

不同施肥处理对土壤理化性质的影响

孙建, 刘苗, 李立军, 刘景辉

(内蒙古农业大学, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要: 研究内蒙古农牧交错带不同施肥处理对土壤性质的影响, 对该区域生态农业建设具有重要的意义。试验于 2006 年在内蒙古呼和浩特市园艺中心试验地进行, 设 6 种不同施肥处理方式, 种植作物为玉米(承 3359)、高丹草、苜蓿(阿尔刚金), 观测了全生育期不同作物各处理的土壤理化性质。结果表明: 有机肥与无机肥配施能够改善土壤容重、储水量和紧实度, 有机肥与无机肥配施玉米区土壤容重下降幅度最大为 11.76%, 而苜蓿下降幅度最小为 6.7%; 在施肥处理为牛粪 + 氮肥 + 磷肥时, 三种作物区在各个时期的储水量都较其他处理高; 土壤紧实度随生育期的推进呈下降趋势, 收获前后牛粪 + 氮肥 + 磷肥配施玉米、高丹草和苜蓿区分别下降 32.14%、30.0%、28.8%。牛粪 + 氮肥 + 磷肥配施能够增加土壤养分, 收获后与对照比较, 玉米区土壤有机质提高了 19.0%, 土壤全氮、全磷、全钾分别提高 17.8%、6.8%、13.2%, 高丹草区和苜蓿区土壤养分也出现同样的结果。

关键词: 农牧结合区; 施肥; 理化性质

中图分类号: S151.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)04-0221-05

The Effect of Different Fertilization Treatments on Soil Physical and Chemical Property

SUN Jian, LIU Miao, LI Li-jun, LIU Jing-hui

(Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China).

Abstract: The objective of this study was to determine the influence of six fertilizer treatments on Physical and chemical property in binding of agriculture and animal husbandry. Samples taken in the Huhhot garden center of Inner Mongolian. Planting crops as maize (Cheng 3359), Gaodan grass, alfalfa (Al-Gon Jinn), we observed the growth stages of different crops, soil physical and chemical properties of each treatment. The results showed that: Organic manure and inorganic fertilizers can improve soil bulk density, soil water content and compaction, soil bulk density of corn was biggest drop of 11.76%, and the smallest decline in alfalfa was 6.7% by organic manure and inorganic fertilizers treatments; In the treatment of organic manure + nitrogen + phosphorus, the three kinds of crop areas in different periods of soil water content is higher compared with other treatments; Soil hardness was downward trend with growth period of crops, organic manure + nitrogen + phosphorus fertilizer of corn, Gaodan grass and alfalfa fell 32.14%, 30.0%, 28.8%. Organic manure + nitrogen + phosphorus fertilizer can increase soil nutrients, compared with the control post-harvest, corn area increased by 19.0% of soil organic matter, soil total nitrogen, total phosphorus, total potassium increased by 17.8%, 6.8%, 13.2%. Gaodan grass area and alfalfa soil nutrients also appeared the same result. Therefore, Organic manure + nitrogen + phosphorus fertilizer can be used as ecotone powerful restoration of soil fertility, for binding of agriculture and animal husbandry provide a basis.

Key words: Binding of agriculture and animal husbandry; Fertilization; Physical and chemical property

目前在农业生产中,大量、长期的施用化肥,而化肥利用率低、流失率高,这不仅导致农田土壤污染,还通过农田径流造成了对水体的有机污染、富营养化,甚至地下水污染和空气污染^[1]。有机肥弃物

收稿日期: 2010-06-11

基金项目: 内蒙古自然科学基金项目(200607010311)

作者简介: 孙建(1980-),男,内蒙古锡林郭勒盟人,硕士,主要从事生态环境研究。

通讯作者: 李立军(1972-),男,内蒙古赤峰人,博士,硕士生导师,主要从事农业生态系统研究。

既是肥源,又是污染源。充分利用有机肥料,是变废为宝、提高农牧郊区环境质量的有效措施。但有机肥肥效释放慢,养分含量低^[2],施用数量大,且当年利用率低^[3],在作物生长旺盛、需肥多的时期,往往不能及时满足作物的需求,所以需要与无机肥料配合施用、达到缓急相济、互相补充,提高化肥肥效的目的^[4]。

从农业生态学的观点来看,农牧结合是在农业生态系统中^[5],把初级生产和次级生产结合起来,在物质循环过程中,把植物-动物-土壤结合起来,使物质循环、能量利用趋于合理。而土壤的物理性状是土壤持水性能的重要体现^[6],土壤化学性质是土壤肥力水平的重要体现,土壤的理化性状是影响土壤肥力的内在条件,也是综合反映土壤质量的重要组成部分^[7],因此本试验研究了玉米、高丹草、苜蓿饲用作物在不同施肥处理下对土壤理化性质影响,以发现和探讨有机肥与无机肥配施在农业生产中,以及在农牧交错地带对生态保护发挥的作用。

1 材料和方法

1.1 试验区概况

在呼和浩特市东郊园艺中心试验地,2006年开始连续定位试验,供试作物为玉米(承3359)、高丹草和苜蓿(阿尔刚金)。试验开始时土壤全氮含量为0.791 g/kg,全磷含量为0.85 g/kg,全钾含量为3.71 g/kg,有机质含量13.5 g/kg,碱解氮25.41 mg/kg,有效磷为16.23 mg/kg,有效钾146.05 mg/kg。施用的有机肥是由呼和浩特郊区农户提供的牛粪肥,其全氮含量为3.55 g/kg,全磷含量为1.34 g/kg,全钾含量为1.1 g/kg,速效氮、磷、钾分

别为387.71,29.95,496.10 mg/kg,有机质30.6 g/kg。3种作物均设6个处理分别为:①牛粪,②牛粪+氮肥,③牛粪+氮肥+磷肥,④氮肥,⑤氮肥+磷肥,⑥CK不施肥。施肥用量为:牛粪 3.75×10^4 kg/hm²,氮肥135 kg/hm²,磷肥225 kg/hm²。每小区面积22.5 m²,重复2次。

1.2 样品采集与分析

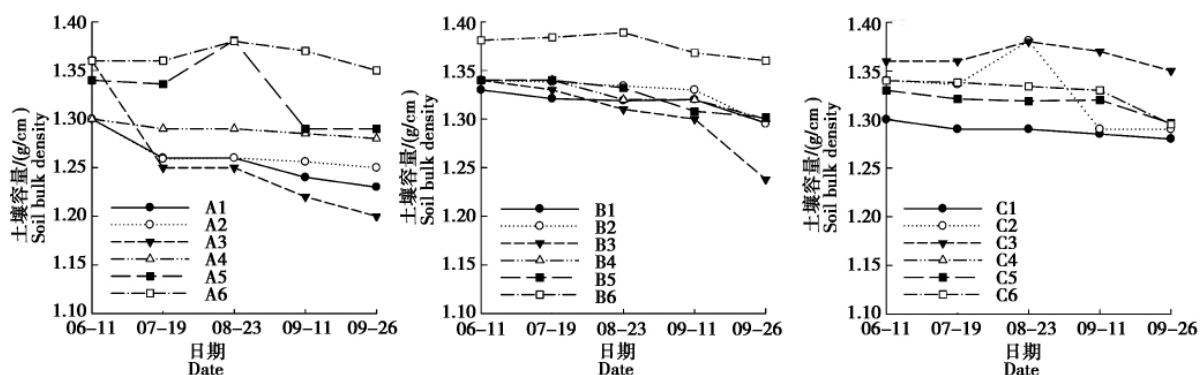
1.2.1 土壤物理性质取样及测定方法 2006年的6月11日、7月19日、8月23日、9月11日、9月26日分别采集试验地中各试验小区0~20 cm的土壤样品。土壤容重采用环刀法,土壤含水量采用烘干法,土壤紧实度采用美国6100型指针式土壤紧实度仪,并用5点法在试验区内直接测定读数。

1.2.2 土壤化学性质取样及测定方法 2006年的5月10日、9月26日分别采集试验地中各试验小区0~20 cm的土壤样品。全氮测定采用半微量开氏法,全磷测定采用氢氧化钠熔融-钼锑抗比色法,全钾测定采用氢氧化钠碱熔-火焰光度法,碱解氮测定采用碱解扩散法,速效磷测定采用0.5 mol/L碳酸氢钠浸提法,速效钾测定采用1 mol/L乙酸铵浸提-火焰光度法,有机质测定采用重铬酸钾氧化-外加热法^[8]。

2 结果与分析

2.1 土壤容重变化

土壤容重是衡量土壤质量的一个重要指标^[9]。土壤容重不同,所表现出的有效水分、导热率和气体比例等物理性状也不相同,因此对作物生长发育将产生不同的影响。



A、B和C. 分别表示种植作物为玉米、高丹草和苜蓿;1~6 分别表示6种不同施肥处理。图2同。

A, B and C. Planting crops as maize, Gaodan grass, alfalfa, respectively; 1-6. Indicate different treatments, respectively. The same as Fig. 2.

图1 不同施肥处理对土壤容重的影响

Fig. 1 The effect of different treatments on soil bulk density

随着施肥总量的增加每种作物区土壤容重均减少,但是减少幅度不大。在施肥处理为牛粪+氮肥+磷肥时,3种作物的土壤容重均接近1.25 g/cm³,

达到作物生长适宜土壤容重要求,但在不施肥、单施有机肥或单施无机肥时,特别是单施无机肥与不施肥时,土壤容重均较大,对作物生长不利。

从图 1 也可以看出,各处理土壤容重总体趋势表现为下降,尤其到了生育后期,有机无机配施区土壤容重明显低于其他处理。特别是在牛粪+氮肥+磷肥处理区,土壤容重降幅尤为明显,即 3 种饲用作物中分别表现出 A3、B3、C3 降幅最大。

2.2 土壤储水量变化

土壤水分储量关系到土壤养分的形成、转移和吸收,并直接关系到植株是否正常生长,适宜的土壤储水量能够促进有机肥的分解,提高肥料利用率^[10]。

在 6 月份各作物区土壤储水量均较低,而 7-9 月 3 种作物土壤储水量较高,且都在 20 mm 以上。在 8 月末 A3 区与 C3 区土壤储水量均接近 30 mm。因为此时正值高丹草刈割后的生长旺季,需要较多

的水分,因此 B3 区此时的土壤储水量较 A3 区与 C3 区低。到了生育后期 3 种作物区土壤储水量均开始下降,且在收获时,各区土壤储水量相差不大。

从图 2 可以看出,在施肥处理为牛粪+氮肥+磷肥时,3 种作物区在各个时期的储水量基本上都较其他处理高,且 3 种作物的对照区在各时期的储水量都较其他处理低。3 种作物最高储水量均集中在 7、8、9 月份。在 8 至 23 日各区土壤储水量均达到峰值,此时 A3 区土壤储水量较 A6 区高 27.0%, B3 区较 B6 区高 25.2%, C3 区较 C6 区高 21.6%。可见,牛粪+氮肥+磷肥处理 3 种作物的水分利用率较单施有机肥或单施无机肥高,体现出了有机无机配施的优势。

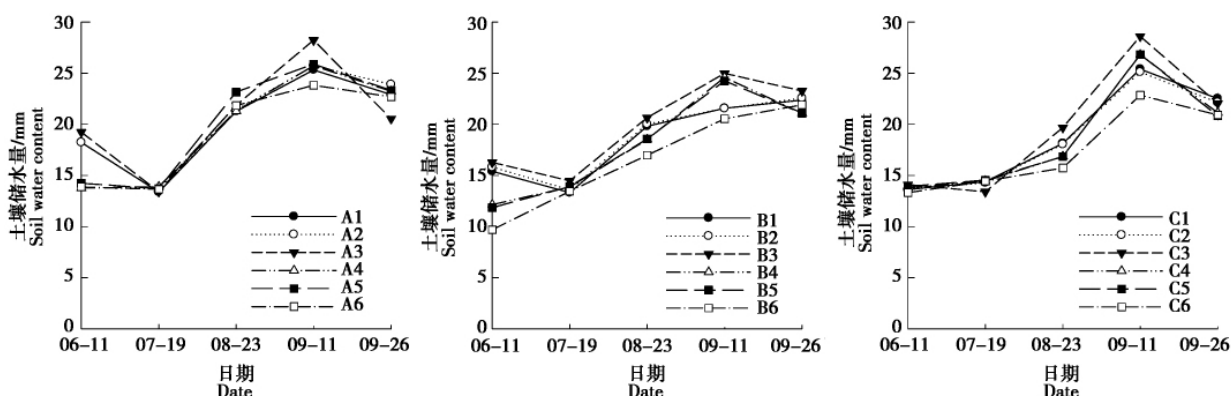


图 2 不同施肥处理对土壤储水量的影响

Fig. 2 The effect of different treatments on soil water content

2.3 土壤紧实度变化

土壤紧实度又称土壤坚实度和土壤密实度,表明土壤中土粒间松紧程度,土壤紧实度与土壤受外力的大小、土壤质地、土壤结构和土壤有机质含量有

关^[11]。如果土壤有机质含量低,团粒结构少,就会导致紧实度高,从而使土壤氧气供应不足,植物根系延伸生长阻力大。

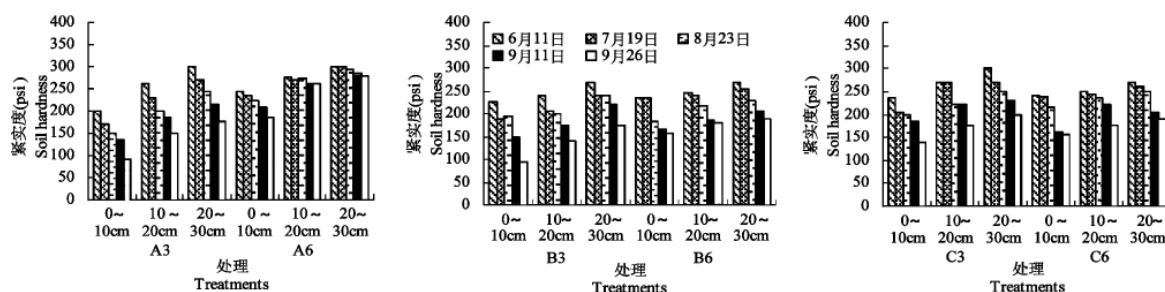


图 3 不同施肥处理对土壤紧实度的影响

Fig. 3 The effect of different treatments on soil hardness

在不同时期 0~10, 10~20, 20~30 cm 3 个土层的土壤紧实度玉米区最小,苜蓿区最大。同一种作物土壤紧实度随着土层深度的增加而增大。经过方差分析得出,各作物牛粪+氮肥+磷肥处理区与 CK 区均达到差异显著($P < 0.05$)水平。可见,有机肥与无机肥配合施用能够降低土壤紧实度,为作物

生长提供有利的土壤环境。从图 3 可以看出不同处理下的土壤紧实度随着生育期的推进均呈现出下降的趋势。在 7 月以前土壤紧实度下降速度比较平缓,从 8 月开始下降速度较大。因为玉米与高丹草为高秆作物,能够有效减少因为外界因素(如雨水)造成的土壤变紧,同时它们的根系也比较庞大,这也

能够疏松土层,有效降低土壤紧实度。

2.4 土壤化学性状的变化

2.4.1 不同施肥处理对玉米区土壤化学性状的影响 从表 1 可以看出,玉米区处理 1~5 的各项养分指标均高于对照区。经过方差分析可知,A3 区碱解氮与 A4 区、A5 区、A6 区达到差异显著 ($P < 0.05$) 水平;A3 区速效钾与 A1、A2、A4、A5、A6 区均达差异显著 ($P < 0.05$) 水平;A3 区与 A6 区全氮达到差

异显著 ($P < 0.05$) 水平;A3 区有机质与 A4、A5、A6 区达差异显著 ($P < 0.05$) 水平。6 个处理的全磷和全钾差异均不显著。

A3 区与 A6 区相比土壤有机质较对照增加 19.0%、土壤全氮、全磷、全钾分别较对照提高 17.8%、6.8%、13.2%;土壤碱解氮、速效磷、速效钾分别较对照提高 19.8%、13.5%、13.1%。

表 1 不同施肥处理对玉米区土壤化学性质的影响

Tab.1 The effect of different treatments on soil chemical property in maize region

处理 Treatment	碱解氮/(mg/kg) Alkali-hydrolysable N	速效钾/(mg/kg) Available K	速效磷/(mg/kg) Available P	全氮/(g/kg) Total N	全钾/(g/kg) Total K	全磷/(g/kg) Total P	有机质/(g/kg) Organic matter
A1	21.2	162.00	6.82	0.81	3.41	0.78	18.70
A2	22.0	163.75	6.86	0.83	3.29	0.78	18.70
A3	23.5	178.63	7.13	0.86	3.43	0.79	19.40
A4	20.0	158.96	6.67	0.75	3.09	0.77	16.40
A5	20.8	160.29	6.80	0.77	3.26	0.78	16.60
A6	19.6	157.90	6.28	0.73	3.03	0.74	16.30

2.4.2 不同施肥处理对高丹草区土壤化学性状的影响 从表 2 可以看出,高丹草区处理 1~5 的各项养分指标均高于对照区。经过方差分析可知,B3 区碱解氮与 B4、B5、B6 区差异显著 ($P < 0.05$)。B1、B2、B3、B5 区速效磷与 B4、B6 区差异显著 ($P < 0.05$)。B1、B2、B3 区有机质与 B6 区差异显著 ($P <$

0.05)。6 个处理的其余各项指标均为差异不显著。B3 区与 B6 区相比土壤有机质较对照增加 17.4%;土壤全氮、全磷、全钾分别较对照提高 15.2%、6.8%、16.6%;土壤碱解氮、速效磷、速效钾分别较对照提高 18.9%、13.4%、12.4%。

表 2 不同施肥处理对高丹草区土壤化学性质的影响

Tab.2 The effect of different treatments on soil chemical property in Gao-Dan region

处理 Treatment	碱解氮/(mg/kg) Alkali-hydrolysable N	速效钾/(mg/kg) Available K	速效磷/(mg/kg) Available P	全氮/(g/kg) Total N	全钾/(g/kg) Total K	全磷/(g/kg) Total P	有机质/(g/kg) Organic matter
B1	20.1	181.85	7.38	0.79	3.72	0.76	18.60
B2	22.7	177.92	7.84	0.81	3.67	0.78	18.80
B3	23.2	185.66	7.91	0.83	3.79	0.79	18.90
B4	18.6	165.24	6.99	0.76	3.39	0.77	16.30
B5	19.7	180.60	7.44	0.76	3.50	0.78	16.60
B6	19.5	165.08	6.97	0.72	3.25	0.75	16.10

表 3 不同施肥处理对苜蓿区土壤化学性质的影响

Tab.3 The effect of different treatments on soil chemical property in alfalfa region

处理 Treatment	碱解氮/(mg/kg) Alkali-hydrolysable N	速效钾/(mg/kg) Available K	速效磷/(mg/kg) Available P	全氮/(g/kg) Total N	全钾/(g/kg) Total K	全磷/(g/kg) Total P	有机质/(g/kg) Organic matter
C1	21.90	167.03	8.28	0.80	2.97	0.80	18.80
C2	22.30	175.68	8.36	0.80	3.01	0.80	18.60
C3	22.38	179.28	8.38	0.82	2.98	0.81	19.00
C4	18.99	161.55	7.95	0.77	3.01	0.78	16.20
C5	19.24	165.72	8.17	0.79	2.96	0.78	16.60
C6	18.87	160.30	7.49	0.72	2.67	0.76	16.10

2.4.3 不同施肥处理对苜蓿区土壤化学性状的影响 从表 3 可以看出,在苜蓿区的处理 1~5 的各项养分指标均高于对照。经过方差分析可知,C3 区碱解氮、速效钾与 C4 区、C6 区差异显著 ($P < 0.05$)。C3 区有机质与 C4、C5、C6 区均达显著 ($P < 0.05$) 水平。6 个处理的其余各项指标均为差异不显著。C3

区与 C6 区相比土壤有机质较对照增加 18.0%;土壤全氮、全磷、全钾分别 18.60%、11.51%、11.85%。

3 结论

有机肥与无机肥配施能够改善土壤容重、储水量和紧实度,即土壤的结构要比单施某一种肥、氮肥

和磷肥配施及不施肥都要有优势。处理 3 玉米区土壤容重下降幅度最大为 11.76%, 而苜蓿下降幅度最小为 6.7%。3 种作物区最高土壤储水量均集中在 7、8 月份。土壤紧实度随生育期的推进呈下降趋势, 收获前后 A3、B3、C3 区分别下降 32.14%, 30.0%, 28.8%。

有机肥与无机肥配在增加土壤养分方面, 也高于单施某一种肥、氮肥和磷肥配施以及不施肥处理。收获以后处理 3 与处理 1 相比: 玉米区土壤有机质提高 19.0%、土壤全氮、全磷、全钾分别提高 17.8%、6.8%、13.2%, 土壤碱解氮、速效磷、速效钾分别提高 19.8%、13.5%、13.1%。高丹草区土壤有机质提高 17.4%, 土壤全氮、全磷、全钾分别提高 15.2%、6.8%、16.6%, 土壤碱解氮、速效磷、速效钾分别提高 18.9%、13.4%、12.4%。苜蓿区土壤有机质提高 18.0%, 土壤全氮、全磷、全钾分别提高 13.8%、6.6%、10.8%, 土壤碱解氮、速效磷、速效钾分别提高 18.6%、11.5%、11.8%。

参考文献:

- [1] 陈 杰, 檀满枝, 陈晶中, 等. 严重威胁可持续发展的土壤退化问题[J]. 地球科学进展, 2002, 17(5): 720 - 728.
- [2] 赵沛义, 段 玉, 妥德宝, 等. 施肥对甜菜产量物质积累和养分吸收规律的影响[J]. 华北农学报, 2008, 23(6): 199 - 202.
- [3] 沈善敏. 长期土壤肥力试验的科学价值[J]. 植物营养与肥料学报, 1995, 1(1): 1 - 9.
- [4] 张凤华, 贾 可, 刘建玲, 等. 土壤磷的动态积累及土壤有效磷的产量效应[J]. 华北农学报, 2008, 23(1): 168 - 172.
- [5] 刘洪来, 王艺萌, 窦 潇, 等. 农牧交错带研究进展[J]. 生态学报, 2009, 29(8): 4420 - 4425.
- [6] 王 锐, 刘文兆, 李 志. 黄土塬区 10 m 深剖面土壤物理性质研究[J]. 土壤学报, 2008, 3(45): 550 - 554.
- [7] 王月玲, 蔡进军, 张源润, 等. 半干旱退化山区不同生态恢复与重建措施下土壤理化性质的特征分析[J]. 水土保持研究, 2007, 14(1): 11 - 14.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 第 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 25 - 200.
- [9] 李潮海, 周顺利. 土壤容重对玉米苗期生长的影响[J]. 华北农学报, 1994, 9(2): 49 - 54.
- [10] 王晓峰, 田霄鸿, 陈自惠, 等. 不同覆盖施肥措施对黄土旱塬冬小麦土壤水分的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(5): 1105 - 1111.
- [11] 秦嘉海, 金自学, 吕 彪, 等. 垃圾复混肥对土壤理化性质及牧草产草量的影响[J]. 草业科学, 2004(10): 33 - 36.