

# 垄沟耕作条件下液膜覆盖对土壤 水热状况及玉米生长的影响

杜 轶<sup>1</sup>, 董晓辉<sup>2</sup>, 张 勇<sup>2</sup>, 白秀梅<sup>3</sup>

(1. 山西农业大学 资源环境学院, 山西 太谷 030801;

2. 山西省水土保持科学研究所, 山西 太原 030013; 3. 山西农业大学 林学院, 山西 太谷 030801)

**摘 要:** [目的] 研究垄沟耕作和液膜覆盖集成技术在旱地作物中的应用效果, 为旱田高产高效种植方式的选用提供理论支撑。[方法] 应用田间小区试验的方式, 进行不同耕作方式下的液态地膜、塑料地膜覆盖及不覆膜种植玉米对比试验。[结果] 和不覆膜种植相比, 垄沟耕作条件下, 覆盖种植显著增加了 0—40 cm 土层含水量, 提高了 5 cm, 10 cm 深土壤温度; 覆盖种植较好地促进了玉米前期生长, 显著增加了玉米产量, 提高了水分利用效率(WUE) ( $p < 0.05$ )。随着覆膜时间的延长, 液膜、塑膜覆盖的集水保温效果逐渐减弱。液膜覆盖种植的蓄水保温及增产效果低于塑膜覆盖, 但显著优于不覆膜种植。试验前期, 降水较少, 垄沟耕作的集雨效果不明显, 但有明显的增温效应。[结论] 与塑膜覆盖种植可能会造成“白色污染”问题相比较, 垄沟耕作条件下液膜覆盖是一种较为理想的旱作覆盖栽培技术。

**关键词:** 垄沟耕作; 液态地膜; 土壤水热状况; 玉米产量

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2017)01-0072-06

中图分类号: S318

**文献参数:** 杜轶, 董晓辉, 张勇, 等. 垄沟耕作条件下液膜覆盖对土壤水热状况及玉米生长的影响[J]. 水土保持通报, 2017, 37(1): 072-077. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.01.013; Du Yi, Dong Xiaohui, Zhang Yong, et al. Effects on soil temperature, moisture and maize growth of liquid film mulching in ridge and furrow planting conditions [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(1): 072-077. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.01.013

## Effects on Soil Temperature, Moisture and Maize Growth of Liquid Film Mulching in Ridge and Furrow Planting Conditions

DU Yi<sup>1</sup>, DONG Xiaohui<sup>2</sup>, ZHANG Yong<sup>2</sup>, BAI Xiumei<sup>3</sup>

(1. College of Resource and Environment, Shanxi Agriculture University, Taigu, Shanxi

030801, China; 2. Shanxi Soil and Water Conservation Institute of Science, Taiyuan, Shanxi

030013, China; 3. Collge of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

**Abstract:** [Objective] The objective of the study is to investigate the effect of the liquid film mulching in ridge and furrow planting conditions in order to provide theoretical support for the selection of the high-yield planting pattern in dry land. [Methods] Liquid film and plastic film mulching were applied in field plot conditions compared with no-film mulching planting in different tillage conditions. [Results] Compared to no-film mulching, the covered planting in ridge and furrow planting conditions increased markedly soil moisture in 0 to 40 cm profile, and increased soil temperature in 5 cm, 10 cm profile in the early stage of maize growth, and covered planting promoted the early stage growth of maize, increased the maize yield remarkably and improved the water use efficiency(WUE) ( $p < 0.05$ ). With the extension of covering time, the effects of harvesting water and keeping warm in plastic film mulching and liquid film mulching conditions weakened gradually. In the condition of less precipitation in pre-experiment, the collection of rain of furrow cultivation was

收稿日期: 2016-05-12

修回日期: 2016-06-13

资助项目: 山西省水利科学技术项目“液态地膜在旱地作物中的应用与研究”(201427); 山西省水利科学技术项目“旱地环保型液膜覆盖和垄沟耕作集成技术研究示范”(2015STBC3)

第一作者: 杜轶(1978—), 女(汉族), 山西省古县人, 硕士, 讲师, 主要从事土地资源利用方面的研究。E-mail: sfglrw\_0615@163.com。

通讯作者: 白秀梅(1970—), 女(汉族), 山西省保德县人, 硕士, 副教授, 主要从事水土保持与流域治理研究。E-mail: ghqbxm@126.com。

not obvious, but warming effect was obvious. [Conclusion] The effects of the liquid film mulching planting were poorer than the plastic film mulching planting, and were superior to the no-film mulching planting in terms of harvesting water, keeping warm and increasing production. Considered the problem of “white pollution” of plastic film mulching planting, the liquid film mulching in furrow and ridge planting conditions is an ideal dry land covering cultivation technique.

**Keywords:** ridge and furrow planting; liquid film; soil temperature and moisture; maize yield

垄沟耕作、覆膜集雨种植模式可以截断地表径流,汇集垄面径流,提高沟内土壤含水量,增温、保墒,增加农作物产量和提高降水资源利用率<sup>[1-2]</sup>。然而,农田连年使用塑料地膜覆盖所引起的“白色污染”,不仅导致了土壤生态环境质量下降,而且也影响了后茬作物的生长发育<sup>[3]</sup>。因此,能否用新的覆盖材料替代塑料地膜,既减少“白色污染”,又可获得较好的应用效果,是摆在科技工作者面前的一项重要课题。而液体地膜(也称多功能可降解液体地膜)是一种新型的高分子有机化合物覆盖材料,兑水喷施后,可在土壤表层形成一层深色固化膜。已有研究表明,该类产品覆盖旱地小麦、玉米、马铃薯、棉花等作物具有较好的生物学效应,增产效应显著<sup>[4-7]</sup>。液态地膜的增温保墒效应明显,能增加土壤微生物数量,提高土壤酶活性<sup>[8]</sup>。试验也表明:液态地膜强烈的粘附作用能将土粒联结起来,形成较理想的团聚体,可以在较短时间里改善土壤结构,使土壤的通透性大大增强,提高土壤的抗侵蚀能力<sup>[9]</sup>。为此,本研究拟针对半干旱区土地生产力低下,水资源不足,水土流失以及应用塑料地膜覆盖带来的“白色污染”等问题,在总结过去多年垄沟耕作条件下塑料地膜覆盖<sup>[2]</sup>生产实践的基础上,进一步研究旱地垄沟耕作条件下液态地膜覆盖对土壤水热状况及玉米生长发育的影响,从而为半干旱区农业覆盖材料的选用及农业高产高效种植方式的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验于 2015 年 5—10 月在山西农业大林学院苗圃旱地进行,属典型的温带大陆性季风气候,年均日照时数 2 639 h,年均气温约 9.8 °C,年降水量 450~500 mm,年均无霜期 154 d,供试土壤为褐土,地势平坦。播前耕层土壤容重为 1.34 g/cm<sup>3</sup>,田间持水量为 23.6%(重量含水量),凋萎湿度为 5.80%,土壤有机质 8.75 g/kg,速效氮 24.4 mg/kg,速效钾 86.0 mg/kg,速效磷 0.8 mg/kg。

### 1.2 试验材料与设计

试验共设 6 个处理,分别是平作,种植行液膜覆

盖(PY);平作,种植行塑料地膜覆盖(PS);平作,不覆膜(CK<sub>1</sub>);起垄沟种,全覆液膜(LY);起垄沟种,垄覆塑料地膜,沟不覆膜,膜侧沟种(LS);起垄沟种,不覆膜(CK<sub>2</sub>)。小区面积 3 m×6 m,3 次重复,随机区组排列。塑料地膜为宽 80 cm,厚 0.008 mm 的普通地膜;液态地膜为连云港市金河液态地膜厂生产的“金河液态地膜”。供试玉米为先玉 335,为美国先锋公司选育的玉米杂交种。

平作塑料地膜覆盖种植方式是先覆膜,再点种;垄沟耕作塑膜覆盖方式是先人工起垄(垄沟模式是 60 cm:40 cm),再垄上覆膜,膜侧沟种;液态地膜小区是先播种后喷施液膜(喷施浓度按产品说明书),不覆膜对照区喷等量清水。种植密度为 60 000 株/hm<sup>2</sup>。2015 年 5 月 8 日播种,播种前施有机肥和复合肥,折合 N,P,K 量分别为 250,80,80 kg/hm<sup>2</sup>,其他管理措施同一般玉米田。

### 1.3 测定项目与方法

(1) 土壤含水量测定。在玉米播种后每隔 10 d 用烘干法测定一次土壤含水量,分别取种植行 0—20,20—40,40—60,60—80 cm 土层深度。

(2) 土壤温度的测定。用直角型地温计测定种植行 5,10,15,20 cm 深土壤温度,播种后连测 10 d,然后隔 1 周测定 1 d 的早 8:00 时、午 14:00 时、晚 18:00 时地温。

(3) 玉米生长发育观察及测定。在玉米主要生育阶段以小区为单位选择有代表性植株测定株高、茎基粗、叶面积指数及地上部分干物质重。叶面积=长×宽×0.75,单株各叶面积总和为单株总叶面积。叶面积指数为样地植株总叶面积与垄沟总面积之比。收获时每小区随机取 10 株作为样本,主要测定穗长、穗粗、百粒重等指标,每小区单打单收计算玉米产量。

(4) 玉米水分利用率(WUE)。本次测定分玉米拔节期、灌浆期、成熟期 3 个阶段。

WUE 的水分利用率计算公式为:

$$WUE = G / (W_1 + P - W_2)$$

式中:G——玉米单位面积的经济产量(kg/hm<sup>2</sup>); WUE——玉米水分利用率[g/(mm·hm<sup>2</sup>)]; P——玉米生育期间降水量(mm); W<sub>1</sub>——玉米播种前 0—

80 cm 深土层贮水量(mm);  $W_2$ ——玉米各生育期 0—80 cm 深土层贮水量(mm)。

#### 1.4 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 工作表进行处理及绘图,用 SPSS 16.0 软件进行统计分析,用 LSD 法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 玉米生长期降水量分布

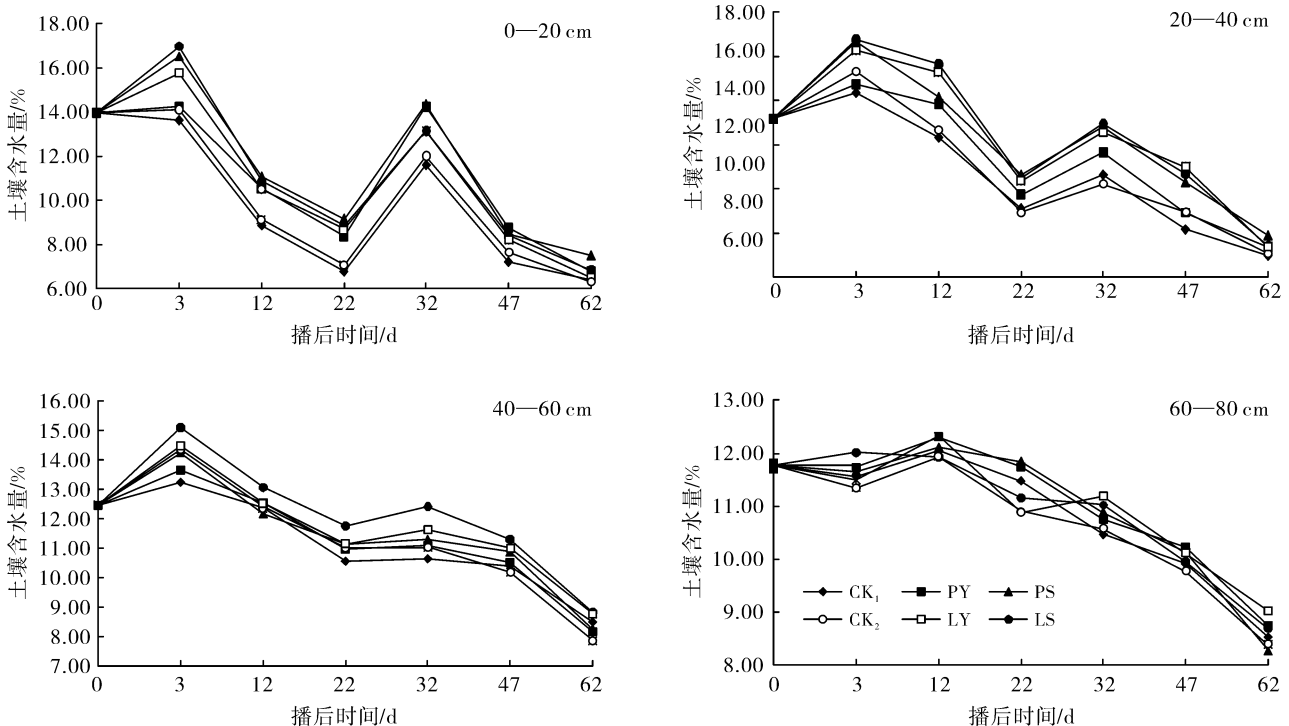
2015 年试验区玉米生育期总降雨量为 263.0 mm。在各月间的分布不平衡,5 月降水较少,仅为 17.0 mm,但播种后第二天(5 月 8 日)的 15.5 mm 有效降水满足了玉米出苗的需水要求。6 月份降水量为 25.3 mm,玉米处于苗期—拔节期(晋中盆地玉米苗期—拔节期需水量约为 80 mm<sup>[10]</sup>),干旱严重地影响了玉米的营养生长;7 月总降水为 63.6 mm,7 月中旬后玉米进入抽雄期(抽雄期需水约 185 mm),8 月(降水量 83.8 mm)、9 月(73.3 mm)总降水量略微高于其他月份,但后期降水仍不能满足玉米灌浆—成熟期(共需水约 195 mm)正常生长所需水分,严重影响了玉米的产量形成<sup>[11]</sup>。

### 2.2 不同处理对土壤含水量的影响

试验研究表明,液态地膜在喷施后的前 2 个月保

水能力较强<sup>[3,12]</sup>。所以本研究只分析玉米生长前期土壤含水量变化。在玉米生长前期(5,6 月)降水量较少,到 7 月 14—15 日才有 34.0 mm 的降水,所以分析时段内各土层含水量整体呈减少趋势(见图 1)。随着土层不断加深,不同处理间土壤含水量差异逐渐变小。到大喇叭口期,在降水较少,土壤严重干旱的情况下,不同处理间的差异最小。

不同处理对 0—20 cm 土层含水量影响最大。几次测量的平均含水量比较,平作塑料地膜覆盖(PS 11.59%)>垄沟耕作塑料地膜覆盖(LS 11.30%)>平作液体地膜覆盖(PY 10.99%)>垄沟耕作液膜覆盖(LY 10.98%)>起垄不覆膜(CK<sub>2</sub>10.04%)>平作不覆膜(CK<sub>1</sub>9.79%)。PY 显著高于 CK<sub>1</sub>,较 CK<sub>1</sub>增加了 12.35%;LY 显著高于 CK<sub>2</sub>,较 CK<sub>2</sub>增加了 9.33%。LS 和 PS 间以及 LY 和 PY 间比较,差异不显著( $p < 0.05$ ),主要是由于测量时段内降水量较少,垄沟耕作的集雨效果没表现出来。20—40 cm 土层中,土层含水量最高的为 LS(平均为 12.45%),它与 LY,PS 处理之间的差异不显著( $p < 0.05$ ),这 3 个处理的土壤平均含水量均显著高于 PY,CK<sub>1</sub>,CK<sub>2</sub>。40—60,60—80 cm 土层中各处理的土壤含水量差异不显著,说明在较为干旱的情况下,不同覆盖处理对深层土壤含水量没有显著影响。



注:图中 CK<sub>1</sub>为平作,不覆膜;PY为平作,种植液膜覆盖;PS为平作,种植塑料地膜覆盖;CK<sub>2</sub>为起垄沟种,不覆膜;LY为起垄沟种,全覆液膜;LS为起垄沟种,垄覆塑料地膜,膜侧沟种。下同。

图 1 不同处理对各土层土壤水分的影响

### 2.3 不同处理对土壤温度的影响

2.3.1 出苗期日平均地温变化 在旱地壤质玉米地上,于播种后次日喷洒棕褐色液膜,从播种后第3 d开始连续一周测定耕层不同深度的地温,结果显示(图2):0—20 cm土层,和不覆膜的对照区相比,4种覆膜处理均显著增高了地温( $p < 0.05$ )。

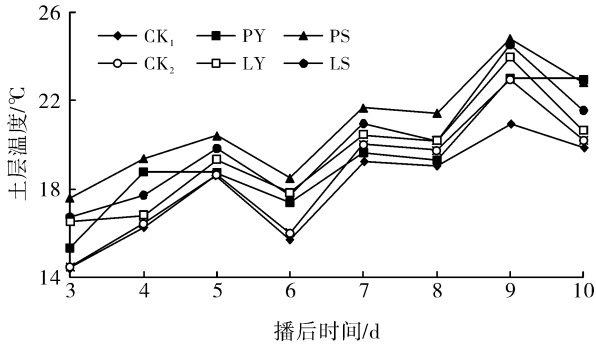


图2 0—20 cm深度处土壤温度的日变化

平作种植行塑膜覆盖(PS 21.38 °C)的日平均地温显著高于其他处理,日平均地温较CK<sub>1</sub>,CK<sub>2</sub>分别提高了3.38、2.80 °C;垄沟耕作液膜覆盖(LY 19.48 °C)较CK<sub>1</sub>,CK<sub>2</sub>分别提高了1.48、0.90 °C;平作液膜覆盖(PY 19.40 °C)较CK<sub>1</sub>,CK<sub>2</sub>分别提高了1.40、

0.83 °C。LY, PY 和 LS 之间差异不显著( $p < 0.05$ )。表明液膜和塑膜覆盖均有利于提高地温,从而也有利于玉米顺利出苗。

2.3.2 土壤温度的周变化 从图3可以看出,在试验前期,无论是平作还是垄沟耕作,5 cm深土层内,塑膜覆盖(PY)的增温效果最明显,液膜覆盖也有一定的增温效果,尤其是在晴朗天气增温效果更好。5 cm深地温平均值大小顺序为PS(28.76 °C) > LS(27.70 °C) > LY(27.27 °C) > PY(26.48 °C) > CK<sub>2</sub>(25.22 °C) > CK<sub>1</sub>(25.02 °C)。10 cm深度土层温度也有与5 cm深度相似的变化规律。15 cm和20 cm土层温度和对照相比略有提高,但差异都不明显( $p < 0.05$ )。在试验前期,也就是从播种后第3 d至播种后第38 d,各处理间地温变化明显;从播种后第38 ~ 52 d,各处理间地温变化不明显。

总之,塑料地膜覆盖的增温效果是最好的,其次是液态地膜覆盖;液态地膜在喷施初期的增温效果较好,随着使用时间的加长,它的增温效果逐渐减弱。垄沟耕作、液膜覆盖比平作、液膜覆盖的增温效果好,随着土层的加深,各个处理间土壤温度的影响变幅逐渐减小。

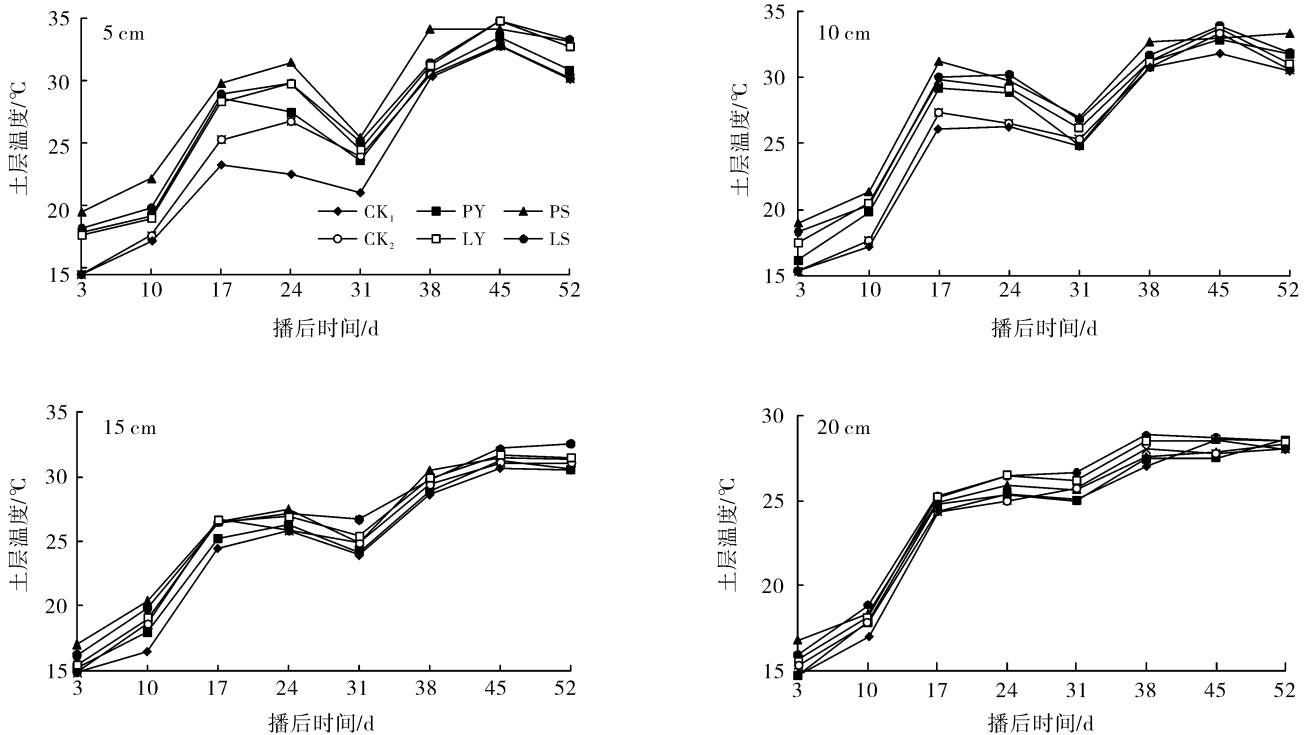


图3 不同处理各层土壤温度变化

### 2.4 不同处理对玉米生长情况及产量的影响

2.4.1 对玉米生长情况的影响 由于播种时土壤水温条件较为适宜,各个处理出苗率均较高(97.5%~

98.5%)(见表1)。在玉米苗期—拔节期—大喇叭口期降水量一直偏少,土壤表层含水量也较低,7月10日测得0—20 cm各处理平均含水量仅为6.73%,玉

米前期生长受到了干旱的胁迫,所以抽雄期各个生长指标都偏低。在 7 月 14—15 日有一次降水(34.00

mm),缓解了一些前期的干旱胁迫,也保证了玉米的正常抽穗。

表 1 玉米生长情况指标

处 理	出苗率/%	抽雄期株高 (7 月 16)/cm	抽雄期茎粗/cm	叶面积指数	抽雄期干物质重/g	成熟期株高/cm
CK <sub>1</sub>	97.52 <sup>a</sup>	142.57 <sup>c</sup>	1.95 <sup>b</sup>	2.26 <sup>c</sup>	84.78 <sup>c</sup>	220.55 <sup>b</sup>
PY	97.84 <sup>a</sup>	153.87 <sup>b</sup>	2.24 <sup>a</sup>	2.43 <sup>b</sup>	115.32 <sup>b</sup>	236.75 <sup>a</sup>
PS	98.50 <sup>a</sup>	167.32 <sup>a</sup>	2.31 <sup>a</sup>	2.55 <sup>a</sup>	128.62 <sup>a</sup>	237.54 <sup>a</sup>
CK <sub>2</sub>	97.53 <sup>a</sup>	150.42 <sup>bc</sup>	2.02 <sup>b</sup>	2.32 <sup>c</sup>	90.40 <sup>c</sup>	226.82 <sup>b</sup>
LY	97.56 <sup>a</sup>	156.33 <sup>b</sup>	2.25 <sup>a</sup>	2.51 <sup>a</sup>	115.48 <sup>b</sup>	242.53 <sup>a</sup>
LS	97.56 <sup>a</sup>	157.28 <sup>b</sup>	2.25 <sup>a</sup>	2.52 <sup>a</sup>	112.85 <sup>b</sup>	240.47 <sup>a</sup>

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $p < 0.05$ )。下同。

经研究证明抽雄期玉米生长指标与玉米产量显著相关<sup>[10]</sup>,所以本研究选择抽雄期株高、茎粗、叶面积指数和地上部分干物质重等指标进行分析,虽然前期玉米生长受到干旱的胁迫,但垄沟耕作和覆膜均不同程度地增加了玉米株高、茎粗、叶面积指数,也促进了地上部分干物质积累。在玉米成熟期,4 种覆膜处理的

玉米株高间无显著性差异,但是都显著高于两对照区。

#### 2.4.2 对玉米产量性状及水分利用效率的影响

由表 2 可看出,不同处理成穗率均较高,但双穗率也较少。从穗长、穗粗及千粒重方面来看,起垄沟种和覆膜的应用效果较好,液膜覆盖和塑膜覆盖间的差异不显著。

表 2 玉米产量性状及水分利用效率

处 理	成穗率/%	平均穗长/ cm	平均穗粗/ cm	千粒重/g	玉米产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	玉米全生育期 耗水量/mm	水分利用效率(WUE)/ (kg·mm <sup>-1</sup> ·hm <sup>-2</sup> )
CK <sub>1</sub>	99.57 <sup>a</sup>	12.47 <sup>c</sup>	4.20 <sup>b</sup>	287.43 <sup>c</sup>	4631.43 <sup>c</sup>	289.66 <sup>a</sup>	15.99 <sup>c</sup>
PY	100.00 <sup>a</sup>	15.49 <sup>a</sup>	4.47 <sup>a</sup>	301.79 <sup>b</sup>	5570.45 <sup>c</sup>	273.26 <sup>b</sup>	20.39 <sup>b</sup>
PS	100.00 <sup>a</sup>	16.04 <sup>a</sup>	4.42 <sup>a</sup>	304.06 <sup>b</sup>	5622.63 <sup>c</sup>	278.45 <sup>b</sup>	20.19 <sup>b</sup>
CK <sub>2</sub>	100.00 <sup>a</sup>	14.23 <sup>b</sup>	4.26 <sup>b</sup>	289.75 <sup>c</sup>	5097.45 <sup>d</sup>	285.42 <sup>a</sup>	17.86 <sup>c</sup>
LY	101.62 <sup>a</sup>	15.82 <sup>a</sup>	4.44 <sup>a</sup>	311.93 <sup>a</sup>	5988.78 <sup>b</sup>	276.77 <sup>b</sup>	21.64 <sup>ab</sup>
LS	102.55 <sup>a</sup>	16.34 <sup>a</sup>	4.51 <sup>a</sup>	317.54 <sup>a</sup>	6294.31 <sup>a</sup>	278.96 <sup>b</sup>	22.56 <sup>a</sup>

由于整个生育期降水较少(263.0 mm),严重影响了作物对水分养分的吸收利用,所以各处理产量较常年水平偏低。在所有处理中,垄沟耕作和覆膜的产量较高,分别是:LS 为 6 294.31 kg/hm<sup>2</sup>,LY 为 5 988.78 kg/hm<sup>2</sup>,和其他处理间均有显著差异;平作覆膜处理的产量低于垄沟耕作覆膜处理;LS 和 LY 间差异显著,但 PY,PS 间差异不显著( $p < 0.05$ )。LY 的产量分别较 CK<sub>1</sub>,CK<sub>2</sub> 提高了 29.31%,17.49%;PY 产量分别较 CK<sub>1</sub>,CK<sub>2</sub> 提高了 20.27%,9.28%。

在玉米不同生育期,不同处理对 0—80 cm 深土层水分利用状况不同,从而也影响了玉米生育期耗水量及水分利用效率(WUE)。经分析得出,在玉米出苗到拔节期间,由于 4 种覆膜处理抑制了土面蒸发损失,所以和不覆膜种植相比较,液膜和塑膜覆盖处理

的耗水量相对较少;在玉米灌浆期到成熟期,不同处理间玉米耗水量相差不大。所以,本研究 4 种覆膜处理的玉米全生育期耗水量较两不覆膜对照区显著减少,且液膜和塑膜覆盖之间、垄沟耕作和平作之间均无显著差异。

水分利用效率(WUE)决定于生育期耗水量及玉米产量,各种覆膜处理均显著高于不覆膜对照区( $p < 0.05$ )。LS 处理的水分利用效率(WUE)最高,但和 LY 间无显著差异;LY 略高于 PY,PS,但之间无显著性差异

### 3 结论与讨论

(1) 垄沟耕作条件下覆膜种植具有较好的集水、保墒和增温效应。覆膜主要对 0—40 cm 土层含水量影响最大,随着土层不断加深,不同处理间土壤含水

量差异逐渐变小。另外,在玉米生长前期(苗期一大喇叭口期),和不覆膜对照比较,液膜和塑膜覆盖处理对土壤含水量的影响较大。由于前期降水较少,垄沟耕作的集水保墒效果没有充分的发挥出来,所以同一种覆膜材料的垄沟耕作和平作间比较差异不明显。

出苗期,液膜和塑膜覆盖的日平均温度均较高,均有利于玉米顺利出苗。液膜和塑膜覆盖均显著提高了 5cm, 10 cm 深度土层温度。PS 的增温效果最明显,其次是 LS, LY, 然后是 PY。垄沟耕作也增加了土壤表层受光面积,也有利于增温。液态地膜在使用初期的增温效果最好,随着使用时间的延长和土层的加深,它的增温效果逐渐减弱。

不同覆盖材料对土壤水温状况的影响不同。试验中普通地膜有效阻止了土壤水分蒸发,降低了土壤和空气间的热通量和热交换,从而保水保温效果较好。而喷洒液态地膜后,虽然在地表能形成一层膜状物,能促进表层土壤形成良好的结构体,但其受外界条件的影响较大,易于破碎分散,保水保温效果没有塑料地膜好。

(2) 垄沟耕作条件下,覆膜种植改善了玉米生长发育状况,增加了玉米产量,提高了水分利用效率。在玉米生长前期较为干旱的情况下,垄沟耕作和覆盖处理不同程度地改善了土壤环境状况,促进了玉米的生长。玉米生长前期,和不覆膜对照相比,覆膜处理的玉米株高、茎粗、叶面积指数和地上部分干物质重等方面均有显著改善;到玉米成熟期,4 种覆膜处理的玉米株高间无显著性差异,但都显著高于两对照区玉米。

垄沟耕作条件下覆膜处理的玉米产量高于两种平作覆膜处理,并且显著高于两不覆膜对照区。LS 高于 LY, 且二者之间差异显著, PS, PY 间差异不显著( $p < 0.05$ )。LY 的产量分别较  $CK_1, CK_2$  提高了 29.31%, 17.49%; PY 产量分别较  $CK_1, CK_2$  提高了 20.27%, 9.28%。覆膜处理起到了增温保墒、抑制土面蒸发作用,而垄沟耕作可集雨增墒,所以垄沟耕作条件下的液膜和塑膜覆盖的水分利用效率较高。

(3) 试验中,由于雨水的淋洗和田间作业的扰动,液态地膜逐渐破碎且和土壤混合,到喷洒大约 65 d 以后地表残存量仅剩很少部分,而塑料地膜随时间的推移虽有不同程度的破损,但大部分一直覆盖在地表,所以塑料地膜的保水、增温、增产效果优于液态地

膜。但残留的塑料地膜若清理不及时、清理不干净会造成“白色污染”。经有关研究表明<sup>[4,13]</sup>,液态地膜的使用是安全可靠的,液态地膜降解后能促进土壤团聚体形成,改良土壤结构。另外,农田喷施液态地膜省时省工,不受地形限制,所以可为农田覆盖栽培注入新的活力。

试验仅对同一喷施浓度的液态地膜和普通地膜在不同耕作方式下的应用效果进行了对比研究,虽然应用效果较好,但还需要在下一步的研究中,对在不同降水年型、不同液膜喷施浓度下液态地膜的应用效果做进一步的研究,以期为半干旱区农业覆盖材料的选用及农业高产高效种植方式的应用提供科学支撑。

#### [参 考 文 献]

- [1] 莫非,周宏,王建永,等.田间微集雨技术研究及应用[J].农业工程学报,2013,29(8):1-17.
- [2] 白秀梅,卫正新,郭汉清.旱地起垄覆膜微集水种植玉米技术研究[J].山西农业大学学报:自然科学版,2011,31(1):13-17.
- [3] 王鑫,胥国斌,任志刚,等.无公害可降解地膜对玉米生长及土壤环境的影响[J].中国生态农业学报,2007,15(1):78-81.
- [4] 张洁,姚宇卿,吕军杰,等.液态地膜对土壤物理性状的影响及增产效果[J].土壤通报,2005,36(4):638-640.
- [5] 李彩霞,周新国,强小嫚,等.不同水分处理下液体地膜覆盖玉米田土壤环境与产量效应[J].玉米科学,2010,18(3):108-112.
- [6] 杨青华,贺德先,刘华山.液体地膜覆盖对棉花产量与土壤环境的影响[J].农业工程学报,2005,21(5):123-126.
- [7] 张春艳.保水剂和液态地膜的不同用量对马铃薯生长及产量的影响[D].山东青岛:青岛农业大学,2009.
- [8] 赵海祯,梁哲军,齐宏立,等.旱地小麦覆盖栽培高产机理研究[J].干旱地区农业研究,2002,20(2):1-4.
- [9] 白日军,张强.功能高分子材料在山西省土地荒漠化防治中的应用[J].山西农业科学,2003,31(3):87-91.
- [10] 刘化涛,黄明镜,黄学芳,等.晋中盆地旱地玉米穗期形态指标与产量相关性分析[J].山西农业科学,2015,43(3):254-257.
- [11] 刘爽,张兴义.保护性耕作下黑土水热动态研究[J].干旱地区农业研究,2010,28(6):15-21.
- [12] 兰印超,申丽霞,李若帆.不同地膜覆盖对土壤温度及水分的影响[J].中国农学通报,2013,29(12):120-126.