

粮油食品

微生物学检验

● 项 琦 主编

● 项 琦 万慕麟 周建新 编

● 中国轻工业出版社

粮油食品微生物学检验

项琦 万慕麟 周建新 编

项琦 主编

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 简 介

本书是为高等学校粮油食品质量监测专业而编写的教学参考书。内容包括食品微生物的种类、形态、生理、生态、食品变质、食品防腐和粮油食品、粮食、油料及有关辅料的微生物学检验,以及食品生产环境卫生的微生物学监测等,分上、下两篇共九章。本书注意贯彻国家食品卫生标准并力求反映最新科学进展,理论联系实际,文字简明,图文并重,附有教学实验项目和参考文献。

本书可以作为高等院校粮油食品质量监测与检验专业的教学用书,并可作为粮油检验、食品卫生检验等专业技术人员的业务参考书和自学用书。

2682/18

粮油食品微生物学检验

项琦 万慕麟 周建新 编

项琦 主编

刘霞 彭倍勤 责任编辑

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

北京市卫顺印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米¹/₃₂ 印张: 10.75 字数: 240千字

1992年5月 第1版第1次印刷

印数: 1—7,000 定价: 8.20元

ISBN7-5019-1176-2/TS-0788

前 言

《粮油食品微生物学检验》是根据商业部批准的南京粮食经济学院粮油食品质量监测专业教学计划和1989年2月编制的本课教学大纲而编写的高等学校专业教材,也可作为大专函授、专业培训等教学用书,并可供作粮食系统、食品生产与检验单位,以及食品卫生部门等有关专业技术人员的业务参考书和自学用书。

本书除绪论外,分为上、下两篇,共计九章。上篇是食品微生物学基础(第一、二、三、四、五章)重于理论认识。内容包括食品微生物的种类、形态、生理、生态、食品变质、食品防腐,以及微生物利用等。下篇是粮油食品的微生物学检验技术(第六、八、九章),重于实验技术。以粮油食品、粮食和油料为主要对象,介绍各项检验技术,以及食品生产环境卫生的微生物学监测。有关检验方法,均以国家食品卫生标准为依据。目的在于使学者在增长微生物学理论知识的基础上,加强实验技能的掌握。关于具体教学方法和学时,可根据不同的教学要求,作适当安排。

本书绪论、第一、二、三、四、五、九章由项琦编写,第七、八章由万慕麟编写,第六章由周建新编写。

本书在编写过程中承蒙商业部粮食储运局检验处林贤明高级工程师、唐瑞明工程师审阅,并经南京粮食经济学院高修吾教授、瞿起荣先生审校。在此,一并深表谢意。

由于粮油和食品科学技术的迅速发展,本学科的内容和

技术，将不断地更新与提高。在本书编写中，由于我们的专业水平有限，会有许多漏误和不当之处，请予指正。

编者

一九九一年元月 南京

绪 论

粮油食品微生物学检验，是一门对粮油食品在生产、保藏和销售过程中，进行食品质量监测和安全性评价的微生物学检验技术学科。在科学体系上，它属于食品微生物学和食品卫生学。在专业技术上，它是贯彻执行国家食品卫生法，进行粮油食品质量的微生物学监测，保障食品卫生的一项重要技术工作。

微生物广泛分布于自然界中，以其在自然界物质转化中的作用，和对人类的关系而言，绝大多数的微生物是有益的。但就食品卫生而论，由于一些微生物的污染，所造成的粮食、食品霉变、腐败和带毒，以致引起食物中毒和传染疾病等，对人类却是有害无益的。因此，粮油食品微生物学检验的研究对象，主要是污染食品的有害微生物，即霉腐菌类和致病菌及其检验技术，以便进行有效而及时地监测，防止有害微生物的危害。

粮油食品微生物学检验的对象，主要是对粮油食品、粮食与油料，以及有关辅料，进行卫生学的微生物检查。

粮油食品，是指以粮食（谷类、豆类、薯类）、油料和植物油为主要原料，所加工生产的食品。粮油食品主要有：面制食品、米制食品、淀粉食品、豆制食品、植物蛋白食品、发酵酿造食品等，其中包括：

熟食品，为即食食品。如各式糕点、面包、蒸糕、馒头、煎炸食品、卤烧植物蛋白食品、各类方便食品等。

生食品，为待烹食品。如挂面、切面、线粉、粉丝、粉皮、豆腐、腐竹、豆皮等。

其他还有副食品、调味品和饮料，如腐乳、酱品、酱油、食醋、味精、豆浆、豆奶，啤酒等。

在我国，习惯以面制食品和米制食品为主食，因此，粮食和粮油食品的营养品质和卫生状况，直接关系到广大人民的健康。所以，在生产加工、储运和销售中，切实进行质量监测和微生物学检验，是保证粮食和粮油食品优质、安全的一个关键。这不仅对生产与经营单位有明显的经济性，而且为国家和消费者带来巨大的社会效益。

在粮油食品微生物学检验中，除对食品卫生的感官指标、进行表现征状（如霉菌引起的生霉、变质，细菌引起的发粘，腐败，以及食品的变色、异味等）检查外，重点对粮油食品及其主要原料（粮食、油料和油品）进行食品卫生的细菌学和真菌学检验。其主要检验项目有：细菌和霉菌的总数测定、大肠菌群的测定、致病菌检验，以及微生物毒素和产毒菌的检测。

根据国家食品卫生标准和检验方法，从事粮油食品的微生物学检验。在食品生产和运销中，准确评价食品的卫生质量和安全性。认真执行国家食品卫生法规，加强微生物学检测，防止微生物污染危害，监督生产，保障消费，以便为社会提供丰富多样、优质鲜美和卫生安全的粮油食品，不仅是生产加工单位和经营部门的任务，也是我们学习与研究食品微生物学基本知识及其检验技术的目的和期望。

目 录

绪 论

上篇 食品微生物学基础..... 1

第一章 微生物学概论..... 1

§ 1-1 微生物及其在生物界中的地位.....1

一、微生物的概念和类群..... 1

二、微生物的特点..... 3

三、微生物在生物界中的地位..... 5

§ 1-2 微生物的分类和命名.....6

一、微生物分类的目的和依据..... 6

二、微生物分类的原则和单位..... 7

三、微生物的命名..... 9

§ 1-3 微生物学及本学科的性质和任务..... 10

一、微生物学及其分科.....10

二、粮油食品微生物学检验的性质和任务.....11

第二章 微生物的形态.....12

§ 2-1 细菌..... 12

一、细菌的形状和大小.....12

二、细菌的细胞结构.....15

三、细菌的繁殖.....19

四、细菌的分类.....20

五、食品中常见的细菌.....22

§ 2-2 酵母菌..... 26

一、酵母菌的形态	27
二、酵母菌的繁殖	28
三、酵母菌的分类	29
四、食品上常见的酵母菌	31
§ 2-3 霉菌	34
一、霉菌的形态特征	34
二、霉菌的繁殖	36
三、霉菌的分类地位	39
四、食品上常见的霉菌	40
§ 2-4 病毒	65
一、病毒的一般性状	65
二、噬菌体的形态和结构	66
三、噬菌体的繁殖	67
四、噬菌体的危害	68
第三章 微生物生理与食品变质	69
§ 3-1 微生物的营养	69
一、微生物的营养物质	69
二、微生物的营养类型	74
三、微生物营养的吸收机制	76
§ 3-2 微生物的代谢	79
一、代谢的概念和类型	79
二、酶和酶促反应	80
三、微生物的能量代谢与呼吸作用	89
四、代谢中对氧需求不同的微生物类型	99
§ 3-3 食品变质与微生物分解代谢	101
一、食品中糖类的微生物分解	101
二、食品中脂类的微生物分解	106

三、食品中蛋白质的微生物分解·····	109
§ 3-4 食品卫生与食物中毒·····	114
一、细菌性食物中毒·····	115
二、真菌性食物中毒·····	120
第四章 微生物生态与食品防腐·····	125
§ 4-1 物理环境因素对微生物的影响·····	125
一、水分·····	125
二、温度·····	132
三、气体·····	134
四、辐射·····	135
§ 4-2 化学环境因素对微生物的影响·····	139
一、氢离子浓度·····	139
二、氧化剂·····	140
三、酸、碱和盐类·····	142
四、金属离子·····	143
五、有机化合物·····	144
六、表面活性剂·····	145
§ 4-3 食品防腐·····	145
一、低温防腐·····	145
二、干制防腐·····	147
三、高渗防腐·····	147
四、密封、缺氧防腐·····	148
五、酸类防腐·····	148
六、化学防腐与防腐剂·····	148
第五章 微生物在食品生产中的利用·····	151
§ 5-1 酵母菌的利用·····	151
一、面包生产·····	151

二、酒类酿造·····	152
三、酵母细胞的利用·····	153
§ 5-2 霉菌的利用·····	154
一、淀粉糖化·····	154
二、酱油酿造·····	154
§ 5-3 细菌的利用·····	155
一、食醋酿造·····	155
二、味精生产·····	156
三、酸牛奶的制作·····	156
§ 5-4 微生物酶制剂的应用·····	157
一、酶制剂的生产概况·····	157
二、食品应用的酶制剂·····	157
下篇 粮油食品微生物学检验技术 ·····	161
第六章 微生物学基本技术·····	161
§ 6-1 微生物学实验室主要设备与检验样 品的采集·····	162
一、实验室主要仪器和设备·····	162
二、粮油食品微生物学检验的样品采集···	163
§ 6-2 微生物的镜检技术·····	167
一、普通光学显微镜的使用与保养·····	167
二、测微与计数·····	174
三、粮油食品微生物的镜检·····	180
§ 6-3 培养基的制备与消毒、灭菌技术·····	192
一、培养基的制备·····	192
二、消毒、灭菌技术·····	200
§ 6-4 微生物的分离纯化与培养技术·····	205
一、微生物的分离纯化·····	205

二、微生物的接种技术·····	208
三、微生物的培养技术·····	211
§ 6-5 粮油食品的微生物学分析技术·····	213
一、粮油食品微生物分析程序·····	213
二、粮油食品微生物分析方法·····	213
三、粮油食品微生物的鉴定·····	224
第七章 食品卫生的细菌学检验·····	227
§ 7-1 粮油食品细菌总数的测定·····	227
一、细菌总数的意义·····	227
二、细菌总数的检测方法·····	228
§ 7-2 大肠菌群的测定·····	229
一、大肠菌群及其食品卫生学意义·····	229
二、大肠菌群的检测方法·····	230
§ 7-3 致病性细菌的检验·····	236
一、沙门氏菌检验·····	236
二、病原性大肠艾希氏菌检验·····	252
三、肉毒梭菌的检验·····	263
四、葡萄球菌的检验·····	267
§ 7-4 粮油食品及粮食、油料和辅料的细菌学检验·····	270
一、粮食、油料及其制品的细菌学检验·····	270
二、面包、糕点及方便食品的细菌学检验·····	271
三、豆制品的细菌学检验·····	272
四、辅料的细菌学检验·····	273
五、冷食品的细菌学检验·····	282
第八章 食品卫生的真菌学检验·····	286
§ 8-1 粮油食品霉菌和酵母菌总数测定·····	286

一、霉菌总数的测定·····	286
二、酵母菌总数的测定·····	287
§ 8-2 粮油食品及粮食、油料和辅料的霉菌	
学检验·····	287
一、粮食、油料及其制品的霉菌检验·····	287
二、面包、糕点及方便食品的霉菌检验·····	288
三、豆制品的霉菌检验·····	288
四、辅料的霉菌检验·····	288
§ 8-3 食品中常见产毒霉菌的鉴别·····	289
一、曲霉属 (<i>Aspergillus</i>) 产毒菌·····	289
二、青霉属 (<i>Penicillium</i>) 产毒菌·····	293
三、镰刀菌属 (<i>Fusarium</i>) 产毒菌·····	300
第九章 食品生产环境卫生的微生物学监测·····	309
§ 9-1 水的微生物学检验·····	309
一、水质的卫生学评价·····	309
二、水样的采集·····	311
三、水的微生物学检验程序·····	311
§ 9-2 空气的微生物学监测·····	317
一、空气清洁度与微生物污染·····	317
二、空气样品的采集·····	319
三、空气微生物的检测方法·····	320
§ 9-3 设备卫生的微生物学检查·····	324
一、食品生产设备卫生的意义·····	325
二、设备卫生的微生物学检查样品的采集··	325
三、设备卫生的微生物学检查方法·····	326
教学实验项目·····	327
主要参考文献·····	328

上篇 食品微生物学基础

第一章 微生物学概论

微生物广布于自然界中，与人类的生产和生活，关系密切。对食品的生产加工、保藏和消费尤为重要。从食品卫生的观点来看，微生物的危害性，是造成食品变质和食物中毒的主要原因之一。所以，掌握微生物学基本知识和技术，对于合理进行粮油食品的质量监测，正确评价食品卫生的微生物学标准，是非常必要的。

§ 1-1 微生物及其在生物界中的地位

一、微生物的概念和类群

微生物 (Microbé)，就是形体微小，结构较为简单的生物。其大小通常以微米($1\mu\text{m}=10^{-6}\text{m}$) 和纳米($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) 来量度。所以，微生物的个体，一般只有在光学显微镜或电子显微镜下，才能看到。有些微生物，在大量繁殖、集聚成颇具特色的菌落时，人们便可察觉。如粮食、食品和其他有机物质，在保藏不当时，生出霉味刺鼻的霉点，便是霉菌。

富水食品腐败时，出现腥臭发粘的滴液，多为细菌。微生物是各种各样的，异常以群体聚集存在。

高等动物和植物都是多细胞生物，结构极为复杂。而微生物都是低等的、结构较为简单的生物，包括非细胞生物和细胞生物。

微生物是一个庞大的生物群，普遍存在于地球的生物圈内。在粮食、油料和粮油食品上也都有微生物的寄存和污染。微生物的类群，按细胞结构的有无，可分为两大类群：非细胞生物——病毒，细胞生物——如细菌、真菌等。

病毒是没有细胞结构的微生物，它是由核酸芯子和蛋白质外壳（衣壳）所组成。病毒不能独立生活、只能在其他活的生物细胞内生长和复制。病毒对寄主或寄主细胞有着极其严格的专化性。

属于细胞生物的微生物，在细胞结构上有两种基本形式：原核细胞和真核细胞。两类细胞结构的区别，主要在于：真核细胞具有核膜、核仁分化的定形的细胞核，其中含有多条染色体，称为真核。而原核细胞，则没有核膜、核仁分化的定形的核，只有由单个染色体（实际为裸露的DNA分子）构成的核质，称为原核。

具有真核的细胞生物，称为真核生物。属于此类的微生物即为真核微生物。它们具有单细胞，或多细胞构造。主要类群有：真菌（霉菌和酵母菌等）、单胞藻类和原生动物等。

具有原核的细胞生物，称为原核生物。属于此类的微生物即为原核微生物，由单细胞所构成，主要类群有：细菌（真细菌、放线菌、粘细菌、螺旋体等、立克次氏体、支原体（菌形体）和衣原体等。

不同类群的微生物，不仅在细胞结构上有所不同，而且

在其形态上和生理上也具有多样性。从而，为对微生物的研究、应用和控制，带来了复杂性，同时也提供了可能性。

二、微生物的特点

(一) 种类多、分布广

微生物的种类繁多，数以万计。而且微生物形体微小，可随风飘浮空中，随水渗入土层，也可借助流水、动物和人，以及粮食、食品的运输而传播。微生物习性各不相同，适应性强，有的适应于海洋、湖泊、沼泽；有的适应于陆地不同的土壤；也有的可以在动、植物体表或体内生存；有的腐生，有的寄生；有的好氧，有的厌氧。微生物的分布非常广泛，从热带到寒带，从空气到水域，从沙漠到冰川，在地球的生物圈里，几乎到处都能找到微生物的踪迹。

(二) 繁殖快、数量大

在适宜的条件下，大肠杆菌能在 20 ~ 30 分钟繁殖一代，24 小时可繁殖 72 代，从理论上讲，菌体数目可达 4.7×10^{21} 个。由于营养物质的消耗，代谢产物的累积，环境条件的改变等，实际上达不到这个数量水平，但比高等动、植物的生长速度还是快千万倍。有人统计，一头 500 公斤重的牛，每天增加的蛋白质约为 0.4 公斤，而 500 公斤的酵母菌在 24 小时内至少可形成 5000 公斤的蛋白质。因此，人们可利用此特点来进行大量的单细胞蛋白的生产。

由于微生物的营养谱较广，生长要求不高和繁殖速度快等原因，凡有微生物生存之处，其数量都是相当巨大的。一颗土粒，一粒粮食、一个动、植物体或其一个器官，几乎都是微生物世界。霉腐变质的食品，其菌量更是十分惊人。

(三) 代谢强度高

由于微生物个体很小,具有极大的表面积和容积的比值,所以能够迅速地和周围环境进行物质交换。从单位重量来看,微生物的代谢强度比高等动、植物大千万倍。因此,在自然界的物质循环和能量转化过程中,微生物起着极其重要的作用。不同微生物所积累的代谢产物也不同,所以发酵工业常利用微生物来生产各种发酵产品。如:酒精、甘油、丙酮、有机酸、维生素、酶制剂及脂肪、蛋白质、抗菌素等。另一方面,许多微生物能引起动、植物和人的多种疾病,甚至导致死亡。霉腐微生物可以引起粮食、食品、衣物等各种物质的霉腐变质,这都是由于微生物的代谢能力及其强度大所造成的。

(四) 易变异、适应性强

由于微生物对环境的适应能力强,所以,在自然界的任何环境,都能成为微生物生长、繁殖的场所。但是微生物对一些特殊的环境条件的反应还是相当敏感的,加上它们繁殖速度快,代时极短,以及有些真菌菌丝有基因重组或准性生殖等,使得微生物具有容易变异的特点。因此,微生物是研究生物细胞遗传变异的好材料。另外,人们可利用微生物易变异的特点进行菌种的诱变选育,在较短时间内获得优良菌种,这对于提高发酵工业产量或进行生物防治病虫害都有重要意义。

绝大多数微生物可以人工培养,它们能在常温常压下,利用简单营养物质生长,许多农副产品都可作为它们的营养源,无论是固体还是液体原料都可以加以利用。微生物可以生长在试管中,比起大多数动植物来说,只需要很小的空间。所以,人们可以利用微生物,生产所需要的产品。