



GAODENG ZHIYE JIAOYU SHIPINLEI ZHUANYE XILIE JIAOCAI

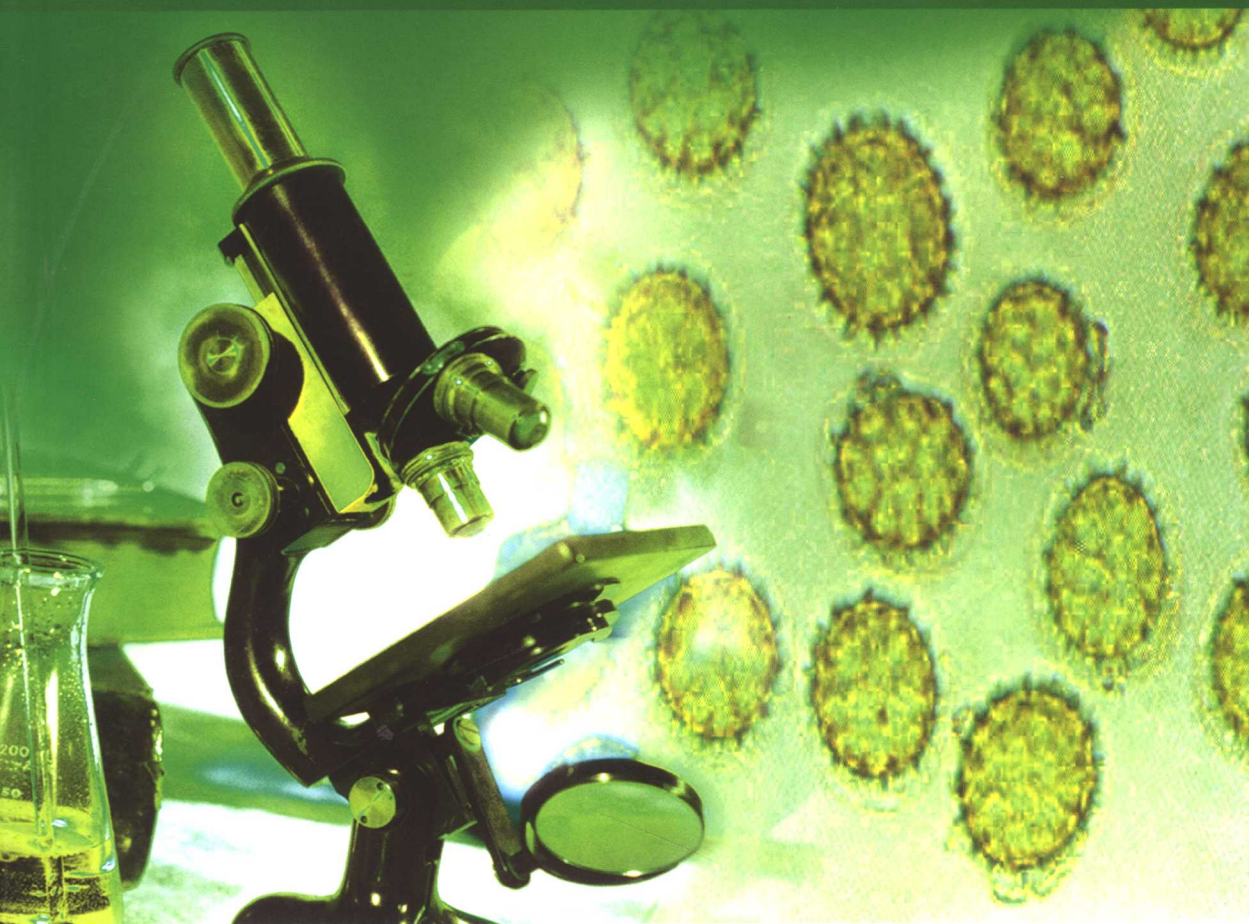
• 高等职业教育食品类专业系列教材 •

食品检验技术(微生物部分)

SHIPIN JIANYAN JISHU (WEISHENGWU BUFEN)

(适合食品检验与质量控制技术专业)

主编 刘用成



中国轻工业出版社

高等职业教育食品类专业系列教材

食品检验技术(微生物部分)

(适合食品检验与质量控制技术专业)

主 编 刘用成

副主编 郝涤非

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品检验技术. 微生物部分/刘用成主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2006. 9
高等职业教育食品类专业系列教材
ISBN 7-5019-5494-1

I. 食... II. 刘... III. ①食品检验 - 高等学校:
技术学校 - 教学参考资料②食品检验 - 微生物检定 - 高
等学校: 技术学校 - 教学参考资料 IV. TS207. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 073292 号

责任编辑: 白洁 涂润林

策划编辑: 白洁

责任终审: 劳国强

封面设计: 宋琳媛

版式设计: 马金路

责任校对: 李靖

责任监印: 胡兵

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: 北京市卫顺印刷厂

经销: 各地新华书店

版次: 2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 720 × 1000 1/16 印张: 15.75

字数: 299 千字

书号: ISBN 7-5019-5494-1/TS · 3195 定价: 22.80 元

读者服务部邮购热线电话: 010—65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010—85119817 65128898 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读者服务部联系调换

51044J4X101ZBW

高等职业教育食品类专业系列教材 编审委员会成员名单

主 任 张安宁

副主任 朱 珠 莫慧平 刘 冬

委 员 (按姓氏笔画排序)

马 越	王 锋	马兆瑞	孙连富	刘用成	李五聚
吴云辉	杜克生	杨 君	杨爱萍	杨登想	张旭光
张孔海	梁传伟	翟玮玮			

前 言

近年,我国高等职业教育蓬勃发展,为我国社会劳动力就业、加强职业技能培训和产业结构优化升级,作出了积极贡献;对于把巨大的人口压力转化为人力资源优势,使我国的经济的发展切实地转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来产生了深远的意义。为适应高职教育快速发展的大好形势,中国轻工业出版社召集多个高职院校食品类专业的骨干教师多次召开教学改革和教材建设研讨会。2005年3月在深圳召开的全国食品系列教材建设研讨会上,决定组织编写适应新形势下的全国食品系列高职教材。本人很荣幸地应邀担任《食品检验技术》(微生物部分)的主编。

民以食为天,食品与人民群众的生活息息相关。在我国人民群众生活水平极大提高的今天,人们对食品已经不再仅仅是满足于果腹,而是要吃好吃得营养和健康,吃出令人陶醉的饮食文化。为了保障人民群众对食品的高水准要求,首先应该保证食品的安全卫生。作为食品从业人员和食品卫生监督工作者,掌握食品微生物检验技术是神圣的职责,也是不可或缺的技能。

食品工业在我国的国民经济中占有很大比重。据不完全统计,它在我国国民经济中所占GDP的比重达10%左右,个别省份达到了30%。食品工业为我国的出口创汇也作出了重大贡献。保证食品的安全卫生,是食品工业良性发展和积极出口创汇的重要前提。掌握食品微生物检验技术,是保证食品安全卫生的重要手段,是为食品工业健康发展保驾护航。

本书是编者在多年的教学实践和社会调查的基础上进行组织和编写的。其宗旨是着力培养适应食品工业发展和超市、农贸市场(国家要求今后的大型超市和农贸市场应配有食品检验人员)、食品卫生监督等部门需要的高素质食品检验技能人才,为满足本专业高职学生就业打实基础,创造条件。所以本书在编写中,时刻牢记温家宝总理在全国职业教育工作会议上关于“深化教学改革,注重学以致用”的指示。全书以作为食品微生物检验人员必须掌握的一些应知应会的基本常识和技能技术为主,淡化相关的理论知识。通过本书的学习,学生能够全面系统地掌握检验技术,既掌握食品卫生学方面关于细菌总数、大肠菌群数的检验技术,又掌握由食品传染给人的病原微生物的检验技术。食品微生物的检验随着科学技术的进步,正由传统的检验方式朝着快速检验的方向发展,因此我们也介绍了食品微生物的快速检验方法。国家规定,食品检验人员应持证上岗,为了读者实训和考证的需要,书末还编录了两套“高

级食品检验工技能操作考试模拟试卷”。总之，希望读者能通过本书的学习，为就业创造条件，为食品工业的发展、为人民群众的身体健康发挥作用。本书还可供食品生产、食品商检、卫生防疫的微生物检验人员及相关人员学习和参考。

参加本书编写的有湖南科技职业学院刘用成教授、江苏食品职业技术学院郝涤非副教授（第二章），河南信阳农业高等专科学校刘开华（第三章），新疆轻工职业技术学院李芳（第四章），江苏经贸职业技术学院郑萍（第五章），北京电子科技职业技术学院刘玮（第六章），广东轻工职业技术学院刘晓蓉（第七章、第八章）。刘用成教授任主编兼统稿，郝涤非副教授、刘晓蓉老师任副主编。

微生物学家、湖南师范大学博士生导师邓乐教授、湖南科技职业学院院长、博士生导师杨栋梁教授在百忙中主持审阅了本书全稿。本书的编写还得到了江苏食品职业技术学院食品系主任翟玮玮副教授、中国轻工业出版社白洁编辑的大力支持，编者在此一并致以诚挚的谢意。

由于水平有限、时间仓促，书中不妥和失误之处诚望读者批评指正。

刘用成

目 录

第一章 食品中的微生物及其检验	1
第一节 食品中的微生物	1
一、来自土壤中的微生物	1
二、来自水中的微生物	2
三、来自空气中的微生物	2
第二节 微生物引起食品腐败变质	3
一、分解蛋白质的微生物	4
二、分解糖类的微生物	5
三、分解脂肪的微生物	6
第三节 食品微生物检验的重要意义	6
一、食品中细菌总数检验的意义	7
二、食品中大肠菌群检验的意义	8
三、食品中病原微生物检验的意义	9
四、食品微生物检验技术的发展	10
思考题	11
第二章 食品微生物检验的基本条件与设备	12
第一节 微生物检验室	12
一、微生物检验室的基本条件	12
二、检验员手册	12
第二节 无菌室	14
一、无菌室的结构与要求	14
二、无菌室的熏蒸消毒	15
三、无菌室无菌程度的测定	15
第三节 食品微生物检验的常用仪器设备	16
一、显微镜	16
二、培养箱	22
三、干燥箱	23
四、高压蒸汽灭菌器	24
五、超净工作台	26
六、水浴箱	26

七、离心机	27
八、其他	28
第四节 食品微生物检验常用玻璃器皿	29
一、玻璃器皿的种类	30
二、玻璃器皿的清洁与清洗	31
三、玻璃器皿的包扎	32
四、玻璃器皿的灭菌	33
思考题	33
第三章 食品微生物检验的常用试剂及配制	34
第一节 染料及染液配制技术	34
一、染色的原理	34
二、染料种类	35
三、常用染液的配制	35
第二节 常用试剂的配制技术	38
一、缓冲液的配制技术	38
二、物质的量浓度溶液的配制技术	41
三、pH 指示剂的配制技术	44
四、血清学反应试剂制备技术	47
五、生化试剂制备技术及试验法	50
第三节 培养基	53
一、培养基的成分与分类	53
二、培养基 pH 的测定与调整	56
三、常用培养基的制备技术	56
思考题	70
第四章 微生物检验基础技术	71
第一节 显微镜的使用与维护	71
一、显微镜的使用	71
二、显微镜的维护	73
第二节 染色与细菌的形态观察技术	74
一、染色的基本程序	74
二、几种常用的细菌染色法	75
三、注意事项	78
第三节 放线菌、酵母菌和霉菌的形态观察	78
一、放线菌的形态观察技术	78
二、酵母菌的形态观察技术	79

三、霉菌的形态观察技术	80
第四节 微生物大小的测定技术	81
一、测定用器材	81
二、测定方法	82
第五节 酵母菌死活细胞鉴定及计数技术	84
一、酵母菌死活细胞鉴定	84
二、酵母菌细胞数的测定	84
第六节 消毒与灭菌技术	87
一、物理灭菌法简介	87
二、几种常用的物理灭菌技术	89
三、化学灭菌法简介	91
第七节 微生物的分离、纯化与接种技术	93
一、菌种分离用器材	94
二、菌种分离与纯化方法	94
三、接种技术	98
第八节 微生物菌种保藏技术	100
一、常规保藏方法	100
二、真空冷冻干燥保藏方法	104
思考题	106
第五章 食品卫生细菌学检验技术	110
第一节 食品卫生细菌学检验总则	110
一、样品采集	110
二、送检	114
三、样品处理	114
四、检验与报告	115
第二节 食品卫生微生物检验中常见检样的制备	116
一、肉与肉制品检样的制备	116
二、乳与乳制品检样的制备	117
三、蛋与蛋制品检样的制备	118
四、水产品检样的制备	120
五、饮料、冷冻饮品检样的制备	121
六、调味品检样的制备	122
七、冷食菜、豆制品检样的制备	122
八、糖果、糕点和蜜饯检样的制备	123
九、酒类检样的制备	123

十、方便面（速食米粉）检样的制备	124
十一、罐藏食品检样的制备与检验	124
第三节 食品卫生细菌学菌落总数的检验技术	132
一、菌落总数检测常用器材	132
二、检验程序	133
三、操作方法	133
四、细菌菌落总数测定的其他方法	136
五、非常见细菌菌落总数的测定方法	137
第四节 食品卫生大肠菌群检验技术	139
一、检验常用器材	140
二、检验程序	140
三、检验方法	141
四、注意事项	144
附：粪大肠菌群的检验	146
思考题	147
第六章 食品中常见病原微生物检验技术	148
第一节 沙门氏菌检验技术	148
一、生物学特性	148
二、检验所需器材	149
三、检验程序	149
四、操作方法	149
第二节 金黄色葡萄球菌检验技术	153
一、生物学特性	154
二、检验所需器材	155
三、检验程序	155
四、操作方法	156
附：金黄色葡萄球菌肠毒素检测	157
第三节 志贺氏菌检验技术	161
一、生物学特性	162
二、检验所需器材	164
三、检验程序	164
四、操作方法	165
第四节 肉毒梭状芽孢杆菌检验技术	168
一、生物学特性	168
二、检验所需器材	170

三、检验程序	170
四、操作方法	171
第五节 常见产毒霉菌的鉴定技术	174
一、鉴别器材	174
二、鉴别方法	174
附一 黄曲霉属和黄曲霉的形态特征	175
附二 曲霉属分类检索表	176
附三 黄曲霉毒素的检测	180
思考题	192
第七章 发酵食品微生物检验技术	193
第一节 乳酸菌饮料中乳酸菌的检验技术	193
一、生物学特性	193
二、检验所需器材	195
三、检验程序	196
四、操作方法	196
第二节 鲜乳中抗生素残留量的检验	198
一、检验所需器材	199
二、检验程序	199
三、操作方法	199
四、注意事项	200
第三节 酱油种曲孢子数及发芽率的测定	201
一、酱油种曲孢子数的测定	201
二、孢子发芽率的测定	202
第四节 毛霉的分离鉴别及腐乳的制造	203
一、检验所需器材	204
二、检验程序	204
三、操作方法	204
思考题	207
第八章 食品微生物快速测定技术	208
第一节 细菌总数的快速测定技术	208
一、纸片快速测定法	208
二、ATP 生物发光法	210
三、阻抗法	211
四、旋转平板法	213
五、疏水性栅格滤膜法 (HGMF) 或等格法	214

六、直接外荧光滤过技术 (DEFT)	214
七、“即用胶”系统 (SimPlate)	215
八、其他方法	216
第二节 大肠菌群的快速测定技术	216
一、国家标准大肠菌群的快速检测 (GB/T 4789. 32—2002)	216
二、LTSE 快速检验法	219
三、TTC (氯化三苯四氮唑) 显色快速法	221
四、DC (去氧胆酸钠) 半固体试管快速法	222
五、纸片快速检验法	223
第三节 致病性微生物的快速测定技术	224
一、沙门氏菌的快速筛检方法	225
二、金黄色葡萄球菌的快速检验方法	229
三、大肠杆菌 O157: H7 快速检验方法	230
思考题	231
附录 高级食品检验工技能操作考试模拟试卷	232
参考文献	237

第一章 食品中的微生物及其检验

第一节 食品中的微生物

学习目标

1. 了解食品中的微生物主要来源于土壤、空气和水，因此应注意食品从原料到加工、贮运、销售等各个环节的卫生。
2. 了解不同微生物对营养的要求有不同，因此，不同食品的变质，引起其变质的微生物类群有不同。
3. 了解评价食品质量的主要标准。
4. 了解食品检验中细菌总数、大肠菌群数的定义及其检验意义。

自然界中广泛地存在着各种微生物，无论是高山、陆地、江河、湖泊、海洋还是空气中。在植物和动物的体表、体内也存在多种微生物。因此，动物性食物、植物性食物或由它们加工成的各种食品，就不可避免地存在着微生物。

自然界中存在的微生物，有些可以用来制造食品或制药、制酶等，为人类所利用；有些则能使食品腐败变质，以致这些食品人们不能食用，造成浪费；还有的微生物则能引起人体疾病导致人们健康受损，甚至使人丧命。因此，我们在搞清微生物特性的基础上，了解食品中微生物的来源，对于保障食品卫生和进行食品微生物的检验都具有重要意义。食品中微生物的来源主要有以下几个方面。

一、来自土壤中的微生物

土壤是微生物的“天然培养基”，在这里有供微生物生长繁殖的大量有机物和无机盐，还有供它们生活的空气、水分，土壤也具有一定的酸碱度和较恒定的温度，这为微生物的生存提供了充足的条件。虽然不同土壤微生物的种群和数量可能不同，但总的来说，自然界中的微生物绝大部分都在土壤中有存在，它也是食品中微生物存在的主要源头。

根据不同土壤的分析统计，每克肥沃土壤中通常含有几亿到几十亿个微生物，贫瘠土壤也含有几百万到几千万个微生物。在这些微生物中，以细菌最多，占土壤中微生物总数的70%~80%，其次是放线菌、霉菌及酵母菌等。按其营养类型来分，主要是异养菌，但自养型的细菌也普遍存在。

不同土壤中，微生物种类的分布不同。在酸性土壤中，霉菌较多，碱性土壤和含有机质较多的土壤，细菌、放线菌较多，在森林土壤中，分解纤维素的微生物较多，在油田地区的土壤中，分解碳氢化合物的微生物较多，在盐碱地中，可分离出嗜盐微生物。

土壤也是某些病原微生物存在的温床，如炭疽芽孢菌、肉毒梭状芽孢菌、破伤风菌等，特别是它们的芽孢体，可以在土壤中几十年不死。这些病原体一旦散布出去感染人畜，污染食品，就有可能在人畜体内大量繁殖，危害人畜健康。还有些肠道致病菌，随人畜的排泄物也很容易污染土壤。

二、来自水中的微生物

江河、湖泊、海洋、池塘、水井或下水道中，都大量存在微生物。甚至在摄氏几十度的温泉中，也存在微生物。可以这样说，在自然界中，只要有水的存在，就有微生物存在。一般来说，越不清洁的水体，微生物数量和种群越多。

水体中的微生物，主要来自土壤、空气、动物的排泄物、动植物尸体、工厂废水和生活污水等。

不同的水体，微生物种群和数量不同，井水、泉水，因为经过很厚土层的过滤，含有机营养物质很少，微生物的种类和数量较少。溪流中，由于营养物质缺乏，微生物也不太多，常见的主要是一些革兰氏阴性无芽孢菌。江河、湖泊、池塘中的微生物主要来自土壤和生活污水。这些水中的微生物与其周围陆地的情况有关。海洋和咸水湖中的微生物主要是一些嗜盐类细菌。

江河、湖泊、池塘、溪流的水体中，微生物的种群和数量，随季节和气候条件的不同，有显著的变化。河水泛滥和多雨季节，陆地上的污物被冲洗到水流中，因而细菌数目会显著增加。

水也是传染病的媒介。水中最常见的病原微生物，主要是一些肠道致病菌，如伤寒沙门氏菌、副伤寒沙门氏菌、霍乱弧菌、痢疾杆菌等，牛瘟病毒、猪瘟病毒、口蹄疫病毒等也可能污染到水中。食品的洗涤、加工等都需要大量的水，而水的洁净与否，关系到食品的质量、保藏和安全卫生等。

三、来自空气中的微生物

空气虽不是微生物生长繁殖的场所，但空气中也大量存在，并且越是人群和动物活动多的场所，空气中的微生物越多。这是因为空气中微生物主要附着在空气中的尘埃颗粒上及短暂悬浮于空气中微小液滴内，它们随空气的流动而传播。人群越多的地方，由于人们的活动，使空气振动和流动，产生尘埃越多。空气湿度大或大雾弥漫的空气中，微生物亦较多。

存在于空气中的微生物，主要是一些霉菌孢子及某些细菌的芽孢，微生物

的营养细胞是很难生活在空气中的，这是因为空气中营养物质缺乏、环境干燥、有紫外线的照射等，都不适宜微生物长期生活。但芽孢和孢子具有一定的抵抗不良环境的能力，它们可以随空气的流动而四处传播。

因为空气中的微生物最多的是霉菌孢子，当食品暴露在空气中，首先侵入的是霉菌，当环境湿度较大时，也可能污染一些细菌和可能存在的病原菌。

病原微生物在空气中一般很容易死亡，但结核杆菌、白喉杆菌、葡萄球菌、链球菌、脑炎双球菌、炭疽杆菌、流行性感冒病毒、脊髓灰质炎病毒等，也可以在空气中存活一段时间。

食品在加工、贮运、销售等过程中，均不可避免地与空气直接接触，都有污染各种微生物的可能。

第二节 微生物引起食品腐败变质

从广义的角度来说，凡引起食品理化性质发生改变的现象，都称为食品变质。导致食品变质的因素有物理的、化学的，也有生物的。比如油脂的氧化酸败，主要是理化因素引起的；有时发现米、面放久了生了小虫，使之陈变不可食用，这是生物因素——昆虫为之。在大多数情况下，引起食品变质的主要是生物因素——微生物。

食品的原料主要是动物性和植物性原料，以及加工时所不可缺少的水，它们总是被微生物污染。食品在加工、贮运过程中，也经常被微生物污染。这些微生物在一定条件下，可以在食品中大量生长繁殖，使食品失去原有的色、香、味，转变为不符合食品卫生要求的变质食品，再不能供人们食用。在这里有两点需要指出：第一，许多发酵食品，比如酸乳，就是通过乳酸细菌这种微生物发酵而制取的，从现象上看，也是一种食品的变质过程，但从变质的性质上看，没有产生有害物质，只是由一种食品变成了另一种食品。所以，这与我们一般意义上的食品变质应区别开来；第二，由于机械作用，使食品的形状发生了改变，它也不属传统意义上的食品变质范畴，比如，有的食品由于受到挤压、碰撞等变形了，压碎了。我们所说的食品变质一般是指食品在加工、贮藏或运输等过程中产生了有害人们身体健康的因素。

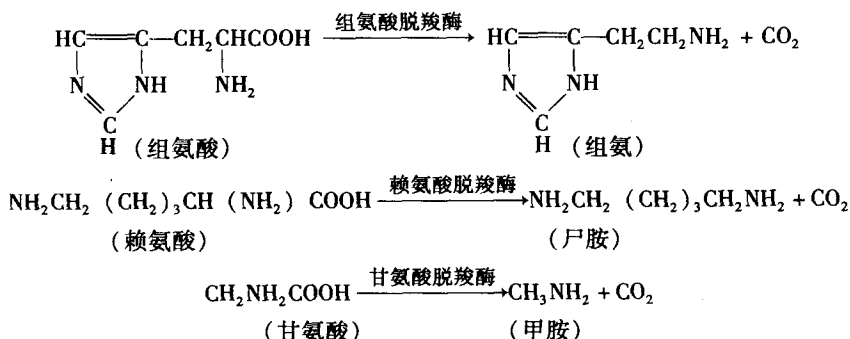
食品是否变质，要有内因和外因的共同作用。大多数食品是动植物组织及其制品，含有有机物（如糖类、蛋白质等）、水分、无机盐，活体的动植物组织还含有生物酶。多数食品是胶体，其结构易破坏和变化。有些食品中含有不饱和脂肪酸、色素、芳香物质等，其结构很容易被氧化，这些因素都是使食品变质的内因。光、电、环境中的微生物，是食品发生变质的外因。在一般情况下，内因很容易与外因产生作用，尤其是微生物，在自然界分布极其广泛，在

食品加工、贮藏、运输、销售等环节中，通过水、空气、土壤、用具、器皿、动物和人而污染食品。

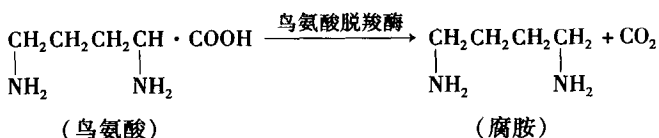
微生物能引起食品变质，但不是每种微生物对所有食品的变质作用都一样。也就是说不同性质的食品变质，可能是由不同种类的微生物引起的。这是因为不同微生物对营养物质的需要是有选择性的，我们了解这一点，对食品微生物的分析与检验具有重要作用。

一、分解蛋白质的微生物

含蛋白质的食品一旦被微生物分解造成败坏变质，会产生难闻的气味，这种变质，在食品生化上一般把它叫做腐败。难闻气味的产生，主要是微生物分解蛋白质中的赖氨酸等产生的，微生物分解蛋白质中的某些氨基酸，能生成有毒性的胺类。如：



还有色氨酸脱羧产生的色胺，含硫氨基酸脱羧产生的硫醇类物质等，均对人体产生毒性。在高等动物和人体内还有一种鸟氨酸，存在的数量也不是很微小，虽然不是构成蛋白质的氨基酸，但参与体内尿素循环，当尸体腐败，这种氨基酸会分解脱羧产生气味十分难闻的腐胺，也有毒性。



分解蛋白质的微生物，主要是细菌，其次是霉菌和酵母菌。不能产生胞外酶的细菌，分解蛋白质的能力极弱。使食品中蛋白质分解变质主要是产生胞外酶的细菌。它们主要有：芽孢菌属、单胞菌属、变形杆菌属、梭状芽孢杆菌属等。这些属中的蛋白质分解菌，在以蛋白质为主体的食品上能良好生长，即使在无糖分存在的情况下，也能较好生长。还有一些细菌，对蛋白质的分解能力虽然没有上述细菌强，但也有一定的分解能力。它们主要是葡萄球菌属、八叠球菌属、小球菌属、产碱杆菌属、肠细菌属、埃希氏杆菌属等。

按食品种类来区分,引起鱼贝类食品变质的细菌,主要是球菌、假单胞菌属、黄色杆菌属、无色杆菌属、赛氏杆菌属等;引起禽畜肉食品变质的主要是一些好氧性细菌,如兼氧性芽孢杆菌、变形杆菌等。

使蛋白质食品变质的霉菌,主要有青霉属、曲霉属、根霉属、毛霉属、木霉属和复端孢霉属中的多种霉菌。尤其是沙门柏干酪青霉、洋葱曲霉,分解蛋白质能力特别强,当环境中存在较多糖类时,更能促进蛋白酶的形成,分解蛋白质能力更强。

一般来说,酵母菌分解蛋白质的能力比较弱,就目前的研究结果来看,红棕色舒逊氏酵母、越南酵母、巴氏酵母、啤酒酵母等,能使凝固的蛋白质缓慢分解。红酵母属中有的酵母能分解酪蛋白,促使乳制品凝固。

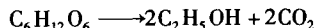
二、分解糖类的微生物

含糖类和脂肪多的食品被微生物分解产酸而变质败坏,这种变质,一般称酸败。其本质是糖类在微生物糖酶(脂肪在脂酶)的作用下,生成了多种有机酸。

微生物分解糖类的简单过程一般如下:

多糖→双糖→单糖→丙酮酸→有机酸、醇、醛等→二氧化碳和水

例如酒精酵母,在缺氧条件下,分解葡萄糖产生二氧化碳和酒精:



醋酸菌可将醇氧化成醋酸: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

乳酸菌可将糖发酵产生乳酸: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$

丁酸细菌可将糖发酵产生丁酸等: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_7\text{COOH} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2$

分解糖类的微生物主要是酵母菌,其次是霉菌和细菌。

绝大多数酵母菌不能直接分解淀粉、纤维素之类大分子糖类,然而多数能利用有机酸、二糖、单糖等。比如蔗糖含量高的食品,细菌生长受抑,但酵母菌能生长繁殖。果汁、果酱、蜂蜜、果胶、酱油等易被酵母菌污染而引起变质。

大多数霉菌能分解含简单糖类多的食品。几乎所有霉菌都有分解淀粉的能力。能分解大分子纤维素、果胶的霉菌很少。能分解果胶质的霉菌主要有黑曲霉、米曲霉、灰绿曲霉、毛霉等。分解纤维素霉菌的有毛壳霉、灰色土霉、绿色木霉、黑曲霉、土曲霉、烟曲霉、黄青霉、淡黄霉等,其中绿色木霉分解纤维素能力特别强。霉菌还有利用某些简单有机酸或醇的能力。

分解糖类的细菌只有少数。分解淀粉能力较强的细菌有芽孢杆菌属,如枯草芽孢杆菌、蜡状芽孢杆菌、梭状芽孢杆菌属(如淀粉酸状芽孢杆菌、酪酸梭状芽孢杆菌等)。分解纤维素和半纤维素的细菌仅芽孢杆菌属和八叠球菌属