

兽医

病原

微生物总论



科学技术出版社

兽医病原微生物总论

甘肃省畜牧学校 甘肃省兽医总站编

参加编写人员

孙成俊（主编）

史永年 薛信民 唐虹绮 马志业

甘肃科学技术出版社

责任编辑：康克仁

封面设计：钟 嵘

兽医病原微生物总论

甘肃省畜牧学校 甘肃省兽医总站编

甘肃科学技术出版社出版

(兰州第一新村81号)

甘肃省新华书店发行 天水新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/32 印张5.5 字数115,000

1988年4月第1版 1983年4月第1次印刷

印数：1—4,000

ISBN 7-5424-0054-1/S·17 定价：1.15元

前 言

兽医病原微生物总论一书是在已出版的兽医病原微生物知识的基础上编写的。它是兽医病原微生物学的重要组成部分。因此，系统了解和掌握兽医微生物学总论知识，对于正确有效地开展畜禽疫病防治工作，保护畜牧业的发展有着重要的意义。

本书全面而又通俗地介绍了微生物的基本结构和化学组成、新陈代谢过程、与外界环境的关系、微生物的遗传和变异、传染、免疫及其在兽医实践中的应用。所载内容，力求使其既适用于中等专业学校兽医及卫生专业试用教材，又能供作基层兽医临床诊断人员及防疫工作者的参考书。

本书初稿完成后，由甘肃农业大学兽医系微生物学教授沈斌元先生和甘肃省兽医界老前辈宋启荣先生审阅。也得到了甘肃省畜牧厅科教处的热情支持。初稿与有关兄弟学校交流，为得到云南省曲靖农校张凤麟老师，甘肃省动物检疫总站石华彦同志对有关内容提出了宝贵的修改意见，在此稿交付出版前均一一作了考虑。在此谨向上述同志致以诚挚的谢意！

由于微生物学近年来发展很快，因我们水平有限，经验不足，书中难免有不当之处，诚恳希望读者给予批评指正。

编者

目 录

绪 言	(1)
第一章 细 菌	(6)
第一节 细菌的形态和结构	(6)
第二节 细菌的生理	(22)
第三节 细菌的生长和繁殖	(30)
第四节 细菌的培养特性	(44)
第二章 病毒及其他微生物	(47)
第一节 病 毒	(47)
第二节 其他微生物	(68)
第三章 微生物在自然界的分布	(77)
第四章 外界因素对微生物的影响	(87)
第一节 物理因素对微生物的影响	(88)
第二节 化学因素对微生物的影响	(96)
第三节 生物因素对微生物的影响	(100)
第五章 微生物的变异	(104)
第一节 微生物变异发生的机理	(104)
第二节 常见的微生物变异现象	(106)
第三节 微生物变异的实际应用	(110)
第六章 传 染	(112)
第一节 病原微生物的致病作用	(112)
第二节 病原微生物引起传染的必要条件	(117)

第三节	传染的类型	(120)
第七章	免 疫	(123)
第一节	免疫的概念	(123)
第二节	参与免疫系统的组织器官和细胞	(125)
第三节	非特异性免疫	(132)
第四节	特异性免疫	(137)
第五节	常用的血清学反应	(153)
第六节	变态反应	(166)
第七节	免疫学在兽医实践上的应用	(170)

绪 言

一、微生物与微生物学

微生物是自然界中存在的一群结构简单、种类繁多、分布广、繁殖快，必须使用光学显微镜或电子显微镜才能看得到的微小生物。依其大小和形态特征，主要可分为：细菌、真菌、放线菌、螺旋体、霉形体、立克次氏体、衣原体和病毒等类。

微生物在自然界中分布广泛，空气、土壤、水以及人和动物的体表及其与外界相通的腔道都有微生物存在。

微生物与人类和动植物的生存有着密切的关系，其中绝大多数对人类和动植物是有益的。人类和动物生存必须以植物为食，而植物生长所需要的养料必须靠微生物对自然界有机物质的分解转化才能被其吸收。由此可见微生物在保证和促进自然界生物链良性循环方面，起着重要作用。此外，随着人们对自然界中微生物的认识和利用，在工农业生产和医药卫生方面，越来越受到重视。

但是，除了对人类有益的微生物外，也有一部分微生物对人类和动植物是有害的，能引起人类和动植物的疾病，这种具有致病性的微生物，称为病原微生物。有些病原微生物仅在一定条件下引起疾病，称为条件性病原微生物。

微生物学，就是研究微生物的形态、生理、分类以及它

们与自然界、人类、动、植物之间相互作用的科学。由于微生物学的发展和人类生活的实际需要，微生物学的研究范围日益广泛、深入。根据研究和应用的目的不同，微生物学又可分为普通微生物学、农业微生物学、工业微生物学、石油微生物学、海洋微生物学、水产微生物学、乳品微生物学、医用微生物学、兽医微生物学和食品微生物学等。

兽医微生物学是阐述和研究家畜、家禽和人、畜共患传染病病原微生物的科学。其内容包括生物学性状（形态及染色、培养特性，生化反应，抵抗力，抗原结构等）、致病性、免疫性、微生物学检查方法以及防治原则等。目的在于兽医工作实践中利用微生物学的诊断，预防和治疗方法，控制消灭畜禽传染病和人、畜共患传染病，保证畜牧业的发展，以满足人民物质生活的实际需要，加速四化建设。

兽医微生物学是兽医专业的一门专业基础课，是为学习家畜传染病学、病理学、药理学、普通病学、寄生虫病学和畜牧学等课程提供必备的基本知识和技术，所以在兽医专业教学中占有重要地位。

二、微生物学的发展简史

微生物很早就存在于自然界，人类在从事生产实践和平时的日常生活中，实际上早已应用了微生物。但是作为一门科学，是十八世纪以后的事，到现在才三百年历史。

微生物学的发展可概括为三个阶段：

第一阶段——形态学时期：最早看到微生物的是荷兰人吕文虎克，1676年，在望远镜的基础上他们制出了第一架可放

大200倍左右的显微镜，用来观察污水、井水、牙垢、粪便等，发现许多球状、杆状、螺旋状的微小生物。1695年，他将所观察到的微生物，绘图并叙述于《安东·吕文虎克发现了自然界的奥秘》一书，公诸于世，从此以后，人们对微生物的形态、排列、大小等，就有了初步的认识。但由于当时科学技术的限制及“自然发生论”的阻碍等作用，将近二百年，微生物仍旧停留在初级的形态学描绘阶段。

第二阶段——生理学及免疫学时期：这个时期大约是从1870年到1920年，约50年。十九世纪，欧洲发酵工业已经很发达，1861年，法国化学家巴斯德，为解决酿酒过程中的污染问题，通过他的“曲颈瓶”实验，发现有机物的发酵与腐败是由微生物所引起的，只要严格消毒，就可以避免污染。巴斯德的发现给唯心的宗教的自然发生论以强烈的冲击。巴斯德还发现危害人的一些传染病，也是由微生物引起的，病原微生物的毒力可以作为预防传染病用，而且有致弱的示范途径。他相继成功地创制出鸡霍乱菌苗、炭疽菌苗及狂犬病疫苗，大大推动了传染病特异性预防的进展，由微生物生理理论的研究上升到免疫理论的建立。他在微生物学历史上作出了突出贡献。

第三阶段——近代微生物学，从1920年至今。近年来随着电子显微镜和分子生物学的发展，生物科学已进入分子水平的研究——遗传工程时代。人们在高度一致的最本质的东西是蛋白质和核酸的基础上，揭开了遗传物质基础——核糖核酸（RNA）和脱氧核糖核酸的奥秘，如抗原抗体反应，已从传染病的范围扩展到普通病和整个生物学领域中来。对抗体中的各类球蛋白的类型、形成及细胞免疫与体液免疫有了进

表 1 微生物生理学及免疫学时期所取得的进展

理论上的进展	技术上的进展	生产上的进展
细菌生理学启蒙微生物有其新陈代谢, 酒的发酵, 手术后的感染是微生物的作用	巴斯德消毒法, 消毒剂的应用 使用滤器分离病毒	酒的发酵能人为控制, 外科手术后不易受感染, 病毒病的发现与确定
免疫学的开始及免疫理论的建立, 微生物及其产物作为抗原与其相应抗体之间的作用	凝集反应 毒素中和反应	抗毒素的治疗应用
补体的发现	补体结合反应	免疫学应用于疾病诊断
其 他	狂犬病疫苗, 动物炭疽病菌苗素等的制造法, 琼脂培养基制造	应用免疫防治, 减少了人、畜传染病的发生和死亡, 大量种类的细菌、真菌被分离出, 它与疾病或人类生活的关系被确定

一步认识。

近年来, 微生物学在技术上更有不少重大创新, 电镜的使用, 使得人们能观察到包括细菌、病毒在内的亚细胞结构与分子结构; 标记抗体或标记抗原的应用, 在疾病诊断及抗原抗体反应的理论研究方面, 提供了有力工具; 细胞培养、空斑技术、蛋白质及核的提纯, 大大便利了病毒学的研究。

三、我国兽医微生物学取得的成就

解放三十多年来，我国微生物学有了迅速发展，取得了很大成就。

在兽医微生物学方面，研究成功并大量生产了数十种生物制品（疫苗、菌苗、类毒素、免疫血清和各种诊断制剂等），其中有一些冻干弱毒疫苗、菌苗，达到或超过了国际水平，如猪瘟兔化疫苗、鸡新城疫苗、牛瘟弱毒疫苗、羊痘鸡胚化疫苗、牛肺疫兔化菌苗、布氏杆菌病羊型五号弱毒菌苗、布氏猪型二号弱毒菌苗等，生产成本低，效果好，便于推广。

此外还研制与生产了琼脂扩散反应抗原、鸡支原体病全血平板凝集抗原、荧光抗体、酶标抗体等，为诊断与防治畜禽传染病，提供了有利条件。

第一章 细 菌

第一节 细菌的形态和结构

各种细菌的形态与结构是不完全相同的，即就是同一种细菌，也可因不同因素的影响，如：菌龄、温度、营养以及环境中的有害物质存在与否而有所不同。一般所述的形态与结构，是细菌在适宜培养条件下生长旺盛时期的特征。研究细菌的形态与结构，有助于了解细菌的致病性与免疫发生的机理，有助于疾病的诊断，以便于采取有效的防治措施。

一、细菌的大小与形态

(一) 细菌的大小

细菌是一类非常微小的生物，只有使用显微镜才能看得清楚。通常以微米(μm)作为测量细菌大小的长度单位(一微米等于千分之一毫米)。不同种类的细菌大小差别很大。同一种类的细菌在不同情况下，其大小形态也有差别。如涂片干燥、固定、染色时细菌菌体可收缩变小；死菌体如大肠杆菌比活的大肠杆菌菌体缩小三分之一。菌龄不同菌体大小亦不相同，如幼龄、代谢活跃的细菌，比老龄细菌体大几倍。休眠或濒死期的杆菌，通常近乎圆形，而快速生长的球菌往往呈短杆状。菌龄与细菌大小的关系可受许多因素的影响，主要与代谢产物的积累及培养基中渗透压的上升有关。

表2 细菌大小的比较

细 菌	直径 (微米)	长 (微米)
葡萄球菌	0.8—0.4	
链球菌	0.6—1.0	
流感杆菌	0.2—0.4	0.7—1.5
布氏杆菌	0.3	0.3—1.0
大肠杆菌	0.5—1.0	1.0—3.0
破伤风杆菌	0.3—0.4	3.0—5.0
炭疽杆菌	1.0—1.3	3.0—10.0

(二) 细菌的形态

细菌根据外形可分为三类。即球菌、杆菌和螺旋菌。

1. 球菌

球菌大都为正圆形，也有的略长，呈矛尖状。有的略扁、呈肾形或豆形。按其分裂后排列方式的不同，可分为：双球菌、链球菌、四联球菌、八联球菌、葡萄球菌等。现分述如下：

双球菌：是沿着一个平面分裂的球菌，因分裂后的新菌体、两个两个地粘在一起，成对排列而称双球菌。如肺炎双球菌、脑膜炎双球菌等。

链球菌：链球菌沿一个平面分裂，因分裂后新的菌体相互粘成链状，所以称链球菌。如马腺疫链球菌常呈长链状排列；羊链球菌、猪链球菌常呈短链状排列。

四联球菌：沿两个垂直的平面分裂，分裂后的新菌体四

个粘在一起，所以称四联球菌。

八联球菌：沿三个互相垂直的平面分裂，分裂后的新菌体八个粘在一起，所以称八联球菌。

葡萄球菌：沿多个不规则的平面分裂，分裂后数个或数十个菌体聚积成葡萄串状，所以称葡萄球菌。如腐生葡萄球菌、表皮葡萄球菌、金黄色葡萄球菌等。

2. 杆菌

杆菌的菌体呈棍杆状。各种杆菌的长短差别很大。短的几乎呈球状，长的可呈长丝状，有的平直，有的略带弯曲。杆菌的两端形状在细菌鉴定方面有一定的意义。大多数杆菌两端钝圆，如大肠杆菌。有的平切，如炭疽杆菌。有的尖细如梭状杆菌。有的末端膨大似棒状如白喉杆菌、马棒状杆菌、假结核棒状杆菌等。依杆菌的排列方式可分为单杆菌，双杆菌和链杆菌三种。

单杆菌：菌体横分裂后，常呈单个分散状存在，称单杆菌，如鼻疽杆菌、巴氏杆菌等。

双杆菌：菌体横分裂后，新的菌体两两相连、成对存在，称为双杆菌，如肺炎杆菌等。

链杆菌：菌体横分裂后，两个以上菌体相连，形成短链或长链排列的杆菌，称为链杆菌，如炭疽杆菌。

另外，还有一些细菌，可形成侧枝或分枝状，称分枝杆菌。如结核分枝杆菌等。

3. 螺形菌：螺形菌菌体弯曲或扭转状、呈螺形。仅有一个弯曲呈弓形者，称弧菌。如霍乱弧菌。菌体较长有两个弯曲或两个以上弯曲的称螺菌。螺菌比一般细菌长，两端钝圆或尖细，与螺旋体不同，细胞壁较坚韧。

细菌在适宜的环境下有相对稳定的形态。环境改变，如培养基条件的改变、化学药品的作用等均可产生不规则的形态，且可出现细胞壁的缺陷与多形性。

二、细胞的构造

细菌的构造可分为基本构造和特殊构造两部份。细菌的基本构造包括细胞壁、胞浆膜、细胞浆、核质、核糖体和内含物。细菌的特殊构造主要是荚膜、芽胞、鞭毛、菌毛等。

细菌的基本结构有：

(一) 细胞壁

细胞壁是包被在细菌最外面的一层无色透明、坚韧而具有一定弹性的膜。它的折光性和对染料的亲和力都较低。其厚度因菌种而不同，平均约10~25毫微米（nm）左右。

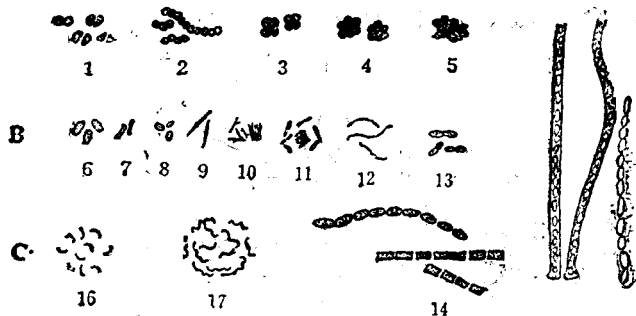


图1 各种细菌的外形和排列

A. 球杆菌 B. 杆菌 C. 螺旋菌

1. 双球菌 2. 链球菌 3. 四联球菌 4. 八叠球菌 5. 葡萄球菌 6. 杆菌，两端钝圆 7. 杆菌，菌体稍弯 8. 球杆菌 9. 杆菌，端尖 10. 分枝杆菌及其成丛排列 11. 棒状杆菌及其八字和栅栏样排列 12. 变成长丝状的杆菌 13. 双杆菌 14. 链杆菌，端钝圆和平截 15. 毛状体，有鞘和无鞘 16. 弧菌 17. 螺菌

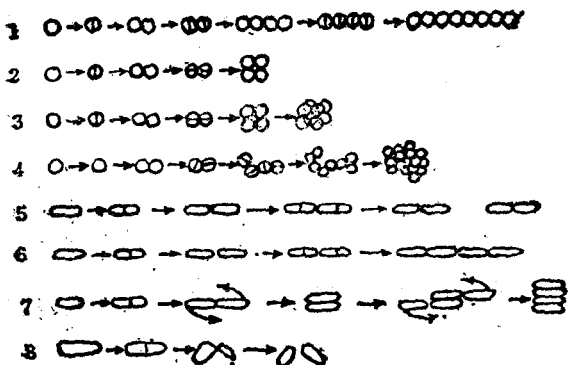


图2 细菌的分裂和排列示意图

1. 球菌向一个平面分裂, 形成双球菌或链球菌 2. 球菌向两个互相垂直的平面分裂, 形成四联球菌 3. 球菌向三个垂直的平面分裂, 形成八叠球菌 4. 球菌无定向地向多个平面分裂, 形成葡萄球菌 5. 6. 杆菌向一个平面分裂, 形成双杆菌或链杆菌 7. 8. 杆菌较链样部分粘连, 分裂后形成八字形或栅栏样排列

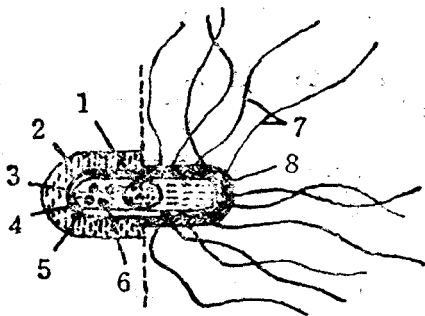


图3 细菌的构造模式图

虚线左侧为无鞭毛有荚膜杆菌, 右侧为有鞭毛无荚膜杆菌

1. 芽胞 2. 荚膜 3. 细胞壁 4. 细胞膜 5. 油滴或硫粒 6. 异染颗粒
7. 鞭毛 8. 粘液层

细胞壁的化学结构相当复杂，主要有糖肽、磷壁酸、脂多糖、脂质与蛋白质等。它的主要功能是保持细菌的外形，保护细菌免受外界不利因素的损害，与胞浆膜共同完成细胞内外物质交换。

用革兰氏染色法，可把细菌分为革兰氏阳性和革兰氏阴性菌两大类。

革兰氏阳性菌的细胞壁无分化结构，厚约15—35毫微米，少数可达80毫微米。其化学组成主要是粘肽，一般占细胞壁物质的40—60%左右，亦有达90%者。除粘肽外，还会有磷壁酸、多糖、蛋白质和少数类脂质。细胞壁之所以坚韧，是由于高度聚合的粘肽成份所致，故又叫僵硬层。而其中的胞壁酸和二氨基庚二酸，则是细菌胞壁所特有的。分枝杆菌近1/3的细胞壁成份是类脂质，多数以分枝杆菌酸蜡质的形式存在。

革兰氏阴性菌的细胞壁具多层结构。外胞壁有三层，在电子显微镜下，可见两层电子稠密层，包围着里面一层电子透明层。外胞壁与胞浆膜之间，还有一层坚韧的内胞壁，整个细胞壁的厚度，以普通变形杆菌为例，厚度为14.4nm，其中内胞壁厚度约为5.2nm，外胞壁厚度约为9.2nm。

革兰氏阴性菌细胞壁的化学组成，不含磷壁酸，但含有粘肽，占细胞壁干物质重的10~20%。此外，还含有蛋白质、脂多糖和球蛋白等，分布于细胞壁的各层中。最外层是脂蛋白，其次是脂多糖，然后是球蛋白，最内一层是粘肽。

(二) 胞浆膜

胞浆膜又叫细胞膜。细菌的胞浆膜位于胞壁内面，包围在细胞浆的外面，是一层柔软、致密的膜。用电子显微镜观