菌毒素的毒性作用	016
1.1.8 遗传学分类法	02	3.4 引起人中毒和感染的必要条件	016
1.1.9 微生物命名	03	3.5 中毒和感染的类型和结局	016
1.2 食品传播性病毒的分类	03	3.6 食源性病原流行病学	016
1.2.1 病毒的分类规则	03	3.6.1 食源性疾病流行特点	016
1.2.2 病毒的命名规则	04	3.6.2 引起食源性疾病暴发因素	017
1.2.3 病毒的命名	04	3.7 食品致病菌的卫生标准	017
1.3 食品产毒性真菌的分类	05	3.7.1 动物性食品的安全性评价体系	017
1.3.1 分类的目的和依据	05	3.7.2 食源性病原微生物风险评估	019
1.3.2 真菌分类名称和等级	05	4 食物中毒性病原微生物	022
1.3.3 真菌的命名	06	4.1 食物中毒的概念及分类	022
1.4 食品传播性寄生虫的分类	06	4.1.1 食物中毒及食物中毒性细菌	022
1.4.1 寄生虫的分类	06	4.1.2 食物中毒分类及细菌性食物中毒特点	022
1.4.2 寄生虫命名规则	06	4.2 食物中毒的调查处理	022
1.5 藻类分类	07	4.2.1 食物中毒现场调查	022
1.6 食品微生物的分布	07	4.2.2 样品采集和检验	022
2 食品内外环境因素与微生物生长的关系	08	4.2.3 食物中毒现场的最后处理	023
2.1 食品内环境因素对微生物的影响	08	4.3 食物中毒性细菌	023
2.1.1 食品中的酸碱环境	08	4.3.1 沙门菌属	024
2.1.2 含水量	09	4.3.2 变形杆菌属(<i>Proteus</i>)	031
2.1.3 氧化还原电势	09	4.3.3 致病性大肠杆菌(<i>Pathogenic E. coli</i>)	035
2.1.4 营养成分	09	4.3.4 小肠结肠炎耶尔森氏菌(<i>Yersinia enterocolitica</i>)	042
2.1.5 抗微生物成分	09	4.3.5 副溶血性弧菌(<i>Vibrio parahaemolyticus</i>)	046
2.1.6 生物结构	010	4.3.6 空肠弯曲菌(<i>Campylobacter jejuni</i>)	050
2.2 食品的外在因素	010	4.3.7 蜡样芽胞杆菌(<i>Bacillus cereus</i>)	053
2.2.1 食品的贮藏温度	010	4.3.8 金黄色葡萄球菌(<i>Staphylococcus aureus</i>)	055
2.2.2 环境的相对湿度	010		
2.2.3 环境中的气体	010		
2.2.4 其他微生物及其活性	011		
3 食物传播性病原微生物的致病性与感染	012		
3.1 构成病原菌的毒力因素	012		

4.3.9	肉毒梭菌(<i>Clostridium botulinum</i>)	058	4.4.20	构巢曲霉(<i>Aspergillus nidulans</i>)	133
4.3.10	魏氏梭菌(<i>Clostridium welchii</i>)	062	4.4.21	焦曲霉(<i>Aspergillus ustus</i>)	134
4.3.11	志贺氏菌属(<i>Shigella</i>)	067	4.4.22	链霉菌(<i>Streptomyces</i>)	135
4.3.12	坂崎肠杆菌(<i>Enterobacter sakazakii</i>)	071	4.4.23	青霉菌属(<i>Penicillium</i>)及相关毒素	136
4.3.13	链球菌(<i>Streptococcus</i>)	076	4.4.24	黄绿青霉(<i>Penicillium citreo-viride</i>)	136
4.3.14	猪链球菌(<i>Streptococcus suis</i>)	079	4.4.25	岛青霉(<i>Penicillium islandicum</i>)	137
4.3.15	粪链球菌(<i>Streptococcus faecalis</i>)	081	4.4.26	橘青霉(<i>Penicillium citrinum</i>)	138
4.3.16	椰毒假单胞菌酵米面亚种(<i>Pseudomonas cocovenenans</i> subsp. <i>farinofermentans</i>)	082	4.4.27	展青霉(<i>Penicillium patulum</i>)	140
4.3.17	河弧菌(<i>Vibrio fluvialis</i>)	086	4.4.28	圆弧青霉(<i>Penicillium cyclopium</i>)	141
4.3.18	拟态弧菌(<i>Vibrio mimicus</i>)	089	4.4.29	皱褶青霉(<i>Penicillium rugulosum</i>)	142
4.3.19	创伤弧菌(<i>Vibrio vulnificus</i>)	090	4.4.30	产紫青霉(<i>Penicillium purpurogenum</i>)	142
4.3.20	霍利斯弧菌(<i>Vibrio hollisae</i>)	092	4.4.31	红色青霉(<i>Penicillium rubrum</i>)	143
4.3.21	溶藻弧菌(<i>Vibrio alginolyticus</i>)	094	4.4.32	娄地青霉(<i>Penicillium roqueforti</i>)	144
4.3.22	嗜水气单胞菌(<i>Aeromonas hydrophila</i>)	095	4.4.33	普通青霉(<i>Penicillium commune</i>)	144
4.3.23	类志贺邻单胞菌(<i>Plesiomonas shigelloides</i>)	098	4.4.34	纯绿青霉(<i>Penicillium viridicatum</i>)	145
4.3.24	香港海鸥形菌(<i>Laribacter hongkongensis</i> gen. nov. sp. nov.)	101	4.4.35	疣孢青霉(<i>Penicillium verruculosum</i>)	146
4.3.25	弓形菌(<i>Arcobacter</i>)	102	4.4.36	变幻青霉(<i>Penicillium variable</i>)	146
4.3.26	克雷伯氏菌(<i>Klebsiella</i>)	104	4.4.37	镰刀菌(<i>Fusarium</i>)及其毒素	147
4.3.27	柠檬酸杆菌(<i>Citrobacter</i>)	105	4.4.38	禾谷镰刀菌(<i>Fusarium graminearum</i>)	147
4.3.28	爱德华氏菌(<i>Edwardsiella</i>)	106	4.4.39	梨孢镰刀菌(<i>Fusarium poae</i>)	148
4.3.29	哈夫尼亚菌(<i>Hafnia</i>)	107	4.4.40	拟枝孢镰刀菌(<i>Fusarium sporotrichioides</i>)	149
4.4	中毒性真菌及其毒素	109	4.4.41	三线镰刀菌(<i>Fusarium tricinctum</i>)	149
4.4.1	黄曲霉(<i>Aspergillus flavus</i>)及黄曲霉毒素	115	4.4.42	串珠镰刀菌(<i>Fusarium moniliforme</i>)	150
4.4.2	赭曲霉(<i>Aspergillus ochraceus</i>)及赭曲霉毒素	119	4.4.43	雪腐镰刀菌(<i>Fusarium nivale</i>)	152
4.4.3	烟曲霉(<i>Aspergillus fumigatus</i>)及烟曲霉毒素	121	4.4.44	尖孢镰刀菌(<i>Fusarium oxysporum</i>)	153
4.4.4	杂色曲霉(<i>Aspergillus versicolor</i>)	122	4.4.45	茄病镰刀菌(<i>Fusarium solani</i>)	153
4.4.5	寄生曲霉(<i>Aspergillus parasiticus</i>)	124	4.4.46	木贼镰刀菌(<i>Fusarium equiseti</i>)	154
4.4.6	疏色曲霉(<i>Aspergillus sulphureus</i>)	124	4.4.47	镰刀菌毒素及其检测	155
4.4.7	棒曲霉(<i>Aspergillus clavatus</i>)	125	4.4.48	麦角菌属(<i>Claviceps</i>)	159
4.4.8	巨大曲霉(<i>Aspergillus giganteus</i>)	126	4.4.49	甘薯黑斑病菌(<i>Ceratostomella fimbriata</i>)	160
4.4.9	酱油曲霉(<i>Aspergillus soyae</i>)	126	4.4.50	葡萄穗霉(<i>Stachybotrys</i>)	162
4.4.10	炭黑曲霉(<i>Aspergillus carbonarius</i>)	127	4.4.51	交链孢霉(<i>Alternaria</i>)	163
4.4.11	佩特曲霉(<i>Aspergillus petrakii</i>)	128	4.4.52	木霉属(<i>Trichoderma</i>)	164
4.4.12	菌核曲霉(<i>Aspergillus sclerotiorum</i>)	128	4.4.53	头孢霉属(<i>Cephalosporium</i>)	164
4.4.13	孔曲霉(<i>Aspergillus ostianus</i>)	129	4.4.54	单端孢霉属(<i>Trichothecium</i>)	165
4.4.14	蜂蜜曲霉(<i>Aspergillus melleus</i>)	129	4.4.55	节菱孢属(<i>Arthrinium</i>)	165
4.4.15	洋葱曲霉(<i>Aspergillus alliaceus</i>)	130	4.4.56	降低真菌毒素污染食品的良好农业操作规范	166
4.4.16	黑曲霉(<i>Aspergillus niger</i>)	131	4.5	食物中毒性藻类及其毒素	167
4.4.17	土曲霉(<i>Aspergillus terreus</i>)	131			
4.4.18	白曲霉(<i>Aspergillus candidus</i>)	132			
4.4.19	米曲霉(<i>Aspergillus oryzae</i>)	133			

4.5.1 藻类及其毒素的食品卫生学意义概述	167	5.8 猪丹毒杆菌(<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>)	218
4.5.2 双鞭甲藻(<i>Dinoflagellate</i>)及其毒素	168	5.8.1 食品卫生学意义	218
4.5.3 甲藻贝毒素	175	5.8.2 生物学特性	218
4.5.4 甲藻贝毒素的综合防制	182	5.8.3 细菌学检验	219
4.5.5 硅藻(<i>Diatom</i>)及其毒素	182	5.8.4 卫生评价与处理	219
4.5.6 蓝藻(<i>Cyanophyta</i>)及其毒素	184	5.9 钩端螺旋体属(<i>Leptospira</i>)	219
4.6 食物中毒性毒蕈(蘑菇)	188	5.9.1 食品卫生学意义	219
4.6.1 毒蕈中毒类型	197	5.9.2 生物学特性	220
4.6.2 蕈的基本形态	198	5.9.3 细菌学检验	221
5 食物感染性病原微生物	200	5.9.4 卫生评价与处理	222
5.1 霍乱弧菌(<i>Vibrio cholera</i>)	200	5.10 假单胞菌属(<i>Pseudomonas</i>)	222
5.1.1 食品卫生学意义	200	5.10.1 食品卫生学意义	222
5.1.2 生物学特性	201	5.10.2 形态特征和培养特性	223
5.1.3 检验和控制	202	5.10.3 生化特性	223
5.2 炭疽杆菌(<i>Bacillus anthracis</i>)	202	5.10.4 抵抗力	223
5.2.1 食品卫生学意义	202	5.10.5 致病性	223
5.2.2 生物学特性	202	5.10.6 细菌学检验	224
5.2.3 检验和控制	204	5.11 粪产碱杆菌(<i>Alcaligenes faecalis</i>)	224
5.2.4 卫生评价与处理	205	5.11.1 食品卫生学意义	224
5.3 结核分枝杆菌(<i>Mycobacterium tuberculosis</i>)	206	5.11.2 形态特征和培养特性	224
5.3.1 食品卫生学意义	206	5.11.3 生化特性	224
5.3.2 生物学特性	206	5.11.4 抵抗力	224
5.3.3 致病性	206	5.11.5 致病性	224
5.3.4 检测和控制	208	5.11.6 细菌学检验	224
5.3.5 卫生评价和处理	208	5.12 黏质沙雷氏菌(<i>Serratia marcescens</i>)	225
5.4 布鲁氏菌(<i>Brucella</i>)	208	5.12.1 食品卫生学意义	225
5.4.1 食品卫生学意义	208	5.12.2 形态特征与培养特性	225
5.4.2 生物学特性	209	5.12.3 生化特性	225
5.4.3 检验和控制	210	5.12.4 致病性	225
5.5 鼻疽杆菌(<i>Bacillus mallei</i>)	211	5.12.5 抵抗力	225
5.5.1 食品卫生学意义	211	5.12.6 细菌学检验	226
5.5.2 生物学特性	211	5.13 阴沟肠杆菌(<i>Enterobacter cloacae</i>)	226
5.5.3 致病性	212	5.13.1 食品卫生学意义	226
5.5.4 抵抗力	212	5.13.2 形态特征与培养特性	226
5.5.5 细菌学检验	212	5.13.3 生化特性	226
5.5.6 卫生评价与处理	213	5.13.4 抵抗力	226
5.6 土拉杆菌(<i>Francisella tularensis</i>)	213	5.13.5 致病性	226
5.6.1 食品卫生学意义	213	5.13.6 细菌学检验	227
5.6.2 生物学特性	213	5.14 慢生黄分枝杆菌(<i>Mycobacterium lentiflavum</i>)	227
5.6.3 细菌学检验	214	5.14.1 食品卫生学意义	227
5.6.4 卫生评价与处理	214	5.14.2 形态特征与培养特性	227
5.7 单核细胞增多性李氏杆菌(<i>Listeria monocytogenes</i>)	214	5.14.3 生化特性	227
5.7.1 食品卫生学意义	214	5.14.4 致病性	228
5.7.2 生物学特性	214	5.14.5 抵抗力	228
5.7.3 细菌学检验	217	5.14.6 细菌学检验	228
5.7.4 卫生评价与处理	217	5.15 食品传播性病毒概述	228
		5.16 诺如病毒(<i>Norovirus</i> , <i>Norwalk virus</i> , NV)	229

5.16.1 食品卫生学意义	229	5.27.2 主要特征	245
5.16.2 主要特征	230	5.27.3 微生物学检测	246
5.16.3 微生物学检测	230	5.27.4 防疫措施	247
5.16.4 预防	231	5.28 朊病毒(朊蛋白颗粒, prion)	247
5.17 轮状病毒(<i>Rota virus</i> , RV)	231	5.28.1 食品卫生学意义	247
5.17.1 食品卫生学意义	231	5.28.2 主要特性	248
5.17.2 主要特征	231	5.28.3 致病性	248
5.17.3 微生物学检测	232	5.28.4 微生物学检测	250
5.18 肠腺病毒(<i>Enteric adenovirus</i>)	232	5.29 肾综合征出血热(hemorrhagic fever with renal syndrome, HFRS)病毒	251
5.18.1 食品卫生学意义	232	5.29.1 食品卫生学意义	251
5.18.2 主要特征	232	5.29.2 主要特征	251
5.18.3 微生物学检测	232	5.29.3 检测和控制	252
5.19 嵌杯样病毒(<i>Calicivirus</i>)	232	5.30 立克次体(<i>Rickettsia</i>)	253
5.19.1 食品卫生学意义	232	5.30.1 食品卫生学意义	253
5.19.2 主要特征	233	5.30.2 主要特征	253
5.19.3 微生物学检测	233	5.30.3 检测和控制	256
5.20 冠状病毒(<i>Coronavirus</i>)	233	5.31 爱知病毒(<i>Aichi virus</i> , AiV)	256
5.20.1 食品卫生学意义	233	5.31.1 食品卫生学意义	256
5.20.2 主要特征	234	5.31.2 主要特征	257
5.20.3 微生物学检测	235	5.31.3 检测和控制	257
5.20.4 控制策略	235	6 食物感染性寄生虫	258
5.21 口蹄疫病毒(<i>Foot and mouth disease virus</i> , FMDV)	235	6.1 食源性寄生虫概述	258
5.21.1 食品卫生学意义	235	6.1.1 控制食源性寄生虫病的措施	259
5.21.2 主要特征	236	6.1.2 寄生虫的生活史	260
5.21.3 检测和控制	236	6.2 溶组织内阿米巴(<i>Entamoeba histolytica</i>)	260
5.22 甲型肝炎病毒(<i>Hepatitis virus A</i> , HAV)	237	6.2.1 食品卫生学意义	260
5.22.1 食品卫生学意义	237	6.2.2 生物学特性	261
5.22.2 主要特征	237	6.2.3 致病性	262
5.22.3 检测和控制	238	6.2.4 检测和控制	263
5.23 戊型肝炎病毒(<i>Hepatitis virus E</i> , HEV) ..	239	6.3 迪斯帕内阿米巴(<i>Entamoeba dispar</i>)	263
5.23.1 食品卫生学意义	239	6.3.1 食品卫生学意义	263
5.23.2 生物学主要特征	239	6.3.2 生物学特性	264
5.23.3 微生物学检测	240	6.3.3 致病性	264
5.24 脊髓灰质炎病毒(<i>Poliomyelitis virus</i> , PV) ..	240	6.3.4 检测和控制	264
5.24.1 食品卫生学意义	240	6.4 小颊犬内阿米巴(<i>Entamoeba chattoni</i>)	264
5.24.2 主要特征	240	6.4.1 食品卫生学意义	264
5.24.3 微生物学检测	241	6.4.2 生物学特性	264
5.25 柯萨奇病毒(<i>Coxsackie virus</i>)	242	6.4.3 致病性	265
5.25.1 食品卫生学意义	242	6.4.4 检测和控制	265
5.25.2 主要特征	242	6.5 侵袭性内阿米巴(<i>Entamoeba invadens</i>)	266
5.25.3 微生物学检测	243	6.5.1 食品卫生学意义	266
5.26 埃可病毒(<i>Enteric cytopathogenic human</i> <i>orphan virus</i> , ECHO virus)	243	6.5.2 生物学特性	266
5.26.1 食品卫生学意义	243	6.5.3 致病性	266
5.26.2 主要特征	243	6.5.4 检测和控制	266
5.26.3 检测和控制	243	6.6 波列基内阿米巴(<i>Entamoeba polecki</i>)	266
5.27 禽流感病毒(<i>Avian influenza virus</i> , AIV) ..	244	6.6.1 食品卫生学意义	266
5.27.1 食品卫生学意义	244	6.6.2 生物学特性	266
		6.6.3 致病性	266
		6.6.4 检测和控制	266

6.7 迈氏唇鞭毛虫(<i>Chilomastix mesnili</i>)	267	6.17 十二指肠钩虫(<i>Ancylostoma duodena</i>)	281
6.7.1 食品卫生学意义	267	6.17.1 食品卫生学意义	281
6.7.2 生物学特性	267	6.17.2 生物学特性	281
6.7.3 致病性	267	6.17.3 致病性	282
6.7.4 检测和控制	267	6.17.4 检测和控制	282
6.8 人肠滴虫(<i>Enteromonas hominis</i>)	267	6.18 异尖线虫(<i>Anisakis</i> spp.)	283
6.8.1 食品卫生学意义	267	6.18.1 食品卫生学意义	283
6.8.2 生物学特性	267	6.18.2 生物学特性	283
6.8.3 致病性	267	6.18.3 致病性	283
6.8.4 检测和控制	268	6.18.4 检测和控制	284
6.9 蓝氏贾第鞭毛虫(<i>Giardia lamblia</i>)	268	6.19 广州管圆线虫(<i>Angiostrongylus cantonensis</i>)	284
6.9.1 食品卫生学意义	268	6.19.1 食品卫生学意义	284
6.9.2 生物学特性	268	6.19.2 生物学特性	284
6.9.3 致病性	269	6.19.3 致病性	285
6.9.4 检测和控制	269	6.19.4 检测和控制	285
6.10 结肠小袋纤毛虫(<i>Balantidium coli</i>)	269	6.20 脊形管圆线虫(<i>Angiostrongylus</i> <i>costaricensis</i>)	286
6.10.1 食品卫生学意义	269	6.20.1 食品卫生学意义	286
6.10.2 生物学特性	269	6.20.2 生物学特性	286
6.10.3 致病性	270	6.20.3 致病性	286
6.10.4 检测和控制	270	6.20.4 检测和控制	286
6.11 贝氏等孢球虫(<i>Isospora belli</i>)	270	6.21 人蛔虫(<i>Ascaris lumbricoides</i>)	286
6.11.1 食品卫生学意义	270	6.21.1 食品卫生学意义	286
6.11.2 生物学特性	270	6.21.2 生物学特性	286
6.11.3 致病性	270	6.21.3 致病性	287
6.11.4 检测和控制	271	6.21.4 检测和控制	287
6.12 刚地弓形虫(<i>Toxoplasma gondii</i>)	271	6.22 肝毛细线虫(<i>Capillaria hepatica</i>)	287
6.12.1 食品卫生学意义	271	6.22.1 食品卫生学意义	287
6.12.2 生物学特性	271	6.22.2 生物学特性	287
6.12.3 致病性	272	6.22.3 致病性	288
6.12.4 检测和控制	273	6.22.4 检测和控制	288
6.13 环孢子虫(<i>Cyclospora</i>)	274	6.23 菲律宾毛细线虫(<i>Capillaria philippinensis</i>)	288
6.13.1 食品卫生学意义	274	6.23.1 食品卫生学意义	288
6.13.2 生物学特性	274	6.23.2 生物学特性	288
6.13.3 致病性	275	6.23.3 致病性	288
6.13.4 检测和控制	275	6.23.4 检测和控制	289
6.14 微孢子虫(<i>Microsporidia</i>)	276	6.24 对盲囊虫属(<i>Contracaecum</i> spp.)	289
6.14.1 食品卫生学意义	276	6.24.1 食品卫生学意义	289
6.14.2 生物学特性	276	6.24.2 生物学特性	289
6.14.3 致病性	276	6.24.3 致病性	289
6.14.4 检测和控制	277	6.24.4 检测和控制	289
6.15 肉孢子虫(<i>Sarcocystis</i>)	277	6.25 肾膨结线虫(<i>Diocotylus renale</i>)	290
6.15.1 食品卫生学意义	277	6.25.1 食品卫生学意义	290
6.15.2 生物学特性	277	6.25.2 生物学特性	290
6.15.3 致病性	278	6.25.3 致病性	291
6.15.4 检测和控制	278	6.25.4 检测和控制	291
6.16 微小隐孢子虫(<i>Cryptosporidium parvum</i>)	278	6.26 麦地那龙线虫(<i>Dracunculus medinensis</i>)	291
6.16.1 食品卫生学意义	278	6.26.1 食品卫生学意义	291
6.16.2 生物学特性	279		
6.16.3 致病性	279		
6.16.4 检测和控制	280		

6.26.2	生物学特性	291	6.36.1	食品卫生学意义	303
6.26.3	致病性	292	6.36.2	生物学特性	303
6.26.4	检测和控制	292	6.36.3	致病性	304
6.27	棘头线虫属(<i>Echinocephalus</i> spp.)	292	6.36.4	检测和控制	304
6.27.1	食品卫生学意义	292	6.37	齿形背茎吸虫(<i>Appophalus donicus</i>)	304
6.27.2	生物学特性	292	6.37.1	食品卫生学意义	304
6.27.3	致病性	293	6.37.2	生物学特性	304
6.27.4	检测和控制	293	6.37.3	致病性	304
6.28	蠕形住肠线虫(<i>Enterobius vermicularis</i>)	293	6.37.4	检测和控制	304
6.28.1	食品卫生学意义	293	6.38	台湾棘带吸虫(<i>Centrocestus formosanus</i>)	305
6.28.2	生物学特性	293	6.38.1	食品卫生学意义	305
6.28.3	致病性	294	6.38.2	生物学特性	305
6.28.4	检测和控制	294	6.38.3	致病性	305
6.29	颚口线虫属(<i>Gnathostoma</i> spp.)	294	6.38.4	检测和控制	305
6.29.1	食品卫生学意义	294	6.39	中华分支睾吸虫(<i>Clonorchis sinensis</i>)	305
6.29.2	生物学特性	294	6.39.1	食品卫生学意义	305
6.29.3	致病性	295	6.39.2	生物学特性	305
6.29.4	检测和控制	296	6.39.3	致病性	306
6.30	兽比翼线虫(<i>Mammomonogamus</i> spp.)	296	6.39.4	检测和控制	306
6.30.1	食品卫生学意义	296	6.40	舌隐穴吸虫(<i>Cryptocotyle lingua</i>)	307
6.30.2	生物学特性	296	6.40.1	食品卫生学意义	307
6.30.3	致病性	297	6.40.2	生物学特性	307
6.30.4	检测和控制	297	6.40.3	致病性	307
6.31	艾氏同小杆线虫(<i>Rhabditis rhabditella</i>)	297	6.40.4	检测和控制	307
6.31.1	食品卫生学意义	297	6.41	伊族棘口吸虫(<i>Echinostoma ilocanum</i> 或 <i>iliocenum</i>)	307
6.31.2	生物学特性	297	6.41.1	食品卫生学意义	307
6.31.3	致病性	298	6.41.2	生物学特性	307
6.31.4	检测和控制	298	6.41.3	致病性	307
6.32	犬弓首蛔虫(<i>Toxocara canis</i>)和猫弓首蛔虫(<i>Toxocara cati</i>)	298	6.41.4	检测和控制	307
6.32.1	食品卫生学意义	298	6.42	林多恩斯棘口吸虫(<i>Echinostoma lindoense</i>)	308
6.32.2	生物学特性	298	6.42.1	食品卫生学意义	308
6.32.3	致病性	299	6.42.2	生物学特性	308
6.32.4	检测和控制	299	6.42.3	致病性	308
6.33	旋毛虫(<i>Trichinella</i>)	299	6.42.4	检测和控制	308
6.33.1	食品卫生学意义	299	6.43	矛形双腔吸虫(<i>Dicrocoelium dendriticum</i>)	308
6.33.2	生物学特性	299	6.43.1	食品卫生学意义	308
6.33.3	致病性	300	6.43.2	生物学特性	308
6.33.4	检测和控制	301	6.43.3	致病性	309
6.34	毛首毛首线虫(<i>Trichuris trichiura</i>)	302	6.43.4	检测和控制	309
6.34.1	食品卫生学意义	302	6.44	曲领棘口吸虫(<i>Echinoparyphium recurvatum</i>)	309
6.34.2	生物学特性	302	6.44.1	食品卫生学意义	309
6.34.3	致病性	302	6.44.2	生物学特性	309
6.34.4	检测和控制	302	6.44.3	致病性	309
6.35	毛圆线虫(<i>Trichostrongylus</i> spp.)	303	6.44.4	检测和控制	309
6.35.1	食品卫生学意义	303	6.45	卷棘口吸虫(<i>Echinostoma revolutum</i>)	310
6.35.2	生物学特性	303	6.45.1	食品卫生学意义	310
6.35.3	致病性	303			
6.35.4	检测和控制	303			
6.36	美洲重翼吸虫(<i>Alaria americana</i>)	303			

6.45.2 生物学特性	310	6.54.4 检测和控制	317
6.45.3 致病性	310	6.55 拟异形吸虫(<i>Heterophyopsis continua</i>) ...	317
6.45.4 检测和控制	310	6.55.1 食品卫生学意义	317
6.46 胰阔盘吸虫(<i>Eurytrema pancreaticum</i>) ...	310	6.55.2 生物学特性	317
6.46.1 食品卫生学意义	310	6.55.3 致病性	317
6.46.2 生物学特性	310	6.55.4 检测和控制	317
6.46.3 致病性	311	6.56 锥状低颈棘口吸虫(<i>Hypoderaeum</i>	
6.46.4 检测和控制	311	<i>conoideum</i>)	318
6.47 大片形吸虫(<i>Fasciola gigantica</i>)	311	6.56.1 食品卫生学意义	318
6.47.1 食品卫生学意义	311	6.56.2 生物学特性	318
6.47.2 生物学特性	311	6.56.3 致病性	318
6.47.3 致病性	311	6.56.4 检测和控制	318
6.47.4 检测和控制	312	6.57 横川后殖吸虫(<i>Metagonimus yokogawai</i>)	
6.48 肝片形吸虫(<i>Fasciola hepatica</i>) ...	312		318
6.48.1 食品卫生学意义	312	6.57.1 食品卫生学意义	318
6.48.2 生物学特性	312	6.57.2 生物学特性	318
6.48.3 致病性	312	6.57.3 致病性	318
6.48.4 检测和控制	313	6.57.4 检测和控制	318
6.49 布氏姜片形吸虫(<i>Fasciolopsis buski</i>) ...	313	6.58 并殖吸虫属(<i>Paragonimus</i>)	319
6.49.1 食品卫生学意义	313	6.58.1 食品卫生学意义	319
6.49.2 生物学特性	313	6.58.2 生物学特性	319
6.49.3 致病性	314	6.58.3 致病性	320
6.49.4 检测和控制	314	6.58.4 检测和控制	320
6.50 长非策吸虫(<i>Fischoederius elongates</i>) ...	315	6.59 麝猫后睾吸虫(<i>Opisthorchis viverrini</i>) ...	321
6.50.1 食品卫生学意义	315	6.59.1 食品卫生学意义	321
6.50.2 生物学特性	315	6.59.2 生物学特性	321
6.50.3 致病性	315	6.59.3 致病性	321
6.50.4 检测和控制	315	6.59.4 检测和控制	322
6.51 拟人腹盘吸虫(<i>Gastrodiscoides hominis</i>)		6.60 猫后睾吸虫(<i>Opisthorchis felineus</i>)	322
.....	315	6.60.1 食品卫生学意义	322
6.51.1 食品卫生学意义	315	6.60.2 生物学特性	322
6.51.2 生物学特性	315	6.60.3 致病性	323
6.51.3 致病性	315	6.60.4 检测和控制	323
6.51.4 检测和控制	315	6.61 珍珠新穴吸虫(<i>Neodiplostomum seoulensis</i>)	
6.52 徐氏拟裸茎吸虫(<i>Gymnophalloides seoi</i>)			323
.....	316	6.61.1 食品卫生学意义	323
6.52.1 食品卫生学意义	316	6.61.2 生物学特性	323
6.52.2 生物学特性	316	6.61.3 致病性	323
6.52.3 致病性	316	6.61.4 检测和控制	323
6.52.4 检测和控制	316	6.62 斜睾吸虫属(<i>Plagiorchis</i> spp.)	324
6.53 异形异形吸虫(<i>Heterophyes heterophyes</i>)		6.62.1 食品卫生学意义	324
.....	316	6.62.2 生物学特性	324
6.53.1 食品卫生学意义	316	6.62.3 致病性	324
6.53.2 生物学特性	316	6.62.4 检测和控制	324
6.53.3 致病性	317	6.63 原角囊吸虫属(<i>Procerovum</i> spp.)	324
6.53.4 检测和控制	317	6.63.1 食品卫生学意义	324
6.54 诺氏异形线虫(<i>Heterophyes nocens</i>) ...	317	6.63.2 生物学特性	324
6.54.1 食品卫生学意义	317	6.63.3 致病性	325
6.54.2 生物学特性	317	6.63.4 检测和控制	325
6.54.3 致病性	317	6.64 斑皮吸虫(<i>Stictodora fuscata</i>)	325

6.64.1	食品卫生学意义	325	6.73	猪带绦虫(<i>Taenia solium linnaeus</i>)	335
6.64.2	生物学特性	325	6.73.1	食品卫生学意义	335
6.64.3	致病性	325	6.73.2	生物学特性	335
6.64.4	检测和控制	325	6.73.3	致病性	335
6.65	大复殖孔绦虫(<i>Diplogonoporus grandis</i>)	325	6.73.4	检测和控制	336
6.65.1	食品卫生学意义	325	6.74	牛带绦虫(<i>Taenia saginata</i>)	336
6.65.2	生物学特性	325	6.74.1	食品卫生学意义	336
6.65.3	致病性	325	6.74.2	生物学特性	336
6.65.4	检测和控制	326	6.74.3	致病性	337
6.66	阔节裂头绦虫(<i>Diphyllobothrium latum</i>)	326	6.74.4	检测和控制	337
6.66.1	食品卫生学意义	326	6.75	曼氏迭宫绦虫(<i>Spirometra mansoni</i>)	337
6.66.2	生物学特性	326	6.75.1	食品卫生学意义	337
6.66.3	致病性	327	6.75.2	生物学特性	337
6.66.4	检测和控制	327	6.75.3	致病性	338
6.67	犬复孔绦虫(<i>Dipylidium caninum</i>)	327	6.75.4	检测和控制	338
6.67.1	食品卫生学意义	327	6.76	多头绦虫(<i>Multiceps multiceps</i>)	338
6.67.2	生物学特性	327	6.76.1	食品卫生学意义	338
6.67.3	致病性	328	6.76.2	生物学特性	338
6.67.4	检测和控制	328	6.76.3	致病性	338
6.68	布氏双线绦虫(<i>Digramma brauni</i>)	328	6.76.4	检测和控制	339
6.68.1	食品卫生学意义	328	6.77	中殖孔绦虫属(<i>Mesocetoides</i> spp.)	339
6.68.2	生物学特性	328	6.77.1	食品卫生学意义	339
6.68.3	致病性	328	6.77.2	生物学特性	339
6.68.4	检测和控制	328	6.77.3	致病性	339
6.69	多房棘球绦虫(<i>Echinococcus multilocularis</i>)	328	6.77.4	检测和控制	340
6.69.1	食品卫生学意义	328	6.78	德墨拉瑞列绦虫(<i>Raillietina demeraiensis</i>)	340
6.69.2	生物学特性	328	6.78.1	食品卫生学意义	340
6.69.3	致病性	329	6.78.2	生物学特性	340
6.69.4	检测和控制	330	6.78.3	致病性	340
6.70	细粒棘球绦虫(<i>Echinococcus granulosus</i>)	330	6.78.4	检测和控制	340
6.70.1	食品卫生学意义	330	7	食品病原微生物检验的理论基础	341
6.70.2	生物学特性	330	7.1	食品卫生微生物检验的特点和基本要求	341
6.70.3	致病性	332	7.2	食品卫生微生物检验的质量控制	342
6.70.4	检测和控制	332	7.3	食品卫生微生物检验样品的采取、送检和 处理	342
6.71	缩小膜壳绦虫(<i>Hymenolepis diminuta</i>)	332	7.3.1	检验样品的采取	342
6.71.1	食品卫生学意义	332	7.3.2	检样采取的要求和注意事项	343
6.71.2	生物学特性	332	7.3.3	检样的送检	343
6.71.3	致病性	333	7.3.4	检验与处理	343
6.71.4	检测和控制	333	7.4	食品加工中受伤病原细菌检验的有关问题	343
6.72	微小膜壳绦虫(<i>Hymenolepis nana</i>)	333	7.5	致病和产毒微生物检测培养	344
6.72.1	食品卫生学意义	333	7.6	动物和动物产品食源性病原采样技术	344
6.72.2	生物学特性	333	7.6.1	简单随机采样(SRS)	344
6.72.3	致病性	334	7.6.2	分层次随机采样	346
6.72.4	检测和控制	334	7.6.3	系统性采样	346
			7.6.4	集成采样或两阶段采样	346
			主要参考文献	348	

食品病原微生物的分类、分布

人类食物的绝大部分来源于动物和植物，了解动植物自身的生长环境及其与相关微生物之间的相互关系，对食品的生产 and 安全十分重要。如果知道自然状态下与动植物相关的微生物类型，就可以预测随后加工食品中可能存在的微生物一般状况；同时也能根据食品从农场到餐桌的生产、流通、贮藏及食用等过程与微生物之间特殊关系的特点来防止致病性微生物或病原微生物的污染。食品病原微生物是指通过食品媒介能够引起人类机

体各种损伤乃至死亡的微生物。食品病原微生物学就是研究能通过食品媒介引起人类疾病的相关微生物的生物学特性、微生物与食品的相互关系及如何鉴别和防控的知识与技术的系统科学。食品中常见的病原微生物包括细菌、病毒、寄生虫、真菌、立克次体、产毒藻类等。食品病原微生物引起人类的伤害主要指食物感染或食物中毒两大类。

1.1 食品病原性细菌的分类

细菌的分类就是按每种细菌各自的特点，以亲缘关系分门别类，以不同的等级编排成系统。命名（nomenclature）是在分类的基础上，给予每种细菌一个科学名称；鉴定是分类的系统实验过程；分类、命名及鉴定统称为分类学。随着分子生物技术手段的不断进步，对细菌的分类在过去的十几年间增添了新的方法和手段，使细菌的分类更加系统和科学化，也改变了一些原来的分类菌群，产生了许多新的分类群。目前对细菌的分类包含如下方法：①DNA 同源性和 DNA 中 G+C 的含量；②23S rRNA、16S rRNA 和 5S rRNA 序列的类似性；③寡核苷酸种类；④菌体形态及生理生化特征或全可溶性蛋白的数值分类法；⑤细胞壁成分分析；⑥血清学反应（是细菌致病性的重要指标）；⑦细胞脂肪酸组成。

细菌分类等级为：界（kingdom）、门（division）、纲（class）、目（order）、科（family）、属（genus）、种（species）。在两个等级之间可添加次要或更细的鉴别或分类单位，如亚门、亚纲、亚属、亚种等。科与属之间还可添加族（tribe）这一分类单位。一般分类单位所用的拉丁语（书写要斜体）字尾比较固定，常采用：

目	拉丁语字尾是 -ales
亚目	拉丁语字尾是 -inae
科	拉丁语字尾是 -aceae
亚科	拉丁语字尾是 -oideae
族	拉丁语字尾是 -eae
亚族	拉丁语字尾是 -inae

群或组（group）不是正式的分类单位，是指具有某种共同特征的一群（组）不同个体，任何一级都可借用。种是最基本的分类单位，相近的种归为一属，相近的属归为一科，依次类推。种以下还有亚种、变种（varietas）、型（types）、株（strains）等。型是按细菌某些细微特征在种内区分，按区分方法的不同，又分为

血清型、噬菌体型、细菌素型、生物型及毒素型等。株为来源不同的相同的种或型。

1.1.1 种

种（species）是细菌分类中最基本的分类单位，是细菌进化的特定阶段。种代表一群在形态、生理特性和组成成分彼此十分相似或彼此性状差异微小的个体。同一种的细菌由于环境条件的变化，在形态特征、生理特性方面发生了一些极微细的差异变化，但总的特征还是一致的。

1.1.2 变种

变种（varietas or var.）即同一菌种之间有一定差异的一群个体。一个菌种的某种特征出现了明显改变，与典型种的某一特性出现差异，而其余特征又完全符合，若这一变异特征能够稳定下去，这种变异的菌种称为典型种的变种。

1.1.3 亚种

科学家将在实验室所获得的变异型称为亚种（subspecies）或小种，如 *Escherichia coli* 野生型的一个品系 K₁₂，这个菌种是不需要某种氨基酸的。通过实验室人工诱变，可以从 K₁₂ 中获得某种氨基酸的营养缺陷型，即出发株不需要该种氨基酸就能生长，而诱变株缺乏该种氨基酸不能生长，这就称为 K₁₂ 的亚种。

1.1.4 型

型（types）被用于变种以下的细分。根据同一种内的细菌中有一些个别特征或特殊性状上不同，如抗原结构的差异，可将同种内的菌分成不同的血清型。例如，根据对噬菌体或抗生素敏感的不同，可分成噬菌体

型或抗生素型。

1.1.5 菌株

菌株 (strains) 指种内的单个或克隆的菌落培养物, 自然分离到的每一个微生物单个菌落培养物都称为菌株或品系。

1.1.6 群

微生物在进化过程中, 由一个种变成另外一个种, 其间要产生一系列过渡类型, 因此自然界中有些微生物种类特征介于两种微生物之间, 彼此之间难以区分开来, 把这两种微生物和介于它们之间的种类统称为一个群 (group)。

1.1.7 生理学与生物化学分类法

过去很长时间和现在都是以细菌的生理生化特征作为分类的主要依据, 包括细菌的形态、染色、细菌的特殊附属结构, 这些特征是细菌最早和最基本的分类依据。例如, 细菌的形态可分为球菌、杆菌、弧菌、螺菌等。根据染色特征可分为革兰氏阳性和革兰氏阴性, 而细菌的染色特征又与细菌细胞壁的结构有关, 根据细胞壁特性又将细菌分为厚壁细菌和薄壁细菌; 细菌的芽胞、鞭毛的结构也作为分类的依据。

细菌的生理生化项目很多, 包括生长条件、色素观察、抵抗力的测定、糖类代谢、有机酸盐和氨盐利用试验、蛋白质和氨基酸代谢试验、呼吸酶类试验、毒性酶类试验及其他消化及水解试验等。特殊项目包括主要代谢途径试验, 如能量代谢、糖代谢中间途径及丙酮酸代谢途径, 终末代谢产物的测定等; 测定细菌本身的成分如细胞壁化学组分、脂肪酸、磷酸类脂等; 测定细菌的分解产物及细菌的致病性和毒力等。抗原结构分析可用免疫血清如凝集、沉淀、琼脂扩散、免疫电泳、荧光抗体及酶标记抗体等方法确定细菌的种或型, 细菌的精确抗原分析对致病型细菌的鉴定是最准确的方法之一; 用免疫化学方法测定某些细菌抗原的结构、末端单糖及核心多糖以确定细菌的群。

以生理生化学作为细菌分类被广泛采用的方法有两种, 即传统分类法和数值分类法。

1.1.7.1 传统分类法

传统分类的原则是将生物的基本性质分为主要和次要, 然后按这个主次顺序一级一级分下去, 直至最小区分。目前将细菌细胞壁的结构特点作为最高一级的分类依据, 如原核生物界分为 4 个菌门: 薄壁菌门、厚壁菌门、疵壁菌门、柔膜菌门。将细胞形态、革兰氏染色特征、鞭毛及代谢特点等作为较高一级的分类依据, 而科、属、种水平的分类主要依靠生化特性和抗原结构。

1.1.7.2 数值分类法

本法是将一系列细菌的基本特征不分主次, 放在相

同的地位上进行比较, 测定其相似率, 区分种群, 并确定各种细菌的亲缘关系。一般选择 100~200 项生理生化指标, 逐一进行比较, 才有分类学意义。

1.1.7.3 生理生化分型和遗传学分型

多是作为种或种以上分类依据, 如果要求细菌种内进一步细分, 即分型, 就需要更细致的研究。由于目前并不是所有细菌都作了基因组测定, 因此, 细菌的一些特殊性质的决定基因不是都清楚, 还需要作其他鉴定来细分, 可用抗原分型、噬菌体分型及细菌毒素分型。抗原分型是利用细菌细胞壁多糖的不同, 鞭毛蛋白的差异和荚膜多糖组成特点在同一种内进行分型; 噬菌体对菌体具有严格的专一性, 以这种高度专一性或特异性能够很好地区分相应的细菌; 细菌毒素可根据受影响的菌体敏感性分型。近年来, 通过分析细菌细胞壁多糖分子和黏附分子的化学组成、细胞壁中脂肪酸的组成和细胞可溶性蛋白质电泳分析等手段对细菌进行分类, 进展也很快, 多数被综合成快速鉴定仪器而获得普遍使用。

1.1.8 遗传学分类法

细菌生理生化特征均是由遗传基因所决定的, 表型的差别是遗传物质在结构上差异的体现。利用遗传关系作细菌分类有如下优点: ①可能给细菌的种有一个比较系统的概念; ②根据遗传关系的分类比较稳定; ③细菌根据遗传关系分类之后可设计出可靠的鉴定方案; ④所得资料对于了解不同类别的细菌是如何发展起来的和如何按照它们原始亲缘关系排列是有用的。比较稳定的技术有以下几种。

1.1.8.1 DNA 的 G+C mol% 含量测定

DNA 分子是由 4 种不同碱基组成的核苷酸, 4 种碱基的总分子量为 100, 测定其中的鸟嘌呤和胞嘧啶的 G+C mol% 含量, 或测定腺嘌呤和胸腺嘧啶的 A+T mol% 含量, 能了解各种细菌 DNA 分子同源性程度。亲缘关系接近的细菌, 它们的 G+C mol% 含量相同或近似。一个菌种的 G+C mol% 含量相当稳定。目前较常用加热变性法、浮力密度法测定 G+C mol% 含量。

1.1.8.2 DNA-DNA 相关度测定

亲缘相近的菌属, 其 DNA 的 G+C mol 含量相同或近似; 反之, DNA 的 G+C mol 含量相同或近似的细菌, 其亲缘关系却不一定相近。DNA-DNA 相关度测定就是看细菌的核苷酸碱基排列顺序是否相同, 相同程度如何, 就是两种细菌 DNA 相关度的测定。使不同菌株的 DNA 裂解变性, 标记一种菌的 DNA, 再复性, 测定两种菌的 DNA 分子的结合率。本菌的结合率为 100%, 种内结合率为 60%~100%, 组内结合率为 80%~90%。

1.1.8.3 rRNA 的碱基顺序

RNA 分子是一条多核苷酸单链。嘌呤碱基及嘧啶

碱基与 DNA 分子相同；嘌呤碱基包括腺嘌呤 (A)、鸟嘌呤 (G)，嘧啶碱基包括胞嘧啶 (C)、胸腺嘧啶 (T)、尿嘧啶 (U)。RNA 的碱基是由 DNA 转录过来的，具有完全对应关系。提取并分离细菌细胞内的 16S rRNA，以 T_1 核糖核酸酶消化，可获得细菌寡核苷酸上的碱基编码，作为细菌学分类的一种标记。由于广泛地使用 16S rRNA 序列相似法，食品传播的新微生物分类群就是通过这种分类法与别的信息相结合而创立出来，特点是简便快速。

1.1.8.4 核糖体蛋白的组成分析

用蔗糖密度梯度离心法分离 30S 和 50S 的核糖体蛋白的亚单位，再经羧甲基纤维素层析法，比较其中所含核糖体蛋白的种类及其含量，可将被鉴定菌株分为类群，并绘制系统发生图，其结果与 DNA-DNA 相关度测定的结果是基本符合的。

1.1.8.5 16S rDNA 鉴定

16S rDNA 是细菌染色体上编码 16S rRNA 相对应的 DNA 序列，存在于所有细菌染色体基因中，处于稳定状态。16S rDNA 鉴定是指利用细菌 16S rDNA 序列测序的方法对细菌进行种属鉴定，因为每种细菌的 16S rDNA 都是相对保守的，包括细菌基因组 DNA 提取、

16S rDNA 特异引物 PCR 扩增、扩增产物纯化、DNA 测序、序列比对等步骤，是一种快速获得细菌种属信息的方法。

1.1.9 微生物命名

微生物的名称有两种，一种为俗名或代号，另一种为学名，即国际名称。国际名称是按照瑞典生物学家林奈 (Linnaeus) 于 1753 年首先使用的双名法 (属名在前，种名在后) 来定名，由两个拉丁字或希腊字或者拉丁化了的其他文字组成。有时还在种名后附有命名者的姓，排除“同名异物”或“同物异名”之类的误解。属名是拉丁字的名称词，字首字母要大写，用以描述微生物的主要特征。种名用的是一个拉丁形容词或名称所有格，用以描述次要特征，并要求斜体。但有时属名或种名也有用人名或地名来表示的。在学名之后有时还要附命名人的姓和年代，如金黄色葡萄球菌的学名：*Staphylococcus aureus* Rosenbach 1939。泛指某一属的微生物而不特定指某一具体种，或没有种名时，可在属名后面加 sp. (species 的单数) 或 spp. (复数) 表示。如果当初所定的学名后来经人改过，则在学名后的括号内注明首先发现该菌的人，然后将改正人的姓写在后面。

1.2 食品传播性病毒的分类

病毒的数量繁多，目前已确定的病毒数量可达 3600 余种，且新的病毒还在不断地被发现，与食品有关或通过食品这个媒介传播给人的病毒有 20~30 种。为了系统地研究和比较其特性，就必须对病毒进行分类。病毒的分类主要依据其化学组成、形态及复制方式等生物学特性。常用的分类方法是由国际微生物学会的国际病毒命名委员会 (International Committee on Taxonomy of Viruses, ICTV) 提出并一致公认的，将病毒分为 DNA 病毒和 RNA 病毒两大类，再按以下标准进行分类：①衣壳的对称性；②有无包膜；③基因组 (单股或双股核酸)；④病毒个体的大小和形状；⑤二十面体对称性病毒的壳粒数和螺旋对称型病毒的螺旋直径；⑥对理化因素的敏感性；⑦免疫学特性；⑧传播方式；⑨亲宿主细胞特性；⑩病理和临床症状。

1.2.1 病毒的分类规则

1.2.1.1 病毒形态学

病毒粒子的大小和形状，呈球形、子弹状、砖形、卵形或杆状、丝状或多形态；有无表面纤突的特征；有无囊膜；衣壳对称性和结构；立体对称、螺旋对称，还是复合对称；立体对称病毒粒子的壳粒数目或螺旋对称病毒的核衣壳直径。

1.2.1.2 理化学特性

病毒粒子的相对分子质量、浮密度、沉降系数；对酸碱的稳定性；对热的稳定性；对两价离子的稳定性；对脂溶剂的稳定性；对去污剂的稳定性；对辐射的稳定性。

1.2.1.3 基因组

核酸类型 (DNA 或 RNA)；基因组大小；是单股还是双股、线状还是环状；正义、负义或双义；是整个的还是分节段的，节段的大小和数目；核酸序列或部分序列，是否具有重复序列，是否具有同聚物，G+C 含量；5'端帽的存在与否和类型；5'端共价结合蛋白存在与否，3'端多聚 A 尾的存在与否。

1.2.1.4 基因组的组成和复制策略

开放阅读框架的数目和位置，转录特征，翻译特征，翻译后加工。

1.2.1.5 蛋白质

结构蛋白的数目、大小和功能活性，非结构蛋白的数目、大小和功能活性；蛋白质的特殊功能活性，尤其是转录酶、反转录酶、凝血素、神经氨酸酶和融合特性；氨基酸序列或部分序列；糖基化、磷酸化、豆蔻酸