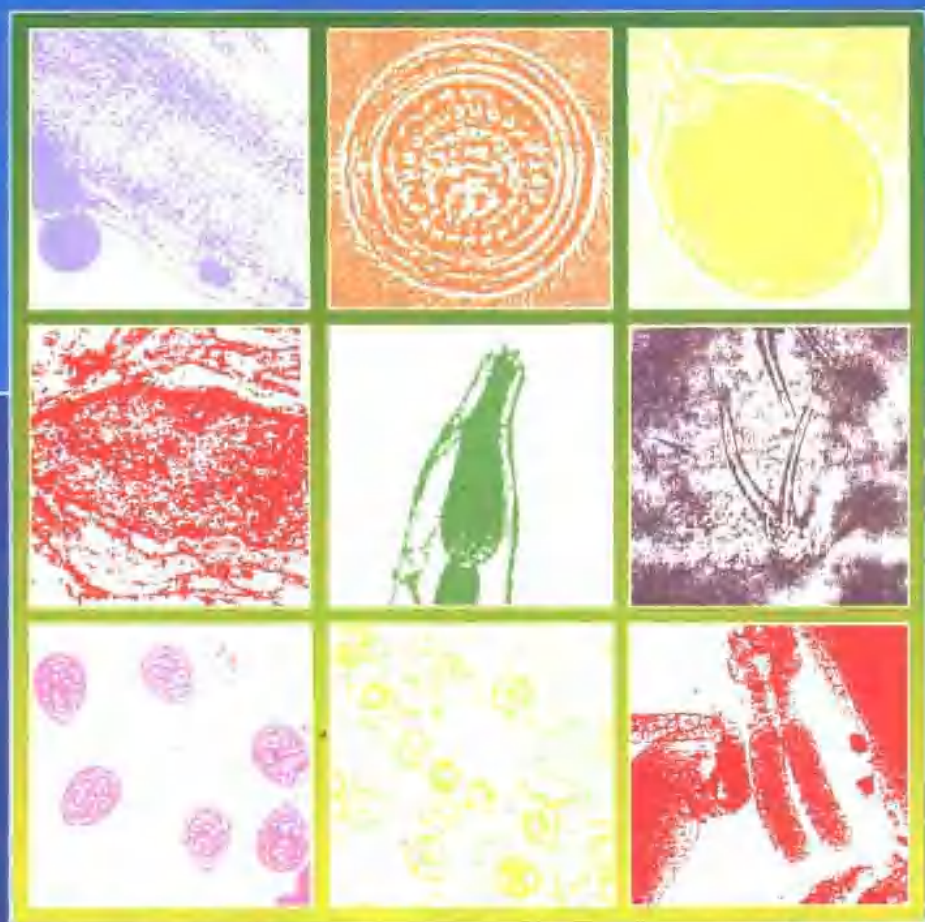


# 水產微生物學

陳獎勵 何昭陽 趙文 主編



水產出版社

# 水產微生物學

陳獎勵 何昭陽 趙文 主編

水產出版社

國立中央圖書館出版品預行編目資料

水產微生物學／陳獎勵等編著——初版——基隆市  
：水產出版；臺北縣新店市；農學社總經銷  
，1995[民84]  
面；公分  
參考書目：面  
ISBN 957-8596-20-0（平裝）

1. 水產—水產微生物學

版權所有 翻印必究

## 水產微生物學

編著：陳獎勵、何昭陽、趙文  
責任編輯：陳哲俊、潘志弘  
出版者：水產出版社  
社長：賴春福  
發行人：楊益林  
登記證：局版臺業字第4877號  
地址：台灣206基隆市七堵區崇智街46號  
電話：886-2-4566505  
傳真：886-2-4565815  
劃撥帳號：14756022水產出版社  
總經銷：農學有限公司  
地址：台北縣新店市寶橋路235巷6弄6號2樓  
印製：正陽印刷有限公司  
ISBN：957-8596-20-0 定價：500元  
1995（民國84年）6月 初版一刷  
本書經中國農業出版社授權出版  
行政院新聞局局版臺陸字第100667號

編者（按姓氏筆畫排列）

- |     |               |
|-----|---------------|
| 馬自佳 | 北京農業大學        |
| 王國良 | 浙江水產學院        |
| 劉麗麗 | 天津農學院         |
| 何昭陽 | 吉林農業大學        |
| 蕭克宇 | 湖南農學院         |
| 蕭傳武 | 解放軍獸醫大學       |
| 陳獎勵 | 吉林農業大學        |
| 趙文  | 大連水產學院        |
| 胡東良 | 吉林農業大學        |
| 童光志 | 獸醫生物技術國家重點實驗室 |

# 前 言

鑒於水產專業微生物學的教學中，一直缺乏適當的教材，我們幾所院校和科研單位總結吸收了教學和科研實驗經驗，並參閱了近年來國內外有關的研究成就，編寫了這本《水產微生物學》。

本書共分十一章，在微生物的一般理論基礎上，著重介紹了水生微生態學、魚類免疫學、水生動物的病原微生物以及水產品與微生物方面的知識，除可作水產事業的基本教材外，也可作為從事水產養殖和水產科學研究工作人員的參考書。

在本教材的編寫過程中，曾得到吉林農業大學林錦鴻教授、上海水產大學孫其煥副教授、大連水產學院南春華副教授的指導，在此表示誠摯的謝意。

由於編寫時間短促，加之我們水平有限，遺漏和錯誤在所難免。誠懇希望各位讀者提出寶貴的意見。

編 者

# 目 錄

緒言	1
第一章 細菌	3
第一節 細菌的形態與結構	3
一、細菌的大小	3
二、細菌的基本形態與排列	4
三、細菌的多樣性	6
四、細菌的基本構造	6
五、細菌的特殊結構	11
第二節 細菌形態的檢查方法	16
第三節 細菌的生理	17
一、細菌的營養	17
二、細菌的生長與繁殖	26
第四節 細菌的培養特性	29
一、培養基的類型	29
二、細菌在培養基上的生長特性	31
第五節 細菌的致病性與傳染	32
一、細菌的致病性	32
二、傳染	39
第二章 真菌	44
第一節 真菌的形態與結構	44
一、酵母菌	44
二、黴菌	48
三、真菌常見的代表屬	49
第二節 真菌的繁殖	53
一、酵母菌的繁殖方式	53
二、黴菌的繁殖方式	54
第三節 真菌形態的檢查方法	56
一、酵母菌的形態觀察	56
二、黴菌的形態觀察	57

第三章 病毒	59
第一節 病毒的基本性狀	59
一、病毒的特徵	59
二、病毒的形態與結構	60
三、病毒的增殖	64
四、動物病毒的其他特性	68
五、病毒的抵抗力	71
六、病毒的分類	72
第二節 病毒性傳染與免疫	74
一、病毒性感染	74
二、抗病毒免疫	76
第三節 病毒性感染的檢測方法	78
一、病料的採集與送檢	78
二、病毒的分離培養	78
三、形態檢測	81
四、病毒的數量與感染性測定	82
五、血清學檢查	84
六、病毒核酸的檢查	84
第四節 噬菌體	85
一、形態與結構	85
二、噬菌體的增殖	86
三、噬菌體的抵抗力	86
四、噬菌體的分離培養	87
五、噬菌體的應用	87
第四章 其他類型的微生物	88
第一節 放線菌	88
一、放線菌的形態與結構	88
二、放線菌的菌落特徵	90
三、放線菌的繁殖方式	91
四、放線菌的生理	91
第二節 藍細菌	92
一、藍細菌的形態與結構	92

二、藍細菌的繁殖	94
三、藍細菌的生態及分布	96
四、藍細菌的代表屬	98
第三節 粘細菌	101
第四節 鞘細菌	103
第五節 蛭弧菌	105
第六節 立克次氏體、衣原體、黴形體、螺旋體	109
一、立克次氏體	109
二、披衣菌	110
三、黴漿菌	111
四、螺旋體	114
第五章 消毒與滅菌	116
第一節 物理方法	117
一、溫度	117
二、乾燥	121
三、輻射	121
四、超聲波	123
五、滲透壓	124
六、過濾除菌	125
第二節 化學方法	126
一、常用的化學藥劑	126
二、影響化學藥劑作用的因素	133
第三節 化學治療劑	134
一、磺胺類	134
二、喹啉類	135
三、抗生素	136
四、抗菌中草藥	139
第六章 微生物的遺傳與變異	141
第一節 微生物的變異現象	141
一、變異現象	141
二、誘變因素	144
三、突變的隨機性	147



第二節	微生物遺傳變異發生的機制	147
一、	突變	148
二、	基因轉移和重組	153
第三節	基因工程	159
一、	基因工程原理	159
二、	基因工程的應用	163
第四節	微生物變異的實際意義	164
一、	診斷方面	164
二、	治療方面	164
三、	預防方面	165
四、	其他方面	166
第七章	微生物的分類	168
第一節	微生物的分類地位	168
第二節	微生物的分類和命名	170
一、	細胞結構微生物的分類和命名	170
二、	無細胞結構微生物的分類單位和命名	174
第三節	微生物的分類方法	174
一、	微生物分類的根據	174
二、	微生物的分類方法	176
第四節	微生物的分類系統	182
一、	原核微生物的分類系統	182
二、	真核微生物的分類系統	186
第八章	水生微生物生態學	190
第一節	水體中微生物的分布	190
一、	水生微生物數量和生物量的測定	191
二、	內陸水體中微生物的分布	194
三、	海洋中微生物的分布	207
四、	沉積物中微生物的分布	213
五、	水生生物體上微生物的分布	218
第二節	環境因素對水生微生物的影響	224
一、	物理因素	225
二、	化學因素	236

三、生物因素	246
第三節 水生微生物的作用	251
一、微生物與能量流	251
二、微生物與食物鏈	254
三、微生物與物質循環	257
四、微生物與水污染	276
第九章 免疫學	296
第一節 免疫學概述	296
一、免疫的概念	296
二、免疫的類型	298
第二節 抗原與抗體	300
一、抗原	300
二、抗體	307
第三節 免疫系統	318
一、哺乳動物的免疫系統	318
二、魚類的免疫系統	324
第四節 免疫應答	332
一、非特異性免疫應答	332
二、特異性免疫應答	337
第五節 血清學反應	352
一、概述	352
二、血清學反應	355
第六節 魚類免疫實施	365
一、免疫接種的方法	365
二、影響魚類免疫的因素	368
第十章 水生動物的病原微生物	379
第一節 病原細菌	379
一、弧菌屬	379
二、氣單胞菌屬	386
三、愛德華氏菌屬	394
四、魯克爾耶氏菌	399
五、殺魚巴氏桿菌	401

六、假單黃桿菌·····	404
七、嗜鰓黃桿菌·····	409
八、屈撓桿菌屬·····	411
九、魚害黏球菌·····	417
十、鮭腎桿菌·····	419
十一、分支桿菌屬·····	422
十二、諾卡氏菌屬·····	424
十三、鏈球菌屬·····	427
第二節 病原真菌·····	431
一、水黴屬·····	431
二、棉黴屬·····	436
三、殺魚絲囊黴·····	437
四、鰓黴屬·····	439
五、霍氏魚醉菌·····	440
六、鐮刀菌屬·····	443
七、鏈壺菌病·····	445
第三節 水生動物病毒·····	446
一、疱疹病毒科·····	446
二、虹彩病毒科·····	452
三、桿狀病毒科·····	453
四、彈狀病毒科·····	455
五、呼腸孤病毒科·····	463
六、雙節段RNA病毒科·····	468
第十一章 水產品與微生物·····	475
第一節 水產品中的微生物·····	475
一、水產品中的微生物群·····	475
二、水產品中的微生物污染·····	478
三、水產品中微生物的繁殖·····	479
第二節 腐敗細菌與水產品保鮮·····	482
一、腐敗變敗的概念·····	482
二、新鮮水產品的腐敗·····	482
三、冷凍水產品的腐敗·····	485

四、熟食水產品的腐敗·····	486
五、魚肉臘腸的腐敗·····	490
六、水產罐頭的腐敗·····	492
七、其他水產加工品的腐敗·····	492
八、水產品保鮮與保藏·····	493
第三節 食物中毒性微生物·····	495
一、副溶血性弧菌·····	496
二、沙門氏菌·····	500
三、病原性大腸桿菌·····	505
四、葡萄球菌·····	509
五、肉毒梭菌·····	512
六、產氣莢膜梭菌·····	515
七、蠟樣芽孢桿菌·····	518
八、小腸結腸炎耶氏菌·····	520
九、空腸變曲桿菌·····	522
十、變形桿菌·····	523
第四節 水產品的微生物學檢驗·····	525
一、檢樣的採取與處理·····	525
二、菌落總數的測定·····	527
三、大腸菌群的測定·····	529
四、副溶血性弧菌檢驗·····	532
五、沙門氏菌檢驗·····	534
六、病原性大腸桿菌檢驗·····	537
七、葡萄球菌檢驗·····	540
八、肉毒梭菌檢驗·····	542
九、產氣莢膜梭菌檢驗·····	544
十、蠟樣芽孢桿菌檢驗·····	546
十一、小腸結腸炎耶氏菌檢驗·····	548
十二、空腸變曲桿菌檢驗·····	548

## 緒 言

微生物是指個體微小、結構簡單、肉眼看不見、必須借助光學顯微鏡或電子顯微鏡才能觀察到的微小生物。微生物的種類繁多，它包括非細胞結構的病毒，單細胞的細菌、放線菌、螺旋體。黴形體（支原體）、衣原體、立克次氏體以及單細胞或多細胞的真菌等 8 類。也有人把單細胞藻類與原生動物歸屬於微生物。

微生物在自然界中分布最廣。在地球表面上，除了火山噴發口外，無論在土壤、水，還是在空氣，上達十幾公里的高空、下至數千類的大海，在物體的表面以及動物機體與外界相通器官的孔道中都有它們的存在。微生物不僅分布廣，而且它們的數量也多。一滴污水中，會有幾千萬個細菌，一克土壤中有幾百萬到幾億個微生物。自然界微生物雖然這樣多，但絕大多數對人和動物是有益的。例如牛羊等反芻動物由於微生物的共生才能消化草料中的纖維素；動物消化道中的酵母菌可以合成大量蛋白質和維生素 B 與 K 等供機體需要，人和動物腸道中的乳酸菌能產生乳酸，限制腐敗菌和某些病原菌的生長，保證消化機能的正常進行，光合細菌等飼料能提高魚類產量。此外，微生物還積極參與自然界各種物質轉化，把動植物屍體分解成水和二氧化碳等無機化合物，可淨化環境。假如地球上沒有微生物，那麼，其他生物的存在也是不可思議的。除了大部份有益的微生物以外，還有一部分微生物寄生於人、動物和植物體內，引起人和動植物發生各種各樣的傳染病，這類微生物就稱為病原微生物。至今，某些病原微生物導致的疾病，仍然嚴重威脅著人體健康和農牧漁業的發展。微生物的破壞性還表現在工業產品、農副產品、水產品及生活用品的腐蝕和霉爛。防止和消除微生物的

有害活動，或使之轉害為利，是微生物學的重要研究內容。

微生物學是研究微生物及其生命活動的學科，研究的內容涉及微生物的形態結構、分類鑑定、生理生化、生長繁殖、遺傳變異、生態以及微生物之間、微生物與其他生物之間的相互關係，微生物在農牧漁業、工業、環境保護、醫療衛生事業各方面的應用等。微生物學是生物學的重要組成部分，它既是應用科學，又是基礎學科，而且經常與分子生物學聯係在一起，在探討生命本質、生命活動規律、生物的起源與進化等方面有著重要意義。由於微生物結構簡單、生長繁殖迅速、易於培養以及突變體應用的方便，使它們成為研究生物學中許多基本問題的良好材料而受到重視。它的基礎科學是生物學、化學、生物化學及物理學。

微生物學隨著研究範圍的日益擴大和深入，逐漸形成了一些分支科學。著重研究微生物學基本問題的有普通微生物學、微生物分類學、微生物生理學、微生物生態學、微生物遺傳學等。依研究對象的種類分，有細菌學、真菌學、病毒學等。根據微生物學在不同領域的應用又可分為農業微生物學、工業微生物學、醫學微生物學、獸醫微生物學、食品微生物學、乳品微生物學、石油微生物學、海洋微生物學、土壤微生物學、水產微生物學等。各分支微生物學科的相互配合、相互促進，有利於微生物學的全面深入發展。

水產微生物學是在微生物學的一般理論基礎上，研究微生物與水產養殖環境，水生動物疾病，水產品的關係，並利用微生物學與免疫學的知識和技能來診斷、防治水生動物疾病，防止水產品的腐敗和水產品引起的食物中毒，以保障水產業的發展。它與魚病學、淡水化學、水生生物學、水產品加工等學科有著密切的聯係，是水產專業的一門重要的基礎學科。

(陳獎勳)

# 第一章 細菌

## 第一節 細菌的形態與結構

### 一、細菌的大小

細菌的個體非常微小，必須用顯微鏡才能看見，它們的大小常用微米來計算（Microm或簡寫 $\mu\text{m}$ ）。各種細菌的大小很不一致，桿菌長 $0.5\sim 10\mu\text{m}$ ，寬 $0.2\sim 1.0\mu\text{m}$ ；球菌的直徑為 $0.3\sim 1.2\mu\text{m}$ ，螺形菌長 $3\sim 50\mu\text{m}$ 。不僅不同種類的細菌有不同的大小，即使是同一種類，由一個細胞繁殖來的細菌，也可以有不同的大小，如腸桿菌就有 $1\sim 3\mu\text{m}$ 的差別，因此在實際觀察時必須引起注意。

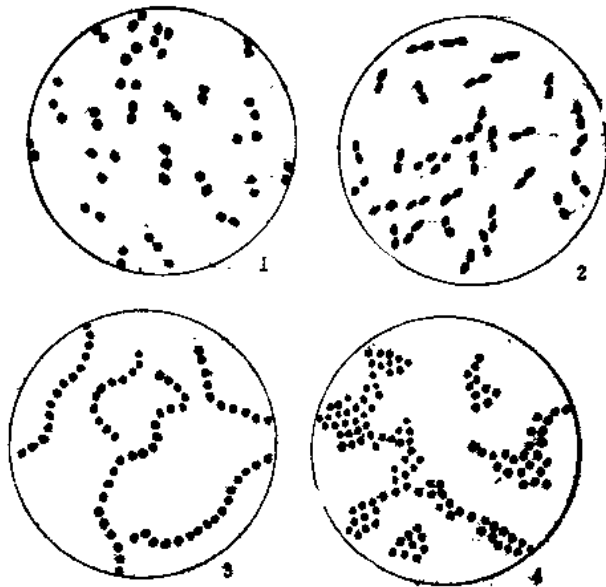


圖 1 - 1 各種球菌的基本形態與排列

1. 2. 雙球菌 3. 鏈球菌 4. 葡萄球菌

## 二、細菌的基本形態與排列

細菌的基本形態有三類，即球形（球菌，圖1-1）、桿狀（桿菌，圖1-2）和螺旋形（螺旋菌，圖1-3）。

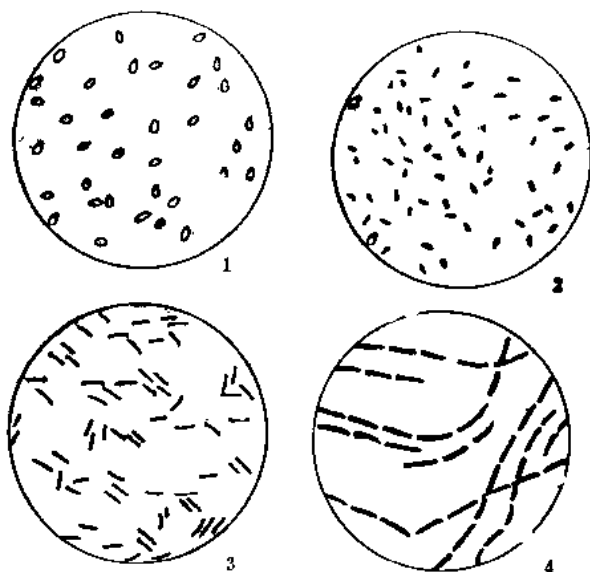


圖1-2 各種桿菌的基本形態與排列

1. 小桿菌 2. 中等桿菌 3. 大桿菌 4. 鏈桿菌

( ) 球菌 單個菌體基本呈球形，也有呈卵圓形，按其分裂的方向和分裂後的排列狀況，可分為以下幾種。

1. 雙球菌。菌細胞在一個平面上分裂，分裂後兩個菌成對排列。菌體有的是半球狀（淋病雙球菌）或腎臟形（腦膜炎雙球菌），也有呈矛頭狀（肺炎雙球菌）。

2. 鏈球菌。菌細胞在一個平面上連續分裂，分裂後的菌體聯在一起，形成幾個或幾個菌體組成的長鏈條，如化膿鏈球菌。

3. 四聯球菌。菌細胞在兩個相互垂直的平面上分裂，分



裂後四個細菌聯在一起，呈“田”字形。

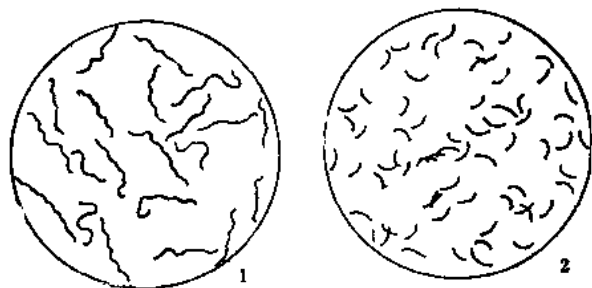


圖 1-3 螺旋菌的形態與排列  
1. 弧菌 2. 螺菌

4. 八聯球菌（或稱八疊球菌）。菌細胞在三個互相垂直的平面上分裂，分裂後八個細菌聯在一起，形似摺包狀的立方體。

5. 葡萄球菌。菌細胞在不同平面上進行不規則的分裂，分裂後菌細胞無秩序地堆積在一起，形成葡萄串狀排列，如金黃色葡萄球菌等。

(一) 桿菌 菌體呈桿狀，正直或稍變曲，菌端多鈍圓，也有的尖銳（如梭菌）或呈方形（如炭疽桿菌）。桿菌的大小依種類而不同，大桿菌如柱狀屈梭桿菌，長 $3\sim 10\mu\text{m}$ ；中等大桿菌如大腸桿菌長 $2\sim 3\mu\text{m}$ ；小桿菌如流行性感胃桿菌僅長 $0.7\sim 1.5\mu\text{m}$ 。此外，少數桿菌呈分支狀（如海分支桿菌）；有的菌體一端膨大，呈棒錘狀（如棒狀桿菌）；有的菌體很短，近似球桿狀（如殺魚巴氏桿菌）。桿菌的排列方式有3種，即單在、成雙或成鏈。

(二) 螺旋菌 菌細胞變曲或捻轉狀，有以下兩種形態。

1. 弧菌。菌體只有一個變曲，而且不超過圓周的四分之一，在顯微鏡下觀察呈逗點狀，如鰻弧菌等。

2. 螺菌。菌體有 $2\sim 6$ 個螺旋狀變曲，好似拔塞子的鑽頭一樣，如鼠咬症螺菌。