

土壤微生物学

S. A. 瓦克斯曼 著

科学出版社

土 壤 微 生 物 学

S. A. 瓦克斯曼 著

唐 永 鑾 譯

姜 隆 后 校

科 学 出 版 社

SELMAN A. WAKSMAN
SOIL MICROBIOLOGY

John Wiley and Sons, Inc., 1952

內 容 簡 介

“土壤微生物学”是塞尔曼·阿·瓦克斯曼的一本名著，作者编写本书的目的是：探討土壤中微生物的本質，綜述微生物在土壤过程中所起的重要作用，并尽可能指出土壤微生物和土壤肥力的关系，并对土壤微生物領域內較有发展希望的方向作了探討。

本书共分十六章，全面的闡述了土壤微生物羣、土壤和一般植物区系和动物区系以及这些微生物之間的相互关系；植物和动物残余物的分解和腐殖质的形成；植物生长需要的各种主要元素的轉化；土壤微生物学在其他学科的領域內、特別在土壤形成与植物营养上的一般应用。作者討論各个問題时，评价了各国学者的观点，并提出了自己的看法。

本书可供微生物学者、农业工作者、土壤肥料工作者、高等院校有关专业师生等参考。

土 壤 微 生 物 学

S. A. 瓦克斯曼 著

唐 永 鑾 譯

◆

科学出版社出版（北京朝阳門大街 117 号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

◆

1960 年 4 月第 一 版 书号：2153 字数：286,000

1960 年 4 月第一次印刷 开本：787×1092 1/13

(京) 0001—6,500 印张：14 1/3

定价：1.70 元

代 譯 序

美国土壤微生物学家 S. A. 瓦克斯曼所著的“土壤微生物学”(1952 年原版), 以及他在这本书出版前 20 余年所著的“土壤微生物学原理”(1927 及 1932 年原版), 多年来一直是美、英等资本主义国家土壤微生物学的主要教学参考书。在最近二三十年中, 法国、日本等资本主义国家的微生物学工作者, 也都编写过一些大学教学参考书性质的土壤微生物学, 但是传播之广及影响之深, 则远不如本书作者的这两本著作。

“土壤微生物学”一书, 较全面地集中反映出资本主义国家土壤微生物学最近六七十年来发展的成果, 特别是较系统地介绍了瓦氏学派在土壤微生物学发展方面的工作成绩和他们的观点及学说。

为帮助我国初学这门科学的读者以及采用此书作为参考教材的学生理解全书的优缺点, 并较有选择地运用掌握这本书的知识, 校订者特整理了自 1953 年起在北京农业大学、北京大学、北京师范大学等校讲授土壤微生物学多次参考应用此书时, 所发现的本书的特点和应分析批判的问题, 并结合此次系统校阅译稿时得到的一些体会和心得, 写成一篇简略介绍, 以供读者参考, 并以此代作译序。

全书共分 16 章, 全部内容大致可归纳为五部分: (1) 第一及第十六章并包括其他一些章中一部分研究情况的叙述, 讲授了土壤微生物学的历史和这门科学目前的发展情况; (2) 第二、三章讨论土壤中微生物研究分析方法和介绍已知的土壤中主要微生物类群及其作用; (3) 第四、五、六章以及第二和第十四章的部分内容, 阐述了土壤和有机肥料中微生物对有机物质的转化; (4) 第七至十章讲解了土壤微生物在氮素和其他矿质元素转化中的作用; (5) 最后一部分第十一至十五章着重讨论了在农业生产中与实践有关的一些土壤微生物学过程。

这本书在理论方面的编述系统和目前国内常用的土壤微生物学书籍略有不同, 在介绍土壤微生物研究方法和类群后, 首先从土壤有机质的转化开始来分析养分的转化, 而土壤有机质的转化在全书中所占的比重很大, 也表现出作者在这方面工作的多年经验。在这部分中二氧化碳释放的问题单独成为一章也是此书内容的一个特点, 在以往我国出版的书籍中, 还没有类似这样把此问题提出作为重点来介绍的。二氧化碳的形成牵涉到许多土壤微生物学过程及其强度的解释与阐明, 目前这方面研

究已逐漸受到國內外土壤微生物工作者更廣泛的注意。在討論土壤中微生物學過程的一部分，將土壤中的病原微生物與其防治以及有機肥料都詳細描述各成一章，這也是本書編寫的特殊之處。

值得指出的、講述較深入而有獨特見解的部分，還有以下幾點：第二章中對土壤微生物研究方法改進的歷史分析，第四章對有機殘余物分解的微生物作用，第六章中對腐殖質的分布、作用及研究方法的介紹。這些問題都有較細緻的講解與分析。但是也應注意，對於瓦氏的腐殖質形成的學說，蘇聯學者科諾諾娃曾提出許多不同意見予以分析批判（見 M. M. 科諾諾娃著“土壤腐殖質問題及其研究工作的當前任務”，科學出版社，1959 年出版）。

雖然瓦氏的這本書中有許多獨特的優點，但是由於資本主義社會的環境條件，以及各種資產階級唯心主義的非辯證唯物主義思想對自然科學發展的影響，致使這本書存在著一定的缺點。

全書對以蘇聯為首的社會主義陣營國家的最近幾十年在土壤微生物學方面的成就反映得很少，僅只介紹了少數俄國及蘇聯科學工作者的工作，因而也限制了本書內容的進一步充實，這一點也表現在作者前后期著作的內容中。這兩本出版期相差近 30 年的參考書中，內容改進並不算多，而這期間卻正是蘇聯土壤微生物學蓬勃發展的階段；這種情況當然也反映了資本主義國家土壤微生物學的發展在最近幾十年中是相當微弱的。此外，書中還包括著一些錯誤的論點應予以批判。例如在第一章中談到了戰爭中的微生物學家的工作，表面上雖然宣揚著資本主義國家的科學工作者為祈求和平、減輕人類的痛苦而努力，並要找出方法對付毒氣和細菌戰，而實際上，我們在抗美援朝戰爭中，已經深切地理解到美帝國主義者怎樣對中、朝兩國的和平居民大規模地施用細菌戰，並且其中也正有瓦氏的同僚積極參加著禍害人類的罪行。又例如在第四章的開端，為講明物質的循環，引用了聖經中的一段話，這也正表明作者對物質轉化的理解只是在循環論的基礎上體會到的，這實際上也表現出了資本主義國家學者的通病，是在否認土壤發展和土壤肥力不斷提高的基礎上，用形而上學的观点來理解物質轉化的生物學實質。

此外，書中的某些資料，特別是與農業生產實踐有關的土壤微生物學資料的應用，是值得慎重研究的。由於資本主義國家的許多科學工作顯著脫離生產實踐，科學資料中的一部分並沒有廣泛生產實際的基礎，只是盆栽或試驗室內脫離自然條件的小器皿中的試驗結果，因此對反應真實生產情況已感不足；如第一章中指出用微生物的測定反映土壤潛在肥力並未成功，實際在我國和蘇聯已經證明，如果正確地廣泛應用生產中的資料和微生物分析結果，是可以利用某些微生物來協助判斷土壤肥力的。

书中最后几章曾談到固氮菌和菌根菌的作用，作者认为它們的增产效果仍属于臆測和推論的問題。但是在我国和苏联的生产实践中已經証明，这些微生物在若干情况下能發揮积极作用，并有肯定的增产效果；当然它們起良好作用的原因和控制它們發揮更进一步作用的条件，則尚須进行更細致的研究。也正是由于同样的原因，而表现在第十一章“高等植物和土壤微生物”及第十五章“微生物和土壤肥力”的讲解方面，虽有某些独到之处，而总的叙述在現有学术水平上方面則是不全而并且是不够深入的。同时全书中完全略去了細菌肥料等問題而未談。上述的一些缺陷，只能由我国已出版的各种有关土壤微生物学的著作或翻譯苏联的书籍来补足。

书中也有些問題討論的結論，与我国目前常用微生物学书籍中的看法出入較大，例如第三章提到菌根真菌的孢子在人工培养基上不能萌发；第六章中提到纖維分解細菌不能产生类似腐殖質的物质；第十四章中提到綠肥的作用只是供給有效氮和二氧化碳，而不能作为腐殖質来源等等；这些类似問題則有待生产实践和科学研究工作的进一步闡明与确証。

最后应說明的是：我国土壤微生物学工作，自 1954 年夏，中国科学院在北京召开土壤微生物学座談会后，就明确了这門科学发展的方向与目标，在党和政府的领导及关怀下，土壤微生物学在短短几年中已获得空前蓬勃的发展，許多方面都取得了一定的成就，并在实践中起了应有的作用；例如深翻施肥对土壤微生物区系的影响，水稻土微生物区系的闡明与控制，根瘤菌、固氮菌、磷細菌、抗菌素等的研究及广泛应用，堆肥微生物学过程的闡明及控制等。讀者在閱讀这本“土壤微生物学”时，应結合国内情况具体吸收和掌握这些有关知識。

姜 隆 后

于北京农业大学土壤农化系微生物学教研組，1959 年 10 月。

序 言

这是一本讲土壤中生物的书。土壤在我们的脚下,我们栽培的和野生的植物都生长在土壤上,它们需要的大多数养料是从土壤中得来的,这些植物的物质又供应动物(包括人类)的食品。本书谈到土壤中不断进行的许多有微生物参与的生物、物理和化学过程。如果地球上没有土壤微生物,生命将会迅速终止。

土壤不是纯粹由岩石的物理风化和化学风化形成的碎屑构成的死的体质;它是由于植物和动物残余物分解而形成的或多或少均一的一相系。其中有无数的生物。许多生物是在土壤中渡过它们全部的或者部分的生命,这些生物包括超显微镜的过滤性病毒和噬菌体以及显微镜的细菌、放线菌、真菌、藻类原生动物、和一些低等动物(蠕虫、昆虫和轮虫),其中许多生物是肉眼可以看见的,并且辨别得出来的。这些有机体(包括活的和死的有机体)与它的分解产物(如二氧化碳和有机酸)和岩石组成成分相互作用,形成土壤。由此,土壤获得一些独特的性质,使它成为适于植物和动物生活的基质。

本书的目的,是探讨土壤中微生物的本质和它们的大量存在,综述微生物在土壤过程中所起的重要作用,并且尽可能指出微生物和土壤肥力(包括植物营养与作物产量)之间的关系。我也尝试指出:在土壤微生物学领域内,一些较有希望的发展方向,并且提出一些将来研究可能的途径。

本书广泛讨论下列问题:土壤微生物群、土壤一般植物区系和动物区系以及这些微生物之间的相互关系;植物与动物残余物的分解和腐殖质的形成;植物生长需要的各种主要元素的转化;土壤微生物学在其他科学的领域内、特别在土壤形成与植物营养上的一般应用。本书不是当作参考书而是当作教科书来编写的,不准备列出完整的参考书目。只在每章之后,提出学生和一般读者现在能找到的、较重要的英文文献和书籍供参考,来简明介绍有关每章中讨论的问题和土壤微生物学研究的各方面的文献。

本书是按照以前出版的下列两本书中的一般体系编写的:“土壤微生物学原理”(威廉和耐尔克斯公司,第一版,1927;第二版,1932)和“土壤与微生物”(约翰威莱与父子公司,1931)。由这些较早的出版物中,引用了大量的原文、表和图解。因此,本书可以看作是这些较老著作的进一步产物,它的内容介于上述两本书之间,因为其中

一本書比較詳盡,另一本書則較扼要,甚至較為簡明。

作者在準備編寫本書時,沒有企圖包括定居在土壤中的微生物對象的細節,或者它們可能引起的各種過程,或者它們在土壤肥力上的重要性等問題。讀本書的一些讀者,會發現這些問題的某些方面只輕微地加以描述,相反,對另一些方面討論得很詳盡。不過,在本書中,下列一些大的問題是包羅的:土壤的微生物羣的綜合體和它們在土壤肥力方面與植物生長方面的作用。然而我的意圖對這些問題也只是提出一個廣闊的輪廓,因此,甚至可以說本書可以看作是一本土壤微生物學的哲學。在每章之後列的參考書和論文,可以補充本書的不足,並且指示熱心擴大本書中的知識領域的讀者,來知道關於土壤微生物問題的各個方面的知識的另一些來源。

塞爾曼·阿·瓦克斯曼(Selman A. Waksman)

新不倫瑞,新澤西 1952 年 6 月

目 录

代 譯 序	i
序 言	iv
第 一 章 历史	1
第 二 章 土壤微生物羣	18
第 三 章 土壤中存在的特殊微生物	38
第 四 章 土壤和堆肥中的植物和动物殘余物的分解	65
第 五 章 腐殖質：性質和形成	85
第 六 章 土壤有机質的分解和二氧化碳的释放	102
第 七 章 土壤中氮素的轉化；硝酸盐的形成和硝酸盐的还原	114
第 八 章 非共生固氮作用	131
第 九 章 共生固氮作用	143
第 十 章 微生物对土壤中矿物質的轉化	159
第十一章 高等植物和土壤微生物	170
第十二章 土壤微生物的共栖作用和拮抗作用	181
第十三章 土壤中病原微生物及其防治	196
第十四章 厩肥、堆肥和綠肥	211
第十五章 微生物和土壤肥力	224
第十六章 土壤微生物学的最近发展	233
索 引	239

第一章 历史

在微生物学萌芽的时候,人类已经认识到土壤中定居着活的微生物羣,它們在土壤中引起无数的作用,这些作用在许多方面影响着人类的生命和经济。微生物在土壤中引起的某些作用,是很有益处的,例如破坏进入土壤中的各种死的植物和动物残余物;另一些作用对植物和动物的生命是有危害性的,例如某些微生物的发育,成为许多植物和动物病害的可能来源。在近年内,我们对普通微生物、特别是土壤微生物在自然界中生命循环中的影响的知識,已经有很大的进展,现在已经能够体会到这些微生物在物质转化中的作用和它們在土壤过程与植物生长中的重要性。

几十年前,在化学家、植物生理学家、农学家和微生物学家之间,曾经发生过一番論战,他們爭論的焦点集中于微生物在下列过程中起着甚么作用:物质分解作用或“发酵”作用,以及一些自然界中发生的其他重要过程,例如豆科植物对它的谷类作物后作的作用。

化学家可以拿 J. 李比西(Justus von Liebig)以及柏則里阿斯(Berzelius)和沃勒(Wöhler)为代表,他們主张当糖和其他有机质分解时,产生的二氧化碳的循环是純粹化学反应,称之为“腐化过程”(fermentation)。李比西曾经写道:“所有植物和植物組織在死亡以后,经过两个分解过程,其中之一称为发酵过程,另一过程称为腐敗或腐烂过程。腐敗是一个緩慢的燃烧过程,就是植物的可燃部分和大气中的氧結合的过程。”柏則里阿斯相信酵母不是生物,而和鉍酸盐沉淀一样,是一种非晶质的化合物,这些化学家輕視生物学家的实验,认为这是一种无謂的、不科学的工作,他們把发酵作用视为一种神秘的接触力。

植物生理学家可以以仲馬斯(Dumas)与包桑哥尔特(Boussingault)作为代表。他們对微生物在自然界生命循环中的作用也缺乏認識。他們认为参加这种循环的,只有活的生物即动物与植物。他們写道:“空气輸送给植物的东西,植物将它轉让与动物,而动物又把它归还给空气,这是活跃而显著的无穷循环,不过是物质改变它們的位置而已”(有机体的化学)。这样看来,物质被认为植物和动物体間的变化状态。

微生物学家巴斯德(Pasteur)強調微生物在自然界中的有机质转化过程中的作用。他証实了下列問題:除开植物与动物以外,还有第三类生物即微生物参加生命循环,它們引起植物和动物残余物的矿质化作用,并且把这些元素轉变为活的植物生长可

利用的形态。

自从巴斯德和其他学者对微生物学这门新的科学做出一些贡献的时期起,这门科学逐渐分为两个明显的部门:医学的和生物化学的,它们的研究往往互相吻合,当然也常常相互分歧。他们对微生物在自然过程中所起的作用的看法,可以总结为下列几点:

1. 将微生物视为病原。把微生物的作用看作引起疾病的原因,在微生物学中分出了一个部门,经常称为“医学细菌学”、“医学真菌学”和“植物病理学”。它们研究人类和其他动物以及植物致病、感染与传染的原因。这些新获得的知識,在我们公共卫生和疾病的全部概念中引起了革命。

2. 将微生物视为化学试剂。微生物的化学作用的研究,引起微生物的生理学和生物化学的发展。由于微生物大量应用于人类活动的各个不同部门的结果,而出现了下列名称:“牛乳细菌学”、“土壤微生物学”、“污水细菌学”、“食品微生物学”和“工业微生物学”。这些科学建筑在应用和实际利用微生物的活动的基礎上。它们也研究着自然界生命的循环,特别是研究微生物引起的许多分解过程,在这些过程中,释放出有利于植物和动物生长的产物,或者是生长必需的物质。这样得到的知識,在许多

农业实践中,引起了革命。并且在工业发酵、化学药物或抗病物质的制造中,发明了许多新的制造过程。

巴斯德肯定了这样的事实,认为微生物对有机质的分解作用,不只是决定于微生物的性质,而且也决定于这过程发生时所处的环境条件。在有氧的情况下,或者在好气条件下,碳水化合物可以完全破坏,形成二氧化碳。在无氧的情况下或在嫌气条件下,碳水化合物只进行不完全的分解,形成醇类、有机酸和某些气体如氢、甲烷和二氧化碳。后面这个过程是由于“不需要空气的生物”活动的结果,称之为发酵作用,但应用这个名词时,认为完全是微生物的活动,往往十分不正确。



图1 J. 拉威斯(John Lawes)建立了罗桑斯提德实验站,在这实验站中,土壤肥力的实验连续进行了一百年以上。在这个机构内,进行了土壤微生物的基础研究

土壤微生物学的概念

当认识了土壤中细菌、真菌和其他微生物所引起的许多过程以后,在微生物学中逐渐分出一个部门,称为“土壤微生物学”。土壤微生物学研究土壤微生物群、它们在土壤中发生的各种转化过程中所起的作用和它们在植物营养与作物生产上的重要性。这不仅要计算土壤中定居的微生物的数目并进行分类鉴定,而且要测定它们在土壤中活动的情况,特别是要测出土壤中出现有机质的分解作用,或者要找出引起氨化作用、硝化作用、固氮作用和许多其他转化作用的微生物进入土壤中的途径。这样看来,土壤微生物学家要进行分离、鉴定和描述土壤中存在的重要微生物类型,并且同样也要注意各类微生物在复杂自然基质中产生的物理和化学变化中所起的作用。

土壤微生物学逐渐分为四个明显的方面:

1. 生态学方面。研究显微镜的和超显微镜的土壤微生物群的数量和组成的组成。

2. 实验的或生理学的方面。研究微生物的生理与生物化学,研究它们在自然界的生命循环中的作用,以及利用它们形成有价值的新陈代谢产物。

3. 农业方面。将微生物学活动应用于土壤肥力和作物生产。

4. 土壤方面。研究微生物在土壤形成和土壤结构上的重要性。

从经济价值观点来看,定居在土壤中的大量微生物,有一些类型对植物和动物的生活是有用的而且是很重要的;它们参加有机残余物的分解,释放出可利用态的营养元素,象各种元素和化合物的许多其他的转化作用一样,是地球上生命延续所不可缺少的。另一类定居土壤中的微生物,在经济上也是重要的类型,它们伤害植物和动物的生命;有的是直接伤害和破坏高等生物,也有的是间接的将某些化合物转化为危害

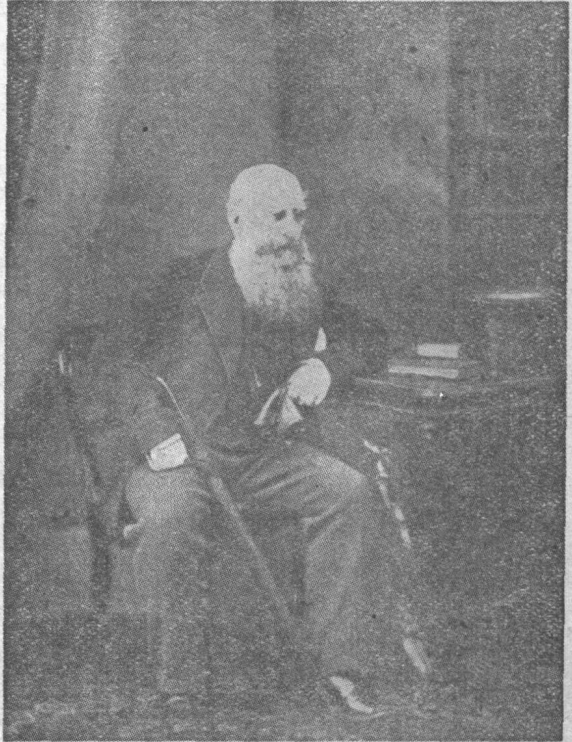


图2 H. 吉尔伯特 (Henry Gilbert), 罗桑斯
提德实验站的第一位化学家

生命过程的物质。这样微生物就是许多植物的和动物的病原菌，它们永久或暂时在土壤中定居。



图3 J. B. J. D. 包桑哥尔特，在19世纪前半叶对农业化学和生理学开始一些最广泛的研究

在近二个半世纪以来，我们已经逐渐累积了有关土壤微生物群以及它们在地球上生命延续上的重要性的知识。但是，它作为生物学中的一个重要部门而迅速发展却是最近75年中的事。各部门研究者对它的发展是有贡献的。

医学细菌学家们注意到土壤是病原菌生长和寄居的基质。农业化学学家注意对栽培作物生长有重要作用的由微生物活动引起的土壤过程。普通细菌学家、植物学家和动物学家对寻找土壤中的某些特殊的微生物类型发生兴趣，是因为他们从理论或者从实际利用的观点出发，研究微生物学中的一些特殊问题，如近来产生抗菌素微生物的研究。最后则是土壤微生物学家，不论实际的应用，或是企图解决一定的实际问题，展开了土壤微生物群的正式研究，这样也就开始发展了土壤微生物学。

土壤微生物学的开始(?—1860)

虽然土壤微生物学开始建立，一方面是由于农业实践的需要，另一方面是由于植物营养和土壤中物质转化的知识日增，但是在古希腊、罗马学者与中世纪自然科学家的著作之中，已经可以找到许多有关土壤微生物的参考资料，其中谈到在土壤中有一些微小的、活的有机体，它们在各个方面影响我们的生活以及我们栽培的植物与饲养的动物。

一般认为历史上第一次提到土壤中可能存在直接影响人们生命的显微镜微生物的是一位罗马作者，他谈到沼泽中滋长着一些微小动物，它们由空气而传染，引起人们的疾病。大约在公元前60年，哥卢麦拉(Columella)曾经写道，由沼泽中喷出一股“有害的并具有毒性的水气”，滋长着一些“带有毒针的动物”，因此“往往传染着神秘的疾病，甚至医生不能正确理解产生这种疾病的原因”。

在土壤中真正观察到土壤中有微生物存在的，是1671年，A. 克申尤斯(Athanasius Kircheus)的报导。他写道：“在空气、水和土壤中定居着许多昆虫，这是确实的，

因为用肉眼都能辨别得出来;人类也已知道蛆是在腐败的物体上形成的;但只有在显微镜奇异的发明以后,才知道在所有腐败的物体上,聚集着大量肉眼看不到的蛆。假如不是多年的重复实验,我自己也决不会相信这情况。”他注意到在一座房屋附近的沼泽地中,发生下列现象:“如果沼泽地变干,某些肉眼不能看到的显微镜动物由口腔或鼻腔进入身体内,传播离奇的疾病。”

在这篇报告发表以后,不久就出现了“细菌学之父”V. 列文虎克 (van Leeuwenhoek) 的经典研究*。他利用他的至今仍很著名的显微镜观察各种不同的物质,发现有“显微镜动物”。这些动物被发现存在于雨水、牙垢和其他物质中。

在以后一百年中,对自然界发现的细菌和其他微生物进行过各种研究,但主要是随着显微镜发展而进行的,只确定了细菌的大小和形状,并且尝试了进行初步的细菌分类。虽说逐渐建立了低等有机体和高等生物即植物与动物之间的重要联系,却完全没有提及微生物的活动以及它们在自然过程中的作用,或仅是纯理论的探索。

这点用土壤中和堆肥中形成硝酸盐的详细的知识就足以说明。在法国大革命以后,法兰西共和国被英国海军封锁,不能由印度进口硝酸盐,于是,法国农民利用廐肥制成堆肥,来累积硝酸盐。由这些事实看来,已经很了解在累积硝酸盐时,其中包含有生物过程。可以明显看出,在硝化细菌被分离出来的差不多一世纪以前,已经对于它们的活动和重要性有良好的估价。

在19世纪中叶,虽说廐肥的分解或“发酵”过程的真实性几乎没有什么了解,但是已经肯定,廐肥只有经过分解或“发酵”以后,才会变为植物的营养物质。当时纵使认为产生氨和放出热是廐肥分解的第一阶段的两点明显的特征,然而这两点特征到现在才认识到是微生物引起的蛋白质分解和能量的转化的重要方面。

一直到普通的系统细菌学出版以后,我们才开始有系统的土壤微生物的知识。在1836—1839年,有几种明显的贡献,间接有助于了解土壤微生物的活动,在这些贡献中,首先是微生物在有机质的分解和形成酒精与酸作用方面的仔细研究。在士万(Schwann)和卡纳尔德-拉陶尔(Cagniard-



图4 G. J. 穆尔德(G. J. Mulder)曾
经详细研究过土壤有机质或腐殖质的化学
及其在土壤肥力上的作用

* “列文虎克发现的自然界秘密”一书于1695年出版——校者注。

Latour) 的著作中, 认为酒的发酵和其他“腐败过程”, 是由于活的有机体所引起的。不久曲津(Kützing)于 1837 年发表了关于醋酸形成的著作。在 1841 年, 包朗(Boutron)和弗勒繆(Fremy)曾经研究由糖形成乳酸的过程; 在 1844 年, 彼劳泽(Pelouze)和吉莱斯(Gelis)曾研究在嫌氧条件下丁酸的形成作用; 在 1850 年, 米特舍里奇(Mitscher-

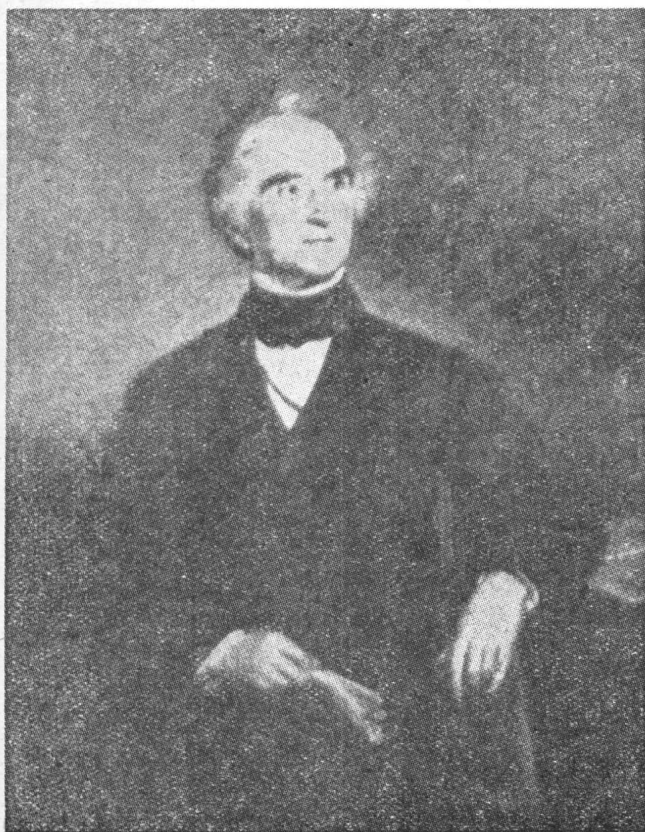


图 5 J. 李比西在土壤过程和植物营养的知识中, 提出了一些基本理论

微生物在分解尿素和其他含氮物质中的作用, 这些物质的分解, 是土壤与堆肥中的植物与动物残余物腐烂时的很重要的过程。

lich)曾细心研究微生物对植物细胞壁的分解作用。

虽然在 1843 年米特舍里奇曾强调指出两个已经知道的分解过程: “发酵过程”和“腐败过程”, 并且认为这两类过程是由不同类微生物所引起的, 第一个过程是由酵母菌所引起, 第二个过程是由弧菌所引起, 但是一直到 1857 年, 巴斯德才详细阐明嫌氧细菌不需要大气中的氧而生存的嫌气生活的原理。这两位学者清楚地指出了微生物、特别是细菌在土壤中许多最重要过程中的作用。米特舍里奇强调指出了细菌在分解碳水化合物中的作用。巴斯德指出细菌和其他

土壤微生物学的奠基(1861—1890)

大约在 19 世纪中叶, 已经清晰划分出了三个明显的生物学过程, 并且其中部分内容已经弄明白。这些过程是有机质的分解作用、硝化作用和固氮作用。

业已知道, 由分解的有机质可以形成腐殖质, 腐殖质是土壤肥力中一个基本因素。某些研究者认为腐殖质只是一种中间产物, 而不是植物的养料。化学家相信有机质徐徐分解是化学的氧化作用。但在沃尔努(Wollny)和其他学者的著作中, 最后

很好地解释了这些过程的微生物性质。

在 19 世紀和 18 世紀,已經知道土壤中硝酸盐的累积是有机质分解的结果,但是只有包桑哥尔特和什洛辛格(Schloessing)把这些过程与土壤肥力联系起来,这样开始系统地研究硝化作用,对我们在土壤微生物过程方面的认识有重要影响。

古代罗马人已经知道利用豆科植物可以使土壤变肥。柏塞洛特(Berthelot)首先认为固氮作用是由非共生细菌完成的。这些在硝化作用、固氮作用中考虑到的细菌并没有分离出来,直到 19 世紀末才分离出来。

这样看来,细菌学家、化学家、植物生理学家和农业化学家的工作,对土壤中生命的循环的了解作出了一些贡献,并且奠定了土壤微生物学的基础。发现了在土壤中有丰富的微生物、特别是细菌,它们担负着土壤中许多物质的转化作用。

例如,可以指出令人注意的,是克特(Kette)的工作,在 1865 年,他强调指出了土

壤中加腐肥的重要性,因为腐肥不能以含氮的无机化合物和矿物或纯粹植物物质来代替,在这些物质中缺乏“真正的弧菌发酵作用”。

R. 科赫(Robert Koch)在 1881 年介绍利用明胶平板来研究细菌,奠定了系统研究土壤微生物的基础。后来迅速利用琼脂代替明胶,作为细菌培养基的凝固剂。继科赫之后,一些医学工作者更注意研究和公共健康与卫生有关的土壤微生物,而对它们在土壤过程中的作用则少注意。他们只研究了不同土层中可以在明胶平板上发育的细菌与真菌。却认为不能在明胶平板上发育的任何微生物是不重要的。研究土壤中的特殊细菌,其主要目的在于确定土壤中是否存在病原菌。这样一来,促使了纯粹培



图 6 L. 巴斯德确定微生物的作用是疾病与发酵的形成因子

养技术发展,这对細菌学是一项重要的贡献,并且对研究土壤細菌有着显著的效果。



图7 F. 科恩 (Ferdinand Cohn)
奠定了細菌 (包括土壤中存在的許多細菌) 分类的基础

养法。 这种方法是利用一种含有特殊营养的选择培养基,其目的在于刺激特殊細菌的发展,从而在純粹培养基上,将这种細菌分离出来。这种方法曾經被許多細菌学家、特别是維諾格拉斯基 (Winogradsky) 所利用,結果分离出許多和重要的土壤过程有关系的微生物。这个方法对解决土壤微生物学中几个重要問題有很大贡献。

在許多土壤微生物学过程中,没有一个过程比豆科植物引起的固氮作用更为重要。对这个問題这样認識,有一段重要历史背景,可以分为下列几个阶段: (1) 早在羅馬的时候,已經知道豆科植物能使土壤变肥; (2) 包桑哥尔特在 1838 年曾經強調指

巴斯德研究污水淨化时,于 1862 年曾經提出硝化作用是由于細菌的活动。什洛辛格与梅茲 (Müntz) 曾发现污水极緩慢地经过砂和石灰层时,最初,污水中的氨沒有受到影响,但是經過 20 天以后,氨轉变为硝酸盐,所以后来氨全消失,而发现那里出现了硝酸盐。当污水中通过少量三氯甲烷蒸气时,这个过程則完全停止;当三氯甲烷除去以后,加入小量土壤悬浮液,这个过程又重新开始。这样就确定了在硝化过程中,有“活的发酵物”起着作用。

貝叶林克 (Beijerinck) 提出了一种丰富培



图8 R. 科赫介紹以明胶平板法計算土壤細菌量,对微生物学还有其他重要贡献