

锰饱和沸石肥料对石灰性土壤中锰的化学形态及燕麦生长的影响^{*}

汪金舫¹ 朱其清¹ 马义兵² N. C. Uren²

(1 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

(2 澳大利亚 La Trobe 大学农学院)

EFFECT OF MANGANESE SATURATED ZEOLITE FERTILIZER ON CHEMICAL FORM OF MANGANESE AND GROWTH OF OAT IN CALCAREOUS SOIL

Wang Jin-fang¹ Zhu Qi-qing¹ Ma Yi-bing² N. C. Uren²

(1 *Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*)

(2 *School of Agriculture, La Trobe University, Vic. Australia*)

关键词 锰饱和沸石肥料, 石灰性土壤, 化学形态, 燕麦

中图分类号 S158.3

沸石作为土壤结构改良基质和缓释肥料基质, 对改善土壤养分向植物的供应状况有十分重要的作用, 在国内外的农业生产中得到较广泛的应用^[1-4]。据研究资料报道, 在土壤中施用沸石不会引起有效磷和肥料中水溶性磷的固定, 还能改善土壤供钾状况^[5]。在 CEC 较小的土壤中施用, 具有较好的保水蓄肥作用^[6], 可使小麦、水稻等作物增产 10% 左右^[7]。研究资料表明, 铵饱和沸石能显著增加粉砂质壤土中苏丹草的产量和对氮的吸收^[8], 在壤土中随着沸石与磷矿石比例的增大, 苏丹草对磷的吸收量增加^[9]。

锰在土壤中的化学形态较复杂, 在 pH 较高、质地较轻的石灰性土壤中常发生缺锰^[10-12]。这是因为土壤中锰的含量较低, 另一方面由于土壤条件的影响使锰的化学形态从有效态向难溶态方向转化。为了探讨保持土壤中锰较高的有效性的方法, 阐明土壤中锰的化学形态的转化机理, 充分开展新型肥料的研制, 我们对石灰性土壤中施用锰饱和沸石肥料后引起的土壤中锰的化学形态的转化和燕麦的生长影响等进行了研究。

* 中国科学院 (CAS) 和澳大利亚科学院 (AAS) 合作项目资助 (项目编号 94 1074)

收稿日期: 2000-01-04; 收到修改稿日期: 2001-03-27

1 材料和方法

土样采自南澳洲 Robe 镇的石灰性砂土, 主要理化性质列于表 1。土壤中锰的化学形态连续浸提方法见表 2^[13]。

表 1 供试土样的理化性质

pH	有机质 (g kg ⁻¹)	全氮	有效磷	有效钾	交换态锰			
					(mg kg ⁻¹)			
7.68	40.7	2.26	20	53	22.34	2.45	17.56	45.37

表 2 土壤中锰的化学形态连续浸提方法

化学形态	浸提剂	土水比	方法
交换态锰	1 mol L ⁻¹ 醋酸铵(含 10g NaCaHEDTA pH8.3)	2:20	振荡 2 小时
易还原态锰	1 mol L ⁻¹ 醋酸铵(含 2g 对苯二酚)	2:20	避光振荡 1 小时
难溶态锰	1 mol L ⁻¹ 醋酸铵(含 4g 硫代硫酸钠)	2:20	振荡 0.5 小时
残留态锰	高氯酸+ 硫酸+ 氢氟酸消化土样		0.5 mol L ⁻¹ 盐酸溶解

锰饱和沸石肥料(65.46Mn²⁺ g kg⁻¹) 采用合成沸石 Valfor100 制成。土样过筛(< 2mm) 后, 拌入肥料 N P K(100- 20- 120mg kg⁻¹) 和 Zn- Cu- B(4- 2- 0.5mg kg⁻¹), 按施锰 10mg kg⁻¹ 和 100mg kg⁻¹ 加入锰饱和沸石肥料, 混匀, 保持土壤土水势为- 10kPa(田间持水量), 分别装入 1kg 于小塑料钵中, 重复三次, 不加锰饱和沸石肥料为对照。

试验在 La Trobe 大学农学院的实验室和温室进行, 土样培育在 25 ℃ 的恒温室, 分别在不同的培育时间取出新鲜土样, 采用连续浸提法对土壤中锰的化学形态进行分级研究。盆栽试验在温室进行, 每钵种燕麦 5 株, 种植 60 天后收获, 分析土壤中锰的各种化学形态和燕麦收获后的鲜重、干重及地上部锰的含量。锰的测定用原子吸收分光光度仪, 测定结果换算为烘干土重。

试验数据采用 *t* 检验和 L. S. D 法进行多重比较^[14]。

2 结果与讨论

2.1 锰饱和沸石肥料对土壤中锰的化学形态含量的影响

根据预备培育试验, 在土壤中加入锰饱和沸石肥料后, 土壤交换态锰的含量变化很大, 30 天后就基本达到稳定, 因此我们对加入肥料 30 天后, 土壤中各种化学形态锰的含量变化进行了分析研究(表 3)。结果表明, 加入不同锰用量的肥料, 肥料中的锰迅速向易

表 3 锰饱和沸石肥料对土壤中锰的化学形态含量的影响

处理	交换态锰	易还原态锰	难溶态锰	残留态
	(mg kg ⁻¹)			
对照	3.14	33.17	3.95	5.11
锰 10mg kg ⁻¹	2.89	44.38**	2.24	5.86
锰 100mg kg ⁻¹	8.90**	125.45**	4.69	6.33

注: 表中数据为三次重复的平均值, * 表示差异显著, ** 差异极显著

还原态锰转化,使土壤中易还原态锰的含量增加,差异达极显著。而对土壤中难溶态锰和残留态锰的含量影响较小,差异不显著。因为易还原态锰也是作物能吸收利用的有效态锰,所以,施用锰饱和沸石肥料即能保持土壤中较高的交换态锰含量,也能较长时间保持较充足的有效态锰供给作物生长需要。

2.2 土壤中锰的化学形态的动态变化特征

在实验室条件下,土样培育一定时间后的取样分析结果表明(表4),对照土样随培育时间的延续,土壤中除残留态锰的含量有极显著的增加外,其它三种化学形态锰的含量都呈微弱降低的趋势,说明土壤中的锰较多地向有效性较低的残留态转化。施用含锰量较少的肥料后(10mg kg^{-1}),土壤中各种化学形态锰的含量间没有显著差异。而施用含锰量较高的肥料后(100mg kg^{-1}),土壤中交换态锰含量显著降低,而难溶态锰和残留态锰的含量则显著增加。表明施用锰饱和沸石肥料后,肥料中的锰有相当多的部分从有效性较高的交换态锰向有效性较低的难溶态和残留态方向转化。

表4 不同培育时间对土壤中锰的化学形态含量的影响

处理	不同培育时间(天)											
	交换态锰(mg kg^{-1})			易还原态锰(mg kg^{-1})			难溶态锰(mg kg^{-1})			残留态(mg kg^{-1})		
	30	40	60	30	40	60	30	40	60	30	40	60
对照	3.14	1.86*	2.65	33.17	30.47	29.95	3.95	2.95	2.39	5.11	10.09**	10.58**
锰 10mg kg^{-1}	2.89	2.13	2.29	44.38**	42.32	42.98	2.24	4.13*	2.84	5.86	6.79	7.21
锰 100mg kg^{-1}	8.90	5.12**	5.31**	125.45	124.13	135.08	4.69	13.00**	8.63**	6.33	3.14	16.35**

2.3 施用锰饱和沸石肥料对燕麦生长的影响

试验结果表明(表5),施用不同用量的肥料对燕麦地上部的鲜重和干重的影响较小,差异不显著;而随肥料用量的增加,燕麦对锰吸收量增加,燕麦中锰含量增加,差异极显著。这清楚地说明,施用锰饱和沸石肥料,能提供更多的有效态锰为燕麦所利用,与前面的研究结果相吻合。

表5 锰饱和沸石肥料对燕麦生长的影响

处理	鲜重锰(g pot^{-1})	干重锰(g pot^{-1})	燕麦中锰含量态(mg kg^{-1})
对照	16.86	4.84	5.43
锰 10mg kg^{-1}	16.76	4.81	8.03**
锰 100mg kg^{-1}	18.42	5.29	42.97**

2.4 燕麦生长与土壤中锰的化学形态转化间的相互作用

在燕麦生长60天后收获,分析土壤中各种形态锰的含量,研究结果表明(表6),无论

表6 燕麦生长与土壤中锰的化学形态转化

处理	交换态锰(mg kg^{-1})		易还原态锰(mg kg^{-1})		难溶态锰(mg kg^{-1})		残留态(mg kg^{-1})	
	无麦	种麦	无麦	种麦	无麦	种麦	无麦	种麦
对照	2.65	3.87**	29.75	25.96**	2.39	1.86*	10.58	13.68**
锰 10mg kg^{-1}	2.29	6.11**	42.98	42.79	2.84	2.47	7.26	4.00
锰 100mg kg^{-1}	5.30	10.07**	135.08**	135.65	8.63	6.50*	16.35	13.15**

是否施用肥料, 种植燕麦与未种植相比较, 土壤中的交换态锰的含量都明显增加, 差异都达到极显著, 燕麦生长具有活化土壤中锰的能力。在施用较多量的肥料后, 种植燕麦能使土壤中有效性较低的难溶态锰和残留态锰向有效性高的交换态锰转化, 表现为难溶态锰和残留态锰的含量显著降低, 交换态锰的含量极显著增加。

参 考 文 献

1. MacKown C T, Tucker T C. Ammonium nitrogen movement in a coarse-textured soil amended with zeolite. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1985, 49: 235~ 238
2. Chen J, Gabelman W H. A sand-zeolite culture system for simulating plant acquisition of potassium from soils. *Plant and Soil.*, 1990, 126: 169~ 176
3. Hung Z T, Petrovic A M. Clinoptilolite zeolite influence on nitrate leaching and nitrogen use efficiency in simulated sand based golf greens. *J Environ. Qual.*, 1994, 23: 1190~ 1194
4. Notario-De-Pino J S, Arteaga-Padron I J, Gonzalez-Martin M M, *et al.* Phosphorus and release from phillipsite-based slow-released fertilizers. *J of Controlled Release.*, 1995, 34: 25~ 29
5. 关连珠, 梁成华, 金耀青等. 天然沸石保氮供氮能力及其机制的研究. *土壤通报*, 1990, 21: 71~ 75
6. 潘根兴, 谭淑豪, 于革, 殷善达. 天然沸石某些农业化学性状研究. *江苏农业学报*, 1991, 7: 31~ 35
7. 候奎, 王秀兰. 开发沸石矿用于农业的经济评价. *自然资源学报*, 1993, 8: 38~ 45
8. Bartz J K, Jones R L. Availability of nitrogen to sudangrass from ammonium-saturated clinoptilolite. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1983, 47: 259~ 262
9. Barbarick K A, Lai T M, Eberl D D. Exchange fertilizer (phosphate rock plus ammonium-zeolite) effects on sorghum-sudangrass. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1990, 54: 911~ 916
10. 刘铮等编著. 微量元素的农业化学. 北京: 农业出版社, 1991, 173~ 180
11. Leeper G W, Uren N C. *Soil Science and Introduction*, fifth edition. Melbourne: Melbourne University Press, 1993. 234~ 236
12. Graham R D, Hannan R J, Uren N C. *Manganese in Soil and Plants*. Dordrecht: Kluwer Publishers, 1988. 225~ 241
13. 汪金舫, 刘铮. 氮和锰肥对潮土中锰化学形态的影响研究. *江苏农业学报*, 1999, 15: 233~ 236
14. 西北农学院, 华南农业大学主编. *农业化学研究法*. 北京: 农业出版社, 1980. 119~ 134

更 正

土壤学报 2001 年 38 卷第 3 期第 348 页李韵珠先生等的河北曲周盐渍土区的地下水化学特征一文图 3a 中将 Na^+ 浓度~ 矿化度的关系划成二条直线, 实际上应为一条直线, 特此更正。这一错误是由于我们工作中失误造成的, 在此向作者和读者表示歉意。

土壤学报 编辑部