

可降解地膜对新疆南疆棉花生长和产量的影响

朱友娟¹, 伍维模², 温善菊², 魏建军³, 战勇³, 陈康谓⁴, 杨仁碧⁴

(1. 阿克苏职业技术学院, 新疆阿克苏 843000; 2. 塔里木大学植物科学学院, 新疆阿拉尔 843300;
3. 新疆农垦科学院作物研究所, 新疆石河子 832000; 4. 新疆生产建设兵团农一师南口农场, 新疆阿拉尔 843300)

摘要: 以诱导期为 30~120 d 的 15 种可降解地膜为供试材料, 无膜及普通聚乙烯膜(Polyethylene, PE 膜)为对照, 于 2008—2009 年在新疆南疆地区的阿拉尔市开展了可降解地膜覆盖棉花的田间试验, 研究可降解地膜的降解及其对棉花生长及产量的影响。结果表明: 可降解地膜比普通 PE 膜先表现出破裂降解的现象, 其中, 诱导期为 90 d 的北京 1# 可降解地膜在棉田覆盖 45 d 后最早出现破裂; 扫描电子显微镜(SEM)观察表明, 与普通 PE 膜相比较, 诱导期为 80 d 的北京 1# 可降解地膜在棉田覆盖 145 d 后, 表面有明显的条状裂缝。覆盖可降解地膜的棉花在苗期、蕾期、开花期和花铃期的生长发育指标(株高、真叶数、单株铃数、果枝数、地上部干物质重)以及单株铃数和果枝数总体上要高于无膜处理, 但是与普通 PE 膜处理无显著差异; 覆盖可降解地膜对棉花的衣分和单铃重无显著影响; 与无膜处理相比较, 覆盖可降解地膜能显著增加籽棉产量, 但覆盖可降解地膜与普通 PE 膜处理之间的籽棉产量无显著差异。

关键词: 可降解地膜; 棉花; 生长; 籽棉产量; 新疆南疆地区

中图分类号: S562; S504.8 **文献标志码:** A

The effect of degradable agricultural mulch films on the growth and yield of cotton in Southern Xinjiang

ZHU You-juan¹, WU Wei-mo², WEN Shan-ju², WEI Jian-jun³,
ZHAN Yong³, CHEN Kang-wei⁴, Yang Ren-bi⁴

(1. AKS Vocational and Technical College, Akesu, Xinjiang 84300 China;

2. College of Plant Science, Tarim University, Alar, Xinjiang 843000, China;

3. Institute of Crops of Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation, Shihezi, Xinjiang 832000, China;

4. NANKOU Farm of The First Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Alar, Xinjiang 843000, China)

Abstract: Field experiments with 15 kinds of degradable agricultural plastic films mulching cotton were carried out on the Southern Xinjiang, China during the period of 2008—2009. The 15 degradable agricultural plastic films with induction time of 30~120 days were manufactured by three factories in Beijing, Sichuan and Shanxi Province, China. The polyethylene (PE) and non-mulching film treatments were used as the black treatments. This paper studied on degradation characteristics of degradable agricultural plastic films, and the effects of them on the growth and yield of cotton. The results showed that the degradable agricultural plastic films degraded with breaks and holes, while the PE plastic films did not. The degradable agricultural plastic film of Beijing 1# with induction time of 90 days broke easily as compared to other films after mulching cotton 45 days. In comparison with the PE film, the degradable agricultural plastic film of Beijing 1# with induction time of 80 days was observed with some significant strip cracks in the scanning electron microscopy (SEM) graph after mulching cotton 145 days. Compared with non-mulching film treatment, degradable plastic films covering had a significant influence on cotton plant height, leaf number, boll number per plant, the number of branch and aboveground dry matter weights during different growth stages, as well as bolls/plant and number of fruiting

收稿日期: 2015-09-10

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAC20B01)

作者简介: 朱友娟(1979—), 女, 新疆昌吉人, 硕士, 讲师, 主要从事作物栽培学及园艺方面研究工作。E-mail: xjzyj2004@126.com。

通信作者: 伍维模(1971—), 男, 四川广汉人, 副教授, 主要从事农业资源利用研究工作。E-mail: wwmjtlm@taru.edu.cn。

branch/plant. However, there were no significant differences in these characteristics between mulching degradable agricultural plastic films and PE film. There were also no significant differences in lint percent, single boll weight and seed cotton yield between degradable agricultural plastic films and conventional PE film. Mulching of degradable agricultural plastic films can significantly increase the yield of cotton than non-mulching film treatment.

Keywords: degradable agricultural mulch film; cotton; growth; seed cotton yield; Southern Xinjiang

新疆是中国三大棉区之一,至 1980 年以来,中国棉花生产不断地向新疆集中^[1]。南疆是新疆棉区的重要组成部分。近三十年来,地膜覆盖已发展成为南疆棉区一项常规的必不可少的栽培技术,但是,由此而带来的残留地膜对棉田土壤环境的负面影响也逐渐加剧。农用地膜的成份是人工合成的高分子聚合物聚乙烯(Polyethylene,简称为 PE),以低密度聚乙烯为最常见^[2-3],其分子结构比较稳定,不易通过细菌和酶等生物方式降解,会在土壤中残留几十年之久^[1,4]。目前,南疆棉区的地膜用量约为 $60 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。棉花收获之后,部分地膜因回收不完全而残留在棉田之中,长期积累从而产生“白色污染”。据笔者 2007 年的调查,南疆的阿拉尔垦区棉田土壤 0~40 cm 残膜量最低为 $36.7 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,最高为 $124.1 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均为 $69.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。针对棉田残膜,当地采取的应对措施主要是人工捡拾残膜、棉田停止灌溉后人工揭膜回收。生产中常用的地膜厚度为 $0.006 \sim 0.008 \text{ mm}$,这类地膜在棉田覆盖一定时间后,一般易破碎、难回收,且回收过程费时、费力、成本高,不易完全回收。

可降解地膜的出现为解决农业的“白色污染”问题,提供了一条新的途径。可降解地膜在农田中覆盖一定天数后能够发生外观、机械和物理性能、化学结构等变化,并最终在土壤中降解^[3]。可降解地膜的种类有多种,如生物可降解地膜,光/热可降解地膜等^[3,5]。可降解地膜在土壤中的降解分为两个阶段:第一阶段是氧化降解过程,由空气中的 O_2 与聚合物反应,碳骨架被氧化为小分子片段。在这一阶段紫外线和高温可加速其过程。第二阶段是生物降解过程,由微生物(如细菌、真菌和藻类)将第一阶段的氧化产物经生物代谢分解为 CO_2 、 H_2O 和生物量^[4]。目前,制造可降解地膜时,常用的技术是在普通 PE 膜原材料中加入 1%~20% 的降解剂^[4],从而控制聚乙烯的降解过程^[6-8]。降解剂的作用是加速聚烯烃链与空气中 O_2 的反应^[4],其成份主要是不饱和化合物、过渡金属离子及其配合物^[6]。

可降解地膜具有与普通 PE 膜相似的增温、保墒效果^[9-10],对棉花的生长发育^[11]、成铃及产量^[9,12]也有一定促进作用。在新疆的北疆棉区,已

有研究报道可降解地膜对棉花的生长、产量及生理的影响^[13-15]。在南疆棉区的农一师 16 团、农二师 29 团、33 团、库尔勒市、尉犁县等地也已相继开展了一些可降解地膜应用试验研究,并有不断扩大推广应用面积的趋势,但相关试验结果的报道还比较少^[16-18]。本研究的目的是通过田间试验,探讨可降解地膜对南疆膜下滴灌棉花的生长发育和产量的影响,为在南疆棉区进一步推广应用可降解地膜提供科学依据。

1 试验区概况与试验方法

1.1 试验区概况

试验区位于新疆南疆的农一师阿拉尔市南口农场。处于欧亚大陆腹地的塔里木河上游南岸,南临塔克拉玛干沙漠,西与胜利水库相邻,东与十三团接壤。地理坐标为北纬 $40^{\circ}20' \sim 40^{\circ}37'$,东经 $81^{\circ}04' \sim 81^{\circ}29'$ 。海拔高度为 $1\ 017 \sim 1\ 007 \text{ m}$,坡降为 $1/2800$ 。地形由西南向东北倾斜,地势较为平坦。属典型大陆性气候,全年干旱少雨,蒸发强烈,日照充足,热量丰富,降水稀少,温差大,适应多种植物生长发育。年平均日照时数 $2\ 915.1 \text{ h}$,年平均气温 10.8°C ,7 月份平均气温 25.3°C ,1 月份平均气温 -8.3°C ,年际温差 36°C ,全年无霜期 204 d ,年均降水量 42.7 mm ,年蒸发量 $2\ 110.5 \text{ mm}$ 。

1.2 试验方法

试验于 2008、2009 年连续两年在南口农场农业技术推广中心 56 号试验田进行。试验处理见表 1,其中以无膜(CK)及普通 PE 膜(PE)处理为对照。2008、2009 年分别设置了 6 种和 9 种可降解地膜处理,各处理重复 3 次。小区长、宽分别为 20 m 和 2.28 m ,小区随机排列。15 种可降解地膜由北京、四川和陕西的 3 个厂家提供,宽度均为 2 m ,其力学性能均符合机械覆膜作业的技术要求。北京 1#、2# 是加入了 TDPATM氧化添加剂的氧化-生物双降解膜^[6],陕西及四川的产品未标明可降解地膜种类及添加剂名称。

2008、2009 年供试棉花品种(系)分别是 98-6 和 K-7,播种期分别 4 月 29 日和 4 月 18 日。采用膜下滴灌栽培方式,一膜种植 6 行棉花,行距为 10

cm + 66 cm + 10 cm + 66 cm + 10 cm,株距为 10.5 cm。无膜处理在播种时覆盖了普通 PE 膜,待棉花出苗两周后揭去地膜,露出土壤。棉田管理工作与当地大田生产一致。

一膜 6 行的膜下滴灌棉花,中行与边行的生长有一些差异。尽管各小区的边行存在着一定的边际效应,为了全面地评价试验处理对棉花生长发育的影响,在每个小区中行、边行各标记 10 株作为观察株,记载生育期(出苗期、现蕾期、开花期和吐絮期)和生长发育指标如株高、真叶数、果枝数和铃数。每个生育期在每个小区随机采 10 株棉花植株样(苗期采样 20 株);植株样品按叶片、茎、蕾、花、铃分开,放

入烘箱中,在 80℃下烘干 48 h 后称重。地上部总干重是上述器官干重的总和。对各处理拍照,观察可降解膜处理降解时的田间表现。采集覆盖一定天数后的地膜样本,将其放在蒸馏水中,用超声波清洗器清洗 1 h,然后用叔丁醇脱水,再用扫描电子(Scanning electron microscopy, SEM)显微镜(日本电子株式会社, JSM – 6390LA 扫描电子显微镜)观察其微观结构(在新疆医科大学电镜室测定)。棉花收获前,调查各小区的收获株数、单株铃数,并在每个小区随机采摘 20 ~ 40 株棉花植株作为测定单铃重和衣分的样品。于 10 月份分两次采摘霜前花,每个小区单独拾花,称籽棉重量。

表 1 试验处理
Table 1 The treatments of field experiments

处理 Treatment	2008		处理 Treatment	2009	
	地膜种类 Plastic film	诱导期/d The induction period		地膜种类 Plastic film	诱导期/d The induction period
CK	无膜 No film mulching		CK	无膜 No film mulching	
PE	PE 膜 PE film		PE	PE 膜 PE film	
B1	北京 1 # Beijing 1 #	90	B1	北京 1 # Beijing 1 #	80
B2	北京 2 # Beijing 2 #	120	B2	北京 2 # Beijing 2 #	120
S	四川 1.3 # Sichuan 1.3 #	120	B4	北京 1 # Beijing 1 #	60
X1	陕西 1 # Shanxi 1 #	90	B5	北京 1 # Beijing 1 #	30
X7	陕西 7 # Shanxi 7 #	120	S1	四川 1.3 # Sichuan 1.3 #	90
X13	陕西 13 # Shanxi 13 #	120	S2	四川 1.3 # Sichuan 1.3 #	60
			S3	四川 1.3 # Sichuan 1.3 #	80
			S4	四川 1.3 # Sichuan 1.3 #	30
			S5	四川 2 # Sichuan 2 #	90

注:诱导期指的是可降解地膜从在田间覆盖至出现降解破裂现象的天数,一般是几周至两年^[4,19]。
Note: The induction time/period, which is the time interval that degradation begins, had a range from a few weeks to 2 years^[4,19].

1.3 统计分析

采用开源统计学软件 R 进行数据统计分析^[20]。单方向方差分析及处理间平均数的多重比较(Tukey 法)采用 R 语言的 Rcmdr 程序包来完成^[21]。

2 结果与分析

2.1 可降解地膜降解时的宏观与微现表现

农用地膜在自然条件下,受到阳光、氧气、大气的作用,会发生光/热氧化降解反应,出现老化、变色、龟裂、变脆,物理力学性能降低^[3]。在大田条件下,明显的直观反映是地膜出现龟裂。扫描电镜图像是一种常用的比较不同地膜的微观结构变化的工具^[22-23]。图 1 是 2008 年普通 PE 膜和可降解地膜在大田覆盖 45 d 后的外观表现。此时,棉花还未完全封垄,普通 PE 膜完好无损,而北京产的可降解地

膜已经出现了明显的破裂,尤其是在滴灌带附近,破裂严重。新的可降解地膜的扫描电镜图像(图 2)显示其表面平整、光滑,无裂纹和孔洞;可降解地膜而在大田覆盖 60 d 之后,就有明显的孔洞出现(图 3)。2009 年各处理的扫描电镜图像显示,普通 PE 膜在大田覆盖 145 d 之后,表面不再光滑、平整,出现一些突起(图 4),而可降解地膜北京 1 # 在大田覆盖 145 d 之后,表面有明显条状的裂缝出现(图 5),表明可降地膜已经开始降解。

2.2 可降解地膜对棉花株高、真叶片数、单株铃数和果枝数的影响

由图 6 可知,2008 年可降解地膜与普通 PE 膜在苗期对棉花株高无显著影响;蕾期时,可降解地膜处理与普通 PE 膜相比则表现出差异显著性,北京 2 #、陕西 1 # 和陕西 13 # 与对照相比则表现出差异

显著性,说明覆膜在蕾期对棉花株高有显著促进作用,可降解膜则因诱导期不同而表现不同;开花期与花铃期,可降解地膜与普通 PE 膜相比差异不显著,

与对照相比也无差异,其余处理间差异也不明显,说明可降解膜在这两个生育期因裂解而对棉花株高影响不大。

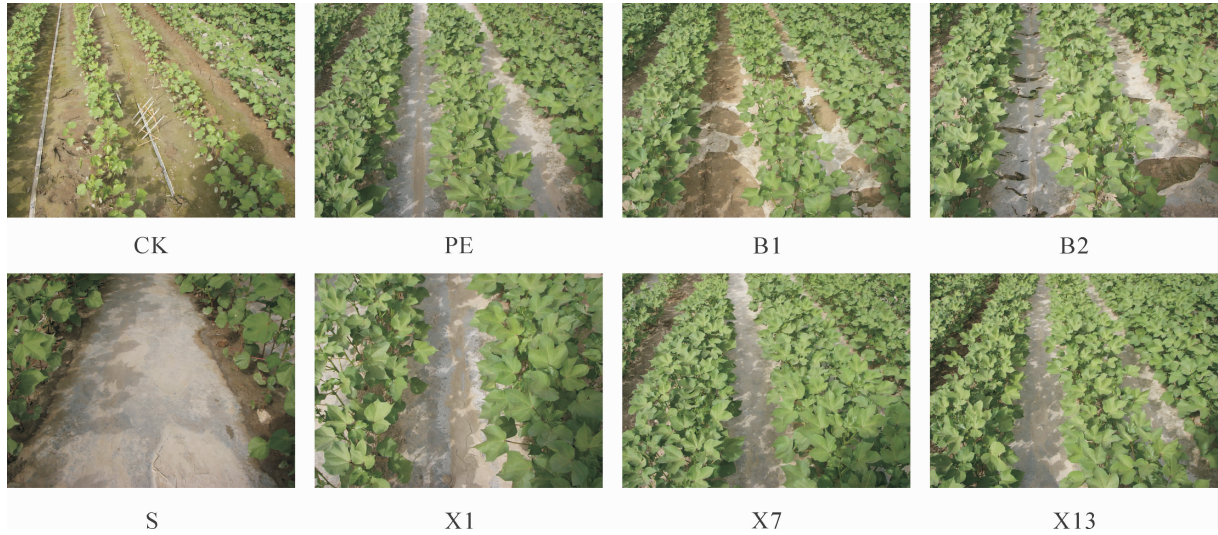


图 1 2008 年 6 月 12 日 8 个处理的田间照片

Fig.1 Appearance of eight treatments in the cotton field on June 12,2008

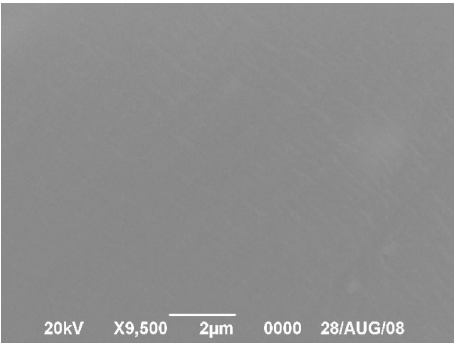


图 2 2008 年 B1 处理北京 1 # 新膜的扫描电镜图像 (× 9500)

Fig.2 SEM micrograph of new film of Beijing 1 # in 2008

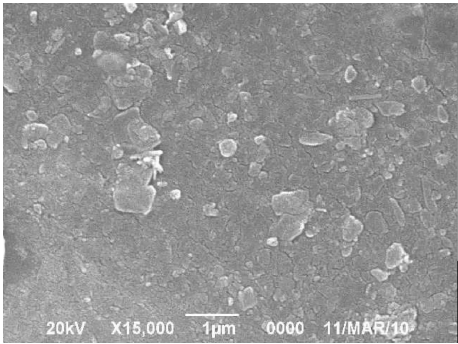


图 4 2009 年普通 PE 膜在大田覆盖 145 天后 的扫描电镜图像 (× 15000)

Fig.4 SEM micrograph of PE film covered in the field after 145 days in 2009

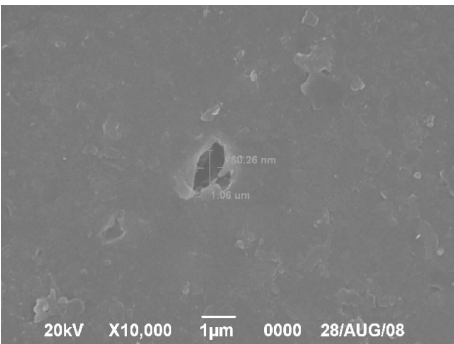


图 3 2008 年 B1 处理北京 1 # 大田覆盖 60 天后 的扫描电镜图像 (× 10000)

Fig.3 SEM micrograph of film of treatment B1 Beijing 1 # covered in the field 60 days in 2008

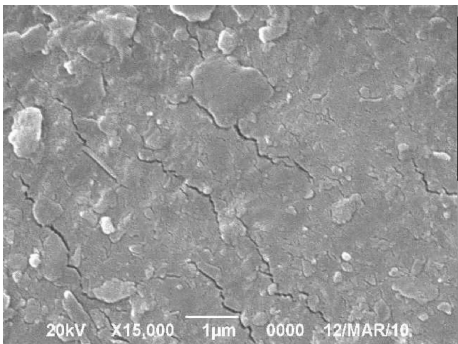
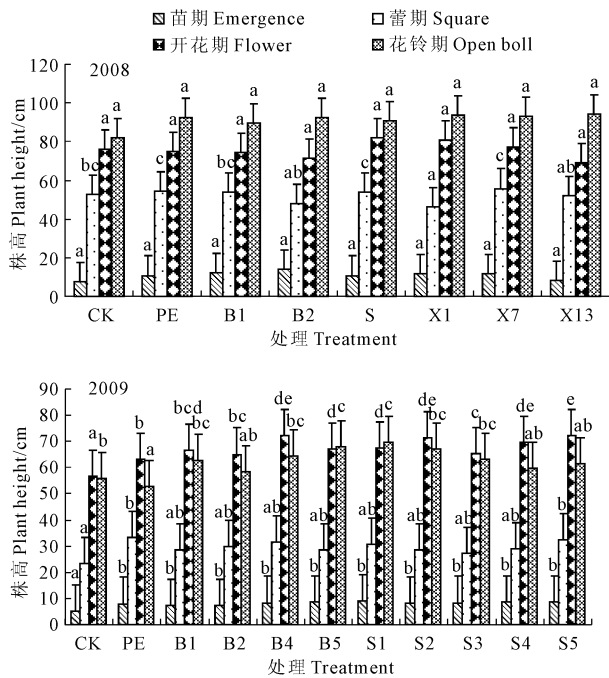


图 5 2009 年 B1 处理北京 1 # 在大田覆盖 145 天后 的扫描电镜图像 (× 15000)

Fig.5 SEM micrograph of the film of treatment B1 Beijing 1 # in field after 145 days in 2009

由图 6 可知,与 CK 相比,2009 年在苗期,可降解地膜和普通 PE 膜相比无差异,但与 CK 处理相比则能显著提高棉花株高;蕾期时,可降解地膜和普通 PE 膜同样可显著提高棉花的株高,不同可降解地膜和普通 PE 膜差异不显著;开花期与花铃期时,可降解地膜处理与普通 PE 膜相比差异显著,说明可降解地膜对棉花株高的促进作用可持续到生长中后期,促进作用因地膜品种和棉花生育期而异。



注:柱状图上的不同小写字母表示不同处理之间在 $P < 0.05$ 水平差异显著。下同。
Note: Different lowercase letters above the columns represent statistically significant differences ($P < 0.05$). The same below.

图 6 不同可降解地膜处理对棉花株高的影响
Fig.6 Effects of different degradable plastic film on plant height of cotton

由图 7 可知,2008 年可降解膜与普通 PE 膜在苗期对真叶数无显著影响,各可降解膜处理之间无显著差异;蕾期时,可降解地膜与普通 PE 膜差异也不显著,但是对真叶数都有促进作用,说明覆膜在蕾期能促进真叶生长;开花期与花铃期时,可降解地膜处理与对照之间差异不显著,说明可降解膜在这两个生育期因裂解而对棉花真叶数影响不大。

由图 7 可知,2009 年在苗期铺可降解地膜与普通 PE 膜的真叶数无差异,与 CK 处理相比,除北京 1 # 诱导期 60 d 外均表现出差异显著性,说明覆膜对棉花叶片生长有明显的促进作用,但可降解地膜与普通 PE 膜无显著差异,CK 叶片数最低;蕾期时,可降解地膜处理与 CK 相比较差异显著,且 CK 叶片数

最低,说明可降解地膜能明显促进棉花真叶的生长;可降解地膜与 PE 处理相比,除北京 1 # 诱导期 30 d、四川 1.3 # 诱导期 80 d、四川 2 # 诱导期 90 d 外,其余差异表现均是显著的,说明可降解膜则因地膜种类不同而表现出差异;开花期与花铃期时,可降解地膜处理与 CK、PE 处理之间的差异显著,CK、PE 处理的叶片数最低,说明可降解地膜处理对棉花真叶的生长在棉花生长的中后期依然有明显的促进作用。

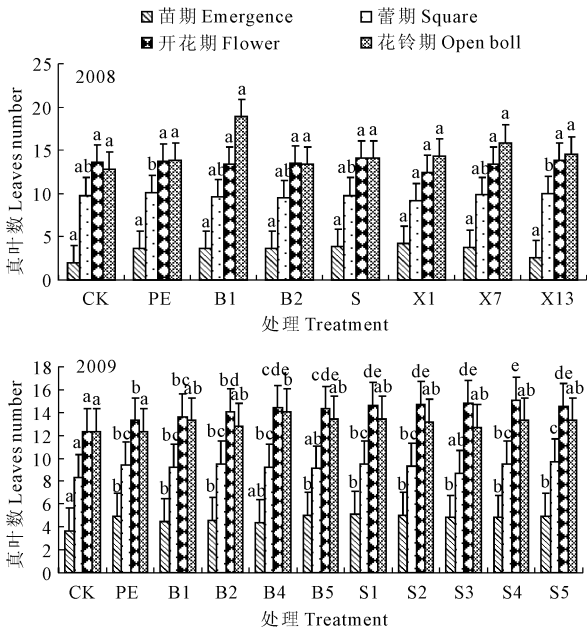


图 7 不同可降解地膜处理对棉花真叶数的影响
Fig.7 Effects of different degradable plastic film on leaves number of cotton

从图 8 可知,2008 年 6 种可降解地膜与普通 PE 膜处理的单株铃数均显著高于无膜处理,其中可降解膜北京 2 # 诱导期 120 d 与陕西 13 # 诱导期 120 d 这两个可降解膜处理的单株铃数最高,显著地高于普通 PE 膜,覆膜处理均高于无膜处理。

由图 8 可知,2009 年 9 种可降解地膜与普通 PE 膜处理的单株铃数显著高于无膜处理,其中北京 1 # 诱导期 60 d 和四川 1.3 # 诱导期 30 d 这两个可降解膜处理的单株铃数最高,显著地高于普通 PE 膜,覆膜处理均高于无膜处理。

由图 9 可知,2008 年 6 种可降解地膜与普通 PE 膜处理的果枝数均显著地高于无膜处理,其中四川 1.3 # 诱导期 120 d 的果枝数最高,达到了 9.3 个·株⁻¹,显著地高于普通 PE 膜,可降解地膜处理中除陕西 7 # 诱导期 120 d 比 PE 处理略低外,其余处理与 PE 处理之间差异不显著。

图 9 表明,2009 年 9 种可降解地膜与普通 PE 膜

处理的果枝数均显著地高于无膜处理,其中四川 1.3 # 诱导期 90 d,达到 10 个·株⁻¹,是最高的。可降解地膜处理中除北京 2 # 诱导期 120 d 和四川 1.3 # 诱导期 60 d 与普通 PE 膜处理无差异外,其余可降解地膜与普通 PE 膜处理均表现出显著差异。

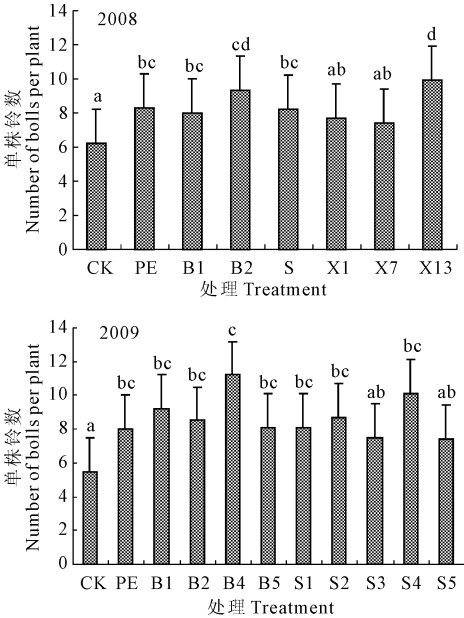


图 8 不同可降解地膜处理对棉花单株铃数的影响

Fig.8 Effects of different degradable plastic film on number of bolls per plant of cotton

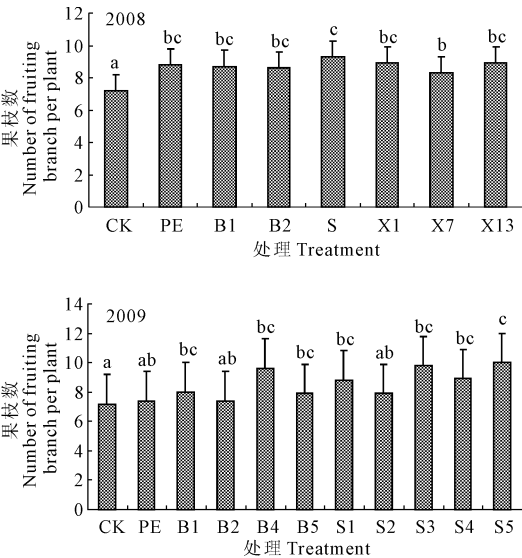


图 9 不同可降解地膜处理对棉花果枝数的影响

Fig.9 Effects of different degradable plastic film on number of fruiting branch per plant of cotton

由图 10 可知,2008 年在苗期 6 种可降解地膜与普通 PE 膜处理的地上部干重相比差异不显著,但均显著高于无膜处理,其中可降解地膜处理中除北京 2 # 诱导期 120 d 比普通 PE 膜处理略低外,其余

可降解地膜处理均比普通 PE 膜处理高;蕾期时,6 种可降解地膜与普通 PE 膜处理之间差异不显著,可降解膜处理之间差异也不显著;开花期和花铃期,6 种可降解地膜与普通 PE 膜处理之间差异不显著,可降解膜处理之间差异也不显著,但 6 种可降解地膜与普通 PE 膜处理的地上部干重均高于无膜处理,且可降解地膜处理的地上部干重均高于普通 PE 膜处理。陕西 13 # 诱导期 120 d 的地上部干重在这两个生育期均是最大的,分别是 23.8、66.5 g·株⁻¹。

由图 10 可知,2009 年在苗期 9 种可降解地膜和普通 PE 膜处理相比差异不显著,与 CK 处理相比差异也不显著,但它们的地上部干重均高于无膜处理,可降解膜处理中除了北京 1 # 诱导期 80 d 处理比普通 PE 膜处理的地上部干重略低外,其余可降解地膜处理均等于或高于普通 PE 膜处理;蕾期时,可降解地膜和普通 PE 膜处理之间差异也不显著,其地上部干重也均显著高于无膜处理,9 种可降解膜处理中以北京 1 # 诱导期 60 d 和四川 2 # 诱导期 90 d 最高;开花期,9 种可降解地膜与普通 PE 膜处理之间差异不显著,可降解膜处理之间差异也不显著,但 9 种可降解地膜和普通 PE 膜处理与 CK 相比差异是显著的,它们的地上部干重均高于无膜处理;花铃期时,9 种可降解地膜和普通 PE 膜处理的地上部干重均显著高于无膜处理,差异也是显著的,9 种可降解膜处理中以四川 1.3 # 诱导期 30 d 地上部干重最高,显著高于普通 PE 膜处理,9 种可降解膜处理之间差异也是显著的。

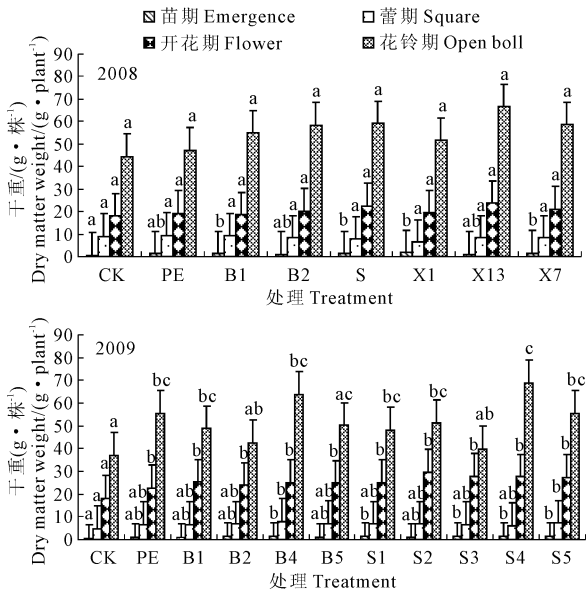


图 10 不同可降解地膜处理对棉花地上部干重的影响

Fig.10 Effects of different degradable plastic film on dry matter weight of cotton

2.3 可降解地膜对棉花籽棉产量、单铃重、衣分及收获株数的影响

由图 11 可知,2008 年可降解地膜和普通 PE 膜处理棉花籽棉产量均显著高于无膜处理,其中以陕西 13 # 诱导期 120 d 处理的籽棉产量最高,6 种可降解地膜处理在统计学上无显著差异。可降解地膜与普通 PE 膜处理相比差异不显著。

由图 11 可知,2009 年可降解地膜和普通 PE 膜处理棉花籽棉产量均显著高于无膜处理,其中北京 1 # 诱导期 80 d,产量最高,达到 6 574 kg·hm⁻²。可降解地膜中除北京 1 # 诱导期 80 d 外其余处理与普通 PE 膜相比差异不显著。

图 12 表明,2008 与 2009 年可降解地膜和普通 PE 膜处理对单铃重无显著影响。

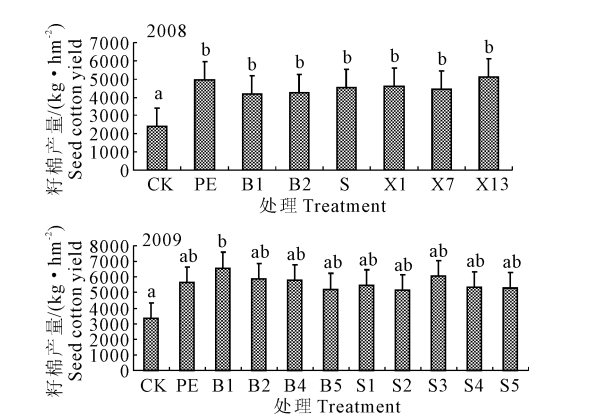


图 11 不同可降解地膜处理对棉花籽棉产量的影响
Fig.11 Effects of different degradable plastic film on seed cotton yield

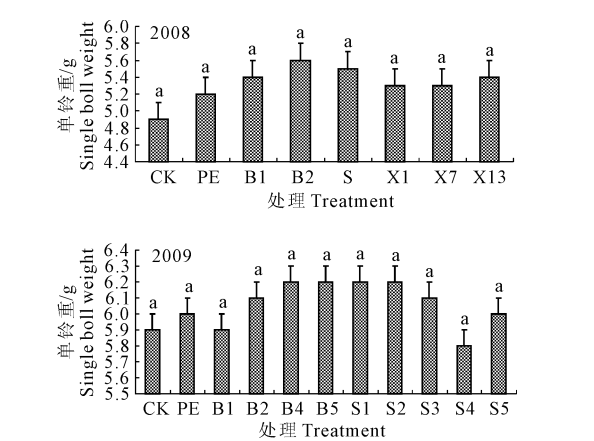


图 12 不同可降解地膜处理对棉花单铃重的影响
Fig.12 Effects of different degradable plastic film on single boll weight of cotton

图 13 表明,2008 年可降解地膜和普通 PE 膜处理对棉花衣分无显著影响,衣分的平均值均在 40% 左右。

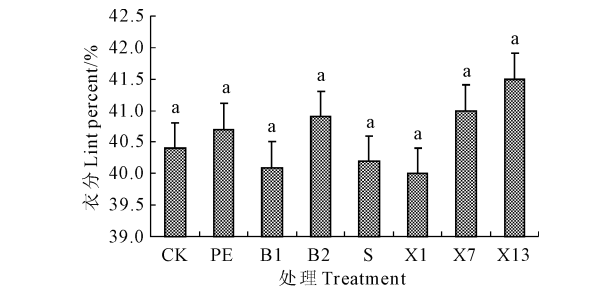


图 13 不同可降解地膜处理对棉花衣分的影响(2008 年)
Fig.13 Effects of different degradable plastic film on lint percent of cotton in 2008

由图 14 可知,2008 年可降解地膜和普通 PE 膜处理中除北京 2 # 诱导期 120 d 处理外,均在棉花收获株数上高于无膜处理,其中陕西 1 # 诱导期 90 d、北京 1 # 诱导期 90 d 和陕西 7 # 诱导期 120 d 3 个处理的棉花收获株数最多,显著高于普通 PE 膜;6 种可降解膜处理与普通 PE 膜在统计学上差异也是显著的。

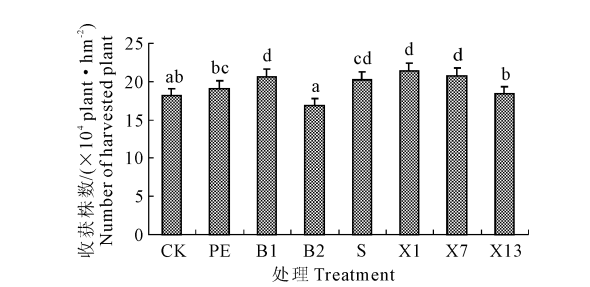


图 14 不同可降解地膜处理对棉花收获株数的影响(2008 年)
Fig.14 Effects of different degradable plastic film on number of harvested plants of cotton in 2008

3 结论与讨论

1) 供试可降解地膜在南疆棉田能明显出现降解现象。某些可降解地膜的实际诱导期比标注的诱导期短,降解时间过早。如 2008 年北京 1 # 和 2 # 标注的诱导期是 90 d 和 120 d,在棉田覆盖 45 d 之后就已破裂降解。降解偏早不利于棉田土壤保墒^[10]。可降解地膜的诱导期是保护作物与降解时机关键性指标^[24]。因农业地域不同及种植农作物不同,对于可降解膜诱导期的时间长短有不同的要求,这需要生产厂家根据需求调整降解剂的成份、用量来设置^[4,9,19]。南殿杰等认为,可降解地膜在棉花上应用时,其诱导期控制在 60 d 左右为宜^[25]。本研究中,可降解地膜诱导期最短的为 30 d,最长的为 120 d。对棉花的生长和产量的影响,不同诱导期的可降解膜之间并没有显著的差异。笔者认为,应

根据当地的光照、土壤温度、土壤类型以及膜下滴灌棉花的栽培技术要求进行深入研究,才能确定适合于南疆棉区的可降解地膜的诱导期。

2) 与无膜处理相比,可降解地膜能促进棉花的生长发育,提高籽棉产量;与普通 PE 膜相比,可降解地膜对棉花的生长和产量并无显著的优势。这一结果与李文^[26]、赵彩霞等^[15]、孙九胜等^[17]和 Wang Yuzhong 等^[9]的研究结果一致。但是,也有研究表明,降解膜的降解性能对棉株生长发育及产量的影响较大,主要体现在降解膜的不同裂解时段^[27]。据北疆棉区的试验结果,可降解地膜对北疆棉花苗期株高增长率、叶片数增长无明显影响,对蕾期株高、叶片数、第一果枝节位及第 1 果枝高度也无明显影响,对产量无显著影响,但对蕾数有明显促进作用^[13]。覆盖可降解地膜的棉花最大叶面积指数和全生育期群体光合势能达到较好的水平,从而具有较高的产量^[14]。孙九胜等在南疆库尔勒的研究表明,可降解地膜与普通 PE 地膜相比,对棉花生育期和产量无明显影响。可降解地膜与普通地膜在始果节、单株铃数、单铃重等方面差距不明显,在产量上两者相比差距甚小^[17]。

3) 覆盖可降解地膜对棉花单铃重和衣分无显著影响。不同可降解地膜对棉花衣分无影响,这与李成奇等^[28]和王祥金等^[16]的研究结果相符。衣分主要受遗传控制,不管是普通广义遗传率还是普通狭义遗传率,在棉花性状遗传率中均是较高的^[28],与栽培条件及环境关系不大,这可能是可降解地膜对棉花衣分无显著影响的主要原因。

总体上,本试验供试的可降解地膜与普通 PE 膜一样具有促进新疆南疆地区棉花生长发育和提高籽棉产量的作用,但是,在大面积推广应用之前尚需进一步研究可降解地膜的诱导期以适宜南疆棉区的环境条件与栽培需求。

致谢:塔里木大学植物科学学院支金虎、高山、范君华、彭杰和牛建龙老师对试验的开展提供了帮助。塔里木大学资环班蔡松、裴晓仙、党占林、惠图江和谢芳丽,农学班茹先古丽·亚森、努尔克买尔·达木拉和阿力木·依合亚等同学参加本实验研究,在此表示感谢!

参 考 文 献:

[1] 朱会义.1980 年以来中国棉花生产向新疆集中的主要原因[J]. 地理研究,2013,32(4):744-754.
[2] Briassoulis D. Mechanical behavior of biodegradable agricultural films

under real field conditions[J]. Polymer Degradation and Stability, 2006,91(6):1256-1272.
[3] Kyrikou I, Briassoulis D. Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review[J]. Journal of Polymers and the Environment, 2007, 15(2):125-150.
[4] Ammala A, Bateman S, Dean K, et al. An overview of degradable and biodegradable polyolefins[J]. Progress in Polymer Science, 2011, 36:1015-1049.
[5] Yang Shaw-rong, Wu Chin-hsiang. Degradable plastic films for agricultural applications in Taiwan[J]. Macromol Symp, 1999,144:101-112.
[6] Chiellini E, Corti A, Swift G. Biodegradation of thermally-oxidized, fragmented low-density polyethylenes[J]. Polymer Degradation and Stability, 2003,81:341-351.
[7] Bonhomme S, Cuer A, Delort A M, et al. Environmental biodegradation of polyethylene[J]. Polymer Degradation and Stability, 2003,81: 441-452.
[8] Bonora M, De Corte D. Additives for controlled degradation of agricultural plastics: ENVIROCARETM[J]. Macromol. Symp, 2003,197: 443-453.
[9] Wang Yuzhong, Yang Keke, Wang Xiuli, et al. Agricultural application and environmental degradation of photo-biodegradable polyethylene mulching films[J]. Journal of Polymers and Environment, 2004, 12 (1):7-10.
[10] 张玉梅,张建军,李秋艳.可降解地膜对棉花生长的影响[J]. 农村科技,2010,(10):8-9.
[11] 关新元,尹飞虎,刘齐锋,等.降解地膜在棉花上应用效果初探[J].新疆农垦科技,2001,(4):37-38.
[12] 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.
[13] 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.
[14] 张占琴,魏建军,战勇,等.不同可降解地膜对棉花生理及产量的影响[J].新疆农业科学,2010,47(10):1947-1951.
[15] 赵彩霞,何文清,刘爽,等.新疆地区全生物降解膜降解特性及其对棉花产量的影响[J].农业环境科学学报,2011,30(8): 1616-1621.
[16] 王祥金,曹健,李文林,等.降解地膜在棉花上的对比试验初报[J].新疆农业科学,2002,39(3):178-179.
[17] 孙九胜,王新勇,孔立明.完全降解(Reverte 添加剂)地膜在棉花中的应用与示范[J].新疆农业科学,2010,47(10):1996-2000.
[18] 杨涛,王新勇,马兴旺,等.生物降解地膜在棉花上的作用效果[J].新疆农业科学,2013,50(6):1122-1127.
[19] 金维续,程桂荪,张文群,等.光降解地膜的农业效果与降解过程(I)[J].农业环境保护,1995,14(4):162-166.
[20] R Core Team. R: A language and environment for statistical computing[Z]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2014.
[21] Fox J. The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R[J]. Journal of Statistical Software, 2005,14(9):1-42.

不大,抽穗期之后各处理下土壤含水量和地温与对照相比提高不大,甚至低于对照。这是因为在冬小麦拔节期之前由于覆膜提高了地温和土壤含水量,改善了中前期生长的水热条件,不仅有利于冬前形成壮苗和保苗安全越冬,更有利于冬小麦返青早发和促进生长,叶面积增长快,植株生长旺盛,随之覆膜处理需要消耗更多的水分以供应植株生长和籽粒灌浆而导致中后期土壤含水量下降。抽穗期之后,覆膜处理的地上部生长茂密,遮阴程度比露地重,使得覆膜处理的地温与露地相差不大,甚至出现低于露地条播的情况。这与前人的研究结果一致,如岳维云^[5]、董孔军^[7]、张立功^[8]和方玉珍^[9]等研究覆膜方式对小麦、谷子、马铃薯和软荚豌豆等作物影响上均有相同的研究结果。0~25 cm 土壤温度的垂直变化为处理 B>A>C>CK,说明覆膜处理能够显著的提高地温,但处理 A 和处理 B 的温度相差不大。全膜平铺不覆土穴播比全膜覆土穴播提高地温的效果好,是因为不覆土处理,太阳光线能够透过地膜直接照射到膜下土壤,表层土壤温度上升迅速,并由于地膜的保温效应,使得膜下表层土壤温度提高明显,而覆土处理,太阳光线直接照射到膜上表层土壤,部分热量散失,通过地膜传递到膜下土壤的热量相对减少。

覆膜处理能够改善土壤水热状况,提高水分的利用效率和产量,不同覆膜方式对水分利用效率和产量的影响有明显的差异,覆膜方式对水分利用效率和产量的影响结果为处理 A>B>C>CK,处理 A、处理 B 和处理 C 的水分利用效率比 CK 分别提高 83.75%,63.48%和 41.31%;处理 A、处理 B 和处理 C 的经济产量比 CK 分别增加了 2 587.5、1 989.75 kg·hm⁻²和 1 617.0 kg·hm⁻²。笔者研究结果与前人的研究结果一致。如岳维云^[5]、董孔军^[7]、张立功^[8]

和方玉珍^[9]等研究覆膜方式对小麦、谷子、马铃薯和软荚豌豆等作物影响上均有相同的报道。这是因为在小麦生长中前期,地膜覆盖能够提高土壤含水量和地温,减少了土壤水分的无效蒸发,提高水分利用效率,从而促进小麦分蘖与生长,表现出覆膜条件下群体增加,个体健壮,营养生长旺盛,为小麦增产奠定了充足的“源”和“流”。在小麦生长中后期能够降低地温,避免地温过高呼吸作用增强,利于干物质积累,有效穗数、穗粒数和千粒重增加,达到“库”的扩充,从而实现小麦产量的大幅提升。在这 4 种栽培模式中,全覆膜覆土穴播改善土壤水热状况效果最好,达到最佳的增产效果。

参 考 文 献:

[1] 韩思明.黄土高原旱作区农田降水资源高效利用的技术途径[J].干旱地区农业研究,2002,20(1):1-9.

[2] 孙多鑫,李 福.甘肃省地膜覆盖栽培技术发展探讨[J].中国农技推广,2011,(7):19-21.

[3] 山 仑,陈培元.旱地农业生理生态基础[M].北京:科技出版社,1998:12-13.

[4] 李 福,刘广才,李诚德,等.旱地小麦全膜覆土穴播技术的土壤水分效应[J].干旱地区农业研究,2013,31(4):73-78.

[5] 岳维云,宋建荣,等.不同覆膜方式对地温及冬小麦地上干物质累积规律的影响[J].干旱地区农业研究,2014,32(4):133-139.

[6] 张保军,韩 海,朱芬萌,等.地膜小麦土壤温度动态变化研究[J].水土保持研究,2000,7(1):59-62.

[7] 董孔军,杨天育,何继红,等.西北旱作区不同地膜覆盖种植方式对谷子生长发育的影响[J].干旱地区农业研究,2013,31(1):36-40.

[8] 张立功,马淑珍.黄土丘陵区(庄浪)旱作马铃薯全膜覆盖关键技术集成研究[J].干旱地区农业研究,2014,32(5):82-94.

[9] 方玉珍,张化生,杨永岗.不同覆膜方式软荚豌豆的土壤水热效应及其对产量的影响[J].干旱地区农业研究,2014,32(3):123-126.

(上接第 196 页)

[22] 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,2008,43(5):71-75.

[23] 赵斌斌,罗学刚,林晓艳.环境降解地膜在水环境中的降解特性研究[J].功能材料,2013,22:3283-3286.

[24] Albertsson A, Barenstedt C, Karlsson S. Degradation of enhanced environmentally degradable polyethylene in biological aqueous media: mechanisms during the first stages[J]. Journal of Applied Polymer Science, 1994,51:1097-1105.

[25] 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.

[26] 李 文.生物降解膜对比试验[J].农村科技,2013,(2):16-17.

[27] 周明冬,秦晓韩,韩咏香.降解膜对棉花生长及产量的影响[J].现代农业科技,2014,(4):17-19.

[28] 李成奇,郭旺珍,张天真.衣分不同陆地棉品种的产量及产量构成因素的遗传分析[J].作物学报,2009,35(11):1990-1999.