

王东沟小流域土壤养分变化研究

王旭刚¹, 郝明德², 张春霞², 魏孝荣¹

(1. 西北农林科技大学资环学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)
中国科学院
水利部

摘要: 通过2002年长武县王东沟小流域土壤养分测定, 结合1982年长武县土壤普查中王东沟小流域养分普查数据及1993年CERN对王东沟小流域土壤养分普查数据进行分析, 土壤有机质含量已经达到全国中等肥力水平, 碱解氮、速效磷、速效钾的含量呈上升的趋势, 但是氮磷养分比例不协调, 成为限制农业生产的重要因素。该区域的土壤培肥途径是调整种植结构、增加养地作物的种植面积、增施有机肥、科学施用化肥。

关键词: 土壤养分含量; 养分变化; 培肥途径

中图分类号: S158.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)01-0081-04

Study on Soil Nutrient Variation of Wangdonggou Small Valley

WANG Xu-gang¹, HAO Ming-de², ZHANG Chun-xia², WEI Xiao-rong¹

(1. Resource and Environment College, Northwestern Sci-tech University of Agricultural and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi, China)

Abstract: According to 2002 soil nutrient determined data of Changwu, Wangdonggou valley, and data of 1982 soil nutrient general survey, data of 1993 soil nutrient survey by CERN. Soil organic matter content has come to the middle fertility level of China. Alkali-hydrolyzable N, available P, available K were rising in content, but N, P proportion were not harmonize, became the factor restricting agricultural production. Approaches of fertilization in this area is to balance the plantation, increase manure amount, scientific application of chemical fertilizer.

Key words: soil nutrient content; nutrient variation; approaches of fertilization

王东沟小流域位于陕西省的长武县境内, 东经 107°40'30"~107°42'30", 北纬 35°12'~35°16', 属典型的黄土高原沟壑区, 流域总面积 8.3 km²。地貌分塬面和沟壑两大单元, 分别占土地的 35% 和 65%。土壤属于黏钙黑垆土, 母质是中壤质马兰黄土。气候属于暖温带半湿润大陆性气候, 年平均气温 9.1℃, 多年平均无霜期 171 d, 热量供作物一年一熟有余。主要粮食作物有冬小麦、春玉米, 果树面积仍呈逐年上升趋势。为进一步弄清全流域的土壤养分变化状况, 我们在流域内不同土地类型上采集了 129 个农化样, 分析了土壤有机质、全氮、碱解氮、全磷、速效磷、全钾、速效钾、缓效钾的含量及土壤 pH 值。并对结果进行了统计分析。

1 材料与方法

1.1 土壤样品的采集

1993 年根据 CERN 对流域土壤养分普查要求, 用比例为 1:7500 的王东沟小流域土地利用图, 沿经纬线方向采用网格法定点采样。2002 年 7 月在 1993 年采样点基础上再次采样, 在采样的过程中考虑到样品的地块代表性, 采用

同一地块随机多次采样并混合为该地块的土壤样品的方法, 采样深度为 0~20 cm。所有土样经风干过筛后备分析用。

1.2 分析方法

选取的土壤养分指标的测定均按常规方法进行。土壤有机质采用重铬酸钾外加热氧化法, 全氮采用半微量凯氏蒸馏法, 碱解氮采用碱解扩散法, 全磷采用硫酸-高氯酸消煮-钼锑抗比色法, 速效磷采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法, 全钾采用氢氟酸-高氯酸消煮-原子吸收法, 速效钾采用醋酸铵浸提-原子吸收法, 缓效钾硝酸浸提-原子吸收法测定。

1.3 数据的来源与处理

1982 年长武县王东沟小流域土壤养分普查资料来源于长武县农技中心土壤普查报告。本试验测定的数据统一采用 Microsoft Excel 和 The SAS System for Windows V8 处理。

2 结果与讨论

2.1 王东沟小流域土壤养分现状

王东沟小流域地处黄土高原旱塬区, 作物产量与土壤水

* 收稿日期: 2002-11-25

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目 (KZCX2-413); 国家科技攻关项目 (2001BA508B18)。

作者简介: 王旭刚 (1978-), 男, 河南南阳人, 硕士, 主要从事土壤肥力与生态环境建设方面的研究。

分状况、养分状况关系密切。了解王东沟小流域土壤养分变化状况对科学指导施肥,提高当地粮食产量,开展生态环境建设,提供科学依据。

土壤养分含量因土地利用方式的不同而不同(表 1)。从土壤耕层的养分测定分析结果来看,本流域有机质含量已达 1.489% (全国中等肥力有机质含量 1.00%~1.40%),钾素较丰的现状。由于林地和草地没有外源磷素补充,致使土壤全磷、速效磷含量低于农田、果园,林地土壤养分中全氮、碱解氮最高,林地上生长的树木杂草及枯枝落叶不受人为因素影响,完全在自然作用下进行着生物小循环。草地土壤的 pH 值最高,pH 值的变化趋势则为:草地>林地>农地>果园,这说明了随着不同类型植被的演变,土壤养分的储存条件也发生了明显的改变。在林地向草地的植被演变过程中,生物量大大降低,越来越有利于有机质的分解。林地的有机质含

量最高,果园的有机质含量最低,林地>草地>农田>果园,土壤养分中的全钾和缓效钾与土地的利用方式关系不大。果园土壤的养分中,全磷、速效磷最高,全磷与速效磷的变化趋势相同(果园>农田>林地>草地)。

果园中人为的投入化肥,果树的枝叶、果实、杂草又被人为的移出。果园每年投入的有机肥、化肥中所含的养分量小于人为移除的生物量中所含的养分量,人为的影响了果园生物小循环。果园的速效钾含量最高,变化趋势为:果园>林地>农田>草地。果园的土壤养分包括全氮、碱解氮、有机质、全磷、速效磷的含量小于林地和草地,相关分析得出,速效钾的含量与 pH 值呈极显著的负相关关系($P_{\text{Prob}} > |r|$ 的概率为 $0.0099 < 0.01$),钾被作物吸收后,大部分被分配到作物的茎秆。农田被移出的主要是茎秆而果园主要是果实,农田的速效钾含量低于果园。

表 1 2002 年王东沟小流域土壤养分现状

土地 类型	样品数/ 个	有机质			全氮			碱解氮		
		平均值/ (g·kg ⁻¹)	变幅	变异系 数/%	平均值/ (g·kg ⁻¹)	变幅	变异 系数/ %	平均值/ (mg·kg ⁻¹)	变幅	变异 系数/%
林地	23	14.889	9.543~26.323	29.942	0.862	0.482~1.671	30.766	57.923	30.234~103.670	32.131
农地	59	11.492	4.296~15.194	21.457	0.804	0.369~1.114	20.674	46.667	8.880~71.463	27.521
果园	35	9.740	6.295~14.286	20.102	0.694	0.471~1.040	18.783	40.520	18.852~55.694	22.990
草地	12	12.530	5.678~22.715	41.551	0.804	0.395~1.266	35.472	47.246	16.386~84.606	42.492

土地 类型	样品数/ 个	全磷			速效磷			速效钾		
		平均值/ (g·kg ⁻¹)	变幅	变异系 数/%	平均值/ (mg·kg ⁻¹)	变幅	变异 系数/(mg·kg ⁻¹)	平均值/ (mg·kg ⁻¹)	变幅	变异 系数/%
林地	23	0.633	0.523~0.986	16.032	13.872	2.880~47.520	91.071	199.672	76.780~472.870	51.682
农地	59	0.716	0.604~0.919	16.253	16.960	3.973~68.914	59.507	187.800	81.240~566.705	47.519
果园	35	0.755	0.558~1.272	17.395	19.968	3.178~88.577	96.791	212.347	83.425~622.955	60.028
草地	12	0.612	0.406~0.684	12.146	6.828	3.307~17.382	58.462	143.262	85.950~261.955	35.056

土地 类型	样品数/ 个	pH			缓效钾			全钾		
		平均值	变幅	变异系 数/%	平均值/ (mg·kg ⁻¹)	变幅	变异 系数	平均值/ (g·kg ⁻¹)	变幅	变异 系数/%
林地	23	8.282	8.140~8.440	1.023	1011.672	643.450~1426.065	19.611	20.339	15.998~24.701	11.508
农地	59	8.258	8.090~8.580	1.106	1150.664	791.210~1966.297	18.473	20.336	17.711~25.814	11.258
果园	35	8.265	7.89~8.450	1.422	1129.291	445.215~1823.941	19.980	20.714	15.696~23.895	10.700
草地	12	8.323	8.170~8.470	0.989	1140.650	764.505~1485.505	18.408	21.440	20.880~22.878	3.648

2.2 王东沟小流域土壤养分变化

综合比较 1982 年王东沟土壤养分普查数据及 1993 年、2002 年土壤养分测定数据得知,碱解氮、速效磷、速效钾的含量呈上升的趋势。土壤速效磷含量由 1986 年的 2.892mg/kg 经 1993 年的 5.222mg/kg 而增至 2002 年的 16.283mg/kg,土壤速效钾的含量由 1982 年的 168.186mg/kg 增至 2002 年的 192.434mg/kg,有机质和全氮在 1993 年下分别降到 9.500g/kg 和 0.740g/kg,而在 2002 年又有所回升并且超过 1982 年土壤普查时土壤养分的含量。

20 世纪 80 年代初期,由于当地人们急于解决温饱,以提高粮食产量,增加总量为目标,广种薄收,化肥用量只占最佳用量的 50%~60%,不合理的施用化肥,致使土壤肥力略有减退,90 年代在科技示范作用下,大力植树造林,退耕还林(草),使土壤肥力得到恢复和提高。从总体上来说,基础肥力

如全氮、全磷、有机质提高缓慢,速效养分提高较快,但是氮、磷、有机肥比例失调,制约着农业生产的发展。

就 1993 年和 2002 年的土壤养分测定数据来说,各种土地利用方式土壤养分含量变化明显。2002 年农田土壤的有机质含量比 1993 年增加了 17.78%,全氮含量比 1993 年增加了 5.79%,碱解氮含量比 1993 年减少了 13.92%,速效磷增加了 214.24%,速效钾增加了 3.98%。2002 年林地土壤的有机质含量比 1993 年增加了 39.31%,全氮增加了 9.58%,碱解氮增加了 0.25%,速效磷增加了 321.80%,速效钾增加了 7.05%。果园土壤的有机质含量比 1993 年增加了 22.30%,全氮、速效磷、速效钾分别增加了 0.58%、242.78%、48.85%,碱解氮降低了 16.34%。草地土壤的有机质含量比 1993 年增加了 49.52%,全氮、速效磷、速效钾分别增加了 23.69%、316.09%、2.67%,碱解氮含量减少了 5.04%。

表 2 王东沟小流域养分变化										
	年份	农田	增幅/%	林地	增幅/%	果园	增幅/%	草地	增幅/%	平均
有机质/%	1982 年									9.930
	1993 年	0.9648		1.085		0.796		0.838		9.500
			17.78		39.31		22.30		49.52	
	2002 年	1.149		1.511		0.974		1.253		11.719
全氮/ (g · kg ⁻¹)	1982 年									0.785
	1993 年	0.760		0.793		0.690		0.650		0.740
			5.79		9.58		0.58		23.69	
	2002 年	0.804		0.869		0.694		0.804		0.784
碱解氮/ (mg · kg ⁻¹)	1982 年									40.527
	1993 年	54.215		58.584		48.433		49.753		53.740
			- 13.92		0.25		- 16.34		- 5.04	
	2002 年	46.667		58.730		40.520		47.246		47.060
速效磷/ (mg · kg ⁻¹)	1982 年									2.892
	1993 年	6.3518		2.926		6.117		1.641		5.222
			214.24		321.80		242.78		316.09	
	2002 年	19.960		12.342		19.968		6.828		16.283
速效钾/ (mg · kg ⁻¹)	1982 年									168.186
	1993 年	180.61		174.92		142.66		139.53		170.977
			3.98		7.05		48.85		2.67	
	2002 年	187.80		187.254		212.347		143.262		192.434

* 1982 年土壤养分普查没有详细分类。

2002 年王东沟小流域农田果园化肥有机肥的投入比 1993 年有很大的提高,但是肥料的投入比例不协调,土壤养分中氮磷钾的含量增加不平衡。有机质含量增加较快(增幅 17.78%~49.52%),全氮含量的增加缓慢(0.58%~23.69%),速效磷的含量急剧增长(214.24%~321.80%),速效钾稳步增长(2.67%~48.85%),碱解氮的含量则出现较大幅度的滑坡(-5.04%~-16.34%)。肥料的投入和土壤养分含量密切相关,肥料的作用主要在于调节土壤养分的供应容量和强度。小麦等农作物吸收的土壤养分主要集中在茎叶,种子部分仅占 29.08%。化肥的投入促进了农作物的营养生长,而到收获时就显出土壤氮素供应的不足。有机肥供应缓慢而持久,到收获时仍可提供作物需要的养分。施用有机肥不但可以提高土壤养分的含量,而且可以促进氮磷组成向有效转化,从而增加土壤养分的有效性。本流域内有机肥主要来源于畜禽粪便,数量较少,无法满足生产上的需求。

2.3 土壤各养分的相关性分析

对于长武县王东沟小流域的土壤来说,不同土地利用方式土壤中的各种养分之间存在着一定的相关性。就 1982 年、1993 年、2002 年长武县王东沟小流域的土壤养分数据的相关分析来看,有机质含量与土壤全氮含量、碱解氮含量、速效钾含量均呈显著的正相关关系(表 3),由主成分分析得知,对土壤养分总体贡献量最小的主分量中占份额最大的是全氮,其次是碱解氮、速效磷、有机质。碱解氮、速效磷与速效钾之间也呈现出极显著的相关关系,这与化肥的投入有关。全氮、碱解氮、速效磷含量受到施入土壤的有机肥、化肥的直接影响,有机肥化肥的投入量增加,土壤中全氮、碱解氮的含量同样增加,速效磷含量与有机质、全氮等均没有相关关系,提高本流域内土壤速效磷的含量必须靠加大磷肥的投入。全氮与速效钾有极显著的相关关系。王东沟小流域的肥料投入

中,氮磷的比例不协调。王东沟小流域内土壤养分比例不协调的状况,有待于通过退耕还林(草),增施有机肥,优化施肥等措施,以期稳步改善土壤肥力状况。

表 3 长武县王东沟小流域养分之间相关系数

	年份	有机质	全氮	碱解氮	速效磷
全氮	1982	0.4653**			
	1993	0.8856**			
	2002	0.1834*			
碱解氮	1982	0.6711**	0.6392**		
	1993	0.8830**	0.8832**		
	2002	0.7946**	0.2354**		
速效磷	1982	-0.0613	0.1864	0.1403	
	1993	0.1877*	0.2283**	0.1355	
	2002	0.0218	0.0480	0.0952	
速效钾	1982	0.4456**	0.4517**	0.4464**	0.3405**
	1993	0.5999**	0.5296**	0.5420**	0.4489**
	2002	0.2571**	0.4450**	0.1148	0.3897**

3 小 结

- (1)长武县王东沟小流域土壤养分含量较之以前有很大的提高,土壤肥力得到了一定的改善。有机质含量比 1993 年增加了 17.78%~49.52%,全氮增加了 0.58%~23.69%,速效磷增长了 214.24%~321.80%,速效钾增长了 2.67%~48.85%。
- (2)综合比较 1982 年、1993 年、2002 年长武王东沟流域土壤养分含量,发现本流域的土壤养分含量在不断的增加,土壤肥力在不断的得到提高。而且各养分之间相关性显著,都与有机质含量呈极显著正相关。换言之,土壤肥力直接与当地的有机质含量呈极显著的相关关系。
- (3)本流域内应继续坚持培肥土壤,提高土壤肥力。有机质有明显的改善土壤理化性状的作用,可以增加土壤养分的绝对数量,提高土壤养分的有效性。应在本流域内广辟肥源,

推广秸秆的堆肥、沤肥。科学施用化肥,充分发挥肥料的作用,建立合理的轮作制度、耕作方式,适当增加养地作物的种植面积,缓和用养矛盾,保持土壤养分平衡。

参考文献:

- [1] 杨文治, 余存祖 黄土高原综合治理定位试验示范的实践与认识[A] 土地资源及生产力研究[M] 北京: 科学技术文献出版社, 1991. 1
- [2] 李岗, 等 乾县枣子沟流域土壤肥力状况与培肥途径[A] 土地资源及生产力研究[M] 北京: 科学技术文献出版社, 1991. 1
- [3] 李玉山, 苏陕民 长武王东沟小流域高效生态经济系统建立技术综合研究[A] 长武王东沟高效生态经济系统综合研究[M] 北京: 科学技术文献出版社, 1991. 9
- [4] 党廷辉, 李青 长武王东沟流域土壤养分分布特征与培肥途径[A] 长武农业生态系统结构、功能、及调控原理与技术[M] 北京: 气象出版社, 1998. 8
- [5] 中国科学院黄土高原综合科学考察队 黄土高原地区土壤资源及其合理利用[M] 北京: 中国科学技术出版社, 1991. 7
- [6] 胡小平, 王长发 SAS 基础及统计实例教程[M] 西安: 西安地图出版社, 2001. 8
- [7] 袁志发, 周静芋 试验设计与分析[M] 北京: 高等教育出版社, 2000. 8
- [8] 吴良欢, 方勇, 等 长期施用化肥与有机肥对土壤肥力影响的回归分析[J] 浙江农业学报, 1996, 8(6): 335- 339
- [9] 郝明德, 等 渭北旱塬地区粮食作物优化施肥模式的研究[A] 长武王东沟高效生态经济系统综合研究[M] 北京: 科学技术文献出版社, 1991. 9
- [10] 郝明德, 等 渭北旱塬农业生产中的肥料问题[A] 长武王东沟高效生态经济系统综合研究[M] 北京: 科学技术文献出版社, 1991. 9
- [11] 张卫, 黄建英 有机绿肥和无机化肥中的氮素在小麦—土壤系统中的转化与分配[A] 土地资源及生产力研究[M] 北京: 科学技术文献出版社, 1991. 1

(上接第 57 页)

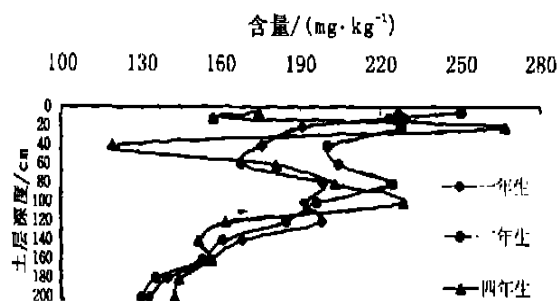


图 7 粮草轮作土壤氨态氮剖面变化

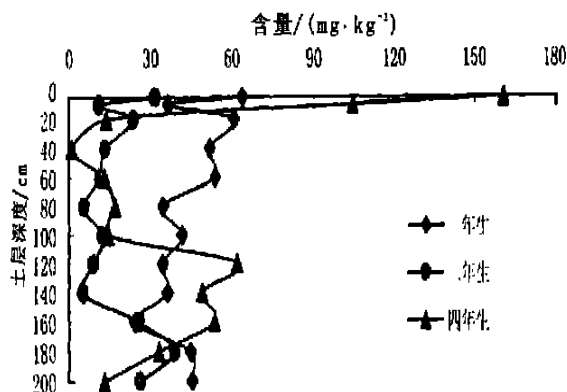


图 8 粮草轮作土壤氨基糖态氮含量变化

3 结 论

(1) 在不施肥条件下苜蓿连作能够明显增加土壤耕层的水解总氮和氨态氮含量。施 P 处理在 0~ 20 cm 土层的土壤水解总氮、氨态氮、氨基酸氮和氨基糖氮含量分别较对照增加 413.55 mg/kg、58.39 mg/kg、169.83 mg/kg 和 107.01 mg/kg; NPM 处理土壤耕层水解总氮比对照增加 192.58

参考文献:

- [1] 梁国庆, 等 长期施肥对石灰性潮土氮素形态的影响[J] 植物营养与肥料学报, 2000, 6(1): 3- 10
- [2] 王岩, 等 肥料残留氮的有效性及其与形态分布的关系[J] 土壤学报, 1993, 30(1): 19- 24
- [3] 周克瑜, 等 我国几种土壤的氮素形态分布及其氨基酸组成[J] 土壤学报, 1992, 24(6): 285- 288
- [4] 施书莲, 等 施肥对土壤含氮组份的影响[J] 土壤, 1995, 27(3): 138- 140
- [5] 李玉山 苜蓿生产力动态及水分生态环境效应[J] 土壤学报, 2002, 29(2): 18- 22
- [6] 刘晓宏, 等 黄土高原旱区不同轮作施肥对土壤供氮能力的影响[J] 干旱地区农业研究, 1999, 17(3): 12- 16
- [7] 党廷辉, 等 有机肥对黑垆土养分含量、形态及转化影响的定位研究[J] 干旱地区农业研究, 1999, 17(4): 1- 4
- [8] 党廷辉, 等 旱塬长期施肥的产量效应与土壤肥力演变[J] 水土保持学报, 1995, 9(1): 55- 63
- [9] 鲁如坤 中国土壤学汇编, 土壤农业化学分析方法[M] 北京: 中国农业科技出版社, 2000. 152- 156
- [10] 施书莲, 等 土壤剖面不同粒级中氨基酸组成特征[J] 土壤, 1998(4): 209- 213

mg/kg, 氨基酸氮增加 223.44 mg/kg, 氨基糖增加 25.66 mg/kg, 而氨态氮含量则大幅度降低, 在 60~ 100 cm 不同处理的各形态氮含量接近, 而且随土层加深逐渐减少。

(2) 粮草 8 年轮作系统中不同种植年限苜蓿土壤的水解总氮、氨态氮和氨基酸氮含量在 0~ 20 cm 土层都分别较对照有所增加, 其中水解总氮含量有随生长年限的增加而变化, 土层 100 cm 以下不同处理的氨态氮含量趋于一致。