



普通高等教育“十三五”规划教材

Food Immunology

食品免疫学

第2版

贺稚非 车会莲 霍乃蕊 © 主编



中国农业大学出版社

China Agricultural University Press





普通高等教育“十三五”规划教材

食品免疫学

第2版

贺稚非 车会莲 霍乃蕊 主编

中国农业大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书系统地介绍了食品免疫学的基本理论和基本知识,共分16章,包括绪论、抗原、免疫器官及免疫细胞、抗体、补体系统、细胞因子、淋巴细胞、抗原递呈细胞、T细胞介导的细胞免疫应答、B细胞介导的体液免疫应答、免疫应答的调节、天然免疫、营养与机体免疫、食物与超敏反应、免疫技术原理、免疫技术在食品检测中的应用。

作为食品领域中值得推崇的食品免疫学教材,出版7年之后进行修订,该书在前辈编写的基础上力求新颖,内容与时俱进,系统完善,是食品领域中高等院校本科生、研究生和研究院、企业人员等的教学科研参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品免疫学 / 贺稚非, 车会莲, 霍乃蕊主编. —2版. —北京: 中国农业大学出版社, 2017. 11

ISBN 978-7-5655-1938-3

I. ①食… II. ①贺… ②车… ③霍… III ①. 食品卫生学-免疫学 IV. ①R15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 265472 号

书 名 食品免疫学 第2版
作 者 贺稚非 车会莲 霍乃蕊 主编

策划编辑 宋俊果 刘 军

责任编辑 洪重光 郑万萍

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525, 8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617, 2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.caupress.cn>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京溢漾印刷有限公司

版 次 2018年1月第2版 2018年1月第1次印刷

规 格 787×1092 16开本 19.25印张 480千字

定 价 40.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

全国高等学校食品类专业系列教材
编审指导委员会委员

(按姓氏拼音排序)

- | | | | |
|-----|--------|-----|--------------|
| 毕 阳 | 甘肃农业大学 | 孟素荷 | 中国食品科学技术学会 |
| 陈 卫 | 江南大学 | 南庆贤 | 中国农业大学 |
| 陈复生 | 河南农业大学 | 蒲 彪 | 四川农业大学 |
| 陈绍军 | 福建农林大学 | 钱建亚 | 扬州大学 |
| 陈宗道 | 西南大学 | 石阶平 | 国家食品药品监督管理总局 |
| 董海洲 | 山东农业大学 | 史贤明 | 上海交通大学 |
| 郝利平 | 山西农业大学 | 孙宝国 | 北京工商大学 |
| 何国庆 | 浙江大学 | 孙远明 | 华南农业大学 |
| 贾英民 | 河北科技大学 | 田洪涛 | 河北农业大学 |
| 江连洲 | 东北农业大学 | 王 硕 | 天津科技大学 |
| 李洪军 | 西南大学 | 夏延斌 | 湖南农业大学 |
| 李新华 | 沈阳农业大学 | 谢笔钧 | 华中农业大学 |
| 李云飞 | 上海交通大学 | 谢明勇 | 南昌大学 |
| 林家栋 | 中国农业大学 | 薛长湖 | 中国海洋大学 |
| 刘金福 | 天津农学院 | 严卫星 | 国家食品安全风险评估中心 |
| 刘景圣 | 吉林农业大学 | 岳田利 | 西北农林科技大学 |
| 刘静波 | 吉林大学 | 赵丽芹 | 内蒙古农业大学 |
| 罗云波 | 中国农业大学 | 赵谋明 | 华南理工大学 |
| 马 涛 | 渤海大学 | 周光宏 | 南京农业大学 |

第2版编写人员

主 编 贺稚非 (西南大学)
车会莲 (中国农业大学)
霍乃蕊 (山西农业大学)

副 主 编 雷红涛 (华南农业大学)
白忠彬 (云南农业大学)
蒋东华 (沈阳农业大学)
郭 军 (内蒙古农业大学)
易有金 (湖南农业大学)

编写人员 (按姓氏拼音顺序排列)

白忠彬 (云南农业大学)
车会莲 (中国农业大学)
段 艳 (内蒙古农业大学)
郭 军 (内蒙古农业大学)
贺稚非 (西南大学)
霍乃蕊 (山西农业大学)
蒋东华 (沈阳农业大学)
雷红涛 (华南农业大学)
李灼坤 (福建农林大学)
梁志宏 (中国农业大学)
刘爱平 (四川农业大学)
杨振泉 (扬州大学)
易有金 (湖南农业大学)
尤玲玲 (天津农学院)

第1版编审人员

- 主 编** 牛天贵 (中国农业大学)
贺稚非 (西南大学)
- 副主编** 易有金 (湖南农业大学)
郭 军 (内蒙古农业大学)
霍乃蕊 (山西农业大学)
蒋东华 (沈阳农业大学)
- 参编者** 雷红涛 (华南农业大学)
索化夷 (西南大学)
梁志宏 (中国农业大学)
杨振泉 (扬州大学)
于春娣 (青岛农业大学)
李宗军 (湖南农业大学)
- 主 审** 顾瑞金 (中国医学科学院 北京协和医院)
白纯政 (中国医学科学院 北京协和医院)

出版说明

(代总序)

时光荏苒,食品科学与工程系列教材第一版发行距今,已有14年。总计120余万册的发行量,已经表明了这套教材受欢迎的程度,应该说它是全国食品类专业教育使用最多的系列教材。

这套教材已成为经典,作为总策划的我,在再再版的今天,重新翻阅这套教材的每一科目、每一章节,在感慨流年如水的同时,更有许多思考和感激。这里,借写出版说明(代总序)的机会,再一次总结本套教材的编撰理念和特点特色,也和我挚爱的同行们分享我的感悟和喜乐。

第一,优秀的教材一定是心血凝成的精品,杜绝任何形式的粗制滥造。

14年前,全国40余所大专院校、科研院所,300多位一线专家教授,涵盖生物、工程、医学、农学等领域,齐心协力组建出一支代表国内食品科学最高水平的教材撰写队伍。著作者们呕心沥血,在教材中倾注平生所学,那字里行间,既有学术思想的精粹凝结,也不乏治学精神的光华闪现,诚所谓学问人生,经年积成,食品世界,大家风范。这精心的创作,和彼敷衍的粘贴,其间距离,岂止云泥!

第二,优秀的教材必以学生为本,不是居高临下的自说自话。

注重以学生为本,就是彻底摒弃传统填鸭式的教学方法。著作者们谨记“授人以鱼不如授人以渔”,在传授食品科学知识的同时,更启发食品科学人才获取知识和创造知识的思维与灵感。润物细无声中,尽显自由思想,彰耀独立精神。在写作风格上,也注重学生的参与性与互动性,接地气,说实话,深入浅出,有料有趣。

第三,优秀教材与时俱进、推陈出新,绝不墨守成规、原地不动。

首版再版再再版,均是在充分收集和尊重一线任课教师和学生意见的基础上,对新增教材进行科学论证和整体策划。每一次工作量都不小,几乎覆盖食品学科专业的所有骨干课程和主要选修课程,但每一次都不敢有丝毫懈怠,内容的新颖性,教学的有效性,齐头并进,一样都不能少。具体而言,此次再再版,不仅增添了食品科学与工程最新理论发展,又以相当篇幅强调了食品工艺的具体实践。

每本教材,既相对独立又相互衔接互为补充,构建起系统、完整、实用的课程体系。

第四,优秀教材离不开出版社编辑人员的心血倾注。

同为他人作嫁衣裳,教材的作者和编辑,都一样的忙忙碌碌,飞针走线。这套系列教材的编辑们站在出版前沿,以其炉火纯青的专业技能,辅以最新最好的出版传播方式,保证了这套教材的出版质量和形式上的生动活泼。编辑们的高超水准和辛勤努力,赋予了此套教材蓬勃旺盛的生命力。

这里,我也想和同行们分享以下数字,以表达我发自内心的喜悦:

第1版食品科学与工程系列教材出版于2002年,涵盖食品学科15个科目,全部入选“面向21世纪课程教材”。

第2版(再版)食品科学与工程系列教材出版于2009年,涵盖食品学科29个科目。

第3版(再再版)食品科学与工程系列教材将于2016年暑期出版(其中《食品工程原理》为第4版),涵盖食品学科36个科目,增加了《食品工厂设计》《食品分析》《食品感官评价》《葡萄酒工艺学》《生物技术安全与检测》等9个科目,调整或更名了部分科目。

需要特别指出的是,这其中,《食品生物技术导论》《食品安全导论》《食品营养学》《食品工程原理》4个科目为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材;《食品化学》《食品化学综合实验》《食品工艺学导论》《粮油加工学》《粮油加工学实验技术》《食品酶学与工程》6个科目为普通高等教育农业部“十二五”规划教材;《食品生物技术导论》《食品营养学》《食品工程原理》《粮油加工学》《食品试验设计与统计分析》为“十五”或“十一五”国家级规划教材。

本套食品科学与工程系列教材出版至今已累计发行超过126万册,使用教材的院校140余所。

第3版有500余人次参与编写,参与编写的院所近80家。

本次出版在纸质基础上引入了数字化元素,增加了二维码,内容涉及推荐阅读文字,直观的图片展示,以及生动形象的短小视频等,使教材的内容更加丰富、信息量更大,形式更加活泼,使用更加便捷,与学生的阅读和学习习惯更加贴近。

虽然我的确有敝帚自珍的天性,但我也深深地知道,世上的事没有百分之百的完美。我还要真心地感谢在此套教材中肯定存在的那些不完美,因为正是她们给了我们继续向前的动力。这里,我真诚地期待大家提出宝贵意见,让我们与这套教材一起共同成长,更加进步。

罗云波

2016年5月5日 于马连洼

第2版前言

我们正面临着一个全新的生命科学时代的到来。免疫学是生命科学的内容之一,生命科学与免疫学迅猛地发展,使免疫学的基本理论和基本知识在食品领域中应用广泛,食品免疫学教材的宗旨是将免疫学的知识介绍给食品科学与工程、食品质量与安全等专业的学生,特别是免疫检测技术在食品安全、食品卫生和营养中广泛地应用。

作为食品领域中值得推崇的教材,《食品免疫学》首版7年之后进行修订,第2版在前辈编写的基础上力求新颖,内容与时俱进,系统完善,在保留第1版框架基础上进行了修订,由原来的20章改成了16章。主要内容为绪论、抗原、免疫器官及免疫细胞、抗体、补体系统、细胞因子、淋巴细胞、抗原递呈细胞、T细胞介导的细胞免疫应答、B细胞介导的体液免疫应答、免疫应答的调节、天然免疫、营养与机体免疫、食物与超敏反应、免疫技术原理、免疫技术在食品检测中的应用。在内容上,第2版删除了与食品免疫学关系不紧密的“食源性疾病及免疫预防”,并将“白细胞分化抗原和黏附分子”与“主要组织相容性复合物”融合到了相关的内容中。另外,为了更好地推进传统出版与新型出版融合,发挥信息技术对教学的积极作用,本版教材采用了二维码技术将教学内容加以扩展,方便读者扫描参考学习,使本教材在适当的篇幅中内容丰富,具有时代特色。

修订后的第2版更加注重免疫学与食品科学的交叉融合,体现基本概念与理论的科学严谨性。内容更加全面,取材更加新颖,既有免疫学的基本理论知识,又有免疫检测的新方法和新技术,能充分反映当前食品免疫学发展所达到的水平,具有较好的参考价值。本书是食品领域中高等院校本科生、研究生和研究所、企业人员等的教学科研参考书。

第1版由牛天贵老师带领编委完成,牛老师兢兢业业,为此贡献了卓越的智慧,付出了艰苦的努力。由于牛老师不幸去世,第2版教材由贺稚非老师带领编委完成。贺稚非、车会莲、霍乃蕊担任主编。参加编写的人员均为多年从事食品免疫学的教学和科研工作的教师,第1章由贺稚非、车会莲编写,第2章由贺稚非编写,第3章由梁志宏编写,第4章由霍乃蕊编写,第5章由雷红涛编写,第6章由蒋东华编写,第7章由刘爱平编写,第8章、第9章由白忠彬编写,第10章由杨振泉编写,第11章由车会莲编写,第12章由尤玲玲编写,第13章由郭军编写,第14章由易有金编写,第15章由段艳编写,第16章由李灼坤编写。

本书在编写的过程中,得到了中国农业大学、西南大学、华南农业大学、山西农业大学、云南农业大学、扬州大学、福建农林大学、沈阳农业大学、内蒙古农业大学、湖南农业大学、四川农业大学、天津农学院等各兄弟院校的大力支持,得到了中国农业大学出版社领导和责任编辑的大力支持和关心,在此一并致谢。在本书出版之际谨向他(她)们表示诚挚的谢意!

贺稚非

2017年6月

第1版 序

免疫指机体免疫系统识别自身与异己物质,并通过免疫应答排除抗原性异物,以维持机体生理平衡的功能。

免疫学是研究机体免疫系统组成、结构和功能的一门独立的前沿学科。现代免疫学逐步发展成为既有自身的理论体系,又有特殊研究方法的独立学科。它为生物学的研究提供了一些新的手段。但是,随着科学技术的发展,它本身又派生出许多独立的分支学科,例如,与现代生物学有密切关系的分子免疫学、免疫生物学和免疫遗传学,与医学有密切关系的免疫血液学、免疫药理学、免疫病理学、生殖免疫学、移植免疫学、肿瘤免疫学、抗感染免疫学、临床免疫学等。

食品免疫学是免疫学的应用学科,研究内容首先是食品(食物)与免疫系统(特别是胃肠道黏膜免疫系统)的关系;其次是食品的生物活性(营养与免疫功能);第三是食源性疾病(包括食物引起的变态反应)及其预防;最后是免疫检测技术在食品营养、卫生与安全中的应用。

科学发展是观念和理论不断发展的过程,基于逻辑的自主发展所具有的内在动力和社会需求所产生的外部动力。免疫学发展经历了抗微生物感染、“自身-非己”的细胞和分子层次的识别、细胞和分子网络的应答和调节、特异性和相对特异性的免疫识别原理与应用的研究过程。近年来,在食品安全问题日益突出和保健意识不断提高的基础上,食品免疫学得到了广泛的重视和迅速发展。

本书内容涉及免疫学理论和技术的发展、食品免疫学的生物学基础、食品的营养和免疫功能、食源性疾病和变态反应、免疫学技术及其在食品检测中的应用。在介绍食品免疫学基本知识、理论和技术的同时,还适当地介绍了食品免疫学的最新进展。可作为高等院校或相关部门的食品免疫学教材,也可供从事食品科学和技术研究的相关人员阅读参考使用。

中国医学科学院 北京协和医院 顾瑞金 教授

2010年6月

目 录

第 1 章 绪论	1
本章重点与学习目标	1
1.1 基本概念	2
1.2 食品免疫学基础	2
1.2.1 免疫系统	2
1.2.2 免疫应答	3
1.2.3 食品免疫学发展简史	6
1.3 营养与免疫	7
1.3.1 营养与免疫功能	7
1.3.2 营养与免疫调节	8
1.4 膳食与免疫、健康	8
1.5 食品免疫学技术	9
1.5.1 食品免疫学检测技术及应用	9
1.5.2 食品免疫学治疗技术及应用	11
1.5.3 食品免疫预防技术及应用	12
1.6 食品免疫学在生命科学中的重要地位	12
1.6.1 食品免疫学为人类健康做出重要贡献	12
1.6.2 食品免疫学是生命科学的前沿学科	12
1.6.3 食品免疫学是生物高新技术产业化的重要基础	12
1.7 食品免疫学基本框架	13
本章小结	14
思考题	14
参考文献	14
第 2 章 抗原	15
本章重点与学习目标	15
2.1 抗原的概念	16
2.1.1 抗原特性	16
2.1.2 影响因素	16
2.2 抗原决定簇	18
2.3 抗原的种类	18

2.3.1	完全抗原	18
2.3.2	半抗原	18
2.3.3	胸腺依赖性抗原和非胸腺依赖性抗原	19
2.3.4	异种抗原、同种抗原和自身抗原	19
2.3.5	天然抗原与人工合成抗原	19
2.3.6	细菌抗原	19
2.3.7	共同抗原与交叉抗原	22
2.3.8	DNA 抗原	22
2.4	B 细胞识别抗原的特点	23
2.4.1	抗原的特点	23
2.4.2	抗原与抗体的结合特点	23
2.4.3	抗体的特异性及亲和力	24
2.5	T 细胞识别抗原的特点	25
2.5.1	T 细胞与 B 细胞抗原识别差异	25
2.5.2	抗原的递呈	25
2.5.3	MHC 分子与肽复合物的组装	25
2.5.4	交换递呈抗原	28
2.5.5	参与 T 细胞活化的共刺激因子	29
2.5.6	T 细胞识别抗原/MHC 后的活化	30
2.6	超抗原	31
	本章小结	32
	思考题	32
	参考文献	32
第 3 章	免疫器官及免疫细胞	34
	本章重点与学习目标	34
3.1	免疫器官	35
3.1.1	中枢免疫器官	35
3.1.2	外周免疫器官	37
3.2	免疫细胞	39
3.2.1	造血干细胞系	39
3.2.2	淋巴细胞系	42
3.2.3	单核吞噬细胞系统	44
3.2.4	淋巴细胞再循环	48
	本章小结	49
	思考题	49
	参考文献	49
第 4 章	抗体	51
	本章重点与学习目标	51

4.1 抗体概述	52
4.1.1 抗体、免疫球蛋白和 γ 球蛋白	52
4.1.2 抗体在体内的存在形式	52
4.1.3 理化性质	53
4.1.4 克隆选择学说	53
4.2 抗体结构	53
4.2.1 基本结构	54
4.2.2 功能区	55
4.2.3 水解片段	56
4.2.4 免疫球蛋白的辅助成分	57
4.3 抗体类型与免疫原性	57
4.3.1 免疫球蛋白的类型	57
4.3.2 免疫球蛋白的分类	58
4.3.3 抗体的免疫原性	60
4.4 免疫球蛋白特性与功能	61
4.4.1 IgG	61
4.4.2 IgM	62
4.4.3 IgA	63
4.4.4 IgD	64
4.4.5 IgE	64
4.5 抗体的生物学功能	64
4.5.1 可变区功能	65
4.5.2 恒定区功能	65
4.5.3 选择性传递	66
4.6 人工制备抗体	67
4.6.1 多克隆抗体	67
4.6.2 单克隆抗体	67
4.6.3 基因工程抗体	68
4.7 抗体多样性的产生	70
4.7.1 Ig 基因库	70
4.7.2 V(D)J 重组	70
4.7.3 抗体多样性的遗传学基础	70
本章小结	72
思考题	72
参考文献	73
第 5 章 补体系统	74
本章重点与学习目标	74
5.1 补体系统组成	75

5.1.1 补体的发现及概念	75
5.1.2 补体系统的组成	75
5.1.3 命名	76
5.1.4 补体成分的理化特性	76
5.1.5 补体受体及其功能	77
5.2 补体活化	77
5.2.1 经典途径	78
5.2.2 替代途径	80
5.2.3 凝集素途径	81
5.2.4 补体3条活化途径的比较	81
5.3 补体激活的调节	83
5.3.1 补体活化的调节蛋白	83
5.3.2 细胞膜上的调节蛋白	84
5.4 补体的生物学功能	84
5.4.1 靶细胞溶解	85
5.4.2 调理作用	86
5.4.3 免疫复合物清除	86
5.4.4 病毒中和作用	87
5.4.5 炎症介质作用	87
5.4.6 免疫调节作用	88
本章小结	88
思考题	89
参考文献	89
第6章 细胞因子	90
本章重点与学习目标	90
6.1 细胞因子概述	91
6.1.1 细胞因子的分类	91
6.1.2 细胞因子的共性	92
6.1.3 细胞因子表达与功能的调节	94
6.2 细胞因子受体	95
6.2.1 细胞因子受体的结构	95
6.2.2 细胞因子受体介导的信号转导	97
6.3 细胞因子的生物学作用	98
6.3.1 细胞因子的主要生物学效应	98
6.3.2 细胞因子与某些病理过程的关系	100
6.4 细胞因子各论	102
6.4.1 白介素	102
6.4.2 肿瘤坏死因子家族	106

6.4.3 干扰素(IFN)	107
6.4.4 集落刺激因子	108
6.4.5 趋化因子及其受体	110
6.4.6 转化生长因子- β 家族	113
6.4.7 其他细胞因子	113
本章小结	115
思考题	115
参考文献	115
第7章 淋巴细胞	116
本章重点与学习目标	116
7.1 T淋巴细胞	117
7.1.1 T细胞表面标志	118
7.1.2 T细胞的亚群与功能	119
7.1.3 T淋巴细胞在胸腺内的发育	123
7.1.4 T淋巴细胞在胸腺中的分化	124
7.2 B淋巴细胞	126
7.2.1 B淋巴细胞主要表面分子	126
7.2.2 B细胞的亚群	127
7.2.3 B淋巴细胞的发育	128
7.3 第三群淋巴细胞	129
7.3.1 自然杀伤细胞	129
7.3.2 活化杀伤细胞	130
7.3.3 肿瘤浸润淋巴细胞	130
本章小结	131
思考题	131
参考文献	131
第8章 抗原递呈细胞	132
本章重点与学习目标	132
8.1 抗原递呈细胞的种类	133
8.2 专职抗原递呈细胞	133
8.2.1 树突状细胞(DC)	133
8.2.2 单核吞噬细胞系统	137
8.2.3 B淋巴细胞	139
8.2.4 递呈不同抗原的3种专职APC的特征	140
8.3 兼职抗原递呈细胞	140
8.3.1 血管内皮细胞	140
8.3.2 成纤维细胞	141

8.3.3 活化的 T 细胞	141
本章小结	141
思考题	142
参考文献	142
第 9 章 T 细胞介导的细胞免疫应答	143
本章重点与学习目标	143
9.1 T 细胞对抗原的识别	145
9.1.1 APC 向 T 细胞递呈抗原	145
9.1.2 TCR 特异性识别递呈肽	145
9.2 T 细胞活化、增殖和分化	146
9.2.1 T 细胞活化	147
9.2.2 T 细胞增殖和分化	150
9.3 效应 T 细胞的作用及其机制	152
9.3.1 CD8 ⁺ T 细胞介导的免疫应答	152
9.3.2 CD4 ⁺ Th1 细胞介导的细胞免疫效应	154
9.3.3 CD4 ⁺ Th2 细胞介导的免疫效应	155
9.3.4 细胞免疫应答的生物学意义	155
本章小结	156
思考题	156
参考文献	156
第 10 章 B 细胞介导的体液免疫应答	157
本章重点与学习目标	157
10.1 B 细胞对抗原的识别	158
10.1.1 B 细胞识别 TI 抗原	158
10.1.2 B 细胞识别 TD 抗原	160
10.2 B 细胞的活化、增殖和分化	160
10.2.1 B 细胞活化	160
10.2.2 B 细胞增殖和分化	162
10.3 体液免疫应答的一般规律	165
10.3.1 个体发育中免疫球蛋白产生的规律	165
10.3.2 初次应答和再次应答的规律	166
10.4 B 细胞介导的体液免疫应答的效应	167
10.4.1 中和作用	168
10.4.2 调理作用	168
10.4.3 免疫溶解作用	168
10.4.4 抗体依赖的细胞介导的细胞毒作用 (ADCC)	168
10.4.5 分泌型 IgA (SIgA) 的局部抗感染作用	168

10.4.6 免疫损伤作用·····	168
本章小结·····	168
思考题·····	169
参考文献·····	169
第 11 章 免疫应答的调节 ·····	170
本章重点与学习目标·····	170
11.1 免疫应答的遗传控制·····	171
11.2 抗原、抗体的调节作用·····	171
11.2.1 抗原的免疫调节作用·····	171
11.2.2 抗体的免疫调节作用·····	171
11.3 免疫细胞的调节和细胞因子的免疫调节·····	172
11.3.1 T 细胞的免疫调节·····	172
11.3.2 B 细胞的免疫调节·····	173
11.3.3 巨噬细胞的免疫调节·····	173
11.3.4 NK 细胞的免疫调节·····	173
11.3.5 细胞因子的免疫调节作用·····	173
11.4 免疫网络学说·····	174
11.4.1 独特型免疫网络学说·····	174
11.4.2 独特型-抗独特型网络学说·····	174
11.4.3 免疫网络理论的应用意义·····	175
11.5 神经内分泌系统与免疫调节·····	175
11.5.1 神经内分泌系统对免疫的调节·····	175
11.5.2 免疫系统对神经内分泌系统的影响·····	176
本章小结·····	176
思考题·····	177
参考文献·····	177
第 12 章 天然免疫 ·····	178
本章重点与学习目标·····	178
12.1 组织屏障及其作用·····	179
12.1.1 体表屏障·····	179
12.1.2 体内屏障·····	179
12.2 固有免疫细胞·····	180
12.2.1 吞噬细胞·····	180
12.2.2 树突细胞·····	180
12.2.3 NK 细胞·····	180
12.2.4 NK T 细胞·····	181
12.2.5 $\gamma\delta$ T 细胞·····	181