

不同灌溉方法下保护地土壤盐分分布特征的研究

Study on Effects of Irrigation Methods on Salinity Distribution Characteristics of Protected Field

李建熹¹, 侯 乐^{1, 2}

(1. 沈阳市环境监测中心站 沈阳 110016); (2. 沈阳农业大学 沈阳 110161)

摘要 通过渗灌、滴灌、沟灌3种灌溉方法对保护地土壤pH、全盐含量及水溶性离子组成的影响,探讨了3种灌溉方法在保护地土壤酸化、盐化过程中的演化规律。结果表明:渗灌、滴灌、沟灌3种处理方法中滴灌处理比渗灌处理和沟灌处理效果更好,表层水溶性盐分和硝酸盐积累较轻,酸化较轻,有利于土壤环境的可持续性发展和有效地保护土壤资源。

关键词 土壤酸化 盐分积累 灌溉方法 保护地

Abstract Comparing the variety of pH, the content of salt and water-soluble ions under infiltration irrigation, dripping irrigation and furrow irrigation of protected field soil, this paper discusses the evolution rules of soil acidification and salinization by these three irrigation methods. The results show that the accumulation of soluble salt and nitrate of dripping irrigation is lower than those of infiltration irrigation and furrow irrigation and the degree of soil acidification is lower, which is conducive to sustainable development and effectively protection of soil resources.

Key words Soil Acidification Salinity Accumulation Irrigation Methods Protected Field

目前我国保护地面积已达到 $120 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。为了追求经济利益最大化,人们往往过量地施肥,不适当地灌水,加快了保护地土壤环境质量退化,业已引起各界人士的广泛关注。

由于保护地室内特殊的栽培、灌溉、施肥以及环境条件,形成了一种人为条件的特殊土壤^[1]。大量研究证明:随着保护地种植年限的增长,保护地土壤pH值呈下降趋势^[2,3]。在我国保护地土壤盐渍化已是一个普遍问题^[4,5]。在日本,蔬菜保护地土壤酸化被作为土壤老朽化的一种表现形式^[6],在辽宁省,蔬菜保护地土壤也有酸化趋势^[7]。

大量研究均认为^[8],盐分积累是保护地栽培土壤中最大的障碍因子,可导致土壤溶液浓度过高,使作物周围的渗透压升高,降低了土壤植物根系和叶片的水势梯度,降低叶片细胞膨压,导致光合作用、蒸腾作用降低,使作物生长发育受阻,盐类的聚集还会诱发作物的营养失调,产生某些特定离子的毒害作用等。此外,土壤中盐分

的过多积聚(如硝酸盐)也是土壤污染原因之一,可使蔬菜受到污染,危害人们的健康。

本文在分析土壤盐分含量、离子组成及形态的基础上,对塑料大棚保护地蔬菜生产中的渗灌、沟灌、滴灌3种灌溉方式进行比较试验,以期为保护地作物生产的科学水分管理提供指导,为保护地内土壤的科学管理、土壤环境质量的保持和设施农业可持续发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

供试土壤为草甸土,采自沈阳农业大学蔬菜科研基地塑料大棚内。

1.2 试验设计

试验设渗灌、滴灌、沟灌3种灌水方法,每种灌水方法为一处理。每处理设两次重复,小区随机排列,小区面积为 16.5 m^2 ,为防止水分相互渗透,在小区之间埋入70 cm深的塑料薄膜相

收稿日期: 2011-02-06

作者简介: 李建熹(1977-),男,硕士、工程师。研究方向:环境监测。

隔。渗灌管埋深30 cm,管下铺设塑料槽以防止水分下渗。渗灌管上铺设1 cm厚锯末做过滤层,以防泥土进入而堵塞渗灌管壁上的渗水孔。滴灌管铺放在地表,出水孔(间距为30 cm)安放在番茄植株附近(距植株约10 cm)。灌水控制下限为20 cm深处土壤水分吸力40 kPa,即上午9点,20 cm深度土层土壤水分吸力达到或超过40 kPa时开始灌水。按计划湿润层为40 cm,沟灌计划湿润比为1,渗灌和滴灌计划湿润比为0.5,分别计算每个处理的0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm层次田间持水量(土壤水分吸力为6 kPa),加和得到各个处理的灌水量。各处理间灌水时间不同,灌水量亦不一致。

3种灌水处理的基肥种类、用量相同,整地时撒施腐熟的有机肥90 000 kg/hm²。定植时沟施磷酸二铵525 kg/hm²,硫酸钾375 kg/hm²。在第一穗果直径达2 cm左右开始正常的水分处理,其余田间管理同当地保护地栽培。

1.3 测定方法

水溶性离子、全盐量:用常规方法测定;pH,采用土:水为1.5的比例测定;土壤硝态氮:0.01 mol/L CaCl₂浸提,AA3流动分析仪测定。

2 结果与分析

2.1 土壤pH值

渗灌、滴灌、沟灌3种灌溉模式不同土层土壤pH值变化情况见图1。

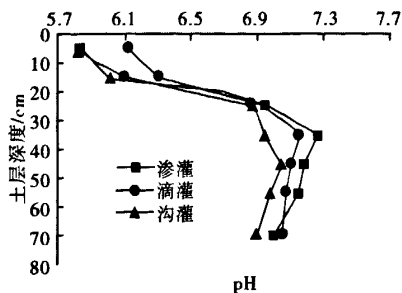


图1 灌水模式和土层深度对土壤pH值的影响

从图1看出,不同灌水处理间土壤pH的变化规律是:在0~30 cm层次是渗灌与沟灌相差不大,滴灌高于此二种处理;30 cm以下是渗灌高于滴灌,滴灌又高于沟灌;总体上沟灌的pH值要低于另外两种处理。渗灌的灌溉水大多是由下而上的运

移,那么就会随着水分源源不断的输送至地表积聚,所以渗灌土壤0~20 cm层次酸化现象较明显;同样,沟灌由于一次灌水量较大,除灌水后的一天内土壤水分是向下运动,以后也都是向上运动的,盐分虽然在最初的一天内可被淋洗至下层,但只要没被淋出土体,就有可能随着土壤水分的蒸发上升至地表,产生积累,其0~10 cm层pH也较低;滴灌的水分向上运移的程度不如渗灌和沟灌强烈,所以其pH最高。对该测定数据进行方差统计分析,结果表明三种灌水方法间土壤pH差异达极显著水平($F=7.100$, $F_{0.01}=6.927$)。

图1还看出,每一处理pH均呈随深度增加先快速增大,再缓慢下降的变化。渗灌和滴灌大约在35 cm左右出现最大值,沟灌则在45 cm左右出现最大值。pH的变化规律与土壤全盐含量变化图相吻合:土壤全盐含量增加土壤pH下降,全盐含量减少土壤pH增大。不同处理pH最大值出现的深度不同,可能由于灌水方法不同造成水分动态变化不同所致。渗灌管埋深在30 cm处,水分离开渗灌管后在水势梯度作用下与盐分一起向其它层次转移,使该层土壤盐分减少pH上升。沟灌pH的最大值在45 cm处说明沟灌的一次灌水至少可使盐分淋洗至45 cm以下,并且在此层以下,随深度的增加,积累越多。

2.2 全盐含量

不同灌溉方法和不同土层深度对土壤全盐含量的影响见图2。

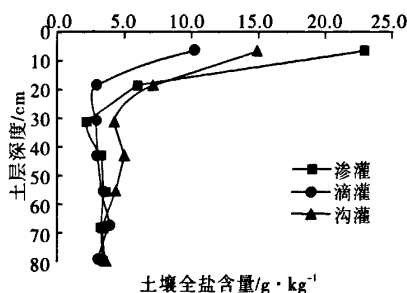


图2 灌水模式和土层深度对土壤全盐含量的影响

由图2看出,滴灌、渗灌、沟灌3种灌水处理0~80 cm土层土壤全盐总量分别为27.27、35.33、38.70 g/kg,0~10 cm土层的全盐含量分别占总量的31.76%、38.08%、32.87%。比较三个处理20~80 cm土层盐分含量可以看出,其盐分总量最低的是滴灌

处理,其次为渗灌处理,沟灌处理最高。

各个处理的土壤全盐含量剖面分布大致表现出了表层含量高、中间某一层含量较低及在这一层次的下层含量又高的特点,即土壤全盐含量在剖面分布上有一盐分积累较少的层次存在,这一盐分分布特点从总体上反映了土壤积盐的规律性。这一层次渗灌处理在20~30 cm深处,滴灌表现为20~50 cm几个层次深处,沟灌处理也在20~30 cm深处,无疑这与灌水时及灌水后土体内的分运动方向、数量有关;也与灌水后土壤水分的损耗量有关。

2.3 水溶性离子含量

渗灌、滴灌和沟灌3种土壤水溶性离子含量的剖面分布见图3~图5。

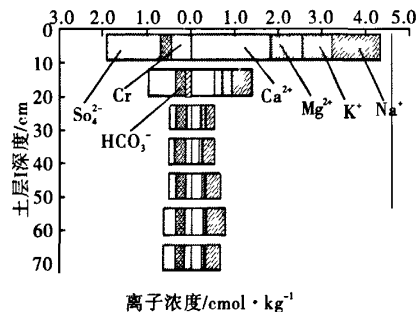


图3 渗灌处理土壤水溶性离子浓度剖面分布

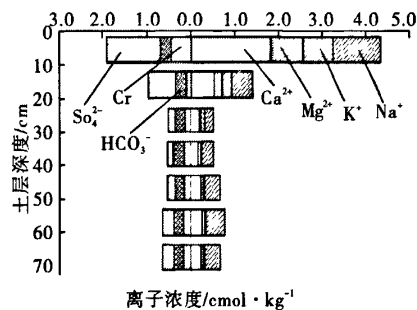


图4 滴灌处理土壤水溶性离子浓度剖面分布

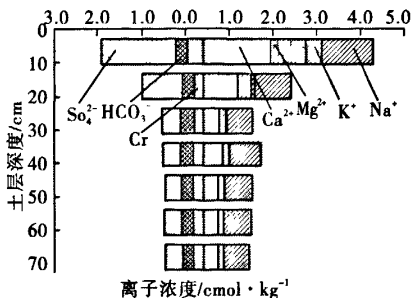


图5 沟灌处理土壤水溶性离子浓度剖面分布

从图中可以看出,各处理的水溶性离子含量均表现出明显的表聚性,且呈渗灌处理>沟灌处理>滴灌处理的趋势。随着土层的加深,各处理的水溶性离子含量均迅速下降;渗灌的水溶性离子含量在20~30 cm达最小值后,在50~60 cm达一较大值;滴灌的水溶性离子的分布是10~20 cm有一最小值,同样在50~60 cm达一较大值;沟灌的水溶性离子的分布特点,是在20~30 cm处溶性离子含量最小,30~40 cm达一较大值,随后在所测定的层次中水溶性离子的含量一直处于逐渐减少的状态。这种趋势与灌水方式有很大关系,在其它条件相同的情况下,灌水方式不同灌水后土壤水分剖面不同,其后的水分运动方向及其数量也会相差很大。渗灌处理表层始终处于干燥状态,水分一直向上运动,水分蒸发较强烈,因而盐分向上移动最多;滴灌处理灌水是一滴一滴缓慢入渗,局部区域湿润,水分蒸发强度最小,因此盐分向上移动也最少;而沟灌处理虽然蒸发强度也挺大,但其一次灌水量大,在灌水后的一天内水分是向下运动,水分入渗的深度大,水分再次蒸发需要有一定的时间,处于间歇、周期性的蒸发,所以蒸发程度小于渗灌,大于滴灌居中。

由图3~5中也可看出,就所测定的8种离子而言,阴离子以 SO_4^{2-} 含量最高, Cl^- 和 HCO_3^- 数量较少,而 CO_3^{2-} 未测出;其中 HCO_3^- 随土层深度增加没有太大的变化, SO_4^{2-} 在各处理中均表现出了明显的表聚性,而 Cl^- 在渗灌中表聚性比滴灌和沟灌更为突出。阳离子以 Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} 为主, K^+ 含量相对较低;且各处理 Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} 较 Na^+ 表现出了更为明显的表聚特征,即0~10 cm土层这些阳离子深度较大,尤以渗灌突出。

各处理相比较而言,渗灌处理的阳离子组成中 Ca^{2+} 含量均比滴灌和沟灌处理的高,其它的阳离子含量没有表现出太大的差异,但比滴灌处理的高。各处理的阴离子组成中,以沟灌处理的 SO_4^{2-} 含量最大,其次为滴灌,含量最少的为渗灌处理。这除与水分运动方向和数量有关外,可能还与追肥方式有关,渗灌处理和滴灌处理是随水追肥,有利于作物的吸收利用,而沟灌处理的追肥方式是穴施,不利于作物的直接吸收利用,在

土中残留,随上升水达地表积累。

土壤中水溶态离子的组成和比例的变化亦会引起其它理化性质的变化,如统计分析表明,水溶态 SO_4^{2-} 的浓度与土壤pH呈反比,且达到了显著的相关水平($r=-0.841, r_{0.01}=0.537, n=21$)。同时其它离子浓度的变化,决定了 SO_4^{2-} 的浓度状况。

2.4 硝态氮

不同处理的土壤硝态氮含量见图6。

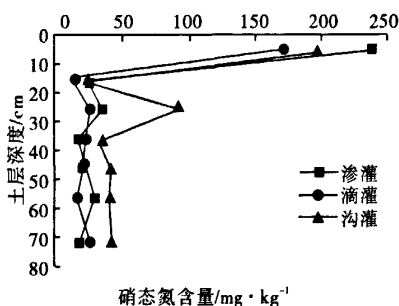


图6 不同处理的土壤硝态氮含量

从图6还看出各处理间表层(0~10 cm)土壤硝态氮含量大小顺序为渗灌处理>沟灌处理>滴灌处理,且此层土壤硝态氮含量显著高于其下的几个层次,而20 cm以下各层次中硝态氮含量是沟灌高于渗灌和滴灌处理,渗灌和滴灌之间没有太大的差异。本试验结果表明,硝态氮在各层次中的含量与该层次的全氮含量相关性极显著($r=0.7538, r_{0.01}=0.537, n=21$);也与该层次的含水量达极显著负相关($r=-0.8267, r_{0.01}=0.537, n=21$);另外,土壤温度对硝态氮也有一定的影响。

由于灌水方法不同,所产生的水、热、气、肥状况不同:渗灌区灌水定额小,水分在土体内部靠毛管作用渗透浸润土壤,不会破坏土壤结构,土壤通气性好,氧含量高,即使灌溉时渗灌管以上土壤层次也不会达到饱和状态,土壤水分始终保持相对适中状态;并且在整个的番茄栽培期间的地温观测结果表明,渗灌区的表层的土壤温度也较高,有利于土壤中微生物的活动和生物化学反应的进行,致使土壤中有机关态氮、铵态氮

在硝化细菌的作用下,大量的转化成硝态氮,因此,土壤中硝态氮含量高。

沟灌则与渗灌不同,这一灌水方法在灌水时地表处于淹水状态,使地温降低,不利于硝化细菌的活动,并且灌水后势必造成土体通气不良,氧气含量下降,形成短期土壤的还原条件,致使硝态氮含量下降,也会使上层土壤中的硝态氮随灌溉水向下移动,因而,在下层沟灌的硝态氮含量比渗灌和滴灌高。

滴灌灌水时水分是自上向下运动的,虽然总体上水、气、热比例适中,但局部土壤水分较高,会使土体中的硝态氮运移与分布兼有渗灌和沟灌两者的特点。

3 结论

由于不同灌水方法对灌水后土壤水分含量及水分剖面分布、不同深度土层的水分含量、运动方向影响明显,进而影响到土壤盐分积累以及酸化程度。在渗灌、滴灌、沟灌的3个处理中滴灌处理比渗灌处理和沟灌处理表层水溶性盐分和硝盐积累较轻,酸化较轻。

从土壤质量变化过程、防治土壤退化和协调土壤条件的要求出发,综合考虑每一灌溉方法的土壤盐分积累特点,应优先选择滴灌。再辅以科学的管理对策,可消除和防治土壤退化,达到土壤的可持续利用。

参考文献

- [1]孟鸿光,李中,刘乙俭.沈阳市城郊温室土壤特性调查研究[J].土壤通报,2000,31(2):70-73.
- [2]赵凤艳,吴凤芝,刘德,等.大棚菜地土壤理化特性的研究[J].土壤肥料,2000,(2):11-13.
- [3]郑光华.塑料大棚蔬菜栽培生理障碍[M].上海:上海科学出版社,1984.
- [4]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.
- [5]吴志行,石海仙,董明光.大棚蔬菜连作障碍及土壤次生盐渍化原因与防治[J].长江蔬菜,1994,(5):21-23.
- [6](日)内海修一著,王志刚译.保护地园艺环境与作物生理[M].北京:农业出版社,1984.
- [7]梁成华.蔬菜保护地土壤肥力特征及其调控研究[D].沈阳:沈阳农业大学,博士论文,1996.
- [8]赵可夫,王韶唐.作物抗性生理[M].北京:农业出版社,1990.