

大豆长期连作及施肥对白浆土 pH 和铁、锌、铜、锰形态的影响

田秀平¹, 李玉梅¹, 韩晓日²

(1 黑龙江八一农垦大学植物科技学院, 黑龙江密山 158308; 2 沈阳农业大学, 辽宁沈阳 110161)

Effect of long-term successive planting of soybean and fertilization on pH and forms of Fe, Zn, Cu and Mn in albic soil

TIAN Xiu-ping¹, LI Yu-mei¹, HAN Xiao-r²

(1 College of Plant Science and Technology, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Mishan 158308, China;
2 Shenyang Agriculture University, Shenyang 100161, China)

中图分类号: S565.1; S156.1 文献标识码: A 文章编号: 1008-505X(2003)02-0253-03

大豆是我国东北地区主要旱田作物, 特别在黑龙江省, 种植面积约占 31%, 由于种植比例过大, 致使很多地块长期连作, 影响到产量的提高。为了减轻大豆连作的养分障碍, 许多学者从土壤、植株等方面进行了大豆连作养分变化的研究, 但多集中在大量营养元素上^[1], 对土壤微量元素变化的研究还较少^[2]。为此, 以大豆连作 14 年的白浆土为研究对象, 探讨其在不同施肥条件下, 土壤中各形态铁、铜、锌和锰的含量及 pH 的变化, 为连作大豆合理施肥提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验地位于黑龙江省密山市黑龙江八一农垦大学校实验区, 土壤为草甸白浆土(漂白冷凉淋溶土), 其土壤有机质 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 (H₂O) 6.4。

试验于 1987 年开始, 在大豆连作条件下设: 1) 不施肥(CK); 2) 施有机肥(施牛粪 25200 kg/hm², OM); 3) 秸秆还田(施大豆秸秆 2220 kg/hm², TS); 4) 化肥(用量为 N 45、P₂O₅ 7.5 kg/hm², NP) 共 4 个处理, 4 次重复, 小区面积为 79.2 m²。秸秆还田是在秋收后将秸秆粉碎(10cm 左右), 撒于地表, 翻入土中; 有机肥和化肥在播种前施入。试验分别于 1992 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、锌、铜和锰形态测定: 按朱燕婉等人提出的 5 个组分连续提取法^[3]作适当修改进行。即取 0.15 mm 风干土 2.000g, 用 1mol/L MgCl₂ (pH 7.0), 土液比 1:8, 振荡 2h, 离心 30min (12000 r/min, 下同), 上清液用于测定交换态微量元素; 再用 1mol/L NaOAc (pH 5.0), 土液比 1:5, 在温度 (70 ± 5)℃ 情况下加热 15min, 振荡 2h, 离心 30min, 上清液用于测定碳酸盐结合态微量元素; 再用 0.04 mol/L NH₃OH·HCl-HOAc 溶液, 土液比 1:15, 在 (96 ± 3)℃ 水浴中浸提 2h, 离心 30min, 上清液用于测定铁锰氧化物结合态微量元素, 残渣用水冲洗后, 加入 30% H₂O₂ (用 HNO₃ 调至 pH 2.0) 溶液, 土液比 2:1, 置于 (85 ± 2)℃ 水浴中溶浸 5h 后, 加入 3.2 mol/L NH₃OAc 和 HNO₃ 溶液, 振荡 30min, 离心 30min, 上清液用于测定有机质结合态微量元素; 残渣态铁、锰、铜和锌是由总量减去上述各形态而得; 全量铁、锰、铜和锌用 HF-HNO₃-HClO₄ 消煮。为了减少系统误差, 以上浸提出的铁、锰、铜和锌都用 AAS 测定。土壤 pH 采用 5:1 水土比, pH S-2C 型酸度计测定。

2 结果与讨论

2.1 大豆长期连作施肥对土壤 pH 的影响

从表 1 看出, 在大豆长期连作条件下, 各处理土壤 pH 都出现了不同程度的下降, 与基础土样(1987 年)相比, 2001 年 4 个处理 pH 平均降低 0.68 个单位。说明大豆长期连作导致白浆土出现酸化现象。

收稿日期: 2002-08-16
基金项目: 黑龙江省教委资助项目(9541068)
作者简介: 田秀平(1965—), 女, 黑龙江鸡西市人, 副教授, 博士研究生, 主要从事土壤和植物营养学的教学和科研工作。

这可能是由于长期连作造成养分缺乏,根系分泌物增加尤其是各种有机酸分泌增多造成的^[4]。同时豆科作物在固定空气中的氮时,减少了对无机氮的吸收,在这种情况下,吸收阳离子总量超过了阴离子总量, H^+ 分泌增多,引起根区酸化^[5]。

表 1 不同施肥处理土壤的 pH (H_2O)
Table 1 The pH(H_2O) of soil with different fertilization treatment

年份 Year	CK	TS	OM	NP
1987	6.40	6.40	6.40	6.40
1992	6.10	6.10	6.30	6.20
2001	5.80	5.60	5.90	5.60
Sd	0.30	0.40	0.26	0.42

2.2 大豆长期连作施肥对土壤中各形态铁、锌、铜、锰含量的影响

表 2 表明,大豆长期连作条件下,各施肥处理土壤中碳酸盐结合态铁和铁锰氧化物结合态铁的含量都明显下降,说明长期连作,导致土壤 pH 值下降,破坏了碳酸盐结合态铁,又因 H^+ 增多,铁和锰的溶解度增加,当 $pH < 6$ 时,土壤中 Mn^{3+} 转变成 Mn^{2+} ^[6],使铁锰氧化物结合态铁含量减少。2001 年 TS 和 OM 处理土壤中交换态铁、有机态铁、残留态铁的绝对和相对含量有所增加,这是由于施入的有机肥和秸秆含有一定量的铁,施入土壤中易转变成交换态铁和有机态铁^[7]。交换态铁有效性很高,酸性土壤中有机态铁与 DTPA 态铁呈正相关,对植物的铁素营养可能起重要作用^[8]。因此,增施有机肥和秸秆还田,对改善大豆铁素营养和提高长期连作大豆土壤中有效铁含量意义重大。

白浆土长期种植大豆也降低土壤中碳酸盐结合态锌含量。NP 和 CK 处理土壤中的交换态锌、铁锰氧化物结合态锌、有机态锌略有增加或变化不大;而 OM 和 TS 处理土壤中,交换态锌、有机态锌含量增加(表 2)。据报道^[9],牛粪含全锌 103.10mg/kg, DTPA 络合态锌 36.52mg/kg; 秸秆含全锌 47.00mg/kg, 含 DTPA 络合态锌 14.95mg/kg。因此,长期向土壤中施入牛粪和秸秆可显著提高土壤有效态锌含量。

大豆长期连作白浆土中的铜主要以残留形态存在,其次是有机态铜,其余各形态铜含量都很低(表

2)。土壤 pH 值降低, H^+ 的竞争作用强,土壤中交换性铜就多^[10]。pH 降低,2001 年各施肥处理中碳酸盐结合态和铁锰氧化物结合态铜的含量都明显减少。铁锰氧化物因部分还原成低价离子而溶解,使铁锰氧化物结合态铜减少^[11]; H^+ 增多,加大碳酸盐物质溶解,使碳酸盐结合态铜得以释放。

表 2 还表明,大豆长期连作,不同处理土壤中碳酸盐结合态锰和铁锰氧化物结合态锰含量随大豆连作年限增长呈下降趋势。这也与大豆长期连作致使土壤 pH 降低有关。2001 年 CK 和 NP 处理土壤中各形态锰含量均下降,但 TS 和 OM 处理土壤中交换性锰、有机结合态锰含量都增高。在土壤中加入有机质可提高土壤交换性锰和全锰的含量^[12]。牛粪含全锰 155.2mg/kg, DTPA 络合态锰 68.9mg/kg, 秸秆含全锰 47.0mg/kg, DTPA 络合态锰 45.80mg/kg^[9]。所以增加牛粪和秸秆可提高土壤全锰和有效态锰的含量。

参考文献:

[1] 汪立刚,沈阿林,孙克刚. 大豆连作障碍及调控技术研究进展[J]. 土壤肥料,2001,(5):3-8.
[2] 王金龙. 大豆重茬减产与土壤环境变化关系的研究进展[J]. 土壤通报,2000,31(6):270-272.
[3] 朱燕婉,沈永水,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.
[4] 付慧兰,邹永久,杨振明. 大豆连作土壤 pH 与土壤酶活性[J]. 大豆科学,1997,16(2):156-161.
[5] 范晓晖. 根际 pH 环境与磷素利用研究进展[J]. 土壤通报,1992,23(5):238-240.
[6] 北京农业大学. 农业化学(总论)[M]. 北京:农业出版社,1998. 176.
[7] 高明,车福才,魏朝富. 长期施用有机肥对紫色水稻土铁锰铜锌形态的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2000,6(1):11-17.
[8] 蒋延惠,胡嵩堂,秦怀英. 土壤中铜、铁、锌、锰的形态与有效性的关系[J]. 土壤通报,1989,20(5):228-231.
[9] 郭胜利,余存祖,戴鸣钧. 有机肥对碱性土壤中锌锰生物有效性的影响[J]. 华北农学报,1996,11(4):63-68.
[10] Jarvis S O. Copper sorption by soils at low concentration and relation to uptake by plants[J]. J. Soil Sci., 1981,32: 257-269.
[11] Sims J I and Patrick W . H. The distribution of micronutrients cations in soils under conditions of varying redox potential and pH [J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1978,42:258-262 .
[12] Cheng B T and Ouellette G . J. Effects of organic amendments on manganese toxicity as measured by sand and soil culture studies [J]. Plant Soil, 1971, 34:165.

表 2 不同施肥处理对土壤中铁、锌、铜、锰形态和含量的影响

Table 2 Effect of forms and content of Fe, Zn, Cu and Mn in soil with different fertilization treatment

处理 Treatment		交换态		碳酸盐结合态		铁锰氧化物结合态		有机态		残留态	
		Exchangeable		Carbonate bound		Oxide bound		Ogarnic		Residual	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
铁形态与含量 Fe Form and content of Fe											
CK	1992	72.3	0.31	87.5	0.38	2279.0	9.77	71.6	0.31	20819.6	89.24
	2001	64.5	0.28	54.6	0.24	2059.0	8.94	58.3	0.25	20793.6	90.29
TS	1992	66.4	0.34	74.4	0.39	1860.2	9.66	72.3	0.38	17176.7	89.23
	2001	81.5	0.36	37.4	0.16	1820.3	8.02	114.2	0.50	20646.6	90.95
OM	1992	74.3	0.31	66.5	0.28	1872.3	7.77	107.3	0.45	21969.6	91.19
	2001	103.0	0.41	30.2	0.12	1643.6	6.57	132.9	0.53	23120.3	92.37
NP	1992	81.0	0.35	72.2	0.31	2311.5	10.1	74.2	0.32	20431.1	88.95
	2001	48.7	0.24	44.5	0.22	1932.4	9.72	71.8	0.36	17782.6	89.45
Sd		15.8		20.0		230.5		26.5		1981.0	
锌形态与含量 Zn Form and content of Zn											
CK	1992	4.7	6.49	0.7	0.97	11.8	16.30	6.2	8.56	49.0	67.68
	2001	4.3	6.32	0.5	0.74	12.1	17.79	6.2	9.12	44.9	66.03
TS	1992	8.7	7.07	1.3	1.06	19.3	15.69	9.1	7.40	84.6	68.78
	2001	11.2	8.96	0.7	0.56	16.7	13.36	15.2	12.16	81.2	64.96
OM	1992	9.9	8.68	0.9	0.79	15.6	13.68	8.7	7.63	78.9	69.22
	2001	13.8	11.04	0.5	0.40	15.4	12.32	18.9	15.12	76.4	61.12
NP	1992	5.4	7.91	0.8	1.17	13.3	19.47	7.8	11.42	41.0	60.03
	2001	5.8	8.41	0.5	0.72	14.3	20.72	7.5	10.87	40.9	59.27
Sd		3.5		0.3		2.5		4.6		19.7	
铜形态与含量 Cu Form and content of Cu											
CK	1992	1.3	4.47	2.9	9.97	1.9	6.53	4.2	14.43	18.8	64.60
	2001	1.8	7.86	1.7	7.42	1.0	4.37	3.1	13.53	15.3	66.82
TS	1992	1.5	3.89	4.6	11.92	4.3	11.14	7.3	18.91	20.9	54.14
	2001	2.6	7.85	1.8	5.44	1.9	5.74	7.5	22.66	19.3	58.31
OM	1992	1.7	5.74	2.6	8.78	3.8	12.84	6.1	20.61	15.4	52.03
	2001	2.8	9.96	1.7	6.05	2.1	7.47	6.4	22.78	15.1	53.74
NP	1992	1.4	5.67	2.1	8.50	2.1	8.50	4.1	16.60	15.0	60.73
	2001	2.1	8.17	1.8	7.00	1.9	7.39	3.3	12.84	16.6	64.59
Sd		0.6		1.0		1.1		1.8		2.3	
锰形态和含量 Mn Form and content of Mn											
CK	1992	37.2	6.15	15.8	2.61	352.8	58.31	47.3	7.82	151.9	25.11
	2001	32.8	5.78	11.6	2.05	327.1	57.69	46.8	8.25	148.7	26.23
TS	1992	44.5	6.46	14.7	2.13	414.6	60.17	56.5	8.20	158.7	23.04
	2001	68.3	9.41	7.2	0.99	406.8	56.03	94.4	13.00	149.3	20.57
OM	1992	46.7	7.48	19.2	3.08	339.8	54.44	59.2	9.48	159.3	25.52
	2001	56.2	8.86	10.1	1.59	328.7	51.85	86.4	13.63	152.6	24.07
NP	1992	42.4	6.33	17.2	2.57	401.1	59.88	49.4	7.38	159.7	23.84
	2001	40.2	6.29	10.3	1.61	384.0	60.09	47.3	7.40	157.2	24.61
Sd		11.4		4.1		36.4		18.9		4.6	

注: a 表示土壤中各元素的含量(mg/kg); b 为某元素占总量的百分率(%).

Note: a means the content of each element(mg/kg); b means the percentage of total content(%).