

江苏中南部设施蔬菜盐渍化土壤盐分离子含量及其垂直分布调查

周增辉 张 娜 韩承华 江解增*

(扬州大学水生蔬菜研究室, 江苏扬州 225009)

摘 要: 为了解设施蔬菜土壤盐渍化状况, 对江苏中南部设施蔬菜产区典型盐渍化土壤的 0~40 cm 土层, 以 10 cm 为单位进行分层取样, 并以相邻棚外的露地土壤为对照, 测定了土壤 EC 值及主要盐分离子含量在土层间的垂直分布情况。结果表明: 设施内各土层的 EC 值和主要盐分离子含量均明显高于棚外对照。阴离子以 NO_3^- 为主, 但 SO_4^{2-} 含量也较高, 阳离子则以 Ca^{2+} 为主。设施土壤 0~10 cm 土层的 EC 值和主要盐分离子含量均较高, 具有明显的表聚性; 部分基地的土壤盐渍化已向深层发展。

关键词: 设施蔬菜; 盐渍化; 盐分离子; 垂直分布

中图分类号: S63 文献标识码: A 文章编号: 100-6346 (2013) 20-0039-07

Salt Ions Content and Its Vertical Distribution in Salinization of Facility Vegetable Soil in Central and Southern Jiangsu Province

ZHOU Zeng-hui, ZHANG Na, HAN Cheng-hua, JIANG Jie-zeng*

(Laboratory of Aquatic Vegetable, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China)

Abstract: In order to understand the status of salinization of facility vegetable soil, stratified sampling of 0-40 cm soil layer was conducted in typical salinization soil of facilities vegetable producing areas of central and southern Jiangsu Province with 10 cm as a unit, and the adjacent exposed soil outside the greenhouse was taken as control. We determined and analyzed the soil EC value and the vertical distribution of major salt content in the soil. The results showed that the EC value of each soil layer and the major salt ion contents of facility vegetable soil were obviously higher than that of the CK in the open field. NO_3^- was the major anion in different soil layers of this area and SO_4^{2-} was also higher; while Ca^{2+} was the main cation. Soil EC value and the salt ion content were both higher in 0-10 cm soil layer, indicating possessing topsoil accumulation for them. Soil salinization had developed to deeper layers in some base.

Key words: Facility vegetable; Salinization; Salt ion; Vertical distribution

随着农业产业结构的调整, 我国设施蔬菜栽培面积不断增大。截至 2010 年底, 我国设施蔬菜年种植面积达 466.7 万 hm^2 , 占我国设施栽培面积的 95% (喻景权, 2011)。设施蔬菜的规模

收稿日期: 2013-07-11; 接受日期: 2013-08-28

基金项目: 江苏省农业三项工程项目 [SXGC (2012) 401], 江苏省农业科技自主创新基金项目 [cx (12) 3021]

作者简介: 周增辉, 男, 硕士研究生, 专业方向: 蔬菜栽培生理, E-mail: 787272709@qq.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 江解增, 教授, 博士生导师, 专业方向: 水生蔬菜栽培生理, E-mail: jzjiang@yzu.edu.cn

化、专业化和工厂化生产的不断发展,使得连作障碍问题日益突显,严重影响蔬菜的产量和品质(郭世荣,2007;余海英等,2007),其主要原因之一是盲目施肥而导致的土壤盐渍化(郭文忠等,2004;Zhang et al.,2006)。关于设施土壤主要离子的调查研究中,阴离子的种类主要有 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 和 HCO_3^- (王素平等,2004),有的是 NO_3^- 含量最高(童有为和陈淡飞,1991;Wang & Li,2003),有的是 SO_4^{2-} 含量最高(姜伟等,2010;施毅超等,2011),有的则是 Cl^- 含量最高(施秀珠等,1989);阳离子的种类主要有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ (王素平等,2004),有的是以 Ca^{2+} 为主(高砚芳等,2007),有的是以 Na^+ 和 K^+ 为主(陈碧华等,2012)。对设施土壤盐渍化的调查分析中,有的对耕作层混合土样进行分析(余海英等,2006;Egamberdieva et al.,2010),有的对0~100 cm土层以20 cm为间隔进行分层分析(杜连凤等,2002),有的则以0~5 cm或5~20 cm间隔进行分层分析(张振华等,2003)。设施蔬菜主要种植果菜类和叶菜类蔬菜,叶菜类和瓜类的主要吸收根分布在10~20 cm土层、茄果类的主要吸收根则分布在0~30 cm土层(吕家龙,2008)。

本试验根据蔬菜主要吸收根的分布情况,对江苏中南部设施蔬菜产区典型盐渍化土壤的0~40 cm土层,以10 cm为单位进行分层取样,并以相邻棚外的露地土壤为对照,测定了土壤EC值及主要盐分离子含量在土层间的垂直分布情况,以期治理设施土壤盐渍化和改进栽培措施提供技术数据。

1 材料与方法

1.1 调查点基本情况

2012年6月13~15日调查了江苏省中南部3个设施蔬菜产业基地,该区域以钢架大棚为主,连栋大棚也有较大面积,推广周年覆盖长季节栽培模式,连作障碍日趋严重,因此本调查选取各基地畦表面有不同程度盐霜的盐渍化大棚内土壤。东台市农业科学研究所取样点:属于苏中沿海蔬菜产区,钢架大棚2 a,以种植西瓜为主,取样时种植西瓜,西瓜生长正常;如皋农业科学研究所取样点:属于苏中设施高效蔬菜产区,钢架大棚5 a,主要种植茄果类,取样时种植豌豆苗,畦沟及畦边缘出苗生长正常、畦面中央不出苗;无锡江阴红光村蔬菜基地取样点:属于苏南城郊蔬菜产区,连栋大棚5 a,以叶菜类种植为主,取样时种植苋菜,生长不良。

1.2 土样采集、处理

根据蔬菜作物的主要吸收根在土层中的分布情况,以每10 cm为单位进行分层取样,即0~10 cm表土层,10~20 cm和20~30 cm主要吸收层,30~40 cm深层土壤。土样采集按照S形线路用土壤取样器分别在3条畦面上各取5个土样,每条畦面所取土样分层均匀混合。同时按相同方法取相邻棚外两边的露地土壤作为对照。部分新鲜土样保存于4℃冰箱,剩余土样自然风干后,过筛待测。

1.3 测定方法

土壤水溶性盐总量测定采用电导法(水土比=5), SO_4^{2-} 含量测定采用硫酸钡比浊法, Cl^- 含量测定采用硝酸银滴定法, HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 含量测定采用双指示剂中和滴定法, Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量测定采用原子分光光度法, Na^+ 和 K^+ 含量测定采用火焰光度法,以上指标测定均参照《土壤农化分析》(鲍士旦,2000)进行; NO_3^- 含量(鲜样)测定采用紫外分光光度法(宋歌等,2007)。

1.4 数据处理

所有数据采用Excel 2010和DPS7.05分析软件处理分析。

2 结果与分析

2.1 各取样点不同土层土壤 EC 值

从表 1 可知,设施土壤的 EC 值是露地土壤的 2.00~8.04 倍,说明设施土壤盐分含量明显高于露地土壤。各取样点设施内 0~30 cm 土层的土壤 EC 值均高于蔬菜正常生长的临界值($EC_{5,1}=500 \mu S \cdot cm^{-1}$)(李先珍, 1993)。0~10 cm 土层的设施土壤中,东台取样点的 EC 值最低,江阴取样点最高,分别为 $699.67 \mu S \cdot cm^{-1}$ 和 $2\ 356.67 \mu S \cdot cm^{-1}$,说明各取样点土壤盐分已经达高盐度甚至是超高盐度水平,也说明随种植年限的增加,土壤盐渍化问题越趋严重。另外,东台和江阴取样点 30~40 cm 深层土壤的 EC 值分别达到 $659.00 \mu S \cdot cm^{-1}$ 和 $1\ 094.66 \mu S \cdot cm^{-1}$,说明部分基地的土壤盐渍化现象已向深层发展。从连作蔬菜的种类看,以叶菜类为主的江阴点各土层设施土壤 EC 值明显高于以种植茄果类为主的如皋点,说明叶菜类连作会加剧土壤盐渍化的发生,可能是叶菜生长周期较短、一年内可连续多茬种植,从而增加肥料投入所致。

从表 1 还可以看出,设施土壤中东台取样点 EC 值在 10~20 cm 土层相对较低,在 20~30 cm 土层最高,可能与其以西瓜种植为主、而西瓜主要吸收根层较浅有关;如皋取样点设施土壤 EC 值在表层最高并随土层加深而下降,可能与其种植蔬菜种类较多有关;江阴取样点设施土壤 EC 值在 0~10 cm 土层最高,10~30 cm 土层相对较低,向下的土层 EC 值又明显上升,这可能与种植浅根性叶菜类相关。而相对于各取样点对应露地的土壤 EC 值在垂直空间上呈递减分布的趋势,各取样点设施土壤及其不同土层的 EC 值表现出不同的特点,既可能与主要种植蔬菜种类不同相关,也可能与各地本身的土壤特点有关,说明在治理措施上应根据各自不同情况,采用不同的治理方法。

表 1 各取样点不同土层土壤 EC 值

土层	东台		如皋		江阴	
	设施	露地对照	设施	露地对照	设施	露地对照
0~10 cm	699.67 ± 7.75	350.33 ± 1.86	$1\ 187.00 \pm 9.61$	383.33 ± 0.88	$2\ 356.67 \pm 9.62$	293.00 ± 5.51
10~20 cm	557.67 ± 2.60	283.33 ± 4.41	582.00 ± 6.00	206.67 ± 0.33	621.00 ± 5.30	243.67 ± 6.23
20~30 cm	956.33 ± 3.99	233.00 ± 1.53	521.33 ± 2.40	202.33 ± 0.33	620.67 ± 0.67	234.00 ± 1.15
30~40 cm	659.00 ± 6.42	219.33 ± 1.76	397.00 ± 1.52	177.67 ± 0.88	$1\ 094.66 \pm 6.64$	209.33 ± 2.33

2.2 各取样点不同土层土壤阴离子含量

从表 2 可知,各取样点设施土壤的阴离子均以 NO_3^- 含量最高,最大测定值达 $5\ 504.48 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;其占主要阴离子总量的比例也最高,为 45.3%~84.1%, NO_3^- 含量是对应露地土壤的 1.13~9.14 倍。其次是 SO_4^{2-} ,含量也较高,最大值达 $1\ 124.36 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;占主要阴离子总量的比例为 10.8%~43.9%, SO_4^{2-} 含量是对应露地土壤的 1.63~5.14 倍。 Cl^- 含量相对较低,其占主要阴离子总量的比例为 2.5%~18.3%,但 Cl^- 含量仍是对应露地土壤的 1.53~7.99 倍。 HCO_3^- 含量最低,与露地土壤相差不大,在各取样点、各土层土壤中均不足 $30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,占主要阴离子总量的比例不足 3%。设施土壤各土层的 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 Cl^- 的含量均明显高于对应的露地土壤,最可能的原因应是超量施肥。以种植叶菜类为主的江阴点设施 0~10 cm 土层土壤中 NO_3^- 含量明显高于其他取样点,这应该与叶菜类以施用氮肥为主相关。东台取样点设施土壤的 Cl^- 含量明显比其他取样点少,则应该与西瓜施肥上钾肥以 K_2SO_4 为主、控制含氯化肥投入有关。

从表 2 还可以看出,设施土壤中东台取样点的 NO_3^- 和 SO_4^{2-} 含量在 10~20 cm 土层最低、20~30 cm 土层最高; Cl^- 含量在 0~30 cm 土层随深度加深而增加,在 30~40 cm 降低。如皋取样点的 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 Cl^- 含量在 0~40 cm 土层中均变现为递减趋势。江阴取样点的 NO_3^- 和 SO_4^{2-} 含量在 0~10 cm 土层最高,在 10~30 cm 土层随深度加深而降低,在 30~40 cm 土层增加;

Cl⁻含量在0~10 cm土层最高,在10~20 cm土层最低,在20~40 cm土层随深度加深呈现增加趋势。而与其相对应的露地土壤中NO₃⁻、SO₄²⁻、Cl⁻含量在垂直空间分布上均呈递减趋势,这既可能与各取样点施肥量以及所施肥料种类的不同有关,尤其是含N化肥施入量的不同,又可能与主要种植的蔬菜种类及其吸肥特性有关。

表2 各取样点不同土层土壤各阴离子浓度及其比例

取样点	类型	土层	NO ₃ ⁻ /mg·kg ⁻¹	SO ₄ ²⁻ /mg·kg ⁻¹	Cl ⁻ /mg·kg ⁻¹	HCO ₃ ⁻ /mg·kg ⁻¹
东台	设施	0~10 cm	1 834.88 ± 3.64 (69.8%)	714.54 ± 2.23 (27.2%)	66.13 ± 1.76 (2.5%)	14.30 ± 0.26 (0.5%)
		10~20 cm	1 254.69 ± 10.74 (68.3%)	486.78 ± 4.09 (26.5%)	77.66 ± 4.62 (4.2%)	16.62 ± 0.09 (0.9%)
		20~30 cm	2 470.88 ± 14.17 (72.3%)	831.79 ± 16.76 (24.3%)	98.40 ± 0.59 (2.9%)	17.60 ± 0.09 (0.5%)
		30~40 cm	1 603.17 ± 9.45 (70.6%)	559.49 ± 1.31 (24.7%)	85.25 ± 1.86 (3.8%)	21.29 ± 0.08 (0.9%)
	露地对照	0~10 cm	547.03 ± 3.30 (56.4%)	361.57 ± 4.76 (37.3%)	44.08 ± 0.03 (4.5%)	17.95 ± 0.18 (1.8%)
		10~20 cm	372.17 ± 8.39 (53.9%)	263.64 ± 7.82 (38.2%)	33.27 ± 0.93 (4.8%)	21.27 ± 0.37 (3.1%)
		20~30 cm	346.39 ± 1.26 (62.4%)	161.90 ± 4.85 (29.2%)	22.56 ± 0.52 (4.1%)	24.49 ± 0.27 (4.4%)
		30~40 cm	311.03 ± 2.79 (64.5%)	124.75 ± 1.49 (25.9%)	19.99 ± 0.42 (4.1%)	26.73 ± 0.22 (5.5%)
如皋	设施	0~10 cm	1 326.98 ± 7.70 (55.0%)	617.17 ± 3.65 (25.6%)	441.78 ± 2.84 (18.3%)	28.59 ± 0.18 (1.2%)
		10~20 cm	551.52 ± 3.83 (46.3%)	401.77 ± 1.18 (33.7%)	216.73 ± 2.02 (18.2%)	21.64 ± 0.09 (1.8%)
		20~30 cm	543.46 ± 6.72 (53.7%)	335.13 ± 4.69 (33.1%)	112.27 ± 4.57 (11.1%)	22.03 ± 0.09 (2.2%)
		30~40 cm	468.92 ± 1.25 (56.1%)	245.46 ± 2.35 (29.4%)	99.33 ± 0.88 (11.9%)	21.51 ± 0.08 (2.6%)
	露地对照	0~10 cm	384.46 ± 1.45 (53.6%)	214.82 ± 4.96 (29.9%)	100.03 ± 0.80 (13.9%)	18.37 ± 0.06 (2.6%)
		10~20 cm	298.42 ± 0.87 (53.3%)	189.42 ± 4.67 (33.8%)	50.21 ± 0.39 (9.0%)	21.78 ± 0.53 (3.9%)
		20~30 cm	271.66 ± 1.53 (55.2%)	161.95 ± 0.77 (32.9%)	34.87 ± 0.56 (7.1%)	23.31 ± 0.34 (4.7%)
		30~40 cm	203.68 ± 1.02 (50.8%)	150.41 ± 1.73 (37.5%)	24.39 ± 0.67 (6.1%)	22.51 ± 0.43 (5.6%)
江阴	设施	0~10 cm	5 504.48 ± 7.07 (79.3%)	1 124.36 ± 9.11 (16.2%)	298.51 ± 2.16 (4.3%)	14.82 ± 0.27 (0.2%)
		10~20 cm	480.41 ± 3.10 (45.3%)	466.05 ± 7.86 (43.9%)	100.67 ± 1.03 (9.5%)	13.81 ± 0.09 (1.3%)
		20~30 cm	455.59 ± 2.62 (45.8%)	385.09 ± 10.46 (38.7%)	134.76 ± 1.41 (13.6%)	18.89 ± 0.09 (1.9%)
		30~40 cm	3 213.70 ± 8.76 (84.1%)	412.88 ± 6.89 (10.8%)	179.15 ± 2.45 (4.7%)	14.96 ± 0.36 (0.4%)
	露地对照	0~10 cm	553.46 ± 1.93 (53.9%)	400.99 ± 9.04 (39.1%)	56.72 ± 1.75 (5.5%)	15.12 ± 0.23 (1.5%)
		10~20 cm	424.24 ± 7.12 (58.3%)	248.55 ± 1.43 (34.1%)	36.96 ± 1.68 (5.1%)	18.31 ± 0.18 (2.5%)
		20~30 cm	409.23 ± 9.26 (62.0%)	197.55 ± 5.76 (29.9%)	28.56 ± 0.52 (4.3%)	25.06 ± 0.13 (3.8%)
		30~40 cm	351.77 ± 1.21 (60.4%)	180.69 ± 8.65 (31.0%)	22.41 ± 0.20 (3.8%)	27.29 ± 0.13 (4.7%)

注:括号中数据为各阴离子浓度占主要阴离子总量的比例。

2.3 各取样点不同土层土壤阳离子含量

从表3可知,各取样点设施土壤中阳离子以Ca²⁺含量最高,最高达1 902.61 mg·kg⁻¹,占主要阳离子总量的30.4%~76.5%,Ca²⁺含量是露地土壤的2.25~13.19倍。Mg²⁺和Na⁺含量均较高,分别占主要阳离子总量的11.0%~29.3%和7.6%~48.9%,Mg²⁺和Na⁺含量分别为对应露地土壤的1.36~6.48倍和1.17~2.59倍;设施土壤中K⁺含量最低,仍是露地土壤的1.03~4.05倍,占主要阳离子总量的2.7%~14.6%。说明3个取样点设施土壤中阳离子含量明显高于露地土壤,且以Ca²⁺为主。这可能与设施栽培中过磷酸钙等化肥的超量施用有关。东台取样点设施土壤中Ca²⁺和Mg²⁺含量明显高于对应露地对照,Na⁺和K⁺含量稍高于对应露地对照,而江阴和如皋取样点设施土壤的各阳离子含量均明显高于对应露地对照,说明种植西瓜对土壤Ca²⁺和Mg²⁺的影响要明显大于Na⁺和K⁺,种植茄果类和叶菜类对土壤阳离子的影响均较大,这可能与蔬菜的吸肥特性不同相关。江阴取样点设施土壤中Ca²⁺和Mg²⁺含量明显高于如皋取样点设施土壤,说明在同样连作5 a条件下叶菜类对Ca²⁺和Mg²⁺的积累要比茄果类多,可能与叶菜类的连作茬次比茄果类多有关。

从表3还可以看出,设施土壤中东台取样点各阳离子含量在10~20 cm土层最低,在20~30 cm土层最高;如皋取样点的各阳离子含量在0~40 cm土壤中呈现递减趋势;江阴取样

点的各阳离子含量在 0~10 cm 土层最高, 10~20 cm 和 20~30 cm 土层较低, 而 30~40 cm 土层又有所增加。设施土壤与露地土壤中阳离子的垂直分布情况差异较大, 这既可能与各取样点施肥量以及所施肥料种类的不同有关, 又可能与蔬菜对营养元素的吸收有关。

表 3 各取样点不同土层土壤各阳离子浓度及其比例

取样点	类型	土层	Ca ²⁺ /mg·kg ⁻¹	Mg ²⁺ /mg·kg ⁻¹	Na ⁺ /mg·kg ⁻¹	K ⁺ /mg·kg ⁻¹		
东台	设施	0~10 cm	483.74±2.27 (54.0%)	214.03±0.39 (23.9%)	160.85±2.97 (17.9%)	37.73±0.42 (4.2%)		
		10~20 cm	272.89±0.81 (48.9%)	116.04±2.78 (20.8%)	146.57±1.61 (26.2%)	23.05±0.67 (4.1%)		
		20~30 cm	560.73±0.67 (51.6%)	288.54±3.62 (26.6%)	189.39±4.76 (17.4%)	47.56±1.07 (4.4%)		
		30~40 cm	284.02±1.20 (40.7%)	204.67±0.25 (29.3%)	184.20±4.57 (26.4%)	24.95±0.63 (3.6%)		
	露地	0~10 cm	174.02±1.20 (42.6%)	69.38±0.41 (42.6%)	137.43±0.83 (33.6%)	27.61±0.85 (6.8%)		
		对照	10~20 cm	121.28±2.58 (39.3%)	53.38±0.55 (39.3%)	111.78±1.21 (36.2%)	22.44±0.02 (7.3%)	
	如皋	设施	20~30 cm	58.38±1.67 (27.0%)	44.55±0.51 (27.0%)	92.73±0.39 (42.9%)	20.64±0.47 (9.5%)	
			30~40 cm	29.40±2.05 (17.7%)	42.91±0.42 (17.1%)	75.03±0.74 (45.2%)	18.69±0.45 (11.3%)	
			露地	0~10 cm	562.56±1.79 (52.8%)	139.23±0.55 (13.1%)	239.22±1.36 (22.4%)	125.42±0.87 (11.8%)
				10~20 cm	211.42±1.94 (41.7%)	55.98±0.25 (11.0%)	165.15±0.69 (32.6%)	74.17±1.91 (14.6%)
		对照	20~30 cm	140.59±4.13 (38.3%)	46.30±0.48 (12.6%)	145.69±0.46 (39.7%)	34.83±0.36 (9.5%)	
			30~40 cm	75.09±2.03 (30.4%)	31.80±0.31 (12.9%)	120.79±0.56 (48.9%)	19.48±0.78 (7.9%)	
江阴	设施	0~10 cm	92.87±0.45 (37.7%)	41.23±0.90 (16.7%)	72.32±0.22 (29.4%)	39.97±0.72 (16.2%)		
		10~20 cm	53.16±0.91 (29.8%)	24.86±0.27 (13.9%)	65.73±0.22 (36.8%)	34.83±0.36 (19.5%)		
		20~30 cm	31.08±0.56 (23.5%)	19.60±0.06 (14.8%)	62.12±0.14 (47.0%)	19.48±0.78 (14.7%)		
		30~40 cm	17.54±0.16 (19.3%)	12.00±0.15 (13.2%)	46.69±0.46 (51.3%)	14.80±0.36 (16.3%)		
	露地	0~10 cm	1902.61±3.61 (76.5%)	299.38±1.28 (12.0%)	187.75±3.84 (7.6%)	96.16±2.08 (3.9%)		
		10~20 cm	265.42±2.22 (57.3%)	73.09±2.61 (15.8%)	99.65±0.07 (21.6%)	24.47±0.24 (5.3%)		
		20~30 cm	255.49±1.07 (53.5%)	104.46±0.66 (21.9%)	95.83±1.46 (20.1%)	21.58±0.70 (4.5%)		
		30~40 cm	777.57±1.14 (73.4%)	147.09±1.01 (13.9%)	106.70±2.79 (10.1%)	28.23±0.59 (2.7%)		
	对照	0~10 cm	144.21±0.43 (46.8%)	67.71±1.87 (22.0%)	74.91±1.89 (24.3%)	21.35±0.43 (6.9%)		
		10~20 cm	104.27±0.42 (44.5%)	55.54±2.41 (23.7%)	55.79±0.43 (23.8%)	18.90±0.86 (8.1%)		
		20~30 cm	71.33±0.36 (40.0%)	49.68±0.24 (27.9%)	43.27±0.42 (24.3%)	13.89±0.42 (7.8%)		
		30~40 cm	55.63±0.22 (38.9%)	46.34±2.13 (32.4%)	33.28±1.11 (23.3%)	7.68±0.42 (5.4%)		

注: 括号中数据为各阳离子浓度占主要阳离子总量的比例。

3 结论与讨论

依照黄绍文等(2011)对菜田土壤盐分分级的标准, 3个取样点设施土壤的盐分处于高盐度甚至是超高盐度水平。在盐分离子组成中, 阳离子以 Ca²⁺ 为主, 阴离子以 NO₃⁻ 为主。土壤中 NO₃⁻ 主要来源于尿素等氮肥, Ca²⁺ 主要来源于过磷酸钙等含 Ca 化肥。过量的施用化肥应是导致土壤中 NO₃⁻ 和 Ca²⁺ 积累的主要原因。NO₃⁻ 和 Ca²⁺ 的大量积累严重影响蔬菜的品质和产量(姚春霞等, 2005; 徐玉伟等, 2010), 因此, 生产上必须切实控制化肥施用, 加强测土配方施肥。根据蔬菜的需肥规律、土壤的供肥性能与肥料效应进行施肥, 避免“过量施肥—盐渍化—影响蔬菜生长—再施肥—盐渍化加重—抑制蔬菜生长”的恶性循环的发生。

本试验还发现江苏中南部设施土壤中 SO₄²⁻ 含量也较高, 最高含量达 1 124.36 mg·kg⁻¹。土壤中高浓度的 SO₄²⁻ 对作物存在毒性, 影响钙离子吸收, 破坏了植物体内阳离子平衡(郭全恩, 2010), 同时也是导致土壤 pH 下降的主要原因之一(Wang et al., 2003), 其毒害作用不亚于 NO₃⁻(汪炳良, 1999)。因此, 在研究 NO₃⁻ 和 Cl⁻ 对蔬菜危害的同时(童辉等, 2012; 王丽萍等, 2012), 应加强关于 SO₄²⁻ 浓度对蔬菜生长发育影响的研究, 并针对目前土壤中 SO₄²⁻ 过量问题提出有效的治理措施。

设施土壤中, 多种离子在 0~10 cm 土层含量最高, 也明显高于露地对照, 可能与过量施肥

以及设施内淋洗少有关。蔬菜主要吸收根分布区域的土壤离子含量明显较低,这应该是蔬菜吸收引起的。由此可见,在针对不同土层盐渍化治理时,可以根据蔬菜主要吸收根的分布情况选择相应的蔬菜进行轮作,治理20~30 cm土层的盐渍化时可以选择番茄等茄果类蔬菜进行轮作,治理10~20 cm土层的盐渍化时可以选择速生叶菜类进行轮作。调查还发现30~40 cm的深层土壤盐渍化严重,说明设施土壤盐渍化已向深层发展,增加了深耕换土等治理措施的难度,因此,需要开展对深层土壤盐渍化的治理措施的研究。

杨祥田等(2010)对草莓-水稻进行水旱轮作能减轻土壤盐分的积累,调节养分的平衡,范浩定等(2004)认为在设施蔬菜田种植一季水稻后土壤全盐量下降了近70%,但种植水稻的效益较低。因此,江解增等(2011)结合水生蔬菜设施栽培新技术,提出了可以针对不同区域、不同土壤特性的多种设施蔬菜水旱轮作模式延缓乃至治理连作障碍的观点。但如何针对不同基地土壤盐渍化的不同特点,通过试验筛选出适宜的水生蔬菜种类及其品种、适宜的水旱轮作新模式,以及不同设施蔬菜水旱轮作模式对盐渍化土壤性质的影响和对连作障碍的治理效果等,尚需开展系列试验,以形成适合不同区域示范应用的多种生态、高效设施蔬菜水旱轮作新模式,从而为蔬菜产业的可持续发展提供技术支持。

参考文献

- 鲍士旦. 2000. 土壤农化分析. 北京: 中国农业出版社: 178-196.
- 陈碧华, 杨和连, 李亚灵, 李新峥, 周俊国. 2012. 不同种植年限大棚菜田土壤水溶性盐分的变化特征. 水土保持学报, 26(1): 241-245.
- 杜连凤, 刘建玲, 刘文科, 廖文华. 2002. 河北省藁城市大棚土壤盐分累积状况研究. 中国农学通报, 18(2): 30-33.
- 范浩定, 吴爱芳, 周仕龙. 2004. 大棚蔬菜土壤盐渍化治理技术研究. 长江蔬菜, (4): 48-49.
- 高砚芳, 段增强, 郇恒福. 2007. 宜兴市温室土壤理化性质的调查和分析. 土壤, 39(6): 968-972.
- 郭全恩. 2010. 土壤盐分离子迁移及其分异规律对环境因素的响应机制[博士论文]. 杨凌: 西北农林科技大学.
- 郭世荣. 2007. 江苏省设施蔬菜发展现状及对策. 中国蔬菜, (5): 6-8.
- 郭文忠, 刘声锋, 李丁仁, 赵顺山. 2004. 设施蔬菜土壤次生盐渍化发生机理的研究现状与展望. 土壤, 36(1): 25-29.
- 黄绍文, 王玉军, 金继运, 唐继伟. 2011. 我国主要菜区土壤盐分、酸碱性和肥力状况. 植物营养与肥料学报, 17(4): 906-918.
- 江解增, 缪曼珉, 曾晓萍, 曹光亮. 2011. 设施内蔬菜水旱轮作新模式. 中国蔬菜, (9): 46-49.
- 姜伟, 王建国, 靳玉荣, 崔世茂, 王勇, 岳玲, 白晓雷. 2010. 设施土壤盐分变化规律及其相关分析研究. 华北农学报, 25(2): 200-205.
- 李先珍. 1993. 京郊蔬菜大棚土壤盐离子积累状况研究初报. 中国蔬菜, (4): 15-17.
- 吕家龙. 2008. 蔬菜栽培学. 3版. 北京: 中国农业出版社: 111, 130, 175.
- 施秀珠, 奚振邦, 朱建萍. 1989. 不同棚龄塑料大棚表聚盐分特征及其预防. 上海蔬菜, (3): 35-36.
- 施毅超, 胡正义, 龙为国. 2011. 轮作对设施蔬菜大棚中次生盐渍化土壤盐分离子累积的影响. 中国生态农业学报, 19(3): 548-553.
- 宋歌, 孙波, 教剑英. 2007. 测定土壤硝态氮的紫外分光光度法与其他方法的比较. 土壤学报, 44(2): 288-293.
- 童辉, 孙锦, 郭世荣, 张振兴. 2012. 等渗Ca(NO₃)₂和NaCl胁迫对黄瓜幼苗生长及渗透调节物质含量的影响. 西北植物学报, 32(2): 306-311.
- 童有为, 陈淡飞. 1991. 温室土壤次生盐渍化的形成和治理途径研究. 园艺学报, 18(2): 159-162.
- 汪炳良. 1999. 南方大棚蔬菜生产技术大全. 北京: 中国农业出版社: 64-66.
- 王丽萍, 郭世荣, 孙锦, 田婧, 阳燕娟, 何立中. 2012. Ca(NO₃)₂和NaCl胁迫下耐盐砧木嫁接黄瓜光合特性及碳同化关键酶基因表达分析. 南京农业大学学报, 35(3): 31-36.
- 王素平, 刘艳, 郭世荣. 2004. 设施土壤次生盐渍化的特征及其对蔬菜作物的危害. 华中农业大学学报, (2): 183-186.
- 徐玉伟, 郭世荣, 程玉静, 熊银锋, 黄海桃. 2010. Ca(NO₃)₂对盐胁迫下黄瓜幼苗生长及膜质过氧化的影响. 中国蔬菜, (4): 14-18.
- 杨祥田, 周翠, 李建辉, 李伟龙, 林俊. 2010. 不同轮作方式下大棚草莓产量及土壤生物学特性. 中国生态农业学报, 18(2): 312-315.

- 姚春霞, 陈振楼, 陆利民, 许世元, 范斌, 侯晶. 2005. 上海市郊菜地土壤和蔬菜硝酸盐含量状况. 水土保持学报, 19(1): 84-88.
- 余海英, 李廷轩, 周健民. 2006. 典型设施栽培土壤盐分变化规律及潜在的环境效应研究. 土壤学报, 43(4): 571-576.
- 余海英, 李廷轩, 周建民. 2007. 设施土壤盐分的累积、迁移及离子组成变化特征. 植物营养与肥料学报, 13(4): 642-650.
- 喻景权. 2011. “十一五”我国设施蔬菜生产和科技进展及其展望. 中国蔬菜, (2): 11-23.
- 张振华, 姜冷若, 胡永红, 隆小华, 徐刚. 2003. 设施栽培大棚土壤养分、盐分调查分析及其调控技术. 江苏农业科学, (1): 73-75.
- Egamberdieva D, Renella G, Wirth S, Rafiq I. 2010. Secondary salinity effects on soil microbial biomass. Biology and Fertility of Soils, 46(5): 445-449.
- Wang H Y, Zhou J M, Chen X Q, Li S T, Du C W, Dong C X. 2003. Interaction of NPK fertilizers during their transformation in biomass carbon and microbial biomass phosphorus in red soils: I. Dynamic changes of soil pH. Pedosphere, 13(3): 257-262.
- Wang Z H, Li S X. 2003. Effects of N forms and rates on vegetable growth and nitrate accumulation. Pedosphere, 13(4): 309-316.
- Zhang Y G, Jiang Y, Liang W J. 2006. Accumulation of soil soluble salt in vegetable greenhouses under heavy application of fertilizers. Agricultural Journal, 1(3): 123-127.

· 封面说明 ·

伟一苦瓜

早生, 坐果率高, 结果力强, 丰产。生长旺盛, 抗病, 适应性广, 栽培容易, 分枝力强, 每667 m²种植200~350株为宜。瓜长约34 cm, 横径8~9 cm, 瓜形修长, 中部稍宽, 果皮油绿色, 长短瘤相间, 单瓜质量600 g左右, 品质优良。

天一苦瓜

特早熟, 第6~8节始生雌花, 易坐果, 瓜多且连续结瓜能力强, 是新育成丰产型品种。瓜长34 cm左右, 横径7 cm左右, 单瓜质量400 g左右; 瓜条匀称顺直, 长短瘤相间, 色泽翠绿有光泽, 肉质紧实爽脆, 耐贮藏运输。生长旺盛, 分枝力中等, 抗病能力强, 适合大棚、露地种植。

统一苦瓜

特早熟, 第6~8节始生雌花, 易坐果, 瓜多且连续结瓜能力强, 是新育成丰产型品种。瓜长33 cm左右, 横径7 cm左右, 单瓜质量400 g左右; 瓜条匀称顺直, 长短瘤相间, 色泽翠绿有光泽, 肉质紧实爽脆, 耐贮藏运输。生长旺盛, 分枝力中等, 抗病能力强, 适合大棚、露地种植。

全国总代理: 寿光市宇丰种业有限公司

电话: 13906366960