

旧膜对土壤温度和向日葵产量的影响

闫雅非, 刘景辉, 史建国

(内蒙古农业大学 农学院, 呼和浩特 010019)

摘 要:为有效利用地膜和减少污染,于 2010—2011 年在内蒙古河套地区进行地膜再利用试验,分别设旧膜上种植(JS)、旧膜间种植(JJ)及露地种植(W)3 个处理,研究旧膜对免耕向日葵田土壤温度变化和产量的影响。结果表明,2 a 内 JJ 和 JS 处理下整个生育期 0—50 cm 土层温度均高于 W 处理,且在播种时和苗期差异显著($p < 0.05$),在 0—10 cm 土层,旧膜能有效提高土壤温度,使向日葵提前达到出苗所需的有效积温,从而促进出苗,缩短生育期。整个生育期 5 cm 土层的总积温($\geq 10^\circ\text{C}$)JJ 和 JS 处理下分别比 W 处理高 176.08, 166.47 $^\circ\text{C}$,生育期较露地种植缩短 5~7 d,差异性显著。土壤温度的日变化在 0—20 cm 呈单峰曲线,随着土层的加深和生育进程的推进,土壤温度峰值出现的时间延后,且旧膜延后于露地。JJ 处理下籽粒产量在 2010 年和 2011 年较 JS 处理分别增加了 1.34% 和 0.88%,较 W 处理分别增加了 12.92% 和 17.82%。可见旧膜仍有利用价值,而且以旧膜间种植效果更好。

关键词:旧膜再利用; 向日葵; 土壤温度; 产量

中图分类号:S565.5

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)03-0206-05

Effects of Old Plastic Film Mulching on Soil Temperature and the Yield of Sunflower

YAN Ya-fei, LIU Jing-hui, SHI Jian-guo

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China)

Abstract: In order to make full use of plastic film and reduce the pollution, a study on re-used plastic film in Hetao area of Inner Mongolia was conducted during 2010—2011. There were three treatments including mulching and on-lines planting (JS), mulching and under lines planting (JJ) and bare field planting (W), the effects of re-used plastic film on soil temperature and sunflower yield under no-tillage were investigated. The results showed that: the temperature under JJ and JS treatments in 0—50 cm soil layer were both higher than that of W in the whole growth period with significant difference ($p < 0.05$) in sowing stage and seedling stage. In 0—10 cm soil layer, the re-used plastic film could increase soil temperature effectively and made the effective accumulated temperature that sunflower was needed reach in advance, and then promoted the emergence and shorten growth period. In the whole growth period, the total effective accumulated temperature ($\geq 10^\circ\text{C}$) of JJ and JS were 176.08 $^\circ\text{C}$ and 166.47 $^\circ\text{C}$ higher than that of W in 5 cm soil layer, respectively, the growth period had been shortened for 5~7 days, and the differences were significant. The daily change of soil temperature showed a single peak curve in 0—20 cm soil layer, and with the deepening of soil depth and the advancement of growth period, the time of the soil temperature peak had been delayed and the time of re-used plastic film was behind the bare field. The grain yield in 2010 and 2011 of JJ was 1.34% and 0.88% more than that of JS, 12.92% and 17.82% more than that of W. This indicated that the old plastic film also had re-used potential, and the effects of mulching and under lines planting were better.

Key words: re-used plastic film; sunflower; soil temperature; yield

地膜覆盖种植技术具有保水保温的作用,可以提高作物水分利用效率,促进生长,缩短生育期^[1]。王增红等^[2]的研究表明,覆膜后 5 cm 土层土壤温度相

比露地平均增加 1.7 $^\circ\text{C}$,且覆盖对土壤温度的调节作用随土层的加深而减小。杜社妮等^[3]指出地膜覆盖在玉米的生育前期有明显的增温效果。秦爱红等^[4]

收稿日期:2012-11-12

修回日期:2012-12-17

资助项目:农作物新品种及配套栽培技术“地膜二次利用免耕直播杂交向日葵栽培技术推广”(20101110);内蒙古农业大学创新团队项目(NDTD2010-8)

作者简介:闫雅非(1986—),女,内蒙古兴安盟人,在读硕士研究生,主要从事耕作制度与农业生态系统研究。E-mail:yyf2595@163.com

通信作者:刘景辉(1965—),男,内蒙古通辽人,博士生导师,教授,主要从事耕作制度与农业生态系统研究。E-mail:cauljh@yahoo.com.cn

对向日葵覆膜的研究表明,从播种至出苗期地温增加了4.5℃,土壤有效积温增加,促进了向日葵根系生长和提早出苗。宋淑亚等^[5]的试验表明,地膜覆盖显著提高了玉米产量构成指标和水分利用效率。但也有研究指出,农村强壮劳动力的减少和农资价格的上涨以及残膜引起的白色污染,使地膜覆盖种植逐渐显现出成本高、污染重的问题,甚至造成农田生态环境的恶化^[6-8]。因而有些研究转向地膜的二次利用,其中有试验表明,一膜两用和春膜穴播均能加快胡麻生育进程,使出苗提早,且分别较对照增产34.10%和40.50%,从种植纯收益来看,一膜两用的增收效果最好^[9]。史建国等^[10]对旧膜种植向日葵的试验也得出了相似的结论。周伟等^[11]指出在内蒙古临河地区实行的地膜二次利用栽培技术具有保水、保肥、增产和增收的作用,得到广大农民的认可。李秉强^[12]的一膜两年用的试验表明,小麦产量较露地小麦增产1 650 kg/hm²,且极大提高了地膜利用率。周献显等^[13]的一膜两用栽培模式的研究指出,玉米和油菜分别可增产1 875 kg/hm²和510 kg/hm²,节约地膜投入,增加经济收入。基于前人的研究成果,本试验以缓解污染,提高地膜利用率为出发点,在河套地区采用旧膜上、旧膜间和露地种植的方式,对土壤温度变化和产量进行分析,以寻找适合当地的旧膜再利用种植方式,使地膜的利用率最大化。

1 材料和方法

1.1 试验区概况

试验于2010—2011年在巴彦淖尔市临河区双河镇进步村进行。该区域属河套灌区,试验地海拔1 040 m,属干旱半干旱温带大陆性季风气候,全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温3 053~3 339℃,年日照时数为3 131~3 214 h,年辐射总量为6 269~6 386 MJ/(m²·a),无霜期为142~150 d,在作物生长季(4—9月)内,日平均气温为17.7~18.8℃。光热资源丰富,日照时数长,昼夜温差大,地势平坦^[14],供试土壤类型为壤土。

1.2 试验设计

本试验采用玉米—向日葵轮作模式,前一年覆新膜种植玉米,收获后留茬留膜,第二年在旧膜上和旧膜间免耕栽培向日葵。本试验共设3个处理:旧膜上种植(JS),旧膜间种植(JJ),露地种植(W)。其中露地种植是在收获玉米后进行翻耕,清除残膜后进行常规种植。试验重复3次,共设9个小区,小区面积为6 m×20 m=120 m²,采用单因素随机区组设计。采用人工点播器播种,大小行种植,行距分别为80 cm和40 cm,株距42 cm,种植密度40 000株/hm²,两年

均于6月初播种。供试向日葵品种为SH6009-M。供试地膜为高压聚乙烯膜,厚度8 μm,幅宽70 cm。

1.3 测定方法

(1) 土壤温度测定。用北京中仪华世技术有限公司生产的便携式数字温度计JM624分别在播种前和向日葵各个生育时期测定不同处理下0,5,10,20,30,40,50 cm深度的土壤温度。测定位置为:旧膜处理分别在膜上和膜间测定,最后以平均值表示;露地种植分别在大小行上测定,最后以平均值表示。常规测定时间为8:00,12:00,16:00和20:00,日变化测定为每2 h一次,即:6:00,8:00,10:00,12:00,14:00,16:00,18:00,20:00,22:00,0:00,2:00和4:00。土壤有效积温是根据每一个生育时期测定的土壤温度和生育时期天数计算。(2) 向日葵产量测定是成熟时各小区分别取6 m²内所有植株测定籽粒产量。(3) 数据分析处理采用Microsoft Excel 2003和SPSS 18.0软件进行。

2 结果与分析

2.1 向日葵生育期土壤各层平均变化

0—50 cm土层均温(图1)在各生育时期表现为旧膜覆盖均高于露地,且苗期之后随着生育时期的推进而呈下降趋势。JJ和JS处理下向日葵生育期土壤平均温度分别较露地高1.16℃和1.01℃,二者与露地种植在播种和苗期达到显著差异($p<0.05$)。在整个生育期JJ处理下的土壤温度基本都高于JS处理下,但二者差异性不显著。

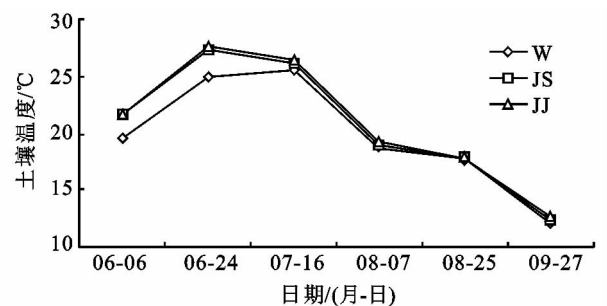


图1 不同处理下向日葵不同生育时期0—50 cm土层土壤平均温度变化

2.2 各土层的生育期温度变化

旧膜覆盖下的各土层温度(图2)的生育期变化规律与露地种植的土壤温度变化规律相似,均随生育进程的推进呈先升高后下降的单峰曲线变化,且峰值出现的时间深层较浅层延后,在0—20 cm土层,地温以苗期最高;在30—50 cm土层,地温于现蕾期达到最高。播种(6.6)时各层地温旧膜覆盖均高于露地,其中5 cm处的地温旧膜覆盖比露地高4.31℃,且差异显著($p<0.05$)。

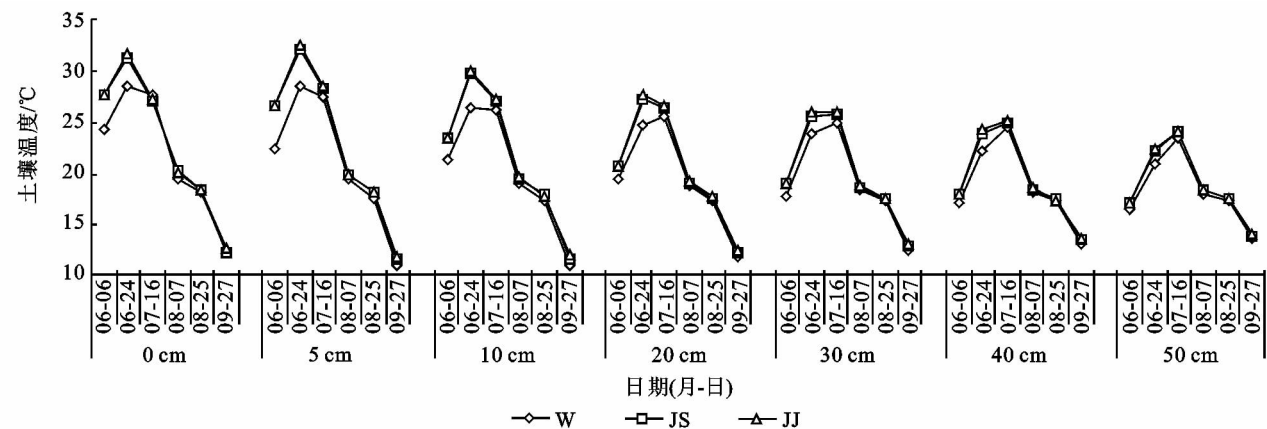


图 2 0—50 cm 土层不同处理下向日葵不同生育阶段的土壤温度变化

2.3 生育期土壤温度垂直变化

旧膜覆盖与露地的土壤温度垂直变化规律基本相同(图 3),均是从播种到成熟前,随土层深度的增加呈递减趋势,在作物各个生育时期,上层土壤温度下降明显。受地膜覆盖的影响,整个生育期旧膜覆盖

各土层温度基本都高于露地,且随土壤深度的增加,温差缩小,其中 0—20 cm 土层 JJ 和 JS 的地温分别较露地高 0.35~3.41℃,0.38~3.03℃,30—50 cm 土层温度较露地分别高 0.24~1.94℃,0.24~1.61℃。

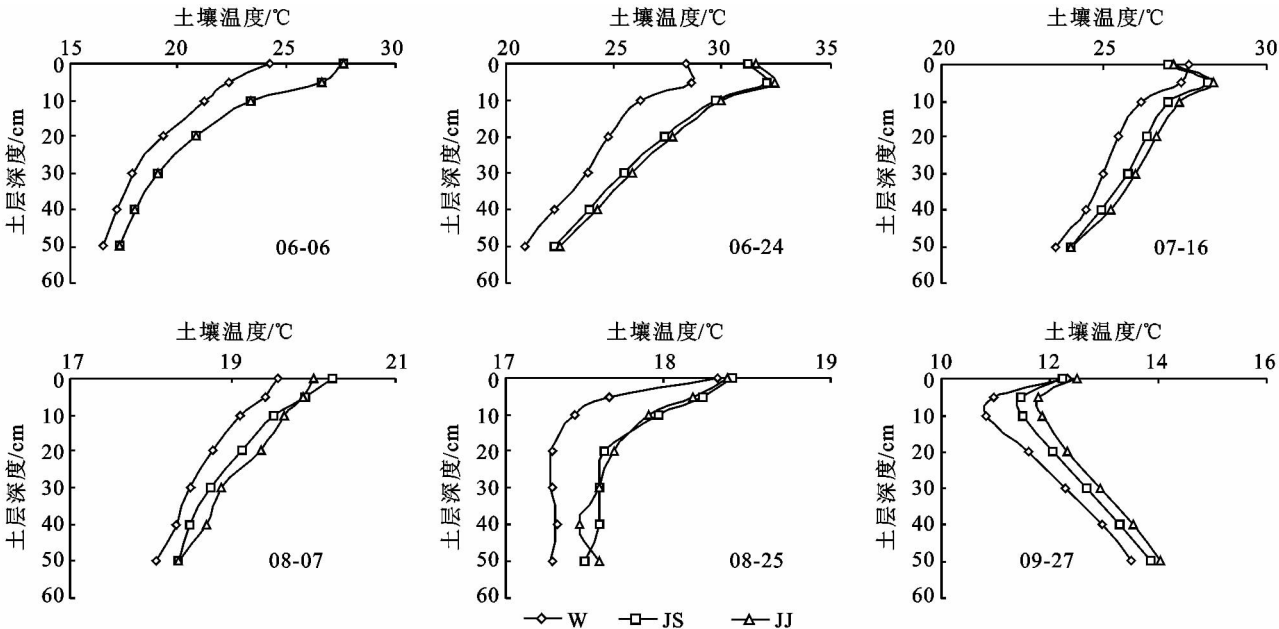


图 3 各生育时期土壤温度的垂直变化

2.4 地温日变化分析

不同土层的温度极值出现时间不同(表 1),随着土层深度的增加,日最高温和最低温出现时间滞后,且旧膜滞后于露地。旧膜覆盖同一深度土壤温度的日变化与露地相比基本呈现出相同的规律性,以 2010 年 7 月 15 日 6:00 到 7 月 16 日 4:00 的土壤温度变化为例(图 4)进行分析,各处理下 0,5,10,15,20 cm 土层土壤温度均呈现先上升后下降的单峰曲线变化趋势,从 30 cm 开始到 40 cm 和 50 cm 土层日变化趋于平稳。JJ 和 JS 处理下各层一天中的地温最高值分别比露地的土壤温度高 0.78~3.34℃和 0.64~2.70℃,在最低阶段,二者分别比露地处理高 0.28~1.44℃和 0.34~1.15℃。

表 1 2010—2011 年不同深度土壤温度极值出现时间

土层深度/cm	处理	最高温出现时间	最低温出现时间
0	W	14:00	4:00
	JS/JJ	14:00	4:00—6:00
5	W	14:00—16:00	4:00
	JS/JJ	16:00	6:00
10	W	16:00	6:00
	JS/JJ	16:00	6:00—8:00
20	W	18:00	6:00—8:00
	JS/JJ	18:00	8:00
30	W	20:00	10:00
	JS/JJ	20:00—22:00	10:00
40	W	2:00	14:00
	JS/JJ	2:00—4:00	14:00
50	W	6:00	18:00
	JS/JJ	6:00—8:00	18:00—20:00

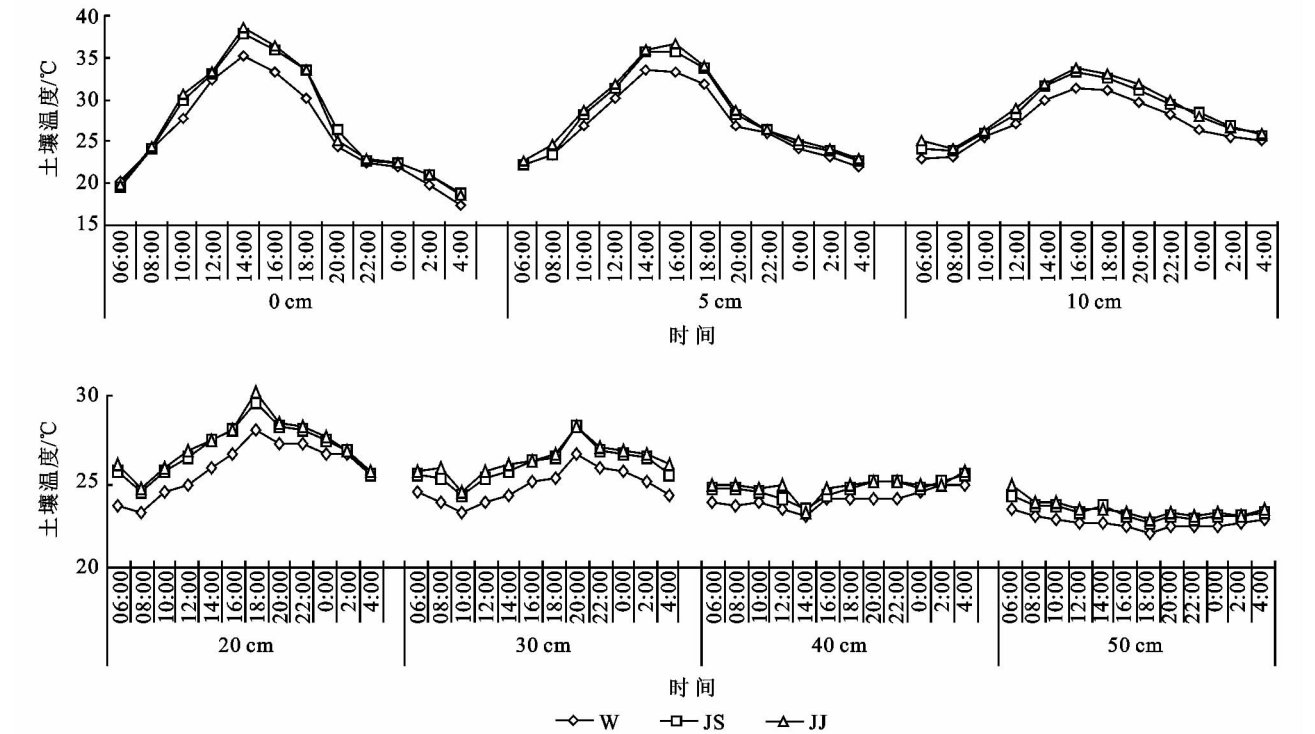


图 4 各处理下不同土层土壤温度日变化

2.5 各处理下土壤有效积温和向日葵出苗状况

由于各处理土壤温度变化不同,导致不同处理的有效积温不同。除播种出苗期外,其他时期均以露地处理下的生育时期经历的天数统一计算各阶段的土壤有效积温(表 2)。从播种到出苗,5 cm 和 10 cm 土层旧膜覆盖的土壤有效积温与露地相比差异极显著,从出苗—现蕾在 0.05 水平上显著,从现蕾到始花三者差异不显著。其中 5 cm 土层,播种—出苗期,JS

和 JJ 处理下的有效积温分别比露地处理高 31.60℃, 29.89℃;出苗—现蕾期,二者的有效积温比露地处理分别高 133.64℃,134.01℃;现蕾—始花期,二者与露地相比分别高 9.30℃,10.61℃。10 cm 土层播种—出苗期,二者较露地分别高 25.30℃,23.40℃;出苗—现蕾期分别比露地高 107.16℃,108.27℃;现蕾—始花期分别较露地高 4.65℃,5.78℃。始花到成熟期,三者在 5 cm 和 10 cm 土层的有效积温较为一致。

表 2 各处理不同生育时期 5 cm 和 10 cm 土层≥10℃ 的土壤有效积温

深度/cm	处理	播种—出苗	出苗—现蕾	现蕾—始花	始花—终花	终花—成熟	总积温
5	W	82.50 Bb	630.07Ab	396.18Aa	230.40	181.10	1520.25
	JS	114.10Aa	763.71Aa	405.48Aa	229.89	182.30	1686.72
	JJ	112.47Aa	764.08Aa	406.79Aa	230.10	182.90	1696.33
10	W	70.40Bb	562.44Ab	371.43Aa	221.20	163.40	1388.87
	JS	95.70Aa	669.60Aa	376.08Aa	220.80	164.20	1519.05
	JJ	93.80Aa	670.71Aa	377.21Aa	221.00	165.00	1527.72

注:表中同列大小写字母分别表示 0.01 和 0.05 水平差异显著。

表 3 不同处理下向日葵的出苗和苗全天数

处理	出苗天数/d		苗全天数/d	
	2010 年	2011 年	2010 年	2011 年
W	7~8	8~9	16	17
JS	6	7	12	13
JJ	7	8	14	14

出苗天数和苗全天数均从播种开始算起,由于各处理下的土壤温度不同,使苗期有效积温不同,从而导致出苗日期不同。旧膜覆盖处理与露地处理相比,

出苗提前 1~2 d,而且出苗整齐。向日葵苗全时间表现为旧膜覆盖较露地缩短约 3~4 d,而 JS 处理与 JJ 处理相比出苗和苗全天数均提前 1~2 d(表 3)。

2.6 各处理对向日葵产量的影响

旧膜覆盖与露地相比能显著增加向日葵籽粒的产量(表 4),JJ 处理下的产量最高,JS 处理下次之,露地最低。其中 2010 年 JJ 和 JS 处理下的产量分别较 W 处理增加了 12.92%和 11.43%,2011 年二者较 W 处理的产量分别增加了 17.82%和 16.79%。

表 4 不同处理下的向日葵产量

年份	处理	产量/(kg·hm ⁻²)
2010	W	4931.4b
	JS	5495.1a
	JJ	5568.7a
2011	W	4595.9b
	JS	5367.5a
	JJ	5414.9a

注:表中小写字母表示 0.05 水平差异显著。

3 结论与讨论

全生育期 JJ 和 JS 处理下(0—50 cm)平均地温比露地处理分别高 1.16℃和 1.01℃,其中 0—20 cm 土层 JJ 和 JS 处理下的平均地温比露地处理分别高 1.42℃和 1.26℃,30—50 cm 土层 JJ 和 JS 处理下的平均地温比露地处理高 0.80℃和 0.66℃,说明旧膜覆盖对土壤温度的影响随土层的加深而减弱。

总体上旧膜对向日葵各个生育时期的增温作用表现为苗期>现蕾期>收获期>开花期。0—50 cm 各土层土壤温度的生育期变化均呈先升后降的单峰曲线变化,成熟期之前各生育时期 0—50 cm 土层土壤温度的垂直变化均是随土层的加深而递减。土壤温度的日变化规律,均是浅层变化幅度大,深层变化平稳,随着土层的加深峰值出现时间延后,且旧膜覆盖滞后于露地。由于地膜覆盖使膜下形成了封闭环境,抑制了潜热交换,减弱了土壤与外界的湿热交换,所以与露地相比地膜覆盖的土壤温度升降缓慢^[15-16]。

旧膜覆盖可以提高土壤的有效积温和加快生育进程,整个生育期 5 cm 土层的总积温 JJ 和 JS 处理分别比 W 处理高 176.08,166.47℃,旧膜覆盖比露地提前出苗 1~2 d,生育期为 114~116 d,较露地缩短 5~7 d,差异显著。2 a 的试验结果表明,旧膜覆盖能显著提高向日葵的产量,其中 2010 年和 2011 年 JJ 和 JS 处理下的产量较 W 处理分别增加了 12.92%,17.82%,11.43%和 16.79%。本试验表明,旧膜在提高土壤温度、加快作物生育进程和增产方面效果显著,且行间种植方式效果更好。

参考文献:

[1] 李建奇. 覆膜对春玉米土壤温度、水分的影响机理研究[J]. 耕作与栽培,2006(5):48-49.

[2] 王增红,李援农,王炳英. 地膜覆盖对夏玉米生理指标及环境因子的影响研究[J]. 中国农村水利水电,2009(1):43-45.

[3] 秦爱红,买自珍,蔺永平,等. 地膜覆盖条件下向日葵田间生态环境及对产量影响的研究[J]. 宁夏农林科技,2007(4):23.

[4] 杜社妮,白岗栓. 玉米地膜覆盖的土壤环境效应[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(5):56-59.

[5] 宋淑亚,刘文兆,王俊,等. 覆盖方式对玉米农田土壤水分作物产量及水分利用效率的影响[J]. 水土保持研究 2012,19(2):210-212.

[6] 肖军,赵景波. 农田塑料地膜污染及防治[J]. 四川环境,2005,24(1):102-105.

[7] 尉海东,伦志磊,郭峰. 残留农膜对土壤性状的影响[J]. 生态环境,2008,17(5):1853-1856.

[8] 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.

[9] 水建兵. 一膜两用胡麻种植节本增效效果试验研究[J]. 农业科技与信息,2008(7):5-6.

[10] 史建国,刘景辉,闫雅非,等. 旧膜再利用对土壤温度及向日葵生育进程和产量的影响[J]. 作物杂志,2012(1):130-134.

[11] 周伟,王宏,李志峰,等. 大力推广地膜覆盖栽培技术,促进内蒙古粮食生产发展[J]. 内蒙古农业科技,2010(1):13-15.

[12] 李秉强. 静宁县旱地全膜覆土玉米复种冬小麦一膜两用技术[J]. 甘肃农业科技,2010(8):44-45.

[13] 周献昱,宋晏平,马国成. 地膜玉米复种冬油菜一膜两用栽培技术[J]. 甘肃农业科技,2010(6):52-53.

[14] 李金田,张喜林,孔德胤,等. 巴彦淖尔市农牧业气候资源与区划[M]. 北京:科学普及出版社,2006.

[15] 姚健,王丁,张显松,等. 不同地表覆盖方式对土壤水分、温度及幼苗生长的影响[J]. 南京林业大学学报,2009,33(5):7-10.

[16] 王树森,邓根云. 地膜覆盖增温机制研究[J]. 中国农业科学,1991,24(3):74-78.