

新疆石河子地区棉田土壤中地膜残留研究

严昌荣^{1,2}, 王序俭³, 何文清^{1,2,*}, 马 辉^{1,2}, 曹肆林³, 祝光富⁴

(1. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081; 2. 农业部农业环境与气候变化重点开放实验室, 北京 100081;
3. 新疆农垦科学院, 石河子 832000; 4. 广东上九生物降解塑料有限公司, 东莞 523128)

摘要:以新疆石河子棉区作为研究对象,对连续 20 a 覆膜单作棉花、棉花-西红柿轮作和连续 10 a 单作棉花棉田的地膜残留状况进行了调查,研究结果显示石河子地区棉田地膜残留污染十分严重,土壤中平均残留量高达 $(300.65 \pm 49.32) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。土壤中残膜量与覆膜年限有关,覆膜年限越久,残留量越高。连续覆膜 20 a 和 10 a 棉田中地膜残留量分别为 $(307.9 \pm 35.84) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $(259.7 \pm 36.78) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,同时,种植模式对残膜量也存在一定的影响,连续 20 a 覆膜种植棉花-西红柿的土壤中残留量最高,达到 $(334.4 \pm 47.88) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,且层间分布均匀。3 种植植模式下棉田土壤中残留地膜的片数都非常多,在 1000 ~ 2000 万片/ hm^2 之间,主要集中在 0 ~ 10 cm 的表层土壤中。研究结果还显示大多数残膜面积较小,集中在 1 ~ 25 cm^2 之间,小于 25 cm^2 的片数超过总片数的 80% 以上。

关键词:石河子地区;棉田;地膜残留

文章编号:1000-0933(2008)07-3470-05 中图分类号:Q142 文献标识码:A

The residue of plastic film in cotton fields in Shihezi, Xinjiang

YAN Chang-Rong^{1,2}, WANG Xu-Jian³, HE Wen-Qing^{1,2,*}, MA Hui^{1,2}, CAO Si-Lin³, ZHU Guang-Fu⁴

1 Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, CAAS, Beijing 100081, China

2 The Key Laboratory for agro-environment & Climate Change, Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China

3 Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Sciences, Shihezi 832000, China

4 Guangdong Shangjiu Biodegradable Plastics Co., Ltd, Dongguan 523128, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(7): 3470 ~ 3474.

Abstract: The study investigated effects of mulching plastic film residue in mono-cotton planting system with mulched plastic film lasting for 20 years, and cotton-tomato, and mono cotton planting system mulched plastic film lasting for 10 years in Shihezi district. The result shows that there has been a very serious pollution. The average amount of residue of mulching plastic film remained in the cotton field soils is $(300.65 \pm 49.32) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, and the distribution of residue is relatively uniformity in 0 — 30 cm layer. The amount of plastic film residue depends on duration of utilization of mulching plastic film, and the longer the duration of utilization, the more plastic film residue is left in the field. For the mono cotton planting system mulched plastic film for 10 years and 20 years, the amount of plastic film residues are $(307.9 \pm 35.84) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ and $(259.7 \pm 36.78) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, respectively. At the same time, it is found that the amount of plastic film residue is also affected by the planting method. For the cotton-tomato rotation system mulched plastic film lasting 20 years, the plastic film residue

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2006BAD07A06, 2006BAD17B04);国家“十一五”863 资助项目(2006AA100216)

收稿日期:2007-10-22; 修订日期:2008-04-15

作者简介:严昌荣(1961 ~),男,湖北荆门人,研究员,主要从事旱作节水农业与农田生态环境研究。E-mail: yancr@cjac.org.cn

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hwq201@cjac.org.cn

Foundation item: The project was financially supported by The 11th Five-Year plan of science & technology support project, China (No. 2006BAD07A06, No. 2006BAD17B04); The 11th Five-Year Plans of National 863 Projects, China (No. 2006AA100216)

Received date: 2007-10-22; **Accepted date:** 2008-04-15

Biography: YAN Chang-Rong, Ph. D., Professor, mainly engage in water-saving agriculture and agricultural ecology and environment. E-mail: yancr@cjac.org.cn

gave a maximum value of about $(334.4 \pm 47.88) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$. The results also indicate the number of plastic film residue pieces are from 10 to 20 million per hectare, most of them are distributed in 0—10cm soil layer and most of the residue pieces are of small size area of about 1—25 cm^2 and over 80% of the residue piece are less than 25 cm^2 .

Key Words: Shihezi district; cotton field; plastic film residue

虽然我国从 20 世纪 80 年代才开始将地膜应用于农业生产,但应用面积和范围后来居上,目前已成为世界上地膜覆盖栽培规模最大、应用作物种类最多的国家之一,在所有覆膜栽培作物中,以棉花面积为最大,约占全国棉花种植面积的 70%^[1]。20 世纪 90 年代开始,新疆逐渐成为我国重要的棉花产区,与长江流域棉区、黄河流域棉区共同构成了我国棉花生产基地,种植面积由 1980 年的 18 万 hm^2 迅速上升到 2007 年 130 万 hm^2 ^[2],成为我国地膜覆盖种植面积的最大的地区,地膜成为该区棉花生产中重要的生产资料。

一方面,地膜的应用为新疆棉花生产带来巨大的经济收益,另一方面也产生一系列的副作用。据调查,新疆农田地膜残留率在 24% 左右,按目前使用量,每年每公顷棉田将有 18kg 左右的地膜留在土壤中,这些残留的地膜对土壤环境和作物生长发育都造成了严重的危害。现有研究,显示残留在土壤中的地膜主要分布在耕作层,集中在 0~10cm 的土壤中,一般占土壤地膜残留总量的 2/3 左右,其余则分布在 20~30cm 土层,土壤中残留地膜大小和形态多种多样,主要有片状、卷缩圆筒状和球状等,在土壤中呈水平、垂直和倾斜状分布,面积大小各异,且出现龟裂、分层现象^[3~7]。由于地膜不易分解,残留在农田土壤中的地膜对土壤特性会产生一系列不利影响,最主要的是残留地膜在土壤耕作层和表层将阻碍土壤毛管水和自然水的渗透,影响土壤的吸湿性,从而对农田土壤水分运动产生阻碍,使其移动速度减慢,水分渗透量减少,造成土壤次生盐碱化^[8]。同时,残留在土壤中的地膜还可能使土壤孔隙度下降,通透性降低,破坏农田土壤空气的循环和交换,更进一步影响到土壤微生物正常活动,降低土壤肥力水平。因此,加强农田残膜特点研究,采取措施减少地膜污染带来的危害已经刻不容缓了。本研究拟通过对新疆石河子地区不同种植模式和使用年限棉田土壤中地膜残留情况的调查,搞清楚地膜残留的数量、形态和分布特点,为该地区地膜残留的防治提供技术支撑。

1 材料及方法

1.1 研究地基本情况

调查点位于新疆维吾尔自治区石河子市的农八师,该地区光热资源较丰富,全年日照时数 2526~2874h,生长季日照时数为 1900~2000h, $\geq 0^\circ\text{C}$ 的活动积温 3900~4100 $^\circ\text{C}$,无霜期 160d 左右,主要农作物为棉花、小麦、玉米、甜菜、油菜,一年一熟。棉花种植以覆膜和膜下滴灌为基本栽培模式,机械覆膜为主,用量在 70~80 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 之间,地膜厚度一般在 0.006~0.008mm 之间。地膜使用总体情况调查选择新疆兵团农八师,土壤中残膜调查选择石河子农八师 143 团场、145 团场和新疆农垦科学院连续 20a 覆膜种植棉花,连续 20a 进行覆膜西红柿和棉花轮作和连续 10a 单作棉花的农田。

1.2 残留地膜的收集和处理

每个调查样地随机选取 5 个采样点,为 1m×1m 的正方形样方,深度为 30cm,采用人工收集残膜。将采集到的残膜带回实验室,首先祛除附着在残膜上比较大的杂物,然后用超声波清洗仪进行洗涤,洗净后用滤纸吸干残膜上的水分,小心展开卷曲的残膜,防止残膜破裂,放在干燥处自然阴干,然后根据残膜面积大小(小于 4 cm^2 、4~25 cm^2 和大于 25 cm^2)进行分类统计残膜的片数,利用万分之一的电子天平进行称重。

2 结果及讨论

2.1 棉田土壤中残膜量的特点

调查结果显示新疆棉区土壤中地膜残留量已经较过去出现很大幅度的增加,所调查的 3 类棉田,15 个样方的地膜残留量在 218.8~381.1 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,平均值为 $(300.65 \pm 49.32) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,是华北农区棉田土壤中地膜残留量的 3~5 倍(华北邯郸棉田土壤的地膜残留量在 59.1~103.4 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)^[7],是新疆农田地膜残留量平

均值($43.65\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)的 5.01 ~ 8.73 倍^①。数据显示新疆地区残留地膜污染是全国是最严重的地区之一,并且呈现进一步加剧的趋势。

连续 20a 覆膜单作棉花、棉花-西红柿轮作和连续 10a 覆膜单作棉花的农田土壤地膜残留量在分别为 $(307.9 \pm 35.84)\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, $(334.4 \pm 47.88)\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $(259.7 \pm 36.78)\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (图 1)。一方面说明新疆地区棉花地土壤中地膜残留量非常高,另一方面也表明不同的种植模式与覆膜年限对土壤中地膜残留量是有影响的。同样采用覆膜技术,连续 20a 单作棉花的农田土壤中地膜残留量较棉花-西红柿轮作的略低,但方差检验二者之间不存在显著性差异。同时,几种种植模式下地膜残留数据还说明覆膜年限影响土壤中地膜残留量,覆膜年限越长,土壤中地膜残留量越高,无论是单作棉花还是棉花-西红柿轮作模式,采用 20a 覆膜种植农田土壤中残膜量都较 10a 的高,经 LSD 方差检验($P = 0.038 < 0.05$)显示棉花-西红柿轮作模式农田土壤中残膜量要显著高于连续 10a 覆膜单作土壤中残膜量。

调查还发现,石河子地区棉田土壤中的残留地膜基本上分布耕作层,无论是采用何种种植模式都较为一致。表 1 的结果显示,新疆石河子地区棉田残膜在耕作层中的分布相对均匀,虽然在 0 ~ 10cm 土层中相对较高,经方差检验显示 3 层的地膜残留不存在显著性差异,这与华北邯郸地区棉田土层中残膜分布的主要集中在表层(0 ~ 10cm)具有显著的不同^[7]。这可能是由于新疆石河子地区棉花种植主要是利用大型机械进行作业,加之长期覆膜,使得大量残留地膜从地表进入到较深的土层,而河北邯郸地区棉花种植机械化程度相对较低,同时,农民对残膜进行了拾捡,所以数量减少,农事活动带入深层的地膜也较少,且主要集中在 0 ~ 10cm 的表层上。

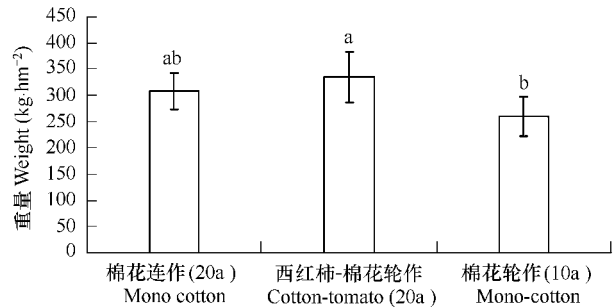


图 1 不同种植模式及覆膜年限棉田土壤残留地膜量的分布

Fig. 1 The amount of mulching plastic film residue under different planting model and mulching years

表 1 新疆石河子棉田土壤残留地膜比例的空间分布

Table 1 The spatial distribution of plastic film residue in cotton field in Shihezi, Xinjiang

深度 Depth (cm)	0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30
比率 Ratio (%)	38.7% ± 12.3% ^{a,A}	31.2% ± 11.3% ^{a,A}	30.2% ± 15.8% ^{a,A}

$n = 12$, a: 表示 5% 显著水平; A: 表示 1% 极显著水平 $n = 12$, a indicates significant different at the 0.05 probability level by LSD; A indicates quite significant different at the 0.01 probability level by LSD

2.2 棉田土壤中残膜片数量和形态

由于自然和人为活动的作用,棉田土壤中残留农膜都呈现出不同形状和大小的碎片,已有研究结果显示残留农膜的形态特征、数量和分布状况也是影响农田质量的一个重要因素^[7]。图 2 中的数据显示,3 种植模式下棉田土壤中残留地膜的片数都非常多,数量在 1000 ~ 2000 万片 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 之间,连续 20 a 覆膜种植棉花的农田土壤的残膜片数最多,连续 10 a 覆膜种植棉花和连续 20 a 覆膜种植棉花-西红柿的农田土壤中的残膜片数基本一致,经 LSD 方差检验($P = 0.014 < 0.05$)显示连续 20 a 覆膜种植模式下农田土壤中残膜片数量显著高于连续 10 a 覆膜单作和连续 20 a 覆膜种植棉花-西红柿农田土壤中的残膜片数,而连续 10 a 覆膜单作与 20a 连续种植棉花-西红柿轮作模式下农田土壤中残膜片数量差异不显著。

残膜片块的大小差异很大,面积从 1cm^2 到 2500cm^2 不等,但主要以面积比较小的残膜为主。按照小于 4cm^2 , $4 \sim 25\text{cm}^2$ 和大于 25cm^2 3 个标准进行统计,结果显示棉田土壤中单块残膜面积 $> 25\text{cm}^2$ 的片数在 16 ~

① 新疆维吾尔自治区农业厅新农环函(2006)132 号,关于对自治区九届四次会议第 203 号提案的答复, <http://www.xjzx.gov.cn/showcontent.asp?id=4105&Nclassid=212>

25% 之间, $4 \sim 25\text{cm}^2$ 的片数在 44% ~ 54% 之间, $< 4\text{cm}^2$ 片数在 21% ~ 40% 之间, 这说明大部分的残膜主要是以 $4 \sim 25\text{cm}^2$ 的大小存在于土壤中。同时, 调查数据也反映不同处理和覆膜年限不同, 残膜片的大小所占的比例有一定差异, 连续单作棉田残膜大部分破碎比较严重, 小于 25cm^2 的片数都超过了 80%, 而实行棉花-西红柿轮作农田土壤中大块地膜相对比例较高, 达到 25%, 这可能与种植过程中农艺措施的不同有关。

调查还发现土壤中残膜存在的形态和分布不同, 在耕层土壤中, 面积较小的残留农膜一般呈现片状, 而大块残膜一般以棒状、球状和圆筒状等不规则形态存在, 在土壤中分布形式多样, 主要有水平状、垂直和倾斜状分布。同时, 棉田土壤中残留地膜片数同地膜残留量的关系密切, 残膜片数与残膜量呈正相关关系。

3 结论

(1) 石河子地区棉田土壤中地膜残留量很大, 平均量在 $200 \sim 400 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 之间, 地膜残留量的多少受覆膜年限和种植方式的影响, 同时也与新疆棉区目前棉花生产状况有关。土壤中残膜量与覆膜年限有关, 覆膜年限越久, 残留量越高。连续覆膜 20a 和 10a 棉田中地膜残留量分别为 $(307.9 \pm 35.84) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $(259.7 \pm 36.78) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 同时, 种植模式对残膜量也存在一定的影响, 连续 20a 覆膜种植棉花-西红柿的土壤中残留量最高, 达到 $(334.4 \pm 47.88) \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

(2) 残留地膜主要集中在棉田 0 ~ 30cm 耕层中, 耕作层以下基本不存在残留地膜, 且从 0 ~ 30 cm 之间残膜分布比例差异不大, 0 ~ 10cm, 10 ~ 20cm 和 20 ~ 30cm 残膜所占比率分别为 $38.7\% \pm 12.3\%$, $31.2\% \pm 11.3\%$ 和 $30.2\% \pm 15.8\%$, 相互之间的差异不显著。

(3) 与土壤中农膜残留量一致, 棉田土壤中残膜片的数量很大, 一般在 $1400 \sim 1800 \text{ 万片} \cdot \text{hm}^{-2}$ 之间。残膜片块的大小受到种植方式的影响, 连续单作棉花的农田土壤中小块的残膜片数所占的比例较高, 而棉花-西红柿轮作的农田中存在较高比例的大片残膜。

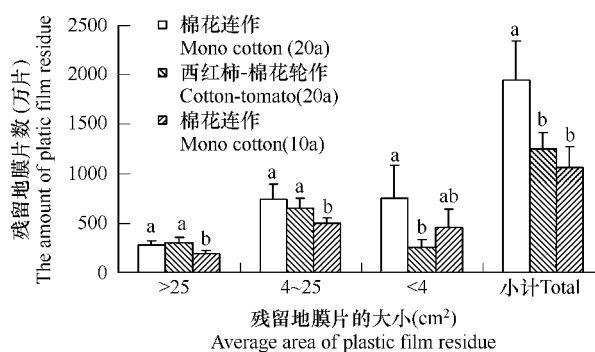


图2 不同种植模式及覆膜年限棉田土壤残留地膜片数的分布
Fig. 2 The quantity of plastic film residue under different cropping system and mulching years

References:

- [1] Mao R Z, Zhao L C, Cao J, *et al.* Eco-environment effect of photolytic plastic film mulch on cotton field. *Research of Agricultural Modernization*, 1997, 18(2):116—119.
- [2] Zhao C W, The planting area of cotton arrive the maximum value in Xinjiang, 2007. [http://www. ce. cn/xwx/gnsz/gdxw/ 200707/03/ t20070703_12043577..shtml](http://www.ce.cn/xwx/gnsz/gdxw/200707/03/t20070703_12043577.shtml).
- [3] Nan D J, Xie H G, Li Y E. Study of the Effect of Photodegradable Plastic Film Mulching on Soil Contamination and Cotton Growth, *Cotton Science*, 1994, 6(2):103—108.
- [4] Xu G, Du X M, Cao Y Z, *et al.* Residue levels and morphology of agricultural plastic film in representative areas of China. *Journal of Agro-Environment Science*, 2005, 24(1):79—83.
- [5] Qi X J, Gu Y Q, Li W Z. Harm Investigation of Remaining Film to Crop in Inner Mongolia. *Inner Mongolia Agricultural Science and Technology*. 2001, (2):36—37.
- [6] Yan C R, Mei X R, He W Q, Zheng S H. The present situation of residue pollution of mulching plastic film and controlling measures. *Transactions of the CSAE*, 2006, 22(11):269—272.
- [7] Ma H, Mei X R, Yan C R. Study on the residue of mulching plastic film in typical field in Northern China, *Journal of Agro-Environment Science*, 2008, 27(2):570—573.

- [8] Wupuerjiang Tuohuti, Aihaiti Yasheng Bayaer. Discussion about mulch film pollution and counter measure of prevention and control. Environmental Protection of Xinjiang, 2000, 22(3):176—178.

参考文献:

- [1] 毛任钊,赵连城,曹健,等. 光解地膜覆盖棉田的生态环境效应. 农业现代化研究, 1997,18,(2):116~119.
- [2] 赵春晖. 新疆棉花种植面积再次刷新纪录. 2007, [http://www. ce. cn/xwzx/gnsz/gdxw/ 200707/03/t20070703_12043577..shtml](http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/200707/03/t20070703_12043577.shtml).
- [3] 南殿杰,解红娥,李燕娥. 覆盖光降解地膜对土壤污染及棉花生育影响的研究. 棉花学报,1994,6(2):103~108.
- [4] 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. 农业环境科学学报,2005,24(1):79~83.
- [5] 齐小娟,顾延强,李文重,等. 内蒙古农田残留地膜对农作物的危害调查. 内蒙古农业科技,2001,(2):36~37.
- [6] 严昌荣,梅旭荣,何文清,郑盛华,农用地膜残留污染的现状与防治. 农业工程学报,2006,22(11):269~272.
- [7] 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. 农业环境科学学报,2008, 27(2): 570~573.
- [8] 吾甫尔江·托乎提,艾海提·牙生,巴雅尔. 论地膜污染与防治对策. 新疆环境保护,2000,22(3):176~178.