

食品微生物

陳學文 編 著
顏思明

中國書局印行

遵照教育部最新修訂課程標準編輯

食品微生物學

陳 學 文
顏 思 明 編著

中國書局 印行

食 品 微 生 物

定價：新台幣伍拾元正

編著：陳學文 顏思明

出版：之宜出版社

印行：中國書局

地址：永和市竹林路66巷10弄11號

電話： 9231935 號

郵撥： 40345 號

局版台業字第 0024 號

中華民國 69 年 9 月 再版

序

自上一版“食品微生物學”出書以來，一般微生物學，尤其是遺傳，生化方面都有長足的進步，因而亦促進應用微生物學的進步，本書修訂第二版，即應這種進步而改寫的。本書特別著重微生物的實際用途，而避免於學理上的說明，讀者可以看出全書均以此為重點。

本書版式雖與前版相同，但內容改變甚多，如在黴菌類，酵母類和細菌各章已加以簡化，而著重有實用價值的種類；同時加入“微生物與酵素”一章以配合“微生物的利用與食品加工”，“微生物與酒類發酵”和“應用微生物工業”等章節的說明，使讀者更易瞭解。此外，由於世界人口的劇增，蛋白質資源的研究，石油酵母的開發和胺基酸，有機酸，維生素的生產，而在本修訂版中亦增加“應用微生物工業”一章，而使本書成為一本實足的“應用微生物學”。但本書仍以上版“食品微生物學”為書名。

本書之修訂要感謝師長的鼓勵，和提供資料。鄭慧英女士幫助手繪圖表，對其相助，本人在此僅表最大謝意！

編著者

目 錄

第一章	緒 論	1
	生物和微生物	1
	人類和微生物的利用	1
	應用微生物工業的發展	3
	微生物學發展簡史	4
第二章	微生物的分類與命名	8
	分類概論	8
	命名法	8
	分類的基礎	9
	微生物在植物界上的地位	9
	微生物的分類	11
第三章	酵母類	13
	酵母的一般性狀	13
	酵母的形態	13
	酵母的增殖	15
	酵母的生理性質	18
	酵母的分類	19
	重要應用酵母菌	24
第四章	黴菌類	30
	黴菌的形態	30
	黴菌的生長與增殖	34

	黴菌的分類·····	35
	重要應用黴菌·····	36
第五章	細菌類·····	47
	細菌的基本形態·····	47
	細菌的細胞構造·····	49
	細菌的新陳代謝·····	56
	細菌的代謝產物·····	59
	細菌的分類·····	60
	乳酸菌·····	67
	醋酸菌·····	71
	丙酸菌·····	72
	大腸菌群細菌·····	73
	好氣性孢子形成菌·····	73
	嫌氣性孢子形成菌·····	74
	放線菌·····	75
	病毒與噬菌體·····	76
第六章	微生物的培養與鏡檢法·····	78
	必要的器具與裝置·····	78
	培養基的種類與調製方法·····	81
	微生物的增殖培養法·····	85
	微生物的純粹培養法·····	87
	顯微鏡檢察法·····	89
	有用菌株的保存法·····	94
第七章	微生物的生長與環境因子·····	95
	微生物的生長·····	95
	微生物和氧氣的關係·····	98

	營養物質.....	99
	獨立營養菌.....	100
	從屬營養菌.....	101
	溫度.....	107
	水分和滲透壓.....	110
	食鹽濃度.....	112
	氫離子濃度.....	113
	殺菌劑和防腐劑.....	115
	微生物的共生、拮抗和抗生素.....	120
	光線和放射線.....	120
第八章	微生物與酵素.....	124
	酵素的生成.....	124
	酵素的本質.....	125
	酵素的命名與分類.....	125
	酵素基質的特異性.....	127
	影響酵素作用的因素.....	127
	酵素的種類和性質.....	130
第九章	食品的腐敗.....	138
	食品的腐敗.....	138
	各類食品的微生物破壞.....	140
	牛乳.....	141
	肉類.....	142
	魚類.....	142
	貝類.....	143
	水果及蔬菜.....	143
	蛋類.....	143

	米飯類	144
	麵 包	144
	罐頭食品	144
第十章	食品的保存法	147
	化學防腐劑	147
	放射線處理	149
	低溫保藏法	150
	高溫保藏法	153
	乾燥(脫水)保藏法	156
	醃藏法(糖和鹽)	157
	其 他	159
第十一章	食品衛生與微生物標準	160
	大腸菌的衛生標準	160
	腸球菌的衛生標準	161
	食品的微生物標準	162
	食品腐敗的分析方法	163
第十二章	食物中毒	165
	臘腸菌中毒	165
	葡萄球菌食物中毒	167
	沙門桿菌食物中毒	168
	其他微生物導致的食物中毒	170
第十三章	微生物的利用與食品加工	172
	醬 油	172
	味 噌	174
	食 醋	175
	醃漬物	178

葡萄糖.....	179
發酵乳.....	180
乾 酪.....	182
麵包酵母.....	183
食用酵母、飼料酵母.....	184
第十四章 微生物與酒類發酵.....	186
酒的分類.....	186
果實酒類.....	187
蒸餾酒類.....	189
啤 酒.....	191
紹興酒.....	194
高粱酒.....	195
米酒與紅露酒.....	196
混合酒類.....	196
第十五章 應用微生物工業.....	198
酒精的製造.....	198
以糖蜜製造酒精.....	199
以澱粉質原料製造酒精.....	199
亞硫酸廢液製造酒精.....	200
有機酸的製造.....	200
醋 酸.....	203
丙 酸.....	203
乳 酸.....	203
檸檬酸.....	204
蘋果酸.....	204
延胡索酸.....	205

葡萄糖酸·····	205
胺基酸的製造·····	206
麩酸的發酵·····	206
Lysine 的發酵·····	207
二胺基戊酯發酵·····	208
維生素、赫爾蒙與醫藥品的製造·····	208
維生素 B ₂ ·····	208
維生素 B ₁₂ ·····	208
維生素 C ·····	209
激勃素·····	209
固醇類赫爾蒙·····	210
菌膠質·····	211
抗生素的製造·····	214
酵素劑的製造·····	221
單胞藻·····	228
石油蛋白質·····	229

第一章 緒 論

生物和微生物

地球上最初的生物都是些構造簡單的原始生物，而在數百萬年間，一部分生物始有複雜的構造和機能的分化，而進化（evolution）發達為高等的植物或動物，但仍有一部分的生物保持著原始的單細胞。這些單個細胞或僅數個細胞組成，而需借助顯微鏡，非能以肉眼觀察的微小生物，總稱為微生物（microorganisms）。微生物間的演化關係如圖 1-1。研究微生物的構造、生理和自然界關係的學問，稱為微生物學（microbiology）。

食品微生物學所研究的微生物，則以細菌類（bacteria）、黴菌類（molds）和酵母類（yeasts）為主要對象。至於原生動物（protozoa）和綠藻類（green algae），在廣義上，亦屬於微生物範圍。其他比細菌類更微小的濾過性病原體或病毒（virus）及寄生於細菌菌體的噬菌體（bacteriophage）亦是為微生物的一部分。



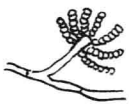


代表性的微生物大小和形態如表 1-1 所示。

人類和微生物的利用

人類始自原始時代，即和自然界中的微生物發生密切關係，如發酵、腐敗、疾病等微生物現象。於是由經驗中學習到對食物腐敗的防止方法，對傳染病如何預防和各種應付方法等，這些都是由長年的累積經驗中所學習的。

紀元前，埃及人已明白製酒的方法，他們將小麥粉碎加水，然後像麵包一樣地在石塊上燒，然後放置給予發酵，製成類似啤酒的飲料

表 1-1 各種微生物的大小

微 生 物	形 狀	大 小
細 菌		寬 $0.5\sim 1\mu$ ，長約 $0.5\sim 5\mu$
酵 母		短徑 $3\sim 5\mu$ ，長徑 $3\sim 10\mu$
黴 菌		菌絲寬 $5\sim 30\mu$ (孢子直徑 $3\sim 10\mu$)
天然痘病毒		直徑 $150\sim 180m\mu$
大腸菌噬菌體		頭部寬 $45\sim 80m\mu$

註：1. μ 是 1 mm 的 1/1000 的單位， $m\mu$ 為 1μ 的 1/1000 單位。

2. 高等植物的細胞約 $10\sim 90\mu$ 大小。

。而在埃及古墓中，更發現了製造麵包和釀造啤酒的圖像。在我國古籍上，亦記載有將米置於口中嚼碎，而發酵製酒的史實。這些都證實人類自古來和微生物的關係。

利用微生物於食品加工，在我國自古即已盛行，如味噌、醬油、食醋和飲用酒類，其中的高粱酒、紅露酒和一些含酒精性飲料等，都具有很高的技術，又如茅台酒、汾酒等更負盛名。

此外，在歐美各國，自古亦即利用微生物於食品加工，如蔬菜類的醃漬和酒類（葡萄酒、威士忌、啤酒等）的釀造。

人類對微生物微細的菌體存在事實，乃是最近二百年的事。荷蘭人劉文厚（A. van Leeuwenhoek）利用手製的組合顯微鏡，在 1680 年，發現發酵中的啤酒有球狀體（酵母菌）存在。隨著顯微鏡

和釀造學的進步，人們才明白在糖類發酵過程中，圓形的微生物（酵母菌），亦隨著增加，同時在肉汁中或腐敗的食品中，都有許多微生物的存在，而在1861年，法國科學家，巴斯德（Louis Pasteur）證實，微生物是發酵和食物腐敗的原因，同時亦終止生原論和自然發生的爭論。同時巴斯德更證明了微生物是引起霍亂和羊炭疽病的原因。此外，他爲了防止葡萄酒的混濁、酸化，而將之在50~60°C下加熱數分鐘，而挽救了法國的葡萄酒製造業。此方法即是現在廣泛使用的巴斯德滅菌法。

巴斯德以後，德國人，郭霍（Robert Koch）利用人工培養基，而純粹分離出細菌，更在試管中成功地培養結核菌及各種病原性細菌，而開化學療法的先端。同年（1886年），E.C. Hansen亦發表純粹分離出啤酒酵母，此後，對優良酵母可進行分離和培養，促進近代啤酒工業的發展和今日應用微生物工業培養方法的基礎。

應用微生物工業的發展

二十世紀以後，各種科學的發展，更促進微生物學的進步，對於各種微生物的生理及代謝產物的研究亦盛行，因此使得發酵工業更爲進步，如酵母菌之酒精製造，乳酸菌之乳酸製造、黑黴菌之各種有機酸製造等，都是近代發酵工業的主體。

此外，第二次世界大戰的發生，對於負傷者的治療，而使各種抗生素的製造，亦趨重要，1943年，青黴素（盤尼西林）開始工業化大量生產。其他放線菌的各種抗生素，亦相繼發現，而使抗生素的製造，成爲製藥工業的重要部門。

微生物如在適當的培養條件下，即可在最短的時間分泌出各種酵素，因此微生物酵素，變成工業用酵素的重要來源，例如各種糖分解酵素，脂質酵素和蛋白質分解酵素等。其他，部分特殊的微生物更是

維生素製劑（如維生素 B₂，B₁₂，維生素 C）和荷爾蒙製劑（如類固醇類，植物荷爾蒙）等的重要來源。

1955 年以後，由於微生物遺傳學的進步和生物化學的發展，而使微生物成爲胺基酸的重要來源（如二胺基戊酸 L-ornithine，胺基異戊酸 L-valine），同時最重要的調味品麩酸（Kojii acid）亦可由微生物發酵製造。

微生物的應用，如表 1-2 所示。最近的污染問題，如下水道污水和工廠廢水的處理，亦可利用微生物的分解活性和發酵作用加以處理解決。同時，對於世界人口急劇的增加所引起的人口問題和糧食問題，亦可以微生物的蛋白質成分解決，例如，目前正研究的以石油培養微生物，而製造大量的石油蛋白質，以爲人類糧食和飼料的來源。

應用微生物學僅爲微生物的一分支，由於對微生物學、酵素學、遺傳生物化學的研究，而可解開生命之謎，因此微生物學的發展，直接地、間接地都能爲人類幸福提供最大的貢獻。

微生物學發展簡史

- 1590 荷人 Jansen，第一次使用複合顯微鏡
- 1675 荷人 劉文厚，首先描述細菌形態，爲微生物學之父
- 1796 英國醫師 Jenner 利用牛痘膿疱，首先製成天花疫苗
- 1820 罐頭食品首先在美國製造公開
- 1843 Winslow 首先提出蒸氣滅菌法。
- 1855 巴斯德 Pasteur，研究發酵，而推翻自然發生說
- 1867 巴斯德 Pasteur，發明酒類、牛乳的低溫滅菌法
- 1870 Selmi，首先提出食物中毒學說
- 1874 美國首先利用低溫保藏肉類，以利運輸。
- 1880 德國首先利用巴斯德法消毒牛乳

- 1882 郭霍，首創細菌純粹培養，純種分離，為細菌學技術鼻祖
- 1884 革蘭氏（C. Gram），首創細菌鑑別法的革蘭氏染色法
- 1885 巴斯德發明狂犬病疫苗
- 1889 美國首先以低溫處理蛋類製品，魚製品已在1865年施用
- 1890 第一個國際肉類監督法案實施，但僅限於輸出的肉類
- 1897 歐立氏發表免疫學說
- 1916 德國首先發展食品之急速冷凍法
- 1924 Guerin 使用減弱之結核桿菌製成卡介苗
- 1929 Laidlaw 及 Dunkin 分離出犬瘟熱的濾過性毒
- 1929 Flemming 發現青黴素，開創抗生素的新領域
- 1935 Stanley 分離純粹之結晶煙草鑲嵌病毒
- 1943 美國首先採用放射線處理肉類保存食物
- 1958 Krebs 等因對微生物分子生物學的研究而獲諾貝爾獎

表 1-2 微生物的應用

I、飲食物的製造	乳酸菌飲料：乳酸菌
(1)釀造食品	II、代謝產物的利用
醬油：酵母菌、乳酸菌	(1)有機溶媒的製造
味噌：酵母菌、乳酸菌	乙醇：酵母
食醋：醋酸菌	丙酮：細菌
醃漬物：乳酸菌、酵母菌	(2)有機酸製造
麵包：酵母菌	乳酸：乳酸菌
乳酪：乳酸菌、青黴菌	檸檬酸：麴菌
牛油：乳酸菌	葡萄糖酸：麴菌
(2)發酵飲料	(3)胺基酸製造
酒類：酵母菌、黴菌	麩酸：細菌（Micrococcus）

二胺基戊酸：細菌

(4) 維生素，赫爾蒙的製造

維生素C：醋酸菌

維生素B₁₂：放線菌

青黴素：青黴菌

鏈黴素：鏈黴菌（放線菌）

固醇類：黴菌

(3) 酵素的製造

凝乳酵素（renin）

：黴菌

胃液酵素（pepsin）

：麴菌

澱粉酵素：麴菌

分解酵素：酵母菌

III、菌體的利用

(1) 疫苗的製造

各種疫苗：細菌

(2) 飼料用酵母製造

廢糖蜜酵母：酵母菌

亞硫酸廢液酵母：酵母菌

石油酵母：酵母菌

(3) 其他

藥用酵母：麵包酵母菌

IV、微生物分解活性的利用

(1) 都市及工業廢水的處理

：細菌、原生動物

(2) 重金屬的溶出

：無機營養細菌

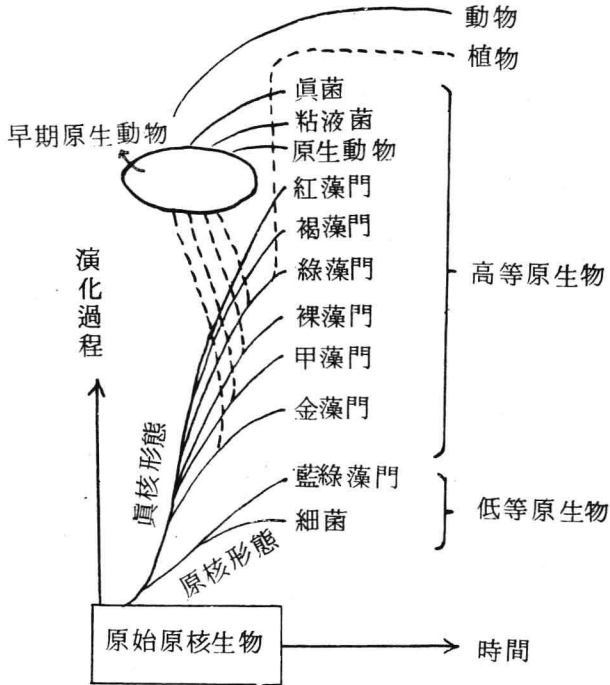


圖 1-1 微生物主要族群的演化與動植物的關係