doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2015.02.015

不同类型地膜覆盖对土壤水热与葵花生长的影响*

李仙岳　彭遵原　史海滨　闫建文　王志超
(内蒙古农业大学水利与土木建筑工程学院,呼和浩特 010018)

摘要:通过设置普通塑料地膜、A 型生物地膜、B 型生物地膜、液体地膜以及无膜覆盖(CK)5 个处理,比较分析不同类型地膜覆盖对土壤地温、土壤基质势以及葵花生长和产量的影响。结果表明,葵花生育前期(6—7 月)普通塑料地膜和生物地膜覆盖的地温无显著差异,而在生育后期特别是 9 月份普通塑料地膜处理的土壤表层(0 ~ 20 cm)地温明显高于生物地膜覆盖处理,其中 A 型生物地膜覆盖处理的地温略高于 B 型生物地膜覆盖处理,而液体地膜覆盖与无膜处理在全生育期地温显著低于普通塑料地膜和生物地膜覆盖处理($p < 0.05$)。生物地膜覆盖处理的保水效应与普通塑料地膜覆盖处理相近,仅在作物生长末期(9 月底)生物地膜与普通塑料地膜覆盖处理在 0 ~ 20 cm 土层基质势差异达到显著水平,尽管液体地膜覆盖与无膜处理相比有一定的保水效应,但差异不显著。生物地膜覆盖下葵花株高、叶面积指数以及收获后的叶质量、茎质量、花盘质量和产量与普通塑料地膜覆盖处理均无显著差异,但都显著优于液体地膜覆盖和无膜处理($p < 0.05$)。

关键词:生物地膜　液体地膜　可降解　地温　土壤基质势　葵花生长
中图分类号:S152.7;S626.2　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-1298(2015)02-0097-07

Effects of Different Degradable Films Mulching on Soil Water Potential, Temperature and Sunflower Growth

Li Xianyue　Peng Zunyuan　Shi Haibin　Yan Jianwen　Wang Zhichao
(*Water Conservancy and Civil Engineering College*, *Inner Mongolia Agricultural University*, *Huhhot* 010018, *China*)

Abstract: With the large application of agricultural plastic film, the residual of plastic film was continuously increased in soil during the last few decades. The application of biodegradable film could solve the environmental pollution because of its totally degradable property. Agricultural film was specially required in arid and cold region, so it was very important to study and get the suitable degradable film for sustainable agricultural development. Five treatments including plastic film, biodegradable film (thickness 0.012 mm), biodegradable film (thickness 0.008 mm), liquid film and no film (CK) were used to compare the effects of different types of film on soil temperature, soil water potential, crop growth and yield. The results showed that there were no significant differences between plastic film and biodegradable film treatments during early crop growing period (June and July), whereas the soil temperature in 0 ~ 20 cm soil layer for the treatments of biodegradable film was a little lower than plastic film treatment because of film's degradation, especially for the treatment of biodegradable film of thickness 0.008 mm during the end of crop growth. However, the soil temperatures of liquid film and no film treatments were obviously lower than plastic film treatment. The results for soil water potential among different treatments were similar, and it was very close between plastic film and biodegradable film treatments, but the maximum soil water potential was shown in 0 ~ 20 cm soil layer during the end of

收稿日期:2014 - 11 - 14　修回日期:2014 - 12 - 01
* 国家自然科学基金资助项目(51349003、51469022)、"十二五"国家科技支撑计划资助项目(2011BAD29B03)、内蒙古高等学校"青年科技英才支持计划"资助项目(NJYT - 12 - B10)和内蒙古科技重大专项资助项目
作者简介:李仙岳,副教授,博士,主要从事节水灌溉及农田生态环境研究,E-mail:lixianyue80@126.com
通讯作者:史海滨,教授,博士生导师,主要从事节水灌溉原理及应用研究,E-mail:shi_haibin@sohu.com

September, and there was significant difference between plastic film and biodegradable film treatments ($p < 0.05$). No significant differences were found between plastic film and biodegradable film treatments for the crop height, leaf area index (LAI), dry matter of leaf, stem, flower dish and yield. However, both of these two treatments were clearly better than liquid film and no film treatments. Thus, it was feasible to replace plastic film with biodegradable film for mulching in arid and cold region.

Key words: Biodegradable film Liquid film Degradable Soil temperature Soil water potential Sunflower growth

引言

地膜覆盖能明显减少土壤水分蒸发,具有增温、增产、控盐等功能[1],是提高农田作物水分利用效率、缓解水资源短缺和防止土壤进一步盐渍化的重要手段。覆膜种植已成为我国,特别是北方地区农业生产的主要技术模式[2],地膜已成为继化肥、农药之后的第三大农业生产资料[3]。然而普通农用塑料地膜的主要成分是一种分子结构非常稳定的聚乙烯材料,很难在自然条件下进行光降解和热降解,也不易通过细菌、酶等生物方式降解,难以直接回收[4],据统计,近年来我国农膜残留量约占总使用量的 1/4 ~ 1/3[5]。长期使用必然导致田间塑料农膜废弃物日益增多,形成大量的"白色污染物",严重影响水肥在土壤中迁移,并阻碍作物根系向深层发展,导致农业减产,并将限制农业的可持续发展[5-6]。近年来液体地膜、光降解地膜、光-生物降解地膜和完全可降解的生物地膜等环保新型可降解地膜的出现给绿色农业生产带来无限生机[7-8],特别是以淀粉、纤维素、壳聚糖及其他多糖类天然材料的完全生物可降解地膜能被微生物完全分解成 CO_2 和 H_2O,可有效解决地膜残留造成的环境污染问题[9]。同时与普通塑料地膜相比生物可降解地膜能完全自然降解,减少环境污染,在提高地温、节水保墒、改善土壤物理性状、促进作物优质高产等方面效果显著[10-11],还可以根据需要设计不同厚度的生物地膜以调控降解速度,从而产生不同的降解诱导期、破裂期[12]以适应不同地区和不同作物生长的要求。而目前对可降解地膜的研究主要集中在降解材料的组成、降解特性等[10-13],田间的应用主要针对单一厚度可降解地膜对农田水分和作物的影响效应进行分析。战勇等[14]研究了不同降解期可降解地膜对棉花生长的影响,表明降解期为 120 d 的生物地膜覆盖下棉花结蕾数明显高于普通塑料地膜覆盖处理。申丽霞等[15]研究了 0.008 mm 和 0.005 mm 两种厚度条件下生物地膜覆盖的效果、降解速度和强度,并得到 0.008 mm 厚生物地膜更适合于农作,但没有深入研究更厚的生物地膜是否具有更优的使用价值。虽然目前对可降解地膜在滴灌[16]田间的应用、液体地膜在喷灌[17]条件下的应用都做了一定的研究,然而很少对不同类型的可降解地膜的农田应用进行深入比较分析,尽管张杰等[18]比较了生物地膜、液体地膜以及普通塑料地膜覆盖对土壤水分的影响以及对作物产量的影响,并得出生物地膜与普通塑料地膜覆盖在保水性能和对作物产量的影响无显著差异,同时研究表明液体地膜覆盖无明显的保水效果,然而并没有考虑不同厚度生物地膜对作物的影响,同时对于北方地区重要的保温效应没有进行研究,因为北方寒冷地区由于作物生长前期地温较低会明显推后出苗日期,并且影响作物生长,最终影响作物产量[16],所以具有较好的保温效应对于北方地区具有重要的意义。另外目前可降解地膜的田间应用主要以玉米作物为主进行研究[17-20],作物种类比较单一,葵花由于耐旱、耐盐性,是内蒙河套灌区重要作物,而对于可降解地膜覆盖下葵花作物的相关研究较少。

本文针对北方寒冷地区开展不同厚度生物地膜和液体地膜覆盖下的保温、保水效应以及对葵花生长和产量的影响效应研究,筛选适于当地的可降解生物地膜,以期为缓解残膜对农田生态环境危害以及生物地膜的推广和农业可持续发展奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验于 2014 年在内蒙古河套灌区乌拉特前旗西小召镇邓存店村塔布社进行,该地区在河套灌区下游乌拉特前旗西北方向(40°53′2″E,108°32′52″N,海拔高度 1 025 m)。试验区属于中温带亚干旱地区大陆性季风气候,多年平均降水量 213 mm,多年平均蒸发量 2 365 mm,年平均气温 6.3 ~ 7.7℃。试验田 0 ~ 80 cm 土壤平均容重为 1.43 g/cm^3,土壤表层(0 ~ 20 cm)平均电导率为 1 457.75 μS/cm。

1.2 试验材料与设计

选用的生物降解地膜为山东意可曼科技有限公司生产的易可曼 Ambio 全降解生物地膜,A 型(0.012 mm)和 B 型(0.008 mm)2 种厚度的生物地

膜，膜宽均为 80 cm。液体地膜采用连云港金河液态地膜厂的金河液体地膜。普通塑料农膜选用青州市佳和塑料厂生产的佳和牌农用地膜，膜厚为 0.008 mm。供试的作物为美葵 5009，是当地主推抗盐碱型作物。

试验共设置普通塑料地膜（0.008 mm）、A 型生物地膜（0.012 mm）、B 型生物地膜（0.008 mm）、液体地膜以及无膜（CK）5 个处理，各处理 3 次重复，随机排列组合，每个小区面积为 36 m^2（6 m×6 m）。5 月中下旬进行铺膜，普通塑料地膜和生物地膜通过人工铺膜，液体地膜按照推荐值 30 kg/hm^2，加水稀释 20 倍，均匀过滤后，用喷雾器均匀喷洒于试验小区。在葵花播种前（5 月 30 日）进行大水灌溉压盐，6 月 1 日葵花播种，采用人工点苗，株距 40 cm，行距 40 cm。不同处理灌溉不做处理，灌水方式均为畦灌，于葵花生长中期（8 月 6 日）进行补充灌溉，灌水量为 90 mm。

1.3　观测项目及方法

气象数据：在试验地中间设自动气象站，每 30 s 测量一次，1 h 平均一次，记录降水、气温、湿度、太阳辐射、大气压等。

土壤基质势：采用 TEN 系列的机械式张力计（陶土头尺寸为：直径 2 cm×长度 5 cm，压力表精度 2.5%，测量范围 -84 ~ 0 kPa），距葵花 10 cm 处分别安装 4 支张力计，将陶土头埋设在 0 ~ 20、20 ~ 40、40 ~ 60、60 ~ 80 cm 深度的中间处，平均每 7 d 测量一次。

土壤温度：采用武汉中科能惠科技发展有限公司生产的地温传感器（NHSF48U 型，长度 7 cm，分辨率为 0.1℃），并与数据记录仪（NHJLY2801 型）连接，每小时记录一次，每日进行平均。每个小区埋设 2 只温度传感器，垂直方向埋设，并在 0 ~ 15、15 ~ 30 cm深度的中间土层进行安装。

作物生长指标：观测不同处理葵花生长发育进程，记录出苗时间，并在不同生育期用卷尺（精度 0.1 cm）在每个小区选择 5 ~ 8 株生长状态良好的葵花测量株高，并用长宽系数法测量每株葵花所有叶片面积，并计算叶面积指数。在试验结束后每个处理选择 5 ~ 8 株测量地上部叶、茎、花盘干物质量（干燥法）以及千粒质量和单株葵花籽粒质量。

地膜降解速度：在每个处理选择同一位置，每隔 15 d 对地膜降解进行观测。自覆膜到 6 月中旬生物地膜基本无破损，7 月初生物地膜出现少量直径约 0.3 ~ 0.5 cm 的破孔，之后生物地膜变薄，孔洞增加，到 8 月初时，地膜变薄，韧性变差，出现了少量裂口，之后降解速度明显加快，到 9 月末时，地膜大量破损成条带状或块状。其中 0.008 mm 的 B 型生物地膜降解速度略快于 0.012 mm 的 A 型生物地膜，普通塑料地膜在生育期破裂较少，仅在生育后期出现少量细小裂痕。

1.4　数据处理

利用 Excel 进行数据处理、分析并制图表，采用 SPSS 13.0 软件进行方差分析。

2　结果与分析

2.1　不同类型地膜覆盖对土壤温度的影响

土壤表层温度受太阳辐射和地表覆盖强烈影响，北方寒冷地区春播期通常土壤温度较低，覆膜可以提高土壤温度，使作物提前出苗，并利于苗期作物生长，最终提高作物产量。通过土壤温度传感器连续长系列自动监测葵花生长期内 0 ~ 15 cm 和 15 ~ 30 cm 土层地温变化，可看出播种（6 月 1 日）后总体上前 2 个月（6、7 月）土壤温度呈上升趋势（图 1），后 2 个月（8、9 月）土壤温度逐渐呈下降趋势，土壤上层 0 ~ 15 cm 地温高于土壤下层 15 ~ 30 cm 约 2℃，且由于上层土壤受辐射影响较剧烈，地温波动明显大于下层土壤。

由于生物地膜降解诱导期通常为 1 ~ 2 个月[15]，尽管与普通塑料地膜相比，生物地膜易于降解，但在葵花生长前期保温效果与普通塑料地膜相近（图 1），但随着时间推移，生物地膜逐渐变薄，变脆，破损明显大于普通塑料地膜，从而使其覆膜保温效果逐渐低于普通塑料地膜。由表 1 可知，在葵花生长前期（6、7 月），2 种生物地膜与普通塑料地膜覆盖的地温差异较小，特别在 6 月份 3 种地膜覆盖下的地温在不同土壤深度均无显著差异（$p > 0.05$），而在 8 月份后地温差异逐渐增大，特别在土壤表层 0 ~ 15 cm，B 型生物地膜（0.008 mm）与普通塑料地膜覆盖的地温差异显著，而 9 月份 2 种生物地膜覆盖处理均与普通塑料地膜覆盖处理的地温存在显著差异（$p < 0.05$）。尽管普通塑料地膜覆盖的地温大于 A 型生物地膜（0.012 mm）覆盖处理，且 A 型生物地膜（0.012 mm）覆盖下的地温大于 B 型生物地膜覆盖下的地温，但 B 型生物地膜与 A 型生物地膜覆盖下的地温在不同月份以及不同土层差异均不显著。A 型生物地膜与普通塑料地膜覆盖处理从 6—9 月份上层土壤的温差由 0.37℃增加到 1.10℃，B 型生物地膜与普通塑料地膜覆盖处理上层土壤地温差则由 0.67℃增加到 1.27℃，由此可见在葵花生长前期特别是 6 月份播种-出苗期生物地膜与普通塑料地膜覆盖下的地温并无大的差异，生物地膜覆盖能起到很好的保温效果，而在葵花生长

后期特别是9月份由于生物地膜的破损使得保温效果逐渐下降,但由于葵花生长后期地温较高,略低的地温并不会影响葵花生长。由图1知,液体地膜覆盖处理总体上地温略高于无膜处理,但明显低于普通塑料地膜和生物地膜覆盖处理($p < 0.05$),在8月份与普通塑料地膜覆盖处理相比最高地温差达到2.67℃,然而在葵花生育末期(9月份),由于生物地膜大量降解,从而使生物地膜与液体地膜覆盖地温无显著差异。可见生物地膜覆盖处理在葵花生长前期保温效果与普通塑料地膜覆盖处理一致,而在葵花生长末期则保温效果低于普通塑料地膜覆盖处理;与无膜处理相比,液体地膜覆盖具有一定的保温效果,但其保温效果明显低于普通塑料地膜和生物地膜覆盖处理。

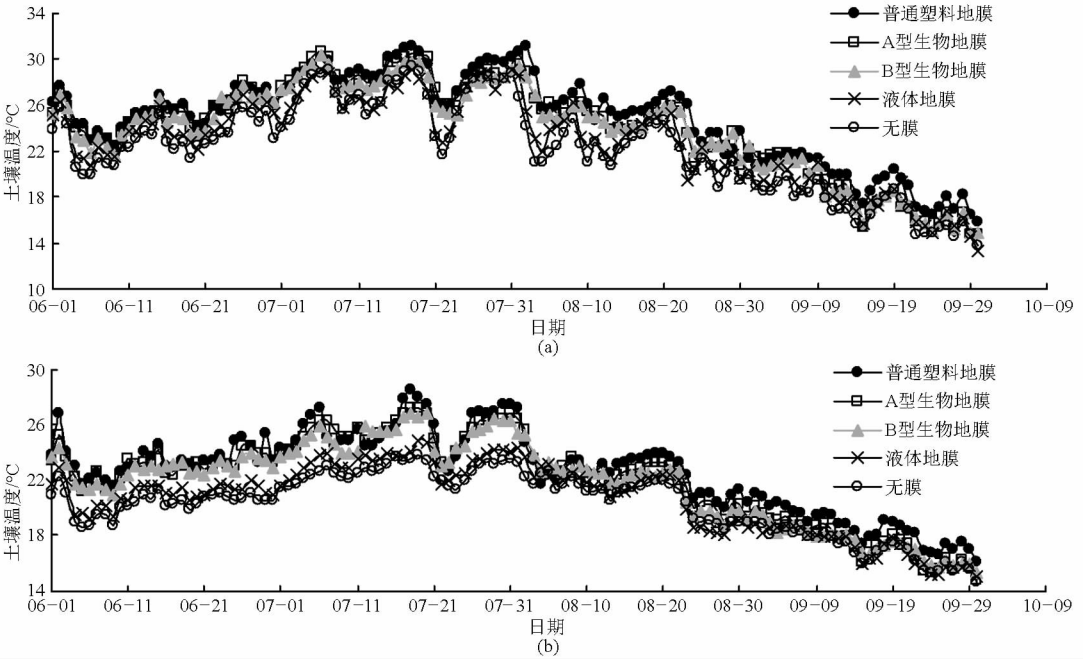

图1 不同类型地膜覆盖下地温随时间变化规律

Fig. 1 Changes of soil temperature under different types of film during crop growth period

(a) 0 ~ 15 cm (b) 15 ~ 30 cm

表1 不同类型地膜覆盖下6—9月份地温平均值

Tab. 1 Average soil temperature for June, July, August and September under different types of film ℃

处理	6月		7月		8月		9月	
	0 ~ 15 cm	15 ~ 30 cm	0 ~ 15 cm	15 ~ 30 cm	0 ~ 15 cm	15 ~ 30 cm	0 ~ 15 cm	15 ~ 30 cm
普通塑料地膜	25.53^{a}	23.46^{a}	28.97^{a}	25.77^{a}	25.65^{a}	22.65^{a}	19.27^{a}	18.57^{a}
A型生物地膜	25.16^{a}	23.08^{a}	28.72^{a}	25.55^{ab}	24.70^{ab}	22.22^{a}	18.17^{b}	17.45^{b}
B型生物地膜	24.86^{a}	22.72^{ab}	28.07^{ab}	25.16^{b}	24.59^{b}	21.88^{a}	18.00^{b}	17.34^{b}
液体地膜	23.94^{b}	21.01^{b}	27.03^{c}	23.33^{c}	22.97^{c}	21.15^{ab}	17.63^{b}	17.08^{b}
无膜	23.05^{c}	20.33^{c}	26.95^{c}	22.64^{d}	22.18^{c}	20.95^{b}	16.96^{c}	17.02^{b}

注:同列数值后不同字母表示不同处理间差异达显著水平($p < 0.05$)。下同。

2.2 不同类型地膜覆盖对土壤基质势的影响

由于葵花耐旱,按照当地灌溉方式,仅在播前和生育中期进行2次灌水,并且降水量小,由图2知,整个生育期土壤基质势的变化趋势总体上减小,仅在8月初灌溉后陡增。总体上土壤表层0 ~ 20 cm不同类型地膜覆盖处理差异较明显,随着土壤深度增加,各处理差异逐渐减小,且随生育期变化土壤基质势波动也较小,不同处理土壤底层基质势差异最小。从图2可以看出普通塑料地膜和2种生物地膜覆盖下土壤基质势明显高于液体地膜覆盖和无膜处理,从出苗到7月底,由于生物地膜处于降解诱导期,2种生物地膜覆盖与普通塑料地膜覆盖的土壤基质势差异并不明显。从8月初到9月底,由于生物地膜逐渐降解,2种生物地膜与普通塑料地膜覆盖处理的土壤基质势逐渐显现差异,特别是0 ~ 20 cm土层,生物地膜覆盖处理明显低于普通塑料地膜覆盖处理,而液体地膜覆盖与无膜处理在不同生育期以及不同土层土壤基质势显著低于普通塑料地膜覆盖处理($p < 0.05$)。从不同类型地膜覆盖与无膜(对照)处理的土壤基质势差值知(表2),不同地膜覆盖处理土壤基质势差值(与无膜对照比较)的大小顺序依次为:普通塑料地膜 > 生物地

膜 > 液体地膜，其中生物地膜覆盖处理在 0 ~ 20 cm 与普通塑料地膜覆盖处理的土壤基质势存在差异，而液体地膜覆盖处理与其他地膜覆盖处理比较在不同生育期及不同土层土壤基质势差异均显著（$p < 0.05$）。由此可见生物地膜覆盖在生育前期保水效应与普通塑料地膜覆盖无显著差异（$p > 0.05$），但是到生育后期特别是生育末期随着生物地膜降解保水效应下降，土壤表层与普通塑料地膜覆盖差异明显，而液体地膜覆盖处理整个生育期保水效应有限。

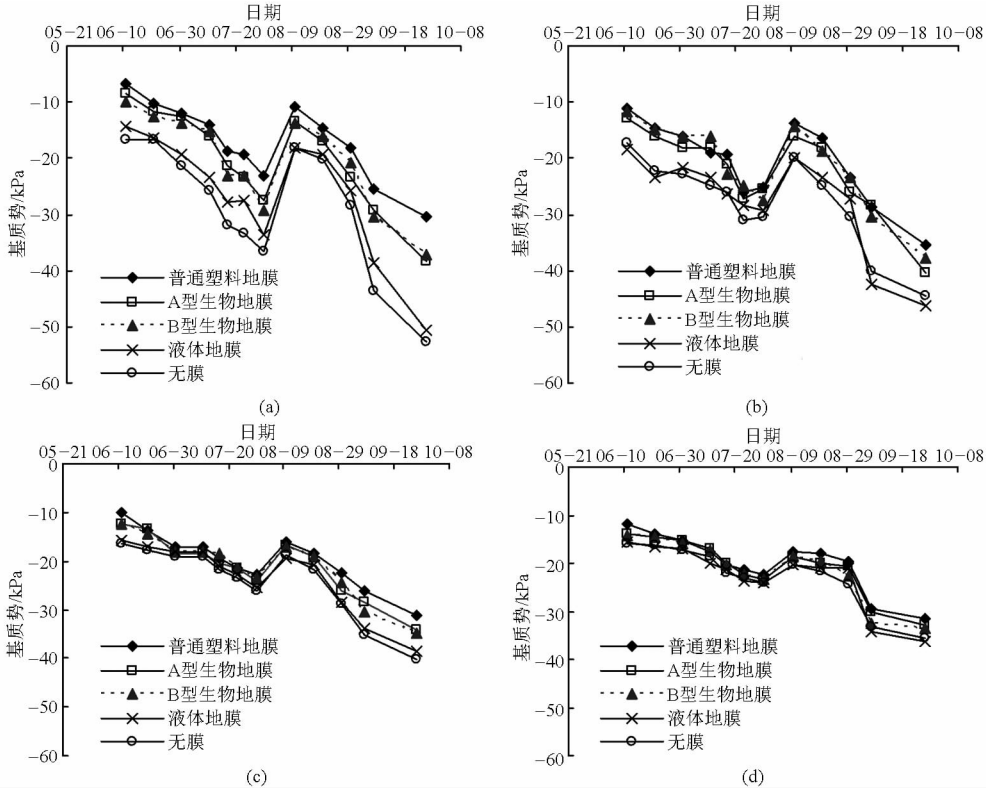

图 2　不同类型地膜覆盖下生育期内不同土层基质势变化规律

Fig. 2　Changes of soil water potential under different types of film for different soil layers during crop growth period

（a）0 ~ 20 cm　（b）20 ~ 40 cm　（c）40 ~ 60 cm　（d）60 ~ 80 cm

表 2　不同类型地膜处理与对照无膜处理的基质势平均差值

Tab. 2　Difference of soil water potential between treatments with different types of film and no film（CK）　kPa

处理	6—7 月				8—9 月			
	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	60 ~ 80 cm	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	60 ~ 80 cm
普通塑料地膜	11.16^{a}	6.17^{a}	3.12^{a}	2.13^{a}	12.75^{a}	8.42^{a}	6.14^{a}	3.86^{a}
A 型生物地膜	8.75^{ab}	5.09^{a}	2.15^{a}	1.59^{ab}	8.28^{b}	6.14^{a}	4.13^{a}	2.60^{a}
B 型生物地膜	7.85^{b}	5.77^{a}	2.46^{a}	1.34^{b}	9.00^{ab}	7.04^{a}	3.88^{a}	1.65^{a}
液体地膜	2.80^{c}	0.57^{b}	0.78^{b}	−0.12^{c}	2.11^{c}	0.11^{b}	0.88^{c}	0.48^{b}

2.3　不同类型地膜覆盖对葵花生长及产量的影响

不同地膜覆盖下葵花生长规律相似，出苗后生长非常迅速，株高和叶面积都呈线性增长趋势，到生育中期生长缓慢，而生育后期各生长指标又快速下降。由图 3 可以看出，从 6 月 10 日（出苗）到 7 月底（现蕾期），葵花株高和叶面积指数增长迅速，同时不同处理差异性也逐渐显现，其中生物地膜覆盖和普通塑料地膜覆盖处理的株高和叶面积指数相近且明显高于液体地膜覆盖和无膜处理，在现蕾期 A 型和 B 型生物地膜覆盖以及液体地膜覆盖与无膜处理株高差值最大为 21.7（$p < 0.05$）、18.7（$p < 0.05$）和 3.7 cm（$p > 0.05$），之后株高反而下降，这是由于葵花开始灌浆，花盘越来越重导致葵花茎弯曲下垂，从而使株高降低。而葵花叶面积指数最大出现在盛花期，A 型和 B 型生物地膜覆盖以及液体地膜覆盖与无膜处理叶面积指数（LAI）最大为 0.89（$p < 0.05$）、0.72（$p < 0.05$）和 0.29 cm^2/cm^2（$p > 0.05$），花期之后植株下部叶片开始衰老死亡，葵花群体光合面积减小叶面积指数则快速下降，直至成熟收获。可见，无论是 A 型生物地膜还是 B 型生物地膜覆盖下葵花生长与普通塑料地膜覆盖相近，但显著优于液体地膜覆盖和无膜处理。

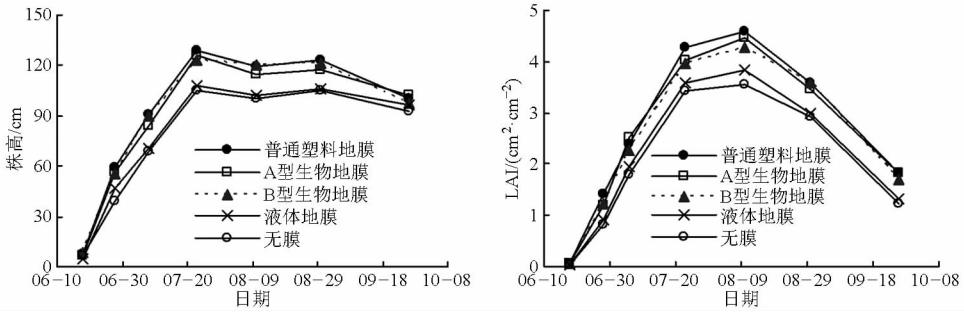

图 3 不同类型地膜覆盖下株高及叶面积指数(LAI)变化规律

Fig. 3 Changes of sunflower height and leaf area index (LAI) under different types of film

在收获后对不同处理地上部分干物质量(叶质量、茎质量、花盘质量)以及葵花产量(千粒质量、每株籽粒质量)进行分析,由表 3 可知干物质量及籽粒质量指标大小顺序依次为:普通塑料地膜 > A 型生物地膜 > B 型生物地膜 > 液体地膜 > 无膜处理,B 型生物地膜覆盖处理葵花千粒质量、每株籽粒质量略高于 A 型生物地膜覆盖处理,但无显著差异。总体上 2 种生物地膜覆盖下的各指标与普通塑料地膜覆盖处理无明显差异($p > 0.05$),但都明显高于液体地膜覆盖与无膜处理($p < 0.05$)。这是由于播种到出苗期间普通塑料地膜和生物地膜覆盖处理的保温效果要明显优于液体地膜覆盖和无膜处理,从而导致提前出苗,并且在出苗到现蕾期普通塑料地膜覆盖和生物地膜覆盖处理的保水、保温效果远优于液体地膜覆盖和无膜处理,故普通塑料地膜和生物地膜覆盖下的产量优于液体地膜覆盖和无膜处理。

表 3 不同类型地膜覆盖处理葵花地上干物质量及产量比较

Tab. 3 Comparison of dry matter and yield of sunflower among treatments with different types of film

处理	干叶质量/(g·株$^{-1}$)	干茎质量/(g·株$^{-1}$)	花盘质量/(g·株$^{-1}$)	千粒质量/g	每株籽粒质量/(g·株$^{-1}$)
普通塑料地膜	113.64^{a}	187.32^{a}	481.20^{a}	209.37^{a}	165.76^{a}
A 型生物地膜	112.91^{a}	177.78^{a}	477.84^{a}	201.17^{a}	162.08^{a}
B 型生物地膜	110.24^{a}	180.21^{a}	456.49^{a}	204.20^{a}	161.17^{a}
液体地膜	84.32^{b}	134.41^{b}	340.79^{b}	160.97^{b}	146.08^{b}
无膜	85.04^{b}	128.39^{b}	295.00^{c}	159.27^{b}	144.92^{b}

3 结论

(1)与普通塑料地膜覆盖处理相比,生物地膜覆盖处理的保温效果在生育前期无差异,在生育后期保温效果逐渐减小。在土壤表层 0 ~ 20 cm 不同地膜覆盖处理差异最明显,2 种生物地膜覆盖处理在 6 月份(处于诱导期)与普通塑料地膜覆盖处理的保温效果无显著差异($p > 0.05$),而随着生育期的推进在土壤表层生物地膜覆盖与普通塑料地膜覆盖处理的地温差异逐渐显现,特别是 9 月份土壤表层地温存在较明显差异($p < 0.05$),A 型和 B 型生物地膜覆盖与普通塑料地膜覆盖处理相比地温差异达到 1.10 和 1.27℃;而液体地膜覆盖与无膜处理在整个生育期地温都较低,显著低于生物地膜和普通塑料地膜覆盖处理($p < 0.05$);不同处理地温大小顺序依次为:普通塑料地膜 > A 型生物地膜 > B 型生物地膜 > 液体地膜 > 无膜。

(2)生物地膜覆盖与普通塑料地膜覆盖处理的保水效果相近,仅在生育后期出现差异。2 种生物地膜覆盖处理在葵花生育前期土壤基质势与普通塑料地膜覆盖处理无显著差异($p > 0.05$),而生育后期特别是生育末期在 0 ~ 20 cm 土层基质势与普通塑料地膜覆盖处理存在差异;而液体地膜覆盖处理整个生育期土壤基质势均显著低于其他覆膜处理($p < 0.05$)。

(3)与普通塑料地膜覆盖相比,生物地膜覆盖处理的各项生育指标及作物产量无显著差异。2 种厚度生物地膜覆盖下葵花株高、叶面积在生育期变化与普通塑料地膜覆盖处理相近,而液体地膜覆盖和无膜处理则明显低于普通塑料地膜覆盖和生物地膜覆盖处理;0.008 mm 生物地膜覆盖下的叶、茎、花盘质量和产量指标与 0.012 mm 生物地膜覆盖处理相近,与普通塑料地膜覆盖处理无显著差异($p > 0.05$),液体地膜覆盖与无膜处理的各生育指标显著低于普通塑料地膜覆盖处理($p < 0.05$),故从经济性和应用效果看,在实际应用中可采用 0.008 mm 生物地膜替代普通塑料地膜。

参 考 文 献

1 张德奇,廖允成,贾志宽. 旱区地膜覆盖技术的研究进展及发展前景[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(1):208 - 213.
Zhang Deqi, Liao Yuncheng, Jia Zhikuan. Research advances and prospects of film mulching in arid and semi-arid [J].

Agricultural Research in the Arid Areas, 2005, 23(1): 208 – 213. (in Chinese)
2 王琦,张恩和,李凤民,等.半干旱地区沟垄微型集雨种植马铃薯最优沟垄比的确定[J].农业工程学报,2005,21(1):38 – 41.
Wang Qi, Zhang Enhe, Li Fengmin, et al. Optimum ratio of ridge to furrow for planting potato in micro-water harvesting system in semiarid areas[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(1): 38 – 41. (in Chinese)
3 申丽霞,王璞,张丽丽.可降解地膜对土壤温度、水分和玉米生长的影响[J].农业工程学报,2011,27(6):25 – 30.
Shen Lixia, Wang Pu, Zhang Lili. Effects of degradable film on soil temperature, moisture and growth of maize [J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(6): 25 – 30. (in Chinese)
4 杨丽,张东兴,侯书林,等.玉米苗期地膜回收机结构参数分析与试验[J].农业机械学报,2010,41(12):29 – 34.
Yang Li, Zhang Dongxing, Hou Shulin, et al. Analysis of structural parameters and experiment of plastic film collector for corn fields during seedling period [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(12):29 – 34. (in Chinese)
5 严昌荣,梅旭荣,何文清,等.农用地膜残留污染的现状与防治[J].农业工程学报,2006,22(11):269 – 272.
Yan Changrong, Mei Xurong, He Wenqing, et al. Present situation of residue pollution of mulching plastic film and controlling measures[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(11):269 – 272. (in Chinese)
6 毕继业,王秀芬,朱道林.地膜覆盖对农作物产量的影响[J].农业工程学报,2008,24(11):172 – 175.
Bi Jiye, Wang Xiufen, Zhu Daolin. Effect of plastic-film mulch on crop yield [J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(11):172 – 175. (in Chinese)
7 Immirzi B, Santagataa G, Vox G, et al. Preparation, characterization and field-testing of a biodegradable sodium alginate-based spray mulch [J]. Biosystems Engineering, 2009, 102(4): 461 – 472.
8 Scarascia-Mugnozza G, Schettini E, Vox G, et al. Mechanical properties decay and morphological behaviour of biodegradable films for agricultural mulching in real scale experiment [J]. Polymer Degradation and Stability, 2006,91(11):2801 – 2808.
9 于浩强,张艳梅,王晓慧,等.生物降解塑料的研究现状与发展前景[J].上海塑料,2012,157(1):1 – 5.
Yu Haoqiang, Zhang Yanmei, Wang Xiaohui, et al. Research status and development trend of biodegradable plastics [J]. Shanghai Plastics, 2012, 157(1): 1 – 5. (in Chinese)
10 Ammala A, Bateman S, Dean K, et al. An overview of degradable and biodegradable polyolefins[J]. Progress in Polymer Science, 2011, 36(8): 1015 – 1049.
11 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.
12 赵沛义,康暄,妥德宝,等.降解地膜覆盖对土壤环境和旱地向日葵生长发育的影响[J].中国农学通报,2012,28(6):84 – 89.
Zhao Peiyi, Kang Xuan, Tuo Debao, et al. Research of soil environment and sunflower growth in dry land mulching degradable plastic film [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012, 28(6):84 – 89. (in Chinese)
13 李丽霞,陈海涛.可降解地膜原料大豆秸秆纤维的制备工艺及参数优化[J].农业工程学报,2012,28(13):269 – 275.
Li Lixia, Chen Haitao. Preparation technology and parameters optimization for soybean straw fiber as biodegradable film material [J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(13): 269 – 275. (in Chinese)
14 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.
Zhan Yong, Wei Jianjun, Yang Xiangkun, et al. Characteristics of degradable plastic film and application in north Xinjiang cotton field[J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2010, 19(7): 202 – 206. (in Chinese)
15 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 – 116.
Shen Lixia, Wang Pu, Zhang Lili. Degradation property of degradable film and its effect on soil temperature and moisture and maize growth [J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(4): 111 – 116. (in Chinese)
16 Hou X Y, Wang F X, Han J J, et al. Duration of plastic mulch for potato growth under drip irrigation in an arid region of Northwest China [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2010, 150(1):115 – 121.
17 杨迎春,高玉山,孙云云,等.降解地膜在玉米膜下滴灌栽培中的应用研究[J].玉米科学,2013,21(2):112 – 115.
Yang Yingchun, Gao Yushan, Sun Yunyun, et al. Application research on degradable plastic film in drip irrigation cultivation of maize [J]. Journal of Maize Sciences, 2013, 21(2): 112 – 115. (in Chinese)
18 周新国,李彩霞,强小嫚,等.喷灌条件下液膜覆盖对玉米干物质积累及水分利用效率的影响[J].农业工程学报,2010,26(11):43 – 48.
Zhou Xinguo, Li Caixia, Qiang Xiaoman, et al. Effects of liquid film mulching on dry matter accumulation and water use efficiency of maize with sprinkler irrigation [J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(11): 43 – 48. (in Chinese)
19 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.
Zhang Jie, Ren Xiaolong, Luo Shifeng, et al. Influences of different covering materials mulching on soil moisture and corn yield [J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(6): 14 – 19. (in Chinese)
20 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.
Zhao Aiqin, Li Zizhong, Gong Yuanshi. Effects of biodegradable mulch film on corn growth and its degradation in field [J]. Journal of China Agricultural University, 2005, 10(2):74 – 78. (in Chinese)