

膜下滴灌条件下膜间不同处理对 土壤水盐运移的影响

罗小东, 王全九, 谭帅

(西安理工大学 水资源研究所, 陕西 西安 710048)

摘要: [目的] 寻求合理的膜间土壤盐分累积控制方法, 为指导盐碱地田间调控提供科学依据。[方法] 采用覆秸秆, 铺砂, 喷施高分子化合物 PAM, 压实等方式对膜间裸地进行处理, 对比分析各种处理措施的功效。[结果] (1) 各处理都能不同程度的减小膜间的水分蒸发量, 起到保水作用。其中, 在试验期间, 覆秸秆的蒸发量为 0.11 cm, 铺砂子蒸发量为 0.34 cm, 喷施 PAM 为 0.59 cm, 压实为 1.55 cm, 而对照为 2.32 cm。(2) 各处理都能提高膜间和覆膜窄行的土壤含水量。在覆膜窄行深度为 10 cm 处, 覆秸秆的土壤含水量相对降低率为 47%, 铺砂土的壤含水量为 45%, 施 PAM 的土壤含水量为 56%, 压实的土壤含水量为 64%, 对照为土壤含水量 77%。(3) 减小盐分在作物根层的积累。在覆膜窄行深度为 10 cm 处, 覆秸秆的相对脱盐率为 3%, 铺砂的相对脱盐率为 2%, 施用 PAM 的相对脱盐率为 0%, 压实的相对脱盐率为 -16%, 而对照的相对脱盐率为 -28%。[结论] 采用膜间处理能够减小水分散失和盐分在根层的积累, 其中覆秸秆的功效最好。

关键词: 盐碱地; 膜间处理; 水盐运移; 土面蒸发

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)05-0117-06

中图分类号: S274, S275.6

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.05.087

Effects of Different Intermembrance Treatments on Soil Water and Salt Transport Through Drip Irrigation Under Film

LUO Xiaodong, WANG Quanjiu, TAN Shuai

(Technology Institute of Water Resources, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China)

Abstract: [Objective] To seek a reasonable method in soil salinity accumulation controlling between membrane, in order to provide the basis for control the salt accumulation on soil surface. [Methods] Different intermembrane treatments were employed, including: straw covering, laying sand, PAM(polyacrylamide) spraying, compacting and controlled treatment, to analyze the efficacy of the treatment measures. [Results] (1) All the treatments could reduce the moisture evaporation. The evaporation in straw covered, sand spread, spraying PAM, compacting, and the controlled treatment was 0.11, 0.34, 0.59, 1.55 and 2.32 cm, respectively. (2) All the treatments could reduce the moisture evaporation of membrane narrow row, and improve soil moisture of membrane narrow line. At 10 cm depth of the narrow line, the relative reduction of soil moisture in straw covered, laying sand, spraying PAM, compacting, and the controlled treatment was 47%, 45%, 56%, 64% and 77%, respectively. (3) All the treatments reduced salt accumulation in the root zone of the crop. At 10 cm depth of the narrow line, the relative desalination in straw covered, laying sand, spraying PAM, compacting and the controlled treatment was 3%, 2%, 0%, -16% and -28%, respectively. [Conclusion] Applying intermembranes treatments can reduce the water loss and salt accumulation in the root zone. Straw covering is the best methods in reducing soil water loss and salt accumulation in the root zone.

Keywords: saline-alkali soil; intermembranes treatments; water and salt transfer; evaporation capacity

收稿日期: 2014-07-08

修回日期: 2014-08-31

资助项目: 水利部公益性行业科研专项经费项目“地下水开发与绿洲安全用水关键技术研究”(201301102); 新疆维吾尔自治区科技计划项目“新疆绿洲灌区节水关键技术和用水安全研究与示范”(201130103-3)

第一作者: 罗小东(1989—), 男(回族), 宁夏回族自治区中卫县人, 硕士, 研究方向为节水灌溉和盐碱地治理。E-mail: Lxdhy2345@126.com。

通信作者: 王全九(1964—), 男(汉族), 内蒙古丰镇市人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事土壤物理与溶质迁移研究。E-mail: wquanjiu@163.com。

近年来,国内外许多学者对盐碱地的治理做出了大量的研究^[1-8]。其中膜下滴灌调控土壤水盐分布特征技术在中国北方地区广泛使用。膜下滴灌技术可以减小棵间蒸发,抑制土壤盐分的上移,为作物创造良好的水盐环境^[9]。但是在地表覆膜使土壤不具有透气性^[10],满足不了作物对“气”的需求,因此为了满足作物对“气”的需求,在膜与膜之间保留裸地,称为膜间。而膜间的存在,导致土壤水分的散失和表层盐分的积累。膜间表层盐分的积累,一方面会导致在膜间和膜上窄行由于盐分浓度的不同增加彼此之间的水势梯度,在水势梯度的作用下,窄行的土壤水分会加剧向膜间移动,导致膜间土壤盐分累积和来年土壤表层盐分增加。另一方面,土壤水分从膜间的大量蒸发散失,在地下水位埋深比较浅的时候,会使地下水中的盐分向上迁移,从而使地下水的盐分积累到作物的根层,加剧了土壤的盐渍化程度。因此,控制膜间土壤水分蒸发和盐分累积对于改善根区水盐环境具有重要意义。本文拟对膜间采取覆秸秆,铺砂,喷施 PAM,压实方式进行处理,探讨这些处理在减少蒸发和控制盐分累积方面的功效,以寻求合理膜间处理措施。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验于 2013 年在库尔勒西尼尔镇巴州水管处灌溉试验站进行。该地区年降雨量 55 mm 左右,蒸发量 2 500 mm 左右,地下水埋深在 1.4~2.4 m,矿化度大于 3 g/L。土壤质地为砂土,其中砂粒占 88.9%,粉粒占 9.4%,黏粒占 1.7%。1 m 以内土壤平均容重为 1.57 g/cm³,在 0—40 cm 土壤平均含盐量为 1.8 g/kg,其中 10 cm 处含盐量为 2.2 g/kg,20 cm 处含盐量为 2.0 g/kg,30 cm 处含盐量为 1.6 g/kg,40 cm 处含盐量为 1.4 g/kg。多以 Cl⁻ 和 Na⁺ 为主。试验地种植作物为棉花,采用膜下滴灌技术,采用统一的灌水定额为 4 500 m³/hm²。

1.2 试验材料

为了探讨控制膜间水分蒸发与盐分积累方式,对膜间采取覆秸秆,铺砂,喷施 PAM,压实等方法处理。试验采用的秸秆为棉花秸秆,长度为 40~50 cm,覆盖厚度为 10 cm 左右,秸秆与秸秆之间相互交错,密实的覆盖在地表;砂取自砂场的细砂,粒径约为 1 mm 左右,铺设厚度为 5 cm,每 1 km² 铺设砂子约 27 kg,平整匀称铺设;PAM 是天津市科密欧化学试剂有限公司生产的高分子化合物,喷施量为 4 g/m²,在施用前与适量的水混合并搅拌均匀,采用喷壶均匀的喷施在地表;

压实采用预制混凝土块人工夯实,夯实后,土壤容重在 0—10 cm 为 1.68 g/kg,10—20 cm 为 1.62 g/kg,20—30 cm 为 1.59 g/kg,30—40 cm 为 1.6 g/kg。

1.3 试验设计

试验在大田试验小区进行,膜间处理分别为:压实,铺砂,施用 PAM,覆秸秆和对照。每个试验小区面积为 0.3 m×3 m。在每个试验小区埋有土面蒸发仪和地温计。每个试验小区分别在膜间、窄行和宽行分别布置 5 个取土点,每个取土点相距 30 cm,并在每个测点的 5,10,15,20,30,40,60,80 和 100 cm 处提取土样用于测定土壤含水量和盐分含量,取土时间为灌水前的前 1 d,灌水后的第 1 d,第 3 d,第 7 d。

1.4 监测项目及方法

1.4.1 监测项目 试验在 6 月初即棉花的苗期进行,由于棉花植株比较矮小,可以消除棉花覆盖而对试验产生影响。在试验期间有过 1 次降雨,为了避免降雨对试验的影响,采用篷布遮盖,其他时间天气晴朗。由于采用的灌溉周期为 7 d,所以为了和灌溉制度结合,试验历时 7 d,每个处理设置 2 次重复。

(1) 本底值调查。在灌水前的第 1 d,分别在膜间、窄行和宽行的 5,10,15,20,30,40,60,80,100 cm 处取土样测定其盐分含量。

(2) 试验期监测。自灌水后的第 1 d,第 3 d,第 7 d 分别测定地温、土面蒸发量以及土壤含水量和土壤含盐量。

1.4.2 测定方法 地温采用地温计测定,地温计为武强县热工仪表厂生长的管式玻璃温度计,材料范围为 -20~50 ℃,示值误差为 ±0.5 ℃,分度值为 0.5 ℃,分别测定 5,10,15,20 和 25 cm 处的地温,测定时间为灌水后的第 1 d,第 3 d,第 5 d 和第 7 d 的正午 2:00 时;土面蒸发采用土面蒸发仪测定^[11-13]。测定时间为灌水后的第 1 d,第 3 d,第 5 d 和第 7 d 的下午 8:00 时;土壤含水量用烘干法测定;土壤含盐量采用电导率仪测定,将所取的土样烘干后研磨,取 18 g 土用 90 g 纯净水(水土比 1:5)浸提,然后用 DOS-307 型电导率仪测定浸提液电导率值,并将电导率值转化为土壤含盐量。电导率仪标定,得到土壤含盐量与电导率的关系:

$$y=0.9017x \quad (R^2=0.9514) \quad (1)$$

式中: x ——电导值(ms/cm); y ——土壤含盐量(g/kg)。

2 结果分析

2.1 处理方式对地温和土面蒸发的影响

2.1.1 处理方式对地温的影响 土壤的热状况不仅

直接影响土壤水分的运动,而且影响植物的生长发育和产量高低,是土壤肥力的重要因素之一^[14]。表 1 显示了膜间各处理下不同深度土壤温度变化过程。在灌水后的第 3 d,气温为 37 °C 时,各处理在土壤埋深 10 cm 处,土壤温度分别为:对照为 32 °C,覆秸秆为 27.5 °C,喷施 PAM 为 29 °C,铺砂为 31 °C,压实在 31 °C。相比对照,各处理降低土壤温度的大小关系为:覆秸秆(4.5 °C) > 喷施 PAM(3 °C) > 铺砂(1 °C) = 压实(1 °C)。由此可见,各处理降低土壤温度的效果比较显著,其中覆秸秆的显著性最明显,相比其他处理降低土壤温度约 2~3 °C。这主要是膜间覆秸秆以后,阻隔了太阳光直接辐射到地表,而且秸秆的导热性比较差,导致地温降低。PAM 由于具有保水性,能维持土壤的高含水量,而水的热容性比较大,导致地温比较低。

表 1 试验处理对土壤不同埋深处温度的影响

埋深/ cm	处理	灌水后不同时间土壤温度/°C			
		1 d	3 d	5 d	7 d
5	压实	35.5	32.0	31.0	34.0
	PAM	32.0	31.0	28.0	30.0
	砂子	35.0	33.5	32.0	33.5
	秸秆	29.0	27.0	26.0	28.0
	对照	37.0	35.0	31.0	33.0
10	压实	33.0	31.0	28.0	31.0
	PAM	30.0	29.0	26.0	28.5
	砂子	33.0	31.0	28.5	31.0
	秸秆	28.0	27.5	24.5	26.0
	对照	34.0	32.0	28.0	31.0
15	压实	27.5	28.0	27.0	26.0
	PAM	26.5	27.0	25.5	25.0
	砂子	27.0	27.5	27.0	27.0
	秸秆	25.5	25.0	24.5	25.0
	对照	27.5	28.0	27.0	27.0
20	压实	27.0	27.5	26.5	26.0
	PAM	26.0	26.5	25.0	25.0
	砂子	27.0	26.0	25.0	25.0
	秸秆	25.0	25.0	24.0	24.5
	对照	27.0	27.0	26.0	26.0
25	压实	25.0	24.5	24.5	24.0
	PAM	24.0	24.5	24.0	23.0
	砂子	25.0	24.0	24.5	24.0
	秸秆	24.0	23.5	24.0	23.0
	对照	25.0	25.0	24.0	24.5

地温是影响根系生理功能的重要因素,而且植物对根区温度比地上温度更敏感^[15]。许多生理过程(如气孔导度、蒸腾、养分传输和二氧化碳的吸收)都

与土壤温度密切相关。较高的土壤温度,可以改变根系的生长、呼吸作用及养分吸收^[16]。棉花根部适宜温度范围为 28~32 °C。从表 1 中可以看出,虽然各个处理都降低了土壤温度,但是降低的范围都在棉花生长的适宜温度范围内,对棉花的产量不造成影响。

2.1.2 处理方式对土面蒸发的影响 测定土面蒸发量,可以知道各处理减小膜间土壤水分蒸发能力的大小和解释膜间土壤含水量变化的原因。图 1 显示了各处理自灌水后 7 d 之内的累积蒸发量。从图 1 可知,对照的累积蒸发量为 2.3 cm,喷施 PAM 的累积蒸发量为 0.6 cm,覆秸秆的累积蒸发量为 0.2 cm,铺砂的累积蒸发量为 0.35 cm,压实的累积蒸发量为 0.55 cm。各处理降低土面蒸发量大小关系为:覆秸秆(2.1 cm) > 铺砂(1.95 cm) > 压实(1.75 cm) > 喷施 PAM(1.7 cm)。可见,各处理相比对照降低土面蒸发量的效果比较显著,其中覆秸秆的效果最为明显,相比其他处理,减少土面 7 d 累计蒸发量约 0.4 cm。各处理减少土面蒸发量的机理是:覆秸秆能够避免太阳的直接辐射,降低了土面水分蒸发所需要的动力;铺砂阻断了水分蒸发的通道,降低了膜间的蒸发量;PAM 是一种高分子化合物,溶于水后形成絮状物^[17],喷施在地表阻断了水分蒸发的通道,阻碍水分蒸发。压实切断了土壤原有的毛管孔隙,减少了水分蒸发的通道。

2.2 处理方式对土壤含水率的影响

2.2.1 处理方式对膜间土壤含水率的影响 膜间的存在造成大量土壤水分的蒸发散失,是土壤水分和盐分含量变化剧烈的区域^[18-19]。表 2 显示了自灌水后第 1 d 至第 7 d 膜间土壤含水率的变化。从表 2 中可以看出,与对照相比,各种处理都增加了膜间土壤含水量,起到保水作用。其减小膜间含水量效果的大小关系为:覆秸秆 > 铺砂 > 喷施 PAM > 压实 > 对照。

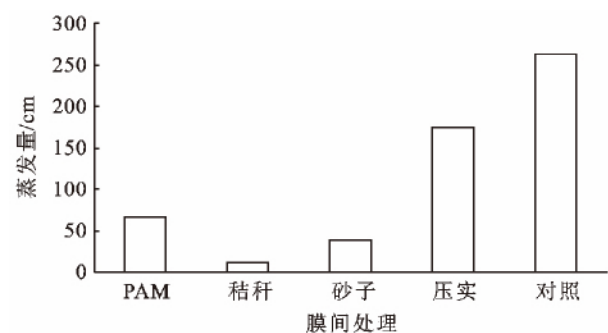


图 1 试验处理对土面蒸发量的影响

为了对比分析各种土壤含水量变化特征,采用含水量相对降低率进行比较,具体含水率相对降低率表示为:

$$\theta_x = \frac{\theta_1 - \theta_7}{\theta_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中: θ_x ——含水率的相对降低率(%)； θ_1 ——灌水后第一天的土壤含水量(g/g)； θ_7 ——灌水后第 7 d 的土壤含水量(g/g)。

通过计算和分析,在深度为 10 cm 处,覆秸秆,铺砂,施 PAM,压实及对照的土壤含水量相对降低率分别为 44%, 50%, 55%, 70% 和 77%。各处理相比对照,都能增加 15% 以上的土壤含水率,起到显著保水效果。其中,覆秸秆的效果最好,能够增加 30% 的土壤含水率。

表 2 膜间处理对膜间位置不同埋深质量含水量的影响

埋深/cm	处理	灌水后不同时间土壤质量含水量/ (g · g ⁻¹)		
		1 d	3 d	7 d
10	压实	0.094	0.067	0.040
	PAM	0.179	0.089	0.104
	砂子	0.146	0.116	0.101
	秸秆	0.171	0.129	0.095
	对照	0.053	0.059	0.050
20	压实	0.089	0.093	0.051
	PAM	0.166	0.116	0.080
	砂子	0.143	0.150	0.114
	秸秆	0.190	0.146	0.106
	对照	0.063	0.078	0.059
40	压实	0.073	0.077	0.047
	PAM	0.131	0.122	0.100
	砂子	0.133	0.141	0.089
	秸秆	0.168	0.155	0.118
	对照	0.069	0.069	0.051

2.2.2 处理方式对覆膜窄行土壤含水率的影响 由于覆膜窄行邻近膜间,故膜间含水量的变化对窄行的含水量有较大的影响。在膜间含水量比较低的时候,窄行的水分在水势梯度的作用下,向膜间移动,造成窄行含水量的降低。而当膜间的含水量比较高的时候,会使膜间的水分向窄行移动,补给作物的需水量,因此各处理对覆膜窄行含水量的影响对评价各处理减小蒸发和盐分积累的功效显得很重要。表 3 显示了自灌水后第 1 d 至第 7 d 窄行土壤含水率的变化。与对照相比,各处理都可以提高窄行的土壤含水量,起到保水作用。各处理减小覆膜窄行含水量效果的大小关系为:秸秆>铺砂>PAM>压实>对照。其中,在深度为 10 cm 处,覆秸秆的相对降低率为 47%,铺砂为 45%,施 PAM 为 56%,压实为 64%,对照为 77%。各处理相比对照,增加土壤含水量 15% 左右,保水效果显著,其中覆秸秆的效果最为明显,约

增加土壤含水量 20%。可见,各处理在提高膜间土壤含水量的同时,也降低了膜间和窄行的水势梯度,减小了窄行向膜间运移的水量,提高了窄行的含水量,从而对作物的生长有利。

表 3 膜间处理对窄行处不同埋深的质量含水量影响

埋深/cm	处理	灌水后不同时间土壤质量含水量/ (g · g ⁻¹)		
		1 d	3 d	7 d
10	压实	0.170	0.100	0.060
	PAM	0.182	0.114	0.080
	砂子	0.165	0.120	0.090
	秸秆	0.171	0.130	0.090
	对照	0.180	0.075	0.040
20	压实	0.168	0.089	0.050
	PAM	0.170	0.128	0.080
	砂子	0.168	0.120	0.080
	秸秆	0.179	0.115	0.090
	对照	0.170	0.080	0.040
40	压实	0.135	0.094	0.052
	PAM	0.180	0.164	0.109
	砂子	0.141	0.136	0.121
	秸秆	0.155	0.152	0.120
	对照	0.116	0.100	0.038

2.3 处理方式对土壤含盐量的影响

由于“盐随水走”,在膜下滴灌条件下,灌水后土壤盐分被水溶解运移到湿润锋处^[20-21],降低了作物根系层土壤含盐量,为作物创造了良好的水盐环境。但是由于膜间的存在,膜间表层土壤水分分会很快的蒸发损失,造成膜间表层土壤和深层土壤及覆膜土壤之间产生水势梯度,在水势梯度的作用下,深层土壤和覆膜土壤水分向膜间移动,然后不断的蒸发和损失,不利于土壤保水。而且土壤水分向膜间迁移的同时,也会将深层土壤和覆膜土壤盐分运移到膜间,从而增加膜间的溶质势,更加剧了水分向膜间的运移。在造成大量水分蒸发散失的同时,也造成盐分向作物根层的积累,从而对棉花的生长不利。因此各处理对土壤含盐量的影响,对评价各处理减小盐分积累的功效显得尤为重要。由于每个试验地含盐量本底值存在差异,所以在分析各处理对土壤含盐量的影响时,采用了相对脱盐率。具体表示为:

$$S_x = \frac{S_7 - S_q}{S_q} \times 100\% \quad (3)$$

式中: S_x ——相对脱盐率(%); S_7 ——灌水后第 7 d 的土壤含盐量(g/kg); S_q ——灌水前的土壤含盐量(g/kg)。其中相对脱盐率为正时,表示积盐。相对

脱盐率为负时,表示脱盐。

图 2a 显示了各个处理对膜间相对脱盐率变化的影响。可以看出,在 0—40 cm 处,与对照相比,各个处理都不同程度的减轻了盐分的积累。图 2b 显示了

各个处理对覆膜窄行相对脱盐率的影响。可以看出,在 0—40 cm,各个处理都有不同程度的积盐,但整体比对照积盐程度要小。图 2c 显示了各个处理对宽行相对脱盐率的影响,其规律不明显。

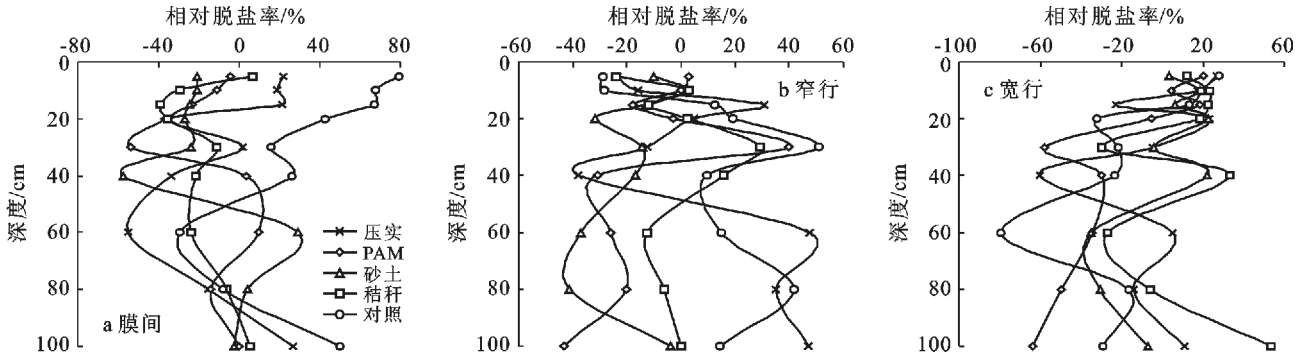


图 2 不同位置的相对脱盐率

同样从图 2 还可知,在膜间土壤埋深 10 cm 处,覆秸秆的相对脱盐率为 -29%,铺砂的相对脱盐率为 -21%,施用 PAM 的相对脱盐率为 -11%,压实的相对脱盐率为 19%,对照的相对脱盐率为 68%。各处理相比对照,约降低土壤含盐量 30%,脱盐效果显著。另外,各处理的脱盐效果大小为:覆秸秆 > 铺砂 > 施用 PAM > 压实 > 对照。这是由于各处理与对照相比,减小了膜间水分的蒸发,提高了膜间表层土壤含水量,降低了膜间表层土壤和深层土壤及膜下表层土壤之间的水势梯度,抑制了深层和膜下表层土壤水分向膜间的运移,降低了土壤中盐分随水分迁移的数量,因此造成盐分在膜间积累减小的现象。在窄行埋深 10 cm 处,覆秸秆的相对脱盐率为 3%,铺砂的相对脱盐率为 2%,施用 PAM 的相对脱盐率为 0%,压实的相对脱盐率为 -16%,对照的相对脱盐率为 -28%。各处理相比对照,约降低土壤含盐量 25%,脱盐效果显著。各处理的脱盐效果大小为:覆秸秆 < 铺砂 < 施用 PAM < 压实 < 对照,这是由于覆膜窄行种植的棉花进行生理代谢时会吸收土壤中的水分,降低了窄行的土壤含水量,而膜间的各个处理不同程度的提高了膜间的含水量,尤其是覆秸秆和铺砂使膜间含水量大于膜上窄行,于是在膜间和窄行之间产生水势梯度,造成膜间的水向窄行运移,从而使盐分迁移到窄行。

3 讨论与结论

3.1 讨论

在膜间覆秸秆、铺砂、喷施 PAM 和压实等都可以起到保水和抑制盐分在作物根系层积累的作用,有利于棉花的生长水盐环境的改善。各处理措施都具

有保水性,但是保水机理却是不相同的。在膜间覆秸秆可以避免太阳的直接辐射,而且秸秆的导热性比较低,有效地降低了膜间土壤温度,减小了土壤水分蒸发的动力。在膜间铺砂除了可以降低土壤温度外,还有有效的切断了土壤水分蒸发的通道,减小了土壤水分的蒸发。PAM 溶于水后形成絮状物,喷施在地表,切断了土壤水分蒸发的通道,减小了土壤水分的蒸发。压实增加了土壤的容重,破坏了原有的土壤水分蒸发孔隙通道,减小了土壤水分的蒸发。

国内有很多学者研究了田间覆秸秆、铺砂等措施的保水性。李玲玲等^[22]于 2001—2004 年,在甘肃农业大学定西旱农生态综合试验站的试验结果表明,免耕秸秆覆盖能显著提高 0—10 cm 深度的土壤含水量,连续 3 a 的观测发现,覆盖量为 4 500 kg/hm² 条件下,0—10 cm 深度的土壤含水量约为对照的 1.5 倍。卜玉山等^[23-26]于不同的地区做了大量研究,也得出相似的结论。在田间大面积的覆秸秆会给作物带来不利影响。首先,作物自出苗后被覆盖在秸秆的下面,影响作物的光合,而且后期作物的生长也会受到压制。其次,在来年耕种时若不回收秸秆,秸秆被翻耕到土壤中,由于秸秆量大,不易被微生物充分分解,影响作物的出苗。在田间大面积铺砂,会造成土壤的沙化,恶化土壤的肥力,对土壤的可持续利用不利。大面积喷施 PAM,不利于农民的经济收入,也难以推广使用。而在膜间覆秸秆、铺砂、喷施 PAM 等不仅充分的发挥了它们的保水作用,而且也有有效的避免了它们带来的危害。首先作物生长在膜上,覆盖在膜间的秸秆不会影响作物的生长,而且膜间面积相对比较小,秸秆量比较少,被翻耕到土壤中较容易分解,对作物的出苗不产生影响。另外在膜间铺砂,不仅不会恶

化土壤肥力,还会改善土壤的物理特性,这是由于新疆的盐碱地土壤颗粒分散比较严重,土壤容重大,膜间铺适量的砂,被翻耕到土壤中会改善土壤物理特性。

3.2 结论

(1) 膜间覆秸秆、铺砂、施用 PAM 和压实都可以减小土面蒸发量,增加土壤含水量,改善棉花的生长水盐环境。其中,在覆膜窄行埋深为 10 cm 处,各处理的土壤含水量相对降低率:覆秸秆为 47%,铺砂为 45%,施 PAM 为 56%,压实为 64%,对照为 77%。

(2) 膜间覆秸秆、铺砂、施用 PAM 和压实抑制了盐分的垂向迁移,降低了盐分在作物根系层的积累程度,为棉花的生长创造了良好的水盐环境。其中,在覆膜窄行埋深为 10 cm 处,各处理的相对脱盐率为:覆秸秆为 3%,铺砂为 2%,施 PAM 为 0%,压实为一 16%,而对照为一 28%。

[参 考 文 献]

- [1] 律兆松,王汝镛. 不同生物措施改良苏打盐土效果的模糊综合评价初探[J]. 土壤通报,1989,20(5):200-205.
- [2] 陈德明,俞仁培. 作物相对耐盐性的研究(II):不同栽培作物的耐盐性差异[J]. 土壤学报,1996,33(2):121-127.
- [3] Gorham J, Jones R G, McDonnell E. Some mechanisms of salt tolerance in crop plant[J]. Plant and Soil, 1985, 89(1):15-40.
- [4] Isabel C D. Physiological response of sunflower seedlings to salinity and potassium supply[J], Soil Sci. Plant Anal., 1999,30(5/6):773-783.
- [5] 肖振华, Prendergast B, Noble C L. 灌溉水质对土壤水盐动态的影响[J]. 土壤学报,1994,31(1):8-17.
- [6] 李新举,张志国,李永昌. 秸秆覆盖对盐渍土水分状况影响的模拟研究[J]. 土壤通报,1999,30(4):176-177.
- [7] 许慰睽,陆炳章. 应用免耕覆盖法改良新垦盐荒地的效果[J]. 土壤,1990,2(1):17-19.
- [8] 王永清. 碱化土壤上磷石膏的施用效果[J]. 土壤通报,1999,30(2):51-52.
- [9] 石元春. 盐碱地的水盐运动[M]. 北京:北京农业大学出版社,1986.
- [10] 李翠萍,白杨,王艳春,等. 浅析玉米膜下滴灌栽培技术中的膜效应及水肥供应[J]. 农村实用科技信息,2009,3(12):27-30.
- [11] 王会肖,刘昌明. 农田蒸散、土壤蒸发与水分有效利用[J]. 地理学报,1997,52(5):843-454.
- [12] 刘昌明,张喜英,由懋正. 大型蒸渗仪与小型棵间蒸发器结合测定冬小麦蒸散的研究[J]. 水利学报,1998(10):36-39.
- [13] 刘钰, Fernando R M, Pereira L S. 微型蒸发器田间实测麦田与裸地土面蒸发强度的试验研究[J]. 水利学报,1999(6):54-59.
- [14] 张明炆. 土壤学与农作学[M]. 北京:中国水利水电出版社,1994.
- [15] 任志雨,王秀峰. 根区温度对作物生长和生理代谢的影响综述[J]. 天津农学院学报,2003,2(6):16-19.
- [16] 程建峰,陈素珍,潘晓云,等. 土壤温度对陆稻根系生长发育的影响[J]. 江西农业大学学报,2000,1(13):25-27.
- [17] 赵伟,吴军虎,王全九,等. 聚丙烯酰胺对黄土坡面水分入渗及溶质迁移的影响[J]. 水土保持学报,2012,26(6):36-40.
- [18] 黄强,田长彦,赵正勇,等. 棉田膜内与膜间土壤溶液含盐量的变化[J]. 灌溉排水,2001,3(8):37-42.
- [19] 申孝军,杨磊,李东伟,等. 西北干旱区滴灌棉田膜间土壤蒸发试验研究[J]. 农村水利水电,2012,2(14):14-18.
- [20] 张志新. 滴灌[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1992.
- [21] 王全九,王文焰,汪志荣. 盐碱地膜下滴灌技术参数的确定[J]. 农业工程学报,2001,17(2):47-50.
- [22] 李玲玲,黄高宝,张仁陟,等. 免耕秸秆覆盖对旱作农田土壤水分的影响[J]. 水土保持学报,2005,19(6):94-96.
- [23] 薛少平,朱琳,姚万生,等. 麦草覆盖与地膜覆盖对旱地可持续利用的影响[J]. 农业工程学报,2002,18(6):71-73.
- [24] 陈素英,张喜英,刘孟雨. 玉米秸秆覆盖麦田下的土壤温度和土壤水分动态规律[J]. 中国农业气象,2002,23(4):34-37.
- [25] 廖允成,温晓霞,韩思明,等. 黄土高原旱地小麦覆盖保水技术效果研究[J]. 中国农业科学,2003,36(5):548-552.
- [26] 卜玉山,苗果园,周乃健,等. 地膜和秸秆覆盖土壤肥力效应分析比较[J]. 中国农业科学,2006,39(5):1069-1075.