

# 关于测定土壤阳离子代换量方法的探讨

张春峰

(黑龙江省农科院合江农科所)

**摘要** 通过两种阳离子代换量(CEC)分析方法的比较,认为应用  $\text{BaCl}_2\text{—MgSO}_4$  法测定土壤阳离子代换量结果是可靠的,尤其是对于含有机质和粘粒矿物(蛭石、黑云母等)较高的土壤,应用该方法测定结果准确度更高。本方法克服了  $1\text{Mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Ac}$  法的许多缺点,如某些粘粒矿物对  $\text{NH}_4^+$  的吸附能力很强,难以被蒸馏出来; $\text{NH}_4\text{Ac}$  还能与部分腐殖质形成溶胶而被淋洗损失,使测定结果偏低;对富含铁铝的土壤又因胶体吸附过量的  $\text{NH}_4^+$  不易被酒精洗去而使测定结果偏高。同时还可减轻分析工作强度,节省试剂,提高测定结果准确度。

**关键词** 阳离子代换量 分析方法

**中图分类号** S151.9

土壤阳离子代换量的测定,是土壤农化的常规分析项目之一,长期以来,人们均以  $1\text{Mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Ac}$  法为准确可靠的方法。但该法不仅操作繁琐,试剂用量大,而且测定结果常出现偏低或偏高现象。因此,到目前为止,土壤工作者一直在对其测定方法进行探索。近年来, $\text{BaCl}_2\text{—MgSO}_4$  法在国外和国内的某些地区被广泛采用,并且都认为测定结果较好。本试验就是对该法的适用性进行探索。

## 1 材料与方 法

分别从不同地区采集不同类型土样 18 个,用  $\text{NH}_4\text{Ac}$  法和  $\text{BaCl}_2\text{—MgSO}_4$  法测定其阳离子代换量。结果见表。 $\text{NH}_4\text{Ac}$  法具体操作步骤详见《土壤理化分析》,有机质用重铬酸钾容量法(外加热)。 $\text{BaCl}_2\text{—MgSO}_4$  法主要原理、操作步骤如下:

### 1.1 原理

用  $1\text{Mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{BaCl}_2$  缓冲液反复处理土壤,使  $\text{Ba}^{++}$  等当量代换出土壤胶体吸附的阳离子,形成钡质土。洗去游离  $\text{BaCl}_2$  后,用定量过量的  $\text{MgSO}_4$  溶液将  $\text{Ba}^{++}$  代换出来并立即生成  $\text{BaSO}_4$  沉淀,最后测定剩余  $\text{Mg}^{++}$  量,便可求出土壤阳离子代换量。

### 1.2 操作步骤

1.2.1 称取过 1 毫米筛土样 1.00~2.00 克于干燥离心管中,再称取离心管和风干土总重量为  $M_1$  克(准确到小数点后两位)。

1.2.2 加 20 毫升缓冲的  $\text{BaCl}_2$  溶液,盖上离心盖,并在粗天平上用  $\text{BaCl}_2$  溶液将离心管成对平衡(下同),稍加摇动,放置 1 小时(间歇摇动 3~4 次)。然后离心 3 分钟(转速每分钟 3 000 转,时间以溶液清彻为准)。倾弃上清液,对石灰性土壤需做此步,但中性或酸性土壤可以省略。

1.2.3 再加 30 毫升  $\text{BaCl}_2$  缓冲液,盖上管盖,摇动,放置过夜,次日离心并倾去上清液,再加

入 20 毫升  $\text{BaCl}_2$  缓冲液, 盖盖, 摇动, 放 10 分钟后离心, 倾去上清液, 再用 20 毫升  $\text{BaCl}_2$  缓冲液重复上述操作一次。

1.2.4 用蒸馏水洗净管口外壁, 加入 30 毫升水, 摇动 1 分钟后离心, 弃去上清液, 再重复两次, 共三次, 最后用蒸馏水洗净管口并擦干, 称重  $M_2$  克。

1.2.5 加入  $0.5\text{Mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{MgSO}_4$  25.00 毫升塞好, 振荡 1 分钟, 放 2 小时或过夜, 然后离心, 将上清液倒入干净干燥的 100 毫升三角瓶中, 如不能及时往下操作应塞住备用。

1.2.6 吸取上清液 5.00 毫升于另一三角瓶, 加少许水并加热 ( $40^\circ\text{C}$  左右), 再加 5 毫升氨缓冲液和 2 滴铬黑 T。用  $0.0200\text{Mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{EDTA}$  滴至溶液由紫红色变兰为终点, 消耗的 EDTA 体积为  $A_1$  毫升。

1.2.7 吸  $0.05\text{Mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{MgSO}_4$  原溶液 5.00 毫升, 用“6”操作, 消耗 EDTA 体积 B 毫升。

### 1.3 结果计算

A 需校正(因为  $\text{MgSO}_4$  溶液已被洗涤水分稀释) 则  $A_2 = A_1(25 + M_2 - M_1)/25$  毫升。

$$\text{土壤 CEC (毫升/100 克土)} = \frac{(B - A_2) \times 0.02}{\text{烘干土重}} \times 100 \times \frac{25}{5}$$

表 供试土壤有机质和代换量

采 样 地 点 或 土 壤 名 称	分 析 项 目	有 机 质 (%)	土 壤 CEC (ml/100g 土)	
			$\text{NH}_4\text{AC}$ 法	$\text{BaCl}_2 - \text{MgSO}_4$ 法
北安北岗		5.35	38.2	35.0
北安北岗		5.05	37.7	40.5
北安北岗		4.95	35.6	40.1
铁力新兴乡建业		6.52	32.7	40.0
铁力工农乡兴隆		8.53	36.4	36.4
铁力春光农场		22.14	40.2	47.1
铁力双河屯西		5.15	31.3	45.4
铁力年丰乡小于家		6.31	31.7	27.4
铁力工农乡新华		8.75	33.9	35.4
孙吴正阳四队		27.01	37.4	44.6
孙 吴		32.46	71.7	79.4
孙 吴		18.23	46.0	44.5
孙 吴		2.18	18.3	18.8
孙 吴		7.86	32.5	31.6
石底暗棕壤		11.48	37.9	37.4
黑土 0~20cm		9.06	40.0	36.4
20~60cm		3.33	35.3	33.7
60~80cm		1.20	29.7	32.6

## 2 结果与分析

应用两种不同方法对 13 个土样的 CEC 测定值(见表), 它们大都在 35~45 毫升/100 克土范围内, 与东北黑土地地区土壤保肥性能较好的结论相附合。对分别用两种方法测定数据进行相关性检验得:  $r=0.9198^{**}$   $r_{0.01}=0.590$ ,  $t=9.376^{**}$   $t_{0.01}=2.92$

二者相关性达极显著, 说明这些地区用  $\text{BaCl}_2 - \text{MgSO}_4$  法测定土壤 CEC 结果是可靠的;

二者差异达极显著,说明两种方法测定 CEC 有质的区别,  $\text{BaCl}_2\text{--MgSO}_4$  法优于  $\text{NH}_4\text{Ac}$  法。

两种方法测定阳离子代换量与土壤有机质的相关性检验如下:

$\text{NH}_4\text{Ac}$  法:  $r_1=0.75^{**}$ ,  $\text{BaCl}_2\text{--MgSO}_4$  法:  $r_2=0.7856^{**}$   $r_{0.01}=0.590$

对相关系数进行显著性检验,均达到极显著水准,说明土壤 CEC 与土壤有机质呈明显正相关。在理论上认为相关系数  $r$  的绝对值愈大两变量的直线相关愈密切,在试验中  $r_2=0.7856$  大于  $r_1=0.75$ ,说明  $\text{BaCl}_2\text{--MgSO}_4$  法对有机胶体中阳离子的代换量测定更准确,这可能是  $\text{Ba}^{++}$  的代换能力较强,而又不致于破坏土壤有机无机复合胶体之故。这也就证明在有机质较高的土壤上应用此法准确度更高。

### 3 小结

3.1 应用  $\text{BaCl}_2\text{--MgSO}_4$  法测定土壤阳离子代换量结果是可靠的,尤其是对含有机质和粘粒矿物较高的土壤,应用此法测定结果准确度更高。

3.2  $\text{BaCl}_2\text{--MgSO}_4$  法测定土壤阳离子代换量,简化了操作步骤,减轻了分析工作强度,节省试剂,提高了测定结果的准确度。

3.3 如何加快代换速度,缩短分析持续时间,以及代换剂的 pH 值大小等等,这些问题尚需进一步摸索。但并不影响该方法的应用价值。

### 参 考 文 献

- 1 南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海科技出版社, 1976
- 2 中国土壤学会农业专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 科技出版社, 1983
- 3 南京农学院. 土壤农化分析. 农业出版社, 1980
- 4 P. R. Hesse 《A Textbook of Soil Chemical Analysis》P102

## The Comparison of Two Methods for Determining Cation Exchange Capacity in Soils

Zhang Chunfeng

(The Institute of Agricultural Research of Hejiang Region,  
Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences)

**Abstract** Two methods for determining cation exchange capacity (CEC) were compared. The results showed that  $\text{BaCl}_2\text{--MgSO}_4$  method is more reliable, especially for soils containing more organic matter and vermiculite clay and biotite clay. This method can overcome many shortcomings of  $1\text{ Mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Ac}$  method in which, for example,  $\text{NH}_4^+$  held on the surface of clay is difficult to be removed, the result would be on the low side because of the release of  $\text{NH}_4^+$  with humus, and on the other hand, it would be on the high side because excess  $\text{NH}_4^+$  adsorbed by colloid is difficult to be wash out with alcohol. The method not only is efficient but also saves reagents.

**Key words** CEC, Analysis method