

全国高职高专食品类专业『十二五』规划教材

食品微生物检验

● 毕韬韬 张子成 主编 ●

SHIPINLEI ZHUANYE



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

全国高职高专食品类专业“十二五”规划教材

食品微生物检验

毕韬韬 张子成 主编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

食品微生物检验/毕韬韬, 张子成主编. —北京: 中国科学技术出版社,
2013. 2

全国高职高专食品类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5046-6289-7

I. ①食… II. ①毕… ②张… III. ①食品微生物-食品检验-高等职业
教育-教材 IV. ①TS207. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 005878 号

策划编辑 徐扬科 符晓静

责任编辑 谭建新

封面设计 孙雪骊

责任校对 赵丽英

责任印制 张建农

出 版 中国科学技术出版社

发 行 科学普及出版社发行部

地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮 编 100081

发行电话 010-62173865

传 真 010-62179148

投稿电话 010-62176522

网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm×1092mm 1/16

字 数 390 千字

印 张 17.5

版 次 2013 年 2 月第 1 版

印 次 2013 年 2 月第 1 次印刷

印 刷 北京长宁印刷有限公司印刷

书 号 ISBN 978-7-5046-6289-7/TS·53

定 价 33.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

全国高职高专食品类专业“十二五” 规划教材编委会

顾 问 詹跃勇

主 任 高愿军

副主任 刘延奇 赵伟民 隋继学 张首玉 赵俊芳 孟宏昌
张学全 高 晗 刘开华 杨红霞 王海伟

委 员 (按姓氏笔画排序)

王海伟 刘开华 刘延奇 邢淑婕 吕银德 任亚敏
毕韬韬 严佩峰 张军合 张学全 张首玉 吴广辉
郑坚强 周婧琦 孟宏昌 赵伟民 赵俊芳 高 晗
高雪丽 高愿军 唐艳红 栗亚琼 曹 源 崔国荣
隋继学 路建锋 詹现璞 詹跃勇 樊振江

本书编委会

主 编 毕韬韬 张子成

副主编 武晋海 张明玉 石艳培

编 委 (按姓氏笔画排序)

石艳培 毕韬韬 张子成 张明玉

吴广辉 武晋海 彭欣然

出版说明

随着我国社会经济、科技文化的快速发展，人们对食品的要求越来越高，食品企业也迫切需要大量食品专业高素质技能型人才。根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》的精神，职业院校的发展目标是：以服务为宗旨，以就业为导向，实行工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式。以食品行业、食品企业的实际需求为基本依据，遵照技能型人才成长规律，依靠食品专业优势，开展课程体系和教材建设。教材建设以食品职业教育集团为平台，行业、企业与学校共同开发，提高职业教育人才培养的针对性和适应性。

我国食品工业“十二五”发展规划指出，深入贯彻落实科学发展观，坚持走新型工业化道路，以满足人民群众不断增长的食品消费和营养健康需求为目标，调结构、转方式、提质量、保安全，着力提高创新能力，促进集聚集约发展，建设企业诚信体系，推动产业链有效衔接，构建质量安全、绿色生态、供给充足的中国特色现代食品工业，实现持续健康发展。根据我国食品工业发展规划精神，漯河食品职业学院与中国科学技术出版社合作编写了本套高职高专院校食品类专业“十二五”规划教材。

本套教材具有以下特点：

1. 教材体现职业教育特色。本套教材以“理论够用、突出技能”为原则，贯穿职业教育“以就业为导向”的特色。体现实用性、技能性、新颖性、科学性、规范性和先进性，教学内容紧密结合相关岗位的国家职业资格标准要求，融入职业道德准则和职业规范，着重培养学生的职业能力和职业责任。

2. 内容设计体现教、学、做一体化和工作过程系统化。在使用过程中做到教师易教，学生易学。

3. 提倡向“双证”教材靠近。通过本套教材的学习和实验能对考取职业资格或技能证书有所帮助。

4. 广泛性强。本套教材既可作为高职院校食品类专业的教材，以及大中小型食品

加工企业的工程技术人员、管理人员、营销人员的参考用书，也可作为质量技术监督部门、食品加工企业培训用书，还可作为广大农民致富的技术资料。

本套教材的出版得到了河南帮太食品有限公司、上海饮技机械有限公司的大力支持和赞助，在此深表感谢！

限于水平，书中缺点和不足在所难免，欢迎各地在使用本套教材过程中提出宝贵意见和建议，以便再版时加以修订。

全国高职高专食品类专业“十二五”规划教材编委会

2012年5月

前 言

俗话说，民以食为天，食以安为先。食品卫生与人的健康关系极其密切。随着生活水平的提高，人们对食品安全性要求越来越高，从而对食品检验提出了更高的要求。尤其近些年，不断出现的食品安全事件让人们期待更健康、更安全、更放心的食品。食品微生物检验是食品安全监测的重要组成部分。从19世纪国家食品安全与卫生方面的法律、法规更新速度来看，比如：2003年、2008年、2010年不断更新的《中华人民共和国食品安全法》《中华人民共和国国家标准》系列、《食品安全国家标准 食品微生物学检验》，国家对食品安全与卫生在不断地加强建设工作。

作为一名即将走上食品检验工作岗位的人员来说，熟练地掌握食品微生物检验技术是必需的要求。作为一名合格的食品检验人员来说，不断地更新自己的知识储备、提高技能操作水平、提升实验室质量控制和管理水平等都是必然趋势。

本教材力求反映高职高专教材特色、难易适度、贴近岗位需求、贴近职业资格要求，并以必须够用的原则，以整体培养为目标，优化内容体系，为后续课程的学习和可持续教育打下坚实的基础。同时，本书突出了实用性和实践性，有利于学生综合素质的形成和科学思想方法与创新能力的培养。书中注意了知识的连贯性、逻辑性，力求深入浅出、图文并茂，有利于学生对新知识的理解。同时还体现新知识、新技术、新方法，紧跟国家标准、行业标准。本书就目前食品微生物检验实际工作中存在的问题，从检验人员、仪器设备、培养基与试剂、采样、样品接收与预处理、检验程序步骤、注意事项、实验室内外质量控制、检验报告等方面，对食品微生物学检验进行了编撰。全书布局合理，既可作为高职高专院校食品类专业的教材，也可作为大中小型食品企业检验人员的工作参考书。

本书由漯河食品职业学院组织编写，由漯河食品职业学院毕韬韬、郑州万象食品有限公司张子成任主编兼统稿；山西师范大学武晋海副教授、漯河

食品职业学院张明玉、漯河食品职业学院石艳培担任副主编。编写分工是：毕韬韬编写第一章、第三章、第五章；张子成编写第二章；漯河市出入境检验检疫局彭欣然主任编写第九章；武晋海副教授编写第六章第八~第十三节；张明玉编写第四章、第六章第一~第七节；石艳培编写第七章、第十一章及附录；漯河食品职业学院吴广辉编写第十章。在编写过程中高愿军教授对本书进行了细致的审阅，提出了许多宝贵的修改意见和建议，同时本书得到了漯河食品职业学院的大力支持，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了大量国内外研究成果和网上相关知识，这给本书增加了很多新鲜知识，但是有些观点和结论仍需实践验证，有些问题还需要继续研究和探讨。书中有疏漏和不妥之处，诚望广大师生和读者批评指正。

编 者

2012年9月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 食品微生物检验简介	(1)
第二节 食品微生物快速检测和自动化	(5)
第三节 食品中的微生物来源及其污染食品的途径	(10)
第四节 常见食品的微生物污染和腐败微生物	(13)
复习思考题	(22)
第二章 食品微生物实验室	(23)
第一节 微生物检验室	(23)
第二节 无菌室	(27)
第三节 食品微生物检验常用仪器设备及维护	(30)
第四节 食品微生物检验常用玻璃器皿	(50)
复习思考题	(57)
第三章 微生物检验基本技术	(58)
第一节 染料、染色和细菌的形态观察技术	(58)
第二节 培养基	(66)
第三节 微生物的接种、培养、分离纯化技术	(75)
第四节 微生物菌种的保藏和复壮	(80)
第五节 微生物生理生化反应	(87)
复习思考题	(96)
第四章 食品微生物检验样品的制备	(97)
第一节 食品微生物检验样品的采集与处理方法	(97)
第二节 食品微生物检验中常见检样的制备	(105)
复习思考题	(115)
第五章 菌落总数和大肠菌群的检验	(116)
第一节 食品中菌落总数的检验	(116)
第二节 食品中大肠菌群的检验	(122)
第三节 大肠菌群平板计数法	(128)

第四节	细菌总数的其他检验法·····	(129)
第五节	大肠菌群的其他检验法·····	(135)
	复习思考题·····	(141)
第六章	食品中常见致病菌的检验 ·····	(142)
第一节	沙门氏菌检验·····	(142)
第二节	金黄色葡萄球菌检验·····	(149)
第三节	志贺氏菌检验·····	(152)
第四节	致泻大肠埃希氏菌检验·····	(157)
第五节	肉毒梭状芽孢杆菌及肉毒毒素检验·····	(162)
第六节	副溶血性弧菌检验·····	(166)
第七节	溶血性链球菌检验·····	(170)
第八节	单核细胞增生李斯特氏菌检验·····	(173)
第九节	空肠弯曲菌检验·····	(179)
第十节	蜡样芽孢杆菌检验·····	(183)
第十一节	小肠结肠炎耶尔森菌检验·····	(187)
第十二节	阪崎肠杆菌检验·····	(192)
第十三节	噬菌体检验·····	(195)
	复习思考题·····	(198)
第七章	食品中真菌的检验 ·····	(200)
第一节	霉菌和酵母菌检验·····	(200)
第二节	产毒霉菌及其毒素检验·····	(203)
	复习思考题·····	(215)
第八章	食品中有益微生物的检验 ·····	(216)
第一节	乳酸菌饮料中乳酸菌的检验技术·····	(216)
第二节	酱油种曲孢子数及发芽率的测定·····	(222)
第三节	毛霉的分离与豆腐乳的制作·····	(225)
	复习思考题·····	(227)

第九章 致病性微生物的快速及其他检测技术	(228)
第一节 沙门氏菌的快速及其他检测技术.....	(228)
第二节 金黄色葡萄球菌的快速及其他检测技术.....	(230)
复习思考题.....	(233)
第十章 罐头食品的商业无菌检验	(234)
第一节 罐头食品的微生物污染.....	(234)
第二节 罐头食品的商业无菌检验.....	(238)
复习思考题.....	(243)
第十一章 实训项目	(244)
实训一 常用玻璃器皿的洗涤、包扎及干热灭菌.....	(244)
实训二 饮料中菌落总数的检验.....	(244)
实训三 熟肉制品中大肠菌群的检验.....	(246)
实训四 酸奶中乳酸菌的检验.....	(246)
实训五 鲜蛋液中沙门氏菌的检验.....	(247)
实训六 香肠中金黄色葡萄球菌的检验.....	(248)
实训七 面粉中霉菌的检验.....	(248)
附录一 高级食品检验工技能操作考试模拟试卷	(250)
第一套试卷 高级食品检验工微生物学技能操作考试模拟 试卷.....	(250)
第二套试卷 高级食品检验工技能操作考试模拟试卷.....	(251)
附录二 食品微生物检验的常用试剂及培养基配制	(255)
参考文献	(265)

第一章 概述

学海导航

1. 了解并掌握食品微生物检验的概念、发展史、检验范围、检验对象；
2. 了解食品微生物检验技术的快速检测和自动化；
3. 了解食品中微生物的来源及其污染食品的途径。

第一节 食品微生物检验简介

微生物与人类有着密切的关系。一方面，它被应用在食品、农业、制药、环保等多个领域为人类造福（有利方面）；另一方面，它（如：沙门氏菌）给人类、动植物带来疾病、食物中毒等问题（有害方面）。

微生物不仅与人类息息相关，而且它又与人类共同存在于这个世界。人要想生存，最基本的就是要“吃”，而自然界中微生物却又是无处不在的。有些微生物是有益的，如果良好摄入，我们能更好地保持身体健康；而更多时候，却不如人愿，微生物大多时候在食物中是以有害对象存在的。如果食物中存在的微生物种类、数量、有害性都有限，健康人体摄入，一般不会引起很严重的后果。但如果食物中存在的微生物种类、数量和有害性都相当丰富和危险性较大，当人类摄入后，会因为人体抵抗力、治疗是否及时等原因，而造成各种不良后果，甚至危及生命。所以，为了保证人类健康，为了预防微生物对人类有害的一面，我们学习“食品微生物检验”课程，就显得十分必要和重要了。

一、和“食品微生物检验”相关的几个概念

食物：是指能够满足机体正常生理和生化需求，并能延续正常寿命的物质。对人体而言，能够满足人的正常生活活动需求并利于寿命延长的物质称为食物。

食品：可供人类食用或饮用的物质，包括加工食品、半成品和未加工食品。广义的食品概念：包括所生产食品的原料、食品原料种植、养殖过程接触的物质和环境、食品的添加物质、所有直接或间接接触食品的包装材料、设施以及影响食品原有品质的环境。

食品微生物：是与食品有关的微生物的总称。包括生产用食品微生物（醋酸杆菌、酵母菌、乳酸菌等）、引起食物变质的微生物（霉菌、细菌、酵母菌等）、食源性病原微生物（大肠杆菌、肉毒杆菌、沙门氏菌等）。

食品微生物检验：就是针对食品加工原料、食品加工过程控制、接触食品的环境、人员、器械等，运用微生物学的知识，对影响人和动物的食品微生物检验指标进行实际应用的一门学科，是近年来形成的微生物学的一个分支。

二、“食品微生物检验”的发展史

食品微生物检验是微生物学的一个分支，它是伴随微生物学的发展而创立起来的。我们知道，微生物学的发展经过五个阶段，而“食品微生物检验”方法的创立和应用，就是从微生物学发展的第三阶段开始的：

第一阶段（经验阶段）：4000多年前，历史记载中国就开始利用微生物进行酿酒、酿醋和腌菜等。

第二阶段（形态学阶段）：17世纪，荷兰人安东·列文虎克发明了第一台简单自制显微镜，他是世界上真正看见并描述微生物的第一人。他用能放大50~300倍的显微镜清楚地看见了细菌和原生动物，并把观察结果记录了下来，他的发现和描述首次揭示了一个崭新的生物世界——微生物世界，这在微生物发展史上有划时代的意义。

第三阶段（生理学阶段）：19世纪中期，法国科学家巴斯德通过“曲颈瓶实验”否定了自然发生学说，并发现酒精发酵是由酵母菌引起的，他发明了现在食品行业里仍广泛应用的巴氏消毒法，还发现乳酸发酵、乙酸发酵和丁酸发酵是由不同的细菌引起的。德国科学家科赫对医学微生物学作出了巨大贡献，提出了著名的“科赫法则”。巴斯德和科赫为现代微生物学奠定了基础，他们是现代微生物学的奠基人。

从微生物学发展到第三阶段开始，国际间的交往增多，尤其在此阶段第一次世界大战爆发，一些烈性传染病在全球范围内大规模流行，这促使科学家开始集中精力研究病原微生物。这时有关食品微生物检测的对象主要是病原微生物，这也是“食品微生物检验”的开始，后来它又历经三个阶段发展到今天。

第一阶段：“食品微生物检验”利用微生物的形态、已掌握的基本特性和简单检测方法进行检测。例如：科赫首先论证炭疽杆菌是炭疽病的病原菌，接着又发现结核病和霍乱的病原细菌，并提倡采用消毒和杀菌方法防止这些疾病的传播；他首创细菌的染色方法，采用了以琼脂作凝固培养基培养细菌和分离单菌落而获得纯培养的操作过程；他规定了鉴定病原细菌的方法和步骤。

第二阶段：这一阶段，随着微生物学的发展，并进入生物化学阶段。科学家利用生物的生理生化特点，结合医学的迅猛发展、食品加工行业的发展，生物化学、电泳技

术的发展和应用，“食品微生物检验”学科的科学检验方法已基本形成、仪器设备的应用性和先进性也日益发展。

第三阶段：“食品微生物检验”的行业标准和检验方法已系统化、标准化；各国的国家标准、国际标准从采样到最终结果报告体系已日益完备；食品微生物检验所应用的仪器设备也日益高新。

三、“食品微生物检验”的作用和意义

“食品微生物检验”作为食品卫生质量监督、安全性判断等方面的重要手段和方法之一，其作用和意义如下：

(1) “食品微生物检验”是衡量食品卫生质量的重要指标之一，也是判定被检食品能否食用的科学依据之一，对食品的质量与安全起着监督、预防、评价等作用。通过食品微生物检验，可以判断企业中食品加工环境、食品卫生环境的优劣，能够对食品被微生物污染的程度作出正确的评价。

(2) 通过“食品微生物检验”，可以为食品卫生监督、出入境检测、疫病防控等部门的卫生管理工作提供科学判断和评估；同时为传染病、人畜共患病、微生物引起的食源性疾病的预防，为食物中毒事件提供“防”和“治”的措施提供依据。

(3) 通过“食品微生物检验”，在提高出口产品质量评估和检测，避免企业和国家的经济损失，防止贸易壁垒、保证出口等方面也具有很大的政治和经济意义。

随着科技发展和人们生活水平的提高，食品安全和卫生已经成为人们关注的焦点。国际卫生组织非常关注食品微生物的污染问题，“食品微生物检验”作为食品质量安全控制方面的重要技术之一，它发挥的作用会越来越重要。

四、“食品微生物检验”的检验范围

“食品微生物检验”可以应用到很多方面，但是针对食品行业而言，食品微生物检验技术的范围包括：

- (1) 生产环境的检验。又包括：车间用水、空气、地面、墙壁等。
- (2) 原辅料检验。又包括：食用动物、植物、添加剂等一切原辅材料。
- (3) 食品加工、储藏、销售诸环节的检验。又包括：食品从业人员的卫生状况检验，加工工具、运输车辆、包装材料的检验等。
- (4) 食品的检验。重要的是对出厂食品、可疑食品及食物中毒食品的检验。

五、“食品微生物检验”的对象

我们知道，食品从原料到成品，其中的微生物会因为食品原料、消毒手段、人员操作、厂房环境、包装材料等条件的不同而不同。从检验对象来说，目前，食品微生物检验主要包括菌落总数、大肠菌群，致病菌（如：沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌等），酵母菌和霉菌及其毒素，以及一些寄生虫等。现进行简单说明：

（一）菌落总数

“食品微生物检验”最基本的一个检测对象就是细菌总数，但是因为细菌总数包括了死菌和活菌，而菌落总数反映出来的是食品中活菌的总数。因此，一般用“菌落总数”来判定食品被细菌污染的程度及卫生质量，它反映食品在生产过程中是否符合卫生要求，以便对被检样品作出适当的卫生学评价。菌落总数的多少在一定程度上标志着食品卫生质量的优劣。

（二）大肠菌群

大肠菌群不是细菌学分类命名，而是卫生领域的用语。它也是每种食品必检的一个对象。

大肠菌群不代表某一种或某一属细菌，而是指具有某些特性的一组与粪便污染有关的细菌。一般认为，该菌群细菌包括：大肠埃希氏菌、柠檬酸杆菌、产气克雷伯菌和阴沟肠杆菌等。这些细菌是寄居于人及温血动物肠道内的常居菌，它们会随着大便排出体外。因此，食品中如果大肠菌群数越多，说明食品受粪便污染的程度越大。故将大肠菌群作为粪便污染食品的卫生指标，具有广泛的意义。

（三）致病菌

致病菌就是能使宿主治病的细菌，也称为病原微生物、病原菌。食品中的致病菌指食品中能使人致病的细菌。如：蛋及蛋制品以沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、变形杆菌等作为参考菌群；海产品以副溶血性弧菌为参考菌群；米面制品以变形杆菌、蜡样芽孢杆菌为参考菌群，罐头食品以耐热性芽孢菌作为参考菌群等。

其中有些致病菌能在食物中或人肠道内繁殖，并产生毒素，致使人发病，这些致病菌成为产毒性致病菌。如：沙门氏菌是食源性病原菌中分布最广、危害最大的肠道致病菌之一，也是引起食物中毒最常见的菌属之一。志贺氏菌属是一类革兰氏阴性杆菌，是人类细菌性痢疾最为常见的病原菌，通称痢疾杆菌。

（四）酵母菌和霉菌及其毒素

酵母菌和霉菌是真菌中的一大类。霉菌和酵母也广泛分布于自然界并可作为食品中正常菌的一部分。酵母菌和霉菌的某些类群和在某些食品中，就是有害菌、腐败菌；而对于某些食品而言，我们正是利用了它们的一些特性，而得到更丰富、更美味的食品的。

鉴于有很多霉菌能够产生毒素，引起疾病，故应该对产毒霉菌进行检验。因此，霉菌及其毒素和酵母也作为评价食品卫生质量的指示菌，并以霉菌和酵母计数来判断食品被污染的程度。目前已有若干个国家制定了某些食品的霉菌和酵母限量标准。我国已制定了一些食品中霉菌和酵母的限量标准。

其实针对一些产品，还有一些需要检测的指标有：寄生虫（旋毛虫、弓形体、肺吸虫等）；病毒（如：肝炎病毒、猪瘟病毒、口蹄疫病毒等）；或者有益微生物（如：双歧杆菌、乳酸菌等）也需要检验，但是，“食品微生物检验”主要内容是针对对有害菌的检测。不同的微生物检测方法不同，但其主要操作和思路是大致相同的，所以要把不同

微生物的检测相互联系起来进行学习,具体的检测方法将在后面的课程中予以详细介绍。

第二节 食品微生物快速检测和自动化

近年来,食品微生物的快速检测和自动化进展迅速,快速检测食品中微生物的方法在食品卫生检验方面也起着越来越重要的作用。与传统方法相比较,快速检测的速度更快、操作更方便、灵敏度更高。我们通过快速检测,最终达到预防肠道传染病和食物中毒发生的目的。

一、食品微生物快速检测和自动化的定义

所谓快速检测方法,指的是能缩短检测时间,简化样品制备、实验准备、操作过程和自动化的步骤。具体体现为以下3个方面:一是样品经简单处理后即可进行测试或采用高效快速的样品处理方式;二是实验准备过程得到简化,实验过程所使用的试剂较少;三是方法简单、快速和准确,能在很短的时间内测试出稳定可靠的检测结果。从广义上来讲,能将原有的检测时间缩短的、解放人力的都可以称为快速检测方法,但从严格意义上讲,快速检测方法与常规方法相比,除了应具有准确性、稳定性外,还应具有明显的简捷性、经济性与便携性。

目前,我们所说的检测自动化,即检测的过程多通过智能仪器来检测,整个过程从采样、样品处理到检测过程所用人力很少,其中很大一部分过程都是借助于仪器来做的。

实际检测过程中,快速检测和自动化检测有相同的地方,目的都是缩短检测时间、简化检测过程、操作更加方便、灵敏度更高。不同之处在于,快速检测不一定用的都是自动化仪器,有时只是应用在快速检测方法中的某一步,而自动化一般能达到快速检测的目的。

二、食品微生物快速检测的基本原则和要求

(一) 食品微生物快速检测的基本原则

1. 质量原则

要求食品安全快速检测技术能保证检测质量,方法成熟、稳定,具有较高的精密度、准确度和良好的选择性,从而确保试验数据和结论的科学性、可信性和重复性。

2. 安全原则

要求食品安全快速检测所使用的方法不能对操作人员造成危害和环境污染。

3. 快速原则

食品安全快速检测目的多为现场快速检验或对大量样品的筛选,这就要求食品快速检测技术使用的检验方法反应速度快,检测效率高。