

哈尔滨市郊设施土壤积盐规律的研究

马献发¹, 白路平², 张继舟¹

(1. 黑龙江省科学院自然与生态研究所, 黑龙江哈尔滨 150040; 2. 哈尔滨市香坊区农林水务局, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要: 通过对哈尔滨市郊不同种植年限的设施栽培土壤耕层取样和典型土壤的分层取样研究, 结果表明, 设施土壤在种植 3~5 a 后, 土壤耕层盐分积累比较迅速, 设施土壤与露地土壤电导率比值为 3.97; 在种植 20~22 a 后, 设施土壤的盐分含量已是露地土壤的 9.81 倍, 盐分积累严重。设施土壤中的离子组成中阳离子以 Ca^{2+} 居多, 阴离子以 NO_3^- 为主, 随着种植年限的增长, 土壤中盐分离子都呈现出积累的趋势。 NO_3^- 、 Ca^{2+} 含量与电导率呈极显著的正相关($R=0.850^{**}$, $R=0.955^{**}$)。设施土壤中, 盐分的运移同时存在着明显的向底层迁移和向表层聚集两种方式, 但以表聚为主。

关键词: 设施土壤; 盐分; 规律

中图分类号: X592 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)01-0050-03

Regularity of Salt Accumulation of Greenhouse Soil in Suburbs of Harbin

MA Xian-fa¹, BAI Lu-ping², ZHANG Ji-zhou¹

(1. Natural Resources and Ecology Institute of Heilongjiang Academy of Sciences Harbin 150040; 2. Agriculture-Forestry-Water Department of Xiangfang District of Harbin, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract: Based on sampling and analyzing for surface soils from different planting years and different layers typical greenhouse soil in the suburbs of Harbin, the results indicated that the salt of surface soils accumulated quickly whose ratio of electrical conductivity between greenhouse soil and open-air soil was 3.97 after planting 3~5 years. After greenhouse soil planted 20~22 years, the content of salt in greenhouse had been 9.81 times as much as open-air soil. Of the composing of soluble salinity, the content of Ca^{2+} was at most among cations, but NO_3^- was at most among anions. The content of NO_3^- and that of Ca^{2+} respectively had very significant positive correlation with electrical conductivity of greenhouse soil. Whose correlation coefficients were 0.850 and 0.955 respectively. Salinity transportation in greenhouse soil profile accumulated toward topsoil and subsoil simultaneously, however, salt accumulation in surface soil was at most.

Key words: greenhouse soil; salt; regularity

设施土壤是指玻璃温室、塑料大棚和日光温室等园艺设施土壤的总称^[1]。设施栽培虽具有许多露地栽培无法比拟的优点,但同时由于设施特殊的覆盖结构,改变了其内部生态环境及自然状态下的水热平衡,尤其是大大改变了土壤的理化性状。童有为^[2]指出上海菜区玻璃和塑料温室耕层(0~25 cm)积盐均较明显,全盐分别是露地的 11.8 和 4.0 倍,一般 3~5 a 便出现盐害,造成蔬菜大幅度减产。许多学者认为设施土壤盐渍化是一个普遍问题^[3,4]。本文通过对典型区域设施

土壤积盐规律研究,可为设施土壤次生盐渍化的防治奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 研究区域

哈尔滨市设施蔬菜种植面积达到 4 000 多 hm^2 , 年产值实现 6 亿元。生产的设施蔬菜畅销省内外多个大中城市。其发展模式在全省具有很强的示范作用,同时,当地设施栽培条件下的施肥水平和土壤养分状况在北方大棚蔬菜种植区也具有一定的代表性。因此,选取了哈尔滨市郊具有代表性的光明村、灰菜沟、红旗等地,该地区设施栽培历史悠久,有各类大棚上千栋,种植年限不等,有新增大棚、温室,也有长达 20 多年的设施土壤。该地区主要种植番茄、黄瓜、芹菜、春白菜、油豆角等,是重要的商品菜生产基地。

收稿日期: 2008-08-28
基金项目: 黑龙江省科学院基金项目(2004-2007)
第一作者简介: 马献发(1978-), 男, 黑龙江省克山县人, 硕士, 助理研究员, 主要从事土壤改良和植物营养方面的研究。E-mail: mxf7856@163.com

1.2 采样方法

在各研究区选择设施栽培集中分布的村镇, 设置两种采样处理: (1)不同种植年限的设施土壤及相邻露地土壤, 取耕层(0~20 cm)土样; (2)当地最长种植年限的设施土壤按 0~20 cm, 20~40 cm, 40~60 cm 分层取样。

1.3 测定项目及分析方法

电导率: 采用电导仪(DDS-307 型)测定; NO_3^- : 酚二磺酸比色; Ca^{2+} 、 Mg^{2+} : 采用 EDTA 滴定法; K^+ 、 Na^+ : 采用火焰光度法; SO_4^{2-} : 采用 EDTA 间接滴定法; Cl^- : 用 AgNO_3 滴定法; CO_3^{2-} 、 HCO_3^- : 采用双指示剂中和滴定法; pH 测定: 采用水浸提(2.5:1, w/w), 酸度计测定法。其测定方法参照鲍士旦著的《土壤农化分析》中的方法^[5]。

2 结果与分析

2.1 设施土壤盐分离子组成

由表 1 可以看出, 设施土壤盐分离子组成与自然盐渍土差别较大。黑龙江省西部自然盐渍土盐分离子

组成中 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 含量较高, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 含量很低, NO_3^- 含量更少^[6]。设施土壤盐分组成中阳离子同样主要有 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等离子组成, 但 Na^+ 不再是主要成分, 而是以 Ca^{2+} 为主, K^+ 的含量也较高; 阴离子主要由 HCO_3^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 等组成。 NO_3^- 含量较高, 且增加速度最快, 主要是与施用大量含 NO_3^- 的肥料有关, 另外大棚土壤中比较强烈的硝化作用也可生成一部分 NO_3^- , Cl^- 的增加主要是由于 NH_4Cl 及 KCl 肥料的大量施用所致; SO_4^{2-} 也主要是作为肥料的副成分施入的, 且 SO_4^{2-} 含量最高。 HCO_3^- 的变化不太明显, 可能与棚室内的 CO_2 之间存在一动态平衡有关; 大棚土壤中没有检测出 CO_3^{2-} 。这进一步说明大棚土壤盐分积累主要是指养分过剩或盐基不平衡。而所谓“盐害”主要是指土壤溶液浓度过高, 接近根细胞液浓度, 从而使作物根系吸水困难。由于盐害与盐分离子组成有直接关系, 因此在评价大棚土壤发生盐害的定量指标时要与一般盐渍土有所区别, 不能一概而论, 另外在采取设施土壤积盐的防治对策时也应有所不同。

表 1 设施土壤的盐分组成及含量 cmol·kg⁻¹

| 种植年限/a | HCO_3^- | Cl^- | K^+ | Na^+ | 1/2 Ca^{2+} | 1/2 Mg^{2+} | 1/2 SO_4^{2-} | NO_3^- |
|--------|------------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| 20~22 | 0.055 | 0.438 | 0.089 | 0.151 | 6.367 | 1.667 | 2.897 | 48.255 |
| 11~12 | 0.104 | 0.157 | 0.082 | 0.156 | 4.567 | 0.600 | 0.900 | 57.273 |
| 8~10 | 0.097 | 0.328 | 0.068 | 0.095 | 3.767 | 1.150 | 2.333 | 43.895 |
| 3~7 | 0.050 | 0.141 | 0.015 | 0.062 | 3.000 | 0.800 | 0.750 | 24.255 |
| 露地 | 0.019 | 0.031 | 0.021 | 0.023 | 0.580 | 0.620 | 0.650 | 2.510 |

2.2 设施土壤全盐量、土壤电导率与离子含量的关系

由图 1 可知, 设施土壤的全盐量与土壤电导率之间存在着显著性正相关性, 相关系数 $R=0.951>R_{0.01,13}(0.64)$, 设施土壤盐分组成趋于一致, 可以用土壤的电导率表示设施土壤的盐分含量。

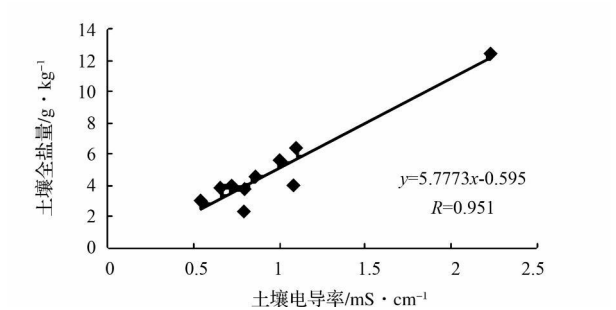


图 1 土壤全盐量与电导率的关系

由图 2 可知, 在一定范围内, 随着设施土壤中 NO_3^- 含量的增加, 土壤的电导率递增, 二者的相关系数 $R=0.850>R_{0.01,10}(0.708)$, 设施土壤中 NO_3^- 离子含量与土壤电导率呈现出极显著的正相关。由此可说明, 土壤中 NO_3^- 离子含量对土壤电导率有一定的影响, 土壤中 NO_3^- 离子含量的增大将会影响土壤盐分总量的增加, 对设施土壤盐渍化的发生发展具有推动作用。

因此, 应该尽量较少 NO_3^- 离子的累积。

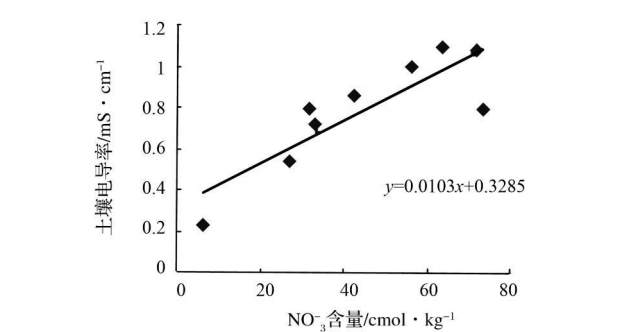


图 2 土壤电导率与 NO_3^- 含量的关系

由图 3 可知, 在一定范围内, 随着设施土壤中钙离

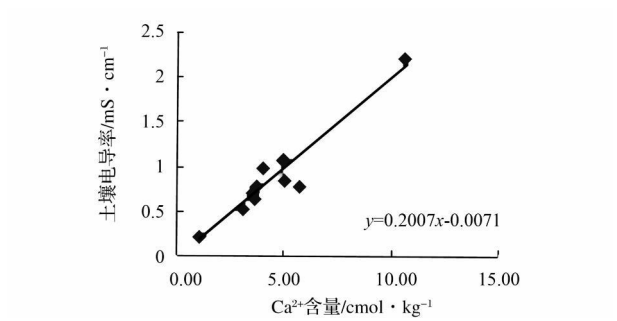


图 3 土壤电导率与土壤钙离子含量的关系

子含量的增加,土壤的电导率递增,二者的相关系数 $R=0.955>R_{0.01,10}(0.708)$,设施土壤中钙离子含量与土壤电导率呈现出极显著的正相关。由此可说明 土壤中钙离子含量对土壤电导率有一定的影响,钙离子含量的增加将直接影响土壤总盐分的增加。因此,应该减少土壤中水溶性钙离子,增加对土壤中钙离子的交换吸附,减少盐分的积累。

2.3 不同种植年限对设施土壤积盐影响

从采集的设施土壤样品中,可溶性盐分总量都较棚外露地对照明显增加,耕层土层(0~20 cm)种植在10 a 以上含盐量与对照差异达显著水平,设施土壤在20~22 a 的含盐量与露地达到了差异极显著水平。从0~20 cm 土层盐分的相对积累量上分析,哈尔滨市郊光明村、灰菜沟村等地较为严重,大多数大棚在种植3~5 a 后,土壤积累比较迅速,设施土壤与露地土壤电导率比值为3.97;土壤全盐量逐渐积累,相当数量的大棚开始出现盐害甚至土壤发生次生盐渍化。大多数大棚在种植20~22 a 后,设施土壤的盐分含量已是露地土壤的9.81倍,盐分积累严重。

表2 设施土壤的盐分状况

| 种植年限/a | 土壤电导率 /mS·cm ⁻¹ | 显著水平 | | 设施/露地 |
|--------|-------------------------------|------|----|-------|
| | | 5% | 1% | |
| 20~22 | 1.344 | a | A | 9.81 |
| 11~12 | 0.935 | ab | AB | 6.82 |
| 8~10 | 0.816 | abc | AB | 5.95 |
| 3~7 | 0.545 | bc | AB | 3.97 |
| 露地 | 0.138 | c | B | — |

2.4 设施土壤剖面盐分的含量变化特点

设施栽培后,0~60 cm 各土层的含盐量见图4,表层(0~10 cm)盐分的累积量远远高于其下各层,出现明显的盐分表聚现象。在40~60 cm 土层的盐分反而有增加趋势。由此可见,设施土壤中,盐分的运移同时存在着明显的向底层迁移和向表层聚集两种方式,但以表聚为主,这在我国不同地区均表现一致,是设施栽培土壤盐分累积变化的一个显著特征。一方面,设施栽培中大量施肥及灌水增加了盐分离子的向下淋洗量,从而使整个土壤剖面以至在底土层,含盐量仍显著高于露地对应土层;离子又会随着土壤水分的向上运动

而逐渐向表层迁移、聚积,出现明显的表聚现象。由于蔬菜根系往往集中分布在浅、表土层,因此,设施土壤表层盐分含量的大量增高则抑制了根系对水肥的吸收,表现出对作物明显的盐分胁迫现象。

3 结论与讨论

哈尔滨市郊设施土壤研究表明,大多数设施土壤在种植3~5 a 后,土壤积累比较迅速,设施土壤与露地土壤电导率比值为3.97;在种植20~22 a 后,设施土壤的盐分含量已是露地土壤的9.81倍,盐分积累严重。设施土壤中,盐分的运移同时存在着明显的向底层迁移和向表层聚集两种方式,但以表聚为主。

设施土壤中的离子组成为 $K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、HCO_3^-、Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}$ 等,其中阳离子以 Ca^{2+} 居多,阴离子以 NO_3^- ,随着种植年限的增长,土壤中大部分盐分离子都呈现出积累的趋势。这一研究结论与薛继澄等报道相吻合。设施土壤的全盐量与土壤电导率之间存在着极显著正相关($R=0.951^{**}$), $NO_3^-、Ca^{2+}$ 含量与电导率呈极显著正相关($R=0.850^{**}$, $R=0.955^{**}$),这一规律与其它土壤类型的设施土壤相一致^[4],由此说明 设施土壤受人为控制,人为因素占主导。主要是由于肥料的大量不合理施用引起的设施土壤中的 $NO_3^-、Ca^{2+}$ 等离子的积累,因此,建议在防治设施土壤次生盐渍化上,应该注重合理施肥,同时改善土壤理化性质,减少耕层土壤溶液中盐分离子积聚对作物的盐害。

参考文献:

[1] 薛继澄,吴志行,李家金,等.设施栽培土壤氮肥施用问题的研究[J].中国蔬菜,1994(5):22-25.
[2] 童有为,陈淡飞.温室土壤次生盐渍化的形成和治理途径研究[J].园艺学报,1991,18(2):159-162.
[3] 孙松发.温室土壤次生盐渍化的研究[J].上海农学报,1992,10(2):132-140.
[4] 吴志行,石海仙,董明光,等.大棚蔬菜连作障碍及土壤次生盐渍化原因与防止[J].长江蔬菜,1994(5):21-23.
[5] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2002.
[6] 苑增武,张孝民,毛齐来,等.大庆地区主要造林树种耐盐碱能力评价[J].防护林科技,2000,42(1):15-16.
[7] 邹长明,张多姝,张晓红,等.蚌埠地区设施土壤酸化与盐渍化状况测定与评价[J].安徽农学通报,2006,12(9):54-55.

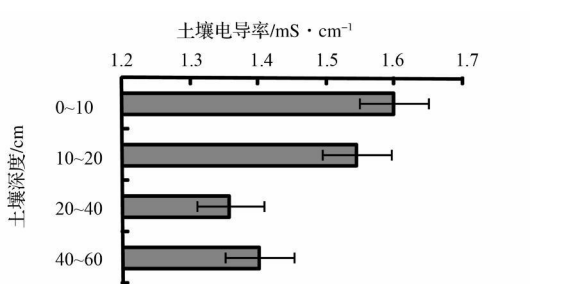


图4 设施土壤剖面盐分分布情况

