

不同覆盖材料下土壤水温效应对 玉米前期生长的影响

李 荣, 侯贤清

(宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021)

摘要: 本研究旨在比较盆栽与大田试验条件下不同覆盖材料的土壤调温保湿效果, 为选择农业环保型覆盖材料提供理论依据。2014 和 2015 年分别设置盆栽试验和大田试验, 覆盖塑料地膜(DM)、液体地膜(YM)、麻地膜(MM)及秸秆(JM)等 4 种材料, 以不覆盖处理为对照(CK), 分析了不同覆盖材料对土壤水温状况及玉米前期生长的影响。结果表明: 麻地膜覆盖对玉米生育前期 0~20 cm 土层土壤的保水保墒效果最好, 秸秆覆盖处理次之, 麻地膜覆盖和秸秆覆盖处理玉米出苗至大喇叭口期平均土壤贮水量分别较对照显著提高 29.0% 和 26.6%。覆盖不同材料的调温作用: 2014 年盆栽试验玉米拔节期各处理升温效果表现为 MM > DM > JM > YM > CK, 大喇叭口期其降温效果表现为 MM > JM > CK > DM > YM; 2015 年大田试验玉米拔节期各处理升温效果表现为 CK > DM > MM > YM > JM, 大喇叭口期其降温效果表现为 CK > DM > MM > JM > YM。麻地膜覆盖处理促进了玉米前期的生长, 比不覆盖处理提前 10~11 d 进入大喇叭口期, 玉米株高、茎粗、叶面积及生物量分别较对照显著提高 48.3%、27.5%、158.2% 和 63.5%。

关键词: 覆盖材料; 土壤水分; 土壤温度; 玉米生长

中图分类号: S343.1 **文献标志码:** A

Effects of different mulching materials on soil water, temperature and growth at the early stage of maize growth

LI Rong, HOU Xian-qing

(School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: To provide a theoretical basis for selecting environmental protection covering material in agriculture, effects of different covering materials on soil water conservation and temperature regulation were compared by carrying out a pot experiment and a field experiment. Both pot experiment and field experiment studies were conducted to determine the effects of different mulching materials on soil temperature, soil water and growth of maize at the early growth stage in dry-farming areas of Ningxia between 2014 and 2015. Four mulching materials including plastic film (DM), liquid film (YM), bast fiber film (MM), and maize straw (JM) were employed. A flat plot without mulching was used as the control (CK). Our results showed that the effect of the bast fiber film treatment on water conservation was the best, and maize straw treatment was the second. The soil water storage ratios in the 20 cm depth soil layer by the bast fiber film mulching and maize straw mulching treatments were 29.0% and 26.6%, respectively, significantly higher than that by the control treatment through the emergence till large bell stages of maize. Different mulching materials exhibited greater soil temperature warming and cooling effects than the control treatment from seedling stage to large bell stage of maize during the 2 years of study. In 2014, the effects of different treatments on soil temperature warming at the jointing stage from strong to weak followed the order of MM > DM > JM > YM > CK, and on soil temperature cooling flowed the order of MM > JM > CK > DM > YM at the large bell stage in the pot experiment. In 2015, the effects on soil temperature warming at the jointing stage followed as CK > DM > MM > YM > JM, and on the soil temperature cooling as CK > DM > MM > JM > YM at the large bell stage in the field experiment. The large bell stage of maize was brought forward by 10~11

收稿日期: 2016-02-24

基金项目: 宁夏大学科学研究基金(ZR1345)

作者简介: 李 荣(1984—), 女, 讲师, 主要从事旱地农业研究。E-mail: lirong@mail@126.com

通信作者: 侯贤清(1981—), 男, 讲师, 主要从事节水农业研究。E-mail: houxianqing1981@126.com

d by the bast fiber film mulching treatment from no mulching treatment at the early stage of maize growth. The bast fiber film mulching treatment promoted the growth at the early stage of maize. Plant height, stem diameter, leaf area and biomass of maize under this treatment were increased by 48.3%, 27.5%, 158.2%, and 63.5%, respectively, significantly higher than those by the control treatment.

Keywords: mulching materials; soil water; soil temperature; maize growth

在我国北方干旱地区,水分是作物产量提高的主要限制因素之一。由于雨水资源分布不均,年自然降水的60%~70%集中在7—9月份,造成农作物生长期需水与自然降水供需错位^[1]。土壤温度的高低直接影响作物播种和出苗的迟早,早春温度较低,常常影响玉米的正常出苗,使生育期延迟^[2]。因此,生产上通过蓄水保墒、保温等途径,来改善作物生长的土壤微环境,促进农作物的生长发育和提高产量。

覆盖技术是旱作农业区农业生产的重要措施之一,具有蓄水保墒、防止蒸发、调节地温、抑制杂草和增加产量等作用^[3-5]。研究表明,地膜覆盖能够减少土壤水分损失、调节土壤温度^[6],提高土壤保水力,加快作物生育进程,显著增加作物产量^[7]。然而,塑料地膜在应用于农业生产的同时,其负面的环保效应也越来越严重:残膜越来越多地积累在土壤之中,使耕层土壤透气性降低,阻碍作物根系发育和对水分、养分的吸收,从而影响作物的产量^[8-10]。近年来,环保型覆盖材料的发展和使用已受到广泛关注。目前生产应用的农业环保型覆盖材料主要包括可降解地膜(麻地膜、液体地膜等)和作物秸秆等。作物秸秆作为传统的覆盖材料,可抑制土壤蒸发,具有双重温度效应,即在低温时可起到增温效应,在高温时可起到降温效应,这对作物生长十分有利^[11],且其成本较低,一直在覆盖材料中占有特殊重要的地位。液体地膜是以褐煤、风化煤或泥炭为原料对造纸黑液、海藻废液、酿酒废液或淀粉废液进行改性,通过木质素、纤维素和多糖在胶联剂的作用下形成的高分子有机化合物^[12]。强小曼等^[13]研究结果表明,液体地膜能显著改善土壤的理化性质,提高地温,降低土面水分蒸发,具有与塑料地膜类似的功能,避免了“白色污染”,可用于农业生产中,但由于价格高、降解不完全等原因,并未得到广泛应用^[14]。

中国农业科学院麻类研究所苧麻落麻、黄麻为主要原料(麻类纤维含量一般为50%~100%),配以其它植物纤维,采用梳理成网与气流成网二次成网组合工艺技术,成功研制出超薄、较高强度的环保型麻地膜,与国外同类产品相比其性能更优、成本更低^[15-17]。有研究表明^[17-20],麻地膜覆盖作物后,在作物的遮罩下使麻地膜的湿度增加,有利于微

生物的生长,在土壤微生物和酶的作用下,短时间内可以完全降解,对土壤和作物无污染,降解后可作为一种有机肥料,促进作物的生长和土壤生态环境的改善。环保型麻地膜具有保温、保湿、增产等多方面优点,可用它取代塑料地膜,具有极大的应用前景。目前农业环保型覆盖材料的研究主要集中于原料构成、降解速度和程度等工艺方面^[21-23],对其调温保墒效果和作物前期生长影响的研究较少。本研究选用液体地膜、麻地膜和秸秆等环保型覆盖材料及普通塑料地膜,以不覆盖为对照,设置盆栽试验,比较了不同覆盖材料下土壤水温效应对玉米前期生长发育的影响,以比较在同一气候条件下塑料地膜、可降解膜和秸秆等覆盖材料的水温效应,以期为农业环保型覆盖材料的选择及开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

研究设盆栽试验和大田试验两部分,盆栽试验于2014年4—10月在宁夏大学农学院实训基地实施,大田试验于2015年4—10月在宁夏大学农学院农场实施。试验基地位于宁夏银川平原西部、贺兰山东麓,平均海拔1 100~1 200 m,年蒸发量达1 583.2 mm,多年平均降水量200 mm左右,年日照时数2 898~3 040 h,年平均气温8.4℃,昼夜温差大,无霜期124~177 d,属中温带干旱气候。该区土壤疏松,主要以风沙土和灰钙土为主。供试土壤质地为风沙土,耕层0~20 cm土壤容重为1.34 g·cm⁻³,有机质含量为4.8 g·kg⁻¹,土壤碱解氮、有效磷、速效钾含量分别为27.7, 120.2, 86.1 mg·kg⁻¹, pH值为8.3。根据全国耕地类型区耕地地力等级划分标准,该供试土壤除土壤有效磷属于中肥力外,其它养分指标均属低肥力和极低肥力,综合评价为低等肥力水平。

1.2 试验设计

盆栽试验设液体地膜覆盖(YM)、麻地膜覆盖(MM)和玉米秸秆覆盖(JM)等3种环保型覆盖材料及塑料地膜覆盖(DM),以不覆盖(CK)为对照,5个处理,5次重复,共计25个盆,露天放置。试验用塑料盆内口径30 cm、内底径20 cm、内深25 cm,每盆装

风干土 15 kg(含水量 2.1%)。4 月 15 日装盆,4 月 20 日施肥,每盆施 10 g 过磷酸钙(含有效 P 8.7%),35 ml 浓度为 15% 的硝酸铵(含 N 量 34.2%)溶液,施肥后每盆浇水 2 L,同时进行覆盖处理。盆栽试验于 2014 年 5 月 1 日播种,每盆 9 粒;出苗后及时定苗 3 株,成苗后保留 1 株。盆栽浇水方法引用卜玉山等^[24-25]的盆栽试验研究方法:玉米出苗后,隔日每盆浇水 1 L(没有水分从盆底渗出),以保持一定的土壤湿度。

大田试验设液体地膜覆盖(YM)、麻地膜覆盖秸秆(MM)和玉米秸秆覆盖(JM)等 3 种环保型覆盖材料及塑料地膜覆盖(DM),以不覆盖(CK)为对照,5 个处理,每处理 3 次重复,共 15 个小区,小区面积 $8 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 32 \text{ m}^2$,随机区组排列。试验期间无灌溉,进行人工除草。大田试验于 2015 年 4 月 28 日播种。玉米采用平作种植方式,等行株距种植(60 cm:60 cm),种植密度 6 万株· hm^{-2} 。施肥方式:将基肥均匀撒在试验地,翻入土壤,然后进行覆盖。基肥包括:有机肥(土壤调理剂)30 t· hm^{-2} 、尿素 150 kg· hm^{-2} 、重过磷酸钙 200 kg· hm^{-2} 、硫酸钾 150 kg· hm^{-2} 。

试验所用塑料地膜为山西运城塑料厂生产(宽 0.8 m,厚 0.008 mm)的聚乙烯薄膜,麻地膜(宽 0.8 m,厚 0.008 mm)为湖南省沅江市润泽科技有限公司生产;秸秆覆盖量根据王昕等^[26]研究推荐的最佳覆盖量 9 000 kg· hm^{-2} ,玉米秸秆切成 10 cm 长度覆盖于土壤表面,覆盖厚度为 5 cm;液体地膜为北京金尚禾生物科技有限公司生产,以公司推荐的 450 L· hm^{-2} ,于播后第 2 d 按产品与水 1:5 兑水稀释后使用喷雾器均匀喷洒于土壤表面。供试春玉米品种为先玉 335。

1.3 测定项目及方法

生育期记载:盆栽试验玉米出苗、拔节期、大喇叭口期,以每处理所有盆植株表现某生育特征作为进入该生育时期的标准。大田试验以每处理小区内 70%~80% 植株表现某生育特征作为进入该生育时期的标准记录玉米的生育期进程。

土壤水分:盆栽试验在玉米出苗至大喇叭口期(2014 年 5 月 15 日至 7 月 15 日),每隔 15 d,采用土钻(直径 0.0286 m)取样烘干法测定 0~20 cm 层土壤水分;大田试验 2015 年 4 月 28 日播种起,每隔 15 d 在玉米种植行间采用土钻(直径 0.08 m)取样烘干法分别测定春玉米生育前期(苗期、拔节期、大喇叭口期)0~20 cm 土壤水分,3 次重复。土壤贮水量^[27] $W = h \times a \times b \times 10$,式中, W 为土壤贮水量

(mm), h 为土层的深度(cm), a 为土壤容重($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$), b 为土壤质量含水量(%)。

土壤温度:盆栽试验在离作物根系 10 cm 处放置曲管地温计,从苗期至大喇叭口期,每隔 15 d,测定白天 08:00、14:00 和 20:00 h 土壤 10 cm 处的温度。大田试验在每一处理种植行间放置曲管温度计。从出苗到大喇叭口期每隔 15 d 测定白天 08:00、14:00 和 20:00 h 土壤 10 cm 处的温度。

玉米生长指标:2014 和 2015 年在玉米拔节期(06-15)、大喇叭口期(07-15)分别测定其株高、茎粗、叶面积大小(长×宽×0.8)和生物量(地下部干重与地上部干重之和)。

1.4 数据处理

Excel 2003 作图,采用 SAS 8.0 分析软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同覆盖材料下 0~20 cm 土层土壤水分动态变化

由于不同覆盖材料保蓄水分能力不同,其土壤水分的动态变化存在明显差异。各处理下 0~20 cm 土层土壤水分的变化随时间呈下降的趋势(图 1)。不同覆盖材料均有良好的保墒作用,玉米出苗至大喇叭口期不同覆盖材料 0~20 cm 土层土壤水分含量均显著($P < 0.05$)高于对照。在 2014 年盆栽试验中,MM 和 JM 处理土壤贮水量分别较 CK 显著提高 36.5% 和 32.7%,DM 和 YM 处理土壤贮水量较 CK 提高 15.9% 和 17.4%。在 2015 年大田试验中,MM 和 JM 处理土壤贮水量分别较 CK 显著提高 21.5% 和 20.4%,DM 和 YM 处理土壤贮水量较 CK 提高 17.4% 和 13.0%。可见,麻地膜覆盖和秸秆覆盖处理在玉米生长前期的保水保墒效果最佳。

2.2 不同覆盖材料对 10 cm 处土壤温度日变化的影响

玉米生育前期,玉米植株较小,土壤表面裸露面积较大,不同覆盖材料对 10 cm 处土壤温度日变化影响效果显著。2014 年盆栽试验玉米苗期至拔节期(5 月 15 日—7 月 1 日)10 cm 处土壤温度在 18:00 时达到最高值,随作物生育期的推移,土壤温度日变化在 14:00 达到最高值(图 2a),而 2015 年大田试验整个玉米前期 10 cm 处土壤温度在 14:00 时达到最高值(图 2b)。2014 年 DM、YM、MM、JM 和 CK 处理土壤温度日变幅依次分别在 $6.0^\circ\text{C} \sim 17.6^\circ\text{C}$ 、 $5.2^\circ\text{C} \sim 13.5^\circ\text{C}$ 、 $6.3^\circ\text{C} \sim 19.6^\circ\text{C}$ 、 $5.2^\circ\text{C} \sim 12.9^\circ\text{C}$ 和 $5.0^\circ\text{C} \sim 14.4^\circ\text{C}$;2015 年 DM、YM、MM、JM 和 CK 处理土壤

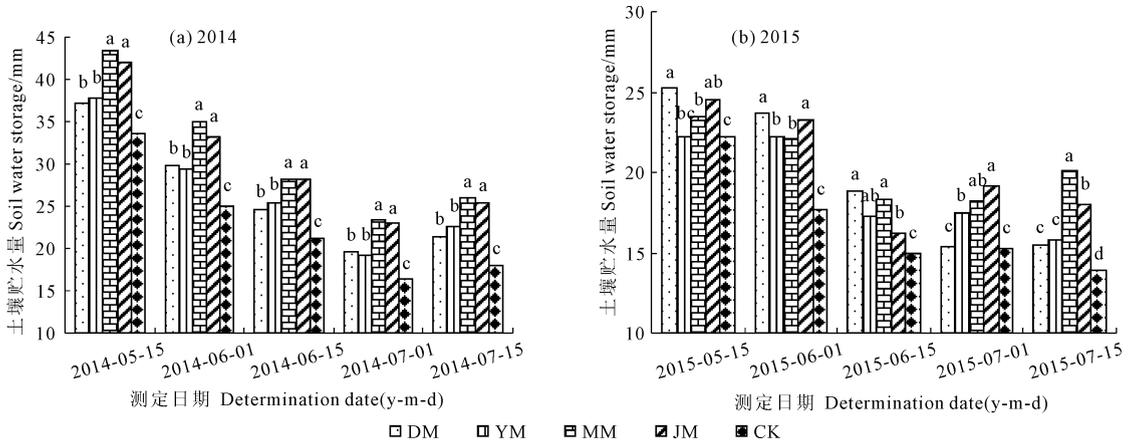
温度日变幅依次分别在 8.0℃ ~ 12.8℃、4.7℃ ~ 11.7℃、7.0℃ ~ 11.3℃、3.0℃ ~ 10.8℃和 8.0℃ ~ 14.0℃。

由于覆盖不同材料,各处理在玉米生育前一天中升温 and 降温效果不同。2014 年玉米拔节期各处理升温效果表现为 MM > DM > JM > YM > CK,其升温值(14:00 与 8:00 土壤温度的差值)分别为 10.2℃、7.9℃、7.7℃、7.5℃和 7.1℃;大喇叭口期其降温效果表现为 MM > JM > CK > DM > YM,其降温值(14:00 与 18:00 土壤温度的差值)分别为 5.8℃、5.6℃、4.7℃、4.5℃和 4.1℃。2015 年玉米拔节期各处理升温效果表现为 CK > DM > MM > YM > JM,其升温值分别为 14.0℃、12.8℃、10.2℃、9.9℃和 3.9℃;大喇叭口期其降温效果表现为 CK > DM > MM > JM > YM,其降温值分别为 5.8℃、5.6℃、

4.7℃、4.5℃和 4.1℃。

2.3 不同覆盖材料对玉米前期生长发育的影响

2.3.1 对生育进程的影响 由于不同覆盖材料改变土壤的水分、温度等状况,使玉米的生长发育进程不同。表 1 表明,两年研究期间,除 JM 处理外,其它覆盖处理玉米出苗和拔节均较对照提前,其中 MM 处理效果显著,DM 和 YM 处理对玉米生育进程的影响相似。2014 年,DM、YM 和 MM 处理拔节期分别较 CK 提前 7 d、8 d 和 10 d;大喇叭口期分别较 CK 提前 8 d、8 d 和 11 d。2015 年,DM、YM 和 MM 处理拔节期分别较 CK 提前 7 d、4 d 和 7 d;大喇叭口期分别较 CK 提前 8 d、6 d 和 10 d。秸秆覆盖处理在玉米前期土壤温度较低,其出苗和拔节期较对照推迟 2 ~ 3 d,但随气温的回升,秸秆覆盖的保水调温作用促进了玉米的生长,大喇叭口期与对照持平。



注:DM 为地膜覆盖处理,YM 为液态地膜覆盖处理,MM 为麻地膜覆盖处理,JM 为秸秆覆盖处理,CK 为不覆盖处理。同一时间不同小写字母表示处理间差异显著(P < 0.05)。下同。

Note: DM: plastic film mulch; YM: liquid film mulch; MM: bast fiber film mulch; JM: straw mulch; CK: no mulch. Different lowercase letters stand for significance at 5% level during the same time. The same as below.

图 1 不同覆盖处理对 0~20 cm 土层土壤贮水量的影响

Fig.1 Effects of different mulch treatments on soil water content in the 0~20 cm soil layer

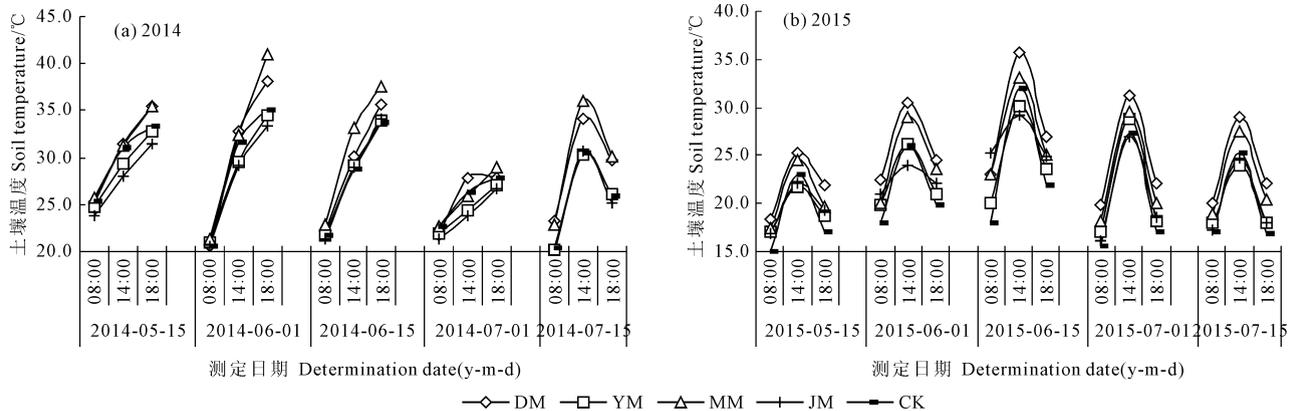


图 2 玉米生育前期 0~10 cm 土层土壤温度日变化

Fig.2 Daily changes of soil temperature at the 0~10 cm soil layer during early stage of maize

2.3.2 对玉米前期生长的影响 不同覆盖材料下土壤水温效应的差异,影响着作物各生育阶段的生长状况(表 2)。两年研究期间,2014 年盆栽试验玉米生长前期的生物学指标均高于 2015 年大田试验。玉米拔节期,MM 和 JM 处理两年平均玉米株高分别较 CK 显著($P < 0.05$)增高 46.1%和 41.1%;DM 和 YM 处理分别显著增加 39.6%和 26.0%。大喇叭口期,MM 和 JM 处理两年平均玉米株高分别较 CK 显著增高 48.3%和 43.3%;DM 和 YM 处理分别显著增加 28.9%和 21.2%。在玉米拔节和大喇叭口期茎粗表现出一致的规律:MM、JM、DM 和 YM 处理两年平均玉米茎粗分别较 CK 显著增加 27.5%、24.0%、19.0%和 13.4%。

各不同覆盖处理的玉米叶面积在拔节期后差异

明显,大喇叭口期各处理叶面积达到最大值。2014 年,盆栽试验玉米拔节期和大喇叭口期各处理叶面积大小顺序均表现为 $MM > JM > DM > YM > CK$; 2015 年,大田试验玉米拔节期各处理叶面积大小顺序表现为 $DM > MM > YM > JM > CK$,大喇叭口期各处理叶面积大小顺序表现为 $MM > JM > DM > YM > CK$ 。可见,覆盖处理可增加光合器官面积,进而提高光合物质的积累。

不同覆盖材料的土壤水温效应显著影响玉米生育前期的生物量。在大喇叭口期,MM 处理下两年玉米生物量最高, JM 处理次之。MM 和 JM 处理两年平均生物量分别较 CK 处理增加 63.5%和 59.0%,DM 和 YM 处理分别较 CK 增加 37.5%和 20.5%。

表 1 不同覆盖处理玉米生育进程

Table 1 Growth and development progress of maize by different mulching treatments

年份 Year	生育时期 Growth stage	播后天数 Days after sowing/d				
		DM	YM	MM	JM	CK
2014	出苗 Emergence	12b	12b	10c	15a	13b
	拔节 Jointing	33c	32c	30c	43a	40b
	大喇叭口 Large bell	56b	56b	53c	64a	64a
2015	出苗 Emergence	14c	16b	15bc	18a	16b
	拔节 Jointing	35c	38bc	35c	44a	42a
	大喇叭口 Large bell	62bc	64b	60c	68a	70a

注:DM 为地膜覆盖处理, YM 为液态地膜覆盖处理, MM 为麻地膜覆盖处理, JM 为秸秆覆盖处理, CK 为不覆盖处理。同行不同小写字母表示不同处理下差异达显著水平($P < 0.05$)。下同。

Note: DM: plastic film mulch; YM: liquid film mulch; MM: bast fiber film mulch; JM: straw mulch; and CK: no mulch. Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) in same line, and hereinafter.

表 2 不同处理下玉米前期生长状况

Table 2 The growth status by different treatments at early stage of maize growth

年份 Year	处理 Treatment	拔节期 Jointing stage(06 - 15)				大喇叭口期 Large bell stage(07 - 15)			
		株高 Plant height /cm	茎粗 Stem diameter /cm	叶面积 Leaf area /($\text{cm}^2 \cdot \text{plant}^{-1}$)	生物量 Biomass /($\text{g} \cdot \text{plant}^{-1}$)	株高 Plant height /cm	茎粗 Stem diameter /cm	叶面积 Leaf area /($\text{cm}^2 \cdot \text{plant}^{-1}$)	生物量 Biomass /($\text{g} \cdot \text{plant}^{-1}$)
2014	DM	78.6b	1.25b	146.4a	4.5b	117.7b	1.85b	1787.5b	83.3c
	YM	75.5b	1.22b	133.9b	4.1b	115.9b	1.84b	1498.9b	83.5c
	MM	91.3a	1.35a	255.2a	5.3a	136.5a	2.05a	2612.9a	111.8a
	JM	91.0a	1.30a	241.8ab	5.9a	135.0a	2.01a	2538.4a	108.9b
	CK	58.4c	1.01c	102.5c	3.1c	89.3c	1.62c	866.4c	70.4d
2015	DM	50.8a	1.14a	125.6a	4.2a	90.6b	1.72b	1516.5b	88.8b
	YM	41.3bc	1.00b	102.89c	3.2b	80.0c	1.62b	1321.6b	67.6c
	MM	44.1b	1.10a	113.7b	3.8ab	103.2a	1.89a	2208.1a	94.1a
	JM	39.8c	1.05ab	95.24d	3.5b	96.5b	1.85a	2049.4a	90.8ab
	CK	34.3d	0.86c	90.24d	2.5c	72.3d	1.52c	1000.8c	55.5d

3 讨 论

3.1 覆盖对土壤水温状况的影响

杨封科等^[28]的研究发现,旱地地膜覆盖栽培可提高表层土壤水分含量,使作物生长的水分条件得到局部改善。王鑫等^[29]和乔海军^[30]研究表明,可降解地膜覆盖在玉米生育前期具有保水保温的显著效果,生物降解膜的保墒效果与普通地膜接近,土壤含水率比露地高 2.1%,液态膜的保墒效果不明显,仅较裸地高 1.0%。本研究结果表明,不同覆盖处理均能较好地改善玉米生长前期土壤水分状况,其中麻地膜覆盖和秸秆覆盖处理对 0~20 cm 土层土壤保水效果最好。这是由于麻地膜覆盖和秸秆覆盖能减少土壤水分的蒸发,增加土壤水分保蓄能力^[31],同时土壤温度较低,玉米生长缓慢,耗水较少,而覆盖地膜虽能抑制土壤蒸发,但不利于降水的接纳与入渗^[32]。液体地膜覆盖对农田土壤水温状况略有改善,但与对照无显著差异,这与乔海军^[30]研究结论一致,可能跟液体地膜喷施后成膜效果较差,且易受外界环境条件影响使其受损有关^[33]。

不同覆盖材料下地表获得太阳辐射的能力不同,造成对土壤温度的影响效果不同^[34],覆盖措施在作物生长前期和旱季对土壤表层地温调节效果明显^[35]。麻地膜在高温时增温效果较塑料地膜平缓,无烧苗现象发生^[36]。本研究结果表明,2014 年盆栽试验玉米拔节期各处理升温效果表现为 MM > DM > JM > YM > CK,大喇叭口期其降温效果表现为 MM > JM > CK > DM > YM;2015 年大田试验玉米拔节期各处理升温效果表现为 CK > DM > MM > YM > JM,大喇叭口期其降温效果表现为 CK > DM > MM > JM > YM。地膜覆盖和麻地膜覆盖具有很好的增温保温效果,一天中升温较快、降温较慢,而液体地膜由于喷施后在土表形成一层黑色薄膜,在升温阶段吸热多,而降温阶段地表裸露,降幅也较大。覆盖秸秆后在地表形成一道物理隔离层,使土壤温度较对照降低,升温和降温幅度最慢。这与员学峰等^[34]、王朝云等^[15]和夏芳琴等^[35]的研究结果一致。

3.2 覆盖材料对玉米前期生长的影响

覆盖可改善土壤的水温状况,进而影响作物的生长发育^[37]。王鑫等^[29]和段喜明等^[2]研究表明,可降解地膜覆盖种植能有效改善土壤的水温状况,加快作物的生育进程。麻地膜覆盖提前了红麻的出苗期^[38],覆盖大豆各个生育期均比无覆盖提前 2~4 d^[39]。本研究也有类似结果:玉米生育前期,不同覆盖处理可明显缩短玉米的生育进程,其中麻地膜覆

盖处理比不覆盖处理可提前 11 d 进入大喇叭口期。申丽霞等^[40]研究认为,降解膜和普通地膜有较高的土壤水分含量和土壤温度,玉米生育前期株高和干物质质量均明显高于裸地对照。张杰等^[41]研究发现,覆盖生物降解膜比传统平作能显著增加玉米株高、叶面积和生物量,而液膜的影响则不显著。本研究也发现,麻地膜作为可降解材料能显著促进作物前期的生长,增加玉米生物量,而覆盖与文献^[41]同种材料的液态地膜与对照相比无差异。通过两年研究结果表明,麻地膜覆盖处理具有较好的保水调温效果,显著促进玉米生长,秸秆、塑料地膜与液体地膜覆盖处理次之,作为新型覆盖材料,其在农业不同区域和作物方面的应用效果还有待进一步研究。

4 结 论

在玉米生育前期,麻地膜覆盖对 0~20 cm 土层土壤水分具有显著的保水保墒效果,秸秆、塑料地膜和液体地膜覆盖次之;覆盖塑料地膜和麻地膜的增温保温效果显著。麻地膜覆盖处理比对照处理提前 10~11 d 进入大喇叭口期,且大喇叭口期玉米株高、茎粗、叶面积及生物量均显著高于对照。麻地膜作为农业环保型覆盖材料在玉米的生长和培肥土壤方面及降解方面作用显著,而对作物生长前期土壤保温效果仅次于普通地膜。

参 考 文 献:

- [1] 肖国举,王 静,黄土高原集水农业研究进展[J].生态学报,2003,23(5):1003-1011.
- [2] 段喜明,吴普特,白秀梅,等.旱地玉米垄膜沟种微集水种植技术研究[J].水土保持学报,2006,20(1):143-146.
- [3] Ramakrishna A, Tam H M, Wani S P, et al. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam[J]. Field Crops Research, 2006, 95(2/3): 115-125.
- [4] Ghosh P K, Dayal D, Bandyopadhyay K K, et al. Evaluation of straw and polythene mulch for enhancing productivity of irrigated summer groundnut[J]. Field Crops Research, 2006, 99(2/3): 76-86.
- [5] Romic D, Romic M, Borosic J, et al. Mulching decreases nitrate leaching in bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivation[J]. Agricultural Water Management, 2003, 60(2): 87-97.
- [6] 梁美英,卜玉山,李 伟,等.不同地膜与覆盖方式土壤水温与作物增产效应[J].山西农业大学学报(自然科学版),2010,30(5):426-431.
- [7] 姚 健,王 丁,张显松,等.不同地表覆盖方式对土壤水分、温度及幼苗生长的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2009,33(5):7-11.
- [8] 徐 刚,杜晓明,曹云者,等.典型地区农用地膜残留水平及其形态特征研究[J].农业环境科学学报,2005,24(1):79-83.

- [9] 严昌荣,刘恩科,舒帆,等.我国地膜覆盖和残留污染特点与防控技术[J].农业资源与环境学报,2014,31(2):95-102.
- [10] 黎先发.可降解地膜材料研究现状与进展[J].塑料,2004,33(1):76-81.
- [11] 蔡太义,贾志宽,孟蕾,等.渭北旱塬不同秸秆覆盖量对土壤水分和春玉米产量的影响[J].农业工程学报,2011,27(3):43-48.
- [12] 吕江南,王朝云,易永健.农用薄膜应用现状及可降解农膜研究进展[J].中国麻业科学,2007,20(3):150-156.
- [13] 强小嫚,周新国,李彩霞,等.不同水分处理下液膜覆盖对夏玉米生长及产量的影响[J].农业工程学报,2010,26(1):54-60.
- [14] 刘敏,黄占斌,杨玉姣.可生物降解地膜的研究进展与发展趋势[J].中国农学通报,2008,24(9):439-443.
- [15] 王朝云,吕江南,易永健,等.环保型麻地膜的研究进展与展望[J].中国麻业科学,2007,29(S2):380-384.
- [16] 王朝云,吕江南,欧阳清,等.环保型麻地膜的试制[J].纺织学报,2008,29(3):42-46.
- [17] 王朝云.环保型麻地膜研究新进展[J].中国麻业科学,2009,31(1):98-100.
- [18] 王朝云,许香春,易永健,等.麻地膜降解对土壤性质和作物产量影响的研究[J].农业环境科学学报,2011,30(1):84-92.
- [19] 宋建龙.麻地膜降解特性及对土壤和作物的效应研究[D].北京:中国农业科学院,2009.
- [20] 易永健,许香春,王朝云,等.麻地膜覆盖栽培对土壤生态环境的影响[J].中国麻业科学,2010,32(5):252-257.
- [21] Akira Hoshino, Hideo Sawada, Masahisa Yokota, et al. Influence of weather conditions and soil properties on degradation of biodegradable plastics in soil[J]. Soil Sci Plant Nutr, 2001,47(1):35-43.
- [22] 许香春,王朝云.国内外地膜覆盖栽培现状及展望[J].中国麻业,2006,28(1):6-11.
- [23] Li Y H, Ding M, Wang J, et al. A novel thermo acidophilic endoglucanase, Ba-EGA, from a new cellulose degrading bacterium, *Bacillus* sp. AC-1[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2006,70(4):430-436.
- [24] 卜玉山,苗果园,邵海林,等.废弃物覆盖对土壤养分和玉米幼苗生长的影响[J].山西农业大学学报(自然科学版),2003,23(3):204-207.
- [25] 卜玉山.不同覆盖物的农田生态效应与作物增产机理研究[D].太谷:山西农业大学,2004.
- [26] 王昕,贾志宽,韩清芳,等.半干旱区秸秆覆盖量对土壤水分保蓄及作物水分利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2009,27(4):196-202.
- [27] He J, Kuhn N J, Zhang X M, et al. Effects of 10 years of conservation tillage on soil properties and productivity in the farming - pastoral ecotone of Inner Mongolia, China[J]. Soil Use and Management, 2009,25(2):201-209.
- [28] 杨封科,高世铭,张绪成,等.旱地玉米覆盖栽培的土壤水热及产量效应[J].核农学报,2014,28(2):302-308.
- [29] 王鑫,胥国宾,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].中国农业生态学报,2007,15(1):78-81.
- [30] 乔海军.生物全降解地膜的降解过程及其对玉米生长的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2007.
- [31] 付登强,易永健,汪洪鹰,等.环保型麻地膜保水特性研究[J].中国农业科技导报,2008,10(S1):73-77.
- [32] Zhou L M, Li F M, Jin S L, et al. How two ridges and the furrow mulched with plastic film affect soil water, soil temperature and yield of maize on the semiarid Loess Plateau of China[J]. Field Crops Research, 2009,113:41-47.
- [33] Mahmoudpour M, Stapleton J. Influence of sprayable mulch colour on yield of eggplant (*Solanum melongena* L. cv. Millionaire)[J]. Scientia Horticulturae, 1997,70(4):331-338.
- [34] 员学锋.保墒灌溉的节水增产机理及其效应研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2006.
- [35] 夏芳琴,姜小凤,董博,等.不同覆盖时期和方式对旱地马铃薯土壤水热条件和产量的影响[J].核农学报,2014,28(7):1327-1333.
- [36] 王月福,王铭伦,郑建强,等.不同覆盖措施对丘陵地土壤水分和温度及花生生长发育的影响[J].农学学报,2012,2(7):16-21.
- [37] Ren X L, Jia Z K, Chen X L. Rainfall concentration for increasing corn production under semiarid climate[J]. Agricultural Water Management, 2008,95:1293-1302.
- [38] 付登强.麻地膜覆盖的保水保温特性及对作物的影响[D].北京:中国农业科学院,2008.
- [39] 石磊.大棚内麻地膜覆盖栽培作物增产机理研究[D].北京:中国农业科学院,2008.
- [40] 申丽霞,王璞,张丽丽.可降解地膜的降解性能及对土壤温度、水分和玉米生长的影响[J].农业工程学报,2012,28(4):111-116.
- [41] 张杰,贾志宽,李国领,等.不同材料地膜覆盖对玉米生物学性状的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(12):133-140,147.