膜缝沟灌对夏玉米生态环境及作物效应研究

王增红,李援农,王炳英
(西北农林科技大学水利与建筑工程学院,陕西 杨凌 712100)

摘 要:通过田间试验,研究了膜缝沟灌对夏玉米生育期内土壤含水率、土壤温度以及生长发育状况的影响。结果表明:覆膜后可以提高土壤含水率,0~40 cm 土壤含水率覆膜平均高于露地 5.5%,40~80 cm 覆膜平均高于露地 2.9%,80~120 cm 覆膜平均高于露地 1.3%;覆膜后在耕作层内土壤温度高于露地,且 8:00、14:00、20:00 三个时刻,土壤温度变化幅度分别为 1.13℃、0.57℃和 0.34℃,均低于露地对应的 2.06℃、1.38℃和 1.01℃;在相同灌水量条件下,夏玉米株高高于露地 49 cm,干物质最大相差 126 g/株。研究表明覆膜后有利于夏玉米的生长发育。

关键词:膜缝沟灌;夏玉米;土壤温度;土壤含水率
中图分类号:S274.2;S513 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-7601(2009)04-0027-04

在现代农业种植和园艺生产中常采用地面覆盖材料(塑膜、秸秆等)覆盖于土壤表面,利用覆盖材料所具有的光学特性和其他物理、化学特性对土壤水、热、汽进行调节,使土壤的物理、化学过程和微生物过程发生改变,以利于作物的生长和发育。在地面覆盖材料对土壤的诸多影响因素中,土壤热量平衡状态的影响占据着主导地位[1~3],地面覆盖材料通过其透射率直接影响覆盖层下土壤表面对光照热能的摄取及转换[2,4],地膜和秸秆覆盖夏玉米,有调温保墒效应[5,6],还可以改变农田水分平衡和控制土壤水分蒸发,从而影响夏玉米的生长发育[7~9]。

陕西关中地区能满足玉米、小麦一年两熟,但初夏多干旱,影响玉米生长发育,秋季多连阴雨,影响玉米成熟。覆膜种植夏玉米,在苗期,能提高土壤温度,减少土壤水分的蒸发,提高出苗率,抑制杂草生长;在生育中期,夏玉米生长迅速,植株、叶面积等生理指标都明显高于露地;到生育后期,在灌水有保证的前提下,覆膜有利于夏玉米籽粒的形成,提高夏玉米的产量。本试验对夏玉米进行田间膜缝沟灌研究,从生态环境及作物效应两个角度进一步研究夏玉米增产机制,为生产中大面积推广夏玉米膜缝沟灌提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验方法与试验材料

试验于 2006 年 6 月至 10 月在西北农林科技大学旱区农业水土工程教育部重点实验室完成。该区属于暖温带半湿润季风气候区,年平均降水量为 637.6 mm。土壤质地为中壤土,1 m 土层的平均田间持水量为 23%~25%,凋萎含水率为 8.5%,平均干容重为 1.40 g/cm^3。

试验田整地灭茬起垄做沟,沟断面为梯形,沟底宽及沟深均为 0.2 m,垄顶宽 0.4 m。沟长 14 m,沟间距 1.0 m,膜缝宽度为 7 cm,详细布置见图 1;试验处理为膜缝沟灌 A 和露地沟灌 B,每一种处理状况分 3 个种植小区平行试验,记为 A1、A2、A3 和 B1、B2、B3,每个小区面积 56 m^2(长 14 m,宽 4 m),小区间距 0.8 m,设计成长方形;玉米种植密度 48 570 株/hm^2,灌水 3 次,每次灌水定额为 900 m^3/hm^2,灌水时间分别在苗期、拔节期和灌浆期。

供试玉米品种为陕单 10 号,地膜为渭南亚东公司塑料厂生产的 0.008 mm 聚乙烯吹塑农用地膜。

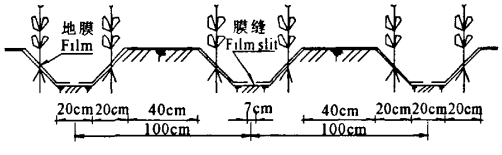

图 1 膜缝沟灌布置示意图

Fig.1 The layout diagram of the film slit furrow irrigation

1.2 测定方法

1.2.1 土壤含水率测定 土壤含水率测定采用烘干法。以 10 d 为单位测定土壤含水率,灌水前后、雨后加测。土层厚度 0~200 cm,以 20 cm 为单位间隔取土,共为 10 层,每层取 3 点打钻取土,每层含水率取 3 点含水率平均值。

1.2.2 土壤温度测定 在试验地沟坡上株与株之

收稿日期:2008-09-03
基金项目:"十五"节水农业重大专项(2002AA2Z4041)
作者简介:王增红(1972—),女,山西洪洞人,主要从事节水灌溉理论与新技术的研究。E-mail:wzh9403@163.com。
通讯作者:李援农(1962—),男,陕西大荔人,教授,博士生导师,主要从事节水灌溉新技术和非饱和土壤入渗方面研究。

万方数据

间地膜下5、10、15、20、25 cm处放置曲管温度计(露地处理也在相应的位置),从2006年6月23日开始观测到8月20日终止,每天在8:00、14:00、20:00三个时刻进行观测记录。

1.2.3 株高的测定 在各小区内随机选取10株玉米挂牌定期测定株高,抽雄前以叶片最高垂高为准,抽雄后以雄穗尖为准。

1.2.4 干物质测定 玉米成熟后,将随机抽取的挂牌玉米分别称茎、叶和果实的鲜重,然后在105℃下杀青20 min,再在80℃下烘到恒重,取茎、叶和果实的干重,得到单株玉米干物质(g/株)。

2 结果与分析

2.1 膜缝沟灌对夏玉米生态环境的影响

2.1.1 膜缝沟灌对夏玉米土壤含水率的影响 地膜覆盖是在土壤表面设置了一层不透气的物理阻隔层,直接阻挡了水分的垂直蒸发,阻断了近地面层与大气直接进行气流交换,增大了光热交换阻力,同时改善了通风透光条件和光照强度,影响土壤中的酶活性及土壤的孔隙度、微生物数量,协调光、温、水、气的关系,有利于作物的生长发育[10]。

对夏玉米各生育期内实测土壤含水率平均值进行分析,图2是不同处理在不同深度各生育期内土壤含水率随时间的变化曲线。结果表明:不同生育期不同深度土壤含水率变化幅度不同,0~40 cm土壤含水率覆膜平均高于露地5.5%,40~80 cm平均高于露地2.9%,80~120 cm平均高于露地1.3%。由于地膜对土壤覆盖使膜下形成一个相对独立的水分循环系统,膜下水分的消耗主要为植物散发,大部分水汽在膜下凝结而重新滴入土壤,形成膜下的水分循环;同时膜下温度较高,加大了土壤热梯度的差异,使土壤深层水分向上移动,并在上层聚积,形成提水上升的保墒效应。地膜覆盖能显著增加耕作层的土壤含水率。

2.1.2 膜缝沟灌对夏玉米土壤温度的影响 地膜覆盖对土壤产生的热效应主要影响生长前期农作物根区。因而探讨根区温度变化与农作物生长发育的关系,能反映热效应的实际状况[11]。掌握土壤温度的变化规律对于调节地温、精确确定灌溉时间、为作物创造一个适当的土壤温度环境是很有必要的。本文研究夏玉米生育期内土壤温度在耕作层不同深度上的变化,图3、4、5是6日内三个时刻土壤温度沿深度方向的变化规律。

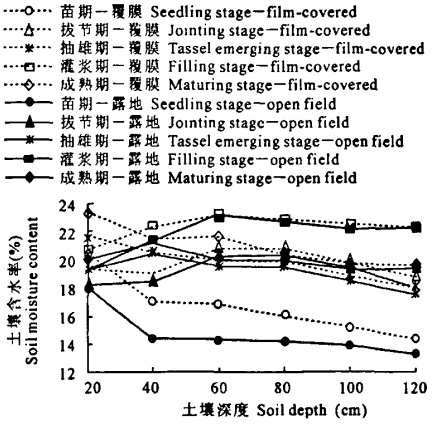

图2 不同处理夏玉米土壤含水率变化曲线

Fig.2 Soil moisture content curve of summer maize on different treatments

分析表明,在8:00土壤温度沿耕作层深度变化基本为线性关系,随深度增大而逐渐增加,在14:00和20:00土壤温度沿耕作层深度变化为非线性关系,表现为随深度增加先降低后稳定,耕作层15 cm处的土壤温度为变化的转折点,在耕作层15~25 cm随深度增大而逐渐趋于稳定;在观测的季节内,覆膜后土壤温度在各耕作层均比露地有所增加;在耕作层0~25 cm内,8:00覆膜后土壤温度变化幅度为1.13℃,露地为2.06℃;14:00覆膜后土壤温度变化幅度为0.57℃,露地为1.38℃;20:00覆膜后土壤温度变化幅度为0.34℃,露地为1.01℃。覆膜后土壤

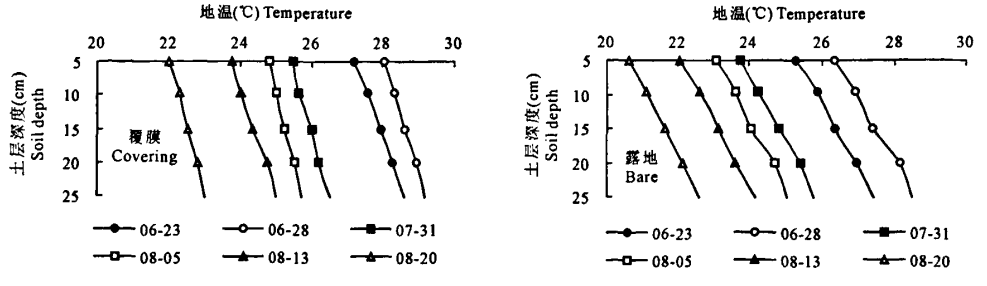

图3 8:00地温剖面

Fig.3 The curve of temperature profile at 8:00

万方数据

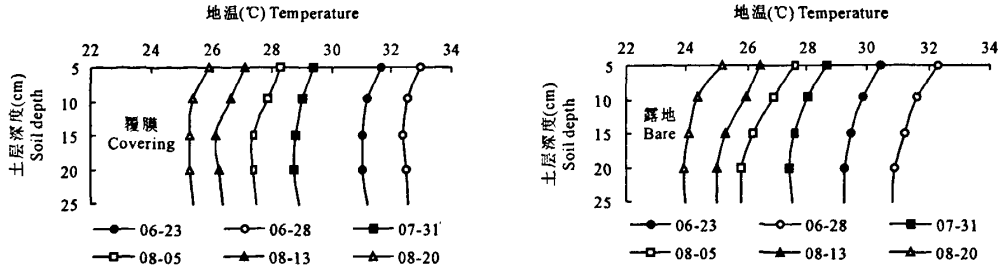

图 4　14:00 地温剖面

Fig.4　The curve of temperature profile at 14:00

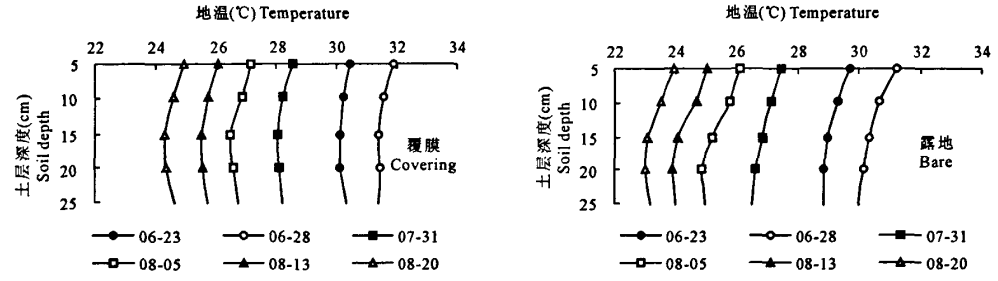

图 5　20:00 地温剖面

Fig.5　The curve of temperature profile at 20:00

温度变化幅度小更有利于玉米根系的生长发育,使根系能更好地吸收水分和养分。

2.2　膜缝沟灌对夏玉米作物效应的影响

2.2.1　膜缝沟灌对夏玉米株高的影响　株高是作物干物质积累的主要组成部分,是确定作物种植密度的重要依据[12,13]。不同生育期夏玉米生长发育不同,株高的变化尤为明显,并且不同生长阶段其变化特征表现出一定的规律性。图 6 是夏玉米生育期内株高的变化,可以看出,两种处理株高在生育期内的变化趋势基本一致。苗期生长迅速,进入拔节后生长速度加快;孕穗期生长最快,灌浆期生长速度逐渐变缓,主要进行籽粒的形成;乳熟后,生长停止。在各生育期内,覆膜处理的株高明显高于露地处理,最高达 49 cm,且提前 13 天左右株高达到稳定。

2.2.2　膜缝沟灌对夏玉米干物质的影响　图 7 是膜缝沟灌与露地沟灌各小区干物质的平均值,分析可知,覆膜后,由于土壤水分、土壤温度等生态条件的改善,促进了夏玉米各生育阶段的生长发育,提高了干物质。覆膜后干物质最高可达 378 g/株,露地最高达 290 g/株。

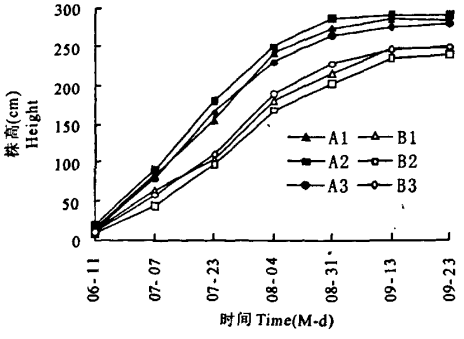

图 6　夏玉米生育期内株高变化曲线

Fig.6　The curve of corn height in the growing period

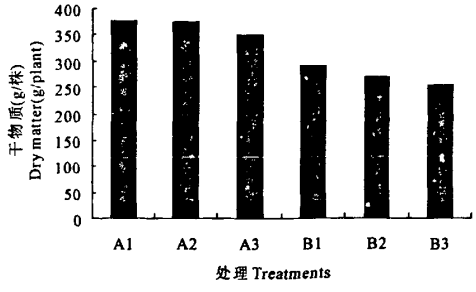

图 7　不同处理下的单株干物质

Fig.7　Dry matter of per maize plant among different treatments

万方数据

3 结 论

1) 土壤地膜覆盖使膜下形成一个相对独立的水分循环系统,同时膜下温度较高,加大了土壤热梯度的差异,使土壤深层水分向上移动,并在上层聚积,形成提水上升的保墒效应。地膜覆盖明显增加了耕作层的土壤含水率,0~40 cm土壤含水率覆膜平均高于露地5.5%,40~80 cm平均高于露地2.9%,80~120 cm平均高于露地1.3%。

2) 在观测季节内,覆膜后土壤温度在各深度均比露地有所增加,且土壤温度变化幅度小,在耕作层0~25 cm内,覆膜后土壤温度变化幅度8:00为1.13℃,14:00为0.57℃,20:00为0.34℃;露地处理土壤温度变化幅度8:00为2.06℃,14:00为1.38℃,20:00为1.01℃。

3) 覆膜后由于土壤含水率、土壤温度的变化,使株高明显高于露地,最高达49 cm,同时,覆膜后干物质高于露地处理。

参 考 文 献:

[1] 李毅,王全九,王文焰.覆膜条件下土壤水、盐、热耦合迁移研究[M].西安:陕西科学技术出版社,2006.

[2] 郭元裕.农田水利学[M].北京:中国水利水电出版社,1997.

[3] 李成华,马成林,张德骏.地面覆盖材料的光谱透射率计其对土壤温度的影响[J].农业工程学报,1996,12(4):165—168.

[4] 李 毅,王文焰,潘 渝,等.覆膜与露地条件下土壤的温度特征[J].水土保持学报,2002,(5):120—123.

[5] 李洪勋,吴伯志.地膜和秸秆覆盖对夏玉米的调温保墒效应[J].玉米科学,2006,14(3):96—98.

[6] 员学峰,吴普特,汪有科.地膜覆盖保墒灌溉的土壤水、热以及作物效应研究[J].灌溉排水学报,2006,25(1):25—29.

[7] 朱自玺,方文松,赵国强,等.麦秸和残茬覆盖对夏玉米农田小气候的影响[J].干旱地区农业研究,2000,18(2):19—24.

[8] 李援农,范兴科.地膜覆盖灌水对土壤水分变化及作物生长的影响[J].水土保持研究,2002,9(2):45—47.

[9] 付国占,王俊忠,李潮海,等.华北残茬覆盖不同土壤耕作方式夏玉米生长分析[J].干旱地区农业研究,2005,23(4):12—15,21.

[10] 汪景宽,彭 涛,张旭东,等.地膜覆盖对土壤酶活性的影响[J].沈阳农业大学学报,1997,28(3):210—213.

[11] 卜玉山,王建程.不同覆盖材料土壤生态效应与玉米增产效应研究[J].中国生态农业学报,2005,13(2):138—141.

[12] Allmars R R, Burrows W C, Larson W G. Early growth of corn as affected by soil temperature[J]. Soil Sci Am Pro, 1964, 28: 271—275.

[13] 中国农用塑料应用技术学会.新编地膜覆盖栽培技术大全[M].北京:中国农业出版社,1998.

Study on the effect of ecological environment and crop of summer maize under film slit furrow irrigation

WANG Zeng-hong, LI Yuan-nong, WANG Bing-ying

(*College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: Compared with the open field test, we studied the effect of film slit furrow irrigation on soil moisture content, soil temperature and status of summer maize during growing period. The result showed that the soil moisture content is higher than the open field when covered by plastic film, and, on average, it is 5.5% higher in 0~40 cm layer, 2.9% higher in 40~80 cm layer and 1.3% higher in 80~120 cm layer. In addition, after film covering the soil temperature in tillage layer is higher than that in the open field, and the varying range of soil temperature with film covering at 8:00, 14:00 and 20:00 was 1.13℃, 0.57℃ and 0.34℃, respectively, comared to 2.06℃, 1.38℃ and 1.01℃ in open field. Under the same irrigation conditions, the plant height and dry matter of summer maize is 49 cm and 126 g/plant respectively higher than that in the open field. So film covering is conducive to the growth of summer maize.

Key words: film slit furrow irrigation; summer maize; soil temperature; soil moisture content

万方数据