

渗水降解地膜在大豆田间应用效果的综合分析

刘延超¹, 史树森¹, 潘新龙¹, 高 宇¹, 高凤翔², 姚建民³, 崔 娟¹, 王 丹⁴

(1. 吉林农业大学 农学院/大豆区域技术创新中心, 吉林 长春 130118; 2. 中国科学院 长春应用化学研究所, 吉林 长春 130022; 3. 山西省农业科学院 农业资源与经济研究所, 山西 太原 030006; 4. 长春市农业技术推广站, 吉林 长春 130033)

摘 要:为明确渗水降解地膜覆盖对耕层土壤保水升温效果及其对大豆生长发育和产量的影响,在年降雨量为 582 mm 且常年气候以春旱年份居多的吉林省长春市郊区进行了田间试验。以普通地膜和露地为对照,采用单因素随机区组设计,在大豆出苗期、苗期、花期、结荚期分别测定各土壤耕层含水量和温度、植株农艺性状、渗水降解地膜和普通地膜的力学指标,收获后测定经济性状。结果表明:渗水降解地膜在保持土壤水分的同时可以更有效接纳雨水,土壤耕层含水量显著高于普通地膜;渗水降解地膜和普通地膜都具有提高土壤耕层温度作用,而且在大豆生长发育前期,温度较低时,渗水降解地膜的升温效果更优于普通地膜,在温度较高时,渗水降解地膜的调温作用通过膜孔开张进行调节膜内的温度,使渗水降解地膜的温度低于普通地膜,更好地保护大豆根系;渗水降解地膜的拉伸强度和断裂伸长率明显小于普通地膜,且随着时间推进,渗水降解地膜下降幅度显著大于普通地膜,表明渗水降解地膜随着时间在土壤中逐渐降解;渗水降解地膜和普通地膜都具有促进大豆生长发育和提高产量的作用,渗水降解地膜覆盖的大豆长势更优于普通地膜,与露地相比,渗水降解地膜的单株增产为 21.56%,普通地膜的株增产为 10.98%,增产效果明显。

关键词:大豆;渗水降解地膜;土壤温度;土壤含水量;农艺性状;产量

中图分类号:S565.1;S318 **文献标识码:**A **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2018.02.0202

Comprehensive Analysis of Application Effect of Water Seepage Degradable Mulching Film in Soybean Field

LIU Yan-chao¹, SHI Shu-sen¹, PAN Xin-long¹, GAO Yu¹, GAO Feng-xiang², YAO Jian-min³, CUI Juan¹, WANG Dan⁴

(1. College of Agriculture/Innovation Center of Soybean Region Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 2. Changchun Institute of Applied Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022, China; 3. Institute of Agricultural Resources and Economy, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030006, China; 4. Changchun Agricultural Technology Extension Station, Changchun 130033, China)

Abstract: In order to clarify the effects of water seepage degradable mulching film on water retention and warming of soil plough layer and its effects on the growth and yield of soybean, a field experiment was conducted on the outskirts of Changchun, Jilin province, with annual rainfall of 582 mm and climatic conditions of spring drought. This paper presented two models of ordinary plastic and no cover film treatment. The single factor randomized block design was used to measure the water content and temperature of each layer, agronomic characters, mechanical indexes of water seepage degradable mulching film and ordinary plastic at emergence stage, seedling stage, flowering stage and podding stage respectively, the economic characters were measured after harvest. The results showed that the water seepage degradable mulching film effectively received rainwater while maintaining the soil moisture, the soil moisture content was significantly higher than that of ordinary plastic. The temperature of soil plough layer increased under both water seepage degradable mulching film and ordinary plastic condition. In the early stage of development with lower temperature, the effect of water seepage degradable mulching film was better than that of ordinary plastic. And when the temperature turned higher, water seepage degradable mulching film to adjust the inside temperature though the film holes, then making the temperature was lower, so as to protect the soybean roots. Compared with ordinary plastic, water seepage degradable mulching film had less effect on the tensile strength and elongation at break, and with the passage of time, the decline was even greater. Water seepage degradable mulching film gradually degraded in the soil. Water seepage degradable mulching film and ordinary plastic effected on promoting the growth and yield of soybean. And the soybean covered with water seepage degradable mulching film grew better. Compared with no cover film treatment, there were obvious increases in yield, with the ranges of 21.56% and 10.98% per plant in yield.

Keywords: Soybean; Water seepage degradable mulching film; Soil temperature; Soil moisture; Agronomic characters; Yield

收稿日期:2017-12-22
基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04);农业部东北作物有害生物综合治理重点实验室开放基金课题(DB201505KF03);吉林农业大学科研启动基金(2015010)。
第一作者简介:刘延超(1992-),男,硕士,主要从事农业昆虫与害虫防治研究。E-mail:726655196@qq.com。
通讯作者:史树森(1963-),男,教授,博导,主要从事农业害虫综合治理与昆虫资源利用研究。E-mail:sss-63@263.net。

大豆(*Glycine max*)是世界第四大作物和种植面积最大的油料作物^[1],我国作为大豆的原产国和消费国,种植大豆的历史非常悠久,中国的大豆曾经享誉世界,大豆是我国重要的农作物,对保障粮食生产安全有着重要意义^[2]。大豆的生长与土壤温度和含水量有着密切的关系^[3-4],在大豆生长过程中,土壤温度和含水量的变化对其农艺性状和经济性状均有不同程度影响。我国北方春季少雨,干旱是我国北方大豆生产的主要障碍^[5],农作物前期的生长发育干旱缺水直接导致植株长势低劣减产,如何有效应用抗旱保墒和集雨技术,挖掘现有降水生产潜力,是发展旱作农业生产的重要途径之一^[6],而地膜覆盖则是解决这一问题的有效措施^[7]。

地膜覆盖技术自 20 世纪 40 年代诞生以来,在世界各国广泛推广^[8],地膜覆盖是一种农业栽培技术,具有增温、保水、保肥、改善土壤理化性质,提高土壤肥力,从而促进植株生长发育,提早开花结果,增加产量、减少劳动力成本等作用。但在接纳雨水方面,却起了阻隔作用^[9],且地膜残留对土壤、环境污染难以解决,长此下去必将成为农业生产上一大新的危害^[10]。渗水地膜是基于半干旱与半湿润地区发生频率达 70% 的小雨资源化理论设计的一种可使水分下渗的地膜,渗水地膜具有和普通地膜同样的功效,且渗水地膜可使水分从膜面直接渗入土壤,具有渗水、微通气等功能^[11]。目前对渗水地膜在小麦^[12]、玉米^[13-14]、高粱^[15]、水地谷子^[16-18]等大田作物上的应用研究较多,其对土壤的保水、调温作用促进作物生长,增产效果明显。渗水降解地膜是具有可发挥渗水地膜作用的同时,可在地表或土壤中自动分解的地膜,可在生产中解决残膜污染问题^[10]。渗水降解地膜是一种新型地膜,对农作物的具体影响尚未明确。为此,本研究设置渗水降解地膜、普通地膜和露地 3 个覆盖处理,在大豆不同生育时期测定不同深度土壤耕层的含水量及温度,地膜力学指标以及大豆植株农艺性状和成熟时的经济性状,旨在为东北春大豆渗水降解地膜覆盖栽培技术的应用与推广提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为吉农 38,由吉林农业大学农学院选育。供试渗水降解地膜由山西省农业科学院农业资源与经济研究所研制,宽幅 0.8 m,厚度 0.008 mm,普通地膜为陕西华宇高科生物有限公司生产,宽幅

1.5 m,厚度 0.006 mm。土壤温度测量计设 5,10,15,20,25 cm 梯度深度,自动气象站设在试验田周边。

1.2 试验地概况

试验于 2017 年在吉林省长春市吉林农业大学大豆区域技术创新中心(E124°18',N43°05',海拔 224.14 m),地块地势平坦,南北走向,长年降雨量为 582 mm,其中 76% 集中在 5~8 月,无霜期 140 d,年平均气温 5.75℃,常年气候以春旱年份居多。

1.3 试验设计

试验设渗水降解地膜(T1)、普通地膜(T2)、露地(T3)3 个处理,随机区组设计,3 次重复。每小区长 10 m,宽 3 m,小区面积 30 m²。试验用渗水降解地膜,普通地膜于 4 月末播种覆膜,所有处理均用穴播机穴播,穴距 13 cm。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 大豆各生育时期主要农艺性状 在大豆出苗期(5 月 24 日)、苗期(6 月 12 日)、花期(7 月 3 日)、结荚期(7 月 24 日)取 1 m²内大豆植株,3 次重复,测定 T1、T2 和 T3 处理下的大豆植株的株高、根长、鲜重等农艺性状。

1.4.2 大豆各生育时期土壤性状 用地温仪测量 5,10,15,20,25 cm 不同深度土层土壤在 08:00、14:00、20:00、02:00 时的温度,每个时期连续调查 3 d,同时用烘干法测量 0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm、15~20 cm、20~25 cm 不同深度土层的含水量,3 次重复^[11]。

1.4.3 大豆各生育时期地膜力学指标 不同生育时期内对 T1 和 T2 处理取样,采用 Zwick Z010 拉力机参考 ASTM D-638 方法做力学指标测定^[19]。

1.4.4 大豆测产及产量性状 大豆成熟前,每个处理取 30 株,统计单株分枝数,并在植株上做好编号。大豆成熟后,对编号植株取样,带回室内风干,测量主茎节数、单株荚数、单株粒数、百粒重等性状。

1.5 数据统计分析

利用 Excel 2007 和 DPS 6.5 统计软件进行数据分析处理,用 Duncan's 新复极差法比较处理间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 渗水降解地膜覆盖对土壤含水量的影响

从表 1 可以看出,各处理不同生育时期的各耕层土壤含水量有所不同。T1、T3 在各生育时期 0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm、15~20 cm、20~25 cm

耕层的土壤含水量相比较均为 T1 大于 T3,且差异显著,说明在此试验中,渗水降解地膜覆盖与露地相比具有明显的蓄水、保墒作用。T1 和 T2 处理相比,在出苗期,T1 处理在 0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm、15~20 cm、20~25 cm 耕层的含水量均高于 T2,T1 在土壤表层 0~5 cm 的保水能力明显高于 T2,说明渗水降解地膜处理对地表水分下渗、蓄水效果更优于普通地膜;在苗期,各耕层的含水量均是 T1 高

于 T2,其中 0~5 cm、5~10 cm、20~25 cm 土层 T1 与 T2 差异显著;在花期,雨水天气较多,不同耕层土壤含水量均是 T1 显著高于 T2;在结荚期,正值雨季,随着土层深度的增加,渗水降解地膜处理和普通地膜下的土壤含水量逐渐增加,且渗水降解地膜处理各层含水量均高于普通地膜,但差异不显著。说明渗水降解地膜具有更好的蓄水、调节水分供给的效果。

表 1 不同覆膜处理下各土壤耕层含水量

Table 1 Soil moisture in soybean field of different soil layer under different plastic film mulching treatment (%)						
土层深度 Soil layer/cm	覆膜模式 Mulching mode	生育时期 Growth stage				平均值 Average
		出苗期 Emergence	苗期 Seedling	花期 Flowering	结荚期 Podding	
0~5	T1	16.59±0.17 aA	14.29±0.05 aA	15.22±0.08 aA	13.81±0.14 aA	14.98±0.61 aA
	T2	12.77±0.42 bB	13.87±0.12 bA	12.22±0.09 bB	13.77±0.07 aA	13.16±0.40 abA
	T3	10.29±0.31 cC	11.74±0.05 cB	12.18±0.10 bB	12.46±0.13 bB	11.67±0.48 bA
5~10	T1	17.46±0.13 aA	15.79±0.06 aA	16.69±0.10 aA	16.89±0.32 aA	16.53±0.36 aA
	T2	16.21±0.12 aA	14.95±0.02 bB	14.82±0.04 cC	16.49±0.20 aA	15.62±0.43 abA
	T3	16.38±0.59 aA	14.76±0.06 bB	15.19±0.05 bB	13.65±0.10 bB	15.00±0.56 bA
10~15	T1	18.14±0.11 aA	17.48±0.20 aA	17.40±0.04 aA	16.81±0.32 aA	17.21±0.49 aA
	T2	17.48±0.04 bB	17.20±0.09 aAB	15.31±0.05 bB	16.46±0.22 aA	16.61±0.48 abA
	T3	17.45±0.10 bB	16.32±0.08 bB	15.26±0.06 bB	13.88±0.30 bB	15.73±0.76 bA
15~20	T1	17.79±0.08 bAB	16.76±0.05 bB	17.32±0.11 aA	18.28±0.44 aA	17.28±0.21 aA
	T2	17.63±0.82 bB	16.73±0.06 bB	16.71±0.19 cC	17.75±0.15 aA	17.21±0.28 aA
	T3	18.29±0.09 aA	18.19±0.09 aA	16.13±0.05 bB	15.61±0.09 bB	17.06±0.69 aA
20~25	T1	17.85±0.08 bB	16.73±0.07 aA	16.79±0.04 bB	17.43±0.18 aA	16.31±0.22 aA
	T2	17.19±0.12 aA	15.79±0.08 bA	16.40±0.08 cC	16.57±0.15 aA	15.84±0.61 aA
	T3	16.94±0.01 bB	15.68±0.07 bA	14.18±0.11 aA	14.39±0.10 bB	14.30±0.73 aA

新复极差测验在同一土层、同一时期不同覆盖处理之间进行;不同大小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平差异显著。下同。
The LSR tests were conducted among the different mulching treatments at the same sampling date and the same soil layer; different capital and lower-case letters mean significantly difference at 1% and 5% , respectively. The same as below.

2.2 渗水降解地膜覆盖对耕层土壤温度的影响

由表 2 可以看出,前 3 个时期各土层 T1 的温度最高,T2 温度次之,T3 温度最低,T1 土壤温度略高于 T2,显著高于 T3。具体来看,在大豆出苗期,土壤 5,10,15,20,25 cm 耕层的温度,T1 比 T3 分别高 4.67,2.04,4.54,4.92 和 3.25℃;在大豆苗期,分别高 3.96,2.95,2.44,4.44 和 3.19℃;在大豆花期,分别高 3.10,1.67,0.54 和 2.32℃。在不同生育期 T1 温度降幅为 3.20,2.38,1.61 和 0.75℃,T3 温度降幅为 5.04,3.27,1.95 和 0.71℃。其中萌发期和苗

期,T1 的降温幅度小于 T3。通过查看试验田边的自动气象站数据,当地日平均温度较低,分别为 15.51 和 18.23℃,此时为大豆生长发育前期,气温较低,T1 提高土壤耕层温度的作用有利于大豆前期的生长发育,且效果明显。在结荚期,此时正值夏季日平均温度较高的时期,不同土壤耕层的温度,T1 下的温度低于 T2 下的温度,当温度过高时,T1 又降低土壤耕层温度,更好的保护大豆根系。T1 的调温功能,使其在田间的实际应用效果优于 T2。

表 2 不同覆膜处理下不同土壤耕层温度变化

Table 2 Soil temperature changes in soybean field of different soil under different plastic-film mulching treatment (℃)						
土层深度 Soil layer/cm	覆膜模式 Mulching mode	生育时期 Growth stage				平均值 Average
		出苗期 Emergence	苗期 Seedling	花期 Flowering	结荚期 Podding	
5	T1	24. 13 ± 0. 99 aA	24. 49 ± 1. 12 aA	24. 53 ± 0. 38 aA	24. 54 ± 0. 25 aA	24. 42 ± 0. 10 aA
	T2	23. 96 ± 1. 11 aA	24. 19 ± 1. 24 aA	24. 16 ± 0. 45 aA	24. 75 ± 0. 07 aA	24. 27 ± 0. 34 aA
	T3	19. 46 ± 1. 74 bB	20. 53 ± 0. 64 bB	21. 43 ± 0. 89 aA	23. 88 ± 0. 14 bA	21. 33 ± 0. 94 bB
10	T1	24. 08 ± 0. 71 aA	24. 33 ± 0. 64 aA	24. 42 ± 0. 44 aA	24. 79 ± 0. 15 aA	24. 41 ± 0. 29 aA
	T2	22. 83 ± 0. 82 aAB	23. 08 ± 1. 01 abA	23. 80 ± 0. 10 aA	25. 46 ± 0. 22 bA	23. 79 ± 0. 59 aAB
	T3	22. 04 ± 1. 09 bB	21. 38 ± 0. 99 bA	22. 75 ± 1. 04 aA	24. 54 ± 0. 11 bA	22. 68 ± 0. 68 bB
15	T1	23. 25 ± 0. 59 aA	23. 15 ± 0. 59 aA	22. 96 ± 0. 41 aA	24. 46 ± 0. 22 aA	23. 46 ± 0. 34 aA
	T2	21. 71 ± 0. 70 aAB	22. 29 ± 0. 46 abA	22. 92 ± 0. 29 aA	24. 67 ± 0. 22 aA	22. 90 ± 0. 64 abA
	T3	18. 71 ± 0. 74 bB	20. 71 ± 0. 46 bA	22. 38 ± 1. 07 aA	24. 51 ± 0. 07 aA	21. 58 ± 1. 23 bA
20	T1	22. 21 ± 0. 33 aA	23. 07 ± 0. 25 aA	22. 98 ± 0. 20 aA	23. 79 ± 0. 33 aA	23. 01 ± 0. 32 aA
	T2	20. 38 ± 0. 43 bB	22. 25 ± 0. 44 aA	23. 07 ± 0. 25 aA	24. 29 ± 0. 30 abA	22. 50 ± 0. 82 aA
	T3	17. 29 ± 0. 46 cC	18. 63 ± 0. 47 bB	20. 29 ± 0. 29 bB	25. 17 ± 0. 29 bA	20. 35 ± 1. 72 aA
25	T1	20. 96 ± 0. 22 aA	22. 11 ± 0. 33 aA	22. 92 ± 0. 30 aA	23. 79 ± 0. 30 aA	22. 45 ± 0. 60 aA
	T2	18. 92 ± 0. 30 bB	20. 92 ± 0. 42 aAB	22. 21 ± 0. 27 aAB	24. 04 ± 0. 27 aA	21. 53 ± 1. 08 abA
	T3	17. 71 ± 0. 36 cC	18. 92 ± 0. 20 bB	20. 60 ± 0. 29 bB	24. 38 ± 0. 38 aA	20. 40 ± 1. 45 bA

2.3 渗水降解地膜覆盖对大豆各生育时期主要农艺性状的影响

不同地膜覆盖处理对大豆的生长发育有不同影响,在大豆萌发时期 T1 和 T2 处理下的大豆植株株高、根长、鲜重等农艺性状指标均显著高于 T3,T1 和 T2 处理间无显著差异(表 3)。说明在大豆生长前期,渗水降解地膜与普通地膜发挥同样作用,显著提高植株的生长,处理间无明显差异。随着生育

进程的推进,T1 处理提高植株长势和营养物质积累的作用愈加明显,在苗期,T1 处理的株高、根长显著高于 T2 处理,极显著高于 T3 处理;在花期,T1 处理的株高、根长极显著高于 T2、T3 处理,T1 和 T2 处理间植株鲜重达显著差异水平,进入结荚期处理间鲜重差异达到了极显著水平。可见,地膜覆盖处理利于植株生长,渗水降解地膜效果更优。

表 3 渗水降解地膜覆盖下大豆不同生育期农艺性状

Table 3 The agronomic characters of soybean under different growth stages were covered by water seepage degradable mulching film

生育时期 Growth stage	覆膜处理 Mulching treatment	株高 Plant height/cm	根长 Root length/cm	鲜重 Fresh height/g
出苗期 Emergence	T1	6. 57 ± 0. 28 aA	15. 43 ± 0. 22 aA	1. 88 ± 0. 05 aA
	T2	6. 30 ± 0. 23 abA	14. 63 ± 0. 18 aA	1. 77 ± 0. 04 aAB
	T3	5. 64 ± 0. 12 cB	12. 18 ± 0. 27 bB	1. 50 ± 0. 04 bB
苗期 Seedling	T1	22. 52 ± 0. 23 aA	22. 01 ± 0. 81 aA	8. 48 ± 0. 21 aA
	T2	21. 67 ± 0. 26 bB	19. 29 ± 0. 15 bAB	8. 41 ± 0. 24 aA
	T3	15. 09 ± 0. 28 cC	18. 51 ± 0. 08 bB	5. 62 ± 0. 71 bB
花期 Flowering	T1	62. 86 ± 0. 26 aA	43. 37 ± 0. 71 aA	86. 40 ± 0. 34 aA
	T2	59. 10 ± 0. 25 bB	34. 69 ± 0. 41 bB	73. 78 ± 0. 95 bA
	T3	52. 31 ± 0. 24 cC	29. 16 ± 0. 27 cC	54. 54 ± 4. 12 cB
结荚期 Podding	T1	103. 00 ± 0. 44 aA	81. 13 ± 0. 87 aA	152. 69 ± 1. 19 aA
	T2	100. 38 ± 1. 14 abA	62. 88 ± 1. 71 bB	139. 40 ± 1. 42 bB
	T3	89. 00 ± 0. 70 bA	60. 23 ± 1. 97 bB	132. 22 ± 1. 90 cC

2.4 渗水降解地膜覆盖对大豆产量的影响

地膜覆盖处理在大豆植株生长前期有效提高了土壤耕层的含水量及温度,改善了土壤结构^[5],从而促进了大豆生长发育。从表4产量相关性状可以看出,与T3相比,T1的分枝数增加0.27个,主茎节数4.11节,单株荚数12.76个,单株粒数增加

21.76粒,百粒重升高1.68g,除分枝数和主茎节数差异显著外,其它性状差异均极显著;与T2相比,在单株荚数、单株粒数、百粒重等产量相关性状上,T1显著或极显著高于T2。在单株产量表现上,T1和T2处理均高于T3,分别增产21.50%和10.98%,T1的增产效果更明显。

表4 不同地膜覆盖处理对大豆产量相关性状的影响

Table 4 Different treatment of plastic film mulching on yield of soybean

覆膜处理 Mulching treatment	分枝数 Branch number	主茎节数 Number of main stem section	单株荚数 Pods per plant	单株粒数 Grain number per plant	百粒重 Hundred grain weight/g	单株产量 Grain weight per plant/g
T1	0.87 ± 0.09 aA	19.63 ± 0.07 aA	78.48 ± 3.25 aA	138.84 ± 1.95 aA	29.37 ± 2.13 bA	27.12 ± 0.42 aA
T2	0.72 ± 0.06 abA	17.03 ± 0.27 abA	72.37 ± 1.13 bB	127.83 ± 3.33 bB	20.74 ± 1.07 aA	24.76 ± 0.56 bAB
T3	0.60 ± 0.16 bA	15.52 ± 1.28 bA	65.72 ± 6.32 bB	117.05 ± 8.55 cC	19.06 ± 0.70 cB	22.31 ± 2.35 bB

2.5 渗水降解地膜在大豆田间的降解效果

渗水降解地膜除具有渗水地膜的优点外,还具有在田间自降解的特点。地膜的拉伸强度变化可以反映地膜的断裂抗力,地膜的断裂伸长率的大小可以反映地膜的韧性强弱。从表5可以看出,在大豆不同生育时期,T1和T2的力学指标拉伸强度和断裂伸长率发生明显变化。从出苗期到结荚期,T2的拉伸强度明显高于T1。随着时间的推进,T1拉伸强度的下降幅度也大于T2。从出苗期到结荚期,T1的拉伸强度下降4.63MP,下降了41.08%,T2

拉伸强度下降了3.34MP,下降了20.04%。从萌发期到结荚期,T2的断裂伸长率明显高于T1。T1断裂伸长率的下降幅度明显大于T2,从出苗期到结荚期T1的断裂伸长率下降了220.01个百分点,结荚期的断裂伸长率仅为出苗期的30.49%,下降幅度较大;T2断裂伸长率下降了221.55个百分点,为出苗期的64.14%,依然保持着较高的断裂伸长率。可见,渗水降解地膜在大豆田间具有良好的降解效果。

表5 两种地膜在大豆不同生育期力学指标

Table 5 Two kinds of plastic film in soybean at different growth stages of mechanical indicators

力学指标 Mechanical indicators	生育时期 Growth stage	T1	T2
拉伸强度 Tensile strength/MP	出苗期 Emergence	11.27	16.66
	苗期 Seedling	10.23	15.16
	花期 Flowering	8.22	14.81
	结荚期 Podding	6.64	13.32
断裂伸长率 Breaking elongation rate/%	出苗期 Emergence	316.53	617.82
	苗期 Seedling	169.60	438.74
	花期 Flowering	134.03	436.36
	结荚期 Podding	96.52	396.27

3 结论与讨论

本试验研究结果表明:(1)不同地膜覆盖处理的大豆不同生育时期土壤含水量有一定差异,渗水降解地膜和普通地膜与露地处理相比具有保水的效果,渗水降解地膜处理下的土壤耕层含水量随着深度的加深,依然具有较高的含水量,渗水降解地膜保水效果优于普通地膜。在东北春季降水较少,渗水降解地膜微通透性使小雨入渗到膜内,充分利用降水资源,在大豆生长发育前期,使得渗水降解

地膜下的土壤耕层含水量高于普通地膜,利于植株生长发育。(2)不同覆盖处理的大豆不同生育时期土壤耕层温度也有一定差异。与露地处理相比,渗水降解地膜和普通地膜具有增温、保温的效果。在大豆出苗期、苗期、花期温度较低的时候,渗水降解地膜处理下的温度高于普通地膜处理下的土壤温度,利于大豆植株前期生长发育。在大豆结荚期时,正值盛夏,温度较高,此时渗水降解地膜下的温度低于普通地膜下的温度,渗水降解地膜的调温作用通过膜孔开张进行调节膜内的温度,降低土壤温

度,较好地保护大豆根系,促进植株生长。(3)在不同覆盖模式处理的大豆不同生育时期下的大豆植株农艺性状也有不同差异,发育至结荚期时,株高、根长和鲜重,渗水降解地膜处理比普通地膜处理高 2.62 cm、18.25 cm、13.29 g,比露地高 14 cm、20.9 cm、20.47 g。在不同的生育时期内,渗水降解地膜下和普通地膜下的大豆长势明显优于露地处理的大豆。究其原因,在大豆发育前期,渗水降解地膜和普通地膜同时具有增温保水的效果,试验结果证明渗水降解地膜的效果更好,且渗水降解地膜还具有渗水、调温的作用,可以更好地利用降雨资源,在高温时节还可以调节膜内温度。这些因素都是提高大豆植株农艺性状的重要原因。(4)渗水降解地膜和普通地膜与露地处理相比,能显著提高大豆产量。究其原因,渗水降解地膜处理下的植株高大,根系发达,茎秆粗壮,主茎节数多,单株荚数、粒数多且饱满,这些经济性状均为高产打下良好的物质基础^[3]。(5)渗水降解地膜和普通地膜力学性能随着大豆不同生育时期的变化而变化,渗水降解地膜的拉伸强度和断裂伸长率小于普通地膜,且随着时间的变化下降速度较快。在生长发育前期,渗水降解地膜发挥对土壤的调温、保水效果后,本身的拉伸强度和断裂伸长率再逐渐减小,逐渐降解,地膜的污染残留问题即可迎刃而解。

渗水地膜具有渗水、保水、调温、微通气等功能^[20-22]。姚建民等^[23]研究指出,渗水地膜的微通透性一方面可以使小雨充分入渗,当降水较少时能最大限度地利用降水,另一方面,当膜下温度过高时,膜孔开张又具有调温作用。这种渗水和调节温度的作用,是普通地膜不具有的功效。任瑞玉等^[11]研究表明在盛夏或高温季节时,渗水地膜下的地温明显低于普通地膜下的地温,且随气温的升高与普通地膜下的温差增大。渗水降解地膜在具有渗水、保水、调温和微通气作用的同时,还具有在田间自降解的特点,拥有更好的绿色环保特性。

本试验过程中仅对不同时期的不同深度土壤耕层的含水量和温度进行测定,未对壤耕层的含水量和温度变化后的土壤的供肥状况、养分转化率和理化性质进行研究测定。这些变化都会对大豆的生长带来影响,有待进一步研究,以期更全面地比较不同覆盖处理间的异同。

致谢:吉林农业大学农学院农业昆虫与害虫防治专业研究生唐佳威、李新畅、陈菊红、李悦铭、李汉宇同学参加部分工作,特此致谢。

参考文献

[1] 史树森. 大豆害虫综合防控理论与技术[M]. 长春:吉林出版

集团有限责任公司, 2013: 199-204. (Shi S S. Comprehensive prevention and control theory and technology of soybean pests [M]. Changchun: Jilin Publishing Group Co., Ltd., 2013: 199-204.)

[2] 高宇,史树森. 中国大豆害虫视觉行为学研究进展[J]. 大豆科学, 2016, 35(6): 1025-1031. (Gao Y, Shi S S. Research progress on visual behavior of soybean pests in China[J]. Soybean Science, 2016, 35(6): 1025-1031.)

[3] 秦昊东,高宇,徐伟,等. 土壤湿度对大豆食心虫幼虫越冬行为的影响[J]. 大豆科学, 2015, 34(6): 1024-1028. (Qin H D, Gao Y, Xu W, et al. Effect of soil humidity on overwintering behavior of soybean pod borer(*Leguminivora glycinivorella*) larvae [J]. Soybean Science, 2015, 34(6): 1024-1028.)

[4] 崔娟,董莉环,吴磊,等. 同期稗草对东北春大豆生长的影响及其经济阈值[J]. 大豆科学, 2016, 35(6): 992-996. (Cui J, Dong L H, Wu L, et al. Influence of *echinochloa crusgalli* on the growth of spring soybean and its economic threshold in North-east China[J]. Soybean Science, 2016, 35(6): 992-996.)

[5] 郭志利,孙常青,梁楠. 旱地春大豆地膜覆盖增产节水效果研究[J]. 作物杂志, 2005, 21(5): 21-23. (Guo Z L, Sun C Q, Liang N. Study on spring soybean film mulching to increase production and save water in arid areas[J]. Crops, 2005, 21(5): 21-23.)

[6] 邹宇锋,山立. 有限水资源条件下西北旱区农业发展途径[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(2): 257-263. (Zou Y F, Shan L. The dryland agricultural development with limited water resources in Northwest China[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2014, 32(2): 257-263.)

[7] 王荣堂,王有宁,董秀荣. 地膜覆盖棉花、玉米、大豆生育盛期的降温效应[J]. 生态学报, 2003, 23(8): 1667-1672. (Wang R T, Wang Y N, Dong X R. Effects of plastic film covering on dropping ground temperature at the full-growing stages of cotton, maize and soybean [J]. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(8): 1667-1672.)

[8] 孙继颖,高聚林,王志刚,等. 不同覆膜方式对旱作大豆生理特性及水分利用效率的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(2): 251-254. (Sun J Y, Gao J L, Wang Z G, et al. Effects of covering film on physiological indexes and water use efficiency (WUE) of soybean in dryland[J]. Soybean Science, 2008, 27(2): 251-254.)

[9] Vernon W R. Agriculture environment & health-sustainable development in the 21st century [M]. USA: University of Minnesota Press, 1994.

[10] 王海泉. 大豆行间覆膜增产的生理基础及对后作影响研究 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2009. (Wang H Q. Study on physiological basis of yield and influences on aftercrop by covering film between furrows cultivation in soybean [D]. Shenyang: Shengyang Agricultural University, 2009.)

[11] 任瑞玉,何继红,董孔军,等. 旱地谷子渗水地膜覆盖栽培的土壤水温效应及其生长发育研究[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(3): 127-131. (Ren R Y, He J H, Dong K J, et al. Effects of water-permeability plastic film mulching on soil moisture, temperature and growth and development of foxtail millet in dry land[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2016, 34(3): 127-131.)

[12] 姚建民,王海存,殷海善. 旱地冬小麦渗水地膜全覆盖穴播试验[J]. 山西农业科学, 1998, 26(1): 7-10. (Yao J M, Wang H C, Yin H S. Complete coverage of dryland winter wheat water penetration film dibbling test[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 1998, 26(1): 7-10.)

[13] 殷海善,姚建民,杨瑞平. 渗水地膜覆盖玉米试验研究综述[J]. 水土保持研究, 2000, 7(4): 47-49. (Yin H S, Yao J M, Yang R P. Study on rainfall utilization technique by water-permeability plastic film covering[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2000, 7(4): 47-49.)

[14] 张全发,殷海善. 渗水地膜对土壤水分、温度及玉米产量的影响[J]. 中国农业气象, 2002, 23(3): 47-49. (Zhang Q F, Yin H S. Effects of water seepage mulch on soil moisture, temperature and maize yield[J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2002, 23(3): 47-49.)

[15] 崔福柱,郭秀卿,郝建平,等. 渗水地膜覆盖对高粱生育期及产量的影响[J]. 山西农业科学, 2007, 35(8): 59-61. (Cui F Z, Guo X Q, Hao J P, et al. Study of growth season and yield of water-permeability plastic film mulching on sorghum[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2007, 35(8): 59-61.)

[16] 姚建民,李文刚,杨瑞平,等. 谷子旱地渗水地膜全覆盖精密穴播高产技术研究[J]. 山西农业科学, 2014, 42(11): 1183-1185. (Yao J M, Li W G, Yang R P, et al. The research of millet high-production technology in dryland hole-sowed accurately and mulched under water-permeability membrane completely[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2014, 42(11): 1183-1185.)

[17] 夏雪岩,宋世佳,刘猛,等. 夏播旱地谷子渗水地膜穴播增产机理研究[J]. 中国农业科技导报, 2016, 18(3): 119-125. (Xia X Y, Song S J, Liu M, et al. Research on yield increasing mechanism of summer foxtail millet with water-permeability plastic film mulching and bunch planting cultivation in dry land[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2016, 18(3): 119-125.)

[18] 高艳梅,孙敏,高志强,等. 不同降水年型旱地小麦覆盖对产量及水分利用效率的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(18): 3589-3599. (Gao Y M, Sun M, Gao Z Q, et al. Effects of mulching on grain yield and water use efficiency of dryland wheat in different rainfall years[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2015, 48(18): 3589-3599.)

[19] 尹芳. 原料小麦粉的制面适应性以及改善面条品质的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2000. (Yin F. Study on wheat flour quality requirements for Chinese noodle manufacture and improving noodle eating and cooking quality[D]. Beijing: China Agricultural University, 2000.)

[20] 姚建民. 渗水地膜研制及其应用[J]. 作物学报, 2000, 26(2): 185-189. (Yao J M. The invention and application of water-permeability plastic membrane (WPPM) [J]. Acta Agronomica Sinica, 2000, 26(2): 185-189.)

[21] 郭文聪. 渗水地膜覆盖改良原生盐碱荒地的关键技术研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2013. (Guo W C. Research on key technology of the original saline wasteland improvement covered by water permeability plastic membrane[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2013.)

[22] 徐澜,安伟,郝建平. 渗水地膜覆盖对玉米生长发育的影响[J]. 玉米科学, 2007, 15(4): 119-122. (Xu L, An W, Hao J P. Effect of water- osmosis plastic membrane on maize growth[J]. Journal of Maize Sciences, 2007, 15(4): 119-122.)

[23] 姚建民,殷海善,杨瑞平. 旱地小雨资源渗水地膜覆盖利用技术研究[J]. 水土保持研究, 2000, 7(4): 36-38. (Yao J M, Yin H S, Yang R P. Study on small rain utilization technique by water-permeability plastic film covering[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2000, 7(4): 36-38.)