

营养型土壤改良剂对酸性土壤的改良

郭和蓉¹, 陈琼贤², 郑少玲¹, 谢秀宇¹, 严小龙¹

(1 华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642; 2 广东省农业科学院 蔬菜研究所, 广东 广州 510640)

摘要: 营养型土壤改良剂施入 3 种不同理化性状和不同肥力水平的酸性土壤进行恒温培养, 20 和 40 d 后, 测定土壤的 pH 值以及交换性酸总量、 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 含量. 试验结果表明, 营养型土壤改良剂提高了土壤的 pH 值, 降低了土壤中交换性 H^+ 和 Al^{3+} 含量. 说明营养型土壤改良剂对酸性土壤具有明显的改良作用.

关键词: 营养型土壤改良剂; 酸性土壤; 土壤 pH 值

中图分类号: S156.6

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2003)03-0024-03

我国约有 20 万 km^2 土壤的 pH 小于 5.0. 土壤 pH 太低, 使植物体内原生质膜的透性受到破坏, 导致作物对 Ca、Mg、K 等营养元素吸收的减少^[1]. 人们习惯用石灰来改良酸性土壤. 施用石灰是改良酸性土壤和消除铝毒的较为有效而经典的方法. 据孟赐福等^[2]报道, 红壤施用石灰消除了铝毒, 增加了油菜籽粒产量和秸秆产量, 提高了油菜的肥料利用效率. 但是, 土壤水溶态钾和交换性钾含量有所降低, 土壤有效磷含量随着土壤 pH 值的上升而降低. 大量或长期施用石灰不但会引起土壤板结而形成“石灰板结田”, 而且会引起土壤钙、钾、镁 3 种元素的平衡失调而导致减产. 在酸性土壤施用石灰还可能引起镁与铝水氧化物的共沉淀, 降低土壤溶液中的 Mg^{2+} 的活度和植物有效性^[3]. Edmeades^[5]认为, 田间条件下施用石灰后, 镁被置换出来易遭淋失, 导致土壤交换性镁含量减少. 因此, 酸性土壤改良新方法的探索是广大土壤和植物营养学工作者们普遍关注的问

题. 本试验通过营养型土壤改良剂施入土壤后进行恒温培养, 于培养后的 20 和 40 d 取土样测定其 pH 值、土壤交换性 H^+ 、 Al^{3+} 、 K^+ 、 Na^+ 含量, 研究了营养型土壤改良剂对酸性土壤的改良作用.

1 材料与方法

1.1 材料

供试土壤分别采自华南地区具有代表性的发育于不同母质的赤红壤, 其基本理化性状见表 1. 供试营养型土壤改良剂(以下简称改良剂)为广东省农业科学院蔬菜研究所提供. 该改良剂以沸石和蒙脱石粉作为原材料, 分别加入硅酸钙粉、橄榄石粉、元素硫粉、硼矿粉和锌矿粉等, 经脱氟处理, 然后混合磨碎过 0.154 mm 筛. 其矿质成分为: 碱解氮 2.83 mg/kg、速效磷含量、 $w(K_2O)$ 为 0.42%、 $w(CaO)$ 为 25%、 $w(MgO)$ 为 15%、 $w(SO_3)$ 为 5%、 $w(SiO_2)$ 为 17%, pH 值为 8.5.

表 1 土壤基本理化性状

Tab. 1 The character of soil

供试土样 sample	采样地点 site	植被 vegetation	采样部位 section	<0.002 粘粒含 量(w) clay / %	有机质含量(w) organic matter / %	pH	交换性酸总量 total acidity/ (mol kg ⁻¹)	交换性离子含量 exchangeable cation/ (mol kg ⁻¹)					
								H^+	$1/3Al^{3+}$	K^+	Na^+	$1/2Ca^{2+}$	$1/2Mg^{2+}$
1	番禺新造	香蕉	0~20 cm	40	3.19	3.58	7.01	0.87	6.14	1.05	0.34	3.42	0.94
2	从化佐村	荔枝	20 cm 以下	12	0.78	4.54	0.53	0.23	0.30	0.19	0.14	1.57	0.08
3	番禺石壁	蔬菜	0~20 cm	34	3.32	5.25	0.25	0.20	0.05	1.07	0.49	12.09	1.88

1.2 方法

选择 3 种不同理化性状、不同肥力水平的土样(土样 1、土样 2、土样 3). 每个土样分别取 36 份(包括 6 个处理、3 个重复供在 2 次不同的时间取样), 每份 500 g, 每 1 kg 土样分别加入 0、4、8、12、16、20 g 改

良剂, 充分混匀后装进底部连有一香烟滤嘴的塑料杯中, 然后把塑料杯放在盛有蒸馏水的盆中, 让塑料杯底部的滤嘴接触水面, 使土壤保持湿润, 在 25℃ 室温内培养, 于培养后 20、40 d 取土壤于室内晾干, 分析测定土壤的 pH 值、交换性酸和交换性 K^+ 、 Na^+ .

2 结果与分析

2.1 改良剂对土壤活性酸的影响

表 2 的结果表明, 施用改良剂提高了土壤的 pH 值. 将改良剂施入土壤中进行恒温培养, 20 和 40 d

后, 土壤的 pH 值随着改良剂施用量的增加而增加. 但是, 不同的土壤, 施入等量的改良剂, pH 值增加的幅度不同. 以培养 20 d 土样为例, 加入 4 g/kg 改良剂时, 土壤 pH 值上升幅度分别是: 土样 1 为 0.59; 土样 2 为 3.68; 土样 3 为 1.11.

表 2 恒温培养土壤 pH 值及交换性酸总量、H⁺、Al³⁺ 含量变化

Tab. 2 The change of incubation soil pH and exchangeable total acidity and exchangeable H ⁺ 、Al ³⁺ in constant temperature									
土样 sample	改良剂 modifier/ (g·kg ⁻¹)	pH		交换性酸总量		交换性 H ⁺		交换性 Al ³⁺	
				total acidity/(cmol·kg ⁻¹)		exchangeable H ⁺ /(cmol·kg ⁻¹)		exchangeable Al ³⁺ /(cmol·kg ⁻¹)	
		20 d	40 d	20 d	40 d	20 d	40 d	20 d	40 d
土样 1 sample1	0	3.87±0.03f	3.94±0.03f	6.74±0.32a	7.14±0.21a	0.73±0.04a	0.91±0.07a	6.00±0.35a	6.23±0.27a
	4	4.46±0.24e	4.57±0.03e	1.84±0.09b	2.71±0.22b	0.35±0.01b	0.59±0.06b	1.49±0.08b	2.13±0.16b
	8	5.59±0.05d	5.52±0.06d	0.28±0.03c	0.38±0.01c	0.14±0.01c	0.11±0.01c	0.14±0.04c	0.27±0.02c
	12	6.39±0.10c	6.27±0.11c	0.18±0.02c	0.18±0.01cd	0.10±0.01c	0.12±0.01c	0.07±0.01c	0.06±0.00c
	16	6.65±0.05b	6.72±0.02b	0.16±0.02c	0.13±0.01d	0.09±0.01c	0.11±0.00c	0.07±0.01c	0.00d
	20	6.83±0.05a	6.91±0.02a	0.22±0.03c	0.06±0.01d	0.15±0.03c	0.11±0.01c	0.07±0.01c	0.00d
土样 2 sample2	0	4.71±0.13d	5.01±0.03e	0.42±0.03a	0.49±0.05a	0.14±0.03a	0.26±0.02a	0.28±0.03a	0.23±0.04a
	4	7.39±0.02c	7.54±0.09d	0.00b	0.11±0.03b	0.00b	0.11±0.01b	0.00b	0.00b
	8	7.80±0.04b	7.85±0.10c	0.00b	0.00c	0.00b	0.00c	0.00b	0.00b
	12	8.03±0.06a	7.96±0.10bc	0.00b	0.00c	0.00b	0.00c	0.00b	0.00b
	16	8.06±0.03a	8.07±0.01ab	0.00b	0.00c	0.00b	0.00c	0.00b	0.00b
	20	8.14±0.03a	8.16±0.01a	0.00b	0.00c	0.00b	0.00c	0.00b	0.00b
土样 3 sample3	0	4.99±0.02f	5.02±0.15f	0.26±0.00a	0.29±0.02a	0.11±0.00a	0.18±0.02a	0.15±0.00a	0.08±0.01a
	4	6.21±0.03d	6.19±0.15d	0.07±0.00b	0.12±0.02b	0.06±0.00b	0.09±0.01b	0.02±0.00b	0.04±0.02b
	8	6.75±0.07c	6.76±0.08c	0.00c	0.03±0.01c	0.00c	0.02±0.00c	0.00c	0.01±0.01c
	12	6.91±0.10bc	7.03±0.07b	0.00c	0.00c	0.00c	0.00d	0.00c	0.00d
	16	7.00±0.05b	7.21±0.02ab	0.00c	0.00c	0.00c	0.00d	0.00c	0.00d
	20	7.22±0.05a	7.28±0.02a	0.00c	0.00c	0.00c	0.00d	0.00c	0.00d

1) 表中数据为 3 次测定结果的平均值, 同一土样同列数据末尾具相同字母的表示差异不显著 (DMRT 法, $P\geq 0.05$)

2.2 改良剂对土壤交换性酸度的影响

土壤的交换性酸度是土壤酸度的容量指标, 也是进行土壤酸度调节的重要参考指标. 表 2 的结果表明, 改良剂施入土壤后对土壤交换性酸总量产生了较大影响. 以培养 20 d 的土样为例, 以空白土样为对照, 当改良剂施入量为 4 g/kg 时, 土样 1 的交换性酸由 6.74 cmol·kg⁻¹ 下降到 1.84 cmol·kg⁻¹, 变化显著; 土样 3 的交换性酸由 0.26 cmol·kg⁻¹ 下降到 0.07 cmol·kg⁻¹, 变化显著; 土样 2 培养 20 d 后的交换性酸已经消失.

2.3 改良剂对土壤交换性 H⁺、Al³⁺ 含量的影响

施用改良剂后, 交换性 H⁺ 含量发生明显的变化. 以培养 20 d 的土样为例, 以空白土样为对照, 当改良剂施入量为 4 g/kg 时, 土样 1 的交换性 H⁺ 含量由 0.73 cmol·kg⁻¹ 下降至 0.35 cmol·kg⁻¹, 变化显著; 当改良剂施入量为 8 g/kg 时, 其交换性 H⁺ 含量下降至 0.14 cmol·kg⁻¹, 变化显著; 施用改良剂 12、16、20

g/kg 的土样, 其交换性 H⁺ 含量同对照相比变化显著. 土样 2 质地较轻, 土壤的缓冲性能较差, 且本底交换性 H⁺ 含量较低, 施用改良剂 4 g/kg, 培养 20 d, 其交换性 H⁺ 已经消失; 培养 40 d, 氢离子含量由 0.26 cmol·kg⁻¹ 下降至 0.11 cmol·kg⁻¹, 下降显著. 土样 3 结果与土样 2 一致.

土样 1 施用改良剂 4 g/kg 培养 20 和 40 d 后, 交换性 Al³⁺ 由 6.00 和 6.23 cmol·kg⁻¹ 分别下降至 1.49 和 2.13 cmol·kg⁻¹, 变化显著; 施用改良剂 8 g/kg 培养 20 和 40 d, 其交换性 H⁺ 分别下降至 0.14 和 0.27 cmol·kg⁻¹, 变化显著; 施用改良剂 12、16、20 g/kg 培养 20 和 40 d, 其交换性 H⁺ 同对照相比变化显著, 但与施用 8 g/kg 改良剂变化结果相比, 变化不显著. 土样 2 由于其质地较轻, 土壤的缓冲性能较差. 施用改良剂 4 g/kg 培养 20 和 40 d 后, 其交换性 Al³⁺ 已经消失; 土样 3 施入改良剂 4 g/kg 培养 20 和 40 d, 都导致其交换性 Al³⁺ 含量降低, 变化显著.

3 结论与讨论

施入营养型土壤改良剂后,土壤的 pH 值显著升高. 但不同理化性状的土壤,其变化程度不同. 以培养 20 d 土样为例,土样 1 的粘性最强,粘粒含量(w)为 40%,具有较强的缓冲性能,改良剂加入量为 8 g/kg 时,才能将其 pH 值调节到 5.5 左右;土样 2 是一种砂质土壤,其粘粒含量(w)只有 12%,缓冲性能较差,改良剂加入量为 4 g/kg 时, pH 值就上升到 7.39;土样 3 虽然其粘粒含量(w)为 34%,但其有机质含量较低,改良剂加入量为 4 g/kg,其 pH 值上升到 6.21. 因此, pH 值变化的幅度大小可能与土壤的理化性状特别是土壤的粘粒含量和土壤的有机质含量有关. 因此,使用改良剂进行酸性土壤改良时,要根据土壤的理化性状确定施用量. 特别是砂质土壤,施用改良剂量过多,也不利于土壤养分的有效化和影响作物的正常生长.

营养型土壤改良剂施入后,土壤的交换性酸总量降低,土壤交换性 H^+ 、 Al^{3+} 含量显著降低. 交换性 H^+ 的含量变化与土壤培养时间有关. 改良剂施用后,培养 40 d 土样的交换性 H^+ 含量与培养 20 d 土样的相比,相对较高,即随着土壤培养时间的延长,交换性 H^+ 含量出现回升现象. 关于其动态变化有待于进一步的研究.

土壤交换性酸和土壤 pH 值测定结果一致,充分

说明改良剂对土壤酸性改良效果明显. 试验结果同时说明,施用改良剂后,虽然都表现出 pH 值上升,交换性酸和交换性 Al^{3+} 下降,但其变化幅度不同. 要达到一定的改良效果,不同理化性状的土壤,要选择不同的施用量. 对于质地粘重、有机质含量较高的土壤,施用量可以大一些;而对于质地较轻,土壤缓冲性能较差的土壤,施用量不能太大,否则会因改良剂施用过量而引起土壤 pH 值过大,也不利于植物的生长,因此,改良剂施用量的选择是改良剂推广应用的关键. 施用量的决定时还要考虑土壤本底 pH 值的大小. 因此,还需要进一步的实验,摸索出不同理化性状的土壤的最佳施用量,将土壤 pH 值调节到土壤养分有效性最高,植物生长最适的范围.

参考文献:

[1] 曾希柏. 红壤酸化及其防治[J]. 土壤通报, 2000, 31(3): 111—113.
[2] 孟赐福, 水建国, 吴益伟, 等. 红壤旱地施用石灰对土壤酸度、油菜产量和肥料利用率的长期影响[J]. 中国油菜作物学报, 1999, 21(2): 45—48.
[3] 王敬国. 植物营养的土壤化学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1995. 92—103.
[4] EDMANDES D C, WHEELER D M, CROUCHLEY G C. Effect of liming on soil magnesium on some soils in New Zealand[J]. Commun Soil Sci Plant Anal, 1985, 16(7): 727—739.

Meliorating of Nutritive Soil Modifier on Acid Soil

GUO He-rong¹, CHEN Qiong-xian², ZHENG Shao-ling¹, XIE Xiu-yu¹, YAN Xiao-long¹

(1 College of Resources and Environment, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Institute of Vegetables, Guangdong Academy of Agric. Sci., Guangzhou 510640, China)

Abstract: Nutritive soil modifier was applied to three kinds of acid soil which are different in character and fertility. An indoor soil incubation experiment was conducted and soil pH, exchangeable H^+ , Al^{3+} were analyzed after 20 days and 40 days respectively. The result indicated that pH was increased and exchangeable H^+ , Al^{3+} were decreased in soil. In conclusion, nutritive soil modifier can meliorate acid soil.

Key words: nutritive soil modifier; acid soil; soil pH

【责任编辑 周志红】