

# 秸秆覆盖对盐渍化土壤水盐动态的影响

孙博<sup>1</sup>,解建仓<sup>1</sup>,汪妮<sup>1</sup>,王天平<sup>1</sup>,李春娇<sup>2</sup>

(1.西安理工大学水利水电学院,陕西西安710048;2.辽宁省国土资源厅信息中心,辽宁沈阳110032)

**摘要:**研究了不同秸秆覆盖量下盐渍化土壤蒸发量、不同生育期各土层的含水率及含盐量的动态变化规律。结果表明:秸秆覆盖后,盐渍化土壤蒸发量比对照低,随着秸秆覆盖量的增加,蒸发量逐渐减少,当秸秆覆盖量为 $0.75\text{ kg/m}^2$ (C2)时,日蒸发量减少幅度平缓,趋于稳定。与对照相比,秸秆覆盖量为 $1.05\text{ kg/m}^2$ (C1), $0.75\text{ kg/m}^2$ (C2), $0.45\text{ kg/m}^2$ (C3), $0.15\text{ kg/m}^2$ (C4)时的蒸发抑制率依次为80.54%、79.01%、62.45%、37.93%。随着秸秆覆盖量增加,不同生育期,各土层含水率逐渐增加,当秸秆覆盖量达到 $0.75\text{ kg/m}^2$ (C2)时,各土层含水率达到最佳状态。根据整个生育期的监测结果,不同秸秆覆盖量处理具有明显抑制盐分表聚的作用,当秸秆覆盖量达到 $0.75\text{ kg/m}^2$ (C2)时,各土层含盐量降低效果最佳,其中抑制作用最强的是0~10 cm土层,含盐量降低趋势最大。因此,采用秸秆覆盖地改良盐渍化土壤,减少了土壤水分蒸发损失,提高了水分利用效率,抑制了盐渍化土壤可溶性盐分的表聚作用,有效地提高了耕地面积的利用。

**关键词:** 秸秆覆盖;土壤蒸发;土壤含水量;土壤含盐量;蒸发抑制率

**中图分类号:** S156.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)04-0180-05

我国盐渍土面积大、分布广泛,同时还有大面积的潜在盐渍化土壤<sup>[1]</sup>。目前,我国尚有80%左右的盐渍土尚未得到开发利用,是重要的土地资源,有着巨大的发展潜力。根据“盐随水来,盐随水去”的原理,只要能控制土壤水分蒸发就可减轻盐分表聚,达到改良的目的。通过覆盖物可以降低土壤水分蒸发,从而能抑制表层土壤盐渍化,秸秆覆盖、地膜覆盖和砂石覆盖等是田间常用的覆盖方式<sup>[2]</sup>。根据研究显示<sup>[3~7]</sup>,我国干旱和半干旱地区,秸秆覆盖不仅可以增加土壤养分、调节土壤温度、抑制田间杂草生长,而且秸秆覆盖可以抑制土面蒸发,起到蓄水保墒的作用,从而抑制盐分的表聚性,使土壤表层含盐量降至作物耐盐度以内,土壤盐分表聚是土壤发生盐渍化的重要因素,通过地面覆盖,减少地面蒸发,抑制盐分表聚,是盐渍土改良的一种手段。李新举等<sup>[8]</sup>对不同盐分含量(轻度盐化、中度盐化、重度盐化)的砂壤土进行了秸秆覆盖的模拟试验,结果表明:秸秆覆盖可有效地控制土壤水分的蒸发,从而控制盐分的表聚性,减轻土壤表层的盐化程度,从而达到改良盐渍土的目的。虎胆·吐马尔白等<sup>[9]</sup>通过对不同地下水埋深不同位置秸秆覆盖试验,分析了不同地下水埋深不同位置秸秆覆盖土壤含盐量,得出地表以下30 cm处秸秆覆盖的土壤含盐量大于地表

表层秸秆覆盖的土壤含盐量。目前,地面覆盖的研究主要是针对覆盖对土壤水分和温度的影响<sup>[10]</sup>,而对覆盖条件下盐渍化土壤水盐动态影响的研究较少,而且主要集中在实验室进行。对于秸秆还田方式之一的秸秆覆盖,如何控制覆盖量对土壤水盐运动的正负效应,需要深入了解秸秆覆盖量与土壤水盐运动的相互关系。为此,本研究通过田间试验,对不同秸秆覆盖量条件下的土壤蒸发、不同生育期各土层含水量及含盐量的影响进行研究,为推动秸秆覆盖技术改良盐渍化土壤提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验设在陕西省卤泊滩盐渍化地区,属半干旱大陆性气候,全年蒸发量1 100~1 300 mm,是降雨量的2~2.3倍。土壤盐渍化逐渐严重,滩区内土地长期荒芜,土地资源闲置。区域土壤检测数据显示:土壤有机质平均含量7 g/kg,全含盐量平均7.74 g/kg,pH值平均9.33,不利于农作物生长。

### 1.2 试验设计

选择土壤盐分均匀的地块作为试验场地,在试验布设前,进行一次深翻、平整土地、返盐的过程。在卤泊滩盐渍化土壤试验小区,季节选在夏季(2009

收稿日期:2010-11-12

基金项目:国家自然科学基金(51079120);陕西省教育厅2010年省级重点实验室项目(2010JS077);国家863计划项目(2006AA01A126);国家自然科学基金(50979088);陕西省国际合作重点项目(2008KW-32)

作者简介:孙博(1983—),男,河北唐山人,博士研究生,研究方向为水文与水资源。E-mail:goumiao6334@163.com。

通讯作者:解建仓(1963—),男,陕西眉县人,教授,博士生导师,主要从事水资源管理及水利信息化研究。E-mail:jxie@mail.xaut.edu.cn。

年6月20日—9月10日),试验区长度为10.0 m,宽为3.0 m,面积为30.0 m<sup>2</sup>,按照3 m×2 m的面积划分试验区,依次排列。选用收获后自然风干的玉米秸秆作为试验材料,秸秆粉碎成长度2 cm左右。试验共布设5种覆盖处理方式:C0(不覆盖),C1(秸秆覆盖1.05 kg/m<sup>2</sup>),C2(秸秆覆盖0.75 kg/m<sup>2</sup>),C3(秸秆覆盖0.45 kg/m<sup>2</sup>),C4(秸秆覆盖0.15 kg/m<sup>2</sup>)。土壤分为3层:0~10 cm,10~30 cm,30~50 cm,采用烘干法测定土壤含水率;用滴定法测定各层土壤盐分全盐量;土壤蒸发用微型蒸渗仪(MLS)直接测定,土壤蒸发观测时间为每天早上8:00,下午19:00各测一次,采用精度为0.01 g的电子天平称重。

表1 试验设计

Table 1 Experimental design

处理方式 Treatment method	秸秆覆盖量 Straw mulching quantity (kg/m <sup>2</sup> )	试验区面积 Test area
C1	1.05	3 m×2 m=6 m <sup>2</sup>
C2	0.75	3 m×2 m=6 m <sup>2</sup>
C3	0.45	3 m×2 m=6 m <sup>2</sup>
C4	0.15	3 m×2 m=6 m <sup>2</sup>
C0(CK)	0	3 m×2 m=6 m <sup>2</sup>

## 2 结果与分析

### 2.1 秸秆覆盖盐渍化土对土壤蒸发量的影响

2.1.1 土壤蒸发日变化过程 图1为2009年大田秸秆覆盖后土壤蒸发的逐日变化趋势。从图中可知,4种秸秆覆盖处理和对照处理(不覆盖秸秆)的土壤蒸发变化趋势基本一致,只是在变化幅度上存在差异。一年的试验数据显示,土壤蒸发量由大到小的排序为:C0>C4>C3>C2>C1。C0处理的土壤蒸发量变化起伏最大,随着覆盖量的增加,其变化趋于平稳,当覆盖量达到0.75 kg/m<sup>2</sup>(C2)时,土壤蒸发量基本在0.5 mm/d左右,变化趋势非常平缓。在7月中旬前,各处理方式下土壤蒸发比较大,原因是这一时期天气干燥,气温、地温较高。7月中旬至8月底这一时期正是当地的雨季,阴雨天气偏多,空气湿度大,因此土壤蒸发量较小。9月份由于此时气温、地温的下降,土壤蒸发并没有明显的增大。秸秆覆盖处理的土壤蒸发要明显小于对照处理(不覆盖秸秆)的,说明秸秆覆盖有保墒抑蒸的效应。

2.1.2 逐日土壤蒸发累积变化过程 由图2可知,5种处理情况下土壤累积蒸发量的变化趋势基本一致,对照处理(不覆盖秸秆)土壤蒸发累积量明显大于覆盖处理,说明秸秆覆盖对土壤蒸发有一定的抑

制作用,并且抑制的幅度是多覆盖处理高于少覆盖处理,但C1处理和C2处理间的差异较小。

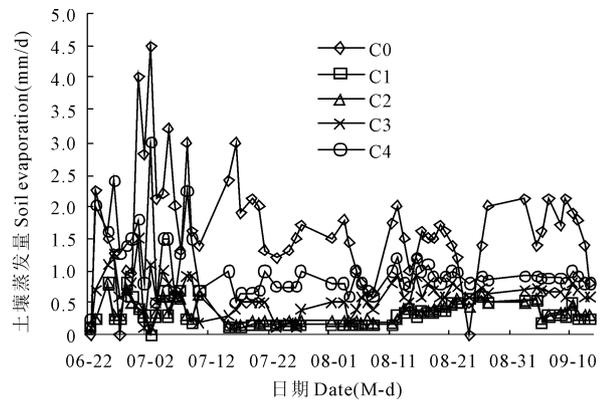


图1 不同秸秆覆盖量下土壤蒸发逐日变化规律

Fig.1 Daily variation regularity of soil evaporation with straw mulching content

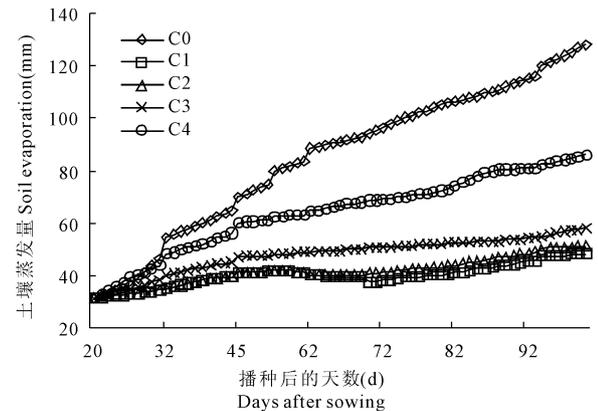


图2 不同秸秆覆盖量土壤蒸发逐日累积变化规律

Fig.2 Change of daily variation of soil evaporation with straw mulching content

2009年通过大田试验,C0处理(不覆盖秸秆)的土壤蒸发逐日累积量为129.66 mm,C1(秸秆覆盖1.05 kg/m<sup>2</sup>),C2(秸秆覆盖0.75 kg/m<sup>2</sup>),C3(秸秆覆盖0.45 kg/m<sup>2</sup>),C4(秸秆覆盖0.15 kg/m<sup>2</sup>)处理的土壤蒸发逐日累积量分别为47.31、50.59、61.02 mm和85.49 mm。

2.1.3 秸秆覆盖对表层土壤蒸发抑制率的影响 根据试验不同秸秆覆盖量下土壤蒸发逐日变化可知,C0处理的土壤平均蒸发量为1.6585 mm/d,C1(秸秆覆盖1.05 kg/m<sup>2</sup>),C2(秸秆覆盖0.75 kg/m<sup>2</sup>),C3(秸秆覆盖0.45 kg/m<sup>2</sup>),C4(秸秆覆盖0.15 kg/m<sup>2</sup>)处理的土壤平均蒸发量分别为0.3227 mm/d、0.3482 mm/d、0.6228 mm/d和1.0295 mm/d。

与不覆盖秸秆相比较,C1、C2、C3、C4处理的抑蒸率分别为80.54%、79.01%、62.45%、37.93%,随着秸秆覆盖量的增加而增大,当秸秆覆盖量达到

0.75 kg/m<sup>2</sup> (C2)后,抑蒸率增加的幅度很小。

## 2.2 秸秆覆盖盐渍化土对土壤水分和盐分的影响

### 2.2.1 秸秆覆盖下不同土层含水率变化规律

如图 3,在不同生育期不同秸秆覆盖量下盐渍化土壤不同土层含水率变化趋势基本一致。随着秸秆覆盖量的增加,不同生育期土壤不同土层的含水率都呈现增加的趋势。

在播种~拔节期,在 0~10 cm 土层处,土壤含水率随秸秆覆盖量的增加而增加,当秸秆覆盖量达到 0.75 kg/m<sup>2</sup> (C2)时,含水率达到最大,为 19.15%,比对照 C0 时含水率(10.17%)增加了 8.98%;在 10~30 cm 土层处,C2 时含水率为 22.43%,比 C0 时含水率(14.03%)增加了 8.40%;在 30~50 cm 土层处,C2 时含水率为 25.59%,比 C0 时含水率(18.06%)增加了 7.53%。

在拔节~抽雄期,在 0~10 cm 土层处,C2 时含水率达到最大,为 24.41%,比对照 C0 时含水率(13.72%)增加了 10.69%;在 10~30 cm 土层处,C2 时含水率为 28.59%,比 C0 时含水率(18.92%)增加了 9.67%;在 30~50 cm 土层处,C2 时含水率为 32.62%,比 C0 时含水率(24.37%)增加了 8.25%。

在抽雄~灌浆期,在 0~10 cm 土层处,C2 时含水率达到最大,为 14.10%,比对照 C0 时含水率(7.62%)增加了 6.48%;在 10~30 cm 土层处,C2 时含水率为 16.51%,比 C0 时含水率(10.50%)增加了 6.01%;在 30~50 cm 土层处,C2 时含水率为 18.84%,比 C0 时含水率(13.53%)增加了 5.31%。

在灌浆~成熟期,在 0~10 cm 土层处,C2 时含水率达到最大,为 23.91%,比对照 C0 时含水率(12.93%)增加了 10.98%;在 10~30 cm 土层处,C2 时含水率为 28.00%,比 C0 时含水率(17.83%)增加了 10.17%;在 30~50 cm 土层处,C2 时含水率为 31.95%,比 C0 时含水率(22.96%)增加了 8.99%。

从整个生育期的不同时期来看,对盐渍化土壤采用秸秆覆盖,能够有效地减少土壤水分蒸发损失和抑制盐分向地表集聚,并且随着秸秆覆盖量的增加,抑制作用增强。采用秸秆覆盖后不同生育期各层土壤水分比对照都有所增加,这是秸秆覆盖抑制了蒸发损失的缘故,同时秸秆覆盖后,30~50 cm 土层含水率>10~30 cm 土层含水率>0~10 cm 土层含水率。当秸秆覆盖量为 0.75 kg/m<sup>2</sup> (C2)时,不同生育期,各土层含水率达到最佳状态。

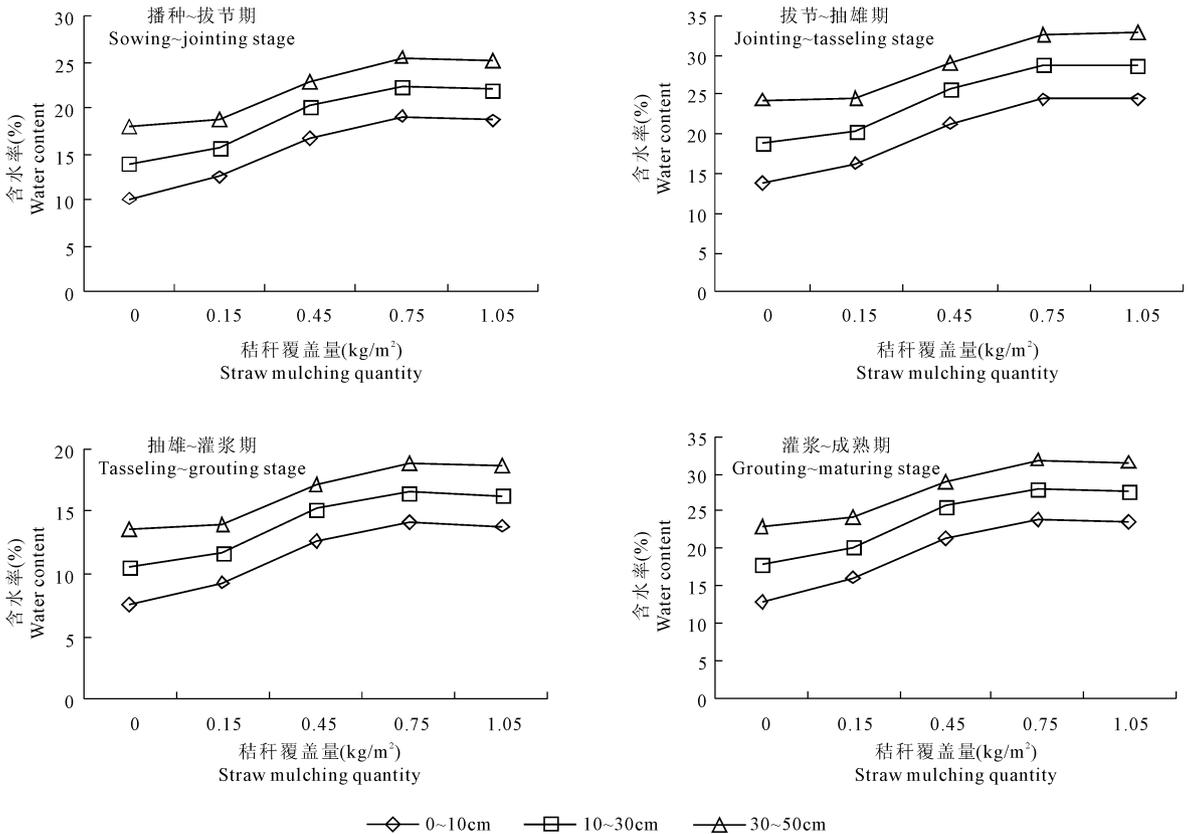


图 3 不同生育期盐渍化土壤含水率随秸秆覆盖量的变化

Fig. 3 Change of saline soil water content with straw mulching content at different growth stages

2.2.2 秸秆覆盖下不同土层含盐量变化规律 从图4可知,与对照试验比较,随秸秆覆盖量的增加,不同生育期各土层含盐量都呈现降低的趋势。

播种~拔节期,在0~10 cm土层,C0时土壤含盐量为14.5 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为8.4、3.4、2.2、2.1 g/kg。与对照试验C0相比,土壤含盐量分别减少了0.61%、1.11%、1.23%、

1.24%;在10~30 cm土层,C0时土壤含盐量为8.5 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为7.4、4.6、3.8、3.7 g/kg,土壤含盐量分别减少了0.11%、0.39%、0.47%、0.48%;在30~50 cm土层,C0时土壤含盐量为7.7 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为7.0、5.3、4.7、4.7 g/kg,土壤含盐量分别减少了0.07%、0.24%、0.30%、0.30%。

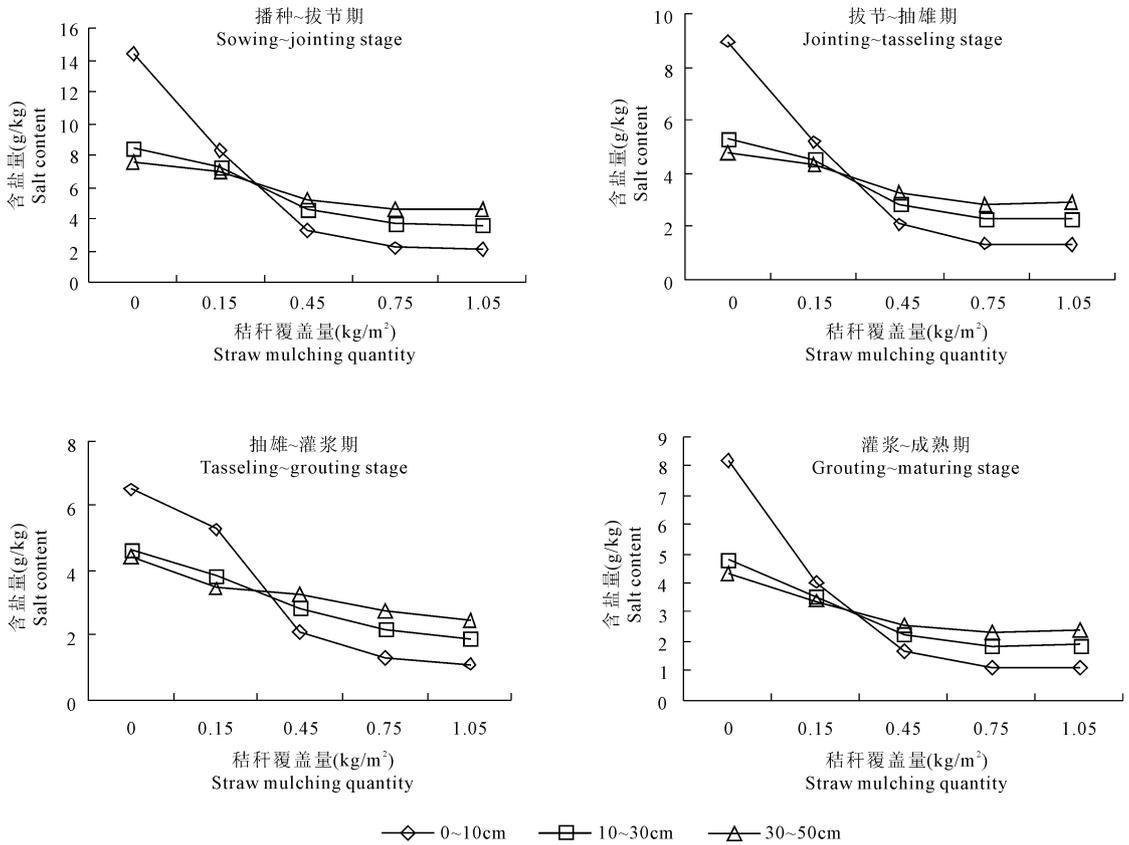


图4 不同生育期盐渍化土壤含盐量随秸秆覆盖量的变化

Fig.4 Change of saline soil salt with straw mulching content at different growth stages

拔节~抽雄期,在0~10 cm土层,C0时土壤含盐量为9.0 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为5.2、2.1、1.4、1.3 g/kg,含盐量分别减少了0.38%、0.69%、0.76%、0.77%;在10~30 cm土层,C0时土壤含盐量为5.3 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为4.6、2.8、2.3、2.3 g/kg,含盐量分别减少了0.07%、0.25%、0.30%、0.30%;在30~50 cm土层,C0时土壤含盐量为4.8 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为4.4、3.2、2.8、2.9 g/kg,含盐量分别减少了0.04%、0.16%、0.20%、0.19%。

抽雄~灌浆期,在0~10 cm土层,C0时土壤含盐量为6.5 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为5.3、2.1、1.3、1.1 g/kg,含盐量分别减少了0.12%、0.44%、0.52%、0.54%;在10~30 cm土层,C0时土壤含盐量为4.6 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤

含盐量分别为3.8、2.8、2.2、1.9 g/kg,含盐量分别减少了0.08%、0.18%、0.24%、0.27%;在30~50 cm土层,C0时土壤含盐量为4.4 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为3.5、3.2、2.7、2.4 g/kg,含盐量分别减少了0.09%、0.12%、0.17%、0.20%。

灌浆~成熟期,在0~10 cm土层,C0时土壤含盐量为8.2 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为4.0、1.7、1.1、1.1 g/kg,含盐量分别减少了0.42%、0.65%、0.71%、0.71%;在10~30 cm土层,C0时土壤含盐量为4.8 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为3.6、2.3、1.9、1.9 g/kg,含盐量分别减少了0.12%、0.25%、0.29%、0.29%;在30~50 cm土层,C0时土壤含盐量为4.3 g/kg,C4、C3、C2、C1时土壤含盐量分别为3.4、2.6、2.3、2.4 g/kg,含盐量分别减少了0.09%、0.17%、0.20%、0.19%。

采用秸秆覆盖处理与不覆盖相比较,从整个生育期来看,秸秆覆盖具有明显的抑制可溶性盐分的表聚作用,并且随着秸秆覆盖量的增加,阻隔的效果越好,当秸秆覆盖量达到  $0.75 \text{ kg/m}^2$  (C2) 时,各土层含盐量降低效果最佳,其中抑制作用最强的是  $0\sim 10 \text{ cm}$  土层,含盐量降低趋势最大。

### 3 结 论

1) 秸秆覆盖处理的保墒效应随着秸秆覆盖量的增加而增大,4 种秸秆覆盖处理方式与抑蒸率呈正比关系,随着秸秆覆盖量的增加,土壤蒸发的抑制率逐渐增大。大田试验研究结果表明,C1、C2、C3、C4 四种处理与不覆盖秸秆(C0)相比较,土壤蒸发的抑制率分别为 80.54%、70.90%、62.45%、37.93%。

2) 秸秆覆盖量对土壤蒸发量、土壤含水率、土壤蒸发抑制率影响很大,秸秆覆盖量越高越有利于水分利用效率的提高,即高秸秆覆盖量处理的综合效应优于低秸秆覆盖量处理。

3) 从整个生育期的不同时期来看,采用秸秆覆盖处理,能够有效减少土壤水分的蒸发,抑制土壤盐渍化的形成,达到保墒抑蒸效应,并随着秸秆覆盖量的增大而愈加明显。当秸秆覆盖量为  $0.75 \text{ kg/m}^2$  (C2) 时,各土层含水率达到最佳状态。

4) 在不同生育期,采用秸秆覆盖处理具有明显

的抑制盐分表聚的作用,当秸秆覆盖量达到  $0.75 \text{ kg/m}^2$  (C2) 时,土层含盐量降低效果最佳,可以明显地抑制盐分在  $0\sim 10 \text{ cm}$  土层处的积累,使各层土壤盐分含量变化趋于稳定状态。

#### 参 考 文 献:

- [1] 王尊亲.中国盐渍土[M].北京:科学出版社,1993:250—311.
- [2] 王 维,郑曙峰,路曦结,等.农田秸秆覆盖技术研究进展[J].安徽农业科学,2009,37(18):8343—8346.
- [3] J A Tolk, T A Howell, S R Evett. Effect of mulch, irrigation and soil type on water use and yield of maize [J]. Soil & Tillage Research, 1999, 50:137—147.
- [4] Jia S N, Paul W. Unger. Soil water accumulation under different precipitation, potential evaporation, and straw mulch conditions [J]. Soil Science Society of America Journal, 2001, 65:442—448.
- [5] 李新举,张志国.秸秆覆盖对土壤水分蒸发及土壤盐分的影响[J].土壤通报,2009,30(6):257—258.
- [6] 侯连涛,焦念元,韩 宾,等.不同覆盖方式对土壤水分分布的影响[J].灌溉排水学报,2007,26(1):47—48.
- [7] 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(5):94—96.
- [8] 李新举,张志国,刘勋岭,等.秸秆覆盖对土壤水盐运动的影响[J].山东农业大学学报(自然科学版),2000,31(1):38—40.
- [9] 虎胆,吐马尔白,吴旭春,迪力达.不同位置秸秆覆盖条件下土壤水盐运动实验研究[J].灌溉排水学报,2006,25(1):34—37.
- [10] 陈素英,张喜英,裴 冬,等.玉米秸秆覆盖对麦田土壤温度和土壤蒸发的影响[J].农业工程学报,2005,21(10):171—173.

## Effect of straw mulching on water-salt dynamic of saline soil

SUN Bo<sup>1</sup>, XIE Jian-cang<sup>1</sup>, WANG Ni<sup>1</sup>, WANG Tian-ping<sup>1</sup>, LI Chur-jiao<sup>2</sup>

(1. College of Hydrology and Water Resources, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China;

2. Information Center, Liaoning Provincial Department Resources, Shenyang, Liaoning 110032, China)

**Abstract:** The variable law of saline soil evaporation, water content and salt content was studied in the straw mulching condition. The results showed: after straw mulching, the saline soil evaporation is lower than control experiment, with increasing of straw mulching content, soil evaporation is decreased, when straw mulching content is  $0.75 \text{ kg/m}^2$ , the decrease range of day evaporation is changed mildly. Compared with the control experiment, when the straw mulching content is  $1.05 \text{ kg/m}^2$  (C4),  $0.75 \text{ kg/m}^2$  (C3),  $0.45 \text{ kg/m}^2$  (C2),  $0.15 \text{ kg/m}^2$  (C1), inhibition rate of soil evaporation is 80.54%、79.01%、62.45%、37.93%, respectively. With increasing of straw mulching content, water content of different soil layers is increased in the different growth stages, when straw mulching content is  $0.75 \text{ kg/m}^2$ , water content of different soil layers is best. Based on the monitoring results of the whole growth period, treatment of different straw mulching content can inhibit salt accumulation, when straw mulching content is  $0.75 \text{ kg/m}^2$ , decreasing effect of salt content of different soil layers is best. Salt content inhibition of  $0\sim 10 \text{ cm}$  soil layer is strongest, decreasing trend of salt content is maximum. Therefore, straw mulching soil surface is improved saline soil, reduced soil water evaporation loss, improved water use efficiency, inhibited surface accumulation of the salt, improved the utilization of arable land.

**Keywords:** straw mulching; soil evaporation; soil water content; soil salt content; evaporation inhibition