

离子交换树脂膜埋置法测定 土壤中的有效养分*

刘兆辉¹ 聂 燕² 李缙杨² 江丽华¹ 宋国菡¹

(1 山东省农业科学院土壤肥料研究所, 济南 250100) (2 山东省农业科学院中心实验室, 济南 250100)

ASSESSING SOIL PLANT AVAILABLE NUTRIENT ELEMENTS BY ION EXCHANGE RESIN MEMBRANE

Liu Zhao-hui¹ Nie Yan² Li Jin-yang² Jiang Li-hua¹ Song Guo-han¹

(1 Soil and Fertilizer Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan 250100)

(2 Center Lab., Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan 250100)

关键词 离子交换树脂膜, 常规测定方法, 埋置法, 土壤有效养分

中图分类号 S158.3

离子交换树脂在农业上的应用已有近 50 年的历史, 早期的研究主要集中在用阴离子交换树脂提取土壤中的磷; 然后用阳离子交换树脂研究了土壤中钾的有效性及其缓效钾的释放, 后来开始用离子交换树脂测定土壤中营养元素。离子交换树脂在测定土壤养分的研究方面经历了树脂颗粒、树脂袋和树脂膜三个阶段。1964 年 Saunder 首次用离子交换树脂膜研究土壤中的有效磷, 树脂膜法省时、省工^[1]。80 年代末以来, 离子交换树脂膜在土壤养分测定和环保方面的研究越来越多。树脂膜的应用分土壤悬液振荡和埋置两种方法。Schoeunau 和 Huang 首次报道了交换树脂膜测定土壤中的有效磷、钾和硝态氮^[2]; 钱佩源用振荡法通过大量土样研究了磷、钾等^[3]。树脂法研究土壤微量元素的工作较少, Tejowulan. S. 1994 年采用树脂膜系统地研究了土壤中的有效 Cu、Mn、Zn 和 Fe, 研究表明树脂膜测定值与 DTPA 测定值和植物实际吸收量之间具有极显著的相关性^[4]。

碳酸氢钠法测定土壤中的有效磷, 1.0mol/L 中性醋酸铵法测定土壤中的有效钾, DTPA 法测土壤中的微量元素, 是国内外最常用的经典方法, 用它们与离子交换树脂膜法相比较具有广泛的意义。

在国内用离子交换树脂膜法研究土壤有效养分的工作做的很少。本研究采用取自中

* 山东省自然科学基金资助项目(批准号1995-7)

收稿日期: 1998-11-19; 收到修改稿日期: 1999-05-07

国南北方的 20 个土样, 用国产和进口树脂膜采用埋置法测定土壤中的有效养分磷、钾和微量元素, 探索在实验室条件下, 采用国产树脂膜快速、准确测定土壤有效养分的方法。

1 材料和方法

1.1 土壤

供试的 20 个土壤样品来自中国各地的耕层(0~20 厘米), 土壤理化性质变化大(表 1)。土壤电导采用电导仪法测定(1:1 悬液), pH 采用 pH 值测定仪测定(1:1 悬液), 土壤有机质用重铬酸钾滴定法测定。

1.2 交换树脂膜的测定过程

采用英国 BDH 公司生产的树脂膜和上海化工厂生产树脂膜。大张的树脂膜先裁成 60mm × 20mm 的长方形小片, 用 95% 的乙醇浸洗 1 小时, 测钾用阳离子交换树脂膜, 测磷用阴离子交换树脂膜, 测定前

表1 土样理化性质

编号	采样地点	土类	电导 ($\mu\text{s}/\text{cm}$) $\times 10^2$	pH	有机质 (g/kg)
1	新泰四槐树	棕壤	4.20	6.23	9.7
2	梁山	潮土	10.20	7.75	5.5
3	泰安花马湾	黑土	3.25	7.02	9.7
4	济阳黄河边	风沙土	2.59	7.65	2.0
5	新泰羊流	褐土	2.55	7.38	11.6
6	临沂王家石沟	褐土	4.60	7.24	9.1
7	郓城城关	风沙土	1.35	7.95	0.6
8	黑龙江农科院	黑钙土	1.27	7.01	25.2
9	莱阳农学院	棕壤	3.20	5.87	9.8
10	黑龙江五常市	白浆土	1.33	6.09	26.2
11	寿光孙集	菜园土	3.44	6.92	16.2
12	省农科院温室	褐土	1.29	8.02	5.7
13	平度灰埠	砂姜黑土	2.10	7.71	10.9
14	蓬莱北沟	褐土	1.31	7.08	10.0
15	济南仲官	棕壤	5.60	7.23	5.6
16	济南遥墙	水稻土	4.90	7.64	14.5
17	曹县	碱土	10.70	7.86	10.9
18	江西南土所红壤站	红壤	0.42	5.26	11.3
19	江西鹰潭	红壤	0.55	5.23	1.2
20	南京六合	黄壤	2.50	6.52	6.6

都用 0.5mol/L 的 NaHCO_3 溶液饱和, 饱和时间 2~3 天, 中间更换 NaHCO_3 溶液 3~4 次, 饱和后的膜放在蒸馏水中备用。测微量元素时, 用阴离子交换树脂膜, 测定前用 0.01mol/L 的 DTPA 溶液饱和。

提取过程: 称取过 20 目的风干土 60 克, 放在 50 × 100mm 聚乙烯小盒中, 蒸馏水饱和, 夹一片膜平放在土上, 然后再加入约 20 克土盖在膜上, 用水饱和土样, 埋置 20 分钟后取出, 用水冲净树脂膜后放入盛

有 20ml 0.5mol/L HCl 溶液中, 25℃ 振荡 1 小时, 测磷、钾和微量元素的提取过程一样, 树脂膜洗净后重新饱和和使用。钼兰比色法测定提取交换液中的磷, 原子吸收法测定钾和微量元素。采用常规法测定土壤中的有效磷、钾和微量元素。

1.3 温室盆栽实验

选择 19 个土样进行盆栽实验, 研究植物吸收量与土壤含量的关系。每盆加入 600 克风干土, 加 24 毫升营养液, 研究磷时, 加无磷营养液, 研究钾时, 加无钾营养液, 研究微量元素时, 以 Mn 为代表, 加无 Mn 营养液。每盆种植 10 棵杂交高粱。高粱苗生长至 50 厘米左右时收获, 烘干称重, 研磨消化后, 钒钼黄比色法测定消化液中磷的含量, 原子吸收法测定钾、Mn 含量。

2 结果和讨论

2.1 国产膜、进口膜法与常规法的比较

国产树脂膜测定的土壤中磷值 ($0.209\mu\text{g}/\text{cm}^2$) (表 2) 大于进口膜的测定值 ($0.150\mu\text{g}/\text{cm}^2$), 国产膜的测定值是进口膜的 1.39 倍, 国产树脂膜测定土壤中的钾值是进口树脂膜测定值的 2.04 倍, 国产膜对土壤中磷和钾的吸附性强于进口膜。国产膜和进口膜的测定值与常规碳酸氢钠法测定的土壤有效磷间具有极显著的相关性, 相关系数的平方分别是 0.856^{**} 和 0.870^{**} ($n = 14$, 去除 6 个未测出磷的土样); 国产膜和进口膜测定的土壤钾与常规中性醋酸铵法测定的土壤有效钾间也具有极显著的相关性, 相关系数的平方分别是 0.701^{**} 和 0.725^{**} ($n = 20$)。

DTPA 饱和的进口阴离子交换树脂膜对土壤中 Mn 的吸附值 ($0.869\mu\text{g}/\text{cm}^2$) 大于国产进口膜的吸附值 ($0.651\mu\text{g}/\text{cm}^2$), 国产膜的测定值是进口膜的 74.9%, 国产膜对土壤中 Mn

表2 常规法 树脂膜法测定的土壤磷和钾平均值

元素	常规法 (mg/kg)	进口树脂膜 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	国产树脂膜 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
P	NaHCO ₃ 法	11.39	0.150
K	中性醋酸钠法	104.5	1.135
Mn	DTPA法	10.51	0.896
Cu	DTPA法	1.16	0.039
Fe	DTPA法	14.65	0.265

注: NaHCO₃ 法测定土壤有效磷时, 有 6 个土壤样品未测定出。

的吸附性强于进口膜。在测定 Cu 和 Fe 时情况相反, 国产膜的测定值大于进口膜, 进口膜的测定值分别是国产膜的 97.8% 和 58.7%。

表3 树脂膜法测定值与常规法测定值间的相关性 (R^2)

元素	进口膜 (R^2)	国产膜 (R^2)
P	0.856 ^{**}	0.870 ^{**}
K	0.701 ^{**}	0.725 ^{**}
Mn	0.793 ^{**}	0.773 ^{**}
Cu	0.806 ^{**}	0.668 ^{**}
Fe	0.793 ^{**}	0.799 ^{**}

注: 研究磷元素时 $n=14$, 研究其它元素时 $n=20$ 。

国产膜和进口膜的测定值与常规 DTPA 法测定的土壤微量元素间具有极显著的相关性, 相关系数的平方值都大于 0.65^{**} ($n = 20$, 表 3)。在测定 Mn 和 Cu 时, 进口树脂膜测定值与 DTPA 测定值间的相关

性稍优于国产树脂膜测定值与 DTPA 测定值间的相关性, 而测定 Fe 时情况相反, 国产树脂膜稍好。

2.2 树脂膜法和常规化学法对土壤养分有效性的测定能力

碳酸氢钠法和树脂膜法测定的土壤磷与植物实际吸磷量间具有极显著的相关性(表 4), 中性醋酸铵法和树脂膜法测定的土壤钾与植物实际吸钾量间也具有极显著的相关性(表 4)。树脂膜法测定的钾与植物实际吸钾量间的相关性好于中性醋酸铵法测定值与植物实际吸钾量间的相关性。进口树脂膜法测定值与植物吸磷、钾量间的相关性稍好于国产树脂膜。

DTPA 法和树脂膜法测定的土壤 Mn 与植物吸 Mn 量间具有极显著的相关性(表 4)。树脂膜法测定值与植物实际吸 Mn 量间的相关性好于 DTPA 法测定值与植物吸 Mn 量间的相关性, 国产树脂膜法测定值与植物吸 Mn 量间的相关性稍好于进口树脂膜。

表 4 不同测定方法测定值与作物吸收量之间的相关系数 (R^2)

元素	测定方法	直线相关系数 (R^2)
磷	碳酸氢钠法	0.777** ($n=14$)
	进口树脂膜	0.612** ($n=18$)
	国产树脂膜	0.615** ($n=18$)
钾	中性醋酸铵法	0.563** ($n=19$)
	进口树脂膜	0.711** ($n=18$)
	国产树脂膜	0.669** ($n=18$)
锰	DTPA法	0.564** ($n=17$)
	进口树脂膜	0.629** ($n=17$)
	国产树脂膜	0.715** ($n=17$)

3 结 论

离子交换树脂膜法可以用来测定土壤中的有效磷、钾和微量元素, 国产树脂膜可以替代进口树脂膜。树脂膜法是一种能够快速、准确测定土壤有效磷的方法, 适应于各种理化性质的土壤, 并且成本低, 能够用于大田原位测定土壤有效养分的测定。

参 考 文 献

1. Saunders W M. Extraction of soil phosphate by anion-exchange membrane. N. Z. J. Agr. Res., 1964, 7: 427~431
2. Schoenau J J, Huang W Z. Assessing P, N, S and K availability in soil using anion and cation exchange membranes. In: Proceedings of the 1991 Western Phosphate and Workshop. Colorado State University, Fort Collins Colorado. 1991. 131~136
3. Qian P, Schoenau J J, Huang W Z. Use of ion exchange membranes in routine soil testing. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 1992. 23:1791~18044
4. Tejowulan Y H, Schoenau J J, Bettany J R. Use of ion exchange resins in soil and plant testing for micronutrient availability. Proceedings of the Soils and Crops. University of Saskatchewan, Canada, 1994. 255~267