

李 丹,潘旭东,蒙元永,等. 滴灌条件下林草间作系统土壤的盐分分布[J]. 江苏农业科学,2017,45(8):279-281.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.08.074

滴灌条件下林草间作系统土壤的盐分分布

李 丹,潘旭东,蒙元永,刘增照,王 鹏,吴斯佳

(新疆兵团绿洲生态农业重点实验室/石河子大学,新疆石河子 832003)

摘要:以新疆石河子垦区 147 农场为例,研究滴灌条件下林草间作系统灌水周期与土壤盐分分布影响变化及土层盐分积累趋势。结果表明,林草间作土壤盐分含量较单作苜蓿有显著减少,盐分表聚削弱;滴灌土壤表层浅润快干,使林草间作系统土壤 0~30 cm 浅层的盐分含量变化明显大于深层土壤;随滴灌淋洗,盐分逐渐下移,土层 90~140 cm 出现较明显的盐分聚集,并向林草间、林根区横向运移;林草间作对耕作层土壤起到较好的改盐效果,但总盐在 120~300 cm 土层处于长期高盐渍化积累,这将成为农田土壤健康安全的潜在威胁。

关键词:滴灌;林草间作;土壤;盐分含量;盐分聚集;淋洗;运转;改盐效果;盐渍化积累

中图分类号:S181 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)08-0279-03

土壤盐渍化是一个世界性的生态问题^[1],也是困扰农业发展的主要障碍因素。新疆地处干旱半干旱区,日益突出的土壤盐渍化问题受到社会广泛关注,而水利工程、客土改良、水旱轮作、化学改良剂等传统措施^[2-6]能够不同程度减轻土壤盐害、增加粮食产量、改善生态环境^[7]。大面积滴灌技术在新疆农田多年应用虽起到节水增效的作用,但也逐步荒废了传统的排碱渠,导致土体系统盐分无法排出,加之灌溉水自身含盐量逐年升高,这种“有灌入盐,无排出盐”的水资源利用方式使得新疆农田土壤逐步盐化甚至弃耕。

林草间作是一种集约高效、生物改盐的种植方式。在林草间作系统中,草耐盐碱性高于作物,且可作为牧草以推动当地畜牧业的发展,而林根系相对较深,可利用潜水、降低地下水位,从而抑制土壤盐渍化的进程,再加上国家退耕还林还草的惠农政策^[8],林草间作可带来良好的经济效益,促进和提高农户林草间作的积极性。在绿桥设计中,林草间作不仅起到生物降盐的作用,而且推动了绿洲冲积扇缘与山地之间林业与畜牧业的“生态置换”^[9],而把绿洲扇缘带建成以人工饲草基地为基础的高精畜牧业新产业带,不但可以调整种植业结构,而且为发展农林复合产业提供新的模式和思路。本试验通过对比滴灌条件下林草(苜蓿)间作与单作苜蓿各土层的盐分含量,分析林草间作系统对土壤盐分含量分布的影响,为林草间作系统盐分运动规律提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

收稿日期:2016-02-21

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201503120);国家科技支撑计划(编号:2014BAC14B030-2);国家自然科学基金(编号:31560169);石河子大学高层次人才基金(编号:RCZX201314);国家国际科技合作专项(编号:2015DFA11660)。

作者简介:李 丹(1991—),女,安徽亳州人,硕士研究生,从事绿洲生态研究。E-mail:2451071172@qq.com。

通信作者:潘旭东,副教授,从事农业生态与绿洲资源研究。E-mail:pxd0801@163.com。

试验区位于新疆生产建设兵团第八师 147 农场(44°23' N、86°23' E),地处玛纳斯河流域冲积扇缘与冲积平原交汇带,无霜期 148~187 d,年平均气温 6.6℃左右,年蒸发量 1 500~2 200 mm、降水量 150~200 mm;最高气温出现在 7 月,最低气温出现在 1 月;试验期地下水位埋深 3~8 m,土壤盐渍化较为严重;原始土壤类型为荒漠及盐化灰钙土,80~120 cm 普遍含有黏土夹层,经多年耕作已改良熟化为灌耕灰钙土;农田灌溉主要靠天山融水汇集的河流径流水和地下水。

1.2 林草间作设计与管理

试验样地种植面积达 6.67 hm²,2007 年开始进行土壤盐渍化的生物改良措施,采用林草(苜蓿)间作模式种植,林、草分别以 2.8 m 的间距种植,沟植俄罗斯速生杨(林木)的灌溉采用滴灌方式,1 管 1 行,滴头在林根区;苜蓿采用 1 管 4 行,滴头在行间,林草均采用常规栽培管理(图 1)。试验以单作苜蓿为对照,5 月初开始进行滴水,10 月停水,每 10 d 左右灌 1 次水,平均滴水量在 9 000 m³/hm² 左右,以井水灌溉,矿化度为 0.82 g/L,含盐类型以 NaCl 为主。

1.3 数据采集与测定内容

试验测定于 2014—2015 年进行,以林根区(滴头 0 cm 处)、林草间(距左右滴头各 50 cm 处)、草根区(滴头 0 cm 处)为系统数据采集和土壤采样区,分别在土层深度 15、30、60、90、110、140、180、230、280 cm 处埋设 GS3 土壤传感器探头,于灌水前 1 d、灌水后 3、5、7 d 用 CR1000 数据采集器分别采集土壤水分含量、土壤溶液电导率数据,重复 3 次。将不同土壤深度的土样带回实验室,自然风干,粉碎,过 1 mm 筛,用质量法测定土壤总盐含量;利用环刀取样、烘干法测定土壤容重。

2 结果与分析

2.1 单作苜蓿与林草间作系统盐分变化的比较

由图 2 可见,单作苜蓿各不同土层的盐分含量显著高于林草间作;单作苜蓿 10~20 cm 土层的盐分含量相对最高,平均 EC 值为 1.554 mS/cm,土层 40~80 cm 的盐分含量相对较低;40~60 cm 土层的盐分含量比 0~20 cm 土层减少 38.76%,盐

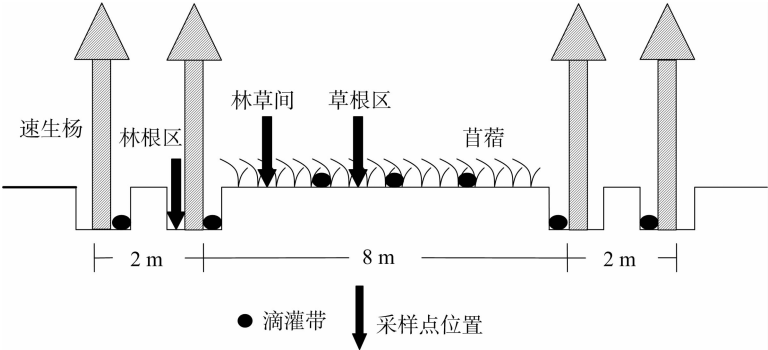
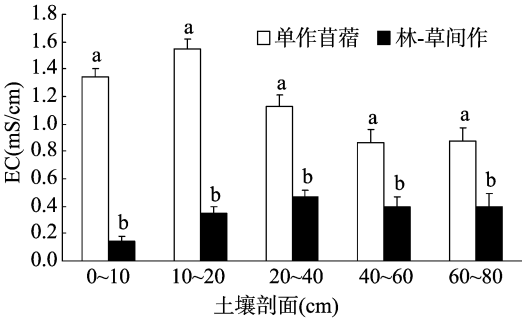


图1 林草间作系统示意

分表聚特征较明显;林草间作表层土平均 EC 值较低,为 0.142 mS/cm,而深层土(20~40 cm 处)相对最高,达 0.471 mS/cm,表层土盐分含量明显低于深层土壤。与单作相比,林草间作对土壤盐分分布的影响较单作明显,林草间作一定程度上可改善土壤的盐渍化程度。



柱形图中不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)
图2 单作苜蓿与林草间作不同土层盐分含量的变化

2.2 灌水前后林草间作系统土壤的盐分变化

由图 3 可知,林草间作系统中,土壤耕作层 0~30 cm 的盐分横向聚积程度为林根区>林草间>草根区;灌水前 1 d,林草间 90~140 cm 土层的盐分相对较重,并以此区域为中心

(电导率值为 0.6~0.8 mS/cm)向周边呈盐分逐渐降低的环形扩散(电导率值为 0.2~0.4 mS/cm),林根区 200 cm 土层以下也出现高盐区;通过灌水,草根区 0~90 cm 土层土壤的水溶液电导率有所下降,盐分向林草间及林根区横向运移,土壤深层重盐带由林草间向林根区缓慢转移,但重盐区域始终出现在 80~140 cm 不易透土层。

由表 1 可见,间作系统盐分的表聚现象不明显,下层 90~110 cm 的盐分相对较重,是由于该区出现黏土夹层,透水性差,灌溉淋洗造成的盐分易堆积,使林根系难以扎到 90 cm 以下;林根系浅层横向大量分布在 40~60 cm,极易与浅根系的草(苜蓿)争抢土壤水分,造成盐分在林根系下积累;土壤深层临近地下水位埋深,水分及盐分含量较高,也给盐分在土壤深层的积累提供了一定条件。

由表 2 可知,林草间作系统中林根区、林草间、草根区不同土层土壤盐分的变异系数高低分别为 0~15 cm(0.019)>15~30 cm(0.010)>60~90 cm(0.009)>30~60 cm(0.008)、0~15 cm(0.018)>15~30 cm(0.016)>30~60 cm(0.010)>30~60 cm(0.001)、15~30 cm(0.042)>0~15 cm(0.034)>60~90 cm(0.015)>30~60 cm(0.009),土壤耕作层 0~30 cm 的盐分变异均明显大于土壤下层;灌水前

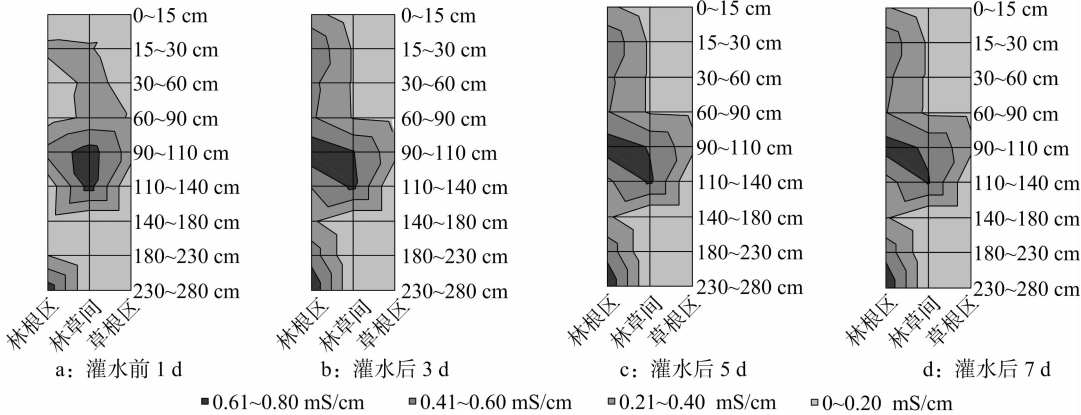


图3 林草间作系统灌水前后土壤的盐分分布

表 1 林草间作系统土壤与根系分布情况

土层深度 (cm)	土壤状况	土壤容重 (g/cm^3)	根系分布状况
0~30	中壤为主	1.39	林、草根系横向、纵向分布均有分布
30~90	偏重壤	1.54	林根系主要在 40~60 cm, 横向分布为主;草根系无
90~110	黏土夹层,透水性差	1.71	林根系较少,分布下限主要在 110 cm;草根系无
110~180	主要含沙与粉沙	1.51	林根系极少;草根系无
180~300	重壤,偏黏性	1.67	不存在林木根系;草根系无

表 2 林草间作系统各测样区灌水土盐盐分变化的变异系数

测样区	土层深度 (cm)	变异系数 CV (%)				
		灌水前 1 d	灌水后 3 d	灌水后 5 d	灌水后 7 d	平均值
林根区	0 ~ 15	0.009	0.017	0.021	0.027	0.019
	15 ~ 30	0.017	0.008	0.006	0.007	0.010
	30 ~ 60	0.016	0.003	0.005	0.006	0.008
	60 ~ 90	0.017	0.010	0.006	0.004	0.009
	平均值	0.015	0.010	0.010	0.011	
林草间	0 ~ 15	0.012	0.015	0.031	0.015	0.018
	15 ~ 30	0.011	0.013	0.021	0.019	0.016
	30 ~ 60	0.007	0.008	0.010	0.013	0.010
	60 ~ 90	0.009	0.012	0.010	0.008	0.001
	平均值	0.010	0.012	0.018	0.014	
草根区	0 ~ 15	0.020	0.026	0.072	0.016	0.034
	15 ~ 30	0.100	0.023	0.028	0.015	0.042
	30 ~ 60	0.018	0.006	0.006	0.007	0.009
	60 ~ 90	0.019	0.014	0.012	0.014	0.015
	平均值	0.039	0.017	0.030	0.013	

1 d,林根区、草根区的变异系数平均值分别为 0.015、0.039,盐分含量变异明显高于灌水后。

2.3 林草间作系统不同土层的盐分变化

由图 4 可见,与林草间作原始值(林草间作初期)相比,林草间作系统中林根区、林草间、草根区 0 ~ 120 cm 土层的总盐含量有不同程度的降低,且随土层深度的增加趋于平缓;120 ~ 300 cm 土层土壤的总盐含量急剧增加,远远高于原始值,出现土壤盐分“底聚”即“脱盐”现象,林草间作系统积盐层下移,而并非盐渍化定义中的盐分“表聚”现象,这可能与高盐分条件下人为进行农田灌溉管理,使土壤盐分重新分配有关;各层土壤平均全盐量多为 2 ~ 15 g/kg,基本处于盐渍化程度较严重的状况。由图 5 可见,0 ~ 40 cm 土层的总盐含量变异程度大小为林草间 > 林根区 > 草根区;草根区 40 ~ 80 cm 土层的总盐含量变幅相对最大,其次为林草间、林根区,与电导率测定值规律基本一致;除草根区 100 ~ 130 cm 土层总盐含量略有增大外,林根区、林草间、草根区 80 cm 土层以下的总盐含量变异相差不大。

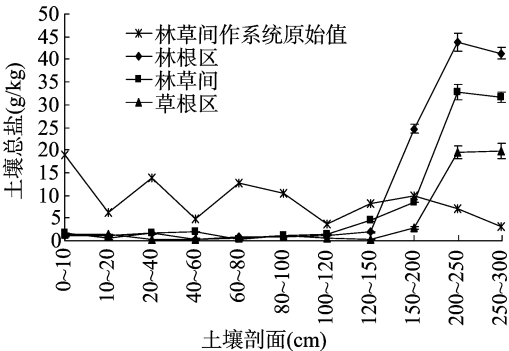


图 4 林草间作系统不同土层土壤的总盐含量变化

3 结论

与单作苜蓿相比,林草间作可削弱并改善土壤盐渍化程度,削减盐分的表聚,影响盐分在土壤中的分布;林草间作系统 90 ~ 140 cm 土层的盐分相对比较大,并以此区域为中心,

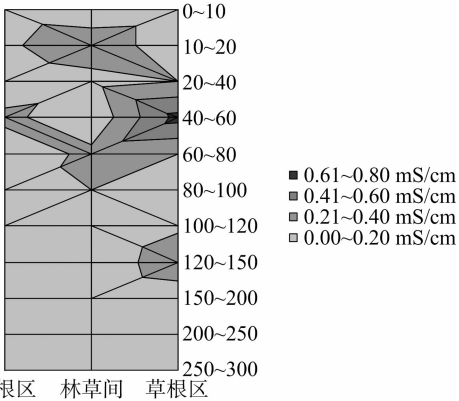


图 5 林草间作系统不同土层土壤的盐分含量变异

盐分含量呈向周边土层环形降低;滴灌影响林草间作林草间、林根区盐分在 90 ~ 140 cm 横向转移,但重盐区始终保持在这个黏土夹层区域;灌水后,由于植物根系在土壤含水量较高时可延缓水盐上行下移的效果,从而使耕作层 0 ~ 30 cm 的土壤盐分含量变异大于土壤下层(30 cm 以下),而对于分布较浅的草(苜蓿)根系,盐分过于频繁的上行下移,更容易造成次生胁迫影响生长;林草的复合种植,降低了 0 ~ 120 cm 土层土壤的总盐含量,达到一定的改盐效果,且维持土壤盐分含量处于相对平缓的变化;土层 120 ~ 300 cm 土壤总盐含量急剧增加,出现土壤盐分“底聚”现象,达到 5 ~ 45 g/kg 重盐及严重盐渍化水平。须强调的是,灌溉虽可将盐分淋洗出根区,但盐分会在土壤一定层面上的出现累积,而长期的盐分积累将成为农田土壤健康安全的潜在威胁,是一个尤为需要关注的问题^[10]。

参考文献:

[1] 张前兵,艾尼娃尔·艾合买提,于磊,等.绿洲区不同灌溉方式及灌溉量对苜蓿田土壤盐分运移的影响[J].草业学报,2014,23(6):69-77.

[2] 迟春明,王志春.客土改良对碱土饱和导水率与盐分淋洗的影响[J].农业系统科学与综合研究,2011,27(1):98-101.

[3] 任天应,张全发,张乃生,等.水旱轮作改良利用盐碱地的作用与效果[J].盐碱地利用,1993(2):12-14.

[4] 张江辉,白云岗,张胜江,等.两种化学改良剂对盐渍化土壤作用机制及对棉花生长的影响[J].干旱区研究,2011,28(3):384-388.

[5] 马晨,马履一,刘太祥,等.盐碱地改良利用技术研究进展[J].世界林业研究,2010,23(2):28-32.

[6] 李月芬,杨有德,赵兰坡.硫酸铝改良剂对苏打盐碱土磷素形态的影响[J].水土保持学报,2006,20(4):44-49.

[7] 胡明芳,田长彦,赵振勇,等.新疆盐碱地成因及改良措施研究进展[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(10):111-117.

[8] 徐振华,张均营,王学勇,等.退耕还林可持续发展的系统思考[J].水土保持学报,2003,17(1):41-44,49.

[9] 张新时.天山北部山地-绿洲-过渡带-荒漠系统的生态建设与可持续农业范式[J].植物学报,2001,43(12):1294-1299.

[10] 刘春卿,杨劲松,陈小兵,等.新疆玛纳斯河流域灌溉水质与土壤盐渍化分析[J].土壤,2008,40(2):288-292.