

不同阴离子化肥对设施土壤理化性状的影响研究*

李海云

王秀峰**

(聊城大学园艺工程系 聊城 252059) (山东农业大学园艺学院 泰安 271018)

摘要 试验研究了不同阴离子化肥对设施土壤理化性状的影响结果表明,与对照相比, NO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 Cl^- 阴离子化肥均使土壤电导率升高,pH值降低,且施肥水平越高而升(或降低)幅越大,对土壤的影响为 $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^-$ 。含 Cl^- 化肥有利于土壤中速效氮、磷、钾积累, SO_4^{2-} 降低土壤N素有效性,速效铁含量随施肥量的增加而升高,化肥阴离子种类及施肥量对土壤速效锰的影响则较小。

关键词 阴离子 土壤 理化性状

The effect of fertilizer with different anions on the physiological and chemical characteristics of solar greenhouse soil. LI Hai-Yun (College of Horticulture, Liaocheng University, Liaocheng 252059), WANG Xiu-Feng (College of Horticulture, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018), *CJEA*, 2004, 12(4): 126~128

Abstracts The effect of fertilizer with different anions on the physiological and chemical characteristics of solar greenhouse soil are studied. The results show that compared with CK, the fertilizer with NO_3^- , SO_4^{2-} and Cl^- can raise the EC and decrease the pH value of soil. The higher the fertilization level is, the higher the degree of increase or decrease is. The influential sequence on soil is $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^-$. Fertilizer with Cl^- is beneficial to the accumulation of available N, P and K in soil, SO_4^{2-} decreases the content of available N. Available Fe content increases with the enhancement of fertilization level, the kinds of anion and fertilization level have no effect on the content of available Mn in soil.

Key words Anion, Soil, Physiological and chemical characteristics

SO_4^{2-} 、 Cl^- 和 NO_3^- 是化肥和农药中常见的阴离子,也是大气尘埃中常见的环境污染物^[1]。刘更另等^[2]研究了长期施用硫酸盐后露地土壤性质的变化,曾希柏等^[3]研究了 SO_4^{2-} 和 Cl^- 对稻田土壤养分的影响。而有关 SO_4^{2-} 、 Cl^- 和 NO_3^- 3种阴离子对土壤养分及化学性状的影响研究目前尚未见报道。本试验研究了3种阴离子对设施土壤理化性状的影响,为设施栽培合理施肥提供理论依据。

1 试验材料与方法

试验在山东农业大学园艺试验站日光温室内进行,供试土壤电导率为0.782s/cm,pH7.15,N含量为84.16mg/kg, P_2O_5 30.18mg/kg, K_2O 143.30mg/kg,速效铁354.75 $\mu\text{g/g}$,速效锰125.95 $\mu\text{g/g}$,速效铜17.65 $\mu\text{g/g}$,速效锌15.21 $\mu\text{g/g}$ 。供试黄瓜品种为“新泰密刺”,2001年2月20日用营养钵(直径6cm×高6cm)播种育苗,3月18日幼苗2叶1心时定植于盆钵(直径35cm×高29cm),每盆装风干土10kg,定植2株。试验设对照(CK)处理,用 KH_2PO_4 提供全部P及部分K肥,不足K由 KNO_3 、 KCl 和 K_2SO_4 按1:1:1(K_2O)提供,不足N肥由 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 补充,以避免引入过多的 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 Cl^- ; NO_3^- 处理(I),施用 NH_4NO_3 和 KNO_3 肥; SO_4^{2-} 处理(II),施用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 K_2SO_4 肥; Cl^- 处理(III),施用 NH_4Cl 和 KCl 肥。I~III处理P肥均由 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 提供。每处理设3个水平,低水平养分用量为每kg土施N0.2g、 P_2O_5 0.1g和 K_2O 0.24g,即N:P₂O₅:K₂O=1:0.5:1.2,中、高水平各养分用量分别为低水平的2倍和3倍。试验共12个处理,每处理15盆,分3行,每行为1重复,处理间随机排列。N、K肥总量的20%及全部P肥为基肥,剩余N、K肥于4月1日、11日分2次追施,用量分别为总量的30%和50%。4月30日于土壤整个纵剖面取样,每处理取5盆混合,重复3次。用pHS-3B型酸度计和ORION TDS型电导率仪测定土壤溶液pH及电导率,用碱解扩散法测定土壤碱解氮含量,用 NaHCO_3 浸提、钼锑抗显色法测定土壤速效磷含量,用 NH_4OAC 浸提、火焰光

* 山东省教育厅项目(J01102)资助

** 通讯作者

收稿日期:2003-06-17 改回日期:2003-08-09

度计测定土壤速效钾含量,用 EDTA 浸提、WFX-IE2 型原子吸收分光光度计测定土壤速效铁、锰、铜、锌含量。

2 结果与分析

2.1 不同阴离子化肥对土壤电导率及酸碱度的影响

由图 1 可知,施用含有 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 Cl^- 3 种阴离子化肥的土壤电导率均随施肥量的增加而上升,而 pH 值则下降。同一施肥水平下土壤溶液电导率均为处理 III > 处理 II > 处理 I > 对照,而 pH 值则为处理 III < 处理 II < 处理 I < 对照,表明施肥量越高,残存在土壤中的可溶性盐越多,土壤酸化作用越明显;等

养分量施入不同化肥品种对土壤化学性状影响程度不同。试验中同一施肥水平下实际施入 3 种阴离子量为 $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$,而对土壤电导率及 pH 的影响为 $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^-$,其原因为作物对各阴离子吸收量不同,且它们与土壤胶体间的吸附能力不一^[4]。

2.2 不同阴离子化肥对土壤速效氮、磷、钾的影响

表 1 表明施肥水平相同时不同处理土壤碱解氮以 Cl^- 化肥处理最高,低、中、高 3 个施肥水平下 Cl^- 化肥处理比对照处理分别高 20.73%、14.48% 和 18.58%, SO_4^{2-} 化肥处理最低,故施用含 Cl^- 化肥可提高土壤 N 素有效性,而施用含 SO_4^{2-} 化肥则使其降低。低、中、高 3 个施肥水平不同处理土壤速效磷含量基本为处理 III > 处理 II > 对照 > 处理 I,表明施用含 Cl^- 化肥比施用含 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 化肥更有利于土壤 P 的累积和改善土壤 P 素的供应。施 Cl^- 化肥处理土壤速效钾含量最高,其次为施 SO_4^{2-} 处理,二者均明显高于对照和施 NO_3^- 化肥处理。施 Cl^- 处理速效钾含量在低、中、高 3 水平下分别为对照处理的 1.22、1.43 和 1.26 倍,故施用含不同阴离子化肥对土壤 K 素产生的影响各异。同种化肥不同施肥量土壤速效养分含量均随施肥量的增加而明显增高,其原因为随施肥量的增加,施入土壤中速效养分增加,而植物吸收量并未随施肥量成正比增加。

表 1 不同阴离子化肥对土壤速效氮、磷、钾的影响

Tab.1 Effect of fertilizer with different anions on Available N, P and K in soils

处 理 Treatments	碱解氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available N			速效钾/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available K			速效磷/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Available P		
	处理水平 Treatment levels			处理水平 Treatment levels			处理水平 Treatment levels		
	低 Low	中 Middle	高 High	低 Low	中 Middle	高 High	低 Low	中 Middle	高 High
CK	92.85	101.5	108.2	172.4	229.3	328.5	110.6	129.4	144.6
I	98.00	105.1	108.5	186.3	229.0	329.7	99.8	113.3	141.9
II	89.70	98.6	108.5	185.4	301.0	344.2	110.5	147.3	182.3
III	112.10	116.2	128.3	210.6	328.4	415.3	122.2	153.6	197.5

2.3 不同阴离子对土壤有效铁、锰、铜、锌的影响

由表 2 可知,土壤有效铁含量以施 NO_3^- 化肥处理为最高,其次为施 SO_4^{2-} 化肥处理。各阴离子化肥处理中有效铁含量均随施肥量的增加而升高;土壤有效锰含量不受阴离子种类和施肥量的影响或影响不明显;施 Cl^- 化肥处理及对照处理土壤有效铜含量随施肥量增加而下降,施 NO_3^- 化肥处理随施肥量增加而上升,施

表 2 不同阴离子化肥对土壤有效铁、锰、铜、锌的影响

Tab.2 The effect of fertilizer with different anions on Available Fe, Mn, Cu and Zn in soils

处 理 Treatments	有效铁/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Available Fe			有效锰/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Available Mn			有效铜/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Available Cu			有效锌/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Available Zn		
	处理水平 Treatment levels			处理水平 Treatment levels			处理水平 Treatment levels			处理水平 Treatment levels		
	低 Low	中 Middle	高 High	低 Low	中 Middle	高 High	低 Low	中 Middle	高 High	低 Low	中 Middle	高 High
CK	292.2	340.8	337.5	128.6	132.4	146.4	14.9	12.9	11.0	19.1	19.0	15.1
I	359.4	366.4	374.6	137.1	134.1	137.8	9.4	12.7	13.0	15.4	16.5	18.0
II	338.7	361.6	373.5	136.3	136.2	130.9	10.7	14.3	12.7	17.5	19.1	18.3
III	332.1	338.4	351.5	123.9	135.2	137.4	12.3	10.0	9.1	16.5	17.0	15.3

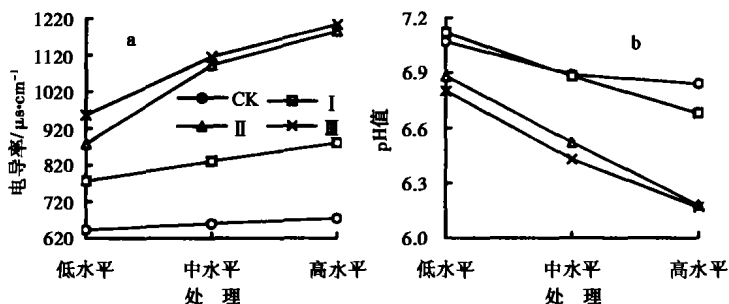


图 1 不同阴离子化肥对土壤电导率及酸碱度的影响*

Fig.1 Effect of fertilizer with different anions on EC and pH of soil

* 干土:水=1:5

SO₄²⁻ 化肥处理则随施肥量增加而先升后降。各处理有效锌含量变化趋势与有效铜相似。

3 小结与讨论

对照与施用 NO₃⁻、SO₄²⁻ 和 Cl⁻ 4 种处理土壤残存速效氮、磷、钾养分均随施肥量的升高而明显增多,施用化肥种类相同时,施肥量越高则土壤电导率越高。含不同阴离子的化肥按等养分量施入土壤后其盐度指数不同^[5],故其土壤电导率不同。作物对施入土壤化肥中的阴离子需用量较少(NO₃⁻ 除外),大部分残留在土壤溶液中,且 SO₄²⁻ 与土壤的相对亲和力大于 Cl⁻^[4],残留在土壤中的 Cl⁻ 大部分以游离态存在,使土壤电导率增加、pH 下降。资料表明,无机化肥中的副成分 SO₄²⁻ 及 Cl⁻ 等强酸性阴离子的施入是导致土壤 pH 下降的主要原因,并影响土壤微生物种群活动,使土壤物理性状恶化。土壤 pH 和决定矿物质存在形式的氧化还原状态及铁锰化合物的溶解度是影响 Fe、Mn 有效性的主要因子。郭鹏程(1993 年)认为施用含 Cl⁻ 肥料可提高土壤中 Fe、Mn 有效性。本试验结果表明施用含 Cl⁻ 肥料确能提高土壤中有效锰含量,但并未提高有效铁含量,而施用含 NO₃⁻ 化肥后可提高 Fe 有效性,其原因可能是 Fe 有效性还受土壤质地、作物种类等因素的影响。本实验实际施入土壤的阴离子并不等量,对土壤性质的影响也有所不同,亦导致土壤养分含量的差异,其原因及作用机理尚待进一步探讨。

参 考 文 献

- 1 陈 铭. 植物无机阴离子营养研究. 土壤通报, 1993,24(2):95~96
- 2 刘更另,李绪花,秦道珠. 长期施用硫酸盐肥料对土壤性质和水稻生长的影响. 中国农业科学, 1989,22(3):50~57
- 3 曾希柏,刘更另. SO₄²⁻ 和 Cl⁻ 对稻田土壤养分及其吸附解吸特性的影响. 植物营养与肥料学报, 2000,6(2):187~193
- 4 李成保,季国亮. 用电导频散法研究 Cl⁻、SO₄²⁻ 和 H₂PO₄⁻ 阴离子与土壤的相互作用. 土壤学报, 1999,36(1):54~59
- 5 奚振邦,杨金楼,计中孚等. 土壤有效水分与化肥相互作用机理及应用研究. 植物营养与肥料学报, 1995,1(1):10~16

欢迎订阅 2005 年《长江流域资源与环境》

《长江流域资源与环境》是由中国科学院资源环境科学与技术局和中国科学院武汉文献情报中心联合主办的综合性学术期刊,主要报道长江流域资源与生态环境科学研究成果,资源综合开发利用与生态环境保护工作经验,设有资源环境与社会可持续发展、自然资源、农业发展、生态环境、自然灾害、决策建议、动态信息等栏目,适于从事资源与环境研究及农林业、气象、能源、水利、土地管理、经济、生物、地理等学科科技人员、管理人员、高等院校师生等阅读。本刊为双月刊,全年定价:90.00 元,邮发代号:38-311,全国各地邮局均可订阅,漏订者可直接汇款至本刊补订,地址:(430071)武汉市武昌小洪山西区 25 号中国科学院武汉文献情报中心《长江流域资源与环境》编辑部;电话:027-87198181。