

· 173925

高等水产院校交流讲义

微生物学

集美水产专科学校編

水产专科养殖专业用



农业出版社

对

高等水产院校交流讲义

微生物学

集美水产专科学校編

水产专科养殖专业用

江南大学图书馆



91447867

农业出版社

主 編 集美水产专科学校 华鼎可

审查单位 水产部高等学校教材工作组

高等水产院校交流讲义
微 生 物 学
集美水产专科学校編

农 业 出 版 社 出 版
北京老钱局一号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 106 号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

上海市印刷四厂印刷裝訂

统一书号 K 13144·132

1962年3月北京制型	开本	787×1092毫米
1962年6月初版		十六分之一
1962年6月上海第一次印刷	字数	308千字
	印张	十四又四分之三
印数 1—1,100册	定价	(9) 一元四角

前 言

本教材是在我校 1959 年編写的讲义基础上修改而成的。在內容安排上，除了保持微生物学的系統与基础外，也尽量注意到結合专业，为有关专业課打下較好的基础。为了教学便利起見，全书分为前后两篇，前篇以理論为主，后篇則专述实验。

在編写过程中，山东水产学院郑祖恒同志参加了一部分的工作，初稿完成后，由广东水产专科学校熊大仁同志、上海水产学院宋德芳等同志、舟山水产学院李星韻同志、新海連水产专科学校陈立义同志、山东海洋学院曹学浦同志、安徽水产专科学校吳书齐同志等，参加了审稿，提出了許多宝贵意見，謹此致謝！

由于本教材編写時間短促，編者水平較低，錯誤之处在所难免，希望讀者多予批評、指正。

編 者

1961.11.20

173925

目 录

前 篇

前 言

第一章 緒論	1
一、微生物学的研究对象及其任务	1
二、微生物学的分科	1
三、微生物学的发展簡史	2
(一)微生物学发展的初期——形态学时期	2
(二)微生物学发展的第二阶段——生理学时期	3
四、我国微生物学的发展概况	5
(一)古代人民对微生物学的感性知識与应用	5
(二)解放前的情况	5
(三)解放后的发展	6
第二章 微生物的形态	8
一、細菌	8
(一)細菌的大小	8
(二)細菌的形状	8
(三)細菌的构造	11
(四)細菌的生长、繁殖和菌落的形成	16
(五)細菌的个体发育和生活史	18
二、立克次氏体	19
三、病毒	20
四、噬菌体	22
五、放线菌	24
(一)形态与大小	24
(二)构造	25
(三)染色反应	25
(四)生理特点	25
六、酵母菌	26
(一)形态与大小	26
(二)结构	26
(三)繁殖	27
七、霉菌	29
(一)形态构造	29

(二)繁殖方法.....	29
第三章 微生物的生理	33
一、微生物的化学組成	33
(一)水分.....	33
(二)蛋白质.....	33
(三)碳水化合物.....	34
(四)脂类.....	34
(五)其他的有机物质.....	35
(六)灰分元素.....	35
二、微生物的营养	36
(一)营养方式.....	36
(二)营养物质.....	37
三、微生物对营养物质的吸收	41
四、微生物的酶	43
(一)酶的性质与作用.....	43
(二)酶的分类.....	44
五、微生物的呼吸	51
(一)微生物呼吸作用的特性.....	51
(二)微生物呼吸作用的类型.....	52
(三)环境中的氧化还原电位对微生物呼吸作用的影响.....	55
六、微生物的代謝产物	56
(一)分解产物.....	56
(二)合成产物.....	58
第四章 微生物的分类	60
一、微生物在生物界系統发育中的地位	60
(一)生物界的简单进化过程.....	60
(二)微生物的系統发育.....	61
二、微生物种的概念	61
三、細菌分类学上所用的特征	62
(一)形态特征.....	62
(二)培养性状.....	62
(三)生理特性.....	63
四、細菌和放线菌的分类	64
(一)放綫菌綱.....	64
(二)眞細菌綱.....	66
(三)粘細菌綱.....	70
(四)螺旋体綱.....	71
五、真菌的分类	73
(一)藻菌綱.....	73
(二)子囊菌綱.....	74

(三)担子菌綱.....	75
(四)不完全菌类.....	75
六、真菌的鑑定.....	76
第五章 外界环境条件对微生物的影响.....	77
一、物理因素对微生物的影响.....	77
(一)水分和湿度.....	77
(二)渗透压.....	77
(三)温度.....	78
(四)光、电、声波、射线.....	81
(五)压力与振荡.....	83
二、化学因素对微生物的影响.....	83
(一)氢离子浓度对微生物生命活动的影响.....	83
(二)无机酸和碱类.....	84
(三)重金属盐类.....	85
(四)氧化剂.....	85
(五)酚类化合物.....	85
(六)酒精(乙醇).....	85
(七)福尔馬林.....	86
(八)染料.....	86
(九)磺胺药类.....	86
三、生物因素对微生物的影响.....	87
(一)寄生关系.....	88
(二)共生关系.....	88
(三)互生关系.....	88
(四)对抗关系(抗生).....	89
四、抗菌素.....	89
(一)概述.....	89
(二)抗菌素的发展簡史.....	90
(三)抗菌素的经济价值.....	90
(四)常用的抗菌素.....	91
(五)主要抗菌素的来源及抗菌范围.....	94
五、微生物的变异性.....	94
第六章 微生物在自然界的分布.....	99
一、水中的微生物.....	99
(一)淡水中的微生物.....	99
(二)海水中的微生物.....	103
二、土壤中的微生物.....	110
三、空气中的微生物.....	111
第七章 由微生物引起的自然界物质的轉化.....	112
一、由微生物引起的不含氮有机物质的轉化.....	112

(一) 己糖的分解	112
(二) 碳的循环	115
(三) 纤维素的分解	115
(四) 果胶类物质的分解	118
(五) 木质素的分解	119
(六) 脂肪的分解	119
(七) 琼脂的分解	120
(八) 烃类和氨的氧化	120
二、微生物在自然界氮素循环中的作用	121
(一) 氮的循环	121
(二) 氨化作用	121
(三) 硝化作用	125
(四) 反硝化作用	126
(五) 固氮作用	127
三、微生物在自然界矿质营养元素转化中的作用	132
(一) 硫的转化	132
(二) 磷的转化	134
(三) 铁的转化	135
第八章 传染与免疫的原理及应用	136
一、传染	136
(一) 传染的概念	136
(二) 构成传染的因素	136
(三) 传染的来源	139
(四) 传染的方式	139
(五) 传染病的特征与过程	140
(六) 传染的类型	140
二、免疫	141
(一) 免疫性与免疫学的概念	141
(二) 传染和免疫是一个统一的过程	141
(三) 机体的天然防御机能	141
(四) 免疫的种类	143
三、抗原与抗体	145
(一) 抗原	145
(二) 抗体	145
(三) 抗原与抗体反应	147
四、有关传染、免疫在水产养殖上的应用	151
(一) 鱼病血清学上的免疫试验	151
(二) 菌苗免疫试验	151
(三) 鱼病防治	151
第九章 微生物与水产养殖生产的关系	152

一、微生物在水域施肥中的作用	152
(一)在水域中施肥的意义	152
(二)堆肥和厩肥中微生物的作用	152
(三)池塘中施肥后微生物等数量和种类的变化	154
二、微生物对鱼类饵料的作用	166
(一)微生物对鱼类饵料的重要性	166
(二)微生物对鱼类饵料加工的作用	166
(三)微生物在食物链中所起的作用	167
三、微生物对鱼池的影响和提高鱼池生产力的作用	169
(一)微生物对鱼池底质的影响	169
(二)控制微生物的作用,把它导向对提高鱼池生产力所需要的方向	169
四、病原微生物及其清除、抑制的方法	170
(一)我国淡水鱼类致病菌的一般特性	170
(二)海洋鱼类的腐生菌	171
(三)海洋鱼类疾病的病原菌	172
(四)消灭有害微生物的方法提要	173

后 篇

微生物学实验指导	174
实验注意事项	174
实验一 利用油镜观察微生物(微生物形态观察一)	175
实验二 微生物的形态观察(二)	178
实验三 微生物的大小测量与计数方法	183
实验四 人工培养基的制备	186
实验五 微生物的分离与培养	195
实验六 微生物的生化反应(一)	202
实验七 微生物的生化反应(二)	205
实验八 影响微生物生命活动的因素	207
实验九 空气、水、土壤中微生物的分析	210
实验十 毒力试验与菌苗制备	216
实验十一 自生固氮细菌的培养	219
实验十二 鱼用金霉素的粗制法	220
主要参考书	225

前 篇

第一章 緒 論

一、微生物学的研究对象及其任务

微生物学的研究对象是一羣微小生物，特别是肉眼看不到的单細胞的細菌，以及与之相近的生物，如放綫菌、酵母菌、霉菌、螺旋菌、立克次氏体、病毒及若干低等藻类与原生动动物。它們放在一起，虽然有些混杂，但总的在形态上、培养特性与研究方法上，都相近似，尤其在遗传学上关系更为密切。

微生物学，是研究微生物生命活动規律的科学。具体地说，是研究微生物的形态、分类、生理和影响微生物生命活动的外界环境条件，及其在自然界各种物质轉化过程中的作用，人类如何利用微生物的有益方面，控制与消除微生物的有害方面，如抗菌素的生产、传染病的防治等，使其朝着人类需要的方向发展，这些都是属于微生物学的研究范疇。

水产养殖专业的学生，学习微生物学，除了掌握以上基本理論知識外，还需进一步結合专业。如微生物在水域施肥中的作用，如何控制微生物的生命活动，提高水产品单位面积的产量，同时掌握微生物的一般技术操作与传染性疾病的研究方法，为魚、貝、藻类的传染性病害的研究，打下良好的基础等。

二、微生物学的分科

微生物在自然界分布非常广泛，在土壤、空气、水中都可发现，由于它的活动范围广泛，并与人体的关系密切，所以有許多方面已发展成为独立的科学，进行了专门的研究，其中有：

(一)农业微生物学 研究微生物对土壤肥沃性的关系，即微生物对土壤中各种物质轉化的作用，及微生物与植物生长、病害之間的关系。

(二)工业微生物学 研究微生物的生命活动在工业生产程序中所起的作用，如酿造业、烘焙、人造食品以及有机酸、維生素、抗菌素等重要工业生产部門的应用。

(三)医用微生物学 研究引起人类传染病的各种病原微生物，研究它們生命活动的規律性与适应性，以及在一定环境下与人体的关系，从而創造传染病的診斷法与特异性的防治措施。

随着微生物学的发展，微生物学的分科越来越細，微生物也不断地运用到最新的經濟部門去。如近年的石油采矿工业，已广泛地运用微生物学的方法、原理，勘察石油資源，这便是

地质石油微生物学。其他还有兽医微生物学、植病微生物学、抗菌素学、病毒学等,出现了许多新的分科。

近年来微生物学在水产方面,如研究微生物与水生生物、水产品加工、鱼具腐烂之间的关系,特别是与鱼、虾、贝、藻类的关系及水产品冷藏工艺、罐头制造的关系有了进一步的发展。水产生物所需要的一切营养元素,大都是靠微生物的转化作用而来的。如藻类生长所需要的氮素,是由各种微生物一系列的协同作用,将有机氮、转化无机氮,供藻类生长;同时微生物本身也是小动物的食料,所以,可以说微生物是水产生物营养的供给者,在水产养殖方面就有许多利用微生物的作用,来增加产量的实例。也有些微生物却对水产生物有害,如造成鱼类传染病的病原微生物,可使鱼类养殖生产遭受到极大损失,贝、藻类的病害,也有不少是由微生物的作用而引起的。某些细菌如分解纤维素细菌,可引起绳索、网具的腐烂;某些真菌引起水产品的发酵、腐败等,都对水产事业有危害作用。随着发展需要,这门科学将会得到进一步的充实与提高。

三、微生物学的发展简史

微生物学作为一门独立的科学,还是近百年的事。它的形成,基本上可以分为两个阶段,即发展初期的形态学时期与第二阶段的生理学时期。

(一)微生物学发展的初期——形态学时期 微生物学最早开始研究,是在十七世纪后半期。十七世纪中叶,是资本主义开始发展的时代。工业在城市中出现,海路大大地扩展了,贸易和航海事业等的发展,都在自然科学的面前,提出了一系列新的要求,为了满足这些事业的发展,有利于资本家获得更大利润,对当时物理学中的光学,产生了特殊的要求,因此玻璃研磨工作有了新的成就。

荷兰人,安东·吕文虎克 (Antony Van Leeuwenhoek, 1632—1723)。在 1676 年制成了第一架原始复式的显微镜,放大倍数达 160 倍左右。他利用这种自制的显微镜,观察了牙垢、雨水、井水等,并于 1695 年发表了“吕文虎克所发现的自然界的秘密”一书,详细地记载了他的发现,这是有关细菌的首次记载,揭发了肉眼所看不到的东西,为微生物形态学奠定了基础(图 1)。自该书出版后,研究的人渐多,积累的材料也日多,但都限于累积实际材料和形态的描述,对于微生物的生活规律,以及它们和人类生活的密切关系等知识,还是无知的,故这一阶段是微生物的形

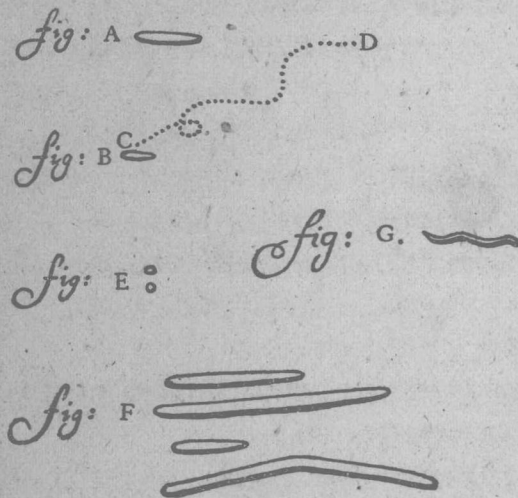


图 1 吕文虎克最先描绘的细菌及其运动
A、B、E、F、G—示各种细菌;C—D—示细菌的运动。

生活规律,以及它们和人类生活的密切关系等知识,还是无知的,故这一阶段是微生物的形

态学时期。

(二)微生物学发展的第二阶段——生理学时期 这一时期,是以法国人巴斯德(Louis Pasteur, 1822—1895)(图2)的研究开始,由于他的工作,使微生物的研究不是停留在形态上,而是把微生物的生命活动与自然界现象及人类的生活密切联系起来。形成这种转移的先决条件,是由于十九世纪初、中叶,欧洲资本主义工业、科学技术的进一步发展,资产阶级为了追求利润,向科学面前又提出了一系列新的问题,其中微生物学由于资本主义生产力发展的需要,也有了新的发展。如当时在葡萄酒的生产上,常因处理不善而引起变质,在养蚕业上发生的蚕病危害等,都急需人们去解决。

巴斯德本来是研究化学的,后来为了解决以上的问题,而从事于微生物学的研究,他证明葡萄酒和啤酒的变质,是和污染的腐败微生物的生长有关,创立了有名的巴氏灭菌法(加热至60—65°C,历20—30分钟),解决了酒的变质问题。接着巴氏先后发现了酒精、乳酸等的发酵作用,是微生物无氧呼吸的结果,肯定了不同形式的发酵,是由不同种类的微生物所引起的,因此提出控制这些微生物的生活条件,就能控制微生物的发酵发展的理论。

1869年,巴斯德又解决了当时法国南部的蚕的病害问题,发现蚕的微粒子病,是由于微生物的传染所引起的,并创立了检查和隔离制度。接着他又研究了人、畜的病害问题。1883年

他研究了鸡霍乱病,证明该病不是由化学物质所引起,而是由微生物所引起的。同时他把鸡霍乱病原体接种在肉汤上,每天移植可以保持很强的感染力,若在相当长时期内不移植,病原菌的感染力即变弱,使鸡完全不感染病原体,因此发明了预防传染病的菌苗接种法。在他的晚年(1885年),他又研究了狂犬病,将病原物接种在家兔上,减弱病原物的毒力,用来预防接种,可以抵抗正常病原物的传染,创立了免疫学的基础。

巴斯德的辛勤劳动,奠定了微生物学的科学基础,对人类的贡献是很大的。

1880年德国人柯赫(Robert Koch, 1853—1910)(图3),首先应用固体培养基,以分离细菌,而获得了纯粹培养。1882年证明结核杆菌为结核病的病原体。1883年又发现霍乱的病原体。他不单发现了这些疾病的病原菌,同时还发现



图2 巴斯德



图3 柯赫

病的病原体。1883年又发现霍乱的病原体。他不单发现了这些疾病的病原菌,同时还发现

了这些細菌的传播方法。他另一重要貢獻,即首先提出用染色法来观察微生物的細微結構。

与柯赫同时或以后,也出現了許多微生物学者,解决了不少問題,如白喉杆菌、赤痢菌的發現等。

二十世紀末,学者們进一步研究了机体的免疫机制問題,俄国杰出的学者梅契尼科夫(И. И. Мечников, 1845—1916)(图4),他首先提出了細胞免疫学說。他发现机体內的白血球和肝、脾等网状內皮細胞,具有吞噬微生物的特性,因此創立了噬菌学說。同时他也是防止人类早衰理論的創始者。他認為人类腸道中的許多腐敗細菌,它們生命活动的产物,会使有机体逐漸中毒,这种长期的自体中毒,是人类早衰的根源,因此,他建議食用有乳酸細菌(*Bacillus bulgaricus*)的酸牛奶来作为腸中腐敗細菌的对抗者,以防止人类早衰。他在对抗作用方面的这些研究,是抗菌素学說发展的基础。

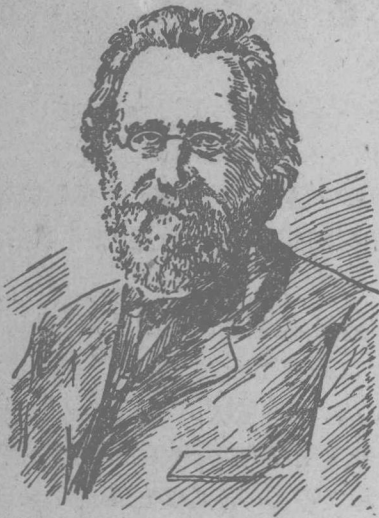


图4 梅契尼科夫。



图5 維諾格拉斯基

随着工业微生物学与医学微生物学的发展,农业微生物学也成了一門独立的科学。在农业微生物学的发展中,維諾格拉斯基(С. Н. Виноградский, 1856—1953)(图5)在1887年,发现了硝化細菌,証明氨氧化为硝酸的作用,是由硝化細菌进行的。同时陆續的发现了硫細菌、鉄細菌、固氮梭菌,他是土壤微生物学創始人之一。奥梅梁斯基(В. А. Омелянский, 1867—1928),則在1899年发现了纖維素分解嫌气性細菌。

1892年苏联学者伊万諾夫斯基(Д. И. Ивановский, 1864—1920)(图6)发现了病毒,他对患烟草花叶病的烟草,进行了研究,把患病烟叶經研磨过滤,通过細菌过滤器后,在无菌的滤液中仍然发现具有引起健康烟叶发生烟草花叶病的能力。这一发现扩大了微生物学的范围,不論在理論上和实践中都有重大意义。

病毒发现以后不久,立克次氏(H. T. Ricketts)由落磯山斑疹热病人血液中,发现另一

种病原体称为立克次体(Rickettsia),比細菌小,但大于病毒。

最近几十年来随着物理学和化学等方面的发展,微生物学也有了新的发展。

1929年,佛来明(A. Fleming)发明了青霉素。

1932年,路司加(Luska)制成了第一架电子显微镜,給微生物学特别是病毒学的研究創造了新的条件。

米丘林給微生物学进一步发展提出了新的方向,他正确地解决了生物进化过程和生物体与周围环境之間的关系問題,因而充实了微生物的变异学說,使人类掌握了微生物定向变异的有力武器。



图6 伊凡諾夫斯基

巴甫洛夫对传染及免疫理論的研究,占有重要的地位。依照巴甫洛夫的学說,疾病决不是微生物与机体細胞之間的单独作用,就是抗体的产生,也不是机体免疫的唯一手段,而在免疫过程中高級神經系統具有重要的調节作用。

在十月革命后,世界上出现了两大陣营,由于社会制度不同,因而对微生物学的研究及运用,也有两种不同的观点与方法,在苏联及各社会主义国家,微生物学主要是用来为人民服务。消除微生物的有害方面,利用微生物的有益方面。而以美国为首的帝国主义国家,他們研究微生物学的目的是为了追求最大限度利潤与进行細菌战,殘杀和平人民。

四、我国微生物学的发展概况

我国微生物学的发展,可以分为下列几个时期:

(一)古代人民对微生物学的感性知識与应用 在公元前二千多年,大禹的时代,就有狄仪作酒的記載。在《书經》的說命篇中提到:“若作酒醴,尔唯麴孽”,知道用麴来酿酒。到了后魏(386—534年)賈思勰著的《齐民要术》,对于制麴、酿酒、制醋更有詳細的記載,也出现了“黄衣”、“黄蒸”等名詞。秦汉以前我国劳动人民就知道豆类的发霉过程,从而提炼制造了酱油。

在医学方面,神农本草中,就記載很多有抗菌性的葯草用来治疗疾病。秦汉以后,发现传染病与季节的关系,认为气候不正为传染的原因,有厉气之說。十一世紀时,晋代刘真人即有肺癆由虫引起之說。明隆庆年間董昌兰,記載着种痘以預防天花,把天花病人的痘痂,接种在儿童的鼻孔中,进行預防。这种应用人痘接种的方法,远在西人琴納(Edward Jenner, 1749—1823)用牛痘苗預防天花之前,可以說是免疫学的起源。因此,当十七世紀时,俄国、朝鮮、日本都派留学生来我国学习。明朝李时珍所著的《本草綱目》中,亦有对病人穿过的衣服,若把它蒸过,就不会得传染病的記載,說明我国古人早有消毒、灭菌的初步概念。但长期的封建統治,并經受近百年的帝国主义侵略,使这方面得不到发展。

(二)解放前的情况 解放前由于反动官僚統治,帝国主义的侵略,微生物方面与其他科

学事业一样,处在停滞状态,即使有一星半点的研究工作,也是自发的,谈不上系统研究与规划。由于社会制度的腐败等,严重的流行病无法制止,主要药物还需依靠进口。

(三)解放后的发展 解放后,由于党及政府对人民保健卫生的重视,在微生物学的研究上有了很大的发展,并取得了不少的成就。

1953年创刊了微生物学杂志,指出了三个方向:

团结全国微生物学工作者,发扬创造性的学术研究,为新中国经济和文化事业服务;

利用微生物学为人类利益服务,团结全世界微生物学家反对盗窃与利用微生物学成果来屠杀人类;

学习苏联微生物学先进科学成就,并与具体工作结合。

从此开展了医学微生物学、抗菌素、工业微生物学,和土壤微生物学等的普遍研究工作。

1956年又提出了下列微生物学的基本研究范围:微生物的系统与生态;构造与机能;营养与代谢;遗传与变异;与其他有机体的相互关系;病毒。

1958年大跃进以来,我国微生物学无论是在培养干部方面,科学研究所的设置及研究成果方面,都反映了跃进再跃进,主要的研究成果有下列几方面:

1.关于微生物的生理生化方面,是国际上的一门新兴科学,我国虽然仅有几年的研究,但已经在营养及生长发育、新陈代谢及外界因素对微生物的作用等方面,得到了显著成果。

其中在碳水化合物的中间代谢途径的研究方面,指出有EMP及HMP两个不同的代谢系统,以及它们互相联系和彼此作用。

2.抗菌素及拮抗微生物的利用:在抗菌素工业方面,通过研究解决了青霉素发酵中的原料代用品问题,研究了影响金霉素生产的某些问题,提出改良营养条件,提高金霉素产量的方法等等,主要的抗菌素我国都能自己制造。

另外值得提出的是我国已找到了抑制癌的抗菌素K,并初步找到了能防病又能刺激生长的农畜抗菌素。

3.工业微生物学的重大成就主要是一些发酵工业上的良种选育工作,例如土褐色黏霉3374号,具有高度蛋白酶的活性。

同时通过定向培育,获得了耐高浓度糖液和耐高温的酵母等等。

4.土壤微生物学方面:研究了土壤中微生物的组成、土壤微生物与高等植物的相互关系、土壤微生物的分类和生理以及如何研究土壤微生物的方法等。

在大量接种根瘤菌增加农作物生产、放线菌分类以及高等植物与微生物间相互关系等三方面,也都取得了很大的成就。

在菌肥的研究上,从东北到华北都开始了根瘤菌的研究工作,一直发展到固氮菌、磷细菌、硅酸盐菌和各种抗生素等方面,菌肥的研究创造和技术推广工作,已在全国范围内开展。

5.农作物病害和家畜疾病的防治,也取得了不少成就:

(1)在植病方面:通过小麦锈病、赤霉病及稻瘟等流行规律的研究,不但对当前控制病害发展收到一定的成果,并进一步为有效地防治这些病害创造了条件,在采用氨基苯磺酸防

治小麦三种锈病方面已經获得显著的疗效。

(2)在兽医方面：研究成果主要在各种疫苗創造方面，綿羊化疫苗的应用已基本上消灭了牛瘟；兔化疫苗的应用，可以有效地控制猪瘟。

6.有关病毒方面的研究：我国对流感及乙型腦炎做了不少研究工作，不仅找出了流感病毒的主要类型，搞清它的演变程序，获得了有效的疫苗株，并发现柴胡、黃連等中葯对流感病毒有抑制作用。对乙型腦炎也作了一系列有关生物学方面的研究及疫苗的制造。

其他病毒方面，如砂眼、传染性肝炎以及普遍于世界各国的猪喘气病，正在开展研究工作。

7.微生物在水产养殖方面的应用：在魚类传染性疾病研究方面，目前已知的淡水魚类細菌性病有青、草魚擦皮瘟、腸炎病等五种病原体，有的并找出了防治方法。真菌性魚病也正在进一步研究。藻类养殖方面，对于海带育苗中出現的白烂病与紫菜壳斑藻的腐烂病，也进行了研究工作。在魚类的菌苗免疫試驗、抗菌素喂魚及固氮菌肥的利用等，都取得了一定的效果与成績。如浙江地区的魚类菌苗免疫試驗，广东地区用固氮菌餌料喂魚，青島地区应用海洋固氮菌施肥，許多地区应用金霉素、土霉素等抗菌素餌料喂魚等，都在一定程度上促进了生产或增加了魚体抵抗力。

8.其他如海洋微生物、地质石油勘探对微生物的利用，以及霉烂腐敗微生物等，都展开了研究工作。

总之，我国的微生物学在短期內能从“一穷二白”的面貌达到上述的发展水平，对加强我国社会主义建設和发展科学，肯定是起了很大的作用，这充分說明党的领导的正确和社会主义制度的优越性。但是由于工农业各方面的飞跃发展，微生物学的研究还远远不能滿足要求，因此今后在微生物学的各个主要領域方面，应加强研究，繼續跃进，密切联系实际，进一步为生产服务。

第二章 微生物的形态

一、細菌

(一)細菌的大小 測量細菌大小的单位用微米(μ), 1 微米等于千分之一(0.001)毫米, 更小的单位用毫微米, 1 毫微米等于千分之一(0.001)微米。各种細菌的大小不同, 即使同一种, 由于培养时间与环境的影响, 也有差别。一般球状細菌的直径为 0.5—1 微米, 杆菌的长度为 1—5 微米, 宽度为 0.5—1 微米, 也有少数种类, 如貝氏硫細菌属中的奇异貝氏硫磺細菌(*Beggiatoa mirabilis*), 它的直径可达 50 微米。一般細菌的大小, 表列如下:

表 1 細菌的大小

細菌	大小 (微米)
尿素小球菌(<i>Micrococcus ureae</i>)	1.0—1.5
乳酸鏈球菌(<i>Streptococcus lactis</i>)	0.5—0.6
最大八联球菌(<i>Sarcina maxima</i>)	4.0
圓褐固氮菌(<i>Azotobacter chroococcum</i>)	4.0—6.0
紆迴泡硫磺細菌(<i>Thiophysa volutans</i>)	7.0—18.0
变形杆菌(<i>Bacterium vulgare</i>)	0.5—0.4 × 0.4—0.5
大腸菌(<i>Bacterium coli</i>)	1.0—2.0 × 0.5
寶氏乳酸杆菌(<i>Lactobacterium delbrückii</i>)	2.8—7.0 × 0.4—0.7
枯草杆菌(<i>Bacillus subtilis</i>)	1.2—3.0 × 0.8—1.2
螢光极毛杆菌(<i>Pseudomonas fluorescens</i>)	0.7—0.75 × 0.4—0.45
大芽孢杆菌(<i>Bacillus megatherium</i>)	3.0—9.0 × 1.0—2.0
腸型点状产气单孢杆菌(<i>Acromonas punctata</i> f. <i>intestinalis</i>)	1.0—1.3 × 0.4—0.5
霍乱弧菌(<i>Vibrio cholerae</i>)	1.0—3.0 × 0.3—0.6
紅色剛螺菌(<i>Spirillum rubrum</i>)	1.0—3.2 × 0.6—0.8
梅毒螺旋体(<i>Treponema pallidum</i>)	6.0—14 × 0.25—0.3

(二)細菌的形狀 細菌

的基本形态为球状、直杆状与曲杆状三大类。球状的細菌称为球菌; 直杆状的細菌称为杆菌; 曲杆状的細菌称为弧菌或螺旋菌。其中以杆菌数量为最多。

1. 球菌(*Coccus*): 根据分裂的方式不同还可分:

(1)单球菌 (*Monococcus*), 个体球形, 分裂后成单个, 分散排列。

(2)双球菌 (*Diplococcus*), 分裂后成对相联, 排列成双, 其连接面略平坦。

(3)鏈球菌(*Streptococcus*)呈同一平面分裂, 排列如鏈状, 或长或短。

(4)葡萄球菌(*Staphylococcus*), 分裂成两个平面或三个平面, 排列成不規則的葡萄状, 在自然界中分布很广。

(5)四联球菌(*Tetracoccus*), 分裂成两个互相垂直的平面, 結果四个細胞相联成“田”字形排列。

(6)八联球菌(*Sarcina*), 分裂呈三个互相垂直的平面分裂, 排列成立方形的包裹状(图 7)。