

两种植物物料改良酸化茶园土壤的初步研究

姜 军, 徐仁扣*, 李九玉, 赵安珍

(土壤与农业可持续发展国家重点实验室 (中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008)

Preliminary Study on Amelioration of an Acid Soil from a Tea Garden by Plant Materials

JIANG Jun, XU Ren-kou, LI Jiu-yu, ZHAO An-zhen

(State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China)

摘 要: 本文通过培养试验, 比较研究了水稻秸秆和大豆叶(柄)对酸化茶园土壤的改良作用, 发现植物物料在提高土壤 pH 值的同时, 降低了土壤交换性 Al 的含量; 水稻秸秆对土壤 pH 的影响大于大豆叶(柄), 但它们对土壤交换性 Al 的影响表现为大豆叶(柄)大于水稻秸秆。加入土壤干重 1% 的植物物料, 不仅增加了土壤 pH、降低了土壤的交换性 Al, 而且在一定程度上降低了土壤可溶性 Al 的含量。

关键词: 茶园土壤; 植物物料; 酸度改良

中图分类号: S153.2

由于茶树生长过程中落叶增加土壤表层的含 Al 量及根系分泌大量有机酸, 茶园土壤存在自然酸化的过程^[1]。另一方面, 高度集约化农业利用条件下铵态氮肥的大量施用及工业发展导致的酸沉降的增加也加速了茶园土壤的酸化。虽然茶树是喜酸植物, 但其生长的最佳土壤 pH 条件为 4.5~6.0, 当 pH<4.0 时茶树生长将受抑制^[1]。过低的 pH 也会对茶园周边地区的生态环境产生不利影响。因此, 用碱性改良剂对强酸性的茶园土壤进行改良, 不仅可以改善茶树的生长环境, 对保护茶园周边地区的生态环境也很有益处。白云石粉被认为是酸性茶园土壤的理想改良剂^[1], 但其大量施用将增加成本。研究表明, 植物物料可以改良土壤的酸度^[2-3], 但到目前为止还很少在茶园土壤上开展相关的研究。本文选用南京市江宁区的某酸性茶园土壤, 初步探讨了水稻秸秆和大豆叶(柄)对该土壤酸度的改良效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料

土壤采自南京市江宁区淳化镇某茶园, 种茶时间约 20 年, 土壤类型为黄棕壤, 采样深度 0~20 cm。土样经风干后磨细, 过 20 目筛备用。风干土壤按 1:2.5

的土水比测得的 pH 为 4.5。植物物料分别为当季水稻秸秆和大豆叶(柄), 80℃烘干、磨细备用。

1.2 试验方法

称取 70.0 g 土壤样品于 100 ml 塑料烧杯中, 分别加入 0.175 g 和 0.700 g 植物物料, 加入一定量的去离子水使其达到 70% 的田间持水量, 以不加植物物料的处理作对照, 每个处理重复 3 次。将聚乙烯塑料薄膜盖在烧杯口上, 并用橡皮筋扎紧。在塑料薄膜中间开一小口, 以保障杯内空气可以与外界自由交换, 又可防止土壤水分过快损失。将上述处理按随机排列方式放入 25℃ 恒温培养箱中, 每隔 2 天称重一次, 并补充水分。60 天后取新鲜土样按 1:2.5 的水土比, 用复合电极测定土壤 pH 值。将测定 pH 后的土壤悬液离心, 并测定上清液中的可溶性 Al。剩余土样风干, 磨细过 60 目筛。取 10.0 g 土, 用 1mol/L KCl 溶液提取土壤交换性 Al^[4]。可溶性 Al 和交换性 Al 均用 8-羟基喹啉比色法测定^[5-6]。通过绘制酸碱滴定曲线求得土壤的酸缓冲容量 (pHBC)。

2 结果与讨论

2.1 土壤的酸碱滴定曲线

图 1 为该茶园土的酸碱滴定曲线, 与文献上报道

①基金项目: 江苏省自然科学基金项目 (BK2006253) 和国家自然科学基金项目(40271062)资助。

* 通讯作者 (rkxu@issas.ac.cn)

作者简介: 姜军 (1978—), 男, 江苏常州人, 硕士, 研究实习员, 主要从事土壤表面电化学研究。E-mail: jjang@issas.ac.cn

的其他土壤的滴定曲线相似, 曲线呈 S 形, 在 pH 4.0 ~ 6.5 范围内出现一个 pH 随酸碱加入量变化较为平缓的区域, 说明这一 pH 范围, 土壤的缓冲容量较小。用直线方程对这一范围内酸碱加入量与 pH 的关系进行拟合, 相关性很好, 相关系数 R^2 为 0.995, 直线方程为: $y = -23.73x + 111.02$, y 是外源酸碱量 (mmol/kg), x 是土壤 pH 值。直线的斜率代表了土壤在这一 pH 范围内的 pH 缓冲容量。测定的风干土的 pH 为 4.50, 培养 60 天后新鲜土样的 pH 为 4.36, 两者均处于 pH 缓冲容量较低的范围, 说明该土壤极易随外源酸的加入而发生进一步酸化。

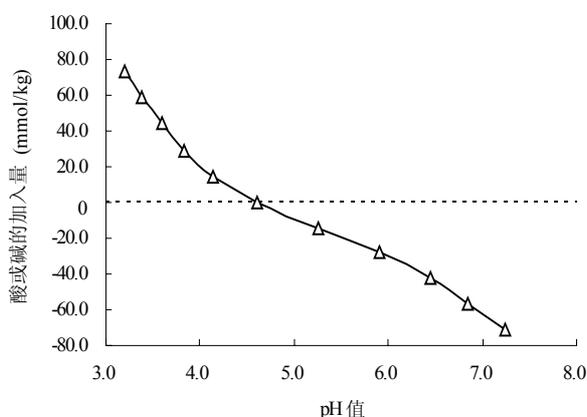


图1 土壤的酸碱滴定曲线 (纵坐标的正值代表酸加入量, 负值代表碱加入量)

2.2 植物物料对茶园土壤 pH 值的影响

图2是不同土壤与植物物料混合培养60天后土壤的pH值, 不加有机物料的对照土壤pH由培养前的pH 4.50降至pH 4.36, 这是由于表层土壤中含有一定量有机N, 恒温培养过程中有机N发生矿化形成 $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 进一步发生硝化作用形成 $\text{NO}_3^-\text{-N}$, 并释放质子, 酸化土壤^[3]。这一结果也从另一个侧面说明, 田间土壤采回实验室, 经过风干处理后所测得的土壤pH值与田间的实际情况有一定的差异。加入有机物料不同程度地提高了土壤的pH值。BL、BH、SL、SH 4种处理(处理含义见图2)可使土壤的pH值分别提高0.03、0.08、0.06、0.18。水稻秸秆改良效果优于大豆叶(柄), 高有机物料加入量的处理优于低有机物料加入量处理。在加入量较低的情况下, 水稻秸秆处理的pH值提高量是大豆叶(柄)处理的2.33倍; 在加入量较高的情况下, 前者是后者的2.25倍。根据土壤缓冲容量的直线方程及土壤pH的变化量可以估算植物物料释放的碱的量, 4种处理分别相当于加入0.71、1.90、1.42和4.27 mmol/kg的羟基离子。

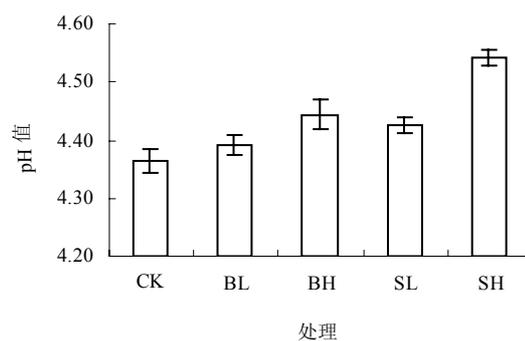


图2 植物物料对土壤 pH 值的影响 (CK 代表空白处理, B 代表大豆叶(柄), S 代表稻草, H 和 L 分别代表植物物料加入量高和低)

植物在生长过程中从土壤中吸收了盐基性养分离子, 使植物体内含有一定量的碱性物质(通常以灰化碱表示)^[3]。一般豆科植物在生长过程中从土壤中吸收的盐基性养分离子的量高于非豆科植物, 因此, 它的灰化碱量也高于非豆科植物。但本文的结果表明, 非豆科植物水稻的秸秆对土壤酸度的改良效果优于大豆。这是因为豆科植物在生长过程中通过生物固N作用在体内积累了大量的有机N, 当豆科植物物料与土壤混合培养后, 有机N发生矿化作用形成 $\text{NH}_4^+\text{-N}$, 这一过程消耗质子, 但随后 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 发生硝化作用形成 $\text{NO}_3^-\text{-N}$, 在这一过程中, 1 mol的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 经过硝化作用释放2 mol的 H^+ , 使土壤酸化^[3]。所以豆科植物加入土壤后, 它对土壤pH的最终影响是矿化作用、硝化作用和灰化碱共同作用的结果, 而非豆科植物主要通过灰化碱起作用。Yan和Schubert^[7]的结果表明蚕豆茎叶对酸性土壤的改良作用大于小麦秸秆; Xu和Coventry^[3]的结果表明小麦秸秆对酸性土壤的改良效果与羽扇豆茎叶之间的差异不显著, 而且植物物料的最终效果还与土壤的起始pH有关。因此, 不同的植物物料对酸性土壤的改良效果还有待进一步的比较研究。

2.3 植物物料对茶园土壤活性 Al 的影响

Al的活化是土壤酸化最直接的后果, 水溶性Al是土壤中各种形态Al最活跃的组分。植物物料施到土壤中, 一方面由于植物物料在微生物作用下分解产生可溶性有机物, 这些有机物会促进土壤Al的释放, 从而增加水溶性Al含量^[8]; 另一方面由于土壤pH的增加, Al的溶解度减小, 而最终的结果取决于两个相反过程的相对大小。从图3的结果可以看出, 与对照相比, 加入低量的大豆叶(柄)使可溶性Al含量增加, 加入低量水稻秸秆对可溶性Al含量影响不明显。但加入较高量的两种植物物料均使可溶性Al有不同程度

的减小,水稻秸秆和大豆叶(柄)两种处理中,可溶性 Al 含量分别比对照降低了 13.3% 和 5.6%。说明在这一施用水平下,有机物料不仅提高了土壤的 pH,还降低了土壤可溶性 Al 的含量。

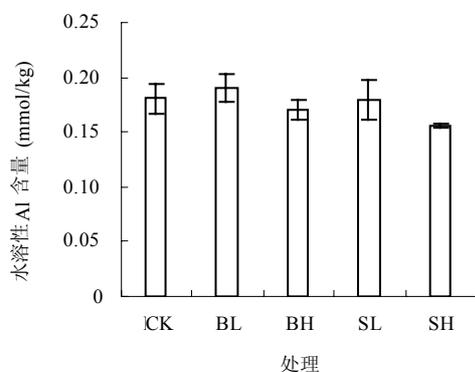


图 3 植物物料对土壤水溶性 Al 含量的影响

交换性 Al 是土壤酸的主体^[9],它与土壤 pH 值关系密切。图 4 的结果表明,加入植物物料使土壤交换性 Al 含量有不同程度的减小,特别是在加入较高量的大豆叶(柄)和水稻秸秆的处理中,土壤交换性 Al 含量分别比对照降低了 18.7% 和 16.7%。在低水平的有机物料处理中,交换性 Al 含量的降低幅度较小,在大豆叶(柄)和水稻秸秆处理中,交换性 Al 含量分别比对照降低了 7.6% 和 5.7%。这些结果基本上与土壤 pH 的变化趋势一致,不同的是大豆叶(柄)对土壤交换性 Al 的影响程度大于水稻秸秆。

3 结论

研究表明,施加植物物料提高了土壤 pH 值,降低了土壤的酸度。加入土壤干重 1% 的植物物料能够取得比较满意的效果,在这一施用水平下,植物物料不仅提高了土壤 pH,而且使土壤可溶性 Al 和交换性 Al 的含量降低。水稻秸秆对土壤 pH 的影响大于大豆叶(柄),但它们对土壤交换性 Al 的影响表现为大豆叶(柄)大于水稻秸秆。

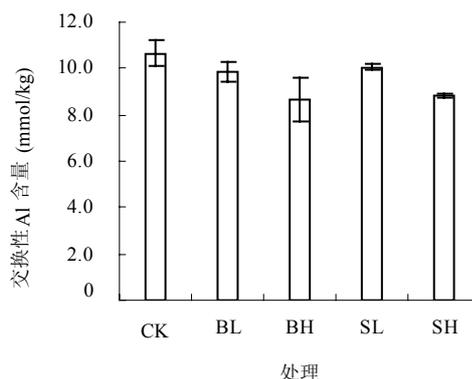


图 4 植物物料对土壤交换性 Al 含量的影响

参考文献:

- [1] 廖万有. 我国茶园土壤的酸化及其防治. 农业环境保护, 1998, 7(4): 178-180
- [2] Yan F, Schubert S, Mengel K. Soil pH changes during legume growth and application of plant material. Biol. Fertil. Soils, 1996, 23: 236-42
- [3] Xu RK, Coventry DR. Soil pH changes associated with lupin and wheat plant materials incorporated in a red-brown earth soil. Plant and Soil, 2003, 250:113-119
- [4] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 16-18
- [5] 李九玉, 徐仁扣, 季国亮. 8-羟基喹啉 (pH8.3) 分光光度法测定酸性土壤中的可溶性铝. 土壤, 2004, 36 (3): 307-309
- [6] 徐仁扣, 季国亮, 蒋新. 低分子量有机酸对高岭石中铝释放的影响. 土壤学报, 2002, 39 (3): 334-340
- [7] Yan F, Schubert S. Soil pH changes after application of plant shoot materials of faba bean and wheat. Plant and Soil, 2000, 220: 279-287.
- [8] Li JY, Xu RK, Ji GL. Enhanced dissolution of aluminum in variably charged soils by low-molecular-weight organic acids. Pedosphere, 15(4): 484-490
- [9] 于天仁, 季国亮, 丁昌璞. 可变电荷土壤的电化学. 北京: 科学出版社, 1996: 226-251