

土壤稀缺资源保卫战的“秘密武器”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/9574.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

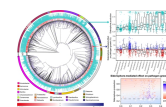
土壤稀缺资源保卫战的“秘密武器”

在作物根际土壤中，存在着复杂而多样的微生物。当病原菌入侵时，一场肉眼看不见的资源争夺战开始了。其中，铁是根际微生物和土传病原菌争夺的核心稀缺资源之一。南京农业大学资源与环境科学学院教授沈其荣团队联合瑞士、荷兰、英国学者发现，根际微生物铁载体介导根际菌群与土传病原青枯菌的相互作用，决定着作物健康。5月11日，《自然—微生物学》在线发表了这一成果。

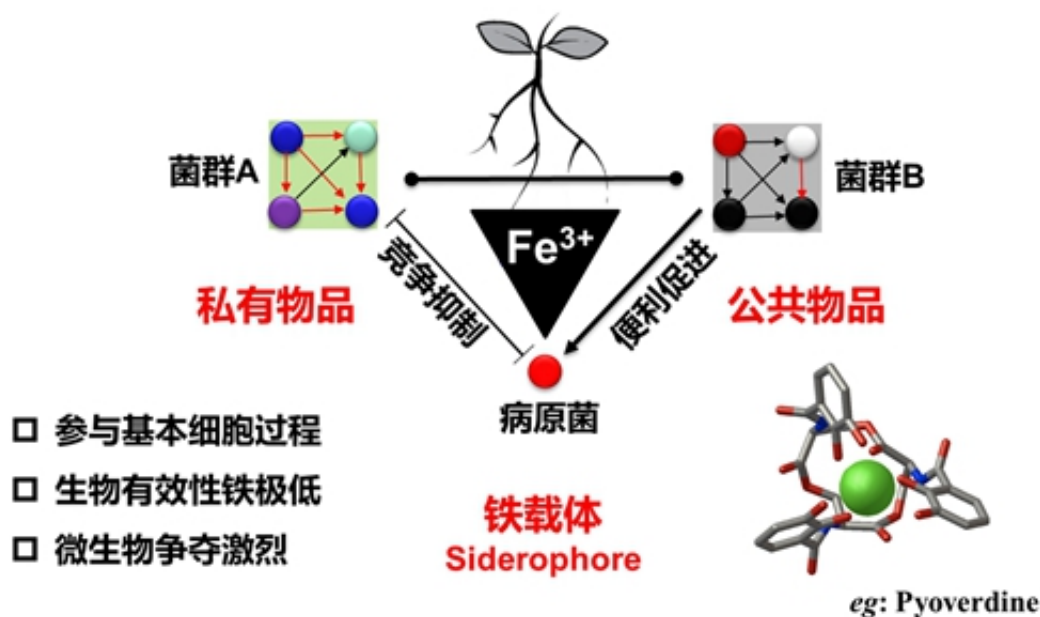


铁载体是根际稀缺资源保卫战的秘密武器。张耀予绘图 核心稀缺资源铁 由土传病原菌引起的作物土传病害已经成为制约全球粮食优质高产和农业可持续发展的重要因素。沈其荣告诉《中国科学报》，从根际土壤微生物的角度出发，在土传病原菌没接触根系之前将其遏制，是非常重要的。这是土壤肥料工作者解决土传病害问题的切入点。土传青枯病是生产上的痛点。论文共同通讯作者、南京农业大学教授徐阳春介绍，由青枯菌引起的土传青枯病是全世界最严重的细菌性病害之一，在我国尤为严重。青枯菌在土壤中的存活时间长，能够侵染番茄、辣椒、烟草、花生等重要经济作物，常导致作物减产，甚至绝收。论文作者、瑞士苏黎世大学教授Rolf K ü mmerli告诉《中国科学报》，越来越多的证据表明，土壤微生物组对植物的生长和健康具有重要的影响。但是，尚不清楚哪些细菌性状驱动这种作用。论文共同通讯作者、南京农业大学教授韦中在

接受《中国科学报》采访时提到了土传青枯病研究中一直存在的几个疑问：入侵过程中病原菌种群数量急剧增加，是否存在一些土壤微生物为病原菌的入侵提供稀缺的关键营养资源？如果根际微生物能提前占据这些核心稀缺营养，会不会有效抑制病原菌的入侵？铁符合稀缺和核心资源的条件。韦中说。作为细胞代谢不可或缺的元素，铁在环境中的生物有效性很低、有效形态单一（仅三价铁 Fe^{3+} ）。植物根系和根际微生物对三价铁的竞争利用非常激烈。青枯菌的入侵，以及种群数量的激增是有寄主优势的。韦中说，病原菌种群数量激增必然需要大量资源，碳、氮等资源可以由土壤—植物系统提供，但稀缺的必须元素铁只能靠争夺获得。只有产生铁载体的能力强，并且它的铁载体又不能为病原菌利用，这样的根际菌群才能更好的利用碳、氮等其他资源，保持较高的种群数量。其中发挥重要作用的铁载体，是由细菌分泌的结构多样性的化合物，主要用来螯合环境中稀缺的三价铁。Kümmmerli解释道，细菌需要特定的受体才能吸收对应结构的铁—铁载体螯合物。铁载体可能被病原菌识别和‘窃取’，促进病原菌的生长；也可能不被病原菌识别，而是作为根际细菌的私有物品，进而抑制病原菌。论文第一作者、博士生顾少华说。尽管关于铁载体的研究很多，但在几年前，几乎没有人从群落层面上研究铁载体的作用。直到2015年，韦中在一次国际会议上了解到，Kümmmerli等人从土壤和湖水中分离出几百株假单胞菌，研究其产生的铁载体。非常有意思，当时这项工作的成果还没有发表。根际微生物种类非常复杂，我们不能仅仅聚焦在假单胞菌，应选择更多类群才能有代表性，并且用几千种细菌做研究，这样在未来几年发表时才可能有竞争力。韦中说，他们的合作也从那时开始。抑制型VS便利型他们从土壤中分离出2000多种根际细菌，并分别加入铁缺乏的发酵液中分析其变化。结果发现，95%的根际细菌都能产生铁载体，并且铁载体的产生能提高自身的生长能力。一般认为，铁载体分泌是细菌适应缺铁环境的普遍机制，但缺少有力的证据。论文审稿人评论道：这项成果是支撑该假说最好的大规模实证研究。随后研究发现，有些铁载体可以抑制青枯菌生长，产量越大抑制能力越强，被称为抑制型；而一些低产细菌产生的铁载体却为青枯菌的生长提供了便利，被称为便利型铁载体。韦中说，合理的解释是，当便利型铁载体介导促进效应时，根际细菌的铁素竞争力弱，分泌的铁载体被青枯菌剥削利用，促进了青枯菌的生长，而自身由于分泌铁载体消耗了大量的能量，却无法回收自己的铁载体获得铁素营养，因此生长受阻；反之亦然。为了验证铁载体作用的重要程度，他们给这些铁缺乏的发酵液中补充铁元素，并用来培养青枯菌。结果证实，限铁条件下，铁载体发挥的作用占细菌总代谢物质发挥效应的76%。这充分诠释了铁载体是主导根际微生物—青枯菌互动的重要驱动力。韦中说。以往我们认为，抑菌物质是根际有益微生物发挥抑制病原菌功能的重要因素。从这一结果来看，稀缺资源的竞争，特别是铁载体介导的铁营养竞争，可能在根际菌群互动中发挥着更为重要的作用。沈其荣说。顾少华告诉记者，有意思的是，大肠杆菌属和金黄杆菌属总体产生铁载体的能力特别强，对青枯菌有很强的抑制能力；而芽孢杆菌属总体产铁载体能力弱，对青枯菌生长总体有促进作用。这跟之前的常识有些不太一样。人们往往认为芽孢杆菌是有益微生物，能抑制病原菌。顾少华认为，这一结果恰恰说明微生物的世界很复杂。韦中介绍，进一步研究根际细菌与青枯菌的系统发育距离发现，抑制作用最强的细菌是，与青枯菌系统发育距离相对较近并产生大量铁载体的分离株。这与生态学理论相一致，密切相关的物种之间因为生态位重叠的可能性更高，因此资源竞争更剧烈。



根际分离细菌分类地位与铁载体产生及作用之间的关系 南京农大供图 秘密武器铁载体
在真实而复杂的土壤环境中，上述结论是否仍然适用呢？把室内理论发现与田间实际现象结合起来，这是科学技术向生产力转化的关键一步，因为我们必须要解决实际生产中的问题。徐阳春说。这项研究的新颖之处在于，它将常规微生物组分析与体外试验、植物试验方法相结合，从而确定了土壤微生物组的组成、关键功能性状和植物健康之间的因果关系。K ü mmerli说。2018年，经过360种根际细菌、几千棵番茄的田间试验后，他们终于回答了上述问题：产生抑制型铁载体的根际细菌与青枯菌的共存能力较强，而产生便利型铁载体的根际细菌与青枯菌的共存能力较弱。



铁载体介导根际菌群与病原菌的铁素竞争与便利关系 南京农大供图 这些强共存竞争能力的微生物能否保护植物的健康呢？这是我们最终需要回答的问题，也是找到对付土传青枯病的关键所在。韦中说。我们证明了铁载体介导的根际细菌与青枯菌之间的铁竞争，是预测土壤微生物群落中细菌—青枯菌共存模式、决定病原菌是否入侵成功，以及对宿主植物造成破坏的普遍机制。K ü mmerli说，利用上述研究结论，可以工程化生产抑制型铁载体微生物。徐阳春告诉《中国科学报》，该研究说明，铁载体为利用根际有益菌解决土传青枯病问题、开拓植物健康的靶向疗法提供了新思路。也就是说，在育苗阶段加入高产且铁载体不会被病原菌‘窃取’的有益微生物，可以有效保护植物健康。我们的研究是基于大规模的表型和竞争分析得到的。未来，仍需要分子水平的直接证明，才能将发现的原理更好的转化为现实应用。韦中说。（来源：中国科学报 李晨）相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41564-020-0719-8> 版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：韦中等 来源：《自然—微生物学》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发