

土壤交換量速測新法 (NH₄F 法)

宮 自 元

阳离子交換量的測定,对研究土壤肥力、植物营养和施肥的技术都具有十分重要的意义。因此,关于交換量的測定方法,前人曾作了不少的工作。但这些測定方法都有着共同的缺点:操作手續繁复,交換进行的时间長,不能很快地得到結果。如一般認為經典的醋酸铵法,实验操作非常麻煩;虽然包布科 (Бобро) 的 BaCl₂-H₂SO₄ 法較為簡便,但也要經過多次交換。苏联学者盖德洛依茨 (Гедройц) 在比較了八种測定方法后,認為溶液 pH 对交換量的測定有很大影响,在 pH = 7 时进行測定最为正确。

为此,我們发现如能以 NH₄F 来进行阳离子交換量的測定,將是最簡便不过的了。此法是将待測样品同加进的 NH₄F 溶液和 CaCO₃ 粉末一起振盪,然后過濾,測定浸出液中剩余的 NH₃,由原溶液与浸出液的 NH₃ 的濃度差数,以求出土壤的交換量。此法的主要优点是利用氟化物能將土壤中难于被置換的二价离子 Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ 从溶液内析出为 CaF₂, MgF₂,而使交換作用进行完全;还能使最难被置換的 Fe⁺⁺⁺, Al⁺⁺⁺ 与氟化物結合生成絡合物而隱蔽起来,以便这些三价离子的交換作用得以完全进行。同时加进的 CaCO₃ 可保持溶液的 pH 值在 6.9—7.0 之間,这样就可以保證全部的 H⁺ 被置換出来。此外,由于 NH₄⁺ 代換能力大于 K⁺, Na⁺,加以二者濃度的差異悬殊,因而亦保證了一价离子代換作用的顺利进行。另一方面,由于利用了难交換离子能与氟化物結合的特点,以及 CaCO₃ 的中和作用,使阳离子交換作用一次就能迅速地完全地进行,而不需要多次地进行交換处理。同时,存在于土壤溶液中的阳离子对本法測定也无干扰作用。最后,使用的分析方法都是普通的酸鹼滴定,也是十分簡便和准确的。

分析方法

(一)試剂 (1) 固体 CaCO₃ 粉末; (2) 0.1N 的 NH₄F 溶液:將 3.7 克 NH₄F 溶于 1,000 毫升水中,用实验步驟中敘述的蒸餾法測定其 NH₃ 濃度; (3) 0.1% 的甲基橙溶液:溶解这种指示剂 0.1 克于 100 毫升水中; (4) 0.1N 标准 NaOH 溶液; (5) 0.1N HCl 溶液。

(二)实验步驟

称取 10 克土壤 (代換量低的土壤,样品用量可适当增加),加入 0.1N NH₄F 溶液 200 ml 及 CaCO₃ 粉末 0.4 克,搖盪 10 分鐘,用干濾紙過濾到干燒杯中,最

初一部分混濁液可棄去,或重新移入濾紙上過濾,吸取濾液 20 ml 于 100 ml 燒瓶中,加入飽和的 NaOH 溶液 10 ml,通入蒸汽进行蒸餾,將餾出的 NH₃ 通过冷凝管导入已盛有 25 ml 0.1N 的 HCl 溶液中,蒸餾至餾出溶液无 NH₃ 的反应为止 (用紅色石蕊紙檢查不应变色)。普通在蒸汽充足条件下,約 10 分鐘即可蒸餾完畢,然后用少量水冲洗冷凝管及其下端的玻管,最后加二滴甲基橙溶液,用 0.1N 的标准 NaOH 溶液滴定到金黄色为止。

(三)結果計算

$$\text{交換量} \left(\frac{\text{毫当量}}{100 \text{ 克}} \right) = (V_1 - V_2) \times N \times \frac{1000}{W}$$

V₁——滴定 20 ml 未交換前的 NH₄F 溶液所需 0.1N 标准 NaOH 溶液的毫升数;

V₂——滴定 20 ml 已交換后的 NH₄F 溶液所需 0.1N 标准 NaOH 溶液的毫升数;

N——0.1N 标准 NaOH 溶液的濃度;

W——称取土样的重量。

(四)实验結果

我們用本法与包布科的 BaCl₂-H₂SO₄ 法进行了比較,由表 1 可看出本法測得結果与用 BaCl₂-H₂SO₄ 法測得結果是十分接近的。因此我們可以認為本法的測定值是正确的。

表 1 NH₄F 法与 BaCl₂-H₂SO₄ 法測定結果的比較

土 类	pH	交換量(毫当量/100 克)平均值	
		NH ₄ F 法	BaCl ₂ -H ₂ SO ₄ 法
冲积性黄壤	6.3	16.60	16.50
冲积性黄壤	6.1	15.79	15.48
山地黄壤	4.6	7.89	7.59
山地黄壤	5.6	14.73	14.47
山地黄壤	5.3	12.14	11.74
紫色土	5.0	19.03	18.62
紫色土	7.8	22.97	23.17

最后,我們还对本法交換完全的时间进行了实验。从表 2 可看出,交換作用是进行得非常快的,一般只要振盪 10 分鐘即可使交換反应完全地进行。

表 2 交換时间对測定結果的影响

交換量(毫当量/100 克)	加 NH ₄ F 溶液振盪十分鐘后放置一夜次日過濾	加 NH ₄ F 溶液振盪十分鐘后立即過濾
	16.59 7.94 19.00	16.60 7.89 19.03

(下轉第 3 頁)

斜坡上,是面积比較多的一种土壤。羣众認為这种土的特性是:地表板結,土发朽,底土粘,土头紧,不爱滲湯,發糞慢,湿时粘,干时有硬盖;春雨后反鹽燒苗,秋季雨水愈多,第二年反鹽就愈重,不抓小苗,发老苗,苗期发锈,怕旱又怕澇,种大豆火龙殃,种谷子不抓苗,但适合种甜菜、向日葵、水稻、高粱等耐鹽作物。

(2) 硝碱:也叫飞碱,是分布最少的一种。主要在低窪地,地表有約 1—2 厘米厚的疏松发渣灰白色的鹽結皮,可以熬制皮硝和土鹽。不能生長任何植物。

(3) 馬尿碱:又称面碱,分布面积較小。其主要特点是:地表有象馬尿色的鹽結皮。其性質非常惡劣,毒害性极大,作物根本不能出苗,即使出苗也長不起来。馬尿碱实际上就是苏打鹽土,碱性强,对其改良是比較困难的,但可以熬制面碱。在分布比較集中的地方,可以作为制碱的工業基地。

(4) 碱包:也叫暗碱。零星分布在低窪地的小崗包上,生長碱草,表层沒有鹽結皮,故老乡又称暗碱。开垦后由于植被破坏,即变成碱巴拉,含鹽虽比馬尿碱为少,但性質非常惡劣。代換性鈉含量高达 80% 左右,湿时粘重,干时坚硬,有裂缝,不透水,不能生長作物。

(5) 哈塘碱:这种土分布較广,主要在江河兩岸低窪积水地,生長葦子,常年积水,部分地区已开垦种植水稻。由于含有鹽分,水稻苗期有死苗現象。

(二) 鹽碱土的形成

本区鹽碱土的形成,首先与气候有密切关系。因为本区年降雨量仅 500 多毫米,70% 的雨量集中在七、八、九三个月內降落。年蒸发量却在 1,500 毫米以上,蒸发量超过降雨量的 3 倍。因此一年之中有相当長的干旱季节。这时地下水可沿毛细管上升至地表,水分被蒸发以后,随水帶來的鹽分便留在土壤表层,使土壤里的鹽分愈积愈多。鹽分聚积的第二个原因,是与地下水的矿化度有密切关系。在一般好土区的崗地上,地下水矿化度較低,每升含鹽 100—400 毫克;而在低窪地的鹽碱土区,其矿化度較高,每升含鹽 1,500—4,000 毫克。从地下水的流向来看,崗地的地下水向低窪处流动,因此鹽分便向低处集中。从小区地形來說,形成低处无鹽,高处返鹽的現象。另外,由于地下水位高,耕作粗放,整地不平,低地土发朽,不爱滲湯,排水不良,在雨季时低处积水等等,也是本区鹽碱土形成的另一原因。

(三) 羣众改良鹽碱土的經驗

本区农民改良鹽碱土的經驗,主要有以下几点:

(1) 淺翻深松土:淺翻深松土改良鹽碱土,这是羣众所創造出来的經驗。安达县东风人民公社正义作業

区,1957 年用有壁犁排翻 20—22 厘米,大豆輪产 1,071.58 斤;排翻 20—22 厘米,并深松土 30—35 厘米,大豆輪产 1,537.54 斤,增产 44%。根据他們的經驗,在松土以后要立即結合进行耙、压、耨等連續作業,以便使土层細碎踏实。这种办法的作用由于加厚了松土层,切断了土壤毛细管孔隙,增加透水性,減輕鹽害。

(2) 大量增施有机肥料:大量增施廐肥、草肥、压綠肥、粉腐草灰等有机肥料,能形成土壤团粒結構,改良土性,减低鹽碱。常年增施有机肥可使产量不断提高。肇东县長山乡紅須社,1956 年每亩施 10 車土黃糞,谷子平均每亩打 4.8 石,1957 年增施到 25 車,谷子平均产量增至 8.5 石。

(3) 合理密植:在深耕灌溉大量施肥的基础上,进行密植以后,作物生長起来可增加地面复盖率,减少水分蒸发和防止鹽分上升,对防止鹽分累积有一定的作用。肇源县保林乡发展社在輕碱土上采用谷子 15 厘米平播与 30 厘米双条平播的对比試驗,結果証明:15 厘米平播比 30 厘米双条平播約增产 36.5%。

(4) 适当晚播:在鹽碱土上种庄稼,要适当的晚播。因为鹽碱土地低窪,土壤潮湿,土冷漿,地发寒,翻漿慢,种早了,种子在土里的時間長,往往容易被碱死,出苗不齐。适当晚播,天气暖和,地温增高,有利种子的迅速发芽和出土。

(5) 平整土地:把耕地中小片高起部分的土,垫到低窪地中,使地势平整,可以排出低地积水,防止內涝。同时也可防止鹽分的积聚。肇东县尙家乡紅光社的羣众,1956 年在佔有 20% 鹽斑六亩耕地上,进行了平整土地,并施了 7 車黃糞,鹽斑减少了 2/3;1957 年又上了 6 車黃糞,鹽斑就没有了。种糜子保证了全苗。由此可見,平整土地,增施有机肥是改良鹽碱土的有效方法。

(6) 引水灌溉,发展水田:引用淡水灌溉到鹽碱地,可使土中的易溶鹽类溶解在水里,随水排出,就可減輕鹽碱程度。由于本区沒有河流,因此,必須用修筑运河的办法来解决。目前富裕、林甸兩县正在修筑一条富林运河,估計到 1962 年即可完成,能发展水田 70 余万亩。这一偉大工程的全部完成,不仅將使兩县农村的經濟面貌改观,而且对改良鹽碱土也带来了有利条件。

(上接第 25 頁)

根据以上結果,我們認為 NH_4F 法能正確地在較大範圍內測定土壤的阳离子交換量,并且交換反应也进行得十分迅速。由于試驗中測定的样品多为黃壤类型的土壤,对其他土类在理論上也应适合,不过还須試驗后才能加以肯定;对于石灰性土壤來講,当然不必再加 CaCO_3 。