

孔径大小对三种土壤原生动物运动的影响

林启美 张书美 赵小蓉 李贵桐

(中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094)

摘要: 本研究通过隔离网分室模拟试验, 研究了 3 种原生动物梨波豆虫 (*Bodo edax*)、大变形虫 (*Amoeba proteus*) 和僧帽肾形虫 (*Colpoda cucullus*) 穿过大小不同孔径 (5、10、30、50、80、150、200 μm) 的状况。结果表明, 尽管 3 种原生动物的个体形态与大小差异很大, 但都能够穿过 $>5\mu\text{m}$ 的孔径, 但只有在 $>30\mu\text{m}$ 孔径时, 这些原生动物才能自由运动。

关键词: 土壤原生动物; 运动; 隔离网

中图分类号: Q948.8 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2008)增-0121-03

一般认为土壤原生动物能够在 $>3\mu\text{m}$ 的孔隙间运动^[1-3], 个体小的鞭毛虫如 *Ceromonas* sp. 可以在更小的孔隙之间运动, 一些大的阿米巴虫依靠其可变化的伪足能够在 $1\mu\text{m}$ 的孔隙间运动, 捕食小孔隙中的细菌^[4]。梨波豆虫 (*Bodo edax*) (动鞭毛纲, 动基体目, 波豆科, 波豆虫属)、大变形虫 (*Amoeba proteus*) (根足纲, 变形目, 变形科, 变形虫属) 和僧帽肾形虫 (*Colpoda cucullus*) (动基片纲, 肾形目, 肾形科, 肾形虫属) 是土壤中常见的原生动物^[5]。一些研究结果显示, 这些原生动物在土壤中的运动性, 与其在土壤有机物质分解、氮磷转化等方面的作用紧密相关^[6]。我们采用模拟试验方法, 研究 3 种代表性的土壤原生动物穿过不同大小孔径网的能力, 以期为进一步深入研究它们在土壤中的运动特征奠定基础。

1 材料与方法

1.1 原生动物分离与鉴定 从中国农业大学科学园玉米试验地采取表层土壤, 称取 10g 于 90mL 无菌蒸馏水中, 充分振荡后静置 30min, 吸取 10mL 上清液于 Berg 培养基中。26—28 $^{\circ}\text{C}$ 下培养 4d 后, 在体视显微镜下用毛细管吸出鞭毛虫、变形虫、肾形虫于 10mL 无菌水中, 继续在 Berg 培养基培养 2d 后, 再用毛细管吸取原生动物。按上述步骤继续

稀释、培养、吸取, 直到得到单一的原生动物, 并根据其形态进行鉴定, 详细操作步骤见文献^[7, 8]。

1.2 原生动物培养计数 将分离得到的 3 种原生动物接种到土壤浸汁琼脂培养基上, 25 $^{\circ}\text{C}$ 下培养 4d, 用无菌水将原生动物冲洗下来, 制成原生动物悬浮液。

用有机玻璃制作两室培养装置 (长 5cm, 宽 5cm, 高 3cm), 两室之间用不同大小孔径 (5、10、30、50、80、150、200 μm) 的尼龙网隔开, 加入 30mL 土壤浸汁培养基后, 一侧接种原生动物悬浮液 5mL, 另一侧不接种, 表面用封口膜密封, 以免被污染。25 $^{\circ}\text{C}$ 下静置培养 15d, 每天用吸管从不接种一侧吸取样品在显微镜下观察有无原生动物, 每次做 5 个玻片 (即进行 5 次观测)。

2 结果与讨论

表 1 的结果表明, 第 2 天就在 200 μm 孔径网隔离的未接种室检测到 *Bodo edax*, 第 3 天在 150 μm 和 80 μm 孔径网隔离的未接种室也出现了 *Bodo edax*, 第 4 天时包括 5 μm 孔径网隔离的所有未接种室都检测到 *Bodo edax*, 但在数量上, $<10\mu\text{m}$ 孔径网隔离的未接种室所检测到的 *Bodo edax* 要少得多。这说明 *Bodo edax* 尽管能够穿过 $<10\mu\text{m}$ 的孔径, 但数量很少。与 *Bodo edax* 有所不同, 第 4 天才在

收稿日期: 2007-12-12; 修订日期: 2008-02-22

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40171055) 资助

通讯作者: 林启美 (1961—), 男, 汉, 湖北人; 博士/教授; 主要从事土壤微生物生态学研究。E-mail: linqm@cau.edu.cn; Tel: 010-62732502

>30 μm 孔径网隔离的未接种室检测到 *Colpoda cucullus*, <10 μm 的两个处理第 5 天时未接种室也检测到 *Colpoda cucullus*, 但数量要少得多 (表 2), 这说明 *Colpoda cucullus* 也能够穿过 10 μm 的孔径。两者都在第 9 天后数量减少, 可能是由于食物枯竭导致原生动动物死亡或形成胞囊。与 *Bodo edax* 和 *Colpoda cucullus* 差异很大, 仅在培养的第 9 天和第 10 天在未接种室检测到数量不多的 *Amoeba proteus* (表 3), 这一方面说明 *Amoeba proteus* 也能穿过 10 μm 的孔径, 另一方面也可能指示 *Amoeba proteus* 繁殖比较慢, 运动性比较差。

表 1 25 $^{\circ}\text{C}$ 培养 15d 在未接种室出现的 *Bodo edax*

Tab. 1 Occurrence of *Bodo edax* in the non-inoculated room during 15d incubation at 25 $^{\circ}\text{C}$

时间 Time(d)	尼龙网孔径 Diameter of nilong net (μm)						
	200	150	80	50	30	10	5
1	-	-	-	-	-	-	-
2	+	-	-	-	-	-	-
3	+	+	+	-	-	-	-
4	++	++	++	+	+	+	+
5	++	++	+++	+++	+++	+	+
6	+++	+++	++++	++++	++++	+	+
7	++	++	++++	++++	++++	+	+
8	++	++	+++	+++	+++	+	+
9	+	+	++	++	++	-	-
10	-	-	+	+	+	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-

-: 没有检测到; +: 5 个玻片中共检测到 1 个 *Bodo edax*; ++: 5 个玻片中共检测到 2-5 个 *Bodo edax*; +++: 5 个玻片中共检测到 5 个以上 *Bodo edax*

表 2 25 $^{\circ}\text{C}$ 培养 15d 在未接种室出现的 *Colpoda cucullus*

Tab. 2 Occurrence of *Colpoda cucullus* in the non-inoculated room during 15d incubation at 25 $^{\circ}\text{C}$

时间 Time (d)	尼龙网孔径 Diameter of nilong net (μm)						
	200	150	80	50	30	10	5
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-
4	+	+	+	+	+	-	-
5	++	++	+++	+++	+++	+	+
6	+++	+++	++++	++++	++++	+	+
7	+++	+++	++++	++++	++++	+	+
8	++	++	++++	++++	++++	+	+
9	++	++	+++	+++	++	-	-
10	+	+	++	++	+	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-

表 3 25 $^{\circ}\text{C}$ 培养 15d 在未接种一侧出现的 *Amoeba proteus*

Tab. 3 Occurrence of *Amoeba proteus* in the non-inoculated room during 15d incubation at 25 $^{\circ}\text{C}$

时间 Time (d)	尼龙网孔径 Diameter of nilong net (μm)						
	200	150	80	50	30	10	5
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-
9	+	+	+	+	+	-	-
10	+	+	++	++	+	+	+
11	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-

不少研究结果显示, 原生动动物能够依赖其鞭毛、纤毛、伪足等细胞器运动^[9], 进行主动性捕食, 这也使其在土壤中表现出一些非常特异的功能与作用, 如加强微生物扩散、促进溶质再分配、养分转移等^[6,10]。供试的 3 种原生动动物广泛分布在土壤中, 是土壤常见的原生动动物种类, 其中梨波豆虫虫体卵形, 比较小, 体长 11—15 μm , 体宽 5—7 μm ; 僧帽肾形虫虫体肾形, 体长 50—100 μm , 体宽 30—60 μm ; 大变形虫虫体可变, 圆形时 100—150 μm , 多个伪足时 300—500 μm , 单个伪足时 300—600 μm 。尽管其个体大小和形态差异很大, 但都能够穿过 5 μm 的孔径。原生动动物的这种特性, 与其在土壤物质与能量循环转化过程中的作用, 很值得进行深入研究。

参考文献:

- [1] Darbyshire J F, Robertson L, Mackie L A. A comparison of two methods of estimating the soil pore network available to protozoa [J]. *Soil Biol. Biochem.*, 1985, **17**: 619—624
- [2] Postma J, Van veen J A. Habitable pore space and survival of *Rhizobium leguminosarum biovar trifoli* introduced into soil [J]. *Microbiol. Ecol.*, 1990, **19**: 149—161
- [3] Adl S M. Motility and migration rate of protozoa in soil columns [J]. *Soil Biol. Biochem.*, 2007, **39**: 700—703
- [4] Wright D A, Killham K, Glover L A, et al. Role of pore size location in determining bacterial activity during predation by

- protozoa in soil [J]. *Appl. Environ. Microb.*, 1995, **61**: 3537—3543
- [5] Ning Y Z, Shen Y F. Soil protozoa [J]. *Bull. Biol.*, 1996, 3: 13-15 [宁应之, 沈蕴芬. 土壤原生动物. 生物学通报, 1996, **3**: 13—15]
- [6] Foissner W. Soil protozoa: fundamental problems, ecological significance, adaptations in ciliates and testateans, bioindicators, and guide to the literature [J]. *Pro. Prot.*, 1987, **2**: 69—212
- [7] Yin W Y, Ning Y Z, Yan Z G. *et al.* Pictorial keys to soil animals of China [M]. Beijing: Science Press. 2000
- [8] Shen Y F. Protozoology [M]. Beijing: Science Press. 1999, 129—490 [沈蕴芬. 原生动物学. 北京: 科学出版社. 1999, 129—490]
- [9] Darbyshire J F. The use of soil biofilms for observing protozoan movement and feeding [J]. *FEMS Microb. Letters*, 2005, **244**: 329—333
- [10] Verhagen F J M, Duyts H, Laanbroek H J. Effects of grazing by flagellates on competition for ammonium between nitrifying and heterophic bacteria in soil columns [J]. *Appl. Environ. Microb.*, 1993, **59**: 2099—2106

THE MOVEMENT OF THREE SOIL PROTOZOA THROUGH DIFFERENT HOLES

LIN Qi-Mei, ZHANG Shu-Mei, ZHAO Xiao-Rong and LI Gui-Tong

(College of Resource and Environment, China Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract: In this study, using a two-room box separated with nylon nets with different sizes of 200 μm , 150 μm , 80 μm , 50 μm , 30 μm , 10 μm and 5 μm in diameter, we investigated the influence of hole sizes on three typical soil protozoa movements. The results showed that the three protozoa could move through $>5\mu\text{m}$ hole, although either their shape or size is completely different. However, the observed numbers of these three protozoa were small when the room was separated with $<10\mu\text{m}$ nylon net. A large amount of the tested protozoa were detected in the room separated with $>30\mu\text{m}$ net, which indicated that these protozoa could move freely through the holes of $>30\mu\text{m}$ in diameter.

Key words: Soil protozoa; Movement; Net