

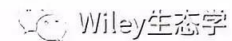
# GCB 土壤动物多样性增加土壤 CO<sub>2</sub> 却抑制土壤 N<sub>2</sub>O 排放 (转)



PRIMARY RESEARCH ARTICLES | Full Access

## Soil fauna diversity increases CO<sub>2</sub> but suppresses N<sub>2</sub>O emissions from soil

Ingrid M. Lubbers , Matty P. Berg, Gerlinde B. De Deyn, Wim H. van der Putten, Jan Willem van Groenigen



First published: 06 October 2019 | <https://doi.org/10.1111/gcb.14860>

土壤动物活动是调控土壤温室气体排放的重要途径之一。单个种、属或科土壤动物对温室气体的影响已有研究，但我们还不清楚**土壤动物多样性**如何影响温室气体二氧化碳 (CO<sub>2</sub>, 有机物分解的最终产物) 和氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O, 主要是氮 (N) 反硝化过程的中间产物)。本研究采用 4 个分类类群 (蚯蚓, 线蚓, 螨类, 跳虫类) 的 8 种腐食性和食真菌性土壤动物进行室内培养实验, 探究 CO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub>O 对土壤动物多样性的响应和机制。该研究有利于我们了解土壤动物多样性影响与缓解土壤温室气体排放潜力关系, 并应用于建立可持续农业和切实可行农田系统。

前人对单一土壤动物对温室气体排放的影响已开展广泛的研究, 比如蚯蚓可以通过与微生物群落相互作用, 增加营养物质的矿化和改变土壤结构, 增加 N<sub>2</sub>O 的排放; 中型土壤动物组合也显著增加 N<sub>2</sub>O 排放量。迄今为止, 大多数土壤动物 — 温室气体排放研究都集中在极少数 (最多四种) 不同物种的组合上。为了确定土壤生物多样性的变化确实能够影响温室气体的产生和排放, 需要开展一项室内培养试验来进行验证, 重点研究土壤动物多样性与土壤温室气体排放之间的因果关系。

作者从物种和类群两个层次对干草改良土壤微生态系统中的土壤动物组成进行了操控, 选取了 0、1、2、4 和 8 种中或大型土壤动物组合 (隶属于蚯蚓、线蚓、螨类、弹尾目) 设置微生态系统 (表 1), 在黑暗, 温度为 16°C, 以及空气相对湿度为 60% 的环境中培养 120 天, 并定期对 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 排放量进行测量 (共 34 次)。作者试图用土壤动物对 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 的个体平均效应计算净生物多样性效应及功能差异, 并结合其他影响 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 排放的因素, 以揭示土壤动物多样性对 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 排放量的影响机制。

**表 1** 土壤动物处理概述, 包括各处理的代码, 处理中的物种数量、类群数及土壤动物密度 (个/微生态系统); 两个对照处理分别为对照土壤 (代码为 A) 和干草改良土壤 (代码为 B)

Abbr.	Fauna	Species	# Species # Taxa	1		2		2		4		4		8							
				C	Pw1	50	K	Pw1	25	O	Pw2	25	S	Mi1	100	U	Pw1	12	W	Pw1	6
Pw1	Potworm	<i>Enchytraeus albidus</i>	Faunal combinations	D	Pw2	50															
Pw2	Potworm	<i>Enchytraeus crypticus</i>		E	Mi1	400	L	Mi1	200	P	Pw1	25									
Mi1	Mite	<i>Rhizoglyphus robini</i>		F	Mi2	400															
Mi2	Mite	<i>Oppia nitens</i>		G	Sp1	260	M	Sp1	130	Q	Mi1	200									
Sp1	Springtail	<i>Sinella curviseta</i>		H	Sp2	260															
Sp2	Springtail	<i>Folsomia candida</i>		I	Ew1	4	N	Ew1	2	R	Mi2	200									
Ew1	Earthworm	<i>Apporectodea caliginosa</i>		J	Ew2	2															
Ew2	Earthworm	<i>Lumbricus rubellus</i>																			

结果表明, **物种丰富度的增加降低了累积的动物引导的 N<sub>2</sub>O 排放量**, 而增加了 CO<sub>2</sub> 排放量 (图 1)。尤其是 4 种和 8 种土壤动物组合处理, 与对照组相比, 均显著抑制 N<sub>2</sub>O 的排放, 而显著促进 CO<sub>2</sub> 的排放 (图 1)。

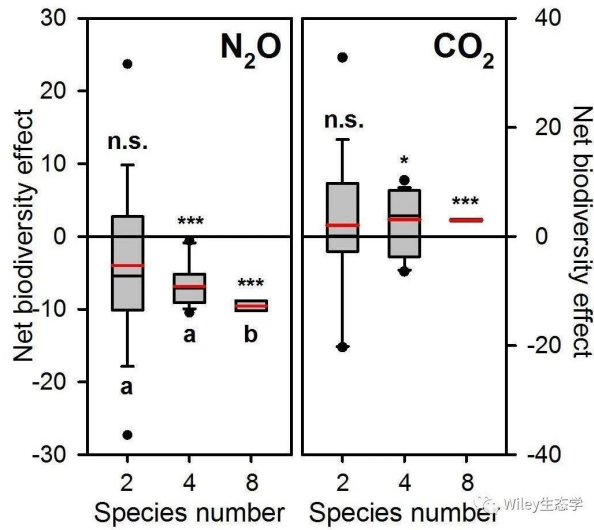


图 1 不同土壤动物物种数净生物多样性对单个土壤动物 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 排放的影响

与不同土壤动物物种数净生物多样性对单个土壤动物 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 排放的影响类似，净生物多样性对两种气体排放的影响与物种平均功能差异之间的关系呈现出相反的模式：净生物多样性对土壤 N<sub>2</sub>O 排放量的影响与物种平均功能差异呈显著负相关，而净生物多样性对土壤 CO<sub>2</sub> 排放量的影响与物种平均功能差异呈现显著正相关（图 2）。这种差异可能是由于不同物种混合的功能差异性影响了各物种对 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 产量的控制因素。

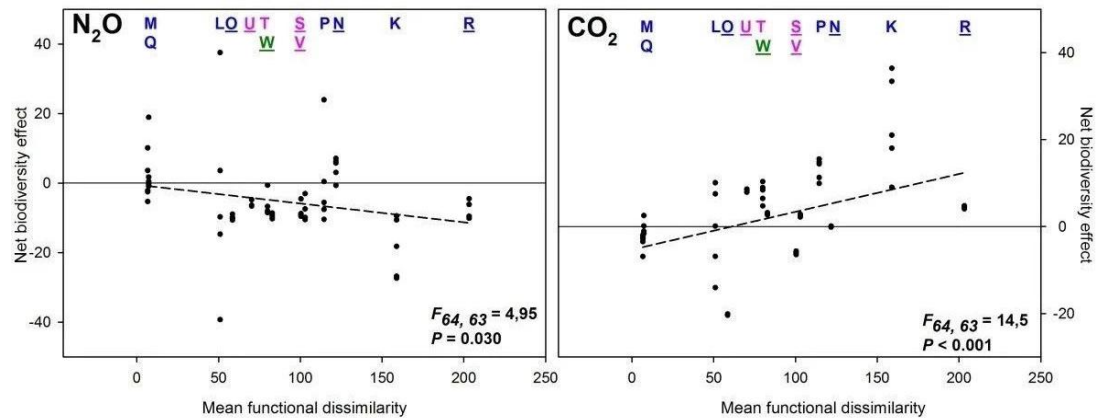


图 2 净生物多样性对单个土壤动物 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 排放量影响与物种平均功能差异的相关性

此外，实验发现土壤动物引发的 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 排放是由大型的腐食性生态系统“工程师”，即两种蚯蚓 (*A. caliginosa* 和 *L. rubellus*) 所主导的。有蚯蚓存在的处理，特别是有 *A. caliginosa* 存在的处理中，N<sub>2</sub>O 的累积排放量显著增加（图 3，黑色柱状图）；CO<sub>2</sub> 累积排放量在单一种及混合蚯蚓处理下也显著上升。

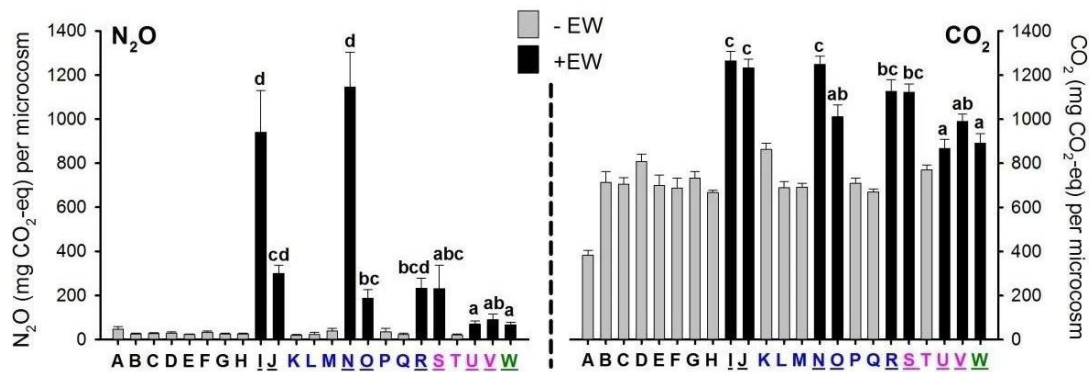


图 3 120 天培养后各处理下所测得的 N<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 累积排放量。“-EW”代表不添加蚯蚓，“+EW”代表添加蚯蚓

研究表明，土壤动物物种丰富度越高，功能性差异越大，土壤 CO<sub>2</sub> 排放量越高，N<sub>2</sub>O 排放量则越低。这一差异主要是由 CO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub>O 排放机制的不同所导致的：CO<sub>2</sub> 是呼吸和分解过程的最终产物；**N<sub>2</sub>O 是微生物 N 转化过程的中间产物或副产品，在向上扩散过程中可以被再次消耗转化为氮气 (N<sub>2</sub>)。**在 120 天的室内培养期间，**群落结构似乎决定了温室气体的积累排放量。蚯蚓等关键物种的存在显著增加了土壤中 N<sub>2</sub>O 的排放，但随着物种丰富度和功能性差异增加会减少蚯蚓引起的 N<sub>2</sub>O 排放。**该研究呼吁我们开展进一步的研究来支持人们采取相应的管理措施，增加土壤生物多样性和功能多样化，而不仅仅是增加目标物种（如蚯蚓），以减少经营型土地的 N<sub>2</sub>O 排放量，建成可持续发展农业生态系统。

论文链接：<https://doi.org/10.1111/gcb.14860>