

植物病原菌

ZHI WU BING YUANJUN

的生物防治

DE SHENG WU FANG ZHI

〔美〕K.F.贝克 R.J.库克
兰斌 王朝琪 译



农业出版社

植物病原菌的生物防治

〔美〕 K. F. 贝克 R. J. 库克

兰 斌 王朝琪 译

刘汉文 校

农 业 出 版 社

Biological Control of

Plant Pathogens

Kenneth F. Baker

R. James Cook

with a Foreword

by S. D. Garrett

W. H. Freeman and

Company

植物病原菌的生物防治

[美] K. F. 贝克 R. J. 库克

兰 斌 王朝琪 译

刘汉文 校

农业出版社出版(北京朝内大街130号)

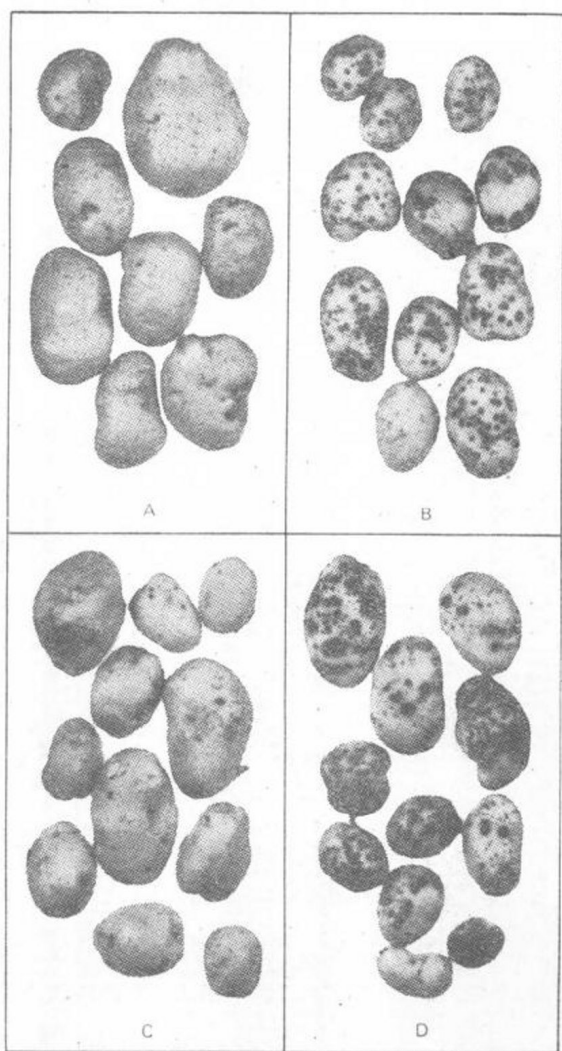
新华书店北京发行所发行 天水新华印刷厂印刷

850×1169毫米32开本 14.25印张 367千字

1984年4月第1版 1984年4月甘肃第1次印刷

印数 1—5,500册

统一书号 16144·2686 定价 2.95 元



抑制病原菌的土壤中的拮抗性微生物群落可以成功地转移到致病土壤中去的第一次证明。种植于感染过普通疮痂病菌 (*Streptomyces scabies*) 的土壤中的马铃薯代表性薯块。A. 仅为抑制性土壤。B. 经过高压灭菌的抑制性土壤。C. 致病土壤 + 1% 的苜蓿粉 + 10% 抑制性土壤。D. 致病土壤 + 1% 苜蓿粉 (引用 Menzies, 1959)。

序

这是以整个篇幅讨论植物病原的生物防治的第一本书；更有意义的是，也许它是对这个广大而日益扩展的研究领域给予充分的公正评述的第一部长篇著作。现在要向植物病理学家说大多数的植物病害是病原菌以外的微生物，有时是寄主植物以外的大生物体感染的，那是老生常谈。在不到半个世纪以前情况还不是这样，我活了偌大年纪，曾经见过这样的事情：在植物病理学中昨天还是最重要的发现，今天却已陈旧了。这个深刻的重要的体会是从十九到二十世纪末期得到的。对于研究土壤病害的病理学家自然影响最大，原因很简单，因为土壤是陆地微生物最宽敞、最适宜的生活环境。然而，正如作者在本书中所证明的，不论是研究种子传播病害的还是研究空气传播病害的病理学家，无一不考虑病原菌以外的微生物。

无独有偶，我这里还要重弹一个老调：科学的所有分支都有基础和应用两个方面，可是这两方面学科的发展程度从一门到另一门变化很广。植物病理学从来就是一门实用科学，是以研究田间发生的病害为根据的。这并不是说，这个学科没有基础这一面；一些学术上颇有名望的病理学家耗费自己的一生同大田的接触，并不比他们从实验室窗口无代价地去观察更多些。但是为了写一本关于植物病害防治的著作，不仅需要植物病理学以外的知识，而且对于建立在长期而广泛的田间经验基础上的作物生态学和作物栽培学的透彻了解也是同样重要的。我和Ken Baker和Jim Cook是老相识了。我认为要写这样一本书，在第二方面正

如在第一方面一样，再没有比他们二人更合适的了。确属如此，他们的不少叙述是以个人观察为根据的，在阅读本书时我颇感愉快。

研究土壤和别处的细菌生态学的学科是科学的一个纯基础分支，而作者在强调指出细菌相互关系的复杂性时，并未过分悲观，就是在对这种复杂性是否能完全了解表示某种怀疑时，也没有过分悲观。但是他们却指出科学用于实践的捷径不但是可能的，而且是必要的，我也同意他们的这个见解。科学史上有大量事例表明，达到一个目标有合理设计方案的研究者常常会被另一个善于利用偶然性的和计划外的观察的研究者所超过。

关于这本书我想要说的最后一点，实际上从我说过的关于除病原菌以外的其它微生物对植物病害的发生和发展具有广泛影响这个意思中可以推知。这个观点不仅贯穿这本书的全书，而且正如我们今天所知，贯穿于整个植物病理学中。因此可以说，这两位作者在写生物防治这本书的时候，同时也写了一本关于一般植物病理学的有启示意义的书。这本书之所以具有启发意义，因为作者对于这样一个复杂而困难的课题考虑得比其它很多人都要深刻。开始专业活动的植物病理学家们，在这本书中将会发现大量组织得很好的资料。我还认为那些知道或应当知道本书所述大部分资料的和我同年的读者们，在读完本书后将会得到更多的知识。在读这本书时，我显得老而不中用了，但是我相信从这里我会变为一个聪明有用的人。对于一本书人们还能要求些什么呢？

S.D. Garrentt

1973年7月

前 言

本书献给那些对植物病原菌的生物防治这一生物学知识科学研究方面或这一吸引人的新领域感兴趣的人，献给那些希望把这门科学用于农业实践的人。本书供阅读用，所以无意求全。第一届（1963）、第二届（1968）、第三届（1973）关于测定土壤中植物病原菌行为诸因素的国际讨论会会议文集中包括有这方面的文献。

由于篇幅所限，用于说明生物防治的例子不多。我们认为详细地说明这样一些例子并反复提及这些熟悉的例子，比每次都引用新的例子要更好些。选用的例子是大量可采用的例子中最好的。通过索引可查得这些病害的每一种病害的相当完全的叙述。

细心的读者会发现，我们从公开发表的材料中得出的结论往往与其它评论者的结论不同。虽然这在新的研究课题中是预料到的，有助于广开思路，但是在多数这样的情况下，我们还是同原研究者就我们的解释交换过意见。书中所表述的观点都是我们经过深思熟虑的判断。

全书各部分主要都是关于地下病原菌的生物防治，加进气生部分一章的目的是，鼓励大家通过土壤-空气界面交流意见。每个部分都公正地对已发表的著作作了描述，但据我们看来，这并未表明实际的潜力。

我们认为生物防治确实在起作用，而且可对现存的很多问题提供合理的答案。我们不是为这个信念辩解。用E. Minkowsky的话说，我们“在这里提出了一个主观性的作品，然而这是一个

全力争取客观性的作品”。

我们并不自称已经发展了一个独特的观点，虽然在一些人看来它似乎“走得很远了”。我们包括G.Evelyn Hutchinson都认为“一种思想重要的是在于它的丰富，而不在于它的独创”。如果本书能激励某人再度尝试生物防治，能向某人提供新的研究途径，能引导某人走出实验室到有线索可寻的有用武之地的田间去，或者那怕是能刺激某人进而证明我们的错误，我们都会感到满意的。这些效果如果一个也不能达到，它仍将是在一个重要的生物学新领域里所进行的一次值得的和快意的思考锻炼。

Kenneth F. Baker

R. James Cook

1973年8月

目 录

序

前言

第一章 生物学平衡	(1)
生物世界	(3)
成功的寄生物的特性	(7)
生物相互作用的类型	(8)
人——平衡的破坏者	(17)
变化的前景	(23)
第二章 什么是生物防治?	(27)
与生物防治有关诸因子	(29)
植物病理学家关于生物防治的定义	(46)
植物病原菌和昆虫的生物防治比较近似	(47)
应用生物防治	(48)
第三章 植物病理学中的生物防治	(51)
植物病原菌的生物防治的进展	(52)
习居拮抗体	(58)
引进拮抗体	(59)
控制生物学平衡	(61)
第四章 生物防治实例	(65)
习居有机体的生物防治	(65)
引进有机体的生物防治	(95)
寄主抗病性	(107)
防治蘑菇的有害霉菌和病原菌的生态学控制法	(108)
第五章 用拮抗微生物进行生物防治的研究法	(117)

选择土壤作为拮抗体来源	(118)
全部土壤的拮抗群体	(120)
个别拮抗体测验	(131)
琼脂培养基中拮抗体的假定测验	(139)
土壤中的测验	(143)
测验混合拮抗体	(144)
行动计划	(145)
第六章 病原菌在生物防治中的作用	(147)
病原菌能战胜拮抗作用的途径	(147)
休眠期中的弱点	(161)
腐生生长中的弱点	(173)
能够造成病害的土传致病真菌的群体	(175)
病原菌对拮抗体的刺激	(179)
用改变性比的方法防治线虫	(182)
病原菌的相互作用	(183)
第七章 拮抗体在生物防治中的作用	(188)
腐生有机体的生物学效能	(188)
拮抗体的种类	(191)
拮抗作用的类型	(203)
理想的拮抗体	(221)
应用与病原菌有关的无毒有机体接种	(225)
土壤的再感染	(227)
通过习居拮抗体进行生物学缓冲	(228)
第八章 寄主在生物防治中的作用	(240)
根的动态	(241)
根际的物理和化学特性	(248)
根渗透与根际效应	(253)
土壤的耕作史与土壤中的微生物学平衡	(263)
植物的残体	(267)
作为接种体储主的寄主	(271)
寄主抗性	(275)

诱捕植物、诱饵植物和抑制性植物	(282)
第九章 物理环境在生物防治中的作用	(284)
通过寄主起作用的环境	(284)
病原菌休眠期间起作用的环境	(293)
病原菌生长期间起作用的环境	(304)
利用环境进行测报	(311)
利用环境促进生物学平衡	(315)
生物学和化学的综合防治	(324)
第十章 地上部分的病原菌的生物防治.....	(329)
地上部分的微生物	(330)
地上部分的病原菌	(335)
向外部表面渗出	(352)
附生植物的自然传播	(354)
评论	(354)
第十一章 生物防治向何处去?	(356)
病原菌生活史中应用生物防治的时期	(358)
农业生态系统与生物防治的关系	(369)
应用、活化或辅助拮抗体	(371)
拮抗体的大规模生产	(378)
综合防治	(379)
第十二章 为什么要进行生物防治?	(383)
生物防治在植物病理学中的作用	(383)
后记	(387)
引用文献.....	(390)

第一章 生物学平衡

我们研究大自然就是要将它驯服。如果我们能适应地球这个行星，并且是感激地而不是怀疑地和粗暴地看待它，我们生存下去的可能就会更大一些。

——E. B. White

这本书开始计划成书的时候，人类已经成功地完成了月球旅行这一证明人类有能力解决千万个细小问题并把答案汇合成一个巨大成就的典型表演。成千上万的人们为此而作的共同努力雄辩地证明，人类是能够理解和控制具有无穷变化的世界万物，只要他愿意这样作的话。这个成就包含着令人惊异的东西和意想不到的因素，这每一个因素都要作进一步的研究。

与对星际空间的这种成功的探索相比较，成为讽刺的是，人类对自己脚下踩踏的并在漫长的进化过程中哺育着人类的土壤此时却了解甚微。诚然，许多科学工作者在各地研究土壤，并正在取得显著进展，但对土壤中无数生物的生态学的基本奥密还缺乏全面的分析。人类连一个小土块中微生物的总名录都弄不清楚，更不用说了解它们彼此之间的相互关系以及与它们所处的物理与化学环境之间的相互关系了。人类对土地产物的依赖性使他们的注意力集中于这个地下世界对作物的影响，而不注意其本身各种因素的相互作用。此外，生物所呈现的情况比较制约生物的物理和化学定律要复杂得令人难以置信。因为一种生物有机体远远大于其各部分的总合，所以对它的完全了解仍然是遥远未来的事，

而了解它与其它生物有机体的相互作用更是遥远未来的事。

可是在一万年之久的农业史中，在种植亿万亩作物的过程中，人类已经发现很多这类相互作用的例子。在有文字记载的四五千年间，已经进行了很多这样的观察，而且对其中一些作过记载。大多数则一直被认为是理应如此而未作研究。注意不够的有下列情况：（a）一种病害在甲地不存在或无关紧要，但在情况类似的乙地则相当严重；（b）一种病原菌被广泛引进一个地区但不能定居；（c）一种病原菌在土壤中存在但不引致病害；（d）一种病害由于连续单作而稳定下降。对已知病害增长速度不同的土壤中的微生物进行比较研究是有益的。总而言之，人类似乎一直热衷于迅速杀死，而不大关心生物防治的比较复杂的研究工作。

人类由于污染环境——在土壤和水中积累对人类自身、对作物和牲畜以及对土壤微生物有害的化学残余物——大大缩小了他的选择自由。人类终于开始认识到，毒染环境不能达到持久的成效，因而逐渐转向“自然防治”，即恢复有利于作物的生物学平衡的方法。这个目标也许是难以达到的，但是有充分的理由证明这样作是正当的。提高作物产量以养活全世界人民大众的这一迫切需要，将会增加压力以求迅速奏效，也许不采用生物防治。这样人类就会面临进退两难的境地。如果借助通常的速效方法防治病害、虫害，结果引起的环境污染，很有可能减少而不是增加粮食的产量；如果采用生物防治，要达到必要的效果其作用可能太慢。这不是人类不能避免灾难而必须竭力设法恢复生物防治的又一证明吗？

近年来采用一种很有希望的无污染栽培法，提高了粮食的数量和质量，与生物防治并用，可提供采用生物防治所需要的时间。近期育成的半矮秆小麦第一次使这种作物施肥灌水的经济利用成为可能，从而极大地提高了产量。由此而得到较大收益，这使以前认为不经济的病害防治方法现在可以使用了。氨基酸含量

高的玉米品种的育成提高了这种重要作物的营养价值。抗病抗虫品种的培育也使产量提高。改良作物、~~精~~耕细作和有效地进行病虫害生物防治这三项措施的合理的结合使用，可提供必要的食粮而不致污染环境。

生 物 世 界

生物世界是生物群体处在动态平衡状态的一张巨大无边的相互作用网，反映着它们的物理环境和相互关系中的种种变化。这是各物种按照正常的周期变化甚或异常的周期变化发展进化的一种平衡，异常的周期变化对整个的网并无重大影响，因为其它成分的补偿变化维持着平衡。这与热力学定律相一致，是长期进化调整的结果。这里所谈每一个因子的周期变化与生物学总体平衡的关系，正如大海的波浪与潮汐和深海静流的关系一样，波浪是对外力的一种反映，并不影响深处海水运动的流势。

原始的单细胞细菌和海藻，据了解在三十多万万年以前就已生活在原始海洋中了。当在四万万年以前一些进化的植物侵入陆地之前，这些生物已发展成为相当复杂的有机体了。当高等植物的祖先还生活于温暖的海洋中尚未移居陆地并发展根系的时候，细菌和真菌可能已寄生在这些植物体上。

在过去五万万年的过程中，周围环境中已经发生了很多缓慢的变化，具有广泛的对气候有耐性的生物（蓝绿藻类、细菌）生存下来，没有多大变化，甚至一直生存到现在。在其它进化类型中，那些对变化条件有耐性的生物生存下来，而无耐性的生物逐渐绝种。对于那些度过了每一次巨大的气候变化的生物来说，都有争夺空间、养料或基质、光线和其它因素的斗争。能够生产代谢副产品（抗生素）以抑制某种生态位（ecological niche）的竞争者的生物有机体，正如那些能够促使部分或全部竞争者进入静止期的生物有机体一样，都具有一种优点。其中一些能在一年

中温暖潮湿时期有效地占据生境，而在冷凉干燥时期处于休眠状态。因而，生态位可能既存在于空间中，又存在于时间中。通过这样的方式，生物有机体发展了一个空间和时间上连续的相互作用系统。

这样一种状况保证最大限度地利用每一个小生境并发展联锁生态系统 (interlocking ecosystem)，使环境中的全部有生命因子和无生命因子结成一体，而外来的或新发展的生物在这种生态系统中将很难定居下来。这样一个系统据说是受生物学缓冲的 (biologically buffered)，能够抑制比较稳定的生物群落的个体之间和个体与其非生物环境之间的动态平衡，即生物学平衡。每一个有机体的变化不定的群体密度保持在一定的明显的限度以内。有一些外来植物在某种生境中确实生存下来了，这可能意味着这些外来植物比习居植物更适合于特殊的小生境，意味着这些外来植物的数量能够暂时地或永久地压倒习居植物，或者意味着这些外来植物能够以某种方式改变环境使之适合于本身的需要。可是，这通常表明，人类以某种方式打乱自然平衡，使环境对于外来植物比对于习居植物更为适宜。因而，J.R.Harlan 和 J.M.J.de Wet 给杂草下的定义是“在人类搅乱了生境中滋生起来的一种通常有害的生物。”

一种生物存在于一定的地点和时间的决定条件是：(a)它在此处的发展进化和被引进的情况，(b)适于它的发展的物理环境的存在，(c)有利它的发展的联合生物（共生生物、寄主）或其生存所需要的生物（寄生物的寄主）的存在，(d)能使它灭亡的有害生物（致病生物、害虫、拮抗体）受抑制或根本没有。一种生物的增殖将一直持续到生物环境或非生物环境所施加的限制正好抵销增殖率的时候为止¹。

1 本卷所述原理既用黑体字。这里所谓原理，就是对有助于综合有关事实和具有预见价值的基本问题或概论的扼要叙述，是概念而不是不可改变的定律。

野生状态的植物对其病原菌和害虫是适应的，它们生长于天然顺序或轮作的混合植物群丛中，也许正是这种情况为它们提供了防止根部病原菌的条件。具有不同寄生能力的微生物占据植物组织，这是很自然的现象，不应看作一定是有害于植物的。如果因为气候条件适宜，寄主植物异常丰富，寄生物可能大量增加，致使感病植物的数量减少；这样，寄生物的数量因其食物供应减少也随之减少。来自寄生物的压力形成这样的趋势，即选择那些由于突变和产生变异性而有抗性的植物。**环境对病原菌越适宜，而且寄主的选择压力越严格，则保持于寄主中的抗性水平越高。**相反，选择压力减小则有利于抗性差的个体的恢复。正如Odum（1971年）所说，“[寄生的]负作用，在比较稳定的生态系统中，相互作用的群体具有共同的进化史时，数量上有减少的趋势。”正因为如此，育种学家和病理学家，为了寻找作物对某种病原菌的抗性，从寄主的原产地取得特别适于病原菌的植物，在育种计划中使用。

有人提出（Chilvers和Brittain, 1972年），高等植物在天然生态系统中的强大的竞争种将会由于一种生态学反更新系统而保持平衡，这种系统包括两类专性寄生物，如真菌、昆虫或线虫。如果任何一种寄主增加，寄生物也可能增加，使这种寄主植物处于竞争的不利地位，从而趋向于恢复平衡。这样一个系统也有助于使寄生物保持低群体。

另一些平衡机制也在起作用。与某一病原菌有联系的微生物可以包括寄生植物或动物，它们同病原菌的关系基本上也是刚刚提到的关于寄主植物的那种关系。有些可能是有效性能源的竞争者，从而使病原菌的增加得到防止。另一些可能随着病原菌的渗漏物质而趋向旺盛。在某一真菌病原附近的选择压力有利于那些能加速菌丝体营养外流的微生物，或者是保持菌丝体营养外流的斜线上升（第七章），或者是产生代谢废物（抗菌素）以引起渗漏增加。这样的选择会削弱病原菌，减少其群体，因而加强平

衡。另一些微生物能产生某些可使病原菌进入休止、或休眠状态的物质，形成厚垣孢子、卵孢子或菌核，从而减少对寄主的侵害。因此，病原菌只有躲进寄主植物的组织中去或者进入休眠，才能逃避它的压抑者。

如果必然发生这样的偶然情况，即所有这些牵制和平衡都不能削弱某种病原菌的活动的話，那么寄主就可能灭亡，而为某种更能适应的植物造成有利的生态位。这样使病原菌的生活基质缩小，被迫腐生，或灭亡。对于许多生物来说，破坏自然界平衡的代价可能是过早死亡。

与空气环境相比，土壤环境实际上在各方面都比较稳定，这是很明显的，但是，土壤环境由于许多条件而可能发生缓慢的变化，这也是很明显的。一种因子或多种因子的轻微变化对土壤微生物可产生深远的影响，这也许是因为土壤微生物对这种比较稳定的生活环境逐渐适应的缘故。

一定的生态系统的有机体具有通过竞争继续选择适应性更好的个体的趋势。这样变化的结果有能力从一个异质可变的群体中选择最适于一定的生物和非生物环境的个体。可是，生物完全适应其环境的情况如果有过的話，也可能是极为罕见的。生物在经历着经常不断的适应性的选择。同时，环境也在稳定地经历着逐渐的变化，因而，生物永远不可能达到完全适应。结果形成一种灵活而又平衡的、复杂而又相互联结的、稳定而又起伏的平衡，这种平衡对变化有强大的抗力，而对外来有机体一般说来都不适宜。

这些较小的发展变化，或那些由环境变动而施加的变化，通常是缓慢地起作用的（在有限的地区有些变化可能立即起作用），并通过在遗传变异品系中的选择为生物调整提供时机，因而保持稳定的平衡。另一方面，人类导致的环境变化范围较大，而且只许以短短的调整时间迅速引进。这是问题的难点所在。此外，人类由于选择具有理想特性的植物（这在自然界可能没有多大生存