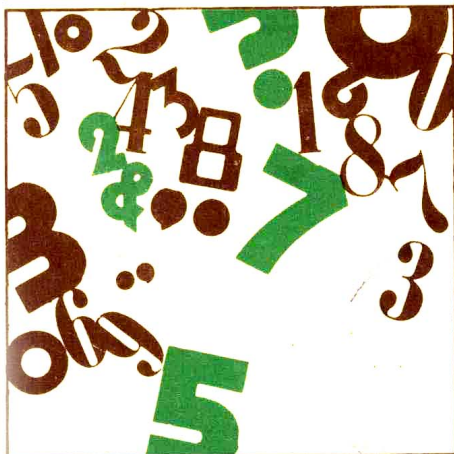
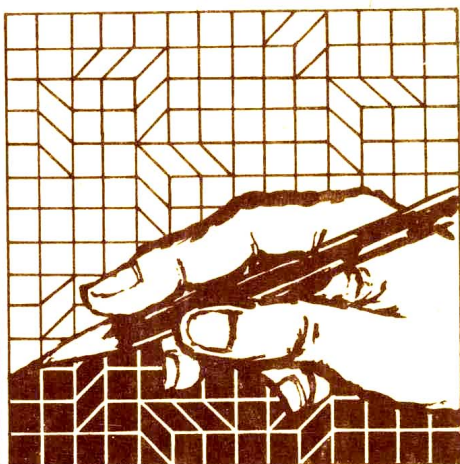
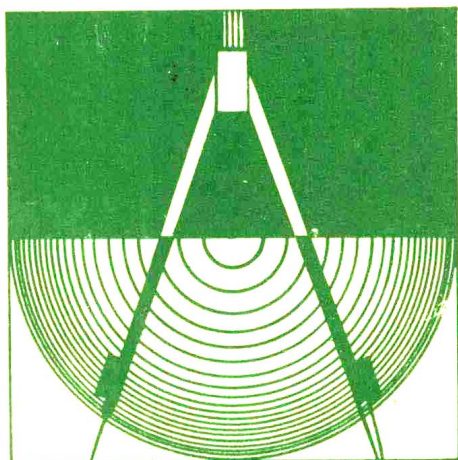


土壤細菌的生態及分離

國民教育科學教學資料叢書 ③⑧

黃檀溪 著



國立教育資料館主編
幼獅文化事業公司印行

土壤細菌的生態及分離

黃檀溪 著

國立教育資料館主編
幼獅文化事業公司印行



行政院新聞局核准登記證局版臺業字第〇二四三號

主編者：國立教育資料館

著者：黃 檀 溪

出版者：幼獅文化事業公司

發行者：幼獅文化事業公司

臺北市延平南路七十一號

臺北市漢中街五十一號

郵政劃撥二七三七號

印刷者：雨 利 印 刷 廠

每冊定價：三十元

中華民國六十七年七月出版

序

發展科學教育，首重師資與教材。國民中小學之教科書，由國立編譯館統一編纂；教師之進修，由教育部、廳、局分別輔導，各有專司，脈絡井然。但因我國國民教育十分發達，以致教師人數衆多，欲求輔導工作全面展開，殊非易事。而鼓勵教師自動進修，當爲簡易可行之辦法，且其效果當更爲顯著。然坊間出版有關科學教育之參考書籍不多，是以提供優良參考書刊，實爲當務之急。本會有鑒於斯，乃於民國六十一年九月，由本會科學教育組負責籌劃，成立國民教育科學資料叢書編輯小組，聘請熊先舉先生擔任總主持人，積極展開工作。該小組的工作目標，在編撰國民中小學數理學科重要教材單元之有關參考資料，分：數學、物理、化學、生物、地球科學、健康教育六科。以課程爲經，以各年級相關學科教材爲緯，以各科某一重要概念爲主題，組成一教材單元蒐集與日常生活有關及富有啓發性及趣味性的題材，編爲一冊，彙集同一學科各冊成爲一套，使之分能獨立，合能相貫，包容既廣，取用尤便。各冊內容分爲導言，教材分析，參考資料，注釋，附錄諸項，著重在說明新探討方法及各教材單元在課程中之重要地位，可使教師對某一學科獲有一完整的觀念，進而把握科學教育之要旨，提高科學教育之效能。

本叢書之編寫方式，是寓教學方法於參考資料中，內容充實，構想新穎，約請之編撰人員，皆爲教學經驗豐富之中小學教師及大學教授，寫作態度至爲嚴謹。在一年餘辛勤耕耘之下，現已完成十五種，委託幼獅書店精印出版，以供國民中小學教師，師範院校學生及科學

才能較高之學生參考閱讀，對科學教育之推行，必能有所裨益。

爲統一事功，本會已將國民教育之科學發展研究事宜，移歸教育部統籌辦理，本叢書之編輯工作與經費預算，亦一併移轉，今後在教育部主持之下，當更能發揮高度之效能。

最後，對各位專家在百忙中，爲本會籌劃編撰叢書，將寶貴的經驗毫無保留地貢獻出來，特於此深致誠摯的敬意與謝意。

徐 賢 修

六十二年十二月
於行政院國家科學委員會

國民教育科學教學資料叢書編輯經過

行政院國家科學委員會，爲提供國民中、小學教師有關科學教育之參考書籍，輔導其自修，本寓科學教育之教學方法於參考資料中之構想，乃於民國六十一年九月，編組國民教育科學教學資料叢書編輯小組，由熊先學先生主持其事。翌年底，此類叢書完稿交印問世者，計數學、生物、地球科學三科各二種，物理、化學、健康教育三科各三種；共十五種，都八九萬餘言，此爲國家科學委員會直接編印時期之概況。

同年十二月，因國科會將國民教育之科學發展研究事宜，移轉教育部統籌辦理，國民教育科學教學資料叢書之編輯工作，奉教育部指定由本館承辦，本館乃於六十三年初訂定「國民教育科學教學資料叢書編輯計畫」，報部核定，列爲「教育部科學教育及科學人才培育計劃」專案，與其他工作併爲教育部發展科學教育之一環。此類叢書共計爲一百種，除國科會已編十五種，本館續編八十五種，預訂工作進程爲五年。

民國六十六年三月，嘉言承乏本館館務，深感此項叢書之編印工作對奠定國家長期發展科學基礎，極關重要，除已完稿交印而尚未印製發行之積稿，洽請合作編印之幼獅文化公司加速印行外，并積極續編尚未完成多篇，期成完構。

本叢書之編輯，是爲一項長程接力；其間主辦單位與主持雖有更替，然其編輯要領，編寫方式等始終聯貫，允爲國內當前極有系統而頗具深度的科學教育參考書籍。數年以來，承各位專家學者參與籌編撰稿，提供心血結晶；本館教育資料組同仁排除困難辛勞工作，幼獅文化公司不計盈虧印製發行；上級機關隨時督導，全力支持，使編輯

導，全力支持，使本館得以完成艱鉅任務。際茲編輯告成，特綴數語，藉誌經過，並申謝忱！

陳 嘉 言

民國六十六年十一月
於國立教育資料館

目 錄

壹、概 述	1
貳、教學資料的結構與分析	3
叁、本文（附該單元的行為目標與建議事項）	7
第一章 總 論	7
第二章 方 法	29
第三章 光合作用細菌	48
第四章 化合自營細菌	60
第五章 無氧呼吸細菌	73
第六章 產生內孢子之細菌	81
第七章 乳酸細菌	93
第八章 固氮細菌	101
第九章 放線菌類	114
第十章 土壤中能分解大分子，或能利用環狀化合物，或能分 泌代謝產物之細菌的分離	123

壹、概 述

土壤是細菌的大本營，其中充滿著未爲人知的種類或有待進一步研究與開發的知識。目前我們在教育上有關細菌的知識，特別是土壤微生物的知識，似乎有待加強的必要。由於細菌是那麼微小，爲了要使學生具體地了解土壤中各種細菌的存在，最好的方法或許是指導學生直接去分離它們，土壤中的細菌種類很多，分離的方法也就互不相同，因此在此只就一些具有特殊性狀而且可能引起學生興趣的細菌，對它們的一般性質、生態關係、以及分離方法加以舉例討論。關於細菌的分離往往需要些經驗，而且也不一定要有固定的方法，本書所討論的只是做爲參考，目的在給初學者有個開始，實際去做是科學研究上最重要的事，希望由於各位的“開始做實驗”而爲我們將來的土壤細菌開墾出一個豐富的園地出來。

本書原則上以中、小學教師爲主要對象，以能實際操作爲目的，故所談及的方法均以能在有限的設備下進行爲原則，盡量避免涉及太多的理論問題，凡需要特殊設備的方法也都盡量避免。又本書是繼“細菌世界”一書而寫的，爲了避免重覆，故在前書中所談到的內容在本書中盡量簡略。

非常感謝劉慕昭老師的鼓勵。本人對中、小學教育很陌生，學識也有限，不妥之處尚望諸位老師多加指教。

2 土壤細菌的生態及分羣

貳、教學資料的結構與分析

教材內容	科學概念之發展	探討過程技能和智能之發展	參考資料	
			章	節
有關土壤細菌之綜合討論	• 土壤細菌是有待人類開發的天然資源。 • 土壤細菌學的兩位先驅者。 • 土壤之環境因子對細菌的影響。 • 細菌在元素循環中所扮演的角色。 • 我們如何對衆多的細菌加以分門別類。	• 了解土壤是細菌的大本營，土壤中有許多細菌正有待人類去研究。 • 了解環境因子與細菌間之相互關係。 • 認識細菌在碳、氮、硫等元素之自然循環中所擔任的角色。 • 了解對細菌分類時所常採用的依據以及目前細菌的分類情形。	1	1-1
			1	1-1 1-3
			1	1-4
			1	1-5 1-6 1-7
介紹研究土壤細菌有關的一些方法	• 介紹觀察土壤之微生物生態所常採用的方法之一——溫諾格雷斯基圓柱的裝置與使用。 • 有關土壤細菌之加強法、選擇法及分離法的運用。 • 細菌的保存及滅菌方法。 • 土壤微生物生態之觀察。 • 無氧培養條件之造成。	• 學習利用溫諾格雷斯基圓柱以模仿各種不同的自然環境以便觀察其中之微生物生態學的問題。 • 了解加強法和選擇法的功能以及單胞分離之一般原則。 • 了解實驗室中常用之細菌存法及滅菌方法。 • 學習厭氣性細菌之培養方法。	2	2-1
			2	2-2 2-3
			2	2-4 2-5
			2	2-7

4 土壤細菌的生態及分離

光合作用細菌	• 光合作用細菌之一般性質。 • 光合作用細菌之分佈。 • 光合作用細菌之演化。 • 光合作用細菌之分離與培養。	• 了解光合作用細菌的一般性質。 • 了解光合作用細菌的生態與分佈。 • 學習加強及分離光合作用細菌的方法。 • 了解光合作用細菌在演化上的地位。	3 3 3 3	3-1 3-2 3-4 3-3
化合自營細菌	• 化合自營細菌的定義。 • 屬於化合自營細菌的種類。 • 硝化細菌的形態、一般性質、生態關係、及分離方法。 • 硫化桿菌之形態、一般性質、生態關係、及其分離方法。 • 鐵化細菌的種類、形態、一般性質、及生態關係。 • 氫化細菌的一般性質及分離方法。	• 了解化合自營細菌之碳素來源及其獲取能量的方法。 • 認識硝化細菌的種類、特性及分離方法。 • 了解硫化細菌的種類，特別是硫化桿菌之特性及分離方法。 • 了解鐵化細菌的生態、形態及生理特性。 • 了解氫化細菌的性質以及這類細菌目前在分類上的地位。	4 4 4 4 4 4	4-1 4-2 4-3 4-4
無氧呼吸細菌	• 無氧呼吸的定義。 • 無氧呼吸細菌之種類。 • 脫氮細菌之一般性質。 • 硫酸根還原細菌之一般性質及其分離方法。 • 甲烷產生細菌之一般性質。	• 了解無氧呼吸之定義以及有那些物質可以被這類細菌用以代替氧氣。 • 認識脫氮細菌以及它們在土壤中之生態關係。 • 知道硫酸還原細菌的特性及分離方法。 • 了解甲烷產生細菌的一般性質。	5 5 5 5	5-1 5-2 5-3

產生內孢子之細菌	• 細菌內孢子之特性。 • 會形成內孢子之細菌種類以及它們之特性。 • 內孢子之構造及其形成過程。 • 孢子桿菌之一般性質、生態關係以及分離方法。 • 梭孢子桿菌之一般性質、生態關係及分離方法。 • 厭氣性細菌怕氧氣之原因。	• 知道細菌內孢子的特性以及能形成內孢子之細菌種類。 • 了解內孢子的構造及其形成過程。 • 了解內孢子產生細菌的分佈。 • 學習內孢子產生細菌的分離方法。 • 了解厭氣性細菌怕氧氣的原因。	6 6 6 6	 6-1 6-1 6-2 6-1 6-2
乳酸細菌	• 乳酸細菌之一般性質。 • 乳酸細菌之分佈及生態。 • 乳酸細菌之種類。 • 乳酸細菌之分離。	• 了解乳酸細菌之種類及各類間之異同。 • 了解乳酸細菌之一般性質 • 了解乳酸細菌之分佈及其生態關係。 • 學習乳酸細菌之加強與分離方法。	7 7 7 7	7-3 7-4 7-1 7-2 7-5
固氮細菌	• 介紹固氮生物的種類。 • 討論影響固氮作用的因子。 • 根瘤菌的一般性質、根瘤的形成過程、根瘤的特性、以及根瘤菌的分離方法。 • 固氮桿菌的一般性質和分離方法。 • 能固氮之螺旋菌的性質與分離。	• 認識具有固氮能力的生物，了解這些生物固氮的機制。 • 了解豆科植物固氮根瘤的特點及其形成的過程。 • 了解固氮桿菌科所含各屬之特性。 • 學習對各類固氮細菌的分離。	8 8 8 8	8-1 8-2 8-3 8-4 8-3 8-4 8-5

6 土壤細菌的生態及分離

放線菌類	• 放線菌類之一般形態與性質。 • 放線菌類的生態關係。 • 放線菌類的分離、保存和培養。	• 了解放線菌類的一般性質及其分類地位。 • 認識放線菌類的生態關係 • 學習放線菌類的分離及培養方法。	9.	9-1
土壤中能分解大分子、或能利用環狀化合物、或能分泌代謝產物之細菌的分離	• 對地球上之天然產物幾乎都可以找到可以分解或利用它們的微生物。 • 一個細菌有如一個工廠；它能將某些材料加以分解、轉化或合成，最後產生有用的新的物質出來。 • 舉例說明對這類具有特殊分解能力、或能利用特殊物質、或產生有用代謝物之細菌的分離。	• 學習能分解纖維素、幾丁質、蛋白質、澱粉或脂類等大分子之細菌的分離方法。 • 學習能利用甲苯、苯、或酚等環狀化合物之細菌的分離方法。 • 了解細菌具有幫人類生產有用物質的潛在能力，而這種能力正有待於我們去加以利用。	10	10-1
			10	10-2
			10	10-1 10-2 10-3

叁、本文（附該單元的行為 目標與建議事項）

第一章 總 論

行 爲 目 標	建 議 事 項	備 註
1.了解土壤是細菌的大本營，土壤中有許多細菌正有待人類去研究。 2.了解土壤之環境因子對細菌的影響情形。 3.認識細菌在碳、氮、硫等元素之循環中所擔任的角色。 4.了解一般區分細菌的方法。 5.認識目前細菌分類上的問題。 6.了解細菌分類上所常採用的根據。	1.利用學生野外活動的機會，對學生說明自然界中的生態問題；使學生體會到不同的土壤樣品其所含的有機成份、無機元素可能不同；同樣地，其PH、濕度、含氧量也會有差別，因此所含有的細菌在數目及種類上也就不一樣。 2.讓學生比較細菌這種生物跟植物、動物、藻類及真菌類之間有那些相同或相異的性質。	參看細菌世界第十二章中“原核生物界的建立”。

（一）土壤中的細菌—有待開發的天然資源

細菌是地球上分佈最廣最多的生物，在冰天雪地的北極，南極；在高山，深海；在空氣中及數百公尺深的土壤內都有它們的存在。可以說在這個地球上其他生物可以到的地方，細菌可能早就捷足先登了

；不過，多數細菌是住在溫暖的表土內，像北極或南極那種冰冷的地區，雖然可以找到它們，但是它們在那些地方往往只是存在而已，不一定有生長或繁殖的現象；同樣地，在空氣中的細菌，往往也是由風吹上去的，它們在空氣中也只是存在著而已，而且終有回到地面上的時候。

經由空氣的傳佈是細菌分佈的主要途徑之一，在空氣中有些細菌可能由於乾燥或不耐氧氣而死亡；細菌的散佈除了空氣外，尚可經由生物之攜帶，例如土壤中之原生動物，蚯蚓、昆蟲等，也可隨雨水之沖刷而進入河流，流入海洋；再經由洋流而分佈到其他地方（當然大多數細菌在海水中不會存活太久），因此細菌之分佈比動、植物容易；故各地方細菌之差異，環境因子的不同是主要的因素，而非由於傳佈上之有無。在不同的兩種環境中，雖然細菌的傳佈機會相等，但由於受到環境因子的控制，可以生長的細菌不同，將會造成兩種不同的生態體系。

雖然這地球上到處都有許多細菌，但是我們發現各地方的細菌彼此並不相同，事實上，任何地方，只要環境因子有些許的不同，其中的微生物相也會有很大的變化；由於細菌是很小的，它們所需要的環境也很小，在一小塊的土壤內或一點點的水中就有各種數不盡的細菌存在其中；因此當我們從事研究自然界中的細菌生態時，我們一定要從小處著眼，例如：一個水池中，對細菌來說就是個充滿著變化的世界了；水面上層的細菌，水面下層的細菌，水中植物根部附近的細菌，彼此均有明顯的差異；土壤中的細菌更是變化無窮，對同一地區之土壤，隨其深度之不同，酸鹼度之不同，土壤成份之不同，表面上生長植物之不同，都會影響到細菌的含量與種類，而這些細菌的生態更是隨著季節之變換而在不斷地變遷著

地球上對細菌來說是個日新月異的環境，有許多新的環境在不斷

地形成之中，例如由於火山的爆發而形成新的島嶼；因地震造成新的湖泊等，但是在今日對這個地球的生態變化影響最大的是人類對自然環境的改變，例如森林地區因開山、築路而變成了光禿禿的地方了；山坡上盡是開墾的農田；河流中充滿了各種化學物質的污染；土地上增加了許多殺草劑、殺蟲劑；海岸邊多了一層油污……，這些變化使原來的某些細菌淘汰了，而新的細菌會在這些改變過的環境中建立起來。對動、植物來說這許多環境的劇烈改變可能會造成瑞契爾·卡遜（Rachel Carson）筆下“寂靜的春天”所描述的那種景象：魚兒不見了，花兒不見了，綠草消失了……，然而在細菌的世界裡，在這些改變了的環境裡將仍然是充滿了生命，改變了的可能只是生態體系之不同而已；細菌，它是這世界上最早的生命，它們也將是這世界上最後的生命。因為細菌種類很多，在任何不同的環境中幾乎都有適應此環境的細菌可以生存下去。

細菌並非只是被動地去適應各種環境，事實上，它們亦在不斷地改變它們所生存的環境。例如有些細菌具有致病性，有些引起食物的腐敗，牛乳的變酸，金屬管子的腐蝕等令人不高興的事；在另一方面，細菌在自然界中也從事許多有益的工作，例如它們分解動、植物的屍體，增加土壤的肥力，維持自然界的平衡等，又在腸內之細菌可以合成許多種類之維生素，而且在草食動物如牛、羊的胃中如果沒有細菌的話，那牠們所食的草將無法分解消化。因此細菌對我們是禍是福就完全靠我們對它的研究程度而是了，如果我們可以控制它們所造成的疾病，能讓它們發揮在自然體系中所擔負的角色，進一步利用它來從事醫學、農業、工業、食品、污染問題以及其他方面的應用，那麼細菌無疑地將對人類提供許多有益的貢獻。

（二）土壤細菌學的兩位先驅者