

# 不同厚度地膜多年覆盖对土壤物理性状及玉米生长发育的影响

唐文雪<sup>1</sup>, 马忠明<sup>2</sup>, 魏焘<sup>1</sup>

(1. 甘肃省农业科学院 土壤肥料与节水农业研究所, 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 兰州 730070)

**摘要:**为了明确覆盖不同厚度地膜对土壤物理性状及玉米生长发育的影响,采用大田定位试验的方法,在甘肃省河西绿洲灌区进行了连续3 a的试验研究。结果表明,0~40 cm土层,随着地膜厚度增大,土壤紧实度和土壤体积质量呈降低趋势。0.006、0.010、0.012 mm厚度地膜覆盖条件下土壤体积质量比CK(0.008 mm厚)降低-0.76%、1.25%、2.43%。在苗期和拔节期,地膜厚度为0.006 mm时,玉米节根数、根干质量、地上部干质量、株高及叶面积显著小于CK。地膜厚度为0.010和0.012 mm时,随地膜厚度增加,玉米节根数、根干质量、地上部干质量、株高及叶面积均呈增大趋势,但与CK差异不显著。随玉米生育进程的推进,地膜厚度对玉米株高及叶面积影响减小,但对地上部干质量的影响仍显著。地膜厚度在0.006~0.012 mm范围内,随地膜厚度增加,3 a平均产量呈增加趋势。0.006 mm厚度覆膜条件下平均产量比CK显著降低,降低幅度为7.48%,0.010、0.012 mm厚度覆膜条件下产量比CK增产,增产幅度仅为1.18%、3.26%,产量差异不明显。综合考虑土壤物理性状、玉米生长发育及产量等因素,建议在农业生产中推广使用厚度0.008 mm以上的地膜。

**关键词:** 地膜; 多年覆盖; 土壤; 产量; 玉米

中图分类号: S513

文献标志码: A

doi:10.13522/j.cnki.ggpps.2017.12.007

唐文雪,马忠明,魏焘. 不同厚度地膜多年覆盖对土壤物理性状及玉米生长发育的影响[J]. 灌溉排水学报,2017,36(12):36-41.

## 0 引言

地膜覆盖技术可提高粮食单产20%~30%<sup>[1]</sup>,对保障我国粮食安全作出了重大贡献。但是,随着地膜应用范围扩大,地膜在土壤中残留累积的问题日益凸现。土壤中大量残膜的存在会破坏耕作层土壤结构,使土壤水分、养分向下运移受到阻碍,土壤孔隙度、通透性均降低,不利于土壤中空气的循环和交换,最终造成耕地质量下降<sup>[2-4]</sup>。作物生长时幼小的根系经常会被残膜缠绕,水分、养分的吸收被阻断,造成作物不出苗或死苗,使作物大幅减产。玉米是甘肃省河西灌区的主要粮食作物,由于受水资源缺乏和积温不足的影响,在生产中普遍采用地膜覆盖栽培技术,呈现覆盖面积大、覆盖年限长、使用强度大的特点,农田土壤中地膜残留量逐年增加<sup>[5]</sup>。地膜厚度是衡量地膜质量好坏的一个重要指标,发达国家地膜厚度多为0.015 mm以上,而我国目前地膜平均厚度仅为0.005~0.008 mm,较薄地膜的大量使用又加剧了地膜残留污染<sup>[6-7]</sup>。目前,普通地膜没有良好的替代产品,农业生产中使用拉伸性能和韧度更高,不易破碎的较厚地膜对降低地膜残留量,减轻地膜污染,保证玉米产量不减显得十分重要。我国科研工作者在残膜对土壤体积质量、孔隙度、养分转移等理化性状影响,对玉米、棉花等作物根系、株高、叶面积等生长发育方面的危害已有一定研究<sup>[8-9]</sup>,但不同厚度地膜多年覆盖对玉米田土壤物理性状、对玉米生长发育影响方面的研究鲜见报道。为此,研究不同厚度地膜覆盖对玉米生长发育及产量的影响,可为地膜的科学使用提供一定理论指导。

收稿日期:2016-08-09

基金项目:甘肃省农业科学院农业科技创新专项项目(2017GAAS25);甘肃省科技支撑计划项目(144NKCA053);公益性行业(农业)科研专项(20100314-7);甘肃省国际科技合作专项(1504WKCA077)

作者简介:唐文雪(1967-),女,副研究员,主要从事作物栽培与节水农业研究。E-mail: gstwx@163.com

通信作者:马忠明(1964-),男,研究员,主要从事作物栽培与节水农业研究。E-mail: mazhming@163.com

# 1 材料与方法

## 1.1 试验地概况

试验于2012—2014年在甘肃省农业科学院张掖节水农业试验站进行。试验站位于甘肃省河西走廊中部,土壤属轻壤土,0~200 cm平均土壤体积质量为1.376 g/cm<sup>3</sup>,有机质量为7.9 g/kg,速效磷质量分数为24.7 mg/kg,速效钾质量分数为82 mg/kg。平均年蒸发量为2 075 mm,年降水量不足130 mm,干旱指数达15.96,属于典型的无灌溉就无农业的干旱灌溉地区,具有西北绿洲灌溉农业区的典型特征。

## 1.2 试验设计与方法

采用随机区组设计,小区面积为4.8 m×6.0 m,3次重复。地膜厚度设4个处理,分别为0.008 mm(CK)、0.006、0.010、0.012 mm。目前甘肃省常用地膜厚度是0.008 mm,占总量的83%<sup>[11]</sup>,玉米是甘肃河西走廊的主要粮食作物,由于受水资源缺乏和积温不足的影响,在生产中普遍采用地膜覆盖栽培技术,故试验以0.008 mm地膜覆盖为CK。

玉米品种为沈单16。地膜由新疆巴州皓天农业科技开发有限公司提供。玉米采用宽窄行种植,栽培示意图如图1所示。玉米株距20 cm,播深2.0~2.5 cm。播种密度83 300株/hm<sup>2</sup>。玉米播种前1周覆盖140 cm的地膜。试验前仔细挑拣出0~40 cm土层中残留的残膜。4月下旬播种,10月上旬收获。全生育期内,共灌水420 mm,拔节期、大喇叭口期、吐丝期、灌浆中期灌水量分别占总灌水量的20%、30%、30%、20%;N肥施量为300 kg/hm<sup>2</sup>,基肥、大喇叭口期追肥、吐丝期追肥分别占总施量的40%、30%、30%;P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>施量为225 kg/hm<sup>2</sup>,均作为基肥。

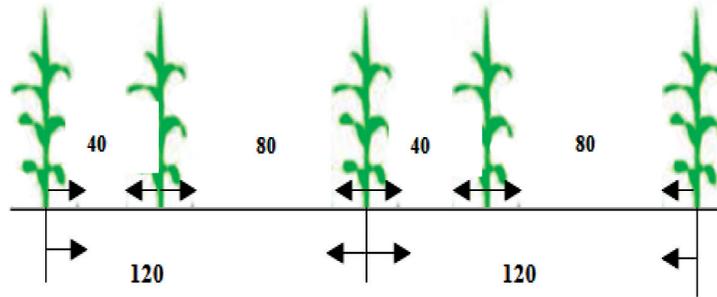


图1 宽窄行平作栽培技术示意图(单位:mm)

## 1.3 测定项目和方法

1)2014年玉米收获后土壤体积质量,在试验小区内取0~40 cm土样,采用环刀法<sup>[10]</sup>测定0~20、20~40 cm土层土壤体积质量。

2)2014年6月玉米灌第1水后的第8天土壤紧实度,利用Field Scout™ SC900土壤紧实度仪(北京渠道科学器材有限公司),按照2.5 cm间距依次测定0~40 cm深度范围内的土壤紧实度,每个小区重复15次,取其平均值。

3)2014年玉米各生育期测定玉米形态指标。玉米苗期选15株有代表性的植株标记,然后定期测定株高;定期选取有代表性的5株玉米,将地上部分采集带回实验室,测定计算玉米叶面积(单片叶面积:叶最长处×叶最宽处×0.75),然后烘干测定干物质量。同时在苗期、拔节期地上部取样后,同时采集取样植株周围长30 cm、宽30 cm,深40 cm土壤范围内根系样品,观测节根条数,并清洗干净烘干称质量。

4)连续3 a在玉米成熟期产量,每小区去掉边上2行及每行头3株后收获测产。

采用SPSS 11.0和EXCEL2003软件对数据进行方差(LSD法,α=0.05)分析。

# 2 结果与分析

## 2.1 不同厚度地膜多年覆盖对土壤体积质量和紧实度的影响

土壤体积质量和紧实度是评价土壤物理质量的重要指标。根据实测数据,将土壤体积质量和紧实度分别绘于图2、图3。

从图2可看出,0~40 cm土层,0.006 mm地膜覆盖条件下土壤体积质量最大,比CK高0.76%,0.010、

0.012 mm处理则分别比CK小1.25%、2.43%。随地膜厚度减小,地膜残留量增大,土壤体积质量增加。

由图3可知,经过3 a的栽培,在0~40 cm土层,随土层加深,紧实度呈增大趋势,0.006 mm处理在35 cm深时紧实度达到最大,之后随土层加深,紧实度变小;随地膜厚度的增加,土壤紧实度变小,0.006 mm地膜覆盖条件下土壤紧实度明显大于CK,而0.010 mm与0.012 mm地膜覆盖条件下土壤紧实度小于CK。土壤紧实度总体表现为0.006 mm处理>0.008 mm处理>0.010 mm处理>0.012 mm处理。这是因为较厚地膜韧性较好,不易破碎,易于回收,地膜残留量少,使土壤体积质量和紧实度较小。

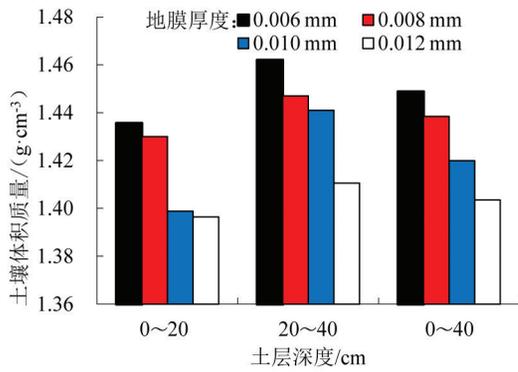


图2 0~40 cm土壤体积质量的变化

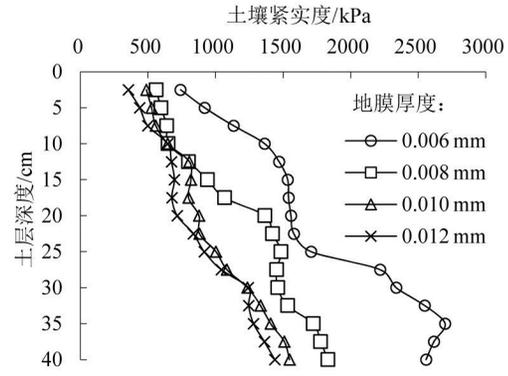


图3 0~40 cm土壤紧实度的变化

## 2.2 不同厚度地膜连续覆盖对玉米生长发育的影响

### 2.2.1 不同厚度地膜连续覆盖对玉米根系的影响

根是植物从土壤中吸收和运输水分与养分的器官。施肥、浇水等栽培措施<sup>[11]</sup>及土壤残留地膜<sup>[12]</sup>等均直接影响根系的生长、代谢和活力,进而影响到植株地上部的生长发育,最终影响到作物产量。不同生育期节根数和根干质量的变化分别如图4和图5所示,同期不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ ),下同。

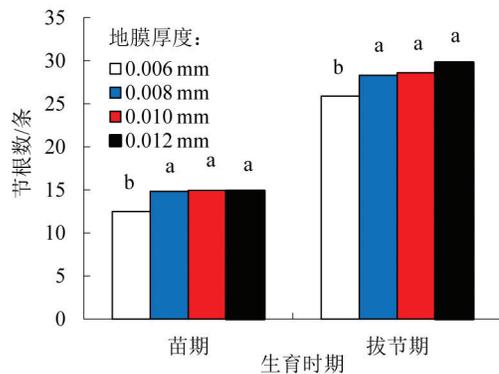


图4 不同生育期节根数的变化

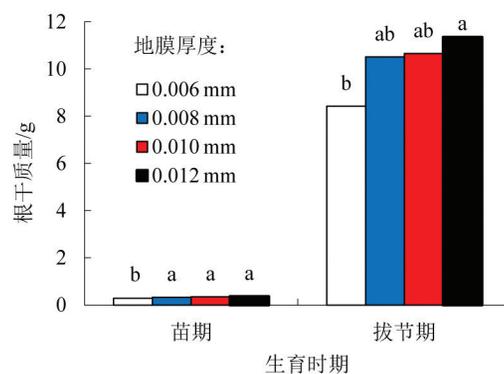


图5 不同生育期根干质量的变化

从图4可看出,0.010、0.012 mm厚度地膜覆盖条件下节根数与CK差异不显著,0.006 mm地膜覆盖条件下节根数显著低于CK。随地膜厚度的增加,节根条数呈增加趋势,总体表现为0.012 mm处理>0.010 mm处理>0.008 mm处理>0.006 mm处理。

从图5可看出,根干质量随地膜厚度的增加而呈增加趋势。在苗期和拔节期,CK的根干质量分别为0.33 g/株和10.51 g/株,0.006、0.010、0.012 mm厚度地膜覆盖条件下苗期和拔节期根干质量比CK增幅为-12.12%、6.06%、12.12%和-19.90%、1.33%、8.00%。可见,当地膜厚度大于0.008 mm时,节根数及根干质量与CK差异不显著,但地膜厚度小于0.008 mm时,对节根数及根干质量影响显著。

### 2.2.2 不同厚度地膜连续覆盖对玉米形态影响

不同厚度地膜覆盖条件下,各生育期玉米的株高和叶面积如表1所示。

由表1可知,地膜越厚,株高和叶面积值越大。苗期和拔节期,0.010、0.012 mm厚度地膜覆盖条件下株高、叶面积均高于但CK差异不显著,而0.006 mm厚度地膜覆盖条件下株高、叶面积则低于且差异不显著。抽雄期和灌浆期,随着根系发育的增强,其对残膜阻碍作用具有更高的抗逆性,因而地膜厚度对玉米株高、叶面积影响减弱,各处理间差异不显著。

表 1 不同厚度地膜覆盖条件下玉米株高及叶面积

地膜厚度/mm	株高/cm				叶面积/(cm <sup>2</sup> ·株 <sup>-1</sup> )			
	苗期	拔节期	吐丝期	灌浆期	苗期	拔节期	吐丝期	灌浆期
0.006	16.93b	76.3b	320.76a	323.76a	431.30b	3 477.82b	12 710.46a	10 987.51a
0.008	18.83ab	81.4ab	323.42a	326.42a	479.17ab	3 835.15ab	13 173.65a	11 561.36a
0.010	19.73a	83.97a	322.97a	325.97a	497.30a	4 042.07a	13 064.67a	11 010.43a
0.012	20.25a	86.21a	324.74a	327.74a	511.43a	4 294.31a	13 362.70a	10 955.63a

注 同列不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ );下同。

### 2.2.3 不同厚度地膜连续覆盖对玉米地上部干质量的影响

从图 6 可看出,苗期和拔节期,玉米地上部干物质量积累缓慢,之后积累速度迅速增快;拔节期,单株干物质量仅为 19.94~23.52 g,在吐丝期则高达 209.17~228.82 g。并且随地膜厚度增加,地上部干物质量呈增加趋势,总体表现为 0.012 mm 处理 > 0.010 mm 处理 > 0.008 mm 处理 > 0.006 mm 处理。0.006 mm 厚度覆膜条件下地上部干物质量显著低于 CK,0.010、0.012 mm 厚度覆膜条件下则与 CK 差异不显著。

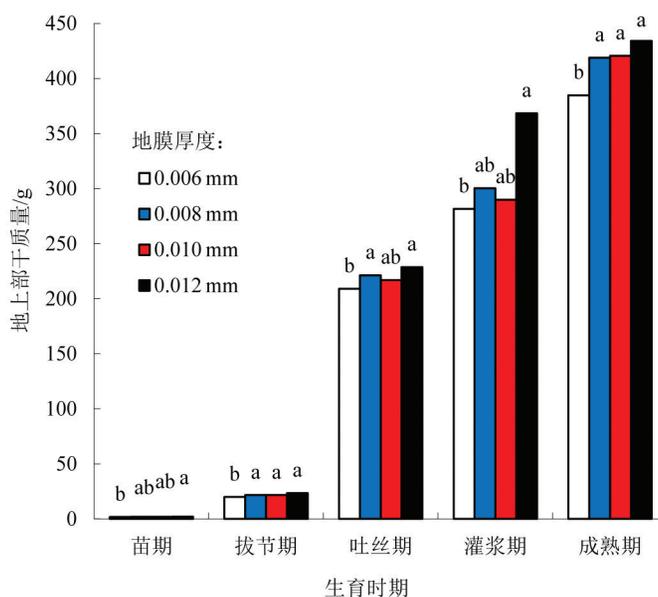


图 6 不同处理地上部干物质量

### 2.3 不同厚度地膜多年覆盖对玉米产量的影响

由表 2 可知,2012 年 0.012 mm 厚度地膜覆盖条件下产量最高,为 10 078.2 kg/hm<sup>2</sup>,0.006 mm 厚度地膜覆盖条件下产量最低,为 8 660.8 kg/hm<sup>2</sup>,均与 CK 差异不显著。2013 年 0.006 mm 厚度地膜覆盖条件下产量最低,为 9 387.0 kg/hm<sup>2</sup>,显著低于 CK,其他处理与 CK 差异不显著。2014 年 0.012 mm 厚度地膜覆盖条件下产量最高,为 14 947.4 kg/hm<sup>2</sup>,但与 CK 差异不显著;0.006 mm 厚度地膜覆盖条件下产量最低,为 14 006.8 kg/hm<sup>2</sup>,与 CK 差异显著。可见,地膜厚度在 0.006~0.012 mm 范围内,随地膜厚度的增加,3 a 产量平均值呈增加趋势;0.006 mm 厚度地膜覆盖条件下产量比 CK 显著减产,减产幅度为 7.48%,0.010、0.012 mm 厚度地膜覆盖条件下产量比 CK 增产,但增产幅度仅为 1.18%、3.26%,产量差异不明显。

表 2 不同厚度地膜覆盖条件下玉米的产量

地膜厚度/mm	kg/hm <sup>2</sup>			平均产量
	2012 年	2013 年	2014 年	
0.006	8 660.8b	9 387.0b	14 006.8b	10 684.9
0.008	9 121.1ab	10 891.0a	14 635.3a	11 549.1
0.010	9 978.2a	10 273.3a	14 803.6a	11 685.0
0.012	10 078.2a	10 750.7a	14 947.4a	11 925.4

### 3 结论与讨论

1)厚度较薄的地膜使用后容易破碎,不易回收,大量残膜存在于土壤中,使土壤孔隙度变小,结构变差,在0~40 cm土层中,0.006 mm厚度地膜覆盖条件下土壤体积质量最大,比CK大0.76%,而0.010、0.012 mm厚度地膜覆盖条件下由于厚度大韧性好,残留量小,土壤体积质量比CK小1.25%、2.43%。这与已有研究结论“残膜滞留于农田导致土壤紧实度增加,结构性和通透性变差”<sup>[13-14]</sup>一致。

2)作物耕层土壤物理状态对提高农作物生产水平有极为重要的意义,适宜疏松的土壤环境有利于作物根系的伸展和根量的积累<sup>[15-16]</sup>。当植株生长在高紧实土壤时,根长和根干质量均显著降低<sup>[17]</sup>。残留地膜可阻碍根系穿透及养分水分吸收,影响玉米根系的生长发育<sup>[12]</sup>。本研究得出,长期覆盖不同厚度地膜影响土壤体质量和紧实度,进而对玉米地上及地下部生长发育产生显著影响。在玉米苗期和拔节期,地膜厚度为0.006 mm时,玉米株节根数、根干质量显著小于CK,厚度大于0.008 mm时,随地膜厚度的增加,节根数、根干质量呈增加趋势,但与CK差异不显著。并且玉米地上部干物质质量、株高及叶面积与根干质量变化趋势相似。在拔节期后,地膜厚度对株高及叶面积影响变小。这是因为玉米苗期植株根系较弱,抗逆性差,土壤中的残膜阻碍作物根系对水分和养分的吸收和利用,导致作物的生长发育受到较大影响,致使植株矮小,随着玉米生育进程推进,玉米根系较早期更为强壮,对残膜影响的抗逆性更强。

3)已有研究表明,0.010、0.012 mm厚度地膜覆盖条件下棉花产量高于0.008 mm地膜覆盖<sup>[18]</sup>;当地膜厚度为0.008~0.014 mm时,南瓜产量没有明显差别,但明显高于0.005 mm和0.016 mm厚度地膜覆盖处理<sup>[19]</sup>。研究结果表明,地膜厚度在0.006~0.012 mm范围内,随地膜厚度增加,3 a平均产量呈增加趋势,同时0.006 mm地膜覆盖条件下平均产量比CK降低,减产幅度为7.48%,0.010、0.012 mm厚度地膜覆盖条件下产量比CK提高,但差异不明显,增产幅度仅为1.18%、3.26%。

从以上结果看,随地膜厚度增大,土壤体质量和紧实度有降低趋势,而玉米地上部干质量、产量等虽呈增大趋势,但厚度为0.010、0.012 mm处理的产量等指标与CK差异不显著,增产幅度尚不足5%。综合考虑覆盖不同厚度地膜对土壤物理性状、玉米生长发育及地膜投入成本等因素,建议在农业生产中推广使用厚度为0.008 mm以上的地膜。

#### 参考文献:

- [1] 严昌荣,何文清,刘爽,等. 中国地膜覆盖及残留污染防控[M]. 北京:科学出版社,2015:8-13.
- [2] 严昌荣,刘恩科,舒帆. 我国地膜覆盖和残留污染特点与防控技术[J]. 农业资源与环境学报,2014,31(2):95-102.
- [3] 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):1 853-1 856.
- [4] 解红娥,李永山,杨淑巧,等. 农田残膜对土壤环境及作物生长发育的影响研究[J]. 农业环境科学学报,2007,26(S1):153-156.
- [5] 徐刚,杜晓明,曹云者,等. 典型地区农用地膜残留水平及其形态特征研究[J]. 农业环境科学学报,2005,24(1):79-83.
- [6] 曹健,朱庆德,吉秀梅,等. 棉田不同覆膜厚度对地膜残留量的影响[J]. 农村科技,2012(9):18-19.
- [7] 何文清,严昌荣,赵彩霞,等. 我国地膜应用污染现状及其防治途径研究[J]. 农业环境科学学报,2009,28(3):533-538.
- [8] 马辉,梅旭荣,严昌荣,等. 华北典型农区棉田土壤中地膜残留特点研究[J]. 农业环境科学学报,2008,27(2):570-573.
- [9] 蔡金洲,张富林,范先鹏,等. 南方平原地区地膜使用与残留现状调查分析[J]. 农业资源与环境学报,2013,30(5):23-30.
- [10] 马彦,杨虎德. 甘肃省农田地膜污染与防控措施调查[J]. 生态与农村环境学报,2015,31(4):478-483.
- [11] 管建慧. 玉米根系生长发育特性及与地上部关系的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2007.
- [12] 辛静静,史海滨,李仙岳,等. 残留地膜对玉米生长发育和产量影响研究[J]. 灌溉排水学报,2014,33(3):52-54.
- [13] 赵素荣,张书荣,徐霞,等. 农膜残留污染研究[J]. 农业环境与发展,1998(3):7-10.
- [14] 严昌荣,王序俭,何文清,等. 新疆石河子地区棉田土壤中地膜残留研究[J]. 生态学报,2008,28(7):3 470-3 474.
- [15] 李笃仁,高绪科,汪德水. 土壤紧实度对作物根系生长的影响[J]. 土壤通报,1982(3):20-22.
- [16] 李志洪,王淑华. 土壤容重对土壤物理性状和小麦生长的影响[J]. 土壤通报,2000,31(2):55-57.
- [17] 刘湾荷. 不同土壤水分条件下容重对玉米生长和水分利用的调控[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2001.
- [18] 程琦. 不同厚度地膜棉田使用效果[J]. 农村科技,2014(3):10-12
- [19] 张富林,蔡金洲,范先鹏,等. 地膜南瓜适宜覆膜厚度初步研究[J]. 湖北农业科学,2014,53(23):5 755-5 757.

# The Effects of Continuous Mulching with Plastic Films of Different Thicknesses on Soil Physical Properties and Growth of Maize

TANG Wenxue<sup>1</sup>, MA Zhongming<sup>2</sup>, WEI Tao<sup>1</sup>

(1. Institute of Soil, Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China;

2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** A three-year field experiment was conducted at Hexi Oasis Irrigation Area, Gansu Province in attempts to understand how different thicknesses of mulch films could affect soil physical properties and consequently maize yields. The results showed that in 0~40 cm, both soil compactness and bulk density decreased with the increase in the film thickness. Compared with control (CK, with film thickness of 0.008 mm), the soil bulk density under mulch with film thickness of 0.006 mm, 0.010 mm and 0.012 mm reduced by -0.76%, 1.25% and 2.43%, respectively. In the seedling and jointing stage, when the film thickness was less than 0.008 mm, the section of maize root number, root dry weight, above-ground dry weight, plant height and leaf area were significantly smaller than those under CK. When the film thickness was more than 0.008 mm, with the increase in the film thickness, the section of maize root number, root dry weight, above-ground dry weight, plant height and leaf area showed an increase, but were not significantly different from those under the CK. While, as the maize grew, the effect of the film thickness on plant height and leaf area reduced, the impact on aboveground dry weight was still significant. The results also showed that the maize yield increased with the increase in the film thickness when the film thickness was from 0.006 mm to 0.012 mm over the three-year period. Compared to CK, the average annual yield mulched with 0.006 mm film reduced by 7.48%, while for mulches with 0.010 mm and 0.012 mm films, the average annual yield increased by 1.18% and 3.26% respectively. Based on the results for soil properties and maize growth, the recommended plastic film thickness for mulching in this region is more than 0.008 mm.

**Key words:** mulch film; consecutive years covered; soil physical characteristics; yield; maize

责任编辑:刘春成