

不同覆盖材料对耕层土壤温度及玉米出苗的影响

李 荣, 张 睿, 贾志宽*

(西北农林科技大学干旱旱地研究中心, 农业部旱地作物生产与生态重点开放实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 在玉米沟垄集雨种植模式下对沟内覆盖普通地膜、生物降解膜、液体地膜及秸秆的耕层土壤温度及玉米出苗状况进行了观测。两年结果表明, 普通地膜和生物降解膜覆盖均能显著提高土壤温度, 在 5~25 cm 耕层平均温度比不覆盖分别增加 2.51℃~3.77℃和 1.30℃~2.19℃, 液体地膜覆盖与对照差异很小, 增温值为 0.13℃~0.56℃, 而秸秆覆盖与不覆盖相比有明显的降温作用, 其 5~25 cm 土层温度比对照降低 1.25℃~2.19℃。普通地膜和生物降解膜覆盖分别使玉米提前 4 d 和 3 d 出苗, 秸秆覆盖使出苗期推迟 2 d, 液体地膜覆盖与对照的出苗期无差异。

关键词: 玉米; 沟垄种植; 覆盖材料; 土壤温度; 出苗

中图分类号: S318 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)03-0013-04

渭北旱塬位居陕西省的中北部, 有耕地逾 120 万 hm^2 , 约占全省耕地的 26%^[1], 多年来被誉为“陕西第二粮仓”。而玉米作为该区的第二大粮食作物, 其产量的丰歉, 对陕西省粮食安全有着举足轻重的作用^[2]。但该区水资源贫乏, 降水少且年际年内分配不均, 多年平均降雨量 500~700 mm, 其中 60% 以上集中在 7、8、9 月, 因此干旱成为限制该区农业生产的主要限制因子。多年的旱农研究和生产实践表明, 农田微集水技术通过垄面集雨, 在一定程度上改善了旱作农田水分环境, 提高作物产量和水分利用效率^[3,4]。然而, 土壤温度作为土壤热状况的综合表征指标, 是作物生长的重要环境因子之一^[5]。土壤温度的高低直接影响作物播种和出苗的迟早、土壤微生物的活动和有机物质的分解。然而该区早春温度较低, 常常影响玉米的正常出苗, 使生育期延迟^[6], 因此干旱成为该区玉米生产的主要限制因子的同时, 春季低温也是制约春玉米生长发育的重要因素之一。

研究表明^[7], 单纯的垄膜集雨种植仅可使沟内温度提高 1℃左右。当土壤表层被不同覆盖物覆盖时, 土壤表面在田间获得的太阳辐射因覆盖材料的不同而吸收、反射和透射的大小各异, 使不同深度的地温分布等发生明显的变化^[8]。地膜覆盖栽培技术能够起到明显的增温保墒效果, 因而在农业生产中得到广泛应用。然而, 常规覆膜种植(即平覆膜种植)模式下, 由于普通塑料地膜难以在自然条件下降解, 其残膜回收困难, 长期大量使用会影响作物根系

生长及对水分和养分的吸收, 会造成严重的土壤“白色污染”, 破坏农田生态环境^[9~11]。因此, 近年来, 随着有利于农田生态环境良性发展的新覆盖材料的问世, 研究其对作物生产的影响也越来越受到广泛重视。

基于以上原因, 本研究在沟垄集雨模式下, 通过沟内覆盖普通地膜、生物降解膜、液体地膜及秸秆四种材料, 对玉米播种覆盖后 10 d、20 d、30 d 耕层土壤温度及玉米出苗的影响效应进行研究, 为完善和优化作物覆盖栽培提供一定的理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验区概况

试验于 2007 年 3 月~2008 年 10 月在陕西省合阳县甘井镇西北农林科技大学旱作试验站进行。试验地点海拔 910 m, 位于北纬 34°10′~36°20′, 东经 106°20′~110°40′。该区年降雨量 500~700 mm, 主要集中在 7、8、9 三个月, 降雨年际间分配不均, 为半湿润易旱区。供试土壤为红壤土, 其 0~20 cm 基础土壤养分为: 有机质含量 10.876 g/kg, 全氮 0.818 g/kg, 全磷 0.597 g/kg, 全钾 7.086 g/kg, 速效氮 74.442 mg/kg, 速效磷 23.187 mg/kg, 速效钾 135.832 mg/kg, pH 为 8.1。

1.2 试验设计

试验采用沟垄种植模式, 垄宽 60 cm, 沟宽 60 cm, 垄高 15 cm, 玉米种于沟内膜垄两侧, 株距 30 cm。为达到最佳集水效果和便于回收残膜, 垄上均

收稿日期: 2008-12-15
基金项目: “十一五”国家科技支撑课题“农田集雨保水关键技术研究”(2006BAD29B03)
作者简介: 李 荣(1984—), 女, 在读硕士, 研究方向为旱区农业资源管理。E-mail: lirong_student@tom.com。
* 通讯作者: 贾志宽(1962—), 男, 山西朔州人, 教授, 博士生导师, 主要从事生态农业、旱地农业研究。E-mail: zhikuan@tom.com。
(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

覆盖普通地膜,沟内覆盖四种不同材料,即普通地膜(DM)、生物降解膜(SM)、液体地膜(YM)、秸秆(JG),以沟内不覆盖为对照(CK)。采用随机区组排列重复 3 次。2007 年播种日期为 4 月 28 日;2008 年播种日期为 4 月 15 日。供试品种为豫玉 22。普通地膜为山西运城塑料厂生产,生物降解地膜为陕西华宇高科生物有限公司生产,秸秆为当地玉米秸秆,按 9 000 kg/hm² 整秆均匀覆于沟内。液体地膜为浙江艾可泰投资有限公司生产,采用公司推荐用量按 1:9 的比例兑水稀释,用喷雾器均匀喷洒于沟内。

1.3 测定方法

用河北省武强县红星仪表厂生产的专用地温计分别在播种后 10 d、20 d 和 30 d 测定不同覆盖处理下沟内耕层 5 cm、10 cm、15 cm、20 cm 及 25 cm 处的土壤温度,温度计均置于各处理垄沟中间。测定时间从当日上午 8 点开始,到下午 8 点,每 2 h 测定 1

次。

2 结果与分析

2.1 各处理不同土层温度日变化情况

土壤温度的日变化是一天内土壤热状况的直接反映^[12]。同一处理在不同测定时段的土壤温度日变化基本呈现出相同的规律性,这里以 2007 年播种覆膜后 10 d 从早上 8:00 至 20:00 每隔两小时的温度日变化为例,分析其不同覆盖材料下温度日变化情况。由图 1 可以看出,各处理下 5 cm、10 cm 和 15 cm 层日变化均呈现先上升后下降的趋势,其中不同覆盖材料对 5 cm 土层日变化影响最为明显,且随着土层的加深影响效应减弱,20 cm 和 25 cm 呈缓慢上升趋势。不同土层增温峰值依次后移,5 cm 处最高温出现在 14:00,随着土层深度的增加,最高温出现滞后现象。

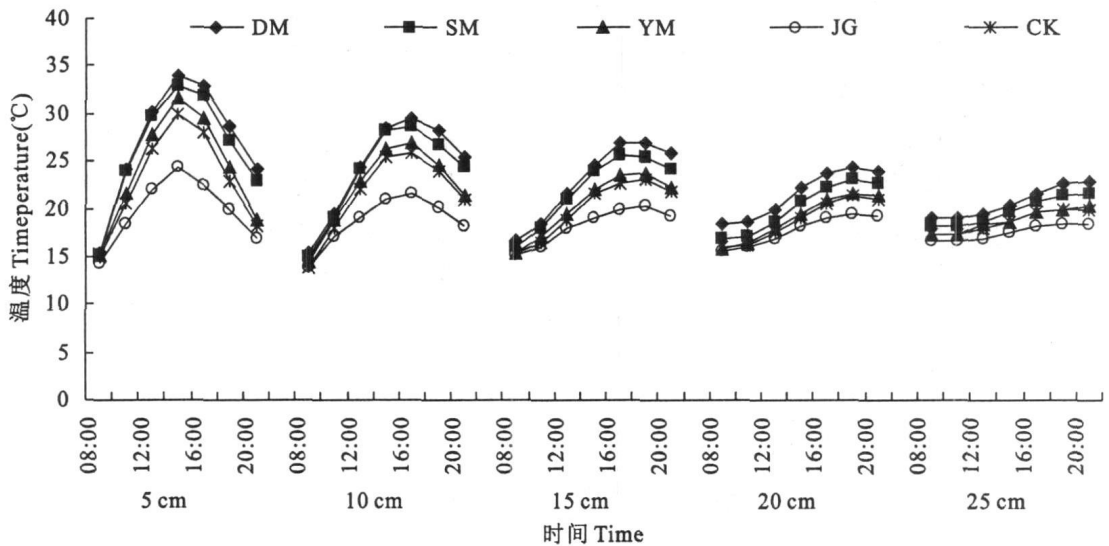


图 1 各处理不同土层温度日变化

Fig.1 Daily variation of different soil layer temperature under different treatments

由图 1 可以看出,覆盖材料不同其一天中升温 and 降温幅度亦不相同。不同覆盖材料的升温效果为 DM>SM>YM>CK>JG,其降温效果为 YM>CK>SM>DM>JG,且升温 and 降温幅度亦随土壤深度的增加而减弱。各处理 5 cm 处温度在 8:00~14:00 处于升温阶段,14:00 之后随着太阳辐射的减弱,温度开始下降,DM、SM、YM、CK 和 JG 的升温值分别为 18.50℃、17.80℃、16.24℃、15.00℃和 10.20℃,其降温值分别为 9.80℃、10.0℃、13.5℃、11.8℃和 7.50℃;不同覆盖处理 10 cm 处温度在 8:00~16:00 为升温阶段,DM、SM、YM、CK 和 JG 的升温值分别为 14.00℃、13.50℃、12.5℃、12.10℃和 8.56℃,其降温值分别为 4.00℃、4.24℃、5.50℃、5.00℃和

3.56℃;15 cm 处温度在 8:00~18:00 为升温阶段,DM、SM、YM、CK 和 JG 的升温值分别为 10.50℃、9.30℃、8.40℃、7.66℃和 5.16℃,降温值分别为 1.15℃、1.30℃、1.46℃、1.10℃、1.26℃。DM、SM、YM、CK 和 JG 在 20 cm 和 25 cm 处温度日变化均呈缓慢上升趋势,DM、SM、YM、CK、JG 在 20 cm 和 25 cm 处的升温值分别为 6.14℃和 3.96℃、6.16℃和 3.44℃、5.70℃和 2.90℃、5.16℃和 2.70℃、3.90℃和 1.96℃。

日变化观测结果表明,普通地膜与生物降解膜在一天中升温幅度大,而降温较慢,因此具有很好的增温保温效果。而液体地膜由于喷施后在土表形成一层黑色薄膜,一天中在升温阶段较对照吸热多,而

降温阶段由于其地表也是裸露的,降温幅度也较大,因此与对照相比温度略有升高,但差异不大。秸秆覆盖使土壤温度较对照降低,其变化幅度均最低。秸秆覆盖后在土壤表面形成了一道物理隔离层,因此其升温和降温幅度均较缓慢。

2.2 不同处理下不同土层温度变化情况

由表 1 可见,不同的覆盖材料对不同土层日均温变化影响效果不同。普通地膜和生物降解膜处理与对照相比各土层日均温均有不同程度的提高,且增幅随着土层的加深而减弱。普通地膜覆盖对各土层的增温效应最强,2007 年普通地膜覆盖 5 cm、10 cm、15 cm、20 cm 和 25 cm 土层的日均地温较不覆盖处理分别增高 2.78℃~4.12℃、2.52℃~2.93℃、2.49℃~3.05℃、2.59℃~2.81℃和 1.95℃~2.18℃。生物降解膜对各层土壤增温效果次于普通地膜,2007 年其 5 cm、10 cm、15 cm、20 cm 和 25 cm

土层的日均地温较不覆盖处理分别增高1.73℃~3.32℃、1.44℃~2.24℃、1.18℃~2.10℃、1.38℃~1.50℃和0.88℃~1.14℃。液体地膜处理下各层温度较对照略有提高,但差异不大,并随着土层的加深几乎与对照无差异。2007 年液体地膜处理下 5 cm、10 cm、15 cm、20 cm 和 25 cm 土层的日均地温较对照分别增高 0.49℃~1.20℃、0.37℃~0.71℃、0.27℃~0.52℃、0.12℃~0.26℃和0.04℃~0.14℃。秸秆覆盖后在土壤表面形成了一道物理隔离层,由于秸秆覆盖层对太阳直射和地面有效辐射的拦截和吸收作用,阻碍了土壤与大气间的水热交换,因此秸秆覆盖与对照相比则有降低土壤温度的作用,2007 年其 5 cm、10 cm、15 cm、20 cm 和 25 cm 土层的日均地温较对照分别降低 1.36℃~3.18℃、1.38℃~2.74℃、1.31℃~1.71℃、0.90℃~1.34℃和 0.84℃~1.09℃。

表 1 不同处理下不同土层温度变化情况(℃)

Table 1 Dynamic of different soil layer temperature under different treatments

年份 Year	土层深度 Soil depth (cm)	10d					20d					30d				
		DM	SM	YM	JG	CK	DM	SM	YM	JG	CK	DM	SM	YM	JG	CK
2007	5	27.07	26.27	24.15	19.77	22.95	29.50	27.80	26.85	24.70	26.07	31.75	30.74	29.46	27.08	28.97
	10	24.42	23.72	22.19	18.74	21.48	27.30	25.93	25.03	22.65	24.49	29.31	28.49	27.16	25.41	26.79
	15	22.99	22.04	20.47	18.23	19.95	25.97	24.64	23.73	22.15	23.46	28.09	27.07	25.87	24.12	25.60
	20	21.62	20.19	19.07	17.76	18.81	24.76	23.62	22.26	21.21	22.11	26.99	25.81	24.51	23.06	24.40
	25	20.69	19.77	18.80	17.57	18.66	23.89	22.81	21.89	21.09	21.93	26.56	25.52	24.40	23.29	24.37
2008	5	29.09	26.77	24.49	20.80	23.73	33.95	31.43	29.78	26.56	29.27	36.23	32.72	31.98	29.20	31.60
	10	23.71	22.56	20.78	17.72	20.21	28.42	26.95	25.24	23.16	24.86	29.66	28.32	27.20	24.92	27.06
	15	20.55	19.15	16.93	14.10	16.60	24.72	23.43	21.84	19.83	21.63	26.85	25.46	23.72	22.05	23.60
	20	17.56	15.83	14.37	12.49	14.19	22.63	20.79	19.92	18.07	19.76	24.18	22.60	21.35	19.33	21.20
	25	15.98	14.68	13.40	11.98	13.31	20.74	19.00	18.12	16.57	18.15	22.56	20.57	19.53	18.17	19.69

由表 1 可看出,2008 年不同的覆盖材料对不同土层日均温变化影响效果与 2007 年相似,但其增值均稍大于 2007 年,这可能与 2008 年播种较早、土壤墒情较好有关。

2.3 不同测定时期土壤耕层 5~25 cm 温度变化

对不同时期耕层 5~25 cm 平均温度测定结果表明(见表 2),普通地膜的增温效应最强,生物降解膜次之,液体地膜与对照相差不大,而秸秆覆盖可使耕层温度降低。各覆盖材料的增温效果均随覆盖时间的延长逐渐减弱。2007 年普通地膜覆盖处理耕层 5~25 cm 在播后 10 d、20 d 和 30 d 分别比对照增加 2.99℃、2.67℃、2.51℃;2008 年分别比对照增加

3.77℃、3.36℃、3.26℃。2007 年生物降解膜覆盖处理耕层 5~25 cm 在播后 10 d、20 d 和 30 d 分别比对照增加 2.03℃、1.35℃、1.50℃;2008 年分别比对照增加 2.45℃、1.60℃、1.57℃。这说明随着播种时间延长,气温逐渐地升高且昼夜温差变小,因此普通地膜和生物降解膜覆盖相对于不覆盖的增温保温效果减弱。2007 年液体地膜覆盖处理下耕层 5~25 cm 温度随覆盖时间的延长与对照几乎无差异。这可能是因为喷施于土壤表面的黑色薄膜容易受到外界环境条件的影响,随时间的延长膜的性质几乎被破坏,因此与对照的差异也越小。

表 2 不同测定时期土壤耕层 5~25 cm 温度变化(℃)

Table 2 Dynamic of tilth soil temperature (5~25 cm) in different determination periods

年份 Year	测定时间 (d)	DM	DM-CK	SM	SM-CK	YM	YM-CK	JG	JG-CK	CK
2007	10	23.36	2.99	22.40	2.03	20.94	0.56	18.41	-1.96	20.37
	20	26.28	2.67	24.96	1.35	23.95	0.34	22.36	-1.25	23.61
	30	28.54	2.51	27.53	1.50	26.28	0.25	24.59	-1.44	26.03
年份 Year	测定时间 (d)	DM	DM-CK	SM	SM-CK	YM	YM-CK	JG	JG-CK	CK
2008	10	21.38	3.77	19.80	2.19	17.99	0.39	15.42	-2.19	17.61
	20	26.09	3.36	24.32	1.58	22.98	0.25	20.84	-1.90	22.74
	30	27.90	3.26	25.93	1.30	24.76	0.13	22.73	-1.90	24.63

2.4 不同处理对玉米出苗情况的影响

不同覆盖材料下的土壤环境发生变化,必然影响玉米的生育进程。表 3 表明,普通地膜和生物降解膜覆盖的出苗期均比对照提前,2007 年两者均比

对照提前 3 d,2008 年普通地膜比对照提前 4 d,生物降解膜比对照提前 3 d,液体地膜处理的出苗期与对照无差异,秸秆覆盖处理在两年中均使出苗期延迟 2 d。

表 3 不同覆盖处理对玉米出苗期的影响

Table 3 Effects of different covering treatments on maize emergence

年份 Year	DM	SM	YM	JG	CK
2007	05-08	05-08	05-11	05-13	05-11
2008	04-27	04-28	04-30	05-03	05-01

3 结论与讨论

1) 不同覆盖材料下一天中升温幅度与降温幅度不相同,本研究表明不同材料的升温幅度为普通地膜>生物降解膜>液体地膜>对照>秸秆,其降温幅度为液体地膜>对照>生物降解膜>普通地膜>秸秆。这与员学峰^[13]研究结果一致。不同覆盖材料的日变化趋势相似,对 5 cm 土层影响最为明显,随土层的增加日变化趋于平缓。

2) 不同覆盖材料对土壤温度影响效应不同,同时各材料的增温效应随土层的加深而降低,随时间的延长而减弱。研究表明,普通地膜的增温效果最好,耕层 5~25 cm 温度较对照增高 2.51℃~3.77℃;生物降解膜的增温效果次于普通地膜,其耕层温度较对照增加 1.30℃~2.19℃,这可能是因为生物降解膜透光性差,太阳辐射透过量少,与地表之间产生温室效应不及普通地膜,因此增温效果次于普通地膜处理,这与赵爱琴等^[14]研究结果一致。而张继明^[15]等研究表明,生物降解膜增温效果优于普通地膜与本结果不太一致,可能跟生物降解膜本身的物质组成有关。液体地膜喷施于土壤表面的黑色薄膜容易受到外界环境条件的影响,其土壤温度与对照差异不大;秸秆有降低土壤温度的作用,其耕层

温度较对照降低 1.25℃~2.19℃。

3) 不同覆盖材料处理,使土壤温度发生变化,从而影响玉米的出苗。研究结果表明,普通地膜生物降解膜分别使玉米提前 4 d 和 3 d 出苗,而秸秆覆盖由于降低土壤温度而使出苗期推迟 2~3 d,液体地膜覆盖与对照的出苗期无差异。因此,地膜与生物降解膜覆盖下,玉米可提前播种,使生育期缩短,而秸秆覆盖最好推迟播种。

参考文献:

[1] 赵耀先. 农业综合开发加快了渭北旱塬农业发展[J]. 干旱地区农业研究, 1996, (4): 73-78.

[2] 李旭辉. 渭北旱塬春玉米高产栽培试验研究[J]. 陕西农业科学, 2008, (4): 1-2.

[3] 王俊鹏, 蒋 骏, 韩清芳, 等. 宁南半干旱地区春小麦农田微集水种植技术研究[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(2): 8-13.

[4] 王俊鹏, 马 林, 蒋 骏, 等. 宁南半干旱农田微集水种植技术研究[J]. 西北农业大学学报, 2000, 28(3): 16-20.

[5] 李 毅, 邵明安, 王文焰, 等. 玉米田地温的时空变化特征及其预报[J]. 水利学报, 2003, (1): 103-107.

[6] 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.

[7] 任小龙, 贾志宽, 陈小莉, 等. 模拟降雨量下沟垄微型集雨种植玉米的水温效应[J]. 中国农业科学, 2008, 41(1): 70-77.

(下转第 26 页)

的问题与对策[J]. 杂交水稻, 2004, 19(1): 1—5.

[18] 毕春群, 李泽炳, 万经猛. 盛夏低温对光敏核不育水稻育性稳定性的影响[J]. 中国水稻科学, 1990, 4(4): 181—184.

[19] 蒋义明. 溟型杂交水稻温敏雄性不育研究快报[J]. 云南农业大学学报, 1989, 4(2): 177—178.

[20] 陈善福, 左晓旭, 舒庆尧, 等. 杂交水稻不育系育性不稳的成因及杂种纯度解决途径的探讨[J]. 中国农学通报, 1999, 15(5): 41—44, 51.

[21] 张明龙, 殷 琛, 林宝刚, 等. 甘蓝型细胞质雄性不育杂交油菜的育性不稳定性及其对产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2004, (3): 11—14.

Effects of different planting density on the growth and fertility of thermo-sensitive male-sterile line in flax

ZHANG Jian-ping^{1,2}, DANG Zhan-hai^{1,2}, LU Peng², WANG Li-min^{1,2}, ZHAO Li^{1,2}
(1. Oil Crop Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, Hubei 430062, China;
2. Crop Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: The thermo-sensitive male-sterile line 1S of flax was studied with different planting density. The results indicated that the growth of thermo-sensitive male-sterile line in flax was affected by different planting density. With the increasing of planting density, the florescence and maturity was delayed, the increase of plant height was slowed in the same growth period, and the number of fruit and flowers per plant was decreased. However, pollen fertility was not obviously affected by planting density. We concluded that the flowering period and the number of flowers per plant could be changed by planting density, thereby, the adverse effects of the fertile instability were overcome to some extent in thermo-sensitive male-sterile flax.

Keywords: flax; thermo-sensitivity; male-sterility; planting density; fertility

(上接第 16 页)

[8] 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.

[9] 戴 敬, 陈荣来, 李国军. 可降解地膜覆盖棉花增产效应的研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(2): 140—142.

[10] 南殿杰, 解红娥, 高两省, 等. 棉田残留地膜对土壤理化性状及棉花生长发育影响的研究[J]. 棉花学报, 1996, 8(1): 50—54.

[11] 南殿杰, 解红娥, 李燕娥, 等. 覆盖光降解地膜对土壤污染及棉花生育影响的研究[J]. 棉花学报, 1994, 6(2): 103—108.

[12] 王小东, 许自成, 刘占卿, 等. 液膜覆盖对烟田土壤水热状况和烤烟生长发育的影响[J]. 节水灌溉, 2008, (4): 8—10.

[13] 员学锋, 汪有科. 不同保墒条件下土壤温度日变化效应研究[J]. 灌溉排水学报, 2008, 27(3): 82—84.

[14] 赵爱琴, 李子忠, 龚元石. 生物降解地膜对玉米生长的影响及其田间降解状况[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(2): 74—78.

[15] 张继明, 刘景辉, 张利军. 降解地膜覆盖春玉米和烤烟的初步结果[J]. 陕西农业科学, 2000, (3): 10—12.

Effects of different covering materials on tilth soil temperature and maize emergence

LI Rong, ZHANG Rui, JIA Zhi-kuan*
(Research Center of Agriculture in the Arid and Semiarid Areas, Northwest A & F University, Laboratory of Crop Production and Ecology, Minister of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Effects of common plastic film, biodegradable film, liquid film and straw mulching on tilth soil temperature and maize emergence were observed under planting pattern of ridge and ditch. Two-year results showed that common plastic film and biodegradable film mulching could improve significantly the soil temperature. The average temperature in 5~25 cm tilth soil under common plastic film and biodegradable film mulching were 2.51℃~3.77℃ and 1.30℃~2.19℃, respectively, which is higher than that of the uncovered ground. The difference between the liquid mulching and control is very little with the warming value of 0.13℃~0.56℃. Straw mulching could reduce soil temperature, and the tilth soil temperature were 1.25℃~2.19℃ which is lower than that of the control. Maize emergence were promoted 2 d and 1 d earlier under common plastic film and biodegradable film mulching, respectively, but was delayed 1d under straw mulching, and showed no difference under liquid film mulching as compared with the control.

Keywords: maize; planting of ridge and ditch; covering material; soil temperature; emergence