

可降解地膜对土壤物理性状及玉米生育特性的影响

张崎峰, 巩双印, 李金良, 陈海军, 陈凤芝, 蔡鑫鑫

(黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300)

摘要:地膜覆盖具有提高地温、保持水分、促早熟、增加产量的作用,而普通地膜不环保。现针对“白色污染”情况,进行了可降解地膜、普通地膜和露地栽培玉米的对比试验,探讨可降解地膜的降解性能及对土壤水分、温度和玉米生长发育的影响。结果表明:可降解地膜的土壤温度明显高于露地对照,使玉米出苗率提高,生育进程加快,产量也相应增加。研究认为,可降解地膜在功能上可替代普通地膜。

关键词:玉米;早熟;高纬度地区;可降解地膜

中图分类号:S513

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)05-0024-05

地膜覆盖作为一种农作物增产、增收的重要技术,不仅具有增温、保墒、早熟和节水等作用,还具有防止土壤流失,控制土壤盐碱度,减少氮的淋洗等作用,在中国北方干旱半干旱地区被广泛应用,已成为一项重要的农业增产技术措施^[1-6]。地膜自1979年从日本引进后得到了突飞猛进的发展,2006年地膜覆盖作物种植1 600万hm²,地膜使用量达120多万t。随着地膜使用量的增加,大量残膜积聚于耕层,严重影响机耕作业及机耕质量,且残膜碎片随风乱飘,严重污染生态环境。自20世纪70年代以来,欧美等国科学家提出降解塑料的概念,并把它作为解决“白色污染”这一世界难题的理想途径,成为世界各国研究的热点^[7-10]。目前国内外开发应用的可降解地膜主要有:光降解、生物降解和双降解地膜。其中双降解地膜由于光和生物降解的协同效应,埋土和地面部分均可降解,不影响下季生产。

黑河市地处中高纬度,属寒温带大陆性季节气候,年平均气温-1.3~0.4℃,年平均降雨量491~540mm,农业生产水源主要以降雨为主,无霜期96~125d,全年日照总时数2 562~2 677h。温度的年较差与日较差大,5~8月,昼夜温差可达14~18℃。由于气候原因,大豆为当地的主栽作物,玉米种植面积很小;大豆的连年种植导致病虫害发生较重,而且近年来玉米的经济

效益也越来越好,因此,玉米栽培使用降解覆膜是解决大豆重茬和增加玉米面积的一个好办法。该研究针对可降解地膜的降解性能及对土壤水分、温度和玉米生长的影响进行研究,以便为生产中选用适宜的可降解地膜提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2012年4~11月在黑龙江省农业科学院黑河分院试验基地进行,试验基地土质为草甸暗棕壤,pH为5.81,有机质为3.44%,全氮、全磷和全钾分别为0.0175%、0.126%和2.165%,速效氮、速效磷和速效钾分别为170.83、65.36和113.58mg·kg⁻¹。

1.2 材料

试验地膜采用1种可降解地膜(吉林省农业科学院王立春研究员提供),膜宽80cm,主要成分为淀粉,普通地膜主要成分为聚氯乙烯(沈阳亚星塑料厂生产)。

供试作物为玉米,品种为德美亚1号。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验共设3个处理:A普通地膜;B可降解地膜;C露地对照(CK)。3次重复,共9个小区采用随机区组排列。5m行长,12行区,行距0.6m,玉米试验小区面积36m²。

5月12日播种,采取人工拉线点播,每穴2粒,理论种植密度75 000株·hm⁻²。施肥:磷酸二铵200kg·hm⁻²,尿素50kg·hm⁻²,钾肥50kg·hm⁻²,未进行追肥和施药。

1.3.2 测试项目及方法 (1)地膜降解速度和强度测定。地膜降解速度测定:覆膜后每10d记录1次地膜降解情况。

收稿日期:2013-02-19

基金项目:国家玉米产业技术体系资金资助项目(CARS-02-02A)

第一作者简介:张崎峰(1983-),男,黑龙江省黑河市人,硕士,助理研究员,从事玉米抗病育种和耕作栽培研究。E-mail:hhzqf83@163.com。

记录地膜降解参考指标:0 级:未出现裂纹(包括风力和人为破坏);1 级:开始出现裂纹(诱导期);2 级:田间 25%地膜出现细小裂纹;3 级:地膜出现 2.0~2.5 cm 裂纹;4 级:地膜出现均匀网状裂纹,开始变薄,无大块地膜存在;5 级:地膜裂解为 4 cm×4 cm 以下碎片,变薄。6 级:25%地面无肉眼可见地膜;7 级:50%地面无肉眼可见地膜;8 级:75%地面无肉眼可见地膜;9 级:100%地面无肉眼可见地膜。

降解强度测定:普通地膜 A 和降解地膜 B,覆膜前量取 9 m 膜称重。覆膜后,在每个小区中随机选取 3 个 1 m 长覆膜段(共 9 个),使用透明纱网罩住地膜(四周压紧、压实)。在降解地膜裂解到 5 级时,去掉纱网,选取纱网下地膜 4 cm×4 cm 以上碎片,洗净、晾干(过程中防止遗漏、丢失)、称重。

(2)土壤物理性状。土壤温度:采用曲管地温计进行测定,记录层次为 0 和 10 cm(0 cm 地温测量将温度计平放在地表),从覆盖当天起每隔 7 d 记录 1 次,连续记录 2 月,测定时间为 8:00,14:00 和 18:00。

土壤水分:采用取土烘干法对不同处理的土壤水分进行测定,测定层次为 0~20 cm,21~40 cm,

测定时期为玉米播前、播后 7 d、三叶期、拔节期和抽雄期。生育期以可降解地膜处理为参照。

(3)作物生长情况。作物生长发育进程:同步记录大田作物生长发育进程,出苗期、拔节期、大喇叭口期、抽雄期、成熟期。产量及农艺性状测定:收获时测定不同处理产量及农艺性状,包括出苗率、株高、干重、节根层数和条数(拔节期)、穗位高、空秆、倒伏株、果穗长、穗粗、秃尖、穗数、穗粒数、千粒重、产量。

2 结果与分析

2.1 地膜的降解性能

2.1.1 降解速度 由表 1 可知,可降解地膜在覆膜后前 40 d 完好无损,40 d 开始出现裂纹,50 d 后裂纹略有增加,但不足 25%,60 d 田间 25%地膜出现小裂纹,70 d 地膜出现 2.0~2.5 cm 裂纹,80 d 地膜出现均匀网状裂纹,开始变薄,无大块地膜存在。90 d 地膜裂解为 4 cm×4 cm 以下碎片,变薄。普通地膜在覆膜后 60 d 才开始出现裂纹,90 d 细小裂纹略增,但仍然未达 2 级降解程度。因为普通地膜不具有降解性,其出现的细小裂纹属正常损耗。

表 1 不同地膜的降解速度比较

Table 1 Comparison on degradation rate of different films

处理 Treatment	覆膜后天数/d Days of after mulching film								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
降解地膜 Degradable mulching film	0	0	0	1	1	2	3	4	5
普通地膜 Ordinary plastic film	0	0	0	0	0	0	1	1	1

表 2 不同地膜的降解强度比较

Table 2 Comparison on degradation degrees of different films

处理 Treatment	地膜原质量/g Weight of the original film	地膜现质量/g Existingweight of film	地膜降解率/% Degradation rate of film
降解地膜 Degradable mulching film	60	31	48.3
普通地膜 Ordinary plastic film	64	59	8.3

2.1.2 降解强度 由表 2 可知,覆膜后 90 d 降解地膜由原来的 60 g 减少为 31 g,地膜降解率为 48.3%,而普通地膜由原来的 64 g 减少为 59 g,仅减少了 5 g,质量损失为 8.3%,其减少质量为正常损耗。

2.2 降解地膜覆盖对土壤温度和水分的影

2.2.1 土壤温度 在覆膜后 2 个月内,地膜覆盖

处理在不同时间的地温均高于无地膜对照,8:00 时的各处理温度差异不大,14:00 和 18:00 时覆膜处理和对照处理差异显著,降解地膜和普通地膜的温度差异不显著,由此可见覆膜处理有明显的增温效果,并且降解地膜和普通地膜的的保温效果相当(见图 1)。

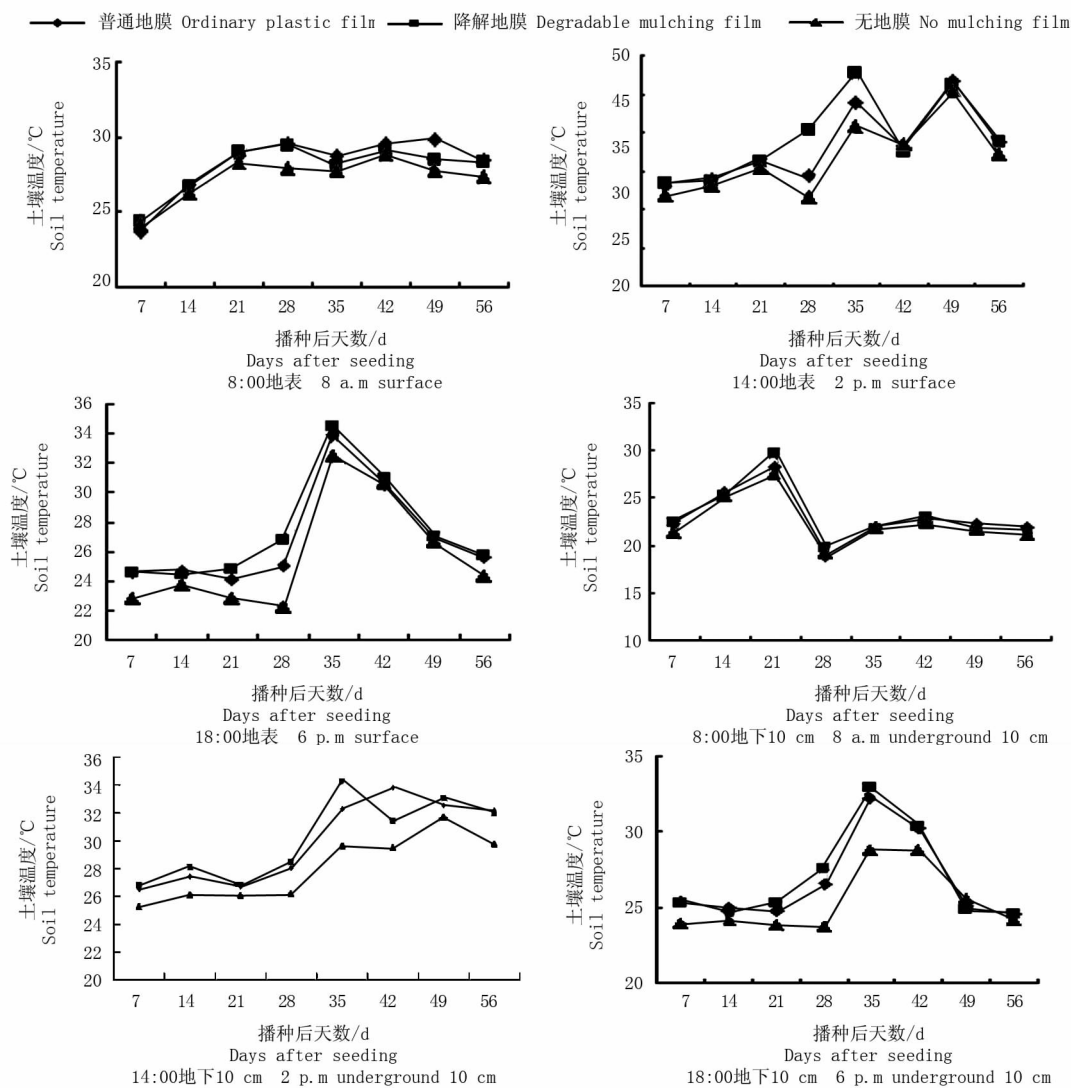


图1 不同地膜覆盖下地表及地下10 cm 土壤温度变化

Fig. 1 Change of soil temperature at surface and 10 cm below surface under different films

2.2.2 土壤水分 由表3可知,播种前由于尚未覆膜,自然条件一致,因此各处理无差异,播种后到3叶期这段时间气候比较干燥并且多风,因此在播种后7 d覆膜处理在0~20 cm的土层含水量明显高于对照,而20~40 cm土层深度略大,覆膜时间短,所以各处理间的含水量差异不明显;3叶期在0~20 cm和20~40 cm的土层深度下,覆膜处理的含水量明显高于露地对照,降解地膜和普通地膜间的含水量无明显差异;拔节期和抽雄期正逢连雨天气,降水较多,因此这2个生育期各处理间的含水量无明显差异,由此可见地膜覆盖并不影响降雨的有效渗入;从含水量的数据得知,该降解地膜和普通地膜的保水作用相当。

2.3 不同地膜覆盖对玉米生长的影响

2.3.1 玉米生育进程 由表4可知,覆膜处理比露地对照的各生育期明显缩短,平均缩短4 d左右;降解地膜和普通地膜的生育期基本相同,各别时期有1 d的浮动;由此可见降解地膜和普通地膜都起到缩短玉米生育期的作用,而且效果相当。

2.3.2 玉米出苗率及拔节期根系状况 覆膜处理的出苗率均高于露地对照,表现为普通地膜>降解地膜>露地对照;拔节期节根层数和条数的表现均为覆膜处理高于露地对照,普通地膜和降解地膜间无明显差异。

表 3 不同地膜覆盖下土壤含水率变化
Table 3 The change of soil moisture content under different films

土层深度/cm Soil depth	处理 Treatment	土壤含水量/% Soil moisture content				
		播前 Before sowing	播后 7 d 7 days after sowing	3 叶期 3 leafstage	拔节期 stage	抽雄期 Tasseling stage
0~20	普通地膜	14.7	14.1	13.6	20.9	19.9
	降解地膜	14.6	14.2	13.5	20.6	19.5
	露地对照	14.6	13.5 *	11.4 *	20.9	19.7
20~40	普通地膜	16.3	16.0	14.3	22.3	21.1
	降解地膜	16.3	15.8	14.2	22.9	22.5
	露地对照	16.5	15.6	13.5 *	22.9	20.1

注：* 表示 0.05 水平下差异显著,下同。
Note: * mean significant difference at 0.05 level. The same below.

表 4 不同地膜覆盖下玉米的生育进程(播种后天数)
Table 4 Growth process of maize under different films(days after sowing)

处理 Treatment	出苗期/d Seeding stage	拔节期/d stage	大喇叭口期/d Big trumpetstage	抽雄期/d Tasseling stage	成熟期/d Maturation stage
普通地膜 Ordinary plastic film	16	40	50	72	110
降解地膜 Degradable mulching film	16	41	50	71	111
露地对照 Open field(CK)	20	45	56	76	115

表 5 不同地膜覆盖下玉米的出苗率及拔节期节根状况
Table 5 Seedling rate and root during stage of maize under different films

处理 Treatment	出苗率/% Seedling emergence rate	节根层数 Layer number of root	节根条数 Root number
普通地膜 Ordinary plastic film	96.6	3.2	23
降解地膜 Degradable mulching film	96.1	3.3	24
露地对照 Open field(CK)	92.7	2.7	20

2.3.3 产量及农艺性状比较 由表 6 而可知,在不同处理下,覆膜处理的空秆率、秃尖长、穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重和产量均高于露地对照,并且差异达到显著水平,普通地膜和可降解地膜间差异不明显;3 个处理的穗数、穗位高、株高、穗长和穗粗均无明显差异;由此看见,覆膜处理对玉米的一些主要农艺性状和产量影响较大,利于玉米的生长,有明显的增产效果。

表 6 产量及农艺性状比较
Table 6 Comparison on grain yield and agronomic traits

处理 Treatment	空秆率/% Empty pole rate	穗数/穗·hm ⁻² Ear number	穗位高/cm Ear height	株高/cm plant height	穗长/cm Ear length	穗粗/cm Ear diameter	秃尖长/cm Bald tip length	穗行数 The number of rows per ear	行粒数 number per row	穗粒数 number perear	千粒重/g 1000-seed weight	产量/kg·hm ² Yield
普通地膜 Ordinary plastic film	1.3	88890	105.8	292.4	18.7	4.48	0.31	14.2	37.6	534.1	343.7	9581
降解地膜 Degradable mulching film	2.7	88200	104.8	291.0	18.6	4.54	0.39	14.7	37.9	555.4	348.3	9699
露地对照 Open field(CK)	4.3 *	80550	105.4	293.7	18.6	4.50	0.69 *	13.7 *	36.3 *	501.4 *	332.7 *	8898 *

3 讨论

可降解地膜覆盖能明显改善土壤耕作层的水热状况,促进作物生长发育,其作用与普通地膜相当^[11-13],覆膜处理的地温在不同时间段均高于露地对照,并且在不同土层深度的土壤含水量也高于对照,覆膜处理缩短了生育进程,提高了出苗率、拔节期节根条数和产量,但两种地膜间差异均未达到显著水平,由此可见,可降解地膜的功能和普通地膜相近。目前可降解地膜没有大面积推广的一个主要原因是可降解地膜的韧性差,生产作业中容易被拉断、撕裂和机械碾压造成破损,导致无法达到预期效果,而增加可降解地膜的厚度虽然可提高地膜的拉伸性能和机械强度,不但增加生产成本还会降低降解速度和降解强度。可降解地膜的降解速度和降解强度因原材料组成、生产厂家、诱导期设计等的差异而表现不同。该试验只用了一种可降解地膜,今后可利用不同成分和不同厚度的降解地膜做进一步的研究,为高纬度地区可降解地膜的使用和推广提供理论依据。

4 结论

可降解地膜覆盖能明显提高土壤温度;具有良好的保水效果,对玉米生长和产量的影响与普通地膜相当,理论上功能可替代普通地膜,解决“白色污染”问题,但大多降解地膜韧性差,不易拉伸,易破损,在实际应用上又无法完全替代普通地膜,可降解地膜是否可以大面积推广还需要各行业的专家更进一步的试验来验证。

参考文献:

[1] 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):111-115.

[2] 杨玉姣,黄占斌,闫玉敏,等.可降解地膜覆盖对土壤水温和玉米成苗的影响[J].农业环境科学学报,2010,29(增刊):10-14.

[3] 顾海蓉,沈根祥,黄丽华,等.热塑淀粉 Mater-Bi 可生物降解地膜的适用性与降解性能研究[J].农业环境科学学报,2009,28(3):539-543.

[4] 王友贞,袁先江,许许,等.水稻旱作覆膜的增温保墒效果及其对生育性状影响研究[J].农业工程学报,2002,18(2):29-31.

[5] 买自珍,程炳文,王勇,等.麦草与地膜覆盖对玉米田间生态环境及产量的影响[J].中国生态农业学报,2007,15(2):66-68.

[6] 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.

[7] 强小曼,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.

[8] 张杰,任小龙,罗诗峰,等.环保地膜覆盖对土壤水分及玉米产量的影响[J].农业工程学报,2010,26(6):14-19.

[9] 王星,吕家珑,孙本华.覆盖可降解地膜对玉米生长和土壤环境的影响[J].农业环境科学学报,2003,22(4):397-401.

[10] 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.

[11] 战勇,魏建军,杨相昆,等.可降解地膜的性能及在北疆棉田上的应用[J].西北农业学报,2010,19(7):202-206.

[12] 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.

[13] 乔海军,黄高宝,冯福学,等.生物全降解地膜的降解过程及其对玉米生长的影响[J].甘肃农业大学学报,2008,10(5):71-75.

Effect of Degradable Film on Soil Physical Characteristics and Maize Growth Characters

ZHANG Qi-feng, GONG Shuang-yin, LI Jin-liang, CHEN Hai-jun, CHEN Feng-zhi, CAI Xin-xin
(Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, Heilongjiang 164300)

Abstract: Plastic film mulching could improve the soil temperature, moisture, promote early increase the yield, while the ordinary plastic film is not environmental protection. According to situation of the ‘white pollution’, the contrast was tested by the degradable plastic film, ordinary plastic film and open field cultivation of maize, degradation property of degradable mulch film and its effects on soil moisture, temperature and the growth of maize were discussed. The results showed that soil temperature of degradable plastic film was higher than that the control, the emergence rate of maize was increased, the process was accelerated, yield was increased, degradable plastic film could replace the ordinary film in function.

Key words: maize; early-maturing; high latitudes region; degradable mulching film