

可降解地膜覆盖对土壤水温和玉米成苗的影响

杨玉姣¹, 黄占斌¹, 闫玉敏¹, 刘敏¹, 朱强²

(1. 中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 北京 100083; 2. 北京中自云虹环境设备工程有限责任公司, 北京 101500)

摘要:为了减轻农田“白色污染”, 加快可降解地膜的应用, 采用模拟实验, 比较了新开发的3种淀粉基可降解地膜对土壤温度和水分保持的效应及其对玉米成苗的影响。结果表明, 覆膜处理的土壤5 cm温度明显高于无覆膜对照, 土壤10 cm处温度无明显差异, 降解膜B的保温性能与普通膜D相当; 各覆膜处理的保水性能均高于无覆膜对照, 出苗前和幼苗后期各覆膜处理差异不明显, 幼苗中期, 降解膜B的保水效果明显优于降解膜A、C; 3种降解膜和普通地膜对玉米株高和叶面积的影响显著, 而对于干鲜重的影响差别不大。可降解地膜B可作为普通膜的替代产品投入应用。

关键词:降解地膜; 玉米; 土温; 含水量; 生长指标

中图分类号:X708 文献标识码:A 文章编号:1672-2043(2010)增刊-0010-05

Effects on Temperature and Moisture of Soil and Seeding of Maize to Biodegradable Film Coverage

YANG Yu-jiao¹, HUANG Zhan-bin¹, YAN Yu-min¹, LIU Min¹, ZHU Qiang²

(1. School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology—Beijing, Beijing 100083, China; 2. Beijing Zhongziyunhong Environmental Engineering Equipment Co., Ltd., Beijing 101500, China)

Abstract: In order to enhance to reduce "white pollution" and speed up the application of biodegradable mulch films. A study was conducted to compare effects on temperature and moisture of soil and maize seeding to three kinds of starch-based degradable films with a pot experiment, using ordinary plastic film D and no mulching treatment CK as the controls. The results showed that soil temperature in 5 cm soil depth of mulching treatments were higher than that of no mulching treatment, but there were no obvious differences on the temperature in 10 cm soil depth, insulation performance of degradable film B was similar to D; the water holding effects of mulching treatments were better than that of no mulching treatments, there were no obvious differences before seeding and the later seeding stage among mulching treatments, effect of degradable films B was better than that of A and C; the differences among three kinds of degradable films and ordinary plastic film was significant on growth indexes, such as plant height and leaf area, but the fresh weight of plants and dry weight were similar. Based on the result, it can be concluded that degradable film B can be used as the substituting article of ordinary plastic film.

Keywords: degradable film; maize; soil temperature; soil water content; growth indications

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、节水等作用, 还具有防止土壤流失, 有效控制土壤盐碱度, 减少氮的淋洗等优点, 因此被广泛应用于农业生产中。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120多万 t。随着地膜使用量的增加, 残余地膜造成的“白色污染”给农业环境造成极大破坏^[1-2]; 另外, 随着石油资源日趋枯竭, 地膜原料也将受到影响, 发展可降解地膜已经成为解决“白色污染”和应对石油危机的重要途径, 国家“十一五”支撑计划项目已批准专题研究。

地球上储量丰富的淀粉作为一种高分子聚合物, 有着再生、廉价、易保存和便于运输的特点, 在一定条件下可进行各种反应, 派生出众多衍生物, 尤其是淀粉良好的可再生利用性和生物降解性使其成为生物

收稿日期: 2009-08-30

基金项目: 国家“十一五”支撑计划项目——农林生物质工程

作者简介: 杨玉姣(1985—), 女, 河南洛阳人, 在读硕士, 主要研究方向为可降解地膜的水温效应及其降解机理。

E-mail: yyjluoyang@163.com

通讯作者: 黄占斌 E-mail: zbhuan2003@163.com

降解材料的极好原料^[3],将淀粉进行疏水改性后,与合成高分子材料直接共混可生产出可降解地膜^[4-5]。本文对专题开发的三种淀粉基降解地膜与普通地膜和无覆膜对比,探究不同地膜对玉米苗期的保温、保水效果和玉米成苗和生长的影响,为新产品的改进和大规模推广应用提供参考。

1 实验材料和方法

1.1 实验材料

实验地膜采用3种可降解地膜A、B、C,为广东上九生物降解塑料有限公司提供,主要成分为淀粉、PCL(聚己内酯)及其他助剂。可降解地膜A由20%淀粉、40%PCL及助剂组成;可降解地膜B由30%淀粉、50%PCL及助剂组成;可降解地膜C由40%淀粉、60%PCL及助剂组成。普通地膜D主要成分为聚氯乙烯,普通市售。供试土壤为北京市水利所通州试验站农田表土,土质为沙壤土,容重 $1.39\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,田间持水量19.3%,pH值7.5。供试作物为玉米,品种为纪元1号。底肥采用尿素。

1.2 实验方法与设计

实验采用盆栽模拟方法在作者单位温室进行,实验盆 $20\text{ cm}\times 10\text{ cm}$,每盆装土 2.5 kg ,播种3穴,每穴2粒玉米种子,均浇水至田间持水量,待出苗后用剪刀刺穿地膜,引苗出膜,然后用细土封压破孔。实验设5个处理:可降解地膜A、可降解地膜B、可降解地膜C、普通地膜D和无覆膜对照CK。每处理3个重复,共计15盆。2009年5月7日播种并覆膜,5月11日出苗,5月15日定苗每盆3株,实验苗期30d。

1.3 测定方法

土壤温度测量采用地温计,每盆两个温度计,插入土下深度分别为5cm和10cm。在实验期间,每天上午8:30—9:30、中午13:30—14:30、下午17:30—18:30读取土下5cm和10cm土温;进行一次土温日变化测定,时间间隔为1h,随时间变化绘制不同处理

的温度变化曲线,比较不同处理对土壤的保温效应。

土壤水分采用称重法测量。从播种开始,每天上午9:00称量盆重1次,计算耗水量;当土壤水分降到田间持水量45%~50%时,补充水量至田间持水量。反复多次,记录不同处理浇水时间和浇水量,计算土壤含水量。随时间变化绘制水分消耗曲线,比较不同处理对水分保持效应。

生长指标的测量:出苗后,每天记录出苗情况至出苗率达到100%;每隔一周,用直尺测玉米株高,取3盆选用9株平均值;最后分3次每盆剪掉一株称其地上部分鲜重,测量叶面积,然后 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温杀青15min,在 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温烘干至恒重,测定干生物量。

1.4 数据处理

实验数据用统计分析软件SPSS 13.0进行分析,考虑95%置信水平,应用最小显著差异法(LSD)对不同处理进行多重比较分析。实验结果均为平均数,进行 t 检验或 F 检验分析处理与对照的差异显著性。

2 结果和分析

2.1 地膜覆盖对土壤温度的影响

2.1.1 玉米苗期土壤温度

土壤温度是反映地膜保温效果的重要指标,选择早、中、晚3时段测量土壤温度是为了更好的反映地膜在1d中不同时段对土壤的保温效应。

由表1可知,各处理土下5cm温度均高于无覆膜对照,说明降解地膜对土壤具有保温作用^[6-7],除降解膜A与无覆膜对照的差异在中午和晚上差异显著性不大外,其他均达到了显著性水平,这可能与早上地膜覆盖聚温快,晚上无覆膜降温快有关。降解膜B在3个时段土壤均温分别为 25.80 、 32.24 、 $29.53\text{ }^{\circ}\text{C}$,保温效果与普通膜D相当,明显优于另两种降解膜,在3个时段分别比降解膜A、C的温度提高 0.93 、 $1.25\text{ }^{\circ}\text{C}$; 1.51 、 $1.67\text{ }^{\circ}\text{C}$; 1.19 、 $0.88\text{ }^{\circ}\text{C}$,中午表现较明显。降解膜A、C保温效果无显著区别。

表1 不同处理对土壤温度的影响

Table 1 Effect of different treatments on soil temperature

处理	上午(8:30—9:30)		中午(13:30—14:30)		下午(17:30—18:30)	
	-5 cm	-10 cm	-5 cm	-10 cm	-5 cm	-10 cm
降解膜 A	$24.87 \pm 0.21\text{bd}$	$24.59 \pm 0.70\text{ab}$	$30.73 \pm 0.25\text{acd}$	$30.66 \pm 0.93\text{ac}$	$28.34 \pm 0.15\text{ac}$	$27.84 \pm 0.64\text{abd}$
降解膜 B	$25.80 \pm 0.15\text{c}$	$25.23 \pm 0.32\text{a}$	$32.24 \pm 0.29\text{b}$	$31.99 \pm 0.50\text{b}$	$29.53 \pm 0.36\text{b}$	$28.62 \pm 0.44\text{c}$
降解膜 C	$24.55 \pm 0.25\text{d}$	$23.95 \pm 0.58\text{b}$	$30.57 \pm 0.39\text{c}$	$29.99 \pm 0.29\text{a}$	$28.65 \pm 0.30\text{c}$	$27.52 \pm 0.34\text{bd}$
普通膜 D	$25.06 \pm 0.28\text{b}$	$25.22 \pm 0.53\text{a}$	$31.58 \pm 0.45\text{bd}$	$31.72 \pm 0.78\text{bc}$	$29.34 \pm 0.31\text{b}$	$28.84 \pm 0.77\text{c}$
无覆膜 CK	$23.91 \pm 0.34\text{a}$	$24.26 \pm 0.44\text{ab}$	$30.52 \pm 0.79\text{ac}$	$30.24 \pm 0.62\text{a}$	$28.08 \pm 0.21\text{a}$	$27.24 \pm 0.13\text{ad}$

注:不同字母表示两者之间具有显著性差异($P < 0.05$)。

土下 10 cm 温度与 5 cm 温度变化类似,覆膜处理温度都高于无覆膜对照,进一步验证覆盖地膜作用,但未达到显著性水平,说明土层越深,温度变化越慢,受外界因素的干扰也越小,各处理差距变小。降解膜 B 的温度同样高于另两种降解膜 A、C,与普通膜 D 效果相当,但差距都不大。

土下 10 cm 温度均低于 5 cm 温度,即土层越深,温度越低,这与戴敬、王鑫等所得结果一致^[6-7]。

2.1.2 土壤温度的日变化

图 1、2 表明,土壤温度日变化均为先升后降,中午 13:00 达到峰值,这与阳光日变化关系紧密。各覆膜处理与无覆膜对照土下 5 cm 的温度在早上 8:00 趋于一致,但之后均高于无覆膜对照,在中午 13:00 之前降解膜 B 与普通膜 D 温度效果相当,均高于对照和另两种降解膜 A、C,在中午差距最大,中午过后,普通膜反超降解膜 B,而降解膜 A、C 效果相当,这可能与降解膜较厚,透光性差有关。

各处理间土下 10 cm 比 5 cm 的温度差距较小,其中降解膜 B 和普通膜 D 基本一致,稍高于降解膜 A、C,与无覆膜对照的差距也不大明显。

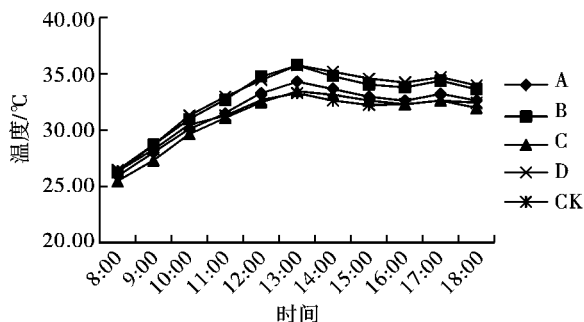


图 1 不同处理土温日变化(-5 cm)

Figure 1 Daily change of soil temperature among the different treatments(-5 cm)

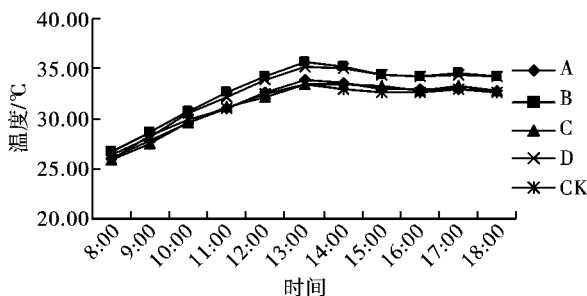


图 2 不同处理土温日变化(-10 cm)

Figure 2 Daily change of soil temperature among the different treatments(-10 cm)

2.2 地膜覆盖对土壤水分的影响

2.2.1 玉米苗期土壤含水量

由图 3 可知,玉米苗期各覆膜处理土壤含水量都高于无覆膜对照,保水效果为 $B > D > C > A > CK$,说明地膜覆盖具有保水、保湿作用。5 月 11 日出苗前各处理含水量比较接近,相差甚微,幼苗中后期各处理差距开始拉大,覆膜处理土壤含水量明显高于空白对照,可能是出苗前水分消耗小,出苗后生长耗水增加,各处理保水效果也变得相当明显。

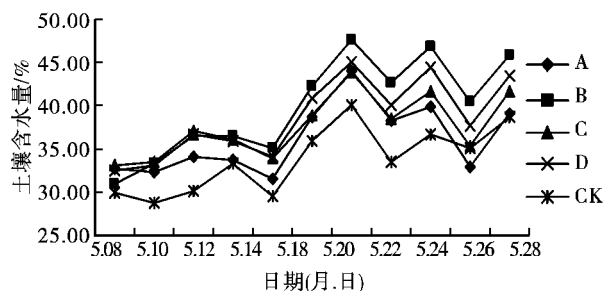


图 3 不同处理土壤含水量变化

Figure 3 Curve of soil moisture among different treatments

2.2.2 累积耗水量

由表 2 可知,玉米苗期共补水 5 次,出苗前各覆膜处理耗水量无显著差异,均低于无覆膜对照;出苗后 4 d 内降解膜 A 与 C 耗水量相当但稍低于 B 和 D,各处理间差异不显著;第 3 次补水后,降解膜 C 耗水量较多,与其他处理差异显著,这可能与此处理玉米苗生长较快有关;最后两次补水的各覆膜处理耗水量均低于无覆膜对照,但差异不明显。总体来看,各覆膜处理耗水量均低于无覆膜对照,其中普通膜 D 与降解膜 B 耗水量较少,稍低于降解膜 A,明显低于降解膜 C,说明降解膜 B 保水效果优于降解膜 A 和 C。

2.3 地膜覆盖对玉米生长的影响

2.3.1 玉米出苗率

出苗率表示种子的萌发能力,土温对种子出苗率的影响尤其重要。由表 3 可知,覆膜处理比对照提前 2 d 出苗,降解膜 A、B 于 5 月 15 日出苗率达到 100%,降解膜 C 和普通膜 D 出苗率于后 1 d 达到 100%,而无覆膜对照的出苗率明显落后。

出苗第 1 d 中,降解膜 B 出苗率最高,无覆膜对照未出苗,出苗率顺序为 $B > D > A > C > CK$ 。5 月 13 日覆膜处理出苗率都在 50% 以上,无覆膜对照开始出苗,一天出苗率达到 38.89%,第 4 d 基本赶上覆膜处理。

覆盖地膜和无覆膜相比,可以提高土温,减少土壤水分蒸发,从而提前出苗;出苗率高且整齐,比无覆

表 2 不同处理的累积耗水量 (kg)

Table 2 The accumulated water consumption among the different treatments (Units:kg)

处理	5 月 7 日—11 日	5 月 12 日—16 日	5 月 17 日—22 日	5 月 23 日—28 日	5 月 31 日—4 日	累计耗水量
降解膜 A	0.19 ± 0.05b	0.10 ± 0.02a	0.34 ± 0.02a	0.35 ± 0.05ab	0.39 ± 0.05a	1.37 ± 0.04bc
降解膜 B	0.13 ± 0.04bc	0.15 ± 0.07a	0.34 ± 0.03a	0.31 ± 0.07b	0.42 ± 0.07a	1.35 ± 0.02b
降解膜 C	0.15 ± 0.17b	0.10 ± 0.15a	0.46 ± 0.09b	0.32 ± 0.07b	0.40 ± 0.02a	1.43 ± 0.01c
普通膜 D	0.14 ± 0.01b	0.12 ± 0.12a	0.38 ± 0.06ab	0.31 ± 0.05b	0.39 ± 0.03a	1.34 ± 0.02b
无覆膜 CK	0.26 ± 0.02a	0.13 ± 0.07a	0.39 ± 0.01a	0.38 ± 0.09a	0.40 ± 0.04a	1.55 ± 0.05a

注:不同字母表示两者之间具有显著性差异($P<0.05$)。

表 3 不同处理对玉米出苗率的影响 (%)

Table 3 Effect of the different treatments on germination ratio of maize (%)

处理	5 月 11 日	5 月 12 日	5 月 13 日	5 月 14 日	5 月 15 日	5 月 16 日
降解膜 A	22.22 ± 0.24ab	55.56 ± 4.69bd	77.78 ± 3.62b	88.89 ± 0.62a	100.00 ± 0.00a	100.00 ± 0.00a
降解膜 B	33.33 ± 0.67b	44.44 ± 3.62d	77.78 ± 4.62b	83.33 ± 0.01a	100.00 ± 0.00a	100.00 ± 0.00a
降解膜 C	5.56 ± 0.62ac	22.22 ± 1.62acd	55.56 ± 3.25ab	72.22 ± 0.69a	88.89 ± 0.25a	100.00 ± 0.00a
普通膜 D	27.78 ± 0.25bc	38.89 ± 1.62bd	72.22 ± 5.25b	72.22 ± 0.24a	94.44 ± 0.62a	100.00 ± 0.00a
无覆膜 CK	0.00 ± 0.00a	0.00 ± 0.00ac	38.89 ± 0.49a	77.78 ± 2.24a	83.33 ± 1.67a	98.77 ± 2.33a

注:不同字母表示两者之间具有显著性差异($P<0.05$)。

膜提前出苗 2 d,有利于玉米生长与产量形成^[8]。

2.3.2 玉米生长指标

株高和叶面积是作物生长的重要指标。株高和光能的利用有密切关系,植株过矮,叶片间距小,相互遮光严重;但若植株过高,则在水平方向上的投影过大,也不利于光能利用。叶是植物进行光合作用的主要器官,叶面积大小直接影响光合效率、蒸腾效率以

及干物质量^[9]。由表 4 可知,覆膜处理 A、B、C、D 株高分别较无覆膜对照增加 6.61%、19.11%、7.17%、13.14%,降解膜 B 明显优于其他处理,与普通膜 D 差异不大。覆膜处理 A、B、C、D 的叶面积分别较对照增加 11.69%、31.62%、42.77%、42.08%,降解膜 C 叶面积与普通膜 D 相当,均大于其他处理,各覆膜处理间差异不显著。

表 4 不同处理对玉米生长指标的影响

Table 4 Effect of the different treatments on growth indicators of maize

处理 treatment	株高 plant height/cm	叶面积 area of leaf/cm ²	鲜重 fresh weight/g	干重 dry weight/g
降解膜 A	24.99 ± 0.37b	237.03 ± 0.03ab	5.82 ± 0.56ab	1.20 ± 0.14b
降解膜 B	27.92 ± 0.34c	279.33 ± 0.65bd	6.34 ± 0.29bd	1.22 ± 0.17b
降解膜 C	25.12 ± 1.05bd	303.01 ± 1.64cd	6.44 ± 0.48bd	1.14 ± 0.28bc
普通膜 D	26.52 ± 0.84cd	301.53 ± 0.76cd	7.39 ± 0.32bd	1.39 ± 0.31b
无覆膜 CK	23.44 ± 1.11a	212.23 ± 0.42a	4.89 ± 0.03a	0.98 ± 0.27ac

注:不同字母表示两者之间具有显著性差异($P<0.05$)。

鲜重和干重直接反映植物的生长情况。作物干物质产量 90% 以上来自叶片光合作用制造的有机质,产量形成实际上反映植株器官在各生育时期的发生、发展和形成的动态过程。由表 4 可知,处理 A、B、C、D 鲜重比无覆膜对照分别增加 19.02%、29.65%、31.70%、51.12%;干重比对照分别增加 22.45%、

24.49%、16.33%、41.84%。普通地膜的干重和鲜重都明显高于其他处理,但与降解膜处理差异不显著。

3 结论

(1)可降解地膜覆盖能明显提高土壤温度,其中降解膜 B 的增温效果与普通膜 D 效果相当,优于降

解膜 A 和 C。各处理土下 5 cm 温差均小于土下 10 cm 温差,土层越深,温度变化越小,土下 5 cm 的温度高于土下 10 cm 的温度。

(2)在出苗前和幼苗后期,各处理保水效果相当;幼苗中期,覆膜处理明显高于无覆膜对照,各处理保水效果差距拉大,其中降解膜 B 保水效果较好,普通膜 D 次之,降解膜 A 和 C 相差不大,效果较差;而到幼苗后期各处理的差距又变小。

(3)覆膜处理可促进种子发芽,比对照提前 2 d,且明显促进玉米生长,对株高、叶面积指标影响显著,但干重和鲜重相差不大。

(4)与普通地膜相比,可降解膜的保温、保水效果相对较差,但降解膜 B 保温、保水效果可与普通膜相当,可以考虑作为普通膜的替代品,降解膜 A、C 尚需进一步研究改进。

参考文献:

- [1]安 琼. 塑料对农田生态系统的污染及其防治[J]. 农村生态环境,1996,12(2):44-47.
AN Qiong. The effect of plastic pollution on farm ecosystem and the control countermeasures[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 1996,12(2):44-47.
- [2]李秋洪. 论农田“白色污染”的防治技术[J]. 农业环境与发展,1997(2):17-19.
LI Qiu-hong. The control techniques on farm “white pollution”[J]. *Agro-Environment & Development*, 1997(2):17-19.
- [3]王 宁,马 涛,等. 淀粉基可降解塑料的研究现状与展望[J]. 农产品加工学刊,2007(1).
WANG Ning, MA Tao, et al. Development of starch-based biodegradable plastics[J]. *Academic Periodical of Farm Products Processing*, 2007(1).
- [4]Moreno M M, Moreno A. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop[J]. *Scientia Horticulturae*,2008,116(3):256-263.
- [5]Jürgen Lörcks. Properties and applications of compostable starch-based plastic material[J]. *Polymer Degradation and Stability*. 1998,59(1-3):245-249.
- [6]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):141-143.
DAI Jing, CHEN Rong-lai, LI Guo-jun. The increasing yield effects of degradable plastic film mulching on the cottons[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2004,12(2):141-143.
- [7]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):79-81.
WANG Xin, XU Guo-bin, REN Zhi-gang, et al. Effects of environment-friendly degradable films on corn growth and soil environment[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2007,15(1):79-81.
- [8]许香春. 麻地膜覆盖对土壤生态与作物生长发育的影响[D]. 北京:中国农业科学院,2006.
XU Xiang-chun. Effect of bast fiber film mulching on soil ecology, crop growth and development[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences,2006.
- [9]张永明. 可降解地膜覆盖玉米试验[J]. 甘肃农业,2006,1:207.
ZHANG Yong-ming. Experiment of corn to degradable plastic film mulching[J]. *Gansu Agriculture*, 2006,1:207.