

食品加工用書

食品微生物學

(全)

林耕年 編著

食品加工用書

食品微生物學

(全)

林耕年 編著

復文書局

編輯大意

- (一) 食品微生物學是根據六十三年二月教育部修訂公佈之農職課程標準編訂的，適合於食品加工科二年級全學年教學之用。
- (二) 本書共分六章，適合於每週講授二小時之課程。（實習三小時，另有課本）
- (三) 本書資料豐富，圖片說明清楚，是參考中、英、日最新資料編撰而成。不但可供教學之用，亦為食品加工從業者之最好讀本。
- (四) 本書付印倉促，疏漏欠妥之處，在所難免，竭誠歡迎專家學者惠予指正為幸！

食品微生物學

目 錄

第一章 食品微生物學諸論	1
第一節 微生物及微生物學	1
第二節 微生物之發現	9
第三節 微生物之來源	10
第四節 微生物的作用及重要性	12
第二章 微生物的分類	16
第一節 微生物在植物學上的位置	16
第二節 微生物分類概論	29
第三章 細菌概論	35
第一節 細菌的形態	35
第二節 細菌的大小	39
第三節 細菌的構造	40
第四節 細菌的組成	59
第五節 細菌的繁殖	65
第六節 細菌的生長及生長階段	69
第七節 細菌的營養	74
第八節 環境因子對細菌生長與死亡的影響	85
第九節 細菌生長期中的產物	94
第十節 細菌的發酵作用	106

第十一節	細菌的分類	121
第十二節	重要細菌的性狀	136
第十三節	台灣的應用細菌	155
第四章	黴菌概論	160
第一節	黴菌的形態與構造	160
第二節	黴菌之生長與繁殖	167
第三節	黴菌的生理	172
第四節	黴菌的發酵	174
第五節	黴菌的分類	176
第六節	毛黴屬	186
第七節	根黴屬	191
第八節	麴菌屬	194
第九節	青黴屬	200
第十節	紅黴屬	202
第十一節	台灣的應用黴菌	204
第五章	酵 母	206
第一節	酵母的形態	206
第二節	酵母的構造	208
第三節	酵母菌的化學成分	212
第四節	酵母的繁殖、生長	215
第五節	影響酵母之生長因子	224
第六節	酵母的營養	226
第七節	酵母的生理	227
第八節	酵母孢子的形成	228

第九節	發酵學說	229
第十節	酒精發酵及其副產物	230
第十一節	酵母的分類	234
第十二節	實用酵母的鑑別法	239
第十三節	酵母的培養	242
第十四節	重要的酵母菌	249
第六章 食品腐敗及保藏		259
第一節	溫度對微生物在食品中存活的影響	259
第二節	在低溫下的食品微生物	273
第三節	食品中原有或生物的酸性物質對微生物的影響	278
第四節	蛋及其產品的微生物	284
第五節	肉類的微生物	296
第六節	水產魚貝類的微生物	300
第七節	果實及蔬菜的微生物	305
第八節	麵粉、麵包及穀類的微生物	308
第九節	鹽、糖、有機酸鹼、射線、防腐劑、抗生素等對 食品保藏之關係	311
第十節	食品衛生與中毒	317

第一章 食品微生物學諸論

第一節 微生物及微生物學

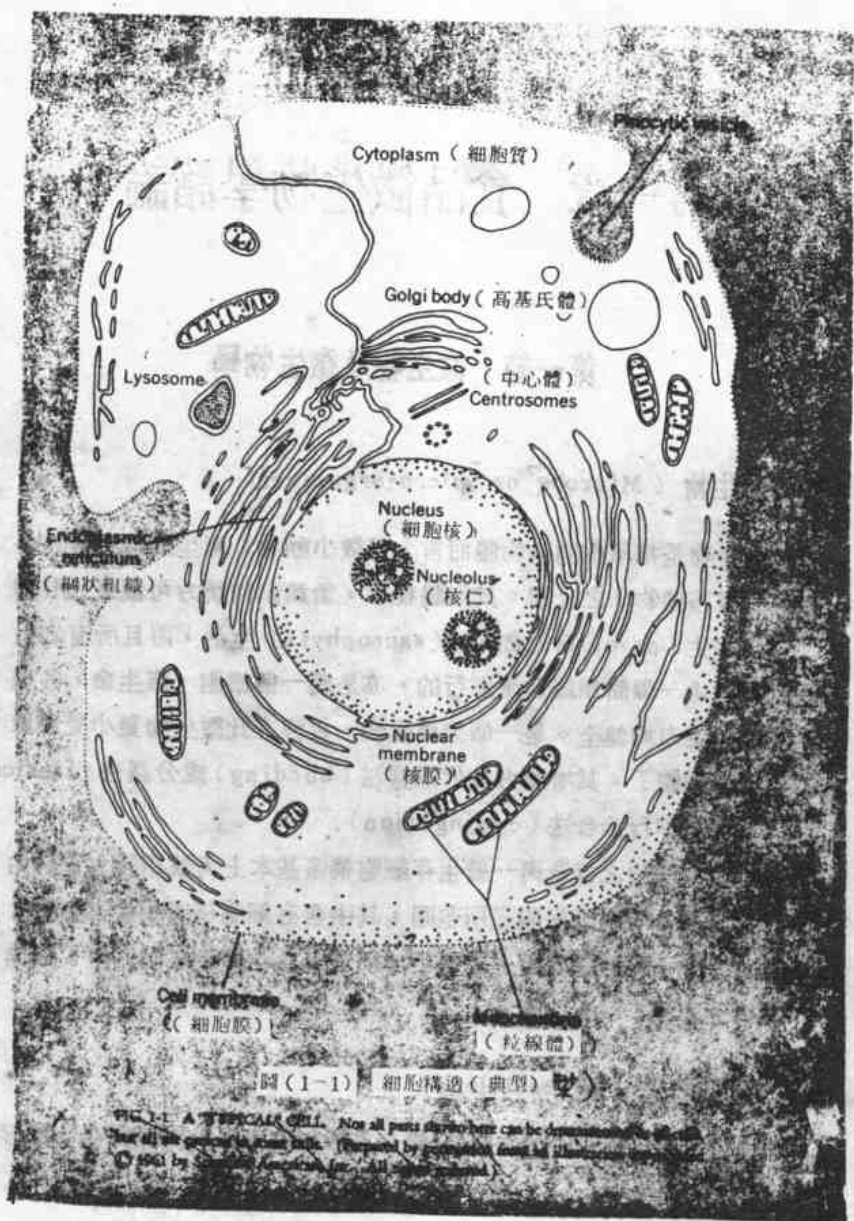
§1. 微生物 (Microbe or micro-organism)

微生物是指單細胞生物體而言，為微小動物（原生動物）與微小植物（菌藻植物）之合稱。其形體極小，須藉顯微鏡方可觀察其形態。常營寄生 (parasite) 或腐生 (saprophyte) 生活，而且所有之生活過程全由一個簡單細胞來進行的，亦是說一個細胞一條生命，各種代謝生活能力均健全。是一個完整生命，再沒有比微生物更小更簡單的生活有機體了。其增殖方法依照芽法 (budding) 或分裂法 (fission)，有時候亦行接合法 (conjugation)。

微生物細胞之構造與一般生存細胞構造基本上大致相同，它們由原生質構成，外表為細胞壁所包圍，其中含有細胞核或相當之物質。最近由於電子顯微鏡技術上之進步，細胞內之詳細構造已完全了解矣！其構造如圖 (1-1) 所示。

§2. 微生物學 (Microbiology)

微生物學就是研究微小有機體及其活動的科學。討論微生物的形



態，結構，繁殖，生理，新陳代謝，以及分類鑑別等的科學。其中包含有關牠們在自然界的分佈狀況，本身互相間或其他生物間的關係。對於人類是有益或有害，以及牠們本身所生存的環境下，產生的種種物理或化學上的變化。

實用的微生物學中含有：

- (1) 水中微生物學 (Microbiology of water)
- (2) 下水污物微生物學 (Microbiology of Sewage)
- (3) 空氣微生物學 (Microbiology of air)
- (4) 牛乳微生物學 (Microbiology of milk)
- (5) 食品微生物學 (Microbiology of foods)
- (6) 土壤微生物學 (Microbiology of Soil)
- (7) 工業微生物學 (Industrial microbiology)
- (8) 病原微生物學 (Pathological microbiology)

本書所討論者，主要為食品中之微生物。

§3. 食品微生物學概說

食品微生物學 (food microbiology) 係為研究食品製造，加工及貯存上，有關微生物作用和種類之科學，研究範圍包括：乳業 (doiry)，罐頭 (canning)，發酵 (fermentation) 等菌體之利用。並研究食品受微生物污染之影響，食品腐敗及貯藏跟微生物之關係，以上諸問題均將在本書以後數章中提及，今先述其概要如下：

(一) 食品之微生物污染 (Contamination of Foods)

食品為人們所不期望之微生物侵入或利用時，此食品即為微生物所污染，食物經微生物污染後不一定能使食物腐敗，但在食品微生物學上，食品之微生物污染，專指腐敗微生物為主。

(1) 污染的來源

(a) 自然環境之污染

(i) 食物附着之特殊微生物；微生物因其營養要求性及其生長條件之不同，某一食物往往生長特定的某一些微生物，如：葡萄——酵母，蔬菜——乳酸菌 (lactic acid bacteria)，患病動植物體——病原菌。

(ii) 外界環境之污染來源；食物必需與外界環境接觸，故受外界環境之影響更較食品所具的典型特殊微生物為重要。如土壤的污染產生各類微生物，土壤為微生物之大本營，動物之排泄物，水，及空氣等均可污染食品。

(b) 人為處理過程之污染。

食品必須經過人們包裝，運送，加工，製造，貯藏等，這些過程中微生物又大批的污染到食品上，而且污染之程度有時更為嚴重，尤其是為害人體健康之病原菌的污染問題。

(2) 食品污染之影響及控制

(a) 食品污染之影響

(i) 導致食品腐敗，(ii) 降低食品品質，(iii) 引起食物中毒，(iv) 引發病害，(v) 影響食物之貯藏，(vi) 影響食品製造，(vii) 食品衛生問題。

(b) 食品污染之控制

食品經由自然界之污染較難控制，因此主要之控制步驟在食品之人為處理過程中進行，其方法在食品貯藏中敘述。

(二) 食品之腐敗 (Sporilage)

任何食品外表，香味，顏色，口味，成分等之不合需要的變化，統稱為食品之腐敗，此種腐敗變化，輕者降低食品品質及價值，重者

不能食用，但食物之由於衛生不良所致不適食用者，並不一定為腐敗之原因。

(1) 腐敗的原因

- (A) 化學作用：氧化作用之變色，變味等。食品受酵素作用。
- (B) 物理作用：吸水改變外觀，失水變形、壓擠變體。
- (C) 生物作用：昆蟲之咬損，微生物之生長作用。
- (D) 其他。

(2) 食品腐敗與微生物之關係

(A) 食品之微生物腐敗的定義：

廣義：凡食品經微生物之複雜作用，使其成分由大分子物質變化分解為小分子物質，而失去或降低食品價值之現象。

狹義：食品由於微生物之生長而發酸，發臭或發霉之現象。

(B) 食品與腐敗

(a) 食品成分之變化：食品一旦受微生物污染後，視該之成分而使一種或一類微生物迅速繁殖而導致腐生或病原。

如：蛋白質受微生物作用生成氨基酸、氫、胺類、硫化氫。糖類受微生物作用產生酸、酒精及氣體。油脂受微生物作用，產生脂肪酸或甘油。

(b) 食品依腐敗之難易而分：

① 安定的食品：小心管理下，此類食品不為微生物所腐敗，如糖、麵粉。

② 較易腐敗的食品：經適當處理，可放置相當長的時間，如馬鈴薯、核仁。

③ 極易腐敗的食品：除非用特殊貯藏法，否則很快腐敗，如肉、魚、牛奶、水果、蔬菜。

(C) 影響食品上的微生物種類與數目的因子：

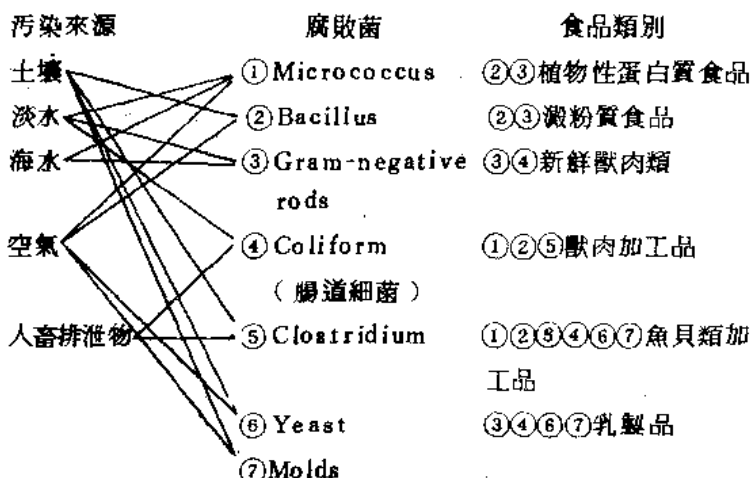
- (a) 污染與來源
 (b) 食品之種類
 (c) 微生物間之競爭：通常細菌生長最快，次為酵母，再為黴菌。

(d) 環境條件：如食品之物理構造，水分含量，pH，溫度，含氧量等。

(3) 食品之微生物腐敗的類型

(A)	食品種類	腐敗的類型	可能存在的微生物
	麵 包	發黴	<i>Rhizopus nigricans</i> <i>Penicillium expansum</i> <i>Aspergillus niger</i>
		粘稠狀	<i>Bacillus subtilis</i>
		變紅	<i>Serratia marcescens</i>
		變酸	污染或發黴過時
	肉 類	發黴	<i>Aspergillus, Rhizopus,</i> <i>Penicillium</i>
		Souring	<i>Pseudomonas, achromobacter</i>
		Greening	<i>Lactobacillus,</i>

(B) 食品與腐敗菌關係略圖：



(4) 食品腐敗與食物中毒及食物感染之關係：

(A) 食物中毒 (Food poisoning)

(a) 由於化學毒劑之中毒：食用後短期內發作，如 Sn, Sb, Pb, Zn, Hg, 殺蟲劑等農藥及其他毒劑。

(b) 誤食有毒之動植物

(c) 微生物或其產物所引起之食物中毒，亦稱 True food poisoning。

(B) 食物感染 (food infection)

由於食物之媒介而將病原體傳送到人體，使人體組織受到侵略或破害。

(三) 食品之貯藏

(1) 原則：(A) 遲緩微生物之生長及代謝作用；即 (a) 殺滅微生物，(b) 防止或除去污染，(c) 抑制微生物生長及代謝。

(B) 延遲食物本身的分解，(a) 破壞食物中之酵素——殺青

(blanching), (b)延遲化學作用；如以抗氧化劑，抑制氧化。

(c)防止昆蟲，動物，機械等之損壞。

(2) 貯藏食物方法摘要

(A) 無菌操作；

(B) 加熱：①煮沸，②加熱殺菌，③巴士德殺菌法。

(C) 低溫：①冷凍及，②冷藏

(D) 乾燥；

(E) 滲透壓：①糖及②鹽

(F) 化學藥劑

(G) 射線

四) 微生物在食品工業上之利用有五種形式：

(1) 利用微生物菌體之製造；如細菌或酵母蛋白，氨基酸之得到，香菇，洋菇，木耳之培養等，均以菌體為食用為目的者。

(2) 利用微生物的酵素來作用，改變食品之色香味，此即釀造工業利用微生物的主要目的；其產品有酒類，醬油，味噌，食醋，醃菜，乳酸發酵飲料等等。

(3) 利用微生物代謝之產物；如醇類工業，溶劑工業，有機酸工業，維生素工業，抗生素，氨基酸等。

(4) 抽取微生物之體內外酵素；如 α -amylase(糖化劑), Takadiastase(做為消化劑), pectinase(果汁澄清劑)等。

(5) 利用微生物做食品工廠廢物之排除利用；如污水處理。

此外，微生物對食品之污染問題，食物中毒問題，以及微生物對食品貯藏的影響，殺菌問題，食品微生物的檢查等均為食品微生物學的研究範圍。在研究以上種種問題之前，我們將先了解各種有關的食品微生物之種類及其性質，這是必然之道理。

第二節 微生物之發現

吾人利用酵母製造麵包最早的記載是在舊約聖經一書中出埃及記 (Exodus)。可見當時以酵母為發酵使用的主體，已然應用於實際的食品加工上。

我國古時釀造酒，醬油，味噌等釀造食品亦均為微生物發酵之利用。

但麵包酵母及釀酒及醬油之微生物的真正發現，是在 17 世紀末期，1680 年荷蘭人雷汶胡克 (Leeuwenhoek)，利用當時自製的簡單顯微鏡 (約放大 300 倍)，觀察得到。他看到了酵母菌，紅血球，原生動物，以及細菌。他在 1683 年寫給英國皇家學會的信中，繪出他所看到的微生物形態，就是今天吾人所熟知的球狀，桿狀，及螺旋狀等幾種主要形態。

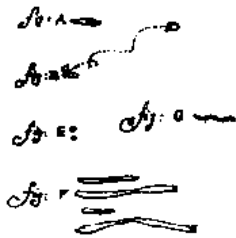
自雷氏觀察微生物之後，雖未曾考慮它的經濟價值，但已漸為人所注意，但一直經過了兩世紀，直到法國人巴士德 (Pasteur, 1822~1895) 於 1859 年推翻了自然發生說 (Biogenesis or Spontaneous generation)，確認了「生命來自生命」的觀念，才把整個微生物的研究歷史做了完全的改觀，後來他又確證了酒精發酵，殺菌問題，並說明



Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723)

圖 (1-2)

了抗體 (antibodies) 在寄主的產生，使病理微生物，亦產生了一新紀元，故被後世人尊稱為微生物學之父。



圖(1-4) 雷氏於1863
所繪細菌之形態



圖(1-3) 巴士德

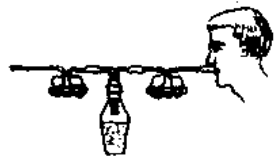
第三節 微生物之來源

微生物是來自何處？牠們是自然發生的或是跟一般生物一樣，從預先存在的同類發生的？這些問題，曾被吾人爭論一個世紀以上。

古時一般人均認為生命的發生乃是自然發生的，1749年英國牧師Needham氏曾先以實驗證明自然發生說 (Biogenesis)，他將肉汁及肉盛在有塞瓶中，煮沸，靜置一時間，其內容物腐敗，可見Needham氏已殺死瓶內肉汁微生物的“卵”，但放置一段時間後，又自然發生生命，而使肉汁腐敗。1769年，意大利人Spallanzani提出異議，謂Needham瓶所以腐敗的原因，乃是進入瓶中之空氣未

經“火”(即殺菌)之故。但是反對者，則說空氣加熱後，不適於微生物之發育，所以 Spallanzani 之處理 Needham 氏瓶，不會腐敗。這種說法雖被 Spallanzani 所擯斥，但經數十年後，方才由實驗所證明。

到 1836 年 Schultze 將盛有植物浸液之瓶，如圖(1-4)所示，在砂盤上煮沸滅菌，瓶口接有兩管，當蒸氣由管口噴出時，兩管各接以二曲管(附吸收球)，一曲管貯濃硫酸，另一曲管貯氫氧化鉀溶液。待燒瓶中物質冷後，每日通入空氣二次，使空氣經過濃硫酸而後進入瓶中。如是約經 3 個月，瓶內容物不生腐敗，至於另一裝置，任由空氣進入者，則已腐敗矣！由此漸漸證明微生物不是自然發生的。



圖(1-4)

從此三年之後，Schwann (什凡) 氏繼起反對自然生成說，他稍改舒爾最 (Schultze) 氏的實驗，裝置如圖(1-5)所示。如進入瓶內之空氣曾經加熱，除去微生物，則瓶內物質不致腐敗。此結果亦與舒爾最氏相同。



圖(1-5)

但當時仍然有人強加反對，提出種種理由支持自然發生說。所以到了 1853 年什勃得爾 (Schroder) 及杜舒 (Dusch) 兩氏，再改良實驗裝置，如圖(1-6)所示。使空氣經過裝棉花之玻璃管，而進入瓶中。試驗結果，瓶中亦未見生物的發生，以此證明微生物非由於自然發生，而由於空



圖(1-6)