

一种适合绿地土壤及改良材料 pH 测定的方法研究^①

梁 晶

(上海市园林科学研究所, 上海 200232)

摘 要: 随着城市绿化快速发展, 城市绿地土壤急需改良, 不同改良材料不断涌现。pH 作为土壤或改良材料必测指标其测定方法应统一。本文选取全国不同区域的土壤及不同的改良材料进行了饱和浸提法 pH 测定研究, 并与传统的 pH 测定方法进行了比较, 研究结果表明, 饱和浸提法和传统方法测定 pH 具有较好的相关性, 而且饱和浸提法浸提用水中 CO₂ 以及放置时间对 pH 测定没有影响, 因此该方法对城市绿地土壤和改良材料 pH 的测定具有适宜性。

关键词: pH; 土壤; 改良材料; 饱和浸提法

中图分类号: S151.9+5

酸碱度(pH)是土壤重要的基本性质之一,也是影响土壤肥力的主要因子之一,其对土壤养分存在的形态和有效性、土壤的理化性质、微生物活动以及植物生长发育有很大的影响。不同植物的生长发育需要不同的 pH, pH 是判断土壤理化性质最重要的指标之一^[1]。如:土壤 pH>7 时,一些元素特别是微量元素(Zn 等)的溶解度降低,导致植物和微生物中这些元素的缺乏;而 pH<5.0~5.5 时,铝和锰的溶解度提高,易对生物产生毒害^[1-2]。因此,土壤 pH 是土壤农化分析中的常规测定项目。

此外,由于部分植物对土壤 pH 的要求较苛刻,如蓝莓的栽培,要求土壤 pH 4.5~5.5^[3];另一方面大多植物喜欢中性土壤,而实际土壤 pH 分布在一个较宽的范围,难以满足该要求^[4],因此需要对土壤进行改良。石灰或硫磺等化学改良材料由于改良成本高、资源浪费等缺点逐渐被一些有机的改良材料所取代^[5],如稻壳对红壤和黄棕壤酸度的改良^[5],绿化植物废弃物对城市土壤碱度的改良等^[6],因此,土壤有机改良材料 pH 的测定也越来越受到重视。

目前,实验室测定土壤 pH 一般采用 LY/T1239-1999 方法,该方法虽然比较经典,但由于存在浸提液、液土比、浸提和静置时间以及测定对象等不统一^[7],导致测定结果不具有可比性。如酸性土壤的浸提液用 1 mol/L 氯化钾,碱性土壤的浸提液用 0.01 mol/L 氯化钙;一般土壤水土比用 2.5:1,盐土用 5:1,枯枝落叶层或泥炭层用 10:1;NY/T

1377-2007 中则规定剧烈振荡或搅拌 5 min,静置 1~3 h。另外,由于城市绿化土壤大多为人为土壤,为了满足绿化植物种植需要,绿化土壤中一般含有大量有机物料如泥炭、草炭、有机基质等,这给 pH 测定时浸提液、液土比等的选择带来了一定的困难。而饱和浸提法均用蒸馏水浸提,不但减少了浸提液不同对结果的影响,而且每个样品的 pH 均在水饱和状态下进行测定,最接近样品的实际情况或自然状况,减少了不同水土比对测定结果的影响。鉴于此,本文选取了全国不同区域的地带性土壤、绿化土壤、盐碱土以及不同的改良材料进行了饱和浸提法和常规方法 pH 的测定比较,以期寻求一种简便和通用的 pH 测定方法。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试土壤:上海灰潮土采自华东地区典型的灰潮土,分 A、B 和 C 三层,盐碱土采自上海崇明岛,黄土采自上海辰山山地自然土壤;武汉灰潮土采自武汉市的绿地土壤;厦门红壤为厦门市绿地土壤;陕西塿土、广州红壤、沈阳棕壤、贵州黄壤、哈尔滨黑土均采集当地典型农田土壤;重庆紫色土采自重庆市绿地土壤;海南砖红壤采自典型的地带性土壤,分 A、B 和 C 三层。

供试改良材料:草炭采自吉林省敦化市林地沼泽化形成的不同草炭地;绿化植物废弃物主要为上海市

基金项目:上海辰山植物园专项项目(G102402)和上海市科委项目(11dz1201704)资助。

作者简介:梁晶(1981—),女,山西长治人,硕士,工程师,主要从事城市绿地土壤质量评价及有机废弃物循环利用研究。E-mail: liangjing 336@163.com

行道树修剪的枝条,经粉碎机粉碎成 1~3 mm 粒径后堆肥 6 个月,各项指标显示这些废弃物已经腐熟;猪粪、鸡粪和牛粪采自上海不同有机肥厂。

1.2 试验方法

采集的土壤或有机改良材料装自封袋后带回实验室,经自然干燥后,过 2 mm 筛备用。

饱和浸提法^[8]:称取一定量过 2 mm 筛的供试土壤于小烧杯中,往土壤样品中加入少量蒸馏水,用玻璃棒搅动土壤使其混成水分饱和的糊状物,直至倾斜烧杯其中的糊状物能缓缓流下,且在灯光下有发亮现象,调好后放置 1 h 没有游离水出现,将 pH 玻璃电极插入糊状物中测定 pH;若在放置过程中样品表面有游离水出现,则添加少许土壤重新混合,若糊状物有明显变硬或失去光泽现象,则加水重新混合,放置 1 h 没有游离水出现才可进行 pH 测定。

其他改良材料(如草炭)饱和浸提方法与土壤类似,但调好后的糊状物应过夜(24 h)后,才可进行 pH 的测定。

此外,选取上海盐碱土、厦门红壤、陕西塿土,制成饱和糊状物后分别放置 50、60、70、80、120 和 180 min 后测定 pH,探讨饱和浸提法放置时间对土壤 pH 测定的影响。用去除和未除 CO₂ 蒸馏水制备

土壤糊状物,测定土壤 pH,考察蒸馏水中 CO₂ 对测定的影响。选取有机肥、绿化植物废弃物和草炭,研究了放置 5、7、10、24 和 26 h 对 pH 测定的影响。用去除和未除 CO₂ 蒸馏水制备改良材料糊状物,放置不同时间后测定 pH,考察蒸馏水中 CO₂ 对 pH 测定的影响。

土壤 pH 测定常规方法参照 LY/T1239-1999^[9]。有机肥、草炭和绿化植物废弃物 pH 测定常规方法参照 NY 525-2012(水土比 = 10:1)^[10]。

所有试验均设置 3 个重复,用 pH 玻璃电极测定 pH,数据用 EXCEL 进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 饱和浸提法测定土壤 pH

2.1.1 两种方法测定结果的比较 表 1 所示为饱和浸提法和常规方法(LY 1239-1999)测定的土壤 pH。从表 1 中可以发现,就同一个土样而言,常规方法测试的土壤 pH 高于饱和浸提法,这与张敏等^[7]的研究结果相一致,主要由于稀释效应所致。常规方法测试土壤 pH 时,所用水土比为 2.5:1,而饱和浸提法测试土壤 pH 时所用水土比平均值的变化范围为 0.32~0.74,仅为常规方法水土比的 12.8%~29.6%。因此土壤悬液愈稀,土壤 pH 愈高^[11-13]。

表 1 不同来源土壤 pH 测定方法比较
Table 1 The compare of pH value determined with different methods for different soils

土壤		方法 1: 饱和浸提法		方法 2: 常规方法 ^[9]		方法 2-方法 1
来源	类型	水土比	pH	水土比	pH	pH 差值
上海	灰潮土 A 层	0.34±0.01	7.51±0.02	2.5	8.30±0.05	0.79
上海	灰潮土 B 层	0.74±0.03	7.89±0.01	2.5	8.40±0.04	0.51
上海	灰潮土 C 层	0.47±0.04	7.99±0.03	2.5	8.61±0.02	0.62
上海	盐碱土	0.52±0.05	7.80±0.04	2.5	8.09±0.02	0.29
上海	黄土	0.28±0.02	7.06±0.01	2.5	7.70±0.11	0.64
上海	黄土	0.44±0.01	4.10±0.02	2.5	4.91±0.01	0.81
武汉	灰潮土	0.55±0.03	8.04±0.03	2.5	8.43±0.08	0.39
厦门	红壤	0.43±0.02	6.30±0.04	2.5	6.40±0.04	0.10
陕西	塿土	0.43±0.01	8.07±0.04	2.5	8.66±0.05	0.59
广州	红壤	0.61±0.06	3.89±0.03	2.5	4.17±0.06	0.28
沈阳	棕壤	0.47±0.04	7.29±0.02	2.5	7.90±0.03	0.61
贵州	黄壤	0.39±0.002	7.76±0.01	2.5	8.12±0.05	0.36
哈尔滨	黑土	0.48±0.01	4.87±0.03	2.5	5.30±0.04	0.43
重庆	紫色土	0.32±0.01	7.86±0.04	2.5	8.98±0.02	1.12
海南	砖红壤 A 层	0.39±0.03	4.44±0.03	2.5	4.83±0.03	0.39
海南	砖红壤 B 层	0.42±0.01	4.19±0.02	2.5	4.67±0.01	0.48
海南	砖红壤 C 层	0.55±0.01	4.65±0.03	2.5	4.83±0.04	0.18

饱和浸提法和常规方法测得的不同土壤 pH 之间差值有所不同, pH 差值的变化范围为 0.10 ~ 1.12, 这可能是由于土壤来源不同和土壤性质不同所致。由于不同土壤的有机质含量、黏粒、砂粒含量有所不同, 土壤 pH 用相同的水土比进行测定, 会使土壤上清液多少有所不同, 上清液少时 pH 电极探头不同完全浸入土壤溶液, 影响土壤 pH 的测定结果, 上清液较多时, 与田间水分的差别将增大, 也将影响土壤 pH 测定值^[2]。而饱和浸提法则根据不同土壤特性添加不同量的蒸馏水, 虽然不同土壤 pH 测定时水土比不同, 但均在水饱和状态下进行测定, 最接近样品的实际情况或自然状况, 因此, 相对而言, 其测定结果与土壤真实 pH 最接近。相关研究也表明, 要得到最接近真实值的土壤 pH, 最佳的水土比是饱和土浆浸出液^[2]。

进一步比较两种方法测得的土壤 pH 的相关性(图 1), 可知, 两种方法测得的土壤 pH 的相关性达到了显著相关水平($r_{0.01} = 0.625$), 说明饱和浸提法和传统方法测定结果具有可靠性。

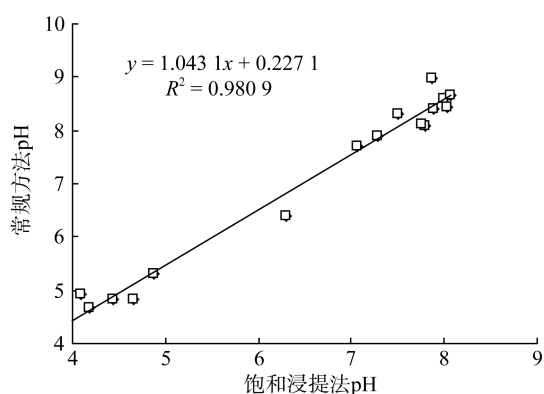


图 1 饱和浸提法和常规方法土壤 pH 的相关性分析
Fig. 1 The correlation of pH determined between saturation extraction method and traditional method

2.1.2 饱和浸提法浸提用水中 CO₂ 对土壤 pH 测定的影响 LY 1239-1999 等常规土壤 pH 测定方法中要求浸提用水应加热驱除 CO₂ 等酸性气体^[14-15], 但由于一方面加热后的蒸馏水冷却后会有 CO₂ 等酸性物质进入, 另一方面在放置测定过程中也难免会有 CO₂ 等酸性气体进入待测液中, 而且放置的时间越长, CO₂ 等酸性气体与浸提液发生的交互反应也较多, 因此, 浸提用水中 CO₂ 等酸性气体对 pH 测定的影响大小有待深入研究。

为此, 选取厦门红壤、上海崇明的盐碱土以及陕西楼土利用驱除 CO₂ 浸提用水和未驱除 CO₂ 浸提用水, 进行了饱和浸提法土壤 pH 的对比研究, 结果见图 2。结果表明, 饱和浸提法中浸提用水中 CO₂ 等酸性气体的驱除与否对土壤 pH 测定的影响较小, 分析

其原因, 可能是因为饱和浸提法在用玻璃棒搅动土壤使其混成水分饱和的糊状物以及放置 1 h 的过程中空气与浸提液发生了大量的交互作用。因此, 饱和浸提法所使用的蒸馏水不需驱除 CO₂, 简化了该方法的测定步骤。

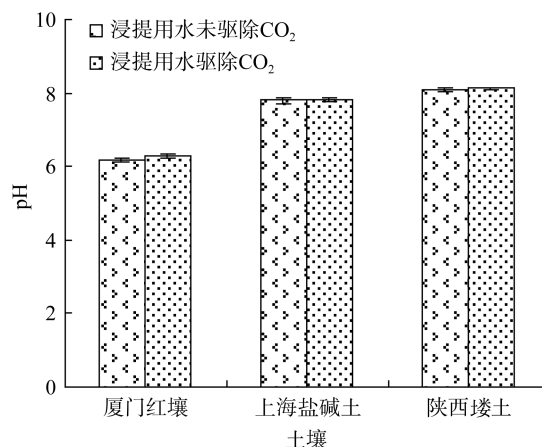


图 2 浸提用水中 CO₂ 对土壤 pH 测定的影响
Fig. 2 The effect of CO₂ in extraction water on the pH value in soils

2.1.3 饱和浸提法放置时间对土壤 pH 测定的影响

为了测得准确可靠的土壤 pH, 土壤饱和浸提液测量前需放置一段时间, 使土壤饱和浸提液充分混合以及其内部反应达到稳定状态, 使土壤胶体中致酸致碱离子充分释放。李强等^[16]研究表明, 静置时间过短会使悬浊液内部反应没有完全达到平衡, 静置时间过长, 空气中酸碱气体可能被吸收影响 pH。为了探讨饱和浸提法放置时间对土壤 pH 测定的影响, 对厦门红壤和上海崇明盐碱土进行了 pH 测定, 结果见图 3。不难发现, 饱和浸提液在放置 1 h (60 min) 达到平衡后, 时间延长对土壤 pH 的影响较小, 厦门红壤和上海崇明盐碱土随放置时间增加, 几乎呈一条直线。因此, 该饱和浸提法一旦达到平衡, 在一定时间范围内放置时间对 pH 测定影响不大, 这也给测定带来了方便。

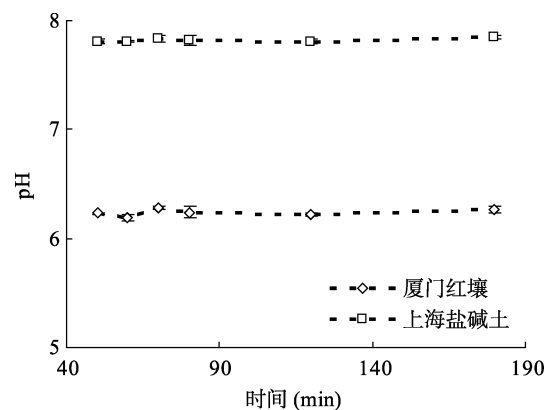


图 3 放置时间对土壤 pH 测定的影响
Fig. 3 The effect of extraction time on pH value in soils

2.2 饱和浸提法测定改良材料 pH

2.2.1 两种方法对改良材料 pH 测定的比较 近年来,为了提升土壤质量,大量有机改良材料如有机肥、农业废弃物、绿化植物废弃物以及草炭等被使用^[5-6],但由于这些改良材料 pH 测定所用方法不同,致使在改良材料的选择及比较上存在一定困难。表 2 所示为饱和浸提法和常规方法测定的不同改良材料 pH,可以发现,与土壤相似,常规方法测试的草炭、有机肥和绿化植物废弃物 pH 高于饱和浸提法,草炭 pH 差值的变化范围为 0.11~0.29,绿化植物废弃物差值的变化范围为 0.14~0.36,有机肥 pH 差值的变化范围为 0.16~1.11。可见,有机肥 pH 差值变化范围较大,

分析其原因可能与有机肥来源不稳定有关。因此,统一改良材料 pH 测定方法会使实际操作方便可行,而且可使改良材料 pH 之间具有可比性。国外大量文献研究已表明,饱和浸提法最接近自然状况,能较好地反映实际状况^[2]。

此外,从表 2 还可发现,两种方法测得的不同改良材料 pH 的大小顺序均为:有机肥>绿化植物废弃物>草炭,可见饱和浸提法可以较真实地反映不同改良材料的酸碱性。比较两种方法测得不同改良材料 pH 的相关性($r=0.984\ 1$),可以得知,两种方法测得的改良材料 pH 的相关性达到了显著相关的水平($r_{0.01}=0.561$)。

表 2 不同改良材料 pH 测定方法比较
Table 2 The compare of pH value determined with different methods for different modified materials

改良材料	方法 1: 饱和浸提法		方法 2: 常规方法 ^[10]		方法 2-方法 1
	水土比	pH	水土比	pH	pH 差值
草炭 1	3.41±0.10	5.30±0.04	10	5.41±0.01	0.11
草炭 2	4.93±0.14	5.15±0.01	10	5.27±0.00	0.12
草炭 3	2.89±0.11	4.93±0.03	10	5.22±0.01	0.29
草炭 4	2.99±0.08	5.22±0.01	10	5.45±0.04	0.23
绿化植物废弃物 1	4.12±0.14	8.08±0.01	10	8.44±0.06	0.36
绿化植物废弃物 2	3.84±0.09	7.25±0.02	10	7.47±0.01	0.22
绿化植物废弃物 3	3.92±0.17	7.30±0.01	10	7.54±0.01	0.24
绿化植物废弃物 4	4.50±0.07	7.68±0.04	10	7.82±0.02	0.14
有机肥 1(猪粪)	1.97±0.23	7.81±0.05	10	8.44±0.04	0.63
有机肥 2(鸡粪)	2.24±0.21	9.11±0.03	10	10.28±0.03	1.11
有机肥 3(牛粪)	2.30±0.32	7.79±0.04	10	8.72±0.01	0.93
有机肥 4(牛粪)	1.93±0.21	7.55±0.01	10	8.02±0.01	0.47
有机肥 5(牛粪)	1.84±0.28	7.83±0.03	10	8.50±0.03	0.67
有机肥 6(牛粪)	2.82±0.27	6.32±0.04	10	6.94±0.00	0.62
有机肥 7(牛粪)	2.30±0.17	7.84±0.01	10	8.00±0.01	0.16
有机肥 8(牛粪)	2.22±0.30	7.64±0.02	10	8.31±0.04	0.67
有机肥 9(牛粪)	2.98±0.19	7.62±0.02	10	8.38±0.01	0.76
有机肥 10(牛粪)	3.00±0.22	7.52±0.03	10	8.13±0.04	0.61
有机肥 11(牛粪)	2.68±0.14	7.51±0.04	10	8.31±0.03	0.80

2.2.2 饱和浸提法浸提用水中 CO₂ 对改良材料 pH 测定的影响 目前有机肥、基质等有机改良材料 pH 测定时均要求用驱除 CO₂ 的蒸馏水进行浸提,但由于加热后的蒸馏水冷却后会有 CO₂ 等酸性物质再次进入^[7,12],因此,CO₂ 对改良材料 pH 测定结果影响有待探讨。为此,选取有机肥、绿化植物废弃物和草炭进行了驱除 CO₂ 浸提水和未驱除 CO₂ 浸提水条件下 pH 的比较,见图 4。结果表明,CO₂ 对改良材料 pH 测定的影响较小,如利用驱除 CO₂ 的浸提水和未驱除 CO₂ 的浸提水所测定的草炭的 pH 分别为 4.80 和 4.88,二者之间不具有显著性差异。可见,

用饱和浸提法测定不同改良材料 pH 时,无需驱除 CO₂。

2.2.3 饱和浸提法放置时间对改良材料 pH 测定的影响 与土壤类似,为了探讨饱和浸提法放置时间对改良材料 pH 测定的影响,进行放置不同时间对有机肥、绿化植物废弃物和草炭 pH 测定研究,结果见图 5。饱和浸提液在放置达到平衡后,放置时间对改良材料 pH 的影响较小,本研究所用改良材料的 pH 随放置时间增加,几乎呈一条直线。因此,该饱和浸提法一旦达到平衡,在一定时间范围内放置时间对有机改良材料 pH 测定影响不大。

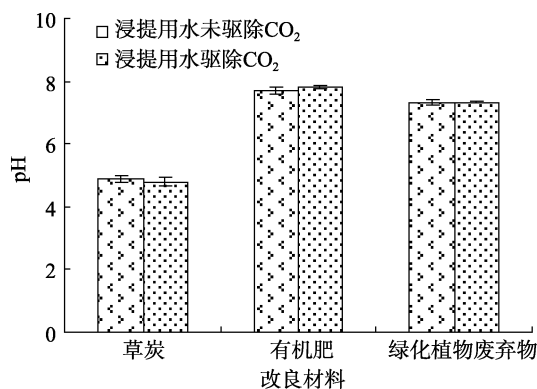


图 4 浸提用水中 CO₂ 对不同改良材料 pH 测定的影响

Fig. 4 The effect of CO₂ in extraction water on pH in the modified materials

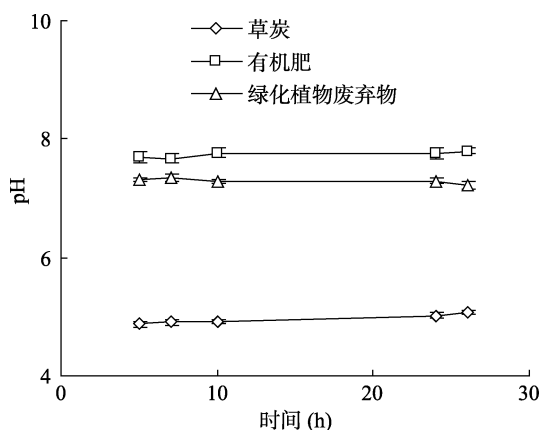


图 5 不同放置时间对不同改良材料 pH 测定的影响

Fig. 5 The effect of extraction time on pH value in modified materials

3 结论

饱和浸提法和常规土壤或改良材料测定方法在 pH 测定上具有较好的相关性；而且饱和浸提法统一用蒸馏水，最接近样品的实际情况，减少不同水土比对测定结果的影响；在样品达到水饱和后，放置时间对样品 pH 的测定影响较小，给测定带来了方便。因

此，建议城市绿地土壤及改良材料 pH 的测定采用饱和浸提法。

参考文献：

- [1] 李学垣. 土壤化学[M]. 北京: 高教出版社, 2001
- [2] 蒋实, 徐争启, 张成江. 四川省万源市土壤 pH 值测定及土壤酸碱度分析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(25): 12 105-12 108
- [3] 和阳, 杨巍, 刘双, 赵新兵. 蓝莓栽培中土壤改良的方法及作用[J]. 北方园艺, 2010(14): 46-48
- [4] 龙雅宜. 园林植物栽培手册[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003
- [5] 袁金华, 徐仁扣. 稻壳制备的生物质炭对红壤和黄棕壤酸度的改良效果[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(5): 472-476
- [6] 顾兵, 吕子文, 方海兰, 李桥, 郝冠军. 绿化植物废弃物堆肥对城市绿地土壤的改良效果[J]. 土壤, 2009, 41(6): 940-946
- [7] 张敏, 谢运球, 冯英梅, 杨慧, 周莉. 浸提用水对测定土壤 pH 值的影响[J]. 河南农业科学, 2008(6): 58-60
- [8] United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook[M]. Washington DC: U.S. Department of Agriculture, 1954
- [9] 国家林业局. 森林土壤 pH 值的测定(LY/T 1239-1999)[S]. 北京, 1999
- [10] 中华人民共和国农业部. 有机肥料(NY/T 525-2012)[S]. 北京, 2012
- [11] 毕桂英, 马新民. 影响石灰性土壤 pH 值测定因素的探讨[J]. 水土保持通报, 1998, 18(7): 24-27
- [12] 王慎强, 愈仁培. 影响碱性土壤 pH 测定的主要因素[J]. 土壤通报, 1994, 25(6): 252-255
- [13] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981: 142-164
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 1-5
- [15] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 12-16
- [16] 李强, 文唤成, 胡彩荣. 土壤 pH 值的测定国际国内方法差异研究[J]. 土壤, 2007, 39(3): 488-491

Study on the pH Value Measuring Method of Green-belt Soil and Modified Materials

LIANG Jing

(Shanghai Institute of Landscape Gardening, Shanghai 200232, China)

Abstract: With the rapid development of urban greening, the urban greening soil need to be modified and a lot of modified materials are springing up. Furthermore, the measuring method of pH value as the essential measure index for soil and modified materials should be unified. Therefore, the pH value of the soils and modified materials selected from different areas in China were determined with the saturation extraction method, and the compare with the traditional methods were also carried. The results showed that the pH values determined by the saturation extraction method and the traditional method had a significant correlation. And the CO₂ in distilled water and the extraction time had hardly an effect on the pH value. Thus, the saturation extraction method will be optimum for urban soil and modified materials.

Key words: pH, Soil, Modified materials, Saturation extraction method