

## 不同覆盖方式对盐碱原土土壤水分和油葵产量的影响

吕雯, 孙兆军, 李茜, 罗成科 (宁夏大学环境工程研究院, 宁夏(中阿)旱区资源评价与环境调控重点实验室, 宁夏银川 750021)

**摘要** [目的]研究不同覆盖方式对盐碱原土土壤水分和油葵产量的影响。[方法]设置地膜+秸秆覆盖(PSM)、地膜覆盖(PM)、秸秆覆盖(SM)和无覆盖常规种植(CK)4个处理,探讨不同覆盖条件下油葵种植地土壤水分时空特征及其对生长、产量的影响。[结果]PSM处理在苗期0~30 cm土壤水分显著低于PM、SM和CK处理( $P < 0.05$ ),而在现蕾期,PSM处理在该层的土壤含水量显著高于其他3种处理;PSM处理最大株高和叶片数为112.3 cm和27.0片,显著大于PM、CK和SM处理( $P < 0.05$ ),产量比其他3种处理分别提高了35.45%、120.15%、87.80% ( $P < 0.05$ ),PSM处理的水分利用效率分别比SM和CK处理提高了10.80%、32.72%。[结论]在盐碱原土种植油葵采用地膜+秸秆覆盖能提高天然降水的生产潜力,促进节水生产。

**关键词** 覆盖;土壤水分;产量

中图分类号 S565.5 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)14-0026-03

Effects of Different Mulching Methods on Water in Original Saline Alkali Soil and *Helianthus annuus* Yield

LÜ Wen, SUN Zhao-jun, LI Qian et al (Ningxia(China-Arab)Key Laboratory of Resource Assessment and Environment Regulation in Arid Region, Institute of Environmental Engineering, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract** [Objective] Effects of different mulching methods on soil water and *Helianthus annuus* yield were studied. [Method] The field management practices including plastic film and straw dual-mulching (PSM), plastic film mulching (PM), straw mulching (SM) and conventional tillage (CK) were designed to study their effects on soil water use efficiency (WUE) and crop yield. [Result] In the seedling stage of *H. annuus* at the topsoil (0-30 cm), the soil water content in the treatment of PSM was lower ( $P < 0.05$ ) than that of PM, SM and CK, respectively. However, the water content in PSM treatment in the squaring stage was higher ( $P < 0.05$ ) than that in the treatments of PM, SM and CK, respectively. Plant height and leaf number of PSM treatment were 112.3 cm and 27.0, which were significantly greater than other treatments ( $P < 0.05$ ). The yield of *H. annuus* in the treatment of PSM was 35.45%, 120.15% and 87.80% higher than that in treatments of PM, SM and CK ( $P < 0.05$ ). The water use efficiency of PSM treatment increased by 10.80% and 32.71%, respectively, compared with the treatments of SM and CK. [Conclusion] Using plastic film and straw dual-mulching to plant *H. annuus* in original saline alkali soil can raise the production potential of natural precipitation and promote water-saving production.

**Key words** Mulch; Soil moisture; Yield

河套地区是我国西部地区重要的生态屏障,土壤盐渍化和水资源短缺是该地区绿洲生态系统和农业可持续发展的重要限制因素。降雨或灌溉后,盐碱原土分布地区水分很难下渗,植物生长受到不同程度的限制,成片的盐碱原土变为荒地。采用旱作地面覆盖是减少土壤水分蒸发,增加土壤有效贮水量,减少土壤盐分表聚和改良盐碱原土的重要手段<sup>[1-5]</sup>。油葵是一种耐盐碱耐旱作物,广泛种植在新开垦的盐碱原土和中低产田中。在油葵种植中采用地膜和秸秆单一覆盖方式种植时,也存在着一些不利因素。由于新开垦的盐碱原土可耕作性差,采用地膜覆盖种植作物时出现膜孔泥泞、板结及积盐<sup>[6-8]</sup>等现象,从而造成油葵大幅减产。同时有研究表明,地膜覆盖会使作物早衰减产<sup>[9-10]</sup>;秸秆覆盖会产生前期低温效应<sup>[11-15]</sup>,从而导致作物产量降低。

目前关于不同覆盖方式对盐碱地土壤种植油葵产量及生长影响的研究较少。笔者对比4种不同覆盖方式下土壤剖面水分分布及其随降雨和时间的变化特点,并研究其对油葵生长发育及产量形成等方面的影响,探索改良盐碱原土荒地和盐渍化中低产田,提高耕地土壤保水能力和降水利用效率的方法和途径,为实现盐碱地原土改良种植油葵的可持续发展提供科学依据和技术支撑。

## 1 材料与方法

**1.1 试验区概况** 试验设在宁夏银北西大滩,该地位于宁夏贺兰山东麓洪积扇边缘,属于黄河中上游灌溉地区(106°24'209"E、38°50'289"N),属干旱的暖温带季风气候;多年平均降水量为176.5 mm,多年平均蒸发量为1755.1 mm;地下水深埋1.5~2.0 m;土壤碱化度普遍在20%以上,pH在9以上;土壤有机质和含盐量低,质地黏重(容重1.42~1.74 g/cm<sup>3</sup>),田间最大持水量为22%~41%,凋萎系数为14%~18%。

**1.2 材料** 供试作物为油葵,品种为KWS203。

**1.3 试验设计** 设置地膜+秸秆(PSM)、地膜(PM)、秸秆(SM)和无覆盖常规种植(CK)4个处理,各处理3次重复。地膜厚度0.01 mm、膜宽200 cm。采用随机区组排列,各小区8 m×6 m,中间间隔2 m作为保护行,共12个小区。2014年5月31日人工播种油葵,播种量112.50 kg/hm<sup>2</sup>,行距50 cm、株距25~30 m,10月上旬收获。整个生育期不灌溉,各处理田间施肥、除草及整蔓等其他管理措施一致。播种前施入有机肥(牛粪)30×10<sup>3</sup> kg/hm<sup>2</sup>、尿素225 kg/hm<sup>2</sup>、过磷酸钙60 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾60 kg/hm<sup>2</sup>。

## 1.4 测定方法

**1.4.1 土壤含水量** 采用土钻烘干法测定土壤含水量,测土深度为0~100 cm,取样间隔为10 cm,取样时间分别在油葵播种前1 d(5月30日)、苗期(7月4日)、现蕾期(7月31日)、开花期(9月10日)、成熟期(10月9日),3次重复。

**1.4.2 产量及生长指标** 采用常规方法测定不同处理油葵的植株株高、茎粗、盘直径、单盘粒质量、盘粒数、百粒质量、

**基金项目** 宁夏回族自治区自然科学基金项目(NZ0701);林业公益性行业科研专项(201504402)。

**作者简介** 吕雯(1979—),女,宁夏银川人,助理研究员,博士,从事节水农业与水土保持研究。

**收稿日期** 2017-03-11

产量等,定苗后各小区均在采样点附近的固定位置选取 10 株油菜定期进行株高、叶片数观测。油菜成熟后按小区单独收割、脱粒、晒干后称质量,并计算单位面积油菜产量。

### 1.4.3 作物水分利用效率。

$$WUE = Y/ET \quad (1)$$

式中, $WUE$  为水分利用效率 [ $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{mm})$ ]; $Y$  为作物产量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ), $ET$  为作物生育期内蒸散量 ( $\text{mm}$ )。

**1.5 数据处理** 试验数据采用 Microsoft Excel 2007 软件进行处理,SPSS 22.0 软件进行方差分析,Duncan's 新复极差法进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

**2.1 土壤含水量的时间变化特征** 不同土层深度土壤含水量在各生育期表现不同。从土壤含水量变化来看,油菜对不同覆盖处理土壤水分的利用表现出一定的阶段性和层次性。

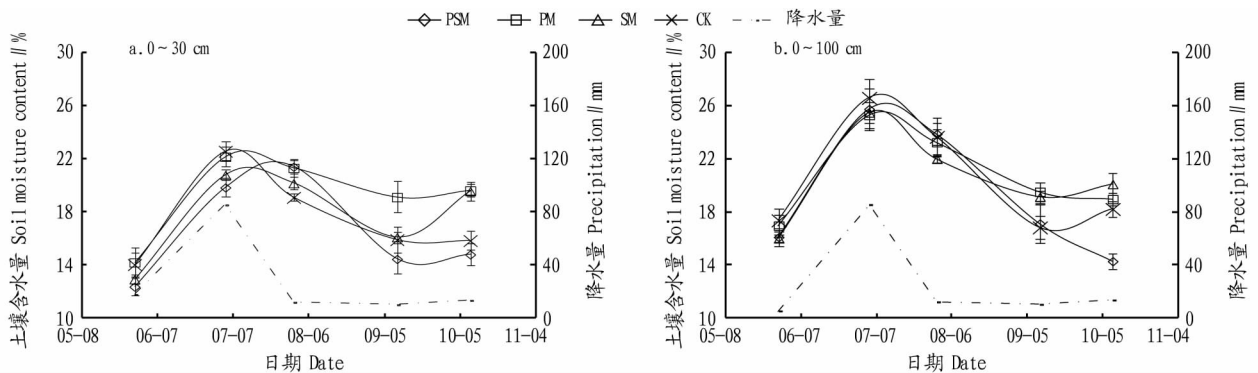


图 1 播后不同土层各处理土壤含水量的变化

Fig. 1 The change of soil water content under each treatment after sowing

在 0~30 cm 土壤中 PM、SM 和 CK 处理的土层最大含水量时间与降水量响应,都出现在苗期;而 PSM 处理的土壤含水量最大峰值推迟到降水量较少的现蕾期出现,没有与降水量同时响应。在油菜现蕾期营养和生殖并进生长对水分需求较大的时候,正处于降水量较少时期,PSM 处理有效保持了 0~30 cm 根系密集区的供水。降水量最大的苗期,PSM 处理 0~30 cm 土壤含水量显著低于 CK 处理。

在播种至苗期,各处理 0~100 cm 土壤含水量总体变化与降水量变化一致。0~100 cm 土壤含水量变化在 PM、SM 和 CK 处理时多为“S”形,PSM 处理土壤含水量整体呈倒“V”字形变化,呈单峰单谷型变化。开花期,PSM、PM、SM 处理土壤含水量处于全生育期较低水平。9 月,油菜进入生育后期,降水量较少,气温较高,蒸发较强,PSM、PM、SM 处理土壤含水量处于全生育期最低;CK 处理土壤含水量在成熟期较低,在开花期最低。比较成熟期与降水量最大的苗期来看,各覆盖措施 0~100 cm 土壤含水量均出现了下降,PSM、PM、SM 和 CK 处理分别降低了 44.51%、25.04%、21.14% 和 31.45%,PSM 处理土壤含水量消耗量显著大于其他 3 个处理 ( $P < 0.05$ )。

**2.2 不同覆盖处理油菜生长状况** 从图 2 可以看出,整个生育期的株高和叶片数变化呈倒“S”形。在生育期的不同阶

从图 1 可以看出,不同覆盖耕作模式处理不同深度土壤水分随时间的波动过程尽管不尽相同,但是各耕作模式不同深度土壤水分随时间的波动趋势整体一致,土壤水分剖面上土壤水分在油菜全生育期内总体呈下降趋势。0~30 cm 土壤水分变化剧烈,呈“S”形,土壤水分与降水量响应,呈单峰单谷型变化。各覆盖处理与无覆盖相比较,与降水量响应的峰值时间均有推迟。其中 PM 和 SM 覆盖处理土壤水分峰值推迟 10 d,PSM 处理土壤水分峰值推迟 30 d。作物生长后期 4 种处理土壤含水量差异较大。在苗期,降水量相对较多时期,0~30 cm 土壤水分差异显著 ( $P < 0.05$ ),PSM 处理分别比 PM、SM 和 CK 处理低 14.73%、4.46%、13.39%;而在现蕾期,PSM 处理 0~30 cm 土壤含水量分别比 SM 和 CK 处理高出 5.78%、10.77% ( $P < 0.05$ )。

段,4 种处理均为苗期生长速率相对较低,现蕾期至开花期进入植株生长较快阶段,该阶段为油菜营养生长时期;开花期至乳熟期生长速度减缓,油菜进入生殖生长阶段;乳熟期至成熟收获期株高和叶片数没有增长,小幅降低。分析后期株高降低与叶片数减少原因,主要与成熟收获期油菜的干枯凋零有关。不同覆盖条件下油菜株高从高至低排列依次为 PSM、PM、CK、SM。PSM、PM 处理在 8 月 27 日(播种后 89 d),CK、SM 处理在 9 月 4 日(播种后 97 d)株高达到最大值,PSM、PM、CK、SM 处理平均株高分别为 112.3、93.4、74.5、69.0 cm,其中 PSM 处理株高最大(112.3 cm),显著大于 PM、CK 和 SM 处理 ( $P < 0.05$ ),分别较其他 3 个处理高 20.24%、50.74% 和 62.75%;PSM、PM、CK、SM 处理平均叶片数为 27.0、25.3、22.3、21.0 片,PSM 处理分别较其他 3 个处理高 5.81%、29.38% 和 20.80%。

**2.3 不同覆盖处理对油菜物候期的影响** 从表 1 中可知,不同的覆盖方式下油菜物候期生育期表现出明显的差异。PSM、PM、SM 和 CK 处理生育期天数分别为 119、105、111 和 114 d,其中 PSM 处理全生育期最长(119 d)。其中 PM 处理生育期最短(105 d)。PSM 处理在前期播种至开花期与其他 3 种处理差异不显著,开花至成熟期时间达 52 d,PM、SM 及 CK 处理分别为 44、45 和 48 d。PSM 处理在开花期至乳熟期时

间延长增加了油葵籽粒灌浆的时间,为其产量提高做出了有益的贡献。PM处理全生育期为105 d,在4种处理中最短,分别

比PSM、SM和CK处理提前了14.6和9 d,出苗时间为6 d,说明单一覆膜能够加快油葵生育进程,缩短生育期<sup>[16]</sup>。

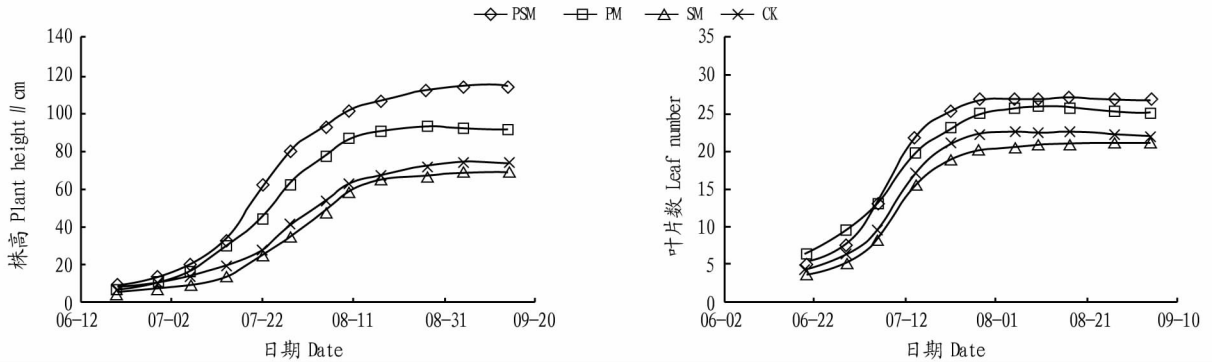


图2 不同处理油葵株高和叶片数的变化

Fig. 2 The change of plant height and leaf number of *H. annuus* by different treatments

表1 不同处理对油葵物候期的影响

Table 1 Effects of different treatments on phenophase of *H. annuus*

处理 Treatment	播种期 Sowing date	出苗期 Seedling stage	现蕾期 Squaring stage	开花期 Flowering stage	成熟期 Maturity stage	全生育期 Growth period//d
PSM	05-31	06-07	07-13	08-06	09-27	119
PM	05-31	06-06	07-10	07-31	09-13	105
SM	05-31	06-09	07-14	08-05	09-19	111
CK	05-31	06-08	07-13	08-05	09-22	114

## 2.4 作物产量及水分利用效率

**2.4.1 作物产量构成因素。**由表2可知,PSM处理产量分别比PM、SM和CK处理提高了35.45%、120.15%、87.80% ( $P < 0.05$ )。产量最高的PSM处理株高最高,茎粗、单盘粒

质量、百粒重最大,而产量最小的SM处理株高、单盘粒质量、茎粗显著低于CK处理。PSM处理的实收率显著高于SM和CK处理 ( $P < 0.05$ ),与PM处理的差异不显著。

**2.4.2 水分利用效率。**由WUE的分析结果可知,PSM、PM

表2 不同处理对油葵产量构成因素的影响

Table 2 Effects of different treatments on yield component of *H. annuus*

处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎粗 Stem diameter cm	盘直径 Disc diameter cm	单盘粒质量 Single grain weight//g	单盘粒数 Disk grains	百粒质量 Hundred-grain weight//g	实收率 Grain rate	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	WUE kg/(hm <sup>2</sup> ·mm)
PSM	161.3 a	2.19 a	20.3 a	121.3 a	985 a	9.3 a	1.73 a	2 539.80 a	14.44 ab
PM	152.7 b	1.85 b	16.5 b	105.6 b	904 b	9.1 a	1.61 ab	1 875.12 b	15.70 a
SM	114.4 d	1.42 d	11.1 c	77.9 d	587 d	7.1 b	1.51 b	1 153.68 d	13.03 b
CK	130.8 c	1.63 c	12.6 c	85.2 c	624 c	7.5 b	1.42 c	1 352.40 c	10.88 c

注:同列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different small letters within the same column mean significant difference ( $P < 0.05$ )

处理的WUE显著高于SM、CK处理 ( $P < 0.05$ ),PSM、PM处理差异不显著;PSM处理的WUE比PM处理小1.26 kg/(hm<sup>2</sup>·mm),降低了8.03%。PSM处理的WUE分别比SM、CK处理提高了10.82%、32.72%,PM处理的WUE也分别比SM、CK处理提高了20.49%、44.30%。

## 3 讨论与结论

土壤含水量受降水、气温、蒸散、蒸腾、土壤耕作等因素及作物根系的明显影响。总体来看,在油葵的生育后期(开花期、成熟期),PSM处理在0~30和0~100 cm土层的土壤含水量显著低于PM、SM和CK处理 ( $P < 0.05$ )。这可能是由于PSM处理前期水分供应充足,植株蒸腾作用增强,增加

了后期消耗量。PSM处理的土壤含水量最大峰值推迟到降水量较少的现蕾期出现,没有与降雨量同时响应,能在盐碱地种植油葵中有效防止苗期土壤水分含量过高,提高苗期存活率。在油葵现蕾期营养和生殖并进生长对水分需求较大的时候,正处于降水量较少时期,PSM处理有效保持了0~30 cm根系密集区的供水。

PSM、PM处理株高、茎粗、单盘粒质量、百粒重均显著高于SM、CK处理 ( $P < 0.05$ ),这是PSM、PM处理增产的主要原因。可见,在盐碱原土中采用膜草覆盖能显著提高油葵的产量,更好地发挥增产效应。

PSM处理相对于SM和CK处理,在水分利用效率上有

(下转第38页)

其因为  $T_1$  处理密度过大,下部叶遮阳严重,田间鲜烟叶素质较差,难以正常落黄成熟;且加之 2016 年后期雨水较多,下部叶含水量较高,烘烤转火时机难以把握,烤后下部叶容

易黑枯,烘烤后的级外烟较多,导致总体产量下降。各处理产值以  $T_2$  最高, $T_3$ 、 $T_4$  较为接近, $T_1$  最低,其极差达到 4 618.5元/hm<sup>2</sup>。

表 8 不同处理等级结构及经济效益比较

Table 8 Comparison on grade structure and economic benefit of different treatments

处理 Treatment	上等烟比例 High class leaf rate//%	中等烟比例 Middle class leaf rate//%	下等烟比例 Low class leaf rate//%	均价 Average price//元/kg	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	产值 Output value 元/hm <sup>2</sup>
$T_1$	53.2	31.7	15.1	26.3	2 130	56 019.0
$T_2$	55.2	32.1	12.7	27.5	2 205	60 637.5
$T_3$	58.3	32.7	9.0	27.7	2 070	57 339.0
$T_4$	57.1	35.5	7.4	28.4	2 010	57 084.0

### 3 结论

在烤烟实际生产中,合适的种植密度是构建合理群体结构的主要措施,对控制烟株养分吸收分配、光照、株型和生长发育有重要意义,进而对烤烟的品质和产量产生影响。但烤烟的生产受环境、人为等的影响较为复杂,可能会在一定的范围内存在一定程度的波动。就该次试验的结果而言,低密度的烟叶生育期较短,低密度烟叶的光照、单株养分分配相对充足,干物质积累较多,成熟较早。一般认为,烟株株型以直筒型、腰鼓型较好,而伞型、塔型则是存在缺陷的株型。该试验表明,低密度的烟株株高较高,整体长势较旺,不属于中棵烟,而密度 120 cm × 50 cm、120 cm × 45 cm 的处理株型较为合适,属于标准的中棵烟。烟叶的化学成分是烟草品质的具体内涵表现,此次试验表明,低密度的烟叶烟碱含量增高,糖和淀粉的含量也有增高的趋势,这与其光合作用相对较为强烈有关。

感官质量是衡量烟叶品质的最重要因素。低密度烟叶

的香气量得分较高,但存在香气质和杂气得分下降的问题。香气量过多,会破坏香气质,影响香气质的得分,使香气质的得分下降,甚至成为一种杂气。因此,不能以牺牲香气质来获得香气量。经济性状方面,以密度 120 cm × 50 cm 处理表现较好,产量和产值最高。密度 120 cm × 60 cm 处理虽然均价和上等烟比例较高,但产量较低,不符合烟农利益。综合而言,以 120 cm × 50 cm 的种植密度最佳。

### 参考文献

- [1] 曹卫星. 作物学通论[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [2] 姜洪甲,马维广,邢世东,等. 烤烟不同栽培密度与留叶数对烟叶品质的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(16):124-128.
- [3] 王付锋,赵铭钦,张学杰,等. 种植密度和留叶数对烤烟农艺性状及品质的影响[J]. 江苏农业学报,2010,26(3):487-492.
- [4] 胡荣海. 云南烟草栽培学[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [5] 赵元宽,陈江华. 中烟与菲·莫技术合作开发优质烟叶的收获和体会(一)[J]. 烟草科技,2000(7):35-38.
- [6] 赵元宽,陈江华. 中烟与菲·莫技术合作开发优质烟叶的收获和体会(二)[J]. 烟草科技,2008(8):34-37.
- [7] 李毅,邵明安,王文焰,等. 覆膜不同开孔程度蒸发条件下土壤水热变化动态研究[J]. 土壤学报,2004,41(3):387-393.
- [8] 李毅,王全九,王文焰,等. 覆膜开孔土壤蒸发的水盐分布特征及运移规律研究[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(2):187-193.
- [9] ZAONGO C G L, WENDT C W, LASCAO R J, et al. Interactions of water, mulch and nitrogen on sorghum in Niger[J]. Plant and soil, 1997, 197(1): 119-126.
- [10] ZHANG S L, LI P R, YUN Y X, et al. Effects of tillage and plastic mulch on soil water, growth and yield of spring-sown maize[J]. Soil and tillage research, 2011, 112(1): 92-97.
- [11] 王敏. 不同材料覆盖对黄土高原旱地春玉米生长及土壤环境的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [12] 刘爽,何文清,严昌荣,等. 不同耕作措施对旱地农田土壤物理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(2):65-70.
- [13] 揣峻峰,谢永生,秦改弟,等. 地膜与秸秆双重覆盖对渭北苹果园土壤水分及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(3):26-30.
- [14] 高亚军,李生秀. 旱地秸秆覆盖条件下作物减产的原因及作用机制分析[J]. 农业工程学报,2005,21(7):15-19.
- [15] 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.
- [16] 杨宏羽,李欣,王波,等. 膜下滴灌油葵土壤水热高效利用及高产效应[J]. 农业工程学报,2016,32(8):82-88.

(上接第 28 页)

很大提高。分析其原因,可能是 PSM 处理提高了土壤持水能力,减少了土壤水分无效消耗的同时,促进了作物的生长,提高了作物的产量,进而提高了水分利用效率。说明在盐碱原土种植油葵采用 PSM 处理能更好地提高天然降水的生产潜力,对节水生产有促进效果。

### 参考文献

- [1] 王遵亲,祝寿泉,俞仁培. 中国盐渍土[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [2] 王全九,王文焰,吕殿青,等. 膜下滴灌盐碱地水盐运移特征研究[J]. 农业工程学报,2000,16(4):54-57.
- [3] 纪永福,蔺海明,杨自辉,等. 夏季覆盖盐碱地表面土壤盐分和水分的的影响[J]. 干旱区研究,2007,24(3):375-381.
- [4] 郭文聪,樊贵盛. 原生盐碱荒地的盐分积累与运移特性[J]. 农业工程学报,2011,27(3):84-88.
- [5] BEZBORODOV G A, SHADMANOV D K, MIRHASHIMOV R T, et al. Mulching and water quality effects on soil salinity and sodicity dynamics and cotton productivity in Central Asia[J]. Agriculture ecosystems & environment, 2010, 138(1/2):95-102.
- [6] 李毅,邵明安,王文焰,等. 不同灌水定额条件下的覆膜开孔蒸发实验研究[J]. 水科学进展,2004,15(3):357-363.