

日光温室土壤盐分积累及离子组成变化的研究

吕福堂 司东霞
(聊城大学农学院 山东聊城 252000)

摘 要 本文研究了当地日光温室(冬暖式大棚)土壤盐分积累、酸碱度及盐分离子组成的变化。揭示了石灰性土壤地区温室土壤盐分积累、离子组成及酸碱度变化规律。

关键词 日光温室; 盐分积累; 离子组成

中图分类号 S156.1

保护地栽培中, 由于施肥量大, 室内空气流动性差, 淋溶作用弱或无自然降雨淋洗, 造成盐分积累现象已非常普遍^[1]。各地保护地栽培中盐分积累和盐分组成各有特点, 了解和掌握保护地栽培中盐分积累及酸碱度变化规律和盐分离子组成特点, 可更好地使日光温室土壤得到合理的培肥和持续利用。通过对聊城市日光温室土壤的盐分积累和盐分组成进行化验分析和研究, 发现日光温室土壤盐分积累和离子组成变化有其一定规律和特点。

1 材料和方法

1.1 材料

试验材料来源于聊城市东昌府区梁水镇和莘县十八里铺乡等地的蔬菜日光温室, 选取的是不同种植年限 (1、2、3、4、5、6、7、8 年) 温室土壤和大田土壤 (0 ~ 20 cm 耕层), 采样时间 2002 年 11 月上旬, 测定项目有可溶性盐、电导率 (EC 值)、

酸碱度 (pH 值) 及 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 等离子含量。土壤为黄河泛滥冲积而成的壤质潮土, 富含碳酸钙。温室内种植蔬菜为黄瓜、番茄、芸豆等。

1.2 分析化验方法^[2]

土壤可溶性盐和 EC 值测定采用烘干称量法和电导仪测定法; 土壤酸碱度测定采用电位法; CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 采用双指示剂中和法; Cl^- 采用硝酸银滴定法; SO_4^{2-} 采用 EDTA 间接滴定法; Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 采用 EDTA 络合滴定法; NO_3^- 测定采用紫外分光光度法; Na^+ 、 K^+ 测定采用火焰光度法。

2 结果与分析

2.1 土壤可溶性盐含量及 EC 值的变化

不同种植年限的温室土壤可溶性盐总量和 EC 值测定结果见表 1。

表 1 温室土壤可溶性盐和 EC 值平均含量

Table 1 Average content of dissoluble salinity and EC of (in) daylight greenhouse

棚龄 (年)	1	2	3	4	5	6	7	8	大田
样本数	3	4	5	5	6	5	6	5	15
盐分含量 (g/kg)	2.11	2.74	3.25	3.47	3.72	4.15	4.43	4.72	1.01
EC 值 (ms/cm)	1.30	1.75	2.03	2.35	2.72	2.85	3.02	3.21	0.500

注: 可溶性盐测定水土比 5:1; EC 值测定水土比 2:1。

表 2 种果菜土壤溶液 EC 值的临界点 (单位: ms/cm)

Table 2 Citical point of soil solution s EC for several fruits and vegetables

土壤	生育障碍临界点			枯死临界点		
	黄瓜	番茄	辣椒	黄瓜	番茄	辣椒
冲积壤土	1.2	1.5	1.5	3.0	3.2	3.5

注: EC 值测定水土比 2:1。

由表 1 可知, 温室土壤可溶性盐含量和 EC 值显著高于大田土壤, 且随种植年限的增加而增加, 一般土壤可溶性盐含量高于 2.0 g/kg 即为盐渍化土壤, 通过取土化验测定结果表明, 种植 2 ~ 3 年的日光温室土壤的可溶性盐的含量达到 3.0 g/kg 以上成为次生盐渍化土壤, 其主要原因: (1) 化肥施用量大,

通过调查表明温室栽培施肥量大,一般为大田栽培施肥量的 5~10 倍,甚至个别达到 20 多倍,化肥的副成分及转化物残留造成土壤可溶盐含量的增加^[1, 3, 4]; (2) 日光温室内特殊的水分运动规律,棚内大部分时间土壤水分运动方向是向上运动与陆地相反,随着水分向上的运动,土壤盐分逐渐向土表聚集^[1, 5]。由于盐分浓度过高,植物根系周围的渗透压升高,严重影响植物对水分和养分的吸收,使根系坏死,产生生理障碍^[6]。日本人桥本测定的几种果菜类蔬菜发生盐分危害的生理障碍临界点 EC 值和枯死临界点 EC 值列表 2^[7]。由表 1 和表 2 对比可发

现:种植几年后的温室土壤可溶盐含量增加 3~6 倍,达到影响作物生长的程度,像 6~7 年龄的温室土壤盐分积累已达到黄瓜生长的枯死临界点;接近其他蔬菜的枯死临界点。总体来看都超过蔬菜的生育障碍临界点,而在枯死临界点以下,说明我市某些种植年限较长的温室土壤由于盐分积累,已对蔬菜的生理生长起到抑制作用了,应值得特别注意。

2.2 土壤酸碱度(pH 值)的变化

不同种植年限日光温室土壤 pH 值与大田土壤的 pH 值比较见表 3。

表 3 日光温室土壤与大田土壤 pH 值

Table 3 pH of daylight greenhouse and uncovered soil

棚龄(年)	8	7	6	5	4	3	2	1	大田
样本数	5	6	5	6	5	5	4	3	15
范围	7.4~7.6	7.4~7.8	7.5~7.8	7.5~7.8	7.5~7.9	7.7~8.0	7.8~8.1	7.9~8.1	7.9~8.3
平均	7.46	7.54	7.62	7.65	7.72	7.90	7.95	8.07	8.15

由表 3 可看出,不同年限的大棚土壤 pH 值不同,总变化趋势是日光温室土壤 pH 值低于室外大田土壤 pH 值,随棚龄的增加土壤 pH 值呈下降的趋势,呈极显著的负相关,相关系数为 $r = -0.991$ 。其主要原因是化肥的大量施用,如 N 素化肥的大量施用,形成 NO_3^- ,只能部分被吸收,其余残存于土壤中,且不被雨水淋洗而积聚;再是大量酸性肥料和生理酸性肥料的施用,化肥副成分及转化物,如 SO_4^{2-} , Cl^- 的残留等使土壤 pH 值下降^[1, 3, 6]。由于聊城市土壤为黄河泛滥冲积而成的石灰性潮土,土壤富含 CaCO_3 ,即使种植 7、8 年的日光温室土壤 pH 值亦

在 7.5 左右,趋向中性,不存在土壤酸化的危害问题。土壤 pH 值呈中性对某些养分的有效性是有利的,例如土壤 pH 值在中性范围土壤 P 素的有效性提高。由当地温室土壤化验结果和参考已有报道可知温室土壤的速效 P 含量已较丰富^[8, 9],故而 P 肥的施用量可适当减少。

2.3 温室土壤盐分离子组成

通过对不同种植年限日光温室土壤盐分离子组成化验分析,发现温室土壤离子组成与大田土壤离子组成有较大差异(表 4)。

2.3.1 温室土壤盐分组成变化 由表 4 可以看

表 4 不同种植年限温室土壤离子组成及含量(g/Kg)

Table 4 Ion constitution and content in greenhouse soil of different planting years

	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	盐分总量
大田	0.250	0.224	0.168	0.120	0.072	0.030	0.241	0.020	1.014
1 年	0.241	0.321	0.304	0.664	0.195	0.091	0.267	0.081	2.115
2 年	0.240	0.401	0.451	0.885	0.242	0.131	0.265	0.121	2.744
3 年	0.238	0.445	0.615	1.063	0.290	0.181	0.270	0.158	3.252
4 年	0.237	0.475	0.651	1.170	0.312	0.205	0.269	0.192	3.474
5 年	0.236	0.501	0.696	1.321	0.327	0.230	0.267	0.224	3.723
6 年	0.235	0.568	0.751	1.439	0.361	0.264	0.266	0.255	4.142
7 年	0.234	0.595	0.786	1.585	0.398	0.272	0.270	0.283	4.428
8 年	0.231	0.610	0.821	1.771	0.416	0.296	0.275	0.305	4.729

出,温室土壤盐分离子组成中 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 等 6 种离子的含量比当地大田土壤

中含量有明显增加,而 HCO_3^- 、 Na^+ 的含量低于大田土壤含量或与大田土壤含量相近。这一点与温室土

壤出现酸化现象是相符的^[10]。大田土壤盐分的离子组成,阴离子是以 HCO_3^- 、 Cl^- 为主,阳离子是 Na^+ 最多, Ca^{2+} 次之;而温室土壤盐分的离子组成,质量比例阴离子是 NO_3^- 和 SO_4^{2-} 为主,阳离子以 Ca^{2+} 和 K^+ 为主;离子的摩尔数 (mol/kg 干土) 比例阴离子是 NO_3^- 最多, SO_4^{2-} 和 Cl^- 相近,阳离子是 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 最多。温室土壤中 NO_3^- 含量的质量比例 NO_3^- 占阴离子总量的 43.4 % ~ 51.5 %, 摩尔数 (mol/kg 干土) 比例 NO_3^- 占阴离子总量的 35.6 % ~ 43.0 %。这一点与早期报道的数据有较大差异^[11], 关于这一点作者认为土壤条件不同, 施肥结构不同, NO_3^- 等离子的比例亦不同, 如近年来对 K 肥的施用较为重视, 这样造成 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等阴离子的积累改变了离子组成。

2.3.2 各种离子含量与盐分总量之间的关系

各组成离子中 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 等 6 种离子的含量与盐分总量呈很好的正相关, 这些离子与盐分总量之间的相关系数 r 分别为 0.996、0.983、0.995、0.987、0.980、0.996。这些数据表明温室土壤盐渍化增加, 主要是以上 6 种离子, 且这些离子多为化肥副成分或转化物, 这充分表明温室土壤盐分积累主要是由于化肥过量施用造成的。

2.3.3 温室土壤盐分离子组成与种植年限的关系

温室土壤盐分的各离子中, 某些离子含量随种植年限的变化出现规律性的变化。随温室种植利用年限增加, 离子含量增加的有 NO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 等离子。以上各种离子含量与种植年限之间呈极显著的正相关, 相关系数 r 分别为 0.996、0.987、0.955、0.990、0.986、0.997。这些表明温室土壤增加的 6 种离子随种植年限的延长积累量呈正相关增加。

3 结论与讨论

(1) 温室土壤出现明显的盐分积累, 在当地种植 2 ~ 3 年的温室, 由于土壤中盐分积累, 对蔬菜生长表现出抑制作用, 种植年限较长的日光温室, 由于盐分积累蔬菜出现枯萎现象, 部分菜农已弃棚不种, 应予以重视。

(2) 当地日光温室土壤出现酸化现象, 由于当地土壤为石灰性土壤, 温室土壤酸碱度趋于中性 (pH 值 7.5), 不存在土壤酸化危害问题, 但在中性土壤条件下可提高土壤 P 素和微量元素 Zn、Fe、Mn 等元素的有效性。

(3) 日光温室土壤盐分的离子组成中 NO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 等离子与大田土壤比较有显著增加。而 HCO_3^- 、 Na^+ 的含量与大田土壤含量相近或低于大田土壤含量。

(4) 日光温室土壤盐分离子增加最多的阴离子是 NO_3^- , 增加最多的阳离子是 K^+ 。其中 NO_3^- 含量质量比例占阴离子总量的 43.4 % ~ 51.5 %, NO_3^- 摩尔数 (mol/kg 干土) 比例占阴离子总量的 35.6 % ~ 43.0 % 左右。

(5) 日光温室土壤盐分离子中增加的 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 大部分为化学肥料的副成分, 但增加的 Mg^{2+} 很可能是从土壤胶体上交换下来的。

(6) 测土配方严格控制化肥的施用量, 消除盐分再度积累, 对积盐严重的大棚通过种植耐盐作物、揭膜进行雨水淋溶、灌水洗盐等措施进行改良。同时应增施有机肥改良培肥利用相结合。

参考文献

- 1 李海云, 王秀峰, 邢禹贤. 设施土壤盐分积累及防治研究进展. 山东农业大学学报 (自然科学版), 2001, 32(4): 535 ~ 538
- 2 鲁如坤主编. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业出版社, 1999, 125 ~ 139
- 3 焦坤, 李德成. 蔬菜大棚条件下土壤性质及环境条件的变化. 土壤, 2003, 35 (2): 94 ~ 97
- 4 李文庆, 李光德, 骆洪义. 大棚栽培对盐分状况影响的研究. 山东农业大学学报(自然科学版), 1995, 26 (2): 165 ~ 169
- 5 李文庆, 张民, 李海峰, 管林生. 大棚土壤硝酸盐状况研究. 土壤学报, 2002, 39 (2): 283 ~ 287
- 6 李廷轩, 张锡洲, 王昌全, 何艳. 保护地次生盐渍化的研究进展. 西南农业学报, 2001, 14(增): 103 ~ 107
- 7 劳秀荣, 张淑茗. 保护地蔬菜施肥新技术. 北京: 中国农业出版社, 1999, 1, 23 ~ 35
- 8 马文奇, 毛达如, 张福锁. 山东省蔬菜大棚养分积累状况. 磷肥与复肥, 2000, 15 (3): 65 ~ 67
- 9 刘兆辉, 李晓林, 祝洪林, 胡兆武, 江丽华. 保护地土壤养分特点. 土壤通报, 2001, 32 (5): 207 ~ 9
- 10 刘世全, 张世熔, 伍钧, 庞学勇, 袁大刚. 土壤 pH 与碳酸钙含量的关系. 土壤, 2002, 34 (5): 279 ~ 282
- 11 薛继澄, 毕德义, 李家金, 殷永娴, 吴志行. 保护地栽培蔬菜生理障碍的土壤因子与对策. 土壤肥料, 1994, (1): 4 ~ 9

(下转第 214 页)

- 652 ~ 656
- 4 Soner H Altundogan, Sema Altundogan, Fikret Tumen, Memnune Bildik. Arsenic removal from aqueous solutions by adsorption on red mud. *Waste Management*, 2000, 20: 761 ~ 767
- 5 孙卫玲, 倪晋仁. 兰格缪尔等温式的适用性分析—以黄土吸持铜离子为例. *环境化学*, 2002, 21 (1): 37 ~ 44
- 6 Lin Tsair-Fuh, Wu Jun-kun. Adsorption of Arsenite and Arsenate within Activated Alumina Grains: Equilibrium and Kinetics. *Water research*. 2001, 35 (8): 2049 ~ 2057
- 7 Meng Xiaoguang, Korfiatis George P, Bang Sunbaek, Bang Ki Woong. Combined effects of anions on arsenic removal by iron hydroxides. *Toxicology Letters*, 2002, 133 (1): 103 ~ 111

EFFECT OF PH ON ADSORPTION AND TRANSFORMATION OF ARSENIC IN RED SOIL IN GUIZHOU

CHEN Jing¹ WANG Xue-jun¹ ZHU Li-jun²

(1 Key Laboratory for Surface Processes, Ministry of Education; Department of Urban and Environment sciences,
Peking University, Beijing 100871; 2 Guizhou University of Technology, Guiyang 550003)

Abstract Characteristics of Arsenic adsorption in red soil, in Zunyi, Guizhou, affected by pH were studied in this research work. Results show that with increase in Arsenic concentration in the soil solution, Arsenic adsorption of the soil increased, while its adsorption rate declined, high-energy adsorption sites began to gradually replace low-energy adsorption sites in absorbing As, and the absorbing reaction rate reduced. The isotherm adsorption could be well fitted by the Langmuir equation. Soil pH was an important factor that affected adsorption and desorption of Arsenic. Acid environment(pH=4~6.5) facilitated adsorption of Arsenic while alkaline environment(pH=7~8.5) did desorption of Arsenic.

Key words pH, Arsenic, Red soil, Isotherm adsorption, Langmuir equation, Desorption

(上接第 210 页)

STUDY ON SOIL SALINITY ACCUMULATING AND ION CONSTITUTION CHANGING OF SUNLIGHT GREENHOUSE

LV Fu-tang SI Dong-xia

(Liaocheng University Agriculture College, Shandong Liaocheng 252000)

Abstract In this paper, soil salinity accumulating, pH and ion constitution changing of local sunlight greenhouse (winter-warmed plastics shed) are studied. The rule of salinity accumulating, ion constitution and pH in calcareous soil area greenhouse are opened out.

Key words Daylight greenhouse, Salinity accumulation, Ion constitution