

长期不同施肥条件下白浆土耕层微量元素变化趋势^{*}

李玉梅

(黑龙江省农科院, 哈尔滨 150086)

摘要: 对三江平原白浆土长达 14 年的长期定位试验得出: 不施肥和施化肥处理, 土壤锰、铜、锌全量有下降趋势; 除锰外, 铁、铜、锌有效态含量有不同程度的增加; 秸秆还田和有机肥处理, 各元素含量都相应增加。不同施肥处理, 土壤 CARB—, OX—及 RES— Fe、Mn、Cu、Zn 含量均表现为减少; 施有机肥和秸秆还田, 土壤中 EX—和 OM—Fe、Mn、Cu、Zn 略有增加, 而 CK 与 NP 处理, 两形态含量都有减少。

关键词: 长期定位; 白浆土; 施肥; 微量元素

中图分类号: S 155.26 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2005)06-0022-03

The Dynamic Trend of Microelements Content and Forms in Albic Soil Under Long-term Fertilization

LI Yu-mei

(Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: This paper deals with the dynamic trend of microelements content and forms of Fe, Mn, Cu and Zn after 14 years long-term stationary under different fertilizing. The main results obtained from this experiment are as follows: under no fertilization and fertilizer, the total Mn, Cu and Zn in soil are decreased, but the available Fe, Cu and Zn are increased. The total and available content of Fe, Mn, Cu and Zn are enlarged with application of manure and turning straw. Under different fertilization, the forms of OX—, CARB—, RES— Fe, Mn, Cu and Zn are all declined. The content of EX— and OM—Fe, Mn, Cu and Zn under manure and turning straw are increased, but under no fertilization and only chemical fertilizer had the opposite effects.

Key words: long-term stationary; albic; fertilization; microelement

白浆土是黑、吉两省主要耕地土壤之一, 具有冷凉、粘化特征, 土壤易旱易涝, 一直以来作物产量不高, 受气候影响较大。本文通过长期定位试验, 研究了三江平原白浆土在不同年份、不同施肥处理下, 微量元素铁、锰、铜、锌含量及形态间的演变, 旨在为合理施用微量元素肥料, 培肥土壤提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验设在黑龙江八一农垦大学实验区, 土壤为草甸白浆土。试验前土壤有机质 34.8 g/kg, 全氮 2.3 g/kg, 全磷(P)0.5 g/kg, 碱解氮 268.5 mg/kg, 有效磷(P)5.3 mg/kg, 有效钾(K)93.3 mg/kg, pH

值(H₂O)为 6.4。试验于 1987 年开始, 设: 不施肥(CK)、施有机肥(牛粪 25 200 kg/hm², OM)、秸秆还田(2 220 kg/hm², TS)和化肥(N45、P₂O₅ 7.5 kg/hm², NP), 均采用普通耕法; 小区面积为 79.2 m²。秸秆还田是在秋收后将秸秆粉碎(10 cm 左右), 撒于地表, 翻入土中; 有机肥和化肥在播种前施入。于 1992 年和 2001 年秋收后在每个试验小区内取耕层 5 点混合土样, 进行分析测定。

1.2 分析方法

土壤铁、锰、铜、锌形态测定: 按朱燕婉等人提出的 5 个组分连续提取法并作适当修改进行^[1]。全量用 HF—HNO₃—HClO₄ 消煮。有效态用 0.1NHCl

* 收稿日期: 2005-07-06

作者简介: 李玉梅(1971—), 女, 黑龙江省萝北县人, 助理研究员, 主要从事土壤肥料的研究与开发。

提取。以上浸提出的元素都用 AAS 测定(EX—交换态、CARB—碳酸盐结合态、OX—铁锰氧化物结合态、OM—有机态、RES—残留态、T—全量、A—有效态)。

2 结果与分析

2.1 铁

由表 1 可知,长期不同施肥处理,土壤全铁含量变化不大,这与铁是岩石圈的主要元素含量比较丰富有关。NP 处理,土壤有效铁含量虽有一定增加,但明显低于 CK 处理。单施化肥,土壤酸化,促使铁活化^[2]。同时,化肥处理作物长势较好,吸收带走的铁较多又使其下降幅度较大。施有机肥和秸秆还田,土壤 EX—Fe、OM—Fe 分别增加了 48.52%、40.49%和 86.09%、68.15%。有机肥和秸秆中含有大量的有机结合态铁,施入土壤后易转化成水溶态和交换态;另一方面有机物质的长期施用,有机质在土壤中分解、转化产生的各种有机酸如柠檬酸、酒石酸等可加速土壤中难溶性铁化合物如 OX—Fe 的溶解和转化,增加其可溶态 EX—Fe 的比例。长期不施肥和单施化肥,土壤铁处于消耗状态,EX—Fe 减少,同时土壤发生酸化,增加了 CARB—Fe 和 OX—Fe 的溶解和转化。有试验报道,土壤经风干后交换性 H^+ 、 Al^{3+} 的发生是交换性 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 的消失相伴随的^[3]。

2.2 锰

施有机肥和秸秆还田,土壤全锰含量略有增加。据测定秸秆和牛粪分别含 T—Mn 155.2 mg/kg、355.0 mg/kg,是各种畜粪及厩肥中最高的^[4]。由表 2 可以看出,不同施肥处理土壤 A—Mn 均表现为减少。土壤中锰的有效性主要受 pH 值影响,pH

值越高,锰的有效性越低。白浆土 A—Mn 含量随种植年限的降低,可能与其土壤形成过程中临时性滞水,使 Mn^{2+} 下移及产生的铁锰结核有关,尚需进一步研究探讨。锰与铁属于相似元素,长期施肥不同处理,土壤锰各形态变化是 TS、OM 处理 EX—Fe、OM—Fe 分别增加了 21.77%、36.90%和 27.15%、64.39%。而 CARB—Mn、OX—Mn 各处理均表现为减少。有机肥或秸秆还田促进了土壤微生物的繁殖和活动,通过生物的还原作用使高价 Mn 还原为可溶性的低价 Mn;同时在有机质的分解过程中,由于氧的消耗使土壤 Eh 降低,促使 Mn 还原。因此,长期施有机肥和秸秆还田可导致土壤中的锰由易还原锰转化为代换态锰。各处理 RES—Mn 都减少,降低顺序为 CK>NP>OM>TS,这与土壤 T—Mn 减少有关。

2.3 铜

表 1 说明,长期不同施肥处理土壤 T—Cu 含量的变异系数由 1992 年的 9.98% 上升到 2001 年的 18.43%,变异系数较大。长期不施肥,白浆土铜库处于消耗状态。化肥中虽含有少量铜^[5],但因作物吸收利用而带走的铜大于通过施肥加入土壤中的铜量,致使土壤铜减少。不施肥和单施化肥土壤 A—Cu 变化不大。施有机肥和秸秆还田,A—Cu 含量虽有一定的上升,但其绝对含量增加幅度不大,与有机质固定铜的能力较强有关^[6]。土壤 pH 值改变对铜形态分配是很明显的。pH 值升高,土壤胶体所带负电荷增加, H^+ 的竞争减弱,作为土壤铜保持的主要载体—铁锰氧化物,和有机质与铜的结合则更牢固。TS 和 OM 处理,土壤微生物繁殖活跃,Eh 下降幅度较大,是 OX—Cu 降幅大的主要原因。CK、

表 1 长期施肥土壤中 Fe、Mn、Cu、Zn 全量的变化量

mg/kg

处理	T—Fe		T—Mn		T—Cu		T—Zn	
	1992	2001	1992	2001	1992	2001	1992	2001
CK	20257.5	20053.3	644.68	598.47	25.82	23.19	72.01	66.27
TS	19789.5	19836.4	662.70	678.53	25.13	27.90	83.34	91.68
OM	20297.2	20398.2	675.83	708.93	31.08	34.98	97.21	107.14
NP	19977.5	19532.3	624.30	578.93	28.88	25.31	72.88	63.70
CV%	1.20	1.83	3.58	9.73	9.98	18.43	14.45	25.40

表 2 长期施肥土壤中 Fe、Mn、Cu、Zn 有效态变化量

mg/kg

处理	A—Fe		A—Mn		A—Cu		A—Zn	
	1992	2001	1992	2001	1992	2001	1992	2001
CK	42.85	46.37	102.17	72.42	2.22	2.17	2.12	2.08
TS	43.78	49.77	115.32	95.91	2.32	2.50	2.75	2.82
OM	45.98	55.73	148.95	138.52	2.41	2.78	3.03	4.68
NP	38.42	42.46	134.23	74.62	2.18	2.241	2.39	2.35
CV%	7.43	11.58	16.46	32.15	4.53	1.45	15.33	39.30

表3 长期施肥白浆土 Fe、Mn、Cu、Zn 形态变化

处理		EX—		CARB—		OX—		OM—		RES—	
		1992	2001	1992	2001	1992	2001	1992	2001	1992	2001
Fe	CK	64.30	60.12	101.17	86.39	1940.95	1817.33	84.31	65.41	18864.48	18760.25
	TS	66.32	73.66	85.21	70.91	1752.93	1684.55	88.79	132.09	17971.93	18320.35
	OM	71.64	91.15	91.13	69.83	1759.22	1610.44	110.91	179.42	19311.36	18979.20
	NP	70.0	54.97	95.93	79.73	1865.13	1686.37	88.92	78.67	19284.10	19089.52
Mn	CK	36.29	34.79	17.15	15.28	498.70	330.40	48.04	43.19	182.92	172.12
	TS	42.54	52.22	17.43	14.93	360.44	338.12	64.73	82.58	167.43	160.22
	OM	46.80	59.63	17.70	14.10	332.28	311.00	63.20	90.24	177.95	169.75
	NP	40.51	40.87	18.08	14.64	361.12	346.80	49.06	43.56	176.09	161.14
Cu	CK	1.17	1.21	3.37	2.80	2.10	1.51	4.77	3.73	16.48	15.89
	TS	1.30	1.83	3.67	2.64	2.97	1.80	5.93	7.80	18.89	18.18
	OM	1.35	2.32	3.24	3.21	2.59	1.74	6.62	10.0	17.73	16.50
	NP	1.44	1.48	2.82	2.64	1.76	1.47	4.80	4.12	17.21	15.55
Zn	CK	4.14	4.12	1.09	1.91	12.80	12.04	5.80	5.44	50.25	46.42
	TS	6.41	8.88	1.25	1.05	18.08	16.38	8.69	14.28	66.06	63.71
	OM	8.09	11.53	1.31	1.09	17.83	15.40	8.78	17.27	68.83	66.35
	NP	4.81	4.54	1.12	0.98	14.89	13.35	8.22	7.24	45.29	42.31

NP 处理,因有机质含量减少,使得 OM—Cu 分别下降 36.14%和 21.35%。

2.4 锌

长期不施肥或仅单施化肥,作物吸收锌仅靠少部分根茬补充,抵不上作物带走锌量,使土壤锌库的储量减少。施入牛粪和秸秆可较高幅度的增加土壤中 T—Zn 水平。与土壤有效铜变化相似,CK、NP 处理土壤 A—Zn 变化不大,10 年分别下降了 1.89%、1.67%。白浆土长期不施肥,土壤 pH 值有下降趋势,可溶态锌含量增加的同时,由于土壤 T—Zn 储库下降,使锌有效态出现供应不足,是 A—Zn 减少的主要原因。磷、锌拮抗是土壤学者最关心的问题。不管什么氮源,当氮的供应量增加时,都会使土壤中锌的有效性增加^[7]。本试验中 NP 处理,土壤 A—Zn 含量略有下降,与氮肥活化土壤 Zn、磷肥降低土壤 Zn 有关。由表 3 可知,不同施肥处理,土壤 CARB—Zn、OX—Zn 都有减少趋势。其中 CARB—Zn 降低顺序为 TS>OM>CK>NP,OX—Zn 降低顺序为 NP>CK>OM>TS。CK 与 NP 处理,EX—Zn 也都有一定的下降。施有机肥可提高土壤中的 EX—Zn、OM—Zn 含量。有机肥本身含有较高量的锌,施入土壤后增加了锌的来源;同时,长期施有机肥改变了土壤的理化性质,增大了无机锌化合物的溶解度。

3 结论

长期施肥不同处理,白浆土铁、锰、铜、锌形态含

量发生了相应改变。有机肥和秸秆还田可明显提高土壤中微量元素有效态含量及易被植物吸收利用的 EX—和 OM—含量,但后者肥效不如前者;不施肥微量元素储库处于消耗状态,各形态出现下降趋势;单施化肥,土壤 pH 值下降,引起 Eh 的改变,是 CARB—和 OX—下降幅度较大的主要原因。从目前来看,白浆土微量元素铁、锰、铜、锌有效性较高,还未成为限制产量的因子,但其全量处于中等或以下水平,也就是土壤储库较低,因此应注意合理施用微肥,加强后备储量的开发。

参考文献:

- [1] 朱燕婉,沈壬水,钱钦文. 土壤中金属元素的五个组分的连续提取法[J]. 土壤,1989,21(3):163-166.
- [2] 李瑞雪. 第二届全国青年土壤科学工作者学术讨论会论文摘要集[M]. 北京:中国农业科技出版社,1988.100.
- [3] 何群,陈家坊. 中性水稻土中的铁解及其影响[J]. 土壤学报,1986,23(2):214-227.
- [4] 杨玉爱,何念祖,叶正钱. 有机肥料对土壤锌、锰有效性的影响[J]. 土壤学报,1990,27(2):64-69.
- [5] Scwab A. B., Owensby. C. E., Kmllyong S. Change in soil chemical prosperities due to 40 years of fertilization[J]. Soil Sci. 1990, 149(1): 35-43.
- [6] Mathur S. P.. The influence of variations in soil copper on the yield and nutrient of spinach grown in microplots on the organic soils[J]. Soil Sci.,1996,165,141-148.
- [7] Ozanne. P. G. The effect of nitrogen on zinc deficiency in subterranean clover[J]. Aust. J. Biol. Sci.,1955,(8):47-55.