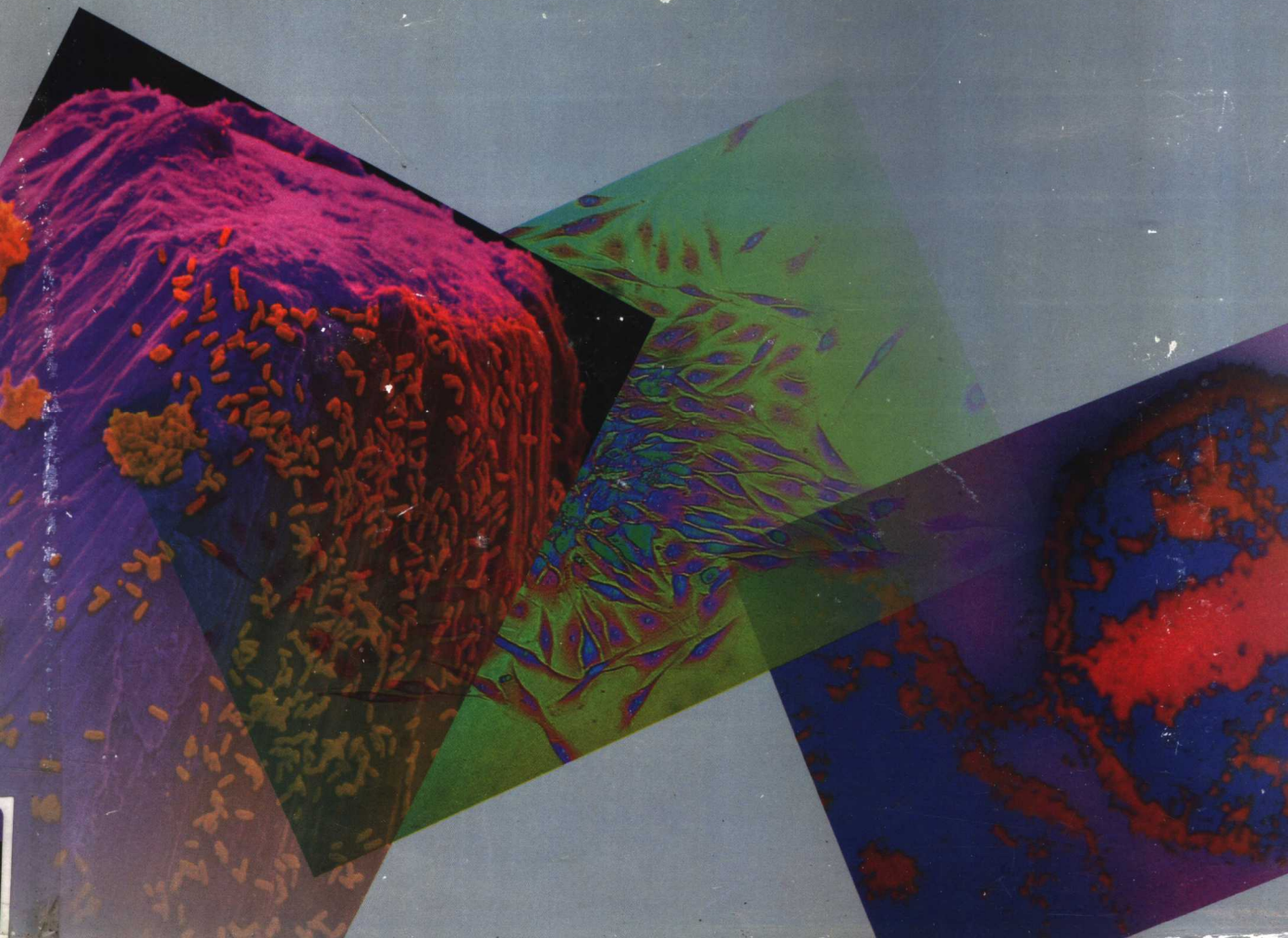


# 现代

# 微生物毒素学

焦炳华 谢正旻 主编  
福建科学技术出版社



# 现代微生物毒素学

主 编 焦炳华 谢正昉

副主编 罗海波 孟昭赫 雷祚荣

## 各 篇 主 编：

第一篇 谢正昉

第二篇 焦炳华

第三篇 雷祚荣

第四篇 罗海波 鲍行豪

第五篇 娄永华 焦炳华

第六篇 孟昭赫

第七篇 罗海波

## 编者(按目录先后为序)

谢正昉	严运坤	焦炳华	朱玉平	雷祚荣	罗海波
鲍行豪	朱 平	陆淼泉	吴清明	邵传森	刘晓明
朱 平	胡 野	单小云	肖 扬	彭 燕	刘秀梅
娄永华	王 路	王梁华	邵海枫	陈志辉	吴挹芳
孟昭赫	刘兴玠	楼建龙	刘 江	魏润蕴	俞世荣
陆 刚	朱彤霞		平	俞树荣	林舜华
李子华					



(闽) 新登字 03 号

**现代微生物毒素学**

焦炳华 谢正阳 主编

\*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州市东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

三明地质印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 33.75 印张 4 插页 935 千字

2000 年 1 月第 1 版

2000 年 1 月第 1 次印刷

印数：1—2 200

ISBN 7-5335-1483-1/R · 296

---

定价：57.20 元

书中如有印装质量问题，可直接向承印厂调换

# 序

微生物在其生长繁殖过程中可产生具有不同理化特性的毒性成分,统称它们为微生物毒素。微生物毒素根据其性质大体上可分为三大类。第一类为蛋白类毒素。此类毒素主要由细菌合成并释放出来;或以前毒素形式贮存于细胞浆内,当细胞溶溃或前毒素受到理化因素或酶解作用后成为具有生物学活性的毒素。第二类毒素为脂多糖,即内毒素(endotoxin),为革兰阴性菌或支原体、立克次体等微生物细胞壁外膜成分,在微生物生长繁殖过程中以外膜囊泡的形式,或当微生物死亡溶溃后释放出来。第三类为具有其它化学特性的毒素。主要由真菌、藻类产生的毒素,其化学性质为甾体类化合物、多羟醇类化合物或帖类化合物。微生物毒素与其致病性有着非常密切的关系。当病原微生物释放其毒素入体或机体摄入含毒素的成分后,微生物毒素可与机体的体液及(或)细胞系统发生相互作用而引起疾病的发生(如严重感染性疾病、感染性休克、多脏器损伤、癌症等)。故而研究微生物毒素的产生、理化性质、生物学活性、与机体的相互作用以及检测和防治具有重要的理论与实际意义。近年来,随着研究手段的进步,已阐明了众多微生物毒素的性质及作用机理,防治研究亦取得了重要的进展。从而,目前对微生物毒素的研究已形成了一门边缘学科即分子微生物毒素学。

由于分子微生物毒素学是门新兴学科,且国内尚无专著,焦炳华、谢正阳等教授有鉴于此,乃组织国内从事微生物毒素研究的36位学者共同撰写本专著。全书计7篇46章,80余万字,包括概论、细菌内毒素、球菌外毒素、杆菌外毒素、真菌毒素、藻类毒素和其他微生物毒素等。内容系统、全面地介绍了分子微生物毒素学的体系和概念,并简明扼要地介绍最新进展信息。因此,本专著无论对基础医学工作者、临床医师还是预防医学工作者、兽医工作者、检验医学工作者或军事医学工作者以及从事上述领域教学工作的教师均有一定的参考价值。深信本专著的出版定将对我国分子微生物毒素学的发展起着很大的推动和促进作用。

陆德源

上海第二医科大学微生物学教授

中国微生物学会常务理事

一九九九年三月十日

## 内容提要

本书由国内专门从事微生物毒素研究的 30 余名专家教授合编而成,共 7 篇 46 章。详细介绍了研究微生物毒素的基础知识和微生物毒素的一般特点,分别系统地介绍了球菌类、革兰阳性菌类、革兰阴性菌类、真菌类和立克次体、螺旋体、衣原体、支原体共 40 余种微生物毒素的种型、理化性质、化学结构、生物活性、临床特征(致病和防病)和检测。反映了现代微生物毒素的研究水平。可供生物学、免疫学、临床检验、食品和卫生防疫工作者参考。

# 前 言

自 Richard Pfeiffer 研究发现霍乱弧菌能合成并释放出体外的毒性蛋白质即外毒素 (exotoxin) 和当该菌崩解后释放出来的非蛋白质毒性物质即内毒素 (endotoxin) 后, 经过近百年来国内外专家学者的努力研究, 迄今所知微生物的致病, 无不与此两毒性物质有关, 因此, 研究微生物毒素的本质与作用、纯化和制备、临床及治疗、流行与预防以及诊断与检测问题, 不但引起了国内外专家们的重视, 而且各个领域的研究都有很大发展, 国内外还有定期和不定期的“进展”出版和学术会议召开。为了促进微生物毒素的研究尽快赶上世界先进水平, 总结我国研究成果和成功经验, 更加系统和全面开展有关研究工作, 更好为社会主义建设和人类“平战”健康服务, 我们邀请了国内专门从事微生物毒素研究的 30 余名专家教授合编成《现代微生物毒素学》。

本书共 7 篇 46 章, 强调要系统全面, 故将第 1 和第 2 篇作为研究微生物毒素的基础知识, 较详细介绍了常见产毒微生物的特点、检验步骤和微生物毒素的一般特点、纯化制备及检测原理。第 3 至第 7 篇中, 分别系统地介绍了球菌类、革兰阳性菌类、革兰阴性菌类、真菌类及立克次体、螺旋体、衣原体、支原体共 40 余种微生物毒素的种型、理化性质、化学结构、生物活性、临床特征 (致病和防病) 和检测方法。本书基本全面反映了现代微生物毒素的研究水平。由于编著者水平有限, 不当和错误之处, 望同志们批评指正。本书得以很快出版, 应当首先感谢福建科学技术出版社的大力支持和各篇主编及著者的紧密协作。

焦炳华

谢正扬

1998 年 11 月于上海

# 目 录

## 第一篇 基础知识

- 第 1 章 微生物的结构、化学组成及代谢产物 ..... (3)
- 第 2 章 主要产毒微生物的主要特点及分离、培养和鉴定原则 ..... (8)
- 第 3 章 微生物毒素的分类、分离、纯化、鉴定和检测原则 ..... (30)

## 第二篇 微生物毒素的一般特点

- 第 4 章 细菌内毒素的结构与功能 ..... (41)
- 第 5 章 蛋白类外毒素的特性 ..... (52)

## 第三篇 球菌毒素

- 第 6 章 链球菌毒素 ..... (59)
- 第 7 章 葡萄球菌毒素 ..... (72)
- 第 8 章 肺炎球菌毒素 ..... (96)

## 第四篇 革兰阳性菌毒素

- 第 9 章 破伤风杆菌毒素 ..... (107)
- 第 10 章 产气荚膜杆菌毒素 ..... (127)
- 第 11 章 肉毒杆菌毒素 ..... (139)
- 第 12 章 白喉棒状杆菌毒素 ..... (149)
- 第 13 章 炭疽杆菌毒素 ..... (161)
- 第 14 章 李斯特单核细胞增多症杆菌毒素 ..... (171)
- 第 15 章 艰难梭状芽胞杆菌毒素 ..... (184)
- 第 16 章 苏云金芽胞杆菌毒素与蜡样芽胞杆菌毒素 ..... (193)

第 17 章	索氏梭状芽孢杆菌外毒素 .....	(203)
--------	-------------------	-------

## 第五篇 革兰阴性菌毒素

第 18 章	大肠杆菌毒素 .....	(213)
第 19 章	铜绿假单胞菌毒素 .....	(225)
第 20 章	椰酵假单胞菌毒素 .....	(236)
第 21 章	嗜水气单胞菌毒素 .....	(244)
第 22 章	志贺杆菌毒素 .....	(258)
第 23 章	沙门菌毒素 .....	(264)
第 24 章	百日咳杆菌毒素 .....	(274)
第 25 章	鼠疫杆菌与小肠结肠炎耶尔森菌毒素 .....	(281)
第 26 章	军团菌毒素 .....	(292)
第 27 章	空肠弯曲菌毒素 .....	(302)
第 28 章	幽门螺杆菌毒素 .....	(309)
第 29 章	霍乱弧菌与副溶血性弧菌毒素 .....	(318)

## 第六篇 真菌毒素

第 30 章	真菌毒素概述 .....	(339)
第 31 章	黄曲霉毒素 .....	(355)
第 32 章	杂色曲霉毒素 .....	(374)
第 33 章	烟曲霉震颤素 .....	(384)
第 34 章	赭(棕)曲霉毒素 .....	(395)
第 35 章	桔青霉素 .....	(404)
第 36 章	展青霉素 .....	(407)
第 37 章	单端胞霉烯族化合物 .....	(414)
第 38 章	玉米赤霉烯酮 .....	(437)
第 39 章	伏马菌素 .....	(449)
第 40 章	串珠镰刀菌素与镰刀菌素 .....	(457)
第 41 章	3-硝基丙酸及变质甘蔗中毒 .....	(463)
第 42 章	藻类毒素 .....	(473)

## 第七篇 其它微生物毒素

第 43 章	立克次体毒素 .....	(491)
第 44 章	螺旋体毒素 .....	(499)



第 45 章	支原体毒素 .....	(509)
第 46 章	衣原体毒素 .....	(518)

# 第一篇

## 基础知识



# 第 1 章 微生物的结构、化学组成及代谢产物

微生物 (microorganism) 是一群体形微小、构造简单、肉眼直接看不见, 必须借助于光学显微镜或电子显微镜放大几百倍、几千倍甚至几万倍才能看见的微小生物。但是, 微生物个体虽小, 它们都具有一定的形态结构、生理功能、能在适宜环境中迅速生长繁殖和进行新陈代谢。微生物种类很多, 至少有 10 万种以上。就其细胞的结构而言, 可分为细胞型微生物和非细胞型微生物。前者包括细菌、真菌、放线菌、立克次体、支原体、衣原体和螺旋体; 后者主要有病毒和噬菌体。本章就此两类微生物的结构、化学组成及代谢产物给予简要叙述。

## 一、细菌的结构及其化学组成

### (一) 细菌的基本结构及其化学组成

细菌是一大类单细胞微生物, 形体虽小, 但有一定的细胞结构, 主要有细胞壁、细胞膜、细胞浆、核质及胞浆颗粒。它们的化学成分见表 1-1。

表 1-1. 细菌的基本结构及化学组成

结 构	化 学 组 成
细胞壁	肽聚糖、磷壁酸、脂蛋白、外膜蛋白, 脂多糖
细胞膜 (胞浆膜)	蛋白质 (70%)、脂类 (30%)、多糖
细胞浆	水、蛋白质、核酸、脂类、糖、无机盐、核蛋白体 (70%RNA, 30%蛋白质)、质粒 (双股 DNA)、胞浆颗粒 (多糖, 脂类, 多磷酸盐等)
核质	双股 DNA

### (二) 细菌的特殊结构及其化学组成

一些细菌除具有一般基本结构外, 还有某些特殊结构。这些特殊结构是否典型, 往往与其化学成分和培养基成分以及培养条件有关。一般来说, 细菌的特殊结构有荚膜、鞭毛、芽孢、菌毛及异染颗粒。其化学成分见表 1-2。

表 1-2. 细菌的特殊结构及化学组成

特殊结构	化 学 组 成	举 例
荚膜	大多为多糖 少数为多肽	肺炎球菌等 炭疽杆菌等
鞭毛	主要含蛋白质, 也含少量糖类和脂类	伤寒杆菌等
芽孢	蛋白质、肽聚糖、脂蛋白等	破伤风杆菌等
菌毛	主要含蛋白质	痢疾杆菌等
异染颗粒	主要是核糖核酸和多磷酸盐	白喉杆菌等

## 二、病毒及立克次体的结构和化学组成

病毒的基本结构是由核酸内芯和蛋白衣壳组成；其特殊结构有囊膜和触须 (Antennae)。立克次体的结构与革兰氏阴性菌很相似。它的最外层是粘液层和微荚膜，其内为细胞壁和胞浆膜(两者组成细胞包膜)，胞内结构有内含体、核质和核糖体。它们的化学组成见表 1-3。

表 1-3. 病毒及立克次体的结构和化学组成

微生物	结构	化学组成
病毒	核酸内芯	DNA 或 RNA
	蛋白衣壳	蛋白质
	囊膜	类脂质、粘蛋白
	触须	糖蛋白等
立克次体	粘液层	多糖
	微荚膜	多糖或脂多糖
	细胞壁	磷脂、肽聚糖、多糖、蛋白质
	胞浆膜	磷脂等
	胞浆	DNA、RNA、核糖体、蛋白质等

## 三、支原体、螺旋体、真菌及原虫等微生物的结构及其化学组成

支原体没有细胞壁，只有胞浆膜和胞浆，呈高度多形性。螺旋体具有细菌的基本结构，即有细胞壁、胞膜和胞浆，在胞壁和胞膜之间有轴丝；其中胞壁的化学组成有脂多糖和胞壁酸。真菌的结构比细菌复杂，一般说有荚膜、胞壁、胞膜和胞浆。原虫的结构主要包括表膜 (pellicle)、胞质和胞核三部分。它们的化学组成见表 1-4。

表 1-4. 支原体、螺旋体、真菌及原虫的结构和化学组成

微生物	结构	化学组成
支原体	胞膜	蛋白质、糖类、脂类、糖脂等
	胞浆	双股 DNA、核糖体、蛋白质等
螺旋体	胞壁	脂多糖、胞壁酸等
	胞膜	糖类、蛋白质等
	胞浆	不详
	轴丝	不详
真菌	荚膜	多糖、蛋白质、类脂等
	胞壁	糖类 (多数)、多糖 (少数)、糖蛋白、蛋白
	胞膜	磷脂 (多数)、固醇 (少数)
	胞浆	核蛋白等
原虫	表膜	类脂、蛋白、多糖等
	胞质	蛋白、DNA、RNA、多糖、核蛋白体
	胞核	主要 DNA、RNA

#### 四、微生物的主要代谢产物及用途

微生物在生长繁殖时，利用外源营养物质进行分解和合成代谢过程中，除构建本身细胞外，还会产生一些有机化合物，这些代谢产物种类很多，不同的微生物有不同的代谢产物，这些代谢产物为人类利用，日益重要。比如在医学上，可作为预防和治疗疾病及鉴别微生物之用；在工业上，可作为能源、食品和化工原料；在农业上，可作为肥料，促进农业增产（表 1-5~8）。研制微生物培养基的一个重要目的，就是为了满足微生物的营养要求，增产需要的代谢产物。

微生物的代谢产物，按照微生物的代谢过程，可分为四类：

(1) 次生代谢产物，这类代谢产物是细胞合成的、分子比较复杂的化合物，它们不参与细胞的组成，大部分分泌于细胞外。按照它们的作用和性质又分为抗生素、毒素、激素等类。其主要种类可参阅表 1-5。

(2) 代谢副产物和中间产物，代谢副产物是在细胞正常代谢作用时所产生的小分子化合物，即所谓发酵产物。中间代谢产物是细菌（胞）在代谢中途产生的，是合成细胞物质（如蛋白质、核酸、类脂和多糖等）的小分子化合物（如氨基酸、核苷酸、有机酸、单糖等），这类代谢产物一般不分泌于体外，只有当细胞生物合成受阻时，才会有大量积累和外流。这类代谢产物的用途和产生菌参阅表 1-6。

(3) 胞外水解酶类，这类代谢产物，许多微生物都可以产生，并被广泛利用于医药、酿造、纺织、制革和食品等各领域。其详细用途及产生菌，参阅表 1-7。此外，许多代谢产物（包括分解和合成过程产生的）常用来作为区别各种微生物的指标（表 1-8）。

表 1-5. 某些微生物代谢产物及其性质和作用

产 物	化学性质	产 生 细 菌	作 用
内毒素	脂多糖-蛋白质	革兰氏阴性细菌，如沙门氏菌等	死菌菌苗预防疾病如伤寒菌苗
外毒素	蛋白质	鼠疫杆菌、白喉棒状杆菌、破伤风杆菌，肉毒梭菌、霍乱弧菌等	用化学法处理外毒素制成类毒素可预防疾病
杀虫素和放线菌酮		放线菌等菌	作杀菌剂
黄曲霉毒素	双氢衍生物	黄曲霉	诱发人癌症
镰孢菌毒素	木糖分子结构	镰孢菌	使人 and 动物中毒和死亡
蘑菇毒素 (如鹅膏菌毒素)		高等担子菌（如鹅膏菌）	使人中毒和死亡
秃顶马勃素	粘糖蛋白	大秃顶马勃菌	有强抗癌性能
多孔菌素	酸性蛋白		对乳癌和白血病的发展有强抑制作用
麦角碱	生物碱	麦角菌	量大使人 and 动物中毒和死亡，小量催生，阻止产后流血
生长素	吲哚乙酸	细菌、酵母菌、真菌等	刺激植物生长
赤霉素	赤霉酸	赤霉菌、带化病棒状杆菌	促进植物快速生长
细胞分裂素	腺嘌呤衍生物	大豆根瘤菌、细黄链霉菌等	刺激植物细胞分裂

(续)

产 物	化学性质	产生细菌	作 用
玉米赤霉烯酮 (或醇)	间羟苯酸内脂衍生物	玉米赤霉菌	促使牛羊快肥和植物组织愈伤抽茎
抗生素			
多粘菌素	环状多肽	多粘芽孢杆菌	对绿脓杆菌有特效
青霉素	环状二肽(半胱氨酸和缬氨酸组成)	青霉菌	对革兰氏阳性菌和革兰氏阴性球菌感染有效
头孢菌素 C	环状二肽( $\alpha$ -氨基庚二酸组成)	头孢菌	对革兰氏阳性菌和革兰氏阴性球菌感染有效
灰黄霉素		灰黄青霉菌	治疗真菌皮肤病
链霉素	糖苷化合物	链霉菌	对革兰氏阳性和阴性菌感染都有效
卡那霉素	含糖衍生物	卡那链霉菌	同上
庆大霉素		刺孢小单孢菌	同上
氯霉素		委内瑞拉链霉菌	对细菌、立克次体、螺旋体、病毒感染都有效
四环素			同上
金霉素		金色链霉菌	同上
红霉素	多羟内脂双苷	红霉菌	同上
放线菌酮		抗生链霉菌	对真菌和酵母菌有强杀菌作用
制霉菌素	大环内脂类		同上
杀稻瘟 S		灰色产色链霉菌	用于防治稻瘟病

表 1-6. 某些微生物的代谢副产物和中间产物

产 物	产 生 菌	用 途
草酸	曲霉和青霉	印染、漂洗皮革, 清除涂料和墨渍, 制塑料
丁酸	丁酸梭菌	有机溶剂、香料
丙酸	丙酸细菌	香料, 乳酪, 化工原料
乳酸	乳酸菌	食品, 医药和化学原料等
甲酸	大肠杆菌等	羊毛染色还原剂, 皮革脱毛, 收敛剂, 脱石灰剂
甘露醇	曲霉菌	合成树脂, 制造果糖
甘油	酵母菌	制硝化甘油炸药, 化妆品, 滑润剂, 溶剂
丁醇和丙酮	丁醇丙酮梭菌	有机溶剂
异丙醇	丁酸梭菌	树胶等溶剂, 防冻剂, 快干剂
乙醇	酵母菌、霉菌、细菌	医药、化工等原料, 饮料
甲烷	奥氏甲烷杆菌	可作能源
氢	丙酮丁醇梭菌等	化工原料
二氧化碳	酵母菌, 大多数细菌	制成干冰, 制冷剂
肌苷酸	产氨短杆菌	调味品
谷氨酸	谷氨酸棒状杆菌	味精
核黄素	棉病囊霉	医药
柠檬酸	黑曲霉等	医药, 制饮料, 化工原料
葡萄糖酸	黑曲霉等	医药
苹果酸	黑曲霉等	食品
琥珀酸	根霉、毛霉等	制漆和染料

表 1-7. 某些微生物产生的酶和用途

产物(酶)名称	产生菌	用途
蛋白酶	枯草杆菌、巨大芽孢杆菌、曲霉等	制造蛋白胨, 氨基酸, 皮革脱毛, 蚕丝脱胶等
淀粉酶	很多微生物 (如枯草杆菌, 米曲霉等)	用于分解淀粉, 制糊精和糖等
脂酶	青霉菌等	用于分解脂肪, 制甘油和脂肪酸, 洗涤剂
果胶酶	很多细菌和真菌	用于果汁制造, 脱桔子囊麻类加工等
纤维素酶	很多微生物	水解纤维, 制葡萄糖等
葡萄糖氧化酶	黑曲霉、点青霉等	制葡萄糖酸, 蛋类加工, 制蛋白粉, 去葡萄糖
天门冬酰胺酶	大肠杆菌等	可用于治疗白血病和某些癌症
凝乳酶	微小毛霉	用于制造乳酪
葡萄糖异构酶	链霉菌	将葡萄糖转化为果糖, 增加甜味
溶血酶	链球菌、米曲霉, 枯草杆菌等	用于血管内血栓

表 1-8. 用于鉴定微生物的某些代谢产物

产物名称	产生菌	用途
青霉素酶	蜡状芽孢杆菌	用于青霉素过敏
胶原酶	溶组织梭菌	用于治疗矽肺
甲酸, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>	很多微生物 (如大肠杆菌、伤寒杆菌、痢疾杆菌等细菌)	糖发酵试验 (IB)
乙酰甲基甲醇	很多微生物 (如产气杆菌、肺炎杆菌、阴沟杆菌)	V、P 试验 (IB)
定基质 (Indole)	很多微生物 (如大肠杆菌、变形杆菌、霍乱弧菌)	吲哚试验 (IB)
硫化氢	很多微生物 (如变形杆菌、伤寒杆菌、产气杆菌)	硫化氢试验 (IB)
各种色素	很多微生物 (如绿脓杆菌、葡萄球菌)	IB
各种酶:		
血浆凝固酶	金黄色葡萄菌	血浆凝固酶试验 (IB)
自溶酶	肺炎双球菌	胆汁溶菌试验 (IB)
尿素酶	变形杆菌, 幽门弯曲菌等	尿素酶试验 (IB)

IB: 鉴别细菌。

(上海, 第二军医大学 谢正咏 200433)

### 参考文献

- [1] 谢正咏、吴挹芳, 现代微生物培养基和试剂手册. 第一版, 福州: 福建科学技术出版社, 1994; 18
- [2] 杜平、朱关福、刘湘云. 现代临床病毒学. 第一版. 北京: 人民军医出版社, 1991; 7
- [3] 余濒. 医学微生物学. 第二版. 北京: 人民卫生出版社, 1985; 8



## 第2章 主要产毒微生物的主要特点 及分离、培养和鉴定原则

病原微生物能否侵入机体,引起人类疾病主要决定于机体的免疫力和病原微生物的毒力、侵入数量和侵入门户(途径)。就其“毒力”而言,是指病原微生物的侵袭力和毒素的强弱,即“毒力”强的微生物(细菌)产生的侵袭力(各种毒性酶、透明质酸酶等)和毒素(外毒素或内毒素)亦强,此等细菌叫强毒细菌,反之叫弱毒或甚至为无毒细菌。为了配合本书的讨论中心——微生物毒素的基础和临床,本章拟将主要产毒微生物的主要特点、分离、培养和鉴定原则,选择每属中典型代表细菌简述介绍,以便同道们参考。

### 一、革兰阴性菌

#### (一) 大肠杆菌 (*Escherichia Coli*)

**主要特点:** 本菌属肠杆菌科艾希氏菌属,革兰氏阴性杆菌,大小约为  $2\sim 3\times 0.4\sim 0.6$  ( $\mu\text{m}$ ),有周鞭毛和菌毛,无芽孢,在肠道鉴别培养基(麦康凯)上可生长成红色圆而突起菌落,在普通琼脂培养基上生长良好,形成直径  $2\sim 3\text{mm}$ ,圆、凸、湿润、光滑、半透明、边缘整齐菌落,在血琼脂平皿基上,有些菌株呈  $\beta$  溶血环菌落。兼性厌氧,氧化酶阴性,能发酵乳糖,甘露醇和葡萄糖等多种糖,产酸产气,靛基质和甲基红阳性,VP 阴性,枸橼酸盐培养基上不生长(即 *Imvic* 为  $++--$ )。有 O (菌体)、K (包膜)、H (鞭毛) 3 种主要抗原。H 抗原有 60 种,K 抗原有 99 种,O 抗原有 171 种。K 抗原根据对温度的性状分为 L、A 和 B 3 种。致病作用主要靠侵袭力(K 抗原抗吞噬作用,菌毛粘附粘膜作用等)、内毒素和肠毒素。

**分离、培养和鉴定:** 由于此菌要求不高,增殖培养可将菌种接种于普通肉汤或普通琼脂培养基上,在  $37^{\circ}\text{C}$  培养  $18\sim 24\text{h}$ ,菌种(或有杂菌标本)接种肠道杆菌鉴别培养基上, $37^{\circ}\text{C}$  培养  $18\sim 24\text{h}$  后,挑取分解乳糖产酸有颜色的菌落(如远藤氏培养基应为红色菌落,中国蓝培养基应为蓝色菌落),接种于普通琼脂料而或双糖铁基上进行分离、培养和鉴定。最后鉴定,可用纯培养物涂片革兰氏染色镜检、作生化反应和血清型分型,必要时进行肠毒素测定。根据菌落形态、涂片染色反应和菌形、生化反应等试验结果可初步鉴定为大肠艾希氏杆菌(大肠杆菌)。

#### (二) 铜绿假单胞菌 (*Pseudomonas aeruginosa*)

**主要特点:** 本菌又称绿脓杆菌,为假单胞菌属的代表菌种,革兰氏染色阴性、无芽孢、无荚膜,约为  $1.3\sim 3.0\times 0.5$  ( $\mu\text{m}$ ) 长的杆菌。菌体呈多形性,在一端有  $1\sim 3$  根鞭毛,运动活泼。需氧培养菌,营养要求不高,在普通培养基上生长良好,生长温度为  $20\sim 42^{\circ}\text{C}$ ,最适为  $37^{\circ}\text{C}$ 。在普通肉汤中生长迅速,均匀混浊,有色素(黄绿或蓝绿或棕色)菌膜。在普通琼脂基上生长的菌落,大而扁平湿润边缘不齐,周围和培养基染呈淡绿色或黄绿色;在血琼脂平