

农用地膜残留污染的现状与防治

严昌荣, 梅旭荣*, 何文清, 郑盛华

(中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081)

摘要: 农用地膜良好的增温保墒效果已对中国农业产生了重大的、积极的作用, 但同时随着地膜覆盖技术的普及, 残留农用地膜也已经带来了一系列的负面影响, 大量的残留地膜破坏土壤结构、危害作物正常生长发育并造成农作物减产, 进而影响到农业环境, 通过对中国有关地膜残留研究文献的综述, 对农用地膜的应用现状、残留地膜的分布特征及影响因素, 以及残留地膜的危害特点进行了综合分析, 并针对目前存在的实际情况, 提出了农用地膜残留污染的防治技术措施。

关键字: 农用地膜; 残留污染; 防治对策

中图分类号: X592

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2006)11-0269-04

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 with English abstract)

0 引言

从20世纪50年代初开始, 随着塑料工业的发展, 日本和欧美发达国家开始将塑料薄膜应用于农业生产中。地膜覆盖的增温、保水功能导致农作物增产及作物适作区扩大, 该项技术带来了农业生产方式的改变和农业生产力的飞跃^[1-3]。虽然中国从20世纪70年代末才开始进行相关研究, 80年代才开始将地膜应用于农业生产, 但应用面积和范围却后来居上, 已经成为地膜覆盖栽培面积最大的国家。中国地膜覆盖栽培不仅规模大, 而且涉及的作物种类多, 目前, 在新疆、山东、山西、内蒙古、黑龙江、陕西、甘肃等高寒冷凉、干旱及半干旱地区, 地膜覆盖技术已逐渐推广应用到40多种农作物的种植上, 尤其是在蔬菜、玉米和棉花种植方面应用广泛, 并呈现持续增长的趋势。随着地膜应用范围扩大, 其副作用也随之显现出来, 尤其是土壤中残膜的不断累积, 残膜不仅污染土壤, 妨碍耕作, 破坏耕作层土壤结构, 而且阻碍水肥输导, 影响土壤通透性和作物生长发育, 已经对农业环境构成重大威胁。

1 农用地膜应用与残留污染现状

1.1 使用量和覆膜面积持续增加

过去10多年农膜使用量统计数据显示, 中国农膜使用量一直保持持续的增长态势, 使用量从1991年

31.9万t增加到2004年的93.1万t, 增加了近3倍。地膜覆盖种植面积大幅度上升, 据1982~2005年《中国农业统计年鉴》的数据显示, 1981年农作物覆盖种植面积仅为1.5万hm², 1991年达到490.9万hm², 2001年上升到1096万hm², 2004年更进一步达到1200万hm², 为1981年覆盖面积的797.8倍, 增长速度非常快(图1, 图2)。

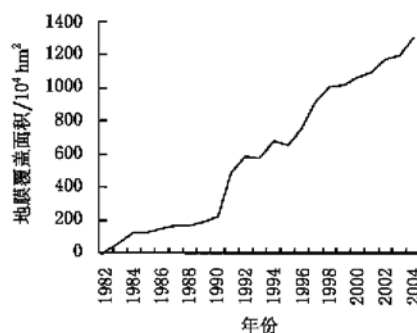


图1 1982~2004年中国地膜的覆盖面积
Fig. 1 Mulching area of agricultural plastic film from 1982 to 2004 in China

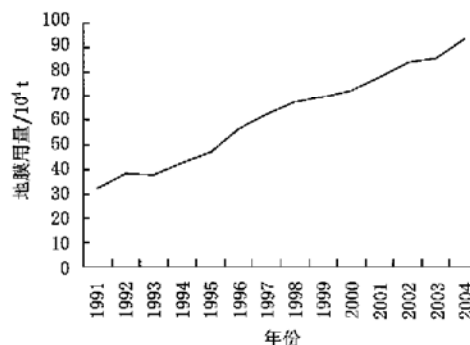


图2 1991~2004年中国农用地膜使用量
Fig. 2 Amount of agricultural plastic film utilized from 1991 to 2004 in China

收稿日期: 2005-02-20 修订日期: 2006-08-07

基金项目: 农业部农业结构调整专项—“华北粮食主产区农业环境评价体系建设”资助; 国家“十一五”支撑计划项目“污染农田治理关键技术研究”资助

作者简介: 严昌荣, 博士, 研究员, 主要从事旱作农业、生态农业方面的研究工作。北京 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 100081。Email: yancr@cjae.org.cn

*通讯作者: 梅旭荣, 研究员, 主要从事旱作农业、生态农业方面的研究工作。北京 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 100081。Email: mexr@cjae.org.cn

1.2 残留量逐年增大, 污染日趋严重

农膜的原料是人工合成的高分子化合物, 这些物质的分子结构非常稳定, 很难在自然条件下进行光降解和热降解, 也不易通过细菌和酶等生物方式降解, 一般情况下, 残膜可在土壤中存留 200~400 年^[4]。调查数据显示, 在长期使用地膜覆盖的农田中地膜残留量一般在 60~90 kg/hm², 最高可达 165 kg/hm²^[5]。根据我们对河北邯郸地区的地膜残留的调查, 棉田地膜残留率一般在 10%~20% 之间, 如果按照这个比例计算, 全国地膜年残留量从 1991 年的 3.2~6.4 万 t 上升到 2004 年的 9.3~18.6 万 t, 13 年间地膜年残留量增加了近 3 倍。

2 农田地膜残留特征及影响因素

2.1 农田土壤中残留地膜的分布及形态特征

残留在耕地土壤中的地膜主要分布在耕作层, 集中在 0~10 cm 的土壤中, 一般要占残留地膜的 2/3 左右, 其余则分布在 10~30 cm, 40 cm 以下基本没有分布^[6]。土壤中残留地膜大小和形态多种多样, 受农事活动和农膜使用方式等多种因素的影响, 主要有片状、卷缩圆筒状和球状等, 它们在土壤中呈水平、垂直和倾斜状分布。地膜残片的面积差异较大, 山西棉田地膜残片的面积一般在 10~15 cm², 约占地膜残留量的 73.9%, 其次是小于 5 cm² 的残片, 约占 13%; 而在新疆长期应用地膜的棉区, 34% 的残留地膜面积小于 5 cm²。华北和东北地区土壤中地膜残片较大, 多在 20~50 cm², 受使用年限的影响。地膜在使用后, 其表面显微结构发生改变, 残留地膜常常出现龟裂、分层现象, 而且这种变化与存留在土壤中的年限有极大关系^[7,8]。

2.2 影响地膜残留量的主要因素

农田中地膜残留量的多少受到多种因素的影响, 主要有以下四个方面: 第一, 种植方式和覆膜次数, 覆盖次数和频度高的一年二熟或多熟种植区较一年一熟地区农田地膜残留量大, 有研究结果显示在山东省, 覆盖 2 次, 3 次, 4 次和 5 次的农田土壤中地膜残留量分别较覆膜 1 次的增加 40%, 49.5%, 56.2% 和 61%^[9]; 第二, 覆膜时间长短和农民回收地膜的习惯, 覆膜时间越长, 地膜残留量就可能相对较高, 而精耕细作和地膜回收比较仔细及时的则耕地土壤中地膜残留量较小; 第三, 种植的作物种类, 在南疆地区, 是使用地膜两年后的棉花地土壤中地膜残留量最高, 为 41.9 kg/hm², 小麦地残留量居次, 为 27.2 kg/hm², 瓜菜地残留量为 20.4 kg/hm², 玉米地残留量最低, 为 17.6 kg/hm², 这在很大程度上是受到农事活动影响的结果^[10]。第四, 农膜本身特性, 地膜越薄, 抗拉能力越差, 易破碎的地膜将导致耕地土壤中残留量增加。根据中国强制性国家标准 GB13735-1992 的规定, 聚乙烯地膜的厚度不应低于 0.008 mm, 这个标准只有日本地膜标准厚度的 57%。即使如此, 中国不少企业生产的地膜厚度还达不到要求。由于这些地膜极薄, 抗拉能力差, 易碎, 加大了回收难度, 造成残留量加大。

3 残留地膜对农业环境的危害和影响

由于地膜分子量大、性能稳定, 能够在自然条件下在土壤中长期存留。残留农膜对农业生产及环境都具有较大的副作用, 主要表现在 3 个方面, 即影响农田土壤特性, 作物生长发育、农事操作和导致牛、羊等家畜误食死亡。

3.1 残留地膜对土壤特性的影响

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、降水和灌溉水的渗透, 影响土壤的吸湿性, 从而阻碍农田土壤水分的运动, 导致水分移动速度减慢, 水分渗透量减少。试验结果显示水分下渗速度与土壤中地膜残留量呈对数关系, 当残留量达到 360 kg/hm² 时, 水分下渗速度明显减慢, 只相当于对照的 2/3^[7]。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, 在一定程度上破坏农田土壤空气的正常循环和交换, 进而影响到土壤微生物正常活动, 降低土壤肥力水平。在新疆等地, 残膜还可能造成地下水难以下渗, 造成土壤次生盐碱化等^[11]。还有试验结果显示, 当农膜残留量达到 225 kg/hm² 时, 土壤容重增加 18.2%、土壤孔隙度降低 13.8%、土壤含水量降低 11.7%, 而且这些土壤参数值随残留农膜碎片增大而变劣^[12]。

3.2 残留地膜对农作物的危害

1) 残留地膜对农作物生长发育的抑制作用

残膜的聚集阻碍土壤毛细管水的运移和降水的渗透, 对土壤容重、孔隙度和通透性都产生不良影响, 造成土壤板结、地力下降^[13]。由于残膜影响和土壤理化性状的破坏, 必然造成农作物种子发芽困难, 根系生长发育受阻, 农作物生长发育受抑制。同时, 残膜隔离作用影响农作物正常吸收养分, 影响肥料利用效率, 致使产量下降。已有试验结果显示, 当土壤中地膜残留量达到 37.5 kg/hm² 时, 小麦基本苗较对照减少 25%, 冬前分蘖数较对照减少 17%, 表现出苗慢, 出苗率低, 根系扎得浅, 有些根系由于无法穿透残膜碎片而呈现弯曲横向发展, 残留地膜对玉米、茄子、白菜和花生根系的生长具有明显的抑制作用^[14,15]。在新疆棉区, 试验结果显示, 棉田土壤中残膜导致烂种和滥芽率大幅度提高, 棉苗侧根减少, 棉苗死亡率提高, 现蕾期推迟和株高降低^[11]。但也有与此不同的研究结论, 如蒋丽萍^[16] 研究结果显示西红柿株高、茎粗、叶数、植株干重在土壤中残留量低于 360 kg/hm² 时受到的影响都不大。这种差异较大的研究结果可能与试验条件有关, 尤其是土壤和作物的特性不一有关, 象西红柿这种根系穿透能力较强的作物可能受到的影响较小, 而根系穿透能力有限的小麦和白菜等可能受到的影响较大, 关于这个问题也需要进一步的试验验证。

2) 残留农膜对农作物产量的影响

大量研究结果显示当土壤中地膜残留量达到一定数量时会影响作物生产环境和自身的生长发育, 进而影

响到农作物的产量。张保民^[17]通过控制试验发现当 2 m²耕地中埋入 2, 4, 8 m² 的地膜后, 小麦产量分别较对照减少 15.3%, 30.8% 和 46.2%。残留地膜对花生产量有极显著的影响, 尤其是单株结果数影响较大, 减产率高达 32.9%^[12, 18-20] 研究结果也同样支持这样的结论, 当土壤中残膜量在 75 kg/hm² 时, 花生产量减少 10.9%~15.7%; 棉花单株铃数减少 0.8~1.0 个, 导致棉花产量降低 7.3%~21.6%。也有一些研究结果显示在目前地膜残留水平下, 农作物的产量基本不会受到大的影响^[6]。

3.3 农田残留地膜其他副作用

由于回收残膜的局限性, 加上处理回收残膜不彻底, 部分清理出的残膜弃于田地、水渠、林带中, 影响生态环境, 造成“视觉污染”^[11]。残膜还可能缠绕在犁头和播种机轮盘上, 影响田间作业。另外残膜的碎片还会随农作物的秸秆和饲料混在一起, 牛羊等家畜误食后, 可导致肠胃功能不良, 严重时会引起牲畜死亡, 如笔者在甘肃梁平地区调查发现, 一些牛羊由于误食残留在农田的地膜而死亡。在山东泗水县苗馆镇也出现多起羊、牛吞食了化纤塑料之类杂物而死亡的事例。

4 农用地膜污染的防治技术与措施

随着农业生产对地膜需求的日益增加和应用范围的扩大, 有效地开展地膜污染的防治工作已经成为必须认真对待的问题。根据过去 20 多年来的经验和教训, 地膜污染的防治重点应该开展以下几方面的工作。

第一, 提高地膜的质量, 提高地膜回收率。已有实验结果表明, 如果将目前广泛使用的 0.006~0.008 mm 厚的地膜增加到 0.012 mm, 并添加一些抗老化物质, 不仅可以延长地膜的使用寿命, 提高其增温、保墒效果, 而且有利于干净回收^[4]。同时, 研究适合不同地区种植模式的地膜宽度, 宽幅地膜可以有效地减少地膜在土壤中的残留量, 60 cm 窄膜较 140 cm 宽膜残留土壤中的几率大 2.17~2.57 倍^[21]。

第二, 结合生产实际, 改进农艺技术, 促进地膜回收。主要是把握时机, 确定合理的揭膜时期和方法, 如将作物收获后揭膜改变为收获前揭膜, 并根据区域实际和作物生长特点, 筛选作物的最佳揭膜期。选择雨后初晴或早晨土壤湿润时揭膜, 提高地膜的回收率。如山西海拔 1000 m 地区地膜玉米, 一般是在大喇叭口期揭膜; 而海拔 1000 m 以下地膜玉米, 一般在拔节期揭膜, 都能够大幅度提高地膜回收率^[22]。新疆棉区, 在第一次灌水前揭膜可以有效地减少地膜残留, 90% 以上的地膜能够得到有效回收, 同时对棉田土壤温、湿度和棉花生产也没有不利影响^[23]。

第三, 加强地膜回收机的研究, 促进和提高残膜的回收和利用。由于地膜应用范围和面积的扩大, 人工回收已经变得越来越困难, 机械回收残膜已经成为必然趋势。按照农艺要求和残膜回收时间, 残膜回收机械可分为苗期揭膜机械、秋后回收机械、耕层内清捡机械和播前回收机械等不同类别。通过残膜回收机械的使用, 并

辅以人工捡拾, 可以大大提高残膜回收率。目前国内研制的回收机已经比较成熟, 并在一定范围内推广^[24]。新疆研制的卷膜式棉花苗期残膜回收机残膜回收率达 85%~94%, 生产效率也已经达到较高水平^[25]。加强技术攻关, 拓宽残留地膜利用途径, 促进回收率的提高。残留地膜在农田中是污染物, 但它同时也是一种宝贵的资源, 有广泛的用途, 如用残膜生产塑料管、防渗材料。因此, 十分有必要加强残留地膜循环再利用的技术攻关, 变环境的污染物为可再利用的资源, 以此带动和促进地膜回收, 减少残留在农田中的地膜数量。

第四, 开展地膜替代品和新农业技术研究, 减少普通地膜的应用量。根据地膜增产原理, 开发研究新型的覆盖保温保湿材料, 如光降解地膜、生物降解地膜和光/生物降解地膜和液态地膜。目前, 生物降解地膜的研究虽然有一定的进展, 但由于受到材料、价格的影响, 大面积应用还存在一定的难度。同时, 还可以采用麦草、玉米秸秆等农作物进行覆盖等, 避免地膜残留污染, 已有的研究结果已经证明应用农作物秸秆进行覆盖能够有效地改善耕地质量优化土壤结构, 能够促进微生物繁殖活动, 增加土壤的有机质。

[参 考 文 献]

- [1] 陈奇恩. 中国塑料薄膜覆盖农业[J]. 中国工程科学, 2002, 4(4): 12-21.
- [2] 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.
- [3] 刘伟峰, 赵满全, 田海清, 等. 农用地膜带来的环境污染和回收技术的分析研究[J]. 中国农机化, 2003, (5): 34-35.
- [4] 王 频. 残膜污染治理的对策和措施[J]. 农业工程学报, 1998, 14(3): 185-188.
- [5] 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.
- [6] 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[J]. 内蒙古农业科技, 2001, (2): 36-37.
- [7] 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[J]. 棉花学报, 1994, 6(2): 103-108.
- [8] 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.
- [9] 刘祥雷, 季善贵, 付廷贵, 等. 覆膜农田地膜残留量演变的调查与研究[J]. 2000, (4): 11-14.
- [10] 王维岗, 申玉熙. 新疆农田废旧地膜污染状况及防治措施[J]. 新疆农业科技, 2002, 6: 5.
- [11] 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[J]. 新疆环境保护, 2000, 22(3): 176-178.
- [12] 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.
- [13] 翟金良, 邓 伟, 刘振乾. 中国农业自身污染及其控制对策[J]. 环境保护科学, 2001, 27: 34-36.
- [14] 安 琼. 塑料对农田生态系统的污染及防治[J]. 农村生态环境, 1996, 12(2): 44-47.
- [15] 程桂荪, 刘小秧, 刘渊君, 等. 农田地膜残片允许值的研究[J]. 土壤肥料, 1991, 5: 27-30.

- [16] 蒋丽萍, 马焱萍, 李 博. 残留地膜对番茄生育状况及产量的影响[J]. 福建农业科技, 1998, 5: 14– 15.
- [17] 张保民, 王兰芝, 潘同霞, 等. 残膜土壤对小麦生长发育的影响[J]. 河南农业科学, 1996, 15(2): 9– 10.
- [18] 张保民, 王兰芝, 潘同霞, 等. 残膜对花生生长发育的影响[J]. 农业环境保护, 1994, 13(4): 186– 186.
- [19] 黄星炯, 陈仲清, 刘香春. 地膜残留对花生生育影响的研究[J]. 中国油料, 1993, 3: 45– 48.
- [20] 姜益娟, 郑德明, 朱朝阳. 残膜对棉花生长发育及产量的影响[J]. 农业环境保护, 2001, 20(3): 177– 179.
- [21] 袁俊霞. 农用残膜的污染与防治[J]. 农业环境与发展, 2003, 1: 31– 32.
- [22] 张建中, 张玉峰, 段月梅, 等. 论农田“白色污染”的防治途径[J]. 山西农机, 2002, 32(14): 16.
- [23] 米岁芳, 王 萍, 张惠文. 棉花地地膜残留及其对策的试验研究[J]. 新疆环境保护, 1998, 20: 27– 29.
- [24] 侯书林, 胡三媛, 孔建铭. 国内残膜回收机研究的现状[J]. 农业工程学报, 2002, 18(3): 186– 190.
- [25] 薛文瑾, 王春耀, 朱振中, 等. 卷膜式棉花苗期残膜回收机的设计[J]. 农业机械学报, 2005, 36(3): 148– 150.

Present situation of residue pollution of mulching plastic film and controlling measures

Yan Changrong, Mei Xurong^{*}, He Wenqing, Zheng Shenghua

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

Abstract: Increasing temperature and keeping soil moisture effect of mulching plastic film have brought a positive and important progress in agricultural productivity, and also the residue of mulching plastic film in the field has already become a negative factor that affected agricultural environment, which destroyed soil structure and harmed growth of crop. Based on results of domestic study on this issue, the authors comprehensively analyzed the application situation of mulching plastic film in agriculture, and the distribution characteristics as well as the influencing factors, the harm ways of the residue of mulching plastic film. According to the actual situation, the techniques of preventing and controlling measures for residue pollution of mulching plastic film were put forward.

Key words: mulching plastic film; residue pollution of mulching plastic film; prevention and controlling measures