

实用微生物学

陈 駒 声 著

商 务 印 书 馆

实用微生物学

陈 駒 声 著

商 务 印 书 馆

本书內容,包括一切实用微生物,病菌除外。首述細菌、酵母和霉菌之形态、构造及繁殖方法,次述微生物之营养及生理,再次敘述各种微生物之最新分类法,并就每类中,擇其切于实用者,說明其性状,最后敘述微生物之培养及檢查。凡与发酵工业有关的材料,特別注重。可作为高等学校教材,亦可供从事工业微生物、土壤微生物、食品微生物、水微生物、乳微生物、抗生素及其他与实用有关的微生物之研究者及制造者的参考。

实 用 微 生 物 学

陈 駟 声 著

商 务 印 书 馆 出 版

北京东总布胡同10号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第107号)

新 华 书 店 总 經 售

上海大东集成联合印刷厂印刷

統一书号 13017·1(3)

1953年5月初版

1958年4月2版(修訂本)

1958年10月上海第3次印刷

印張 19 7/16 插頁 6

开本 850×1168 1/32

字数 505,000

印数 5,001—6,300

定价(10) ㊟ 3.40

編輯凡例

- 一、書中通用之英文符號如 $^{\circ}\text{C}.$, $^{\circ}\text{F}.$, $\%$, c.c. 等, 悉仍其舊。
- 二、書中各種化學名詞依據化學物質命名原則及中國化學會化學名詞草案。微生物名詞除極普通者加以漢譯外, 其餘仍用原名。
- 三、書中各種度量衡以公用制為主, 如有例外, 亦加註明。
- 四、溫度概用攝氏百度表, 用華氏者亦附註攝氏之度數。
- 五、本書附有菌名索引, 以便檢索。

自序

微生物之種類繁多，就其性質而言，可分為有害、有用及無用三大類。有害微生物可使人類及動植物受其病害，不在論列。至於有用及無用兩類微生物，則為本書討論之範圍。所謂有用微生物者，乃可利用於農業品之增產，或工業品之製造。前者如根瘤菌等是也；後者如酒精酵母菌等是也。輓近微生物學研究日益進步，從前認為無用者，今則亦可設法利用。各種抗生素所用之微生物，乃其最顯著之一例。

如何可使有用微生物發揮全能力？如何可使無用微生物化為有用？則有待乎微生物學之研究，此為本書編輯之本義。

本書內容自微生物之形態、生理、檢查、培養以至分類與檢索，凡與實用有關者，敘述特詳。取材新穎，範圍廣泛。可為大學課本，及一般從事微生物學者之參考。關於實驗方面，請閱吾著「實用微生物學實驗」。

吾著釀造學總論，出版已逾十載，有改編必要。本書除採用該書一小部份外，全部新編，並此聲明。

是書之印行，承陳舜祖君供給新資料，王逸卿、馮鎮、胡元吉、顧善揚、林翰泗諸君熱心協助，吾女聿美亦復辛勤助校，附此誌謝！

一九五三年一月 陳駒聲謹識

目錄

編輯凡例	5
自序	6

第一編 引言

第一章	實用微生物學之範圍	1	第一節	微生物之發見	4
第二章	微生物之分佈	2	第二節	自然發生論	4
第三章	發酵微生物發達史	4	第三節	發酵理論	7

第二編 微生物之形態構造及繁殖方法

第一章 微生物與其他生物之關係	19	第二節 酵母細胞之繁殖方法	43
第一節 引論	19	(1) 芽殖與裂殖	43
第二節 細菌何以視為植物而非動物	10	(2) 孢子之產生	46
第三節 生物排置之普通方法	12	(3) 性別	48
第四節 細菌酵母菌及黴菌在植物界之地位	13	(4) 孢子產生之生物學條件	52
第五節 細菌酵母菌及黴菌之區別	14	(5) 孢子之發芽	56
第二章 細胞	16	第三節 酵母細胞生物學	62
第一節 引論	16	第四節 酵母之變異	67
第二節 原形質	16	第五節 雜種交配法	72
第三節 細胞之形態	17	第五章 黴菌之形態構造及繁殖方法	73
第四節 細胞核之分裂方法	19	第一節 黴菌之形態及構造	73
第三章 細菌之形態構造及繁殖方法	22	第二節 黴菌之繁殖方法	75
第一節 細菌細胞之形態及大小	22	第三節 黴菌之生理退化	86
第二節 細菌之構造	27	第四節 黴菌孢子之抵抗力	87
第三節 細菌之繁殖方法	34	第六章 微生物的變異	88
第四章 酵母之形態構造及繁殖方法	39	第七章 微生物的選擇與定向變異	93
第一節 酵母細胞之形態	39	第一節 概況	93

第三編 發酵微生物之生理

第一章 微生物細胞之化學成分及 物理特徵	101
第一節 水分	101
第二節 乾燥物質之元素組成	102

第三節	有機組成之相當成分	104	第六章	發酵概論	199
第四節	微生物之蛋白質、碳水化合物及 脂肪的合成作用	113	第一節	酒精發酵	199
第五節	微生物化學成分舉例	117	第二節	乳酸發酵	204
第六節	微生物之色素	118	第三節	丙酸醋酸酪酸檸檬酸及草酸 發酵	208
第七節	微生物之維他命	119	第四節	多醣類及其相關之高級醇類 與脂肪之發酵	211
第八節	微生物之屈折	120	第五節	微生物對有機含氮物之作用	216
第九節	微生物之比重	121	第六節	元素之循環	218
第十節	微生物之傳導性	122	第七章	微生物與物理環境之關係	224
第二章	微生物之營養	123	第一節	光	224
第一節	營養概論	123	第二節	溫度	231
(附)	氧化—還原電位	134	第三節	水分	237
第二節	與微生物營養有關之化學元 素	135	第四節	壓力	240
第三節	生長素(或維他命)與微生物 生理作用的關係	140	第五節	表面張力	242
第三章	微生物之抗生素	155	第六節	攪拌	243
第一節	青黴素	155	第七節	通氣	244
第二節	鏈黴素	160	第八節	電及磁	244
第三節	其他抗生素	161	第九節	音波	245
第四章	微生物之酶	164	第十節	金屬阻抑細菌作用	246
第一節	引言	164	第八章	化學劑與細菌之關係(消 毒)	248
第二節	酶的組成	165	第一節	趨化性	248
第三節	酶的特性	165	第二節	名詞之解釋	249
第四節	內酶及外酶	166	第三節	優良消毒劑之特性	250
第五節	活化劑及副酶	166	第四節	對消毒有影響之因素	252
第六節	微生物代謝的產物	169	第五節	消毒劑之作用	253
第七節	酶之分類	169	第六節	消毒劑	254
第五章	生長概說	176	第七節	消毒劑之標準測定法	259
第一節	能的需要	176	第八節	氣體消毒法	260
第二節	生長平衡	179	第九節	解毒劑	261
第三節	能的利用之效率	182	第十節	一種生物對於他種生物之影 響	261
第四節	生長速度	183			
第五節	生長之終點	190			

第四編 微生物之分類及檢索

第一章	細菌	263	(附一)	乙醯基甲基代甲醇	320
第一節	細菌分類法	263	(附二)	甲基紅試驗	321
第二節	重要細菌概論	277	第四節	病毒及噬菌體	321
第三節	真細菌概說	295	第五節	噬菌體	323

第二章 酵母菌	327
第一節 概說	327
第二節 酵母菌鑑別法	327
第三節 酵母分類法	328
第三章 黴菌	374
第一節 黴菌定義	374
第二節 真菌分類法	374
第三節 黴菌鑑別法	378

第四節 黴菌之檢索	378
第五節 根黴	392
第六節 毛黴	398
(附) Zygorhynchus 及 Absidia	408
第七節 麴黴	409
第八節 紅麴黴	425
第九節 青黴	427
第十節 其他黴菌(不完全菌)	442

第五編 微生物培養概論

第一章 培養室之設備及各種裝置	453
第一節 培養室	453
第二節 滅菌裝置	454
第三節 培養用具	458
第四節 定溫箱	465
第二章 培養基	467
第一節 概論	467
第二節 培養基製法指南	468
第三節 細菌培養基	471
第四節 酵母菌培養基	476
第五節 黴菌培養基	481
第六節 粉狀培養基之用法舉例	489
第三章 加熱滅菌法	490
第一節 乾熱	490
第二節 濕熱	491
第四章 濾過除菌法	495
第五章 pH 值	498
第一節 pH 計之意義	498
第二節 pH 值之測定	499
第三節 各種物質之 pH 值	502
第四節 緩衝作用論	504
第五節 不加緩衝物質之試驗	507
第六節 溫度的影響	509
第七節 滴定管理法之錯誤	510

第八節 電氣法測定 pH 值	511
第六章 純粹培養法	512
第一節 概說	512
第二節 稀釋法	513
第三節 迴轉培養法	517
第四節 表面塗抹培養法	517
第五節 機械抽取單一細胞方法	518
第六節 直接移植法	518
第七節 生理的方法	518
第七章 厭氣培養法	520
第一節 機械隔斷空氣方法	520
第二節 吸收空氣中氧素之方法	520
第三節 用氫氣驅逐空氣之方法	521
第八章 微生物之培養特徵	523
第一節 細菌	523
第二節 酵母	530
第三節 黴菌	534
第九章 微生物之生理特徵	535
第十章 微生物保藏法	545
第一節 蔗糖溶液保存法	545
第二節 親液方法	546
第三節 固形培養物保存法	547
第四節 礦油保存法	547

第六編 微生物檢查概論

第一章 顯微鏡之構造	549
第二章 特種顯微鏡	561
第一節 電子顯微鏡	561
第二節 螢光顯微鏡	564

第三節 相顯微鏡	565
第三章 關於顯微鏡使用上應注意之點	566
第一節 貯存及取用時應注意之點	566

第二節 鏡檢手續	567	第五章 微生物之顯微鏡檢查法 ...	582
第三節 顯微鏡附屬器具及試藥	569	第一節 載片及蓋片之洗淨法	582
第四章 微生物之顯微鏡特徵	579	第二節 生活標本之鏡檢	582
第一節 細菌	579	第三節 微生物染色法	585
第二節 酵母	580	第四節 暗視野照視法	599
第三節 黴菌	581	第五節 酵母數目之計算	600
菌名索引	603		

第一編 引言

第一章 實用微生物學之範圍

近世微生物之研究日精，而其應用範圍亦極廣。研究微生物對土壤及作物之關係者，名曰土壤微生物學。研究各種水所含微生物與人生之關係者，名曰水微生物學。研究牛乳及其製品有關的微生物者，名曰牛乳微生物學。研究各種食物之貯藏及敗壞有關之微生物者，名曰食物微生物學。研究各種釀造品有關之微生物者，名曰發酵微生物學。上述各種微生物均與實用有關，統屬實用微生物學之範圍。

研究實用微生物學者，對於微生物之形態、生理及分類，以至培養檢查方法，必須完全明瞭，方能施諸實用。本書即以此為目標，分章敘述，以供從事微生物學者之研究。

第二章 微生物之分佈

土壤、空氣、表面水、食物、腐敗有機物、皮膚及人類動物的腸內，均有多量微生物之存在，但高空、深土及動植物之正常的健康組織之中，不常發現微生物。

(1) 土壤中微生物 大多數土壤含有極多細菌。肥沃園土每公分含量多至數千萬。砂土、酸性土壤及強鹼土壤所含無多。此等細菌在土壤中發生多種作用，其結果可以改進土壤的物理的及化學的性質，使其適於植物之繁殖。細菌可以直接分解有機物，並間接分解土壤內礦物質，使其變為各種化合物。此等化合物可被根所吸收，而為植物所同化。某種細菌可以吸收空中氮氣，再被他種植物所利用。土壤中細菌亦有可使植物或動物生病者。

土壤中所含黴菌亦多，數種(與森林所含者相似)有腐蝕作用。其功效較細菌尤著。纖維及木質之分解大部份係黴菌及其相關的真菌之作用。

土壤中所含酵母，既不常見，亦不重要。

(2) 水中微生物 大多數的水含有細菌，但酵母及黴菌殊為少見。深井及泉水，有時完全不含細菌。大多數井水，每 c.c. 含少數以至數百的細菌。溪河等水流較多。溝水及污水每 c.c. 含細菌在千萬以上。正常的水不含病菌，但沾染病動物或病人的分泌物者，則為傳染之媒介。

(3) 食物中微生物 食物不含微生物者甚少，其所含微生物之形式(細菌、酵母或黴菌)，依食物的化學成分及所用處理方法而定。食物微生物可分為三類；一為可以引起適當的發酵(例如製造酸菜、酸乳時所發現之微生物)；一為可以引起不適當的發酵及腐敗；一為可以引起

各種疾病。食物之貯藏如冰凍，罐頭製造及乾燥等方法，其目的均在於防止不適當微生物之繁殖。

數種適於健康的食物，或含大量細菌，例如酸乳每 c.c. 含千萬細菌。非新煮的食物常含多量微生物，但對健康無礙。病動物的肉及處理不適當的食物，有時含有病菌。

大多數食物含有細菌，含糖食物或含酵母，果實及其產品多含黴菌，且對於乾酪之熟成有關。

(4) 發酵及腐敗的微生物 動植物等有機物之分解，乃因受微生物的作用之故。蛋白質常被細菌所分解，有時黴菌亦有此作用。複雜的醣如澱粉及纖維素常被黴菌及少數細菌所分解。簡單的醣可被酵母、黴菌及細菌所分解。又脂肪可被細菌及黴菌所分解。

(5) 身體上的微生物 人體常與含有微生物的物質相接觸，故皮膚多含細菌。且所食之物常含微生物，故食道(以腸為最)多含細菌。皮膚及腸所含細菌，順其環境，自行繁殖，但常無損害。如此等細菌穿入皮膚或腸壁時，體內細胞及細胞液可以消滅之。在此等情形下，不常見酵母及黴菌之存在。身體的正常的的生活組織，常無細菌之存在。但病菌侵入體內，可生疾病。身體分泌物如糞，含有多量細菌，其量有時含糞量百分之二十五。

(6) 微生物之傳播 微生物之傳播，以空氣、流質及昆蟲為最普通。黴菌易被空氣所傳播，例如某種黴菌當繁殖時由濕的被用物送出分生孢子柄，再於柄上附着分生孢子，露於被用物之表面，尤易被風所吹散。酵母及細菌之繁殖於各種物質者，必需等待此等物質乾燥並粉碎後，方被風所吹散。流質如水、牛乳等可為傳播微生物之媒介。昆蟲如蠅之傳播，最為重要，因其與病菌之蔓延有關。

第三章 發酵微生物發達史

第一節 微生物之發見

發酵及腐敗不但爲化學分子之轉變，且爲生理的作用。此等生理的作用，乃微生物所經營。微生物甚爲纖小，非肉眼所能識別。故顯微鏡之發明，對釀造工業之貢獻殊爲偉大。1590 年荷蘭人 Hans 及 Zacharias Janssen 父子首創複式顯微鏡 (compound microscope)。然其構造，未臻完善。荷蘭人 Anthony Leeuwenhoek (1632-1723 年) 氏研究透鏡，製成擴大倍數 40-150 之透鏡，始能檢見發酵及腐敗溶液中微生物。該氏利用此透鏡，從事各種溶液及物料之檢視，發表報告及書籍，說明血球、精蟲、原生動物(protozoa)及微生物等之形態，具有歷史上之價值。但氏未知純粹培養法，發表之圖，多爲混合的微生物，尙乏科學之意義，故氏可稱爲顯微鏡使用者之始祖，而謂爲微生物學之始祖則不宜也。

第二節 自然發生論

古時科學家對生命及動物之繁殖方法，尙未明瞭，故倡自然發生說以說明其來源。Aristotle 爲最初對此說闡解最詳之一人。1652 年化學家 Van Helmont 發表自汚布生鼠之方法，力贊此說。Anaximander 亦謂動物乃自濕氣發達而成。蓋是時對昆蟲及動物之繁殖所知極少，且各種試驗亦不明管理之方也。

1745 年英國牧師 Needham 氏首先以實驗證明自然發生說，該氏將肉及肉汁盛有塞瓶中，煮沸，靜置一時，其內容物腐敗，可知生命乃自

然發生的，蓋氏認為煮沸方法可以殺滅肉汁中所有之“卵”也。

此後約 2 年 Spallanzani 云：Needham 瓶所以腐敗之原因，乃以進入瓶中之空氣未經火（即滅菌）之故。但其反對者，則謂空氣加熱之後，不適於微生物之發育，此說雖被 Spallanzani 所擯斥，但多年之後方有實驗以證明之。

1836 年 Schultze (如圖 1.1) 將盛有植物浸液之瓶，在砂盤上煮沸滅菌，當瓶口兩管尚發出蒸汽時，兩端各接以吸收球，左球盛濃硫酸，右球盛氫氧化鉀。此裝置放於窗檻，

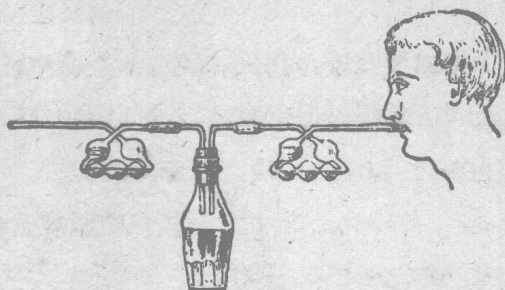


圖 1.1 Schultze (1836) 用以表示有機物分解必需微生物之器具。

每日用口吸氫氧化鉀吸收球，使空氣吸入瓶中，如是者約 3 個月，瓶中物質並不腐敗，因微生物已經除去也。至於另一裝置任空氣進入者，則已腐敗矣。

自此三年之後，Schwann 氏繼起反對自然發生說。該氏實驗之裝置，如圖 1.2。如進入瓶中之空氣曾經加熱，因已除去微生物，故瓶中

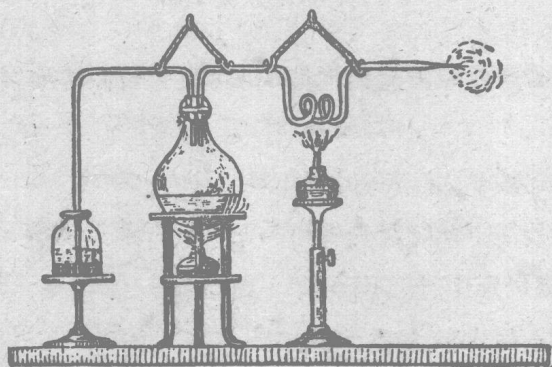


圖 1.2 Schwann 反對自然發生說所用之器具。

物質不至腐敗。當試驗完畢時，將瓶開放，則微生物進入，不久物質便腐敗矣。該氏遂謂微生物被熱所殺滅後，發酵即不能進行，實為消毒科學之濫觴。

但反對者仍提反對 Spallanzani 之理由以駁斥之。後此 14 年，即 1853 年，Schröder 及 Dusch 改良實驗裝置，如圖 1.3，使空氣經過裝棉花之玻璃管，而進入瓶中，如是瓶中溶液即不至發酵。但此實驗僅以證明空氣經過棉花濾過後，可以除去空氣中某種物質，而此某種物質

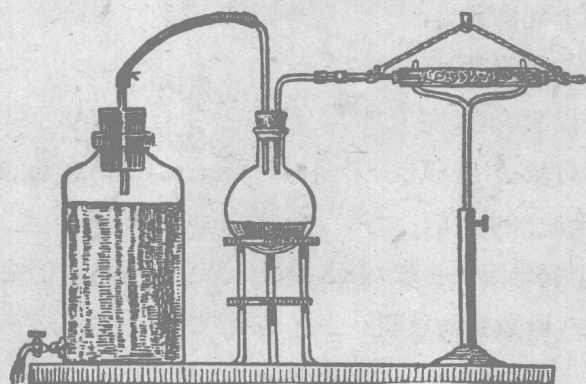


圖 1.3 Schröder 及 Dusch 所用器具。

乃可使無生命的培養液生成生物及促進物質之變化（即發酵與腐敗）；但所謂某種物質是否為生物，或係可被熱力改變之化學物質，仍不能決定。而反對者仍謂空氣經過棉花後，仍可失去可使溶液腐敗及生成生物之力。

Pasteur 氏本其苦心試驗之結果，予自然發生說以莫大之打擊。氏以可發酵液盛於瓶中，然後將頭引伸成毛細管狀，如 S 字，如圖 1.4。此瓶煮沸並冷卻後，經過多時，尚不

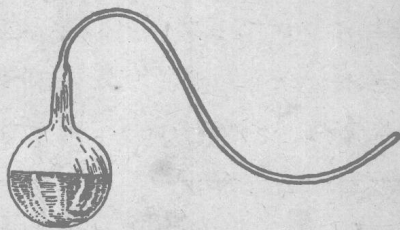


圖 1.4 Hoffmann 及 Pasteur 研究發酵時所用之瓶形。

發酵；但瓶頭除去 2 日後，即發酵矣。此乃因瓶頭既去之後，微生物進入之故。然反對者則謂可發酵液既加強熱，則不適於生物之發生。然氏接種試之，而依然可以繁殖，反對之說不攻自破矣。

Pasteur 學說僅能證明生命可以發生生命（即一細胞由他細胞所發生），打破原始的自然發生學說，但對於地球上生命之原始來源，仍難索解。近代蘇聯生物學家對於生命來源問題之研究，有偉大之成就，證明新的細胞可以由細胞分裂而成，亦可以直接由有機體的生活物質（蛋白質）形成。參閱第四章。

第三節 發酵理論

發酵方法由來已久。但古人知其然而不知其所以然。1691 年 Stahl 謂分子或其四圍之媒介物，受某種力量之攻擊時，分子因而破裂，此力量乃傳至他分子，終使一部份之分子，被迫由溶液而出，然此現象究竟如何開始，實難解釋也。

Fabroni 首先提議糖液發酵與某種生命有關之說，氏發見發酵溶液之沈渣，含有蛋白性質的細胞，但此說不為 Thenard (1803) 所贊同。

1810 年 Appert 發明罐頭製造法（即以食物置密閉罐內再行加熱）得法國政府獎金 2 萬法郎，但該氏不能解釋食物可以貯藏之理由。

Gay-Lussac 應法政府之聘請，從事探討，其結論曰：空氣為發酵所必需，Appert 氏方法之成功，乃因無空氣之故。如將一部份葡萄汁收集於汞上以除去空氣；又一部份葡萄汁，則曝露於空氣中。試驗結果：後法發酵，而前法則不然，可知空氣為發酵之要素，蓋是時實不知空氣中實存有微生物也。

Berzelius 對發酵之機械的學說予以贊助，氏為 1839 年科學界之權威，故一時附和之者蜂起。Fabroni 及 Cagniard-Latour 則謂發酵

乃因酵母(yeast)之作用。

自 Schwann(1839)發現空氣之加熱及可發酵液之煮沸,可以防止發酵進行後,發酵及腐敗係生物作用之結果,更多一種證明。

Kützing (1837) 亦謂酵母細胞爲發酵所必需者,並謂酵母爲生命之有機型云。

十九世紀中葉, Pasteur 及 Liebig 兩氏對發酵之性質及原因的爭論甚烈。Liebig 氏反對酵母細胞爲發酵所必需之說,而謂空氣與含糖物質如植物液汁相接觸,則可生成酵素(ferment),此酵素有時常變化之能力,傳至糖分子,而使其分解,故發酵作用非爲生物的而爲機械的也。

Pasteur 氏主張,發酵乃酵母之生物作用,並於 1860 年發表論文,說明微生物與發酵之關係。嗣後化學之發明日異月新, Pasteur 發現戊醇爲發酵生產物,如依 Liebig 學說,則此化合物之生成,無從解釋。因戊醇之構造與糖完全不同,固不能視爲糖分子之一部份也。

Traube 設法調解兩氏之爭論,於 1858 年發見某物質(現名曰酶 enzyme)爲發酵之主因,繼起研究者日益多,遂立近代酶的理論之基礎。此說於 1897 年因 Buchner 發明酒化酶(zymase)而確定焉。

該氏由酵母搾出酵母汁,此酵母汁並不含生活的細胞,可以引起酒精發酵,故 Liebig 氏學說不能謂爲毫無根據。但據 Buchner 則謂酵母可以生酶;而酶既離酵母之後,則無須細胞亦可作用也。

近時對酒精發酵研究日益進步,尤以 Neuberg 及其同事者之成績爲最著。