

274-276

S153.61

阳阴离子交换膜测定原状土壤 K、Zn、Fe 的对比研究^①

范业宽 方建坤
(华中农业大学 武汉 430070) (武汉市东西湖区土肥站)

摘 要 用 0.1mol/L HCl 和 0.1mol/L EDTA- N_2 分别饱和处理阳离子交换膜和阴离子交换膜, 对比研究其测定原状土壤剖面微区中 K、Zn 和 Fe 的释放速率。结果表明, 阳离子交换膜提取的 K 和 Fe 分别能反映土壤速效 K 和水溶态与交换态 Fe 的释放速率, 阴离子交换膜能同时测定土壤有效 Zn 与 Fe 的释放速率。

关键词 阳、阴离子交换膜; 原状土壤剖面; 钾; 锌; 铁

阳离子, 阴离子

土壤养分向土壤溶液中的释放受诸多因素的综合影响, 如土壤的养分含量、含水量和温度, 以及养分从吸附体上的解吸等。常规化学浸提方法测定的土壤有效或速效养分表示其容量, 离子交换膜从原状土壤中提取的养分元素, 则能反映在具体环境条件下, 土壤释放养分的状况。目前, 用 EDTA- N_2 预处理阴离子交换膜, 不仅能测定原状土壤速效磷的释放速率^[1], 还能测定 NH_4^+ -N 和 NO_3^- -N 以及 Cu、Cd、Mn、Pb 等的释放速率^[2-4], 并且能反应植物的吸收情况^[1-5]。

K、Zn 和 Fe 是植物必需的大量和微量元素, 本文分别用阳离子交换膜和阴离子交换膜 (EDTA- N_2 预处理) 测定同一原状土壤剖面 20 个微区中 K、Zn 和 Fe 的释放速率, 比较了它们与土壤速效或有效性养分含量的关系, 以期寻求用离子交换膜测定土壤速效或有效性 N、P、K、Zn 和 Fe 等释放速率的最佳方法。

1 材料与方法

1.1 离子交换膜与原状土壤剖面

阳、阴离子交换膜材料见参考文献^[1,6]。

从武汉市东西湖区石灰性冲积土上的果园挖取原状整段土壤剖面, 其宽、深和厚度分别为 15cm、30cm 和 6cm。取样点混合土样的主要性质是: <0.01mm 颗粒含量 561.9g/kg, $pH_{(水)} = 7.89$, 有机质 16.3 g/kg, $CaCO_3$ 43 g/kg。

取剖面的宽×深土面为离子交换膜测量的工作面, 并按宽 4 深 5 平分, 划为 20 个微区, 其面积均为 22.5cm²。

1.2 方法

1.2.1 混合土样速效 K 和有效 Zn 与 Fe 含量的常规法测定

从每个微区切取 2cm 厚的小土样混合后, 用常规法测定其速效 K、有效 Zn 和 Fe 的含量,

① 国家自然科学基金(批准号 49571041 和 4870037)和湖北省自然科学基金(批准号 95J39)资助

并代表剩余下的整段剖面相应微区的含量。速效 K 用 NH_4OAc 浸提, 火焰光度法测定; 有效 Zn 和 Fe 用 DTPA 浸提, 原子吸收光谱法测定。

1.2.2 剖面微区 K、Zn 和 Fe 释放速率的离子交换膜法测定

方法详见文献^[1,4]。阳、阴离子交换膜分别用 0.1mol/L HCl 和 0.1mol/L EDTA-Na_2 饱和和预处理。剖面淋湿到饱和含水量, 在 20℃ 恒温箱中平衡 24 小时, 先后用阳、阴离子交换膜测定各微区中 K、Zn 和 Fe 的释放速率, 更换离子交换膜时, 再喷水到饱和含水量。用砂袋向离子交换膜加 10g/cm² 的压力, 使其均匀接触工作面, 压触时间阳膜为 24 小时, 阴膜为 12 小时。

取下每个微区的阳、阴离子交换膜, 分别用 20ml 0.05mol/L H_2SO_4 浸泡每张膜, 测定每份浸提液中 K、Zn 和 Fe 的含量, 并换算成每平方米土壤的释放速率。

2 结果与讨论

2.1 常规法测定剖面微区 K、Zn 与 Fe 的含量

由常规法测得的各微区速效 K 和有效 Zn 与 Fe 的含量结果(表 1)看出, 三种元素在土壤剖面中的分布, 无论是在水平方向上, 还是垂直方向上都很不均匀, Fe 有明显向下淋溶淀积的趋势, 而 K 和 Zn 在表土 6cm 以内有富集趋势。

表 1 常规法测各微区速效 K 和有效 Zn 与 Fe 的含量($\mu\text{g/g}$)

剖面深度 (cm)	剖面宽度 (cm)											
	0—3.75			3.75—7.50			7.50—11.25			11.25—15		
	K	Zn	Fe	K	Zn	Fe	K	Zn	Fe	K	Zn	Fe
0—6	221	1.066	8.05	236	0.774	8.35	224	0.929	9.65	234	0.784	7.35
6—12	200	0.806	9.08	204	0.704	12.10	178	0.713	11.80	202	0.791	10.70
12—18	234	0.696	11.80	182	0.700	14.60	161	0.820	15.60	208	0.696	12.50
18—24	268	0.619	15.00	192	0.816	16.90	160	0.872	15.95	220	0.767	13.40
24—30	197	0.644	15.85	194	0.791	16.75	186	0.836	17.80	218	0.668	17.20

2.2 离子交换膜法测定剖面微区 K、Zn 与 Fe 的释放量

阳、阴离子交换膜测定剖面微区释放养分元素的结果分别列于表 2 和表 3, 并将其分别与常规法的结果做相关性分析(表 4)。从表 4 看出, 阳离子交换膜测定微区的 K 与 NH_4OAc 法测得的 K 呈极显著正相关, 这是由于土壤中的速效 K 以水溶态和交换态存在, 因此, 阳离子交换膜的交换性吸附性能, 可以很好地反映土壤速效 K 的释放速率。

表 2 阳离子交换膜测定原状剖面各微区的 K、Zn 和 Fe 值($\mu\text{g/cm}^2 \cdot 24\text{h}$)

剖面深度 (cm)	剖面宽度 (cm)											
	0—3.75			3.75—7.50			7.50—11.25			11.25—15		
	K	Zn	Fe	K	Zn	Fe	K	Zn	Fe	K	Zn	Fe
0—6	7.27	0.042	3.47	7.35	0.032	1.68	6.87	0.028	2.91	6.73	0.032	2.70
6—12	5.05	0.032	2.15	4.40	0.022	1.13	4.01	0.038	1.85	4.36	0.032	2.27
12—18	4.88	0.022	2.03	3.11	0.048	3.02	2.75	0.022	1.30	3.97	0.022	1.02
18—24	9.95	0.038	1.98	4.42	0.032	2.84	2.87	0.022	1.30	4.72	0.022	2.26
24—30	3.01	0.022	4.16	3.85	0.038	1.31	2.95	0.022	2.04	3.60	0.022	2.95

阳离子交换膜测定剖面 Zn 与 Fe 的释放速率与 DTPA 法测定值不相关。这是因为 DTPA 整合剂从土壤中提取 Zn 和 Fe 的数量比较大, 并且能反映土壤有效 Zn 与 Fe 的潜在容量, 而土

壤中的水溶态和代替态 Zn 与 Fe 的数量却很少,在中性到碱性土壤中更是如此,所以阳离子交换膜不能反映有效 Zn 与 Fe 的释放情况。阳离子交换膜所测 Zn 值太小,全剖面平均仅 $0.0295 \mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot 24 \text{h}$,更难反映微区间的差异,因而无实用价值,阳离子交换膜测的 Fe 值较大,可以用作测定水溶态和代替态速效性 Fe 的释放速率。

表3 阴离子交换膜测定原状剖面各微区的 K、Zn 和 Fe 值 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot 12\text{h}$)

剖面深度 (cm)	剖面宽度 (cm)											
	0—3.75			3.75—7.50			7.50—11.25			11.25—15		
	K	Zn	Fe	K	Zn	Fe	K	Zn	Fe	K	Zn	Fe
0—6	1.25	1.107	5.87	0.93	0.078	7.51	0.76	0.095	6.27	0.84	0.065	4.62
6—12	1.31	0.085	6.58	0.72	0.069	5.73	0.42	0.058	5.87	1.22	0.051	6.44
12—18	0.97	0.064	7.20	0.58	0.067	7.64	0.97	0.051	5.64	0.78	0.060	7.64
18—24	0.93	0.049	8.80	0.88	0.056	10.18	0.84	0.053	7.11	0.59	0.050	7.42
24—30	0.85	0.052	8.49	1.07	0.054	9.51	0.81	0.054	8.53	0.81	0.052	9.42

阴离子交换膜测得剖面 Zn 与 Fe 的释放速率均与 DTPA 测定值显著相关,其数值也比较大。这是因为 EDTA 整合 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的稳定常数的 $\lg K$ 在 16.5 至 25.1 之间,与 DTPA 整合该 3 种离子的稳定常数 ($\lg K$ 为 18.1 至 27.5) 颇为相似。因此,能够用 EDTA- Na_2 饱和的阴离子交换膜测定原状土壤有效 Zn 与 Fe 的释放速率。

已经证实,经 EDTA- Na_2 饱和的阴离子交换膜还能测定土壤 P、N、Cu、Cd、Mn 和 Pb 等的释放速率⁽¹⁻⁵⁾,结合本文的结果,该方法能同时测定原状土壤中多种重要的养分元素,既简化了工作程序,也减少了用普通阴、阳离子交换膜方法,交错时间或位置埋入土壤中而引起的测定误差。

表4 离子交换膜法和常规法测定剖面微区 K、Zn 与 Fe 的相关性 ($n=20$)

	K		Zn		Fe	
	阳膜	阴膜	阳膜	阴膜	阳膜	阴膜
r	0.852	0.158	-0.778	0.636	-0.0719	0.731
t	6.9149**	0.6788	0.3311	3.4966**	0.3058	4.5449**
Y(常规法)=A+BX(膜法)	Y=148.3+11.98x		Y=0.5136+4.109x		Y=1.116+1.631x	

**代表 1% 显著水平

EDTA 整合碱金属的能力很低,经其处理的阴离子交换膜提取土壤 K 的能力远低于阳离子交换膜,与土壤速效 K 也不相关。

参 考 文 献

- 1 范业宽,李世俊等.原状土壤剖面速效磷的阴离子交换膜研究法.土壤通报,1992,23(1):41-44
- 2 范业宽,尹业平等.阴离子交换膜同时测定土壤 $\text{NH}_4^+ \cdot \text{N}$ 和 $\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$ 的方法.中国学术期刊文摘,1997,3(6):758-760
- 3 Liang J., J.J. Schoenau. Intern. J. Environ. Anal. Chem., 1995, 59:265-275
- 4 Liang J., J.J. Schoenau. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 1996, 27:3013-3026
- 5 范业宽,马蒿波等.生血剂下脚料改土种花的效果.湖北农业科学,1997,332(5):38-40
- 6 范业宽,李世俊等.原状土壤剖面库位释放 K 的阳离子交换膜研究法.华中农业大学学报,1992,11(2):155-160