

耗竭土壤钾素的固定及对棉花钾素营养的作用

郭建华, 韩宝文, 邢 竹

(河北省农林科学院土壤肥料研究所, 河北 石家庄 050051)

摘要: 用室内模拟和生物耗竭的方法研究了土壤中钾素的变化, 试验结果表明, 淹水可以减少土壤对外源钾素的固定, 淹水比 20% 田间含水量钾素的固定减少 2~29 mg/kg。当土壤经过干湿以后, 土壤会发生明显的固定钾作用, 土壤含钾量越高, 固定钾能力越强。棉花吸收的钾素中有 80% 来自于土壤非交换性钾, 盆栽生物耗竭与连续种植 10 年棉花的田间土壤, 具有相同的结果, 土壤交换性钾在下降到一定程度后不再下降, 而 1 mol/L HNO_3 不能提取的钾(层间钾)一直在下降。

关键词: 耗竭土壤; 固钾; 棉花

中图分类号: S158.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2003)01-0094-03

The Potassium Fixed and Effect on Cotton of Depletion Soil

GUO Jian-hua, HAN Bao-wen, XING Zhu

(Soil and Fertilizer Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: The change of soil potassium was studied by indoor simulation and bio-depletion methods. The study showed that humid soil may reduce soil-fixed potassium from potassium fertilizer. Inundated soil reduced the fixed potassium by 2-29 mg/kg than that of soil containing 20% water. The soil potassium fixation was increased after dry and humid alternation. Soil with higher potassium content had a higher fixation ability. Eighty percent of the potassium taken up by cotton was from non-exchangeable potassium of the soil. Both the pot and the field experiment showed a same result that the content of soil non-exchangeable potassium will no longer decrease when it reached a certain level, while non-extractable potassium with 1 mol/L HNO_3 will continue to decline.

Key words: Depletion soil; Fixed potassium; Cotton

土壤中的钾素以不同形态和方式存在, 但是各形态之间没有明显的界限。按照钾在土壤中存在的化学状态可分为: 水溶性钾、交换性钾、非交换性钾和矿物晶格内结构钾。水溶性钾是指以离子形态存在于土壤溶液中的钾; 交换性钾(或叫代换性钾)是指胶体表面吸附的钾, 通常用 1 mol/L 中性醋酸铵提取测定; 非交换性钾是指矿物晶格内含有的钾和土壤中固钾矿物的钾; 土壤矿物钾是指土壤原生矿物或次生矿物晶格中的钾。按照钾素对作物有效程度又可分为速效钾、缓效性钾和无效钾。速效钾包

括水溶性钾和交换性钾, 它约占土壤全钾的 0.1%~1%, 缓效性钾主要是非交换性钾, 无效钾主要是矿物晶格中的结构钾。层间钾是指存在于 2:1 型粘土矿物晶层中的钾, 它包括缓效性钾和部分矿物钾, 缓效性钾为第一部分层间钾(即层间钾 I), 其余部分层间钾称为 1 mol/L HNO_3 一次不能提取的钾(即层间钾 II)。土壤层间钾 I 是土壤速效钾的储备, 过去一段时间内人们着重研究了速效性钾对作物生长的作用, 并提出了速效性钾与作物生长的相关性, 但是近两年发现在耗竭条件下速效钾下降到一定程度

收稿日期: 2002-06-24

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目(396369)

作者简介: 郭建华(1962-), 女, 河北武强人, 副研究员, 主要从事植物营养与施肥方面的研究。

后,不再变化,层间钾则有明显降低,这说明矿质层间钾对作物生长起着一定作用。

1 材料和方法

1.1 室内模拟试验

用辛集棉花长期定位试验的土壤,过 1 mm 粗筛,加入配好的 K 溶液,使其含 K(K₂O) 量分别为 0, 48, 96, 144, 192, 240 mg/kg, 每组处理设有 2 个不同的含水量分别在 40℃和 0℃培养箱中培养, 14 d 后分析土壤中速效钾和层间钾的变化。同时作干湿交替的培养,放在 40℃保温箱中分别培养 3, 7, 15, 30, 45 d 后,取出一半风干,另一半则继续培养 3, 7, 15, 30, 45 d, 培养结束后进行化验分析。

表 1 耗竭土壤对外源钾素(K₂O)的固定

处理	48		96		144		192		240	
	固定量	固定	固定量	固定	固定量	固定	固定量	固定	固定量	固定
	(mg/kg)	(%)	(mg/kg)	(%)	(mg/kg)	(%)	(mg/kg)	(%)	(mg/kg)	(%)
40℃培养淹水	27	56.25	52	54.16	81	56.25	102	53.12	125	52.08
40℃培养 20% 含水量	34	70.83	60	62.50	90	62.50	110	57.29	130	54.16
20℃培养淹水	24	50.00	51	53.12	80	55.55	110	57.29	130	54.16
20℃培养 20% 含水量	30	62.50	60	62.50	93	64.58	118	61.45	135	56.25

从表 1 可以看出,随着外源钾素加入量的增加,钾素的固定量也在增加。在 40℃条件下培养,淹水处理要比 20% 田间含水量处理钾素固定量减少 7~29 mg/kg; 20℃条件下培养,则钾素固定量减少 2~13 mg/kg。当钾素加入量很低时(48 mg/kg),大部分的钾素被土壤固定,固定率在 50% ~ 70%,随着钾素加入量的增加,钾素固定的百分比在下降。特别是在钾素加入量达 144 mg/kg 以后,钾素固定的百分率明显下降。淹水保持土壤湿润是减少钾素固定的办法。温度比水分对外源钾固定的影响要小。

2.2 干湿交替对外源钾素的固定

试验结果表明,当土壤经过干湿以后,土壤会发生明显的固钾作用,由于原始土壤的含钾量不同,所表现出来的情况也不同,从第 2 次比第 1 次固定量的多少可以说明,基础土壤含钾量越高,表现出的固钾能力越强,潮土的固定钾量为 2~ 17 mg/kg,耗竭土壤的固钾量为 0~ 12 mg/kg,潮土固钾量比耗竭潮土的固钾量高 2~ 5 mg/kg,不管是含钾量丰富的潮土还是含钾量比较低的耗竭潮土,随着培养时间的延长,土壤中交换性钾的含量随之减少,即固定量增加。

1.2 盆栽试验

利用盆栽种植棉花对土壤进行生物耗竭,潮土取自辛集,褐土取自栾城,每盆装土 14 kg,施用 N, P₂O₅ 各 100 mg, 重复 4 次。连续种植棉花,每一茬的生长期是 2 个月左右,共种植 7 茬。

1.3 样品分析

土壤全钾用 NaOH 熔融,火焰光度计比色; 土壤层间钾用 1 mol/L 热 HNO₃ 浸提,火焰光度计比色; 土壤交换性钾用 1 mol/L H₄OAc 火焰光度计比色。

2 结果与分析

2.1 水分和温度对土壤钾素固定的影响

表 2 干湿交替对土壤固钾(K₂O)能力的影响 mg/kg

培养时间(d)	潮 土			耗竭潮土		
	第 1 次	第 2 次	固定量	第 1 次	第 2 次	固定量
	测定值	测定值		测定值	测定值	
3	347	338	9	217	217	0
7	341	330	11	213	213	0
15	336	319	17	220	208	12
30	314	312	2	211	208	3
45	313	310	3	213	210	3

注: 潮土培养前交换性钾含量 356mg/kg, 耗竭潮土为棉花 10 年不施肥的土壤, 培养前交换性钾含量 264mg/kg

2.3 生物耗竭对土壤中钾素变化的影响

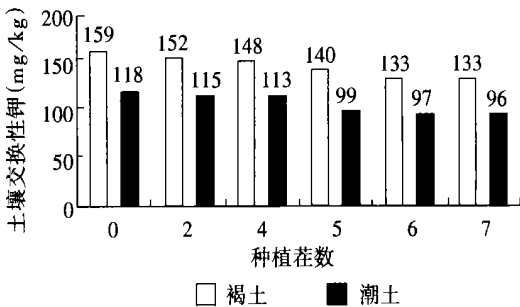


图 1 耗竭过程中交换性钾素的变化

由图 1 可以看出,在无休闲连续种植 7 茬棉花后,褐土的交换性钾由 159 mg/kg 下降到 133 mg/kg;潮土由 118 mg/kg 下降到 96 mg/kg 后不再下降。其结果与田间 10 年定位的结果相吻合。说明棉花对土壤钾素的吸收,有相当大一部分来自于土壤的缓效钾,缓效钾是作物吸收养分的总库源。

表 3 定位 10 年后土壤中钾素(K₂O)的变化

年份	速效钾 (mg/kg)	下降率 (%)	层间钾 (mg/kg)	下降 (%)
1989	156		1 368	
1996	160		1 240	9.36
1997	140	10.25	1 169	14.53
1999	139	10.89	1 104	19.05

由表 3 可以看出,对于连续 10 年种植棉花且不施任何肥料的土壤,10 年后土壤速效钾下降了 17 mg/kg,最近 3 年的含量变化不大,而层间钾的含量却一直在降低。

表 4 棉花吸收土壤钾素的分配

土壤 类型	总吸钾 (g/盆)	吸自土壤交换性钾		吸自土壤非交换性钾	
		(g/盆)	占总吸钾(%)	(g/盆)	占总吸钾(%)
潮土	1.815 6	1.344	17	1.503 4	83
褐土	2.524 0	1.862	15	2.650 2	85

从表 4 可以看出,在不施钾肥的情况下连续种植棉花,收割 7 次后地上部吸收的总钾量中,潮土上

棉花吸收的钾素 83% 来自土壤的非交换性的层间钾;褐土上棉花吸收的钾素 85% 来自土壤交换性钾素。说明土壤层间钾是供给植物钾素的主要来源,棉花吸收的钾素中有 80% 以上来自土壤的非交换性的层间钾。

3 结论与讨论

耗竭土壤钾素的固定,受水分的影响比较明显,淹水可以减少土壤对外源钾素的固定,淹水比 20% 田间含水量钾素的固定减少 2~ 29 mg/kg。干湿交替可以增加土壤对钾素的固定,特别是含钾量高的土壤,对于含钾量高的土壤,保持土壤的湿润可以减少土壤对钾素的固定,生产实际中防止土壤的过分干燥可以促进土壤钾素向着有利于作物吸收的方向的转化;土壤中的养分是作物吸收养分的主要来源,棉花吸收钾素的 80% 来自于土壤中的层间钾。说明培肥土壤地力是保持农业持续发展的重要措施。

参考文献:

[1] 扬振明,王 波,鲍士旦,等. 耗竭条件下冬小麦的吸钾特点及其对土壤不同形态钾的利用[J]. 植物营养与肥料学报,1998,4(1): 43-49.

[2] 史建文,鲍士旦,史瑞和. 耗竭条件下层间钾的释放及耗竭后土壤的固钾特性[J]. 土壤学报,1994,(1): 42-45.

[3] 金继运. 土壤钾素研究进展[J]. 土壤学报,1993,(1): 94-100.