

滴灌施肥对盐碱土壤盐分运移及草木樨生长的影响

张勇康¹, 刘淑慧^{1*}, 卢垟杰¹, 王 斌², 黄高鉴², 王永红³

(1. 太原理工大学 水利科学与工程学院, 太原 030024; 2. 山西省农业科学院
农业环境与资源研究所, 太原 030031; 3. 山西省水利水电科学研究院, 太原 037002)

摘 要:【目的】探究不同滴灌施肥条件对土壤盐分运移及对植物生长规律的影响。【方法】在大同盆地以草木樨为试验材料,以当地施肥习惯(N、P₂O₅、K₂O施量分别为180、90、36 kg/hm²)作为传统施肥量,设置5种不同的施肥水平,分别为传统施肥量的0%、40%、70%、100%、130%,分析了不同滴灌施肥水平下土壤电导率、pH值的变化情况及其对植物生长的影响。【结果】当施肥量为40%与70%时,滴头处溶质受淋洗作用较为明显,土壤电导率降幅较大;当施肥量为100%与130%时,表层土壤电导率较大,随土壤深度的增加而减小;土壤pH值随种植时间的延长得到一定的降低;70%处理下草木樨平均株高最高(138.6 cm),同时在此处理下0~100 cm土层土壤平均电导率为299 μS/cm,平均pH值为7.73。【结论】N、P₂O₅、K₂O施量分别为126、63、25.2 kg/hm²时土壤电导率与pH值较小,同时草木樨生长最好。

关 键 词:草木樨; 土壤盐分; 滴灌; 盐碱土

中图分类号:S275

文献标志码:A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.20180277

张勇康,刘淑慧,卢垟杰,等. 滴灌施肥对盐碱土壤盐分运移及草木樨生长的影响[J]. 灌溉排水学报,2019,38(3):43-49.

0 引 言

滴灌是一种高效的局部灌水技术,滴灌条件下土壤水分的运动属于点水源运动,土壤中的盐分随水分一起运动,这种水分运移特点必然会对不同盐分离子的分布产生影响^[1-3];滴灌条件下滴头附近会形成脱盐淡化区,随着滴灌种植年限的延长,脱盐淡化区范围不断扩大^[4];在盐碱地水盐调控中滴灌技术起着重要的作用^[5];在滴灌技术基础上发展起来的滴灌施肥是将肥料溶于水^[6],同时为植物提供水分和养分,可以提高水分和养分的利用率。以色列实践发现,由于采用滴灌施肥技术,有效调节了肥料供应量,使香蕉产量在30 a间提高了1倍^[7]。Boman在美国佛罗里达州连续4 a的柑橘试验表明^[8],滴灌施肥比肥料撒施增产9%,可溶性固形物增加8%。目前,我国滴灌施肥技术应用的辐射范围已开始由华北地区扩大到西北干旱区、东北寒温带和华南的热带亚热带地区,覆盖蔬菜、花卉、苗木等多种经济作物^[9]。土壤水盐动态是指土壤水分和盐分在空间和时间上的运动过程^[10],水分作为盐分运动的载体,其运动情况直接影响土壤盐分的分布^[11]。草木樨是豆科草木樨属的草本直立型1 a生或2 a生植物^[12],具有一定的耐旱、耐寒、耐盐碱能力,对土壤有一定的改良作用。山西省由于受地势、气候、地形等因素的影响,土地盐碱化面积较大^[13],大同盆地处于山西省北端,占山西省盐碱地总面积的70%,是我国土地盐碱化程度较严重的地区之一^[14]。为了减轻该区土壤盐碱危害,充分利用水土资源,发展该区农牧业生产,本研究针对大同盆地土壤盐碱化面积大、盐碱化程度严重等问题,重点研究滴灌条件下不同施肥水平下土壤电导率、pH值在土壤剖面中的分布规律及对植物生长影响,在寻求更加合理施肥量的基础上进一步对盐碱土壤盐分变化研究提供理论指导,并为提高盐碱土壤草木樨产量和效益以及合理调控根区盐分环境提供重要依据。

收稿日期:2018-05-14

基金项目:山西省基础研究计划项目(2015021108,201601D021119);国家自然科学基金项目(51309175);山西省土壤环境与养分资源重点实验室开放基金课题(2015001)

作者简介:张勇康(1992-),男。硕士研究生,主要从事农业水土资源的高效利用研究。E-mail: 724189676@qq.com

通信作者:刘淑慧(1981-),女。副教授,博士,主要从事农业水土资源的高效利用研究。E-mail: lius_6@163.com

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地选在山西省朔州市怀仁县山西省农业科学院农业环境与资源研究所盐碱地改良试验示范基地进行,怀仁县处于东经113°10',北纬39°52'之间,位于大同盆地中部,是大同盆地苏打盐渍化分布集中的县区^[14]。试验地点的气候条件属于北温带大陆性季风气候,夏天的时候气温较高并且降雨多,冬季的时候气温低且气候干燥。年均气温7.3℃,平均无霜期150 d左右,年均日照时间2 800 h,年均降雨量一般在315~459 mm之间,多集中于7、8月。试验田中土壤初始性质见表1,土壤中Na⁺在0.60~0.10 cmol/kg之间,K⁺为0 cmol/kg,CO₃²⁻在0.17~0.43 cmol/kg之间、HCO₃⁻在0.50 cmol/kg左右^[15]。

表1 试验田土壤初始性质

土层深度/cm	土壤含水率/%	pH值	EC/(μS·cm ⁻¹)	铵态氮量/(mg·kg ⁻¹)	硝态氮量/(mg·kg ⁻¹)	速效钾量/(mg·kg ⁻¹)	速效磷量/(mg·kg ⁻¹)
0~10	11.33	8.05	1400	1.57	3.80	147	1.37
10~20	12.90	8.09	682	1.27	3.34	116	1.08
20~30	13.83	8.38	521	0.80	2.76	106	0.89
30~40	13.41	8.80	549	0.64	2.31	111	0.64
40~60	13.86	9.39	556	0.68	1.36	118	0.67
60~80	14.06	9.80	601	0.68	1.40	127	0.95
80~100	14.19	9.68	624	0.65	1.53	153	0.79

注 土壤pH值、EC在土水质量比为1:5下测得。

1.2 试验方案

此次试验设置仅施肥水平不同,以当地施肥习惯(N、P₂O₅、K₂O施量分别为180、90、36 kg/hm²)作为传统施肥量,设置5个施肥量处理,分别为传统施肥量的0%(N、P₂O₅、K₂O施量分别为0、0、0 kg/hm²)、40%(N、P₂O₅、K₂O施量分别为72、36、14.4 kg/hm²)、70%(N、P₂O₅、K₂O施量分别为126、63、25.2 kg/hm²)、100%(N、P₂O₅、K₂O施量分别为180、90、36 kg/hm²)、130%(N、P₂O₅、K₂O施量分别为234、117、46.8 kg/hm²) ,分别记为:CK、S1、S2、S3、S4。试验共5个处理,每个处理3个重复,共15个小区,每个小区长3 m,宽2 m。采用滴灌对试验区进行灌水,根据草木樨生育期总灌水需求210 mm,每周进行1次滴灌,总共灌水18次,确定每次灌水12 mm。试验区于2016年5月初,采用条播方式种植黄花草木樨,于2017年9月20日收获。分别在2016年和2017年的5月22日、6月22日与7月22日施肥,每次施肥量为当年施肥总量的1/3。

1.3 测试指标与方法

1)土壤取样:采用土钻取土,土样采集时间为2016年5月21日(T0)与2017年7月21日(T1)、8月21日(T2)、9月19日(T3)。在水平方向距滴头0、15、30 cm处取样,T1与T2时分别在0~10、10~20、20~30、30~40 cm土层取样,T3时分别在0~10、10~20、20~30、30~40、40~60、60~80、80~100 cm土层取样。所取土样在实验室自然风干,碾细过1 mm筛装入自封袋备用^[14]。

株高:卷尺测量,分别于2017年7月21日、8月21日、9月19日在每个小区内对长势均匀的3株草木樨进行株高测量,3个重复小区,每个处理取9株草木樨。

生物量:于2017年9月19日取田间地上部分,3次重复,重复样本一起称质量。

2)电导率(EC):DDS-307A型电导率仪测定,土水质量比为1:5^[11],重复3次;pH值:PHS-3C型pH计测定,土水比为1:5^[11],重复3次;硝态氮:采用紫外分光光度计法;铵态氮:KCl浸提—靛酚蓝比色法;速效磷:碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法^[16];速效钾:乙酸铵浸提—火焰光度计法^[17];

采用Surfer 11与IBM SPSS Statistics 19进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同滴灌施肥条件对植物株高及生物量的影响

表2为不同滴灌施肥条件对植物株高及生物量的影响。从表2可以看出,CK、S1、S2、S3、S4处理的植物株高从6月到7月分别平均增长4.0、5.8、14.8、5.9、3.7 cm;7月到8月增长不多,分别平均增高3.0、3.4、5.1、4.3、4.0 cm。9月的S4处理平均株高最低(107.7 cm),与其他处理下的株高差异均显著($p<0.05$);S2处理生长最多(25.3 cm),9月的平均株高最高(138.6 cm),与其他处理下的株高差异均显著($p<0.05$);9月的CK、S1和S3处理的平均株高分别为116.3、119.4和122.1 cm。各处理之间差异均显著($p<0.05$)。各月份之间株

高均表现为S2处理>S3处理>S1处理>CK>S4处理,表明施肥量的不同与株高的差异是显著的。不同滴灌施肥条件下的生物量除S3处理的生物量最小(3.47 kg/m²)外,其余的生物量相差不多,S1处理最大为5.90 kg/m²,其次是S2处理为5.79 kg/m²。

表 2 不同滴灌施肥条件草木樨株高及生物量

月份	指标	CK	S1处理	S2处理	S3处理	S4处理
6月	株高/cm	104.9±0.79d	107.7±0.79c	113.3±0.79a	109.8±0.79b	96.3±0.79e
7月	株高/cm	108.9±0.70d	113.5±0.70c	128.1±0.70a	115.7±0.70b	100.0±0.70e
8月	株高/cm	111.9±0.97d	116.9±0.97c	133.2±0.97a	120.0±0.97b	104.0±0.97e
9月	株高/cm	116.3±0.97d	119.4±0.97c	138.6±0.97a	122.1±0.97b	107.7±0.97e
9月	生物量/(kg·m ⁻²)	5.20	5.90	5.79	3.47	5.24

注 同行中不同字母表示差异显著($p<0.05$)。

2.2 不同滴灌施肥条件下土壤电导率的变化

不同滴灌施肥条件下土壤电导率分布(7月)如图1所示。从图1可以看出,CK的土壤电导率在水平距滴头0~20 cm范围沿着土层深度的增加而增大,在水平20~30 cm处整体沿土层深度的增加而减小,是由于滴头处的盐分随着水分沿水平和垂直方向发生运移,受淋洗作用的影响,滴头下方电导率小;土壤电导率在滴头正下方0~20 cm土层平均为233 μS/cm,20~40 cm土层平均为306 μS/cm,水平距滴头30 cm处0~20 cm土层平均为286 μS/cm,20~40 cm土层平均为214 μS/cm。S1和S2处理的土壤电导率分布相似,滴头处溶质受淋洗作用较强使滴头处电导率较小;在水平距滴头15~30 cm,0~20 cm土层范围内土壤电导率较大,土壤盐分随滴灌湿润锋在水平方向发生运移,同时地表滴灌下盐分易在湿润锋边缘积累^[18],但S2处理的电导率较大的范围比S1处理大,可能由于施肥量的增加使得停留在此区域的盐分增多。S1、S2处理较CK均在水平距滴头15 cm土壤深度15 cm处出现峰值,土壤平均电导率高于CK。S3处理的土壤电导率在0~20 cm土层平均为1 678 μS/cm,20~40 cm土层平均为711 μS/cm,S4处理的土壤电导率在0~20 cm土层平均为1 832 μS/cm,20~40 cm土层平均为1 075 μS/cm,S3与S4处理的土壤电导率整体沿土层深度的增加而减小,施肥量的增加使土壤盐分出现表聚现象,土壤盐分随着水分蒸发而滞留于表层土壤^[19];随着施肥量的增加,土壤电导率也随之增大^[20];电导率的增大可能与氮肥施用量的增加有关^[21]。S3、S4处理较CK、S1、S2处理的电导率明显表现为随土层深度的增加而减小,表层电导率明显大于CK、S1、S2处理。

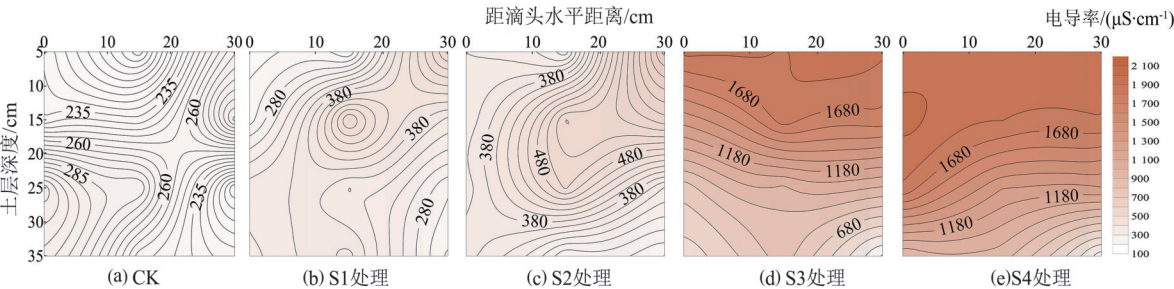


图 1 土壤电导率分布图(7月)

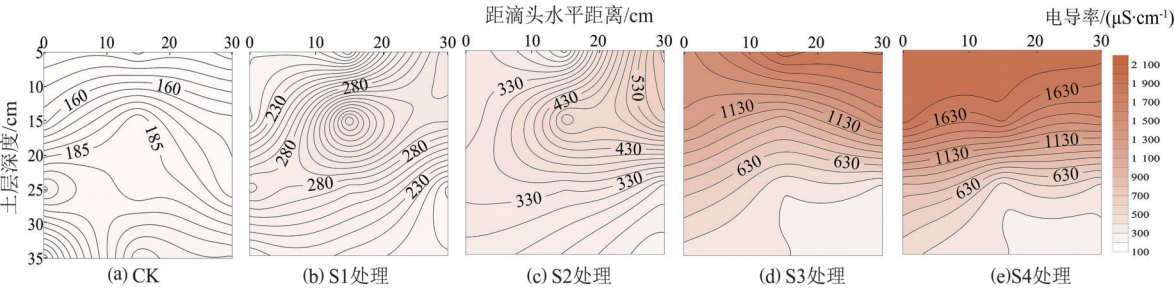


图 2 土壤电导率分布图(8月)

不同滴灌施肥条件下土壤电导率分布(8月)如图2所示。从图2可以看出,CK的土壤电导率整体随着土层深度的增加而增大,滴头处溶质受淋洗作用较强,使滴头处的电导率较小。土壤电导率在滴头正下方30~40 cm之间出现最小值(147 μS/cm),0~20 cm土层平均为155 μS/cm,20~40 cm土层平均为188 μS/cm。S1和S2处理的土壤电导率分布规律与T1时相似,因雨水与滴灌对土壤溶质淋洗的作用,电导率小于T1

时。S3、S4处理的电导率在0~20 cm土层分别平均为1 377、1 707 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，20~40 cm土层分别平均为384、444 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，S3和S4处理的土壤电导率分布同T1时相似，随着土壤深度的增加而减少。S1、S2、S3、S4处理的土壤电导率分布规律同T1时，T2时CK与S3、S4处理的土壤电导率均表现为随着土壤深度的增加而增大，其中CK小于S3、S4处理。

不同滴灌施肥条件下土壤电导率分布(9月)如图3所示。从图3可以看出，CK的土壤电导率在0~40 cm土层整体沿土层深度增加而增大，与T2时分布规律相似，0~20 cm土层平均为144 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，20~40 cm土层平均为148 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，在50 cm以下整体沿水平距离的增加而增大，在滴头正下方40~100 cm土层平均为196 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，而在距滴头水平30 cm处40~100 cm土层平均为275 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。S1、S2处理的电导率在0~40 cm土层分布规律相似，同时与T2、T1规律相似，在50~100 cm土层深度沿水平方向的增加而增大，滴头下40~100 cm土层分别平均为281、316 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，分别比CK多43.37%、61.22%，在水平距滴头30 cm处40~100 cm土层分别平均为293、331 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，分别比CK多6.55%、20.36%，在0~100 cm土层间S1处理的土壤平均电导率为238 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，S2处理的土壤电导率为299 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ；T3时CK、S1、S2处理的电导率分布相似。S3、S4处理的电导率分布相似，在0~60 cm土层沿着土壤深度的增加而减小，其中30~60 cm土层电导率出现最小值，分别平均为329 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 和346 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，60~100 cm土层分别为430 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 和462 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，S3、S4处理的土壤电导率分布与CK的土壤电导率分布不同，在土壤深处随着土壤深度的增加而改变。

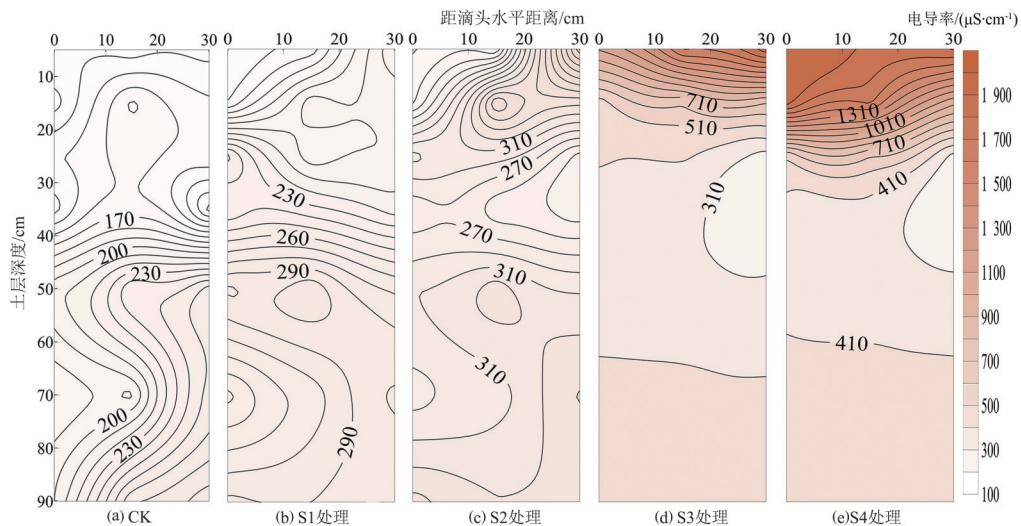


图3 土壤电导率分布图(9月)

对连续3个月的土壤剖面进行观察看出，随着种植时间的延长，各处理的电导率均减小，出现这种现象的主要原因可能是由于降水及滴灌对土壤盐分的淋洗。

2.3 不同滴灌施肥条件下土壤pH值的变化

不同滴灌施肥条件下土壤pH值分布(7月)如图4所示。从图4可以看出，CK的土壤pH值在滴头下方35 cm周围出现最小值为(8.58)，在土壤表层滴头下方的土壤pH值较小，是由于溶质在滴头处被淋洗的结果，pH值在0~20 cm土层平均为9.11，20~40 cm土层平均为8.84。在0~20 cm土层S1处理土壤平均pH值为8.46，比CK低7.14%，在20~40 cm土层平均为8.37，比CK低5.32%。S2处理的土壤pH值在0~20 cm土层整体沿水平方向的增加而增大，0~20 cm土层土壤平均pH值在滴头下为8.59，而在水平距滴头30 cm处为8.81，在20~40 cm土层随土壤深度的增加而减少，是由于影响土壤pH值的盐分向滴灌边缘迁移同时在湿润锋边缘积累，而CK的pH值在此深度整体沿水平方向的增加而增大。与CK相比，S3处理在水平距滴头15 cm土壤深度25 cm处土壤pH值最小为8.18，而在水平距滴头30 cm土壤深度30~40 cm的土层的pH值最大有8.57。与CK不同，S4处理下土壤pH值表现为在滴头下的土壤pH值较大，随着土壤深度和水平距离的增加而减少。

不同滴灌施肥条件下土壤pH值分布(8月)如图5所示。从图5可以看出，CK的土壤pH值在滴头处出现最大值为8.60，在0~20 cm土层随土壤深度增加而减小，在滴头正下方35 cm周围最小。S1处理的土壤pH值整体沿水平方向的增加而减小，在水平距滴头30 cm土壤深度25 cm周围出现最小值7.55，滴头正下方0~40 cm平均为8.37，而水平距滴头30 cm时平均为7.73，在土壤深度20~40 cm同CK类似，土壤pH值沿

水平方向的增加而减小。S2处理的土壤pH值在水平距滴头15 cm处最大(8.05),向外减小,与CK不同的是在土壤深度20~40 cm范围内沿水平方向的增大而减小。与CK分布不同,S3处理的土壤pH值在水平方向15~30 cm深度0~15 cm区域pH值最小,在15~30 cm土层内土壤pH值沿着土壤深度的增加而增大。同CK相比,S4处理土壤pH值则是随着水平距离和土壤深度的增加表现为先减小后增大。

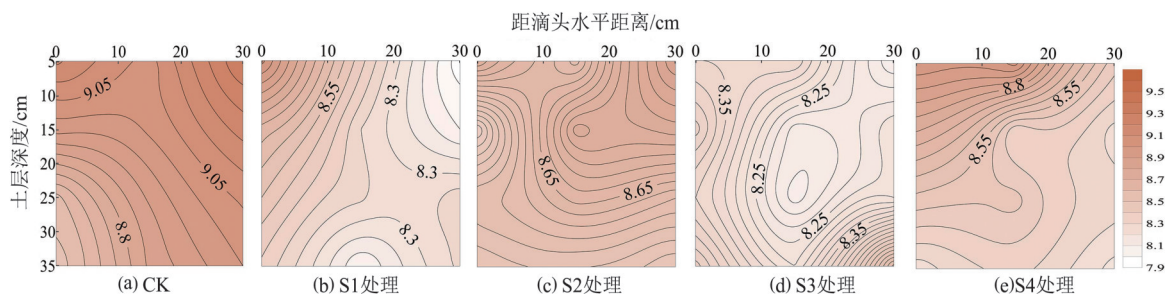


图4 土壤pH值分布图(7月)

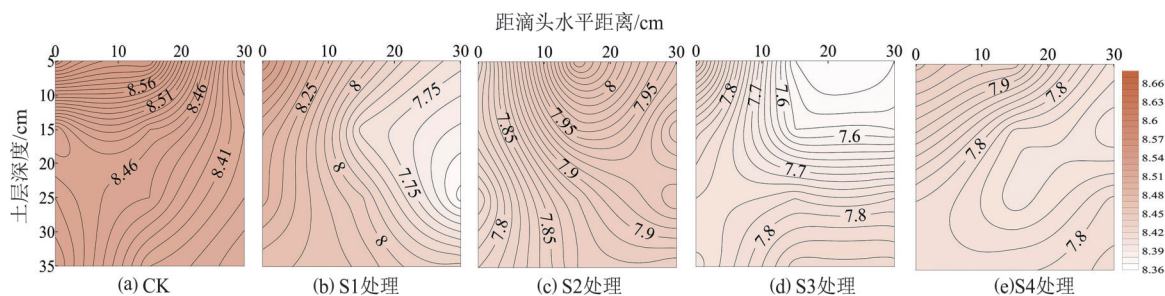


图5 土壤pH值分布图(8月)

不同滴灌施肥条件下土壤pH值分布(9月)如图6所示。从图6可以看出,CK的土壤pH值在水平距滴头15 cm,10~20 cm土层之间出现最大值,在20~30 cm土层之间出现最小值,整体为沿水平方向的增加而增大,在滴头下方0~100 cm土层平均为7.96,而水平距滴头30 cm处平均为8.34。S1处理的土壤pH值在水平距滴头30 cm,0~30 cm土层深度有一个pH值最小的区域,滴头处的pH值最大8.30,土壤整体pH值变化不大,为7.65左右。S2处理的土壤pH值在0~20 cm土层平均为7.81,在滴头正下方40~50 cm土层之间最小,整体随土壤深度的增加表现为先减小后增大,0~100 cm土层平均pH为7.73。S3处理的土壤pH值在水平距滴头15 cm土壤深度15 cm周围较大(7.81)、深度45 cm周围较小(7.48),同时在土壤表面出现一个pH值小的区域;S4处理的pH值在滴头下方最小(7.54),S3和S4处理的土壤pH值整体随着土壤深度的增加而增大,出现这种现象的原因是,相对于地表蒸发下碱性盐随水分迁移的能力,该段时间内土壤胶体对碱性盐分的吸附作用较强^[1],因此碱性盐分在土壤表层积聚较少。S1、S2、S3、S4处理的pH值在土壤深处类似,随着土壤深度的增加而增大,而CK的土壤pH值在土壤深处则沿着水平方向的增加而增大。

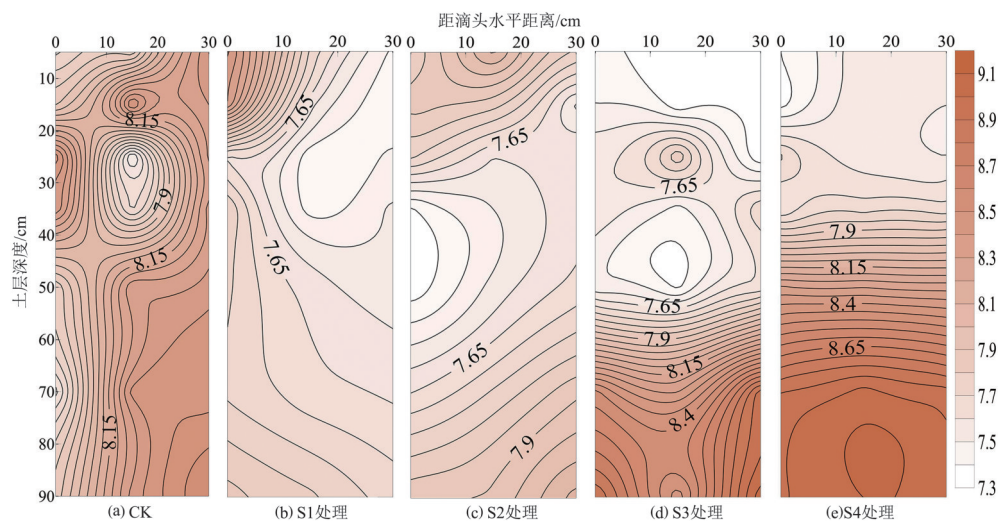


图6 土壤pH值分布图(9月)

土壤pH值随着种植时间的延长出现了一定程度的降低,出现这一现象的原因一方面可能是植物根系生长可以改善土壤物理性状,根系分泌的有机酸能中和根区土壤碱性^[22],另一方面可能是滴灌和降水将盐分淋洗到植物根区以外^[11]。在S1和S2处理下对盐碱土壤改良较为理想。

3 讨论

施肥量的多少影响着土壤盐分的时空分布,试验中S1、S2处理的溶质在滴头处受淋洗作用较为明显,土壤电导率较低。S3与S4处理的土壤电导率明显高于其他处理,可能是由于施肥量过多导致滴灌水分中盐分离子浓度过高,下渗困难,盐分大多积聚在土壤表层或水平运移至距滴头水平距离较远的地方,与吴小宾^[20]、卢垟杰^[23]研究一致。从电导率空间分布来看,表层土壤电导率值较高,并且随土壤深度的增加呈降低趋势。可能由于土壤表层的蒸发作用较强,使土壤下层的盐分随着水分向表层土壤移动,水分蒸发后使得盐分积累在土壤表层,导致土壤表层的电导率较大,与贾倩民等^[19]、吴小宾^[20]、张锡洲等^[21]研究一致。从时间分布来看,随着种植时间的延长,土壤电导率呈降低趋势。同时,土壤pH值也有一定程度降低,与土壤电导率变化趋势类似,一方面可能是由于滴灌及雨水对土壤盐分的淋洗作用,另一方面则可能是因为植物生长改善了土壤的物理性质,与赵辉^[10]、孙杨^[11]的研究结论一致。

株高和生物量变化受施肥量多少、土壤环境变化影响较大。适宜的施肥量可以极大地促进植物的生长,较高施肥量对草木樨生长产生胁迫作用。S1与S2处理下草木樨同时期株高、生物量均高于S3和S4处理,一方面是由于S3、S4处理下高施肥量对草木樨生长的胁迫作用,另一方面则是由于S1与S2处理下土壤环境得到了一定的改善,为草木樨生长提供了较好的土壤条件,与卢垟杰^[23]、马少帅^[24]等的研究一致。S2处理(N、P₂O₅、K₂O施量分别为126、63、25.2 kg/hm²)土壤电导率与pH值较小,同时草木樨生长最好。本试验时间为2 a,研究期限较短,对于长期滴灌种植对土壤环境变化及植物生长的影响,今后应进一步研究。

4 结论

1)与滴灌种植之前相比,试验末期S1与S2处理下土壤电导率与土壤pH值下降较多,其中S2处理下土壤电导率和pH值较低,平均电导率与pH值分别为299 μ S/cm与7.73。

2)试验末期S1与S2处理的生物量大于其他处理,分别是5.90 kg/m²与5.79 kg/m²;其中S2处理的草木樨在生育期内生长情况最好,试验末期平均株高为138.6 cm,显著高于其他处理。

参考文献:

- [1] 王建东,张彦群,隋娟,等.滴灌下覆盖和追肥措施对夏玉米生长及产量的影响[J].灌溉排水学报,2016,35(12):1-6.
- [2] 吴大付,王小龙,朱东海,等.温室滴灌配施尿素下土壤微域内pH值的时空分布研究[J].灌溉排水学报,2008,27(2):95-97.
- [3] 焦艳平,康跃虎,万书勤,等.干旱区盐碱地滴灌土壤盐分对土壤盐分分布的影响[J].农业工程学报,2008,24(6):53-58.
- [4] 谭军利,康跃虎,焦艳平,等.滴灌条件下种植年限对大田土壤盐分及pH值的影响[J].农业工程学报,2009,25(9):43-50.
- [5] 李孟然,阎炎,康跃虎,等.无盐的希望:盐碱地治理三人谈[J].中国土地,2008(7):15-17.
- [6] 黄耀华.滴灌施肥条件下NPK在紫色土中迁移分布规律研究[D].重庆:西南大学,2014.
- [7] LAHAV E, LOWENGART A. Water and nutrient efficiency in growing bananas in subtropics[J]. Acta Hort, 1998,49:117-125.
- [8] BOMAN B. J. Fertigation versus conventional fertilization of flatwood grapefruit[J]. Fertilizer Research,1996,44:123-128.
- [9] 王虎.滴灌施肥条件下水分、养分在土壤中分布规律的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2006.
- [10] 赵辉.盐碱地滴灌土壤水盐运移和植物生长状况研究[D].太原:太原理工大学,2016.
- [11] 孙杨.滴灌条件下大同盆地盐碱地土壤水盐运移规律研究[D].太原:太原理工大学,2016.
- [12] 邢英英,张富仓,张燕,等.滴灌施肥水肥耦合对温室番茄产量、品质和水氮利用的影响[J].中国农业科学,2015,48(4):713-726.
- [13] 张鹏,蒋静,马娟娟,等.不同水氮处理对盐渍土水氮盐变化和燕麦产量的影响[J].灌溉排水学报,2018,37(5):1-5,12.
- [14] 孙杨,刘淑慧,赵辉.滴灌条件下不同种植方式水盐运移研究[J].节水灌溉,2015(12):52-54,59.
- [15] 李伟伟,王永亮,郭军玲,等.不同覆盖对盐碱土水分动态及玉米产量的研究[J].山西农业科学,2017,45(11):1801-1805.
- [16] 武丽,张西仲,李余湘,等.钼营养对烤烟干物质积累、钼素分配和利用率的影响[J].江西农业大学学报,2012,34(3):445-450,469.
- [17] 马孝慧,于建梅,丁作法.康乐县耕层土壤肥力状况调查初报[J].甘肃农业科技,2011(5):40-42.
- [18] 陈书飞,何新林,汪宗飞,等.微咸水滴灌研究进展[J].节水灌溉,2010(2):6-9.
- [19] 贾倩民,陈彦云,刘秉儒,等.干旱区盐碱地不同栽培草地土壤理化性质及微生物数量[J].草业科学,2014,31(7):1218-1225.
- [20] 吴小宾.施肥枪施肥对桃树氮素吸收分配及其生长特性的研究[D].泰安:山东农业大学,2011.
- [21] 张锡洲,王永东,余海英,等.不同形态氮肥对设施土壤盐分含量和离子组成的影响[J].水土保持学报,2009,23(5):16-20,50.

- [22] 王升, 王全九, 周蓓蓓, 等. 膜下滴灌棉田间作盐生植物改良盐碱地效果[J]. 草业学报, 2014, 23(3):362-367.
- [23] 卢垟杰. 滴灌施肥条件下不同种植方式对盐碱土壤水盐和养分运移的影响[D]. 太原: 太原理工大学, 2018.
- [24] 马少帅. 不同水肥处理对盐碱地土壤水氮盐分布及玉米生长的影响[D]. 太原: 太原理工大学, 2017.

The Growth of Melilotus and Salt Leaching in Salt-affected Soil under Drip Fertigation

ZHANG Yongkang¹, LIU Shuhui^{1*}, LU Yangjie¹, WANG Bin², HUANG Gaojian², WANG Yonghong³

(1.College of Water Resources Science and Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China;

2.Institute of Agricultural Environment and Resources, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China;

3.Shanxi Institute of Water Resources and Hydropower Sciences, Taiyuan 037002, China)

Abstract: 【Objective】Crop growth and solute dynamics in soil are controlled by irrigation, and the purpose of this paper is to elucidate the movement of salt and melilotus growth in a salt-affected soil under drip fertigation. 【Method】The experiment was conducted in Datong Basin in Shanxi province under different fertilization levels. The control was traditional fertilization used by local farmer with N:P:K being 180:90:36 kg/hm² (CK). We examined five fertilization levels, which were 0%, 40%, 70%, 100% and 130% of the fertilizers used in CK. In each treatment, we measured the changes in electrical conductivity and pH of the soil under different fertilizations, as well as their effects on plant growth. 【Result】When the applied fertilizer was 40% and 70% of those in CK, there was a noticeable salt leaching in the proximity of the emitter, evidenced from the increase in electrical conductivity. When the fertilizer application increased to 100% and 130% of that in CK, the electrical conductivity of the top soil showed a moderate increase. Soil pH decreased slightly after planting, and the average plant height under 70% of CK fertilization was the highest being 130.6 cm, with the associated average soil electrical conductivity being 299 μS/cm and the average pH being 7.73. 【Conclusion】Fertigation at 70% of that in CK with N:P:K being 126:63:25.2 kg/hm² reduced soil electrical conductivity and pH, thus benefiting plant growth and yield.

Key words: melilotus; soil salt; drip irrigation; saline-sodic soil

责任编辑:陆红飞