

黄淮海平原潮土钾素状况及评价^①

赖辉比 傅积平 李淑秋

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 过去一直认为黄淮海平原潮土不缺钾,但因长期大量施氮、磷化肥,忽视施用有机肥,加上作物产量的不断提高,导致土壤钾素的逐渐耗竭。深入剖析潮土钾素供应状况,并作出科学评价,这对指导平衡施肥和肥料优化配置,推进农业可持续发展有重要意义。根据土壤养分长期监测结果,黄淮海平原潮土速效钾含量呈逐年下降趋势,年均减少约 $2\sim 4\text{mg/kg}$ 。钾素问题日益突出,并有可能成为作物高产的一个限制因素。影响潮土钾素含量的主要土壤因素是颗粒组成、有机质含量和阳离子交换量。粉砂质土壤颗粒较粗,有机质含量和交换量低,导致钾的释放速率低,所以尽管全钾和缓效含量较高,但速效钾仍然耗竭很快。

关键词 潮土;钾素评价;土壤质地

1 材料与方

在 1983 年封丘县潘店万亩试区建立时土壤调查的基础上,继续选定豫北天然文岩渠流域封丘试区作为土壤养分长期监测区,并从 1997 年起将监测区由万亩扩大至潘店全乡 3.2 万亩耕地范围。

1997 年取样是以 1:10000 水利现状图为基础,采用方格化布点 55 个,其中 18 个点布在万亩试区,37 个点布在非试区。1983 年至 1997 年 14 年间对万亩试区共进行 4 次土壤养分监测。供试土壤质地为砂壤土和粉砂壤土。取土深度为 0~15 厘米耕层。土壤基本理化性质列于表 1。

表 1 土壤基本理化性质

项目	颗粒组成		pH	交换量	有机质	全氮	全磷 (P ₂ O ₅)	全钾 (K ₂ O)	碱解氮	速效磷 (P)	速效钾 (K)
	mm. %										
	粘粒	粉砂粒									
	< 0.002	0.05 ~ 0.002		mmol /kg	g /kg			mg /kg			
平均值	12.61	57.35	8.39	105.9	12.13	0.640	1.670	22.37	57.01	10.72	89.69
标准差	6.02	12.78	0.15	29.40	2.17	0.09	0.19	1.55	12.33	6.58	32.36
变异系数	0.447	0.222	0.018	0.277	0.179	0.141	0.114	0.067	0.216	0.614	0.361

* N=55

测试方法:土壤有机质、pH、阳离子交换量、全氮、全磷、碱解氮、速效磷的测定采用常规分析方法。颗粒组成用吸管法。不同形态钾用火焰光度法,水溶态钾用水:土=5:1 浸提;交换态钾用 1mol/L 乙酸铵浸提的速效钾减去水溶态钾;非交换态钾(即缓效钾)用 1mol/L 硝

① 本研究由中国科学院“九五”重大项目(KZ951-A1-301)和院“九五”特别支持项目(KZ951-04)共同支持。

酸热提的钾减去速效钾; 矿物态钾为全钾减去 1mol/L 热硝酸提取的钾。

2 结果与讨论

2.1 潮土钾素状况

据河南封丘县潘店乡土壤养分长期监测结果(表 2), 1997 年与 1983 年相比, 有机质、全氮、全磷和碱解氮分别增加 65.94%、28%、20.14%和 3.45%, 尤以速效磷增加最显著达 201.1%, 这与每年大量施用磷肥有关。全钾量无明显变化, 继续保持较高水平达 22~23 g/kg, 这与潮土富含水云母等含钾矿物有关^[1]。但速效钾含量变化较大, 由 1983 年的 149.73 mg/kg 至 1997 年降为 89.69 mg/kg 减少 40.1%, 14 年间净减 60.04 mg/kg, 年均减少 4.29 mg/kg。万亩试区也有类似的趋势^[2], 速效钾由 1983 年的 114.4 mg/kg 至 1992 年降为 90.7 mg/kg, 9 年间减少 23.7 mg/kg, 年均减少 2.63 mg/kg; 至 1997 年降为 83.39 mg/kg, 14 年间减少 31.01 mg/kg, 年均减少 2.22 mg/kg(表 3)。如按 1992 年至 1997 年 5 年结果统计, 年均减少量降为 1.46 mg/kg, 速效钾量近期减少趋缓的可能原因, 是与土壤钾素供应强度减弱有关。万亩试区土壤速效钾降值小于潘店乡土壤是与试区重视有机肥施用有关。根据有机肥培土壤的田间试验结果表明^[2], 施用有机肥料能明显增加土壤中速效钾含量, 次序号厩肥(158 mg/kg>猪粪(128 mg/kg)>对照(90 mg/kg); 不施肥或单施氮、磷化肥会导致土壤速效钾含量下降, 由 136 mg/kg 降至 116 mg/kg。

表 2 土壤养分 监测结果								
年份	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷速效钾		
			(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)		(P)	(K)	
			g/kg			mg/kg		
1983 (N= 37)	7. 31	0. 500	1. 390	22. 29	55. 11	3. 56	149. 73	
1997 (N= 55)	12. 13	0. 640	1. 670	22. 37	57. 01	10. 72	89. 69	
1997 比								
1983	65. 94	28. 00	20. 14	0	3. 45	201. 1—40. 10		
增减(%)								

表 3 封丘万亩试区土壤速效钾含量变化		
对比	速效钾(mg/kg)	
	平均值	年均减少值
1983 年(N=60)	114.4	0
1992 年(N=47)	90.70	2.63
1997 年(N=18)	83.39	2.22

黄淮海平原同类型区潮土中钾素含量变化也有类似的趋势。据资料报导, 山东陵县孙家洼试区对盐化潮土的监测结果^①, 速效钾含量自 1987 年的 168 mg/kg 至 1994 年降为 137mg/kg, 7 年期间下降 31mg/kg, 年均下降 4.43mg/kg。豫东开封试区潮砂土的速效钾均值为 76.4mg/kg, 1985 年至 1995 年的 10 年间, 年均下降 1.90~2.04 mg/kg^②。另据河北衡水地区土肥站提供的资料, 1979 年至速 1990 年中的 11 年期间, 土壤速效钾由 140mg/kg 降为 116.1mg/kg, 年均下降 2.17mg/kg。由此可见, 黄淮海平原潮土速效钾含量普遍呈下降趋势, 年均降幅一般在 2~4mg/kg 左右。这是一个值得引起重视的问题。

2.2 潮土不同形态钾素含量

潮土中不同形态钾素含量列于表 4。

① 中国农业科学院土壤肥料研究所, 盐化潮土高效施肥技术研究,《盐渍生态环境的农业持续发展配套技术研究》。1995, 1~3 页。
② 《开封沙地试验区农业持续发展综合技术研究报告》。(1991—1995)18~38 页。

表 4 土壤不同形态钾素含量*

项目	水溶态钾	交换态钾	非交换态钾	矿物态钾	全钾
	mg/kg			g/kg	
平均值	10.87	79.73	638.4	21.65	22.37
标准差	5.10	32.50	125.9	1.53	1.55
变异系数	0.469	0.408	0.197	0.071	0.069

* N=55

植物直接吸收利用,但它是土壤中速效钾的贮备,它的贮量和转化率可以反映土壤的供钾潜力;矿物态钾是土壤全钾的主体,含量高达 21.65g/kg,占全钾的 96.7%,但它属难利用的钾素,对速效钾的贡献很小。从各种形态钾素的分析看,土壤中矿物态钾和缓效钾的含量仍然很高,说明该地区土壤仍有较高的供钾潜力。但速效钾含量较低,而又逐年递减,说明缓效钾和矿物钾转化为速效钾的速率已跟不上上作物吸收移走的速度。因此,本区要实现作物高产,必须补充钾肥,或多施有机肥以及选用吸钾高效型作物品种。

2.3 影响潮土钾素的土壤因素初析

1. 土壤颗粒组成

颗粒大小无疑是影响潮土钾素的重要土壤因素之一。土壤颗粒大小不同,矿物组成、化学成分和表面积也不同,从而影响土壤的供钾能力^[1]。颗粒组成与不同形态钾素之间的相关矩阵结果(表 5)表明,粉砂粒和粘粒与全钾量无相关,而与交换态钾和非交换态钾呈显著正相关($r=0.7874, 0.8888$ 和 $r=0.8722, 0.9292$),也就是说,这两级颗粒越多,交换态钾和非交换态钾也越高。但极细砂粒(0.1~0.05mm)却与各种形态钾素呈负相关。

黄淮海平原潮土的质地除少部分为粘土和砂土,大多为粉砂壤土,其颗粒组成中粉砂粒级(0.05~0.002mm)约占 33.8%~69.8%,而粘粒($< 0.002mm$)只占 3.7%~21.0%。潮土中粉砂粒和粘粒都会影响土壤钾素变化。因为除了土壤的粘粒部分,粉砂粒部分也能释放出相当数量的钾^[3]。但与粘粒部分相比,粉砂粒中钾的释放速率更小,这也可能就是为什么该地区土壤有较高的缓效钾和矿物钾含量,但速效钾含量又降低很快的原因。

应当指出,潮土的质地对钾素贮量和供应强度的影响,不仅取决于耕层土壤质地,还与心土层砂粘层出现的层位和厚薄有关。例如,华北地区群众习称的“蒙金地”(上砂下粘)就比“倒蒙金地”(上粘下砂)供钾性状好,肥力也高,作物容易获得高产。这就说明,为什么有的土壤表层为壤土,而心土层以下是砂土的比表层为细砂土,但心土层以下为壤土或粘质土的更易显示缺钾的原因。

2. 有机质和阳离子交换量

有机质是影响土壤钾素另一个重要因素。它不仅与土壤颗粒组成有关,还与阳离子交换量呈正相关,从而影响土壤钾素的释放量。研究表明(表 5),有机质与粘粒和粉砂粒含量之间呈正相关,而与极细砂粒呈负相关。阳离子交换量因与有机质呈正相关,所以它与颗粒组成的相关性与有机质类同。这两个土壤因素同时也影响不同形态钾素。有机质和阳离子交换量与水溶态钾、矿物态钾、全钾无相关,而与交换态钾和非交换态钾呈显著正相关。

不同形态钾素中水溶态钾和交换态钾都属速效钾,虽含量不高,约 90mg/kg,分别占全钾的 0.04%和 0.35%,但它可直接被植物吸收利用;非交换态钾又称缓效钾,其含量为 638.4mg/kg,约占全钾的 2.8%,这部分钾主要是指层状粘粒矿物所固定的钾离子,虽很难被

3 小结

根据对豫北封丘试区土壤钾素的长期监测结果,参照黄淮海平原同类型区潮土不同形态钾素含量变化,初步得出,潮土全钾含量在 15~23g/kg 之间。速效钾含量除粘质土可高达 200mg/kg,但一般在 60~140mg/kg。由于长期不施钾肥,随着作物产量的不断提高,从而导致土壤速效钾的逐渐耗竭,含量普遍下降,年均减少 2~4mg/kg 左右。尽管这些土壤的矿物钾和缓效钾含量仍然很高,但速效钾降低很快,说明土壤中缓效钾转化为速效钾的速度比作物吸收利用速效钾的速度慢。钾的释放速度与土壤颗粒大小有关,所以,目前砂土地区和高产地区的土壤和作物已显示缺钾的征兆,这是一个值得引起重视的问题。为了避免因土壤缺钾而导致作物减产,今后应加强区域土壤钾素监测的力度,深入研究不同地区、不同土质、不同作物条件下土壤缺钾的临界值,并提出预警。为了补充土壤钾素的亏缺,施用有机肥是最有效的措施之一。否则,为了维持高产,就要适当补充钾肥。

表5 潮土基本特性与不同形态钾的相关矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 极细砂粒 (1~0.05mm)		-0.9419 ^③	-0.8284 ^②	-0.9353 ^②	-0.9005 ^③	-0.5677	-0.8949 ^③	-0.9394 ^③	-0.1406	-0.2296
2 粉砂粒 (0.05~0.002mm)			0.7616 ^①	0.8782 ^③	0.8159 ^②	0.5427	0.7874 ^②	0.8888 ^③	0.0534	0.1362
3 粘粒 (<0.002mm)				0.8904 ^③	0.9635 ^③	0.4585	0.8722 ^③	0.9292 ^③	-0.0252	0.0668
4 有机质					0.9701 ^③	0.5209	0.9778 ^③	0.9544 ^③	0.1797	0.2704
5 交换量						0.5394	0.9624 ^③	0.9699 ^③	0.1216	0.2148
6 水溶态钾							0.4596	0.1187	0.1895	0.0779
7 交换态钾								0.8085 ^③	0.2860	0.2065
8 非交换态钾									0.1937	0.1436
9 矿物态钾										0.9953 ^③
10 全钾										

注:① * ② * * ③ * * *

参 考 文 献

1 席承藩等主编. 中国土壤. 北京:农业出版社, 1998:922~940
2 傅积平, 徐富安主编. 豫北平原农业生态系统研究. 北京:气象出版社. 27~37、89~94
3 R. D. 芒森主编. 农业中的钾. 北京:科学出版社, 1995:127~140