
FASE 亮文解读：瓦赫宁根大学Erik Limpens团队—菌根网络中的信息交流

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32160.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！

FASE 亮文解读：瓦赫宁根大学Erik Limpens团队—菌根网络中的信息交流。论文标题：Networking via mycorrhizae

期刊：Frontiers of Agricultural Science Engineering

作者：Xiaofan MA, Erik LIMPENS

发表时间：15 Mar 2025

DOI：10.15302/J-FASE-2024578

微信链接：[点击此处阅读微信文章](#)

根际生命共同体与养分高效

Rhizobiont for High Nutrient Use Efficiency

专辑文章介绍

· 第四篇 ·

论文ID

Networking via mycorrhizae

菌根网络中的信息交流

文章类型：Review

发表年份：2025年

第一作者：马晓凡^{1,2}

通讯作者：Erik Limpens¹

Email: erik.limpens@wur.nl

作者单位：1.瓦赫宁根大学；2.中国农业大学资源与环境学院，国家农业绿色发展研究院。

Cite this article：

Xiaofan MA, Erik LIMPENS. Networking via mycorrhizae. *Front. Agr. Sci. Eng.*, 2025, 12(1): 37 – 46
<https://doi.org/10.15302/J-FASE-2024578>

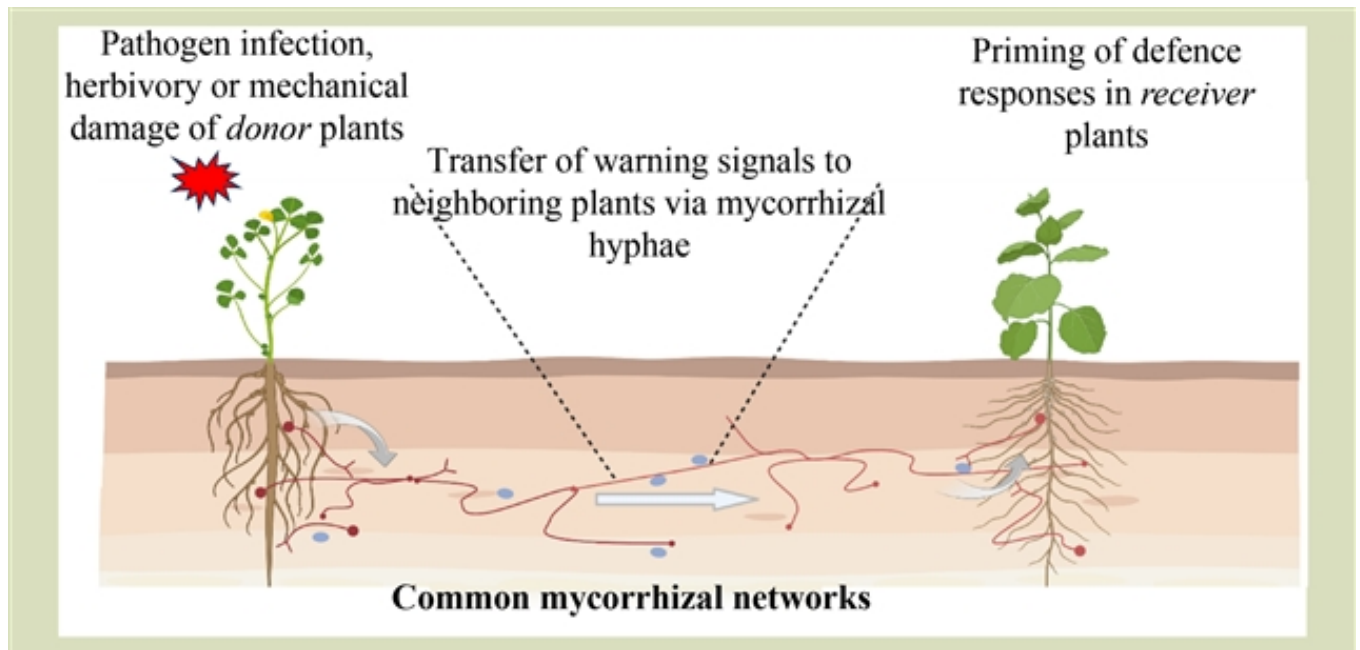
· 文章摘要 ·

植物间的交流对其在自然环境中的表现至关重要。菌根真菌已被发现是植物间地下交流的关键参与者。这些互利共生的真菌通过其菌丝在植物根系之间形成连接，称为共生菌根网络 (CMNs)。这些菌丝网络被认为是植物间信号交换的重要途径。本文综述了在植物遭受病原感染、草食性昆虫侵害或机械损伤时，基于共生菌根网络传递半化学物质的证据。探讨了潜在的传输途径，并提出真菌是否能够在网络内主动参与这些信号的分布，以及可能驱动信号交换的因素。研究总结指出，确定这些交换信号的具体性质仍是未来的重要挑战。

· 文章亮点 ·

1. 综述了通过共生菌根网络实现植物间通信的证据。
2. 阐明了通过真菌菌丝传递半化学物质的潜在途径。
3. 讨论了通过共生菌根网络进行信号交换的驱动因素。

· Graphical abstract ·



· 研究内容 ·

什么是共生菌根网络(CMNs)？

共生菌根网络 (CMNs) 指的是通过真菌的菌丝连接不同植物的网络，真菌通过其细长的菌丝与植物根系建立了共生关系。这些网络不仅帮助植物获取营养，还能够在植物之间传递信号，尤其是在植物受到病虫害威胁时，CMNs能够起到警报系统的作用。

CMNs：植物之间的隐形通讯

近年来，植物通过CMNs进行信息交流的现象引起了科研人员的广泛关注。通过这些网络，植物能够传递防御信号，提前应对病虫害的侵袭，甚至与邻近的植物共享资源。CMNs的发现让我们对植物之间的隐形通讯有了新的认识。本文将深入探讨这一复杂的生物网络，揭示其在植物防御、适应环境挑战中的潜力，并展望未来的研究方向。

CMN介导的植物间通讯证据

研究表明，CMNs在植物间的信号传递中扮演着重要角色。尤其是当一株植物受到病虫害侵袭时，它可以通过共生真菌网络向邻近的植物传递警报信号，使它们提前做好防御准备。早期的实验结果表明，受感染的植物能够释放挥发性有机化合物 (VOCs)，这些化合物通过CMNs传递给其他植物，启动它们的免疫反应。

例如，在一些研究中，当某株植物受到虫害或病原感染时，它们会通过真菌网络向周围的植物发出信号。这些受信号影响的植物会在短时间内启动一系列防御机制，如增强抗病性或提高抗虫性，从而减轻潜在的损害。这些信号的传递可以在数小时内发生，通常在48 – 100 h内达到最大响应。

另一些研究也显示，CMNs能够帮助植物共享资源，如水分和营养。在贫瘠的环境中，植物能够通过这种网络将资源分配给需要更多养分的邻近植物，从而提高整个群体的生存能力。

信号传播的六种可能方式

研究表明，信号可以通过不同的方式在CMNs中传播，主要包括以下六种途径：

(1) 液体膜传播：通过包围在真菌菌丝表面的液膜传递水溶性信号。虽然这种方式对短距离传递有效，但土壤颗粒可能会限制其传播范围。

(2)

细胞壁传播：信号可能通过真菌的细胞壁或外基质扩散，这种方式通常对非极性分子有选择性。

(3) 菌丝内扩散：信号通过菌丝体内的细胞质扩散。此过程中，信号物质需要被真菌吸收，或者通过菌丝膜被动穿越。

(4) 主动运输：真菌可以主动运输信号，逆浓度梯度或定向地传递信号。

(5)

分泌和吸收循环：真菌通过分泌信号物质并吸收这些物质，在不同的植物之间反复循环传递。

(6) 电信号传播：虽然植物和真菌都能产生电信号，但目前尚缺乏通过CMNs传播电信号的直接实验证据。

这些信号传播的方式影响了信号的传播速度与距离，也决定了不同类型的信号如何影响接收植物的防御反应。

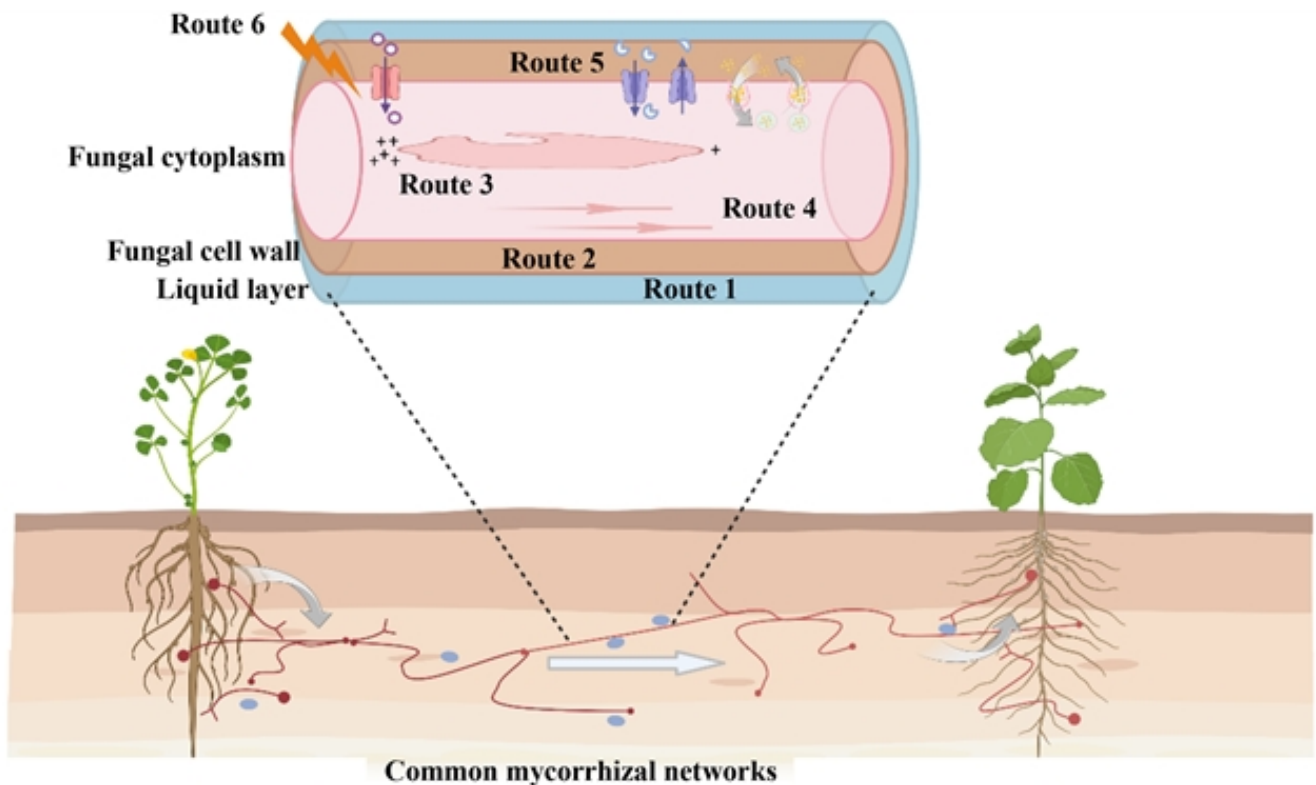


图1 通过共生菌根网络进行信号传输的可能途径。

被动与主动运输

信号通过CMNs的传播可以分为被动运输和主动运输两种方式。

被动运输：信号物质通过浓度梯度扩散，通常通过液膜 (第1途径) 或细胞壁 (第2途径) 进行扩散。如果这些信号物质被真菌吸收，可能还会通过菌丝体内的细胞质扩散 (第3途径)。

主动运输：当信号物质需要逆浓度梯度或定向运输时，真菌可能通过某些机制主动运输这些信号物质。虽然目前还没有证据表明真菌能定向地传递这些信号，但在一些研究中，真菌会根据植物的营养需求分配资源。例如，在磷匮乏的环境下，真菌会将更多的磷转移给营养需求较大的植物。

信号传递的网络效益

对于接受信号的植物来说，最明显的益处是可以通过这些信号提前启动防御反应，防止病虫害的侵袭。接受信号的植物能够通过增强免疫反应，降低病虫害造成的损害。然而，信号的发送者，尤其是非亲缘植物，如何从信号传递中获益仍然是一个难解的问题。研究认为，如果植物通过CMNs向亲缘植物发送信号，能够提高这些植物的适应能力，从而间接增加自己的基因池适应性。另外，某些植物在防御病虫害和吸引有益微生物方面的潜力也可能激励它们与邻近植物共享信号。例如，通过发出某些挥发性有机化合物 (VOC)，植物不仅能够吸引天敌，还能促进邻近植物的免疫反应。

从真菌的角度来看，CMNs也能为其带来潜在的利益。真菌通过这种网络可以获得更多的碳源，并通过帮助植物调节资源分配，进一步促进与植物的共生关系。因此，真菌可能通过控制信号的强度和方向，来最大化自身的利益，确保网络中的每个植物都能够从中获得资源。

展望

尽管CMNs在植物之间的信号传递中发挥着重要作用，但目前对这些机制的理解仍然有限。未来的研究应聚焦于以下几个方面：

信号分子的识别与研究：确定通过CMNs传递的信号分子及其化学性质。

信号传递机制：深入探讨信号在CMNs中的传递路径与方式。

信号传递的时间与空间动态：了解信号传递的时效性与空间范围。

调控因子的探索：研究影响信号产生、释放、传递和接收的调控机制。

不同真菌和植物之间的信号传递特异性：分析不同类型的真菌与植物之间的信号传递特征。

土壤微生物网络的影响：研究真菌如何通过其网络影响土壤微生物群落，以及这些微生物如何与植物信号传递相互作用。

随着新技术的不断发展，如单分子追踪技术、微流控装置及空间代谢组学的进步，科学家们有望对CMNs中的信号传递机制进行更为全面的探索，揭示植物与真菌之间复杂的合作与互助关系。

· 总结 ·

共生菌根网络 (CMNs) 不仅为植物提供了一个有效的防御机制，还为我们了解植物之间如何沟通提供了新的视角。随着研究的深入，我们有望揭示更多关于这些网络如何在生态系统中发挥作用的秘密，从而为农业生产、生态保护等领域提供新的思路。探索CMNs的潜力，通过优化这一网络的利用，推动可持续农业和生态系统的健康发展。



阅读原文请点击Networking via mycorrhizae



免费根际生命共同体与养分高效专辑文章

《前沿》系列英文学术期刊

由教育部主管、高等教育出版社主办的《前沿》（Frontiers）系列英文学术期刊，于2006年正式创刊，以网络版和印刷版向全球发行。系列期刊包括基础科学、生命科学、工程技术和人文社会科学四个主题，是我国覆盖学科最广泛的英文学术期刊群，其中12种被SCI收录，其他也被AHCI、Ei、MEDLINE或相应学科国际权威检索系统收录，具有一定的国际学术影响力。系列期刊采用在线优先出版方。

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

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