

秸秆还田对砂姜黑土理化性质与锰、锌、铜有效性的影响*

汪金舫 刘月娟 李本银

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 采用田间试验与实验室培育试验研究作物秸秆还田对砂姜黑土理化性质及 Cu、Zn、Mn 有效性的影响,结果表明,秸秆还田可降低土壤容重,增大土壤总孔隙度,特别是毛管孔隙度显著增加。土壤中胡敏酸和富里酸含量显著增加,胡敏酸含量的增加对提高土壤有机质活性和改善土壤肥力具有良好效应。与单施化肥比较,秸秆配施化肥土壤中交换态锰、锌、铜含量分别增加 11%、21% 和 41%,有机结合态锰、铜分别增加 19% 和 103%。培育试验表明,加入粉碎的作物秸秆培育 90d 后,土壤中有效锰、有效铜含量分别增加 21% 和 27%。

关键词 秸秆还田 砂姜黑土 理化性质 微量元素 生物有效性

Effects of returning crop straw into Vertisol on the physical and chemical properties and availability of manganese, zinc, copper. WANG Jin-Fang, LIU Yue-Juan, LI Ben-Yin (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China), *CJEA*, 2006, 14(3):49~51

Abstract Field trials and laboratory incubation experiments were carried out to study the effects of returning crop straw into Vertisol on its physical and chemical properties and availability of Cu, Zn and Mn. The results show that returning crop straw can decrease the soil bulk density and increase the soil porosity, especially the soil capillary porosity. The contents of humic acid and fulvic acid in soil are also increased obviously. The increasing content of humic acid has a good effect on the activity increase of soil organic matter and on the soil fertility improvement. It is found that compared with applying chemical fertilizer alone, returning crop straw with applying chemical fertilizers raises the contents of exchangeable form of manganese, zinc and copper in soil by 11%, 21% and 41%, respectively; the contents of organic matter bound forms of manganese and copper are increased by 19% and 103%, respectively. Soil incubation experiment results show that when the powder straws is incubated with Vertisol for 3 months, the contents of available manganese and copper are increased by 21% and 27%, respectively.

Key words Returning crop straw into soil, Vertisol, Physical and chemical property, Microelement, Bio-availability
(Received July 6, 2004; revised Sept. 13, 2004)

长期以来国内外从不同方面研究了秸秆还田对农田土壤理化性状以及微量元素的影响,但由于土壤条件差异、秸秆成分不同以及对秸秆处理方式的差异等,不同学者所得结论在较大程度上存在差异,甚至相互矛盾。据报道^[1,2,5],在土壤中加入含有大量有机质的堆肥,土壤中能用 0.01mol/L CaCl₂ (pH5.78) 浸提的 Mn 和 Zn 含量比土壤中原有含量降低, Cu 含量变化较小,说明施用该类有机肥会降低土壤中微量元素 Mn 和 Zn 的活性。而朱宏斌等^[3]研究表明,长期施用牛粪能增加砂姜黑土有机质含量、有机质活性及有效锌含量。施用麦秸可增加土壤中有机质含量,但有机质活性降低,对土壤有效锌的影响较小。也有资料报道^[1],在中性紫色水稻土上连续 9 年分别将猪粪、胡豆青和细绿萍配合化肥施用,与单施化肥比较,土壤中交换态、碳酸盐结合态、有机态、无定形铁结合态锰、锌和铁含量增加。本研究通过田间秸秆直接还田和室内培育试验,探讨了秸秆还田对砂姜黑土物理性状、有机质组分以及微量元素 Mn、Zn、Cu 含量的影响,为合理利用作物秸秆,增加土壤肥力提供科学依据。

1 试验材料与方法

田间小区试验于 1999~2001 年在江苏泗洪车门乡红桥村进行,供试土壤为砂姜黑土,耕层 0~20cm 土

* 国家重点基础研究(973)发展规划项目(2002CB4123-02)与江苏省自然科学基金项目(BK99180-2)、中国科学院南京土壤研究所土壤圈物质循环开放研究实验室基金项目(5-015111)资助

收稿日期:2004-07-06 改回日期:2004-09-13

壤 pH8.24,有机质含量 11.8g/kg,全 N 0.96g/kg,速效磷(P₂O₅)15.8mg/kg,速效钾(K₂O)162mg/kg,全 Mn 645.4mg/kg,全 Zn 14.8mg/kg,全 Cu 35.6mg/kg,有效锰 9.46mg/kg,有效锌 0.48mg/kg,有效铜 0.51 mg/kg。麦秸养分含量分别为 N 6.2g/kg,P₂O₅ 2.5g/kg,K₂O 14.4g/kg,Mn 26mg/kg,Zn 15mg/kg,Cu 3.5 mg/kg。玉米秸秆养分含量分别为 N 7.5g/kg,P₂O₅ 2.8g/kg,K₂O 14.2g/kg,Mn 36mg/kg,Zn 18mg/kg,Cu 3.2mg/kg。田间小区面积 40m²(5m×8m),重复 3 次,随机排列,小麦玉米轮作,小麦施肥处理为基肥 1 次施用,肥料分别为尿素、磷酸二铵、硫酸锰、硫酸锌和硫酸铜,由于施用的秸秆中含有一定量的 N、P、Mn、Zn、Cu,为保持各施肥处理中 N、P 和微量元素含量相同,在施用化肥处理中加入微量元素肥料配成溶液后均匀喷施于土壤。设未施肥对照(CK)、施化肥 N 255kg/hm² + P₂O₅ 90kg/hm² + Mn 0.12kg/hm² + Zn 0.07 kg/hm² + Cu 0.02kg/hm²(I)和施化肥 N 227kg/hm² + P₂O₅ 79kg/hm² + 麦秸 4500kg/mg²(II)3 个处理。玉米施肥处理在大喇叭口期 1 次追肥施用,分别为未施肥对照(CK)、施化肥 N 300kg/hm² + P₂O₅ 75kg/hm² + Mn 0.16kg/hm² + Zn 0.08kg/hm² + Cu 0.014kg/hm²(I)和施化肥 N 266kg/hm² + P₂O₅ 62.5kg/hm² + 麦秸 4500kg/hm²(II)3 个处理。室内土壤培育试验用 500mL 塑料烧杯盛过 20 目的土样 500g,加入粉碎的麦秸和玉米秸各 5g 并混合均匀,土样水分保持在田间持水量的 60%,在 25℃ 培养箱中培育 15d、30d、45d、60d、90d 后取出,分别测定土壤有效性锰、锌、铜含量。小麦和玉米轮作 2 年后取土样,参照《土壤理化分析与剖面描述》进行主要分析项目测定^[4],微量元素的形态分析采用连续浸提法^[6],有效性锰、锌、铜为 DTPA 提取、原子分光光度计测定。

2 结果与分析

2.1 秸秆还田对土壤物理性质及有机质组分的影响

砂姜黑土土壤物理性状差,土壤粘重,容重大,通气透水性能差,进行秸秆还田试验 2 年后,对 0~20cm 土层测定结果表明,与未施肥处理比较,控化肥处理土壤容重、总孔隙度、毛管孔隙度变化较小,而施化肥 + 秸秆处理土

表 1 秸秆还田对砂姜黑土物理性状的影响

Tab.1 Effect of returning crop straw into Vertisol on the physical and chemical properties

处 理	容重/g·cm ⁻³	总孔隙度/%	毛管孔隙度/%	非毛管孔隙度/%	毛管孔隙度/总孔隙度
Treatments	Bulk density	Total soil porosity	Capillary porosity	Non-capillary porosity	Capillary porosity /total soil porosity
CK	1.33	45.4	37.2	8.2	81.9
I	1.34	45.8	36.9	8.9	80.6
II	1.20	53.6	43.3	10.3	80.7

壤容重明显降低,从 1.33 g/cm³降至 1.20g/cm³,降低 9.77%,总孔隙度增加 18.06%,毛管孔隙度增加 16.40%,非毛管孔隙度增加 25.61%(见表 1),表明秸秆还田有利于改善土壤物理性状,其中对土壤非毛管孔隙度的增加效应最大。

图 1 表明与未施肥和单施化肥比较,秸秆直接还田配施化肥处理可显著提高土壤有机质含量,其中易氧化有机质含量明显增加,胡敏酸和富里酸含量分别由 1.71g/kg 和 2.52g/kg 增加至 2.13g/kg 和 3.01 g/kg,胡敏酸含量的增加对提高土壤有机质活性和改善土壤肥力具有良好效应。

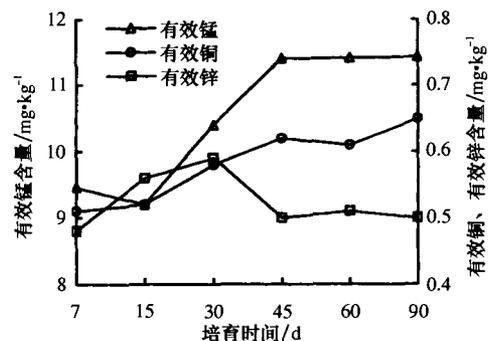


图 2 施有机物料培育后土壤有效性铜、锌、锰含量变化

Fig.2 Contents of available manganese, zinc and copper in Vertisol after incubation with crop straw

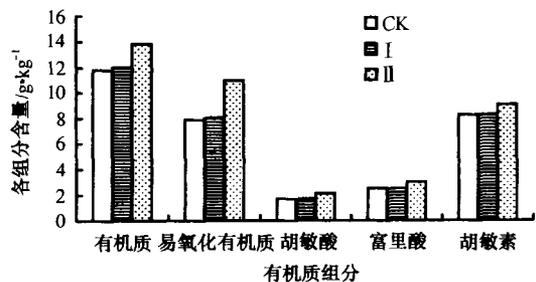


图 1 秸秆还田对土壤有机质组分的影响
Fig.1 Effect of returning crop straw into Vertisol on the compositions of organic matter

2.2 秸秆还田对土壤锰、锌、铜有效性及化学结合形态的影响

室内培育试验表明(图 2),添加粉碎的有机物料培育 30d 后,砂姜黑土中有效锰、锌、铜含量较明显增加,随培育时间的延长,有效锰和有效铜含量均有一定程度增加并保持稳定,培育 90d 后有效锰含量从初始 9.46mg/kg 增至 11.44mg/kg,增加 21%,有

效铜含量从初始 0.51mg/kg 增至 0.65mg/kg, 增加 27%, 而土壤有效锌含量在培育 45d 后有一定程度下降, 随后保持较稳定, 初始土壤中有有效锌含量为 0.48mg/kg, 培育 90d 后为 0.50mg/kg, 仅增加 4%。这可能是添加的有机物料经过培育后, 与微量元素 Mn、Zn、Cu 形成的有机络合物的差异导致了它们有效性的不同。

施用秸秆 2 年后用连续浸提法测定土壤微量元素 Mn、Zn、Cu 不同化学结合形态结果表明(表 2), 与单施化肥处理相比, 施用秸秆 + 化肥处理土壤交换态锰、锌、铜含量均有一定程度增加, 增幅分别为 11%、21% 和 41%; 有机结合态锰、铜分别增加 19% 和 103%。表明施用秸秆配施化肥处理极大提高了砂姜黑土中微量元素 Mn、Zn、Cu 的生物有效性, 尤其对提高 Cu 有效性效果更明显。

表 2 不同处理对土壤 Mn、Zn、Cu 化学结合形态含量的影响

Tab.2 Effect of different treatments on the contents of chemical forms of manganese, zinc and copper in Vertisol

元素 Elements	处理 Treatments	交换态/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Ex-form	碳酸盐结合态/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Car-bound form	铁锰结合态/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Fe-Mn bound form	有机结合态/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ OM bound form	无定形铁结合态/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Amo-Fe bound form	晶形铁结合态/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Cry-Fe bound form	残留态/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Res-form	总量 /mg·kg ⁻¹ Total
Mn	CK	4.52	38.72	96.81	129.08	16.14	101.97	258.18	645.42
	I	4.63	42.12	95.47	113.58	18.54	115.60	256.90	646.84
	II	5.16	36.54	112.30	135.62	14.76	147.82	192.07	644.27
Cu	CK	0.42	0.71	1.42	2.26	4.27	8.19	18.36	35.63
	I	0.41	0.73	2.86	2.64	5.78	7.95	14.54	34.91
	II	0.58	0.87	2.10	5.35	4.63	8.64	13.25	35.42
Zn	CK	0.37	0.64	0.18	1.26	0.48	1.62	10.31	14.86
	I	0.38	0.66	0.54	2.30	0.86	1.58	8.22	14.54
	II	0.46	0.50	0.38	2.82	0.78	1.66	7.58	14.18

3 小结与讨论

秸秆还田可改善砂姜黑土土壤物理性状, 使土壤容重降低, 总孔隙度和毛管孔隙度增加, 土壤有机质组分得到改良, 胡敏酸和富里酸含量明显增加, 胡敏酸含量的增加对提高土壤有机质活性和改善土壤肥力具有良好效应。施用粉碎的秸秆能明显提高土壤有效锰和有效铜含量, 而对有效锌含量影响较小。秸秆配施化肥可显著提高砂姜黑土微量元素 Mn、Cu、Zn 的生物有效性, 尤其对提高 Cu 生物有效性效果更明显。

参 考 文 献

- 高明, 车福才, 魏朝富等. 长期施用有机肥对紫色水稻土铁锰铜锌形态的影响. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(1): 11~17
- 张丹, Verloo M., Demeyer A. 堆肥对土壤阳离子型微量元素可溶性的影响. 山地研究, 1998, 16(3): 224~229
- 朱宏斌, 张玉平, 叶舒娅等. 长期施用有机肥对砂姜黑土锌的影响. 安徽农业科学, 1999, 27(1): 33~35
- 刘光崧. 土壤理化分析与剖面描述. 北京: 中国标准出版社, 1996
- Prasad B., Sinha N.P. Changes in the status of micronutrients in soil with long term applications of chemical fertilizers lime and manure. Plant and Soil, 1982, 64(3): 437~443
- Shuman L.M. Fractionation for soil micronutrients. Soil Sci., 1985, 140: 11~22