

Harm and Prevention Countermeasures of the Pollution from Residual Plastic Film

Zhiyou Zhang, Peigeng Xie*, Minghua Dai

Hunan Agricultural Information and Engineering Institute, Changsha Hunan
Email: zhiyouzhang@sina.com, *1162152586@qq.com

Received: Jul. 16th, 2018; accepted: Jul. 30th, 2018; published: Aug. 6th, 2018

Abstract

In order to provide reference and decision basis for the sustainable development of plastic film mulching and the prevention and control of residual film pollution, this paper discussed application status and residual pollution characteristics of plastic mulch, and put emphases on the harm caused by residual plastic film to soil and crop growth and development, as well as analyzed the risk of the leakage of plastic residual membrane, and then put forward the measures to prevent and control the residual pollution of plastic residual membrane.

Keywords

Residual Plastic Film, Pollution, Harm, Control

地膜残留污染危害及防控对策分析

张智优, 谢培庚*, 戴明华

湖南省农业信息与工程研究所, 湖南 长沙
Email: zhiyouzhang@sina.com, *1162152586@qq.com

收稿日期: 2018年7月16日; 录用日期: 2018年7月30日; 发布日期: 2018年8月6日

摘要

本文从论述塑料地膜覆盖应用现状与残留污染特征出发, 重点阐述了残留地膜对土壤及作物生长发育造成的危害, 以及分析了塑料残膜的渗出物诱发风险, 并提出了防控地膜残留污染的措施, 以期为覆膜栽培技术的可持续发展和残膜污染的防治工作提供参考和决策依据。

*通讯作者。

关键词

地膜残留, 污染, 危害, 防控

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

地膜覆盖栽培技术是我国从日本引进的一项新型作物增产技术, 是我国发展现代农业、实现增产增收的一项重要技术措施。因为地膜具有透光性好、保温性强、不透水等性能, 所以地膜覆盖栽培技术在增温保墒、保水保肥、改善土壤理化性质、提高土壤肥力、抑制杂草生长、减轻病虫害、增产增收方面表现出显著优势, 在农业生产和水土资源高效利用方面发挥了重要作用。目前该技术在我国棉花、花生、玉米、马铃薯、瓜类、蔬菜、烟草、草莓等多种作物上进行了广泛应用, 且地膜覆盖面积逐年扩大。但是随着地膜使用量的急剧增加, 地膜残留污染问题也日趋严重, 残膜成了土壤污染源之一。防控地膜残留污染危害就成了耕地可持续发展利用亟需解决的问题。

2. 塑料地膜应用现状与残留污染现状

全国覆膜种植面积持续增加, 统计数据显示, 地膜覆盖面积和地膜使用量均位居世界第一, 覆盖面积从 1982 年 11.3 多万 hm^2 扩大到 2016 年 1840 万 hm^2 , 中国地膜用量从 1982 年 0.6 万 t 增加到 2016 年达到 147.01 万 t [1], 目前常使用的地膜类型为聚乙烯(PE)膜、聚氯乙烯(PVC)膜和乙烯-醋酸乙烯聚合物(EVA)膜等。为了节省农业生产成本, 农民广泛使用的地膜是厚度在 0.004~0.008 mm 超薄低密度聚乙烯膜, 而这类地膜成本低、老化速度快、易破碎、清理起来非常困难, 且因为回收残膜手段落后、人工捡拾地(残)膜效率极低、捡拾残膜成本高和劳动强度大等, 农民捡拾地膜主动交售积极性不高, 往往是捡拾归拢大片残膜, 将其于田间地头焚烧, 而小片片化无规则碎膜则随着土壤翻耕遗留于土壤耕层中, 这不仅造成土壤残膜污染和大气环境污染逐渐加重, 也导致资源的极大浪费。长时间的大面积使用地膜, 使得农田残膜污染呈现出积累效应尤为明显、污染区域差异化大、污染强度逐年增强, 具体为: 覆膜年限越长, 耕地残膜密度会增加、地膜残留量增加[2] [3] [4] [5] [6], 污染也就越严重; 地膜用量愈多、覆膜比例愈高, 土壤遭受地膜残留污染的风险就愈大[5]; 积聚在土壤浅耕层的残膜含量高于土壤深耕层的含量[6] [7] [8]; 土壤耕层的小片化无规则碎膜的数量远多于大片膜的数量; 土壤中的残膜因种植、覆盖方式、农艺要求的不同在土壤中呈水平、垂直或倾斜状分布。

3. 塑料残膜对土壤理化性质和土壤微生物的影响

地膜难降解的特性, 使得碎膜在耕作层积累, 土壤理化性质发生改变, 耕地地力水平下降, 土壤水分和养分利用效率降低。

3.1. 破坏土壤的毛细管作用, 影响水肥运移

残膜使土壤产生更多的隔离空间, 缩小土粒间的接触面, 增加土粒与膜的接触面, 减少和切断土壤中微孔隙(毛管)系统, 阻隔水肥运移途径、降低土壤水肥运移速度, 严重影响土壤毛管和土粒表面吸附或提升水分与养分的能力。国内外学者大量研究表明, 累积在土壤中的残留地膜改变土壤水的动力学性能,

降低水平湿润锋运移速率和土壤水分扩散率, 阻滞土壤水分入渗, 进而影响土壤水肥的运移, 影响程度会随着残膜量增加而加重[9] [10] [11]; 碎片化的残膜通过影响土壤孔隙的连续性来影响土壤重力水的下渗[12] [13]; 残膜造成了土壤毛细管的断裂, 使毛管水上升速度减慢[14] [15]; 土壤保水能力随土壤残膜埋深增加、残膜量增多呈现降低趋势[16] [17]。

3.2. 破坏土壤的物理结构, 降低土壤通透性

地膜是由聚烯烃类的高分子化合物经特殊工艺吹塑而成, 具有不透水和不透气的特性, 残留下来的地膜在土壤中难以降解、不能与土壤胶体结合, 残留地膜的大量聚集会严重破坏土壤的物理结构[18], 会阻碍土壤与大气的、水、气、热交换能力, 从而降低土壤的透气性、热容量和含水量。

3.3. 改变土壤的化学性质, 降低土壤肥力水平

伴随土壤表面覆膜年限的增长、土壤耕层中地膜残留强度的升高、耕层中残膜密度的增大, 土壤 pH 值呈升高趋势, 且易造成土壤局部次生盐碱化, 土壤有机质、碱解氮、有效磷、有效钾、全氮、全磷和全钾含量等土壤养分质量也均呈下降趋势[4] [19] [20]。

3.4. 影响土壤微生物的种群及活性

残留地膜能使土壤孔隙度下降、通透性降低, 对土壤中原有微生物的种群和数量以及土壤微生物的正常活动产生影响[21] [22], 最终导致土壤生态系统良性循环遭受破坏[23]。试验研究表明, 随着地膜残留累积水平的提高, 土壤中细菌和真菌数量均呈现下降趋势[24]。肥料分解提供养分的过程需要多种微生物和土壤活性酶的大量参与, 而残留塑料膜的难分解性使土壤微生物的生存和活动遭受严重影响, 使土壤酶活性大大降低, 进而使土壤呼吸作用的强度发生改变、土壤中迟效养分的转化率和贡献率大大降低[25]。

4. 残膜对农作物生长发育和产量的影响

4.1. 残膜对作物出苗率和幼苗成活的影响

土壤理化性状因残膜积聚而恶化, 这就会降低种植作物的出苗和成苗率, 导致作物出苗慢、出苗率低、缺苗现象随处可见。研究表明, 棉花和玉米的出苗率随着土壤耕层残膜量的增加呈下降趋势, 出苗时间延迟[26] [27] [28]。残膜导致作物出苗困难和幼苗成活率低的原因有两个: 一方面是残膜大量的累积使得土壤理化性质发生严重变化, 这就导致作物种子正常发芽和成苗所需的水分、养分和空气不能得到很好的保障[29]; 另外一方面就是种子播在残膜上或被残膜覆盖会因其无法顶破残膜造成无法发芽, 易形成烂种或烂芽。

4.2. 残膜影响作物根系生长

对养分和水分的吸收最为活跃的器官是作物的根系, 然而与作物根系直接接触的土壤残膜因其有韧性和延展性, 会影响作物根系的正常生长、迫使根系弯曲生长、改变作物原有根系构型或发生畸变、阻碍作物根系下扎, 另外残膜通过释放有毒物质到土壤微环境中抑制作物根系生长, 这一切都会使根系吸收水分和养分及正常生长受到严重影响。研究发现[30] [31] [32] [33] [34], 随着土壤耕层覆膜年限增加、土壤中残膜量的增加和残膜破碎程度增大, 作物的根长变短、根系数量及根系总重均减少、根系活力也降低, 根系生长发育受阻。

4.3. 残膜对作物产量的影响

土壤耕层中的残膜通过影响作物种子的发芽、作物的出苗和成苗、作物根系的正常生长以及土壤的

水肥气供应等使作物产量遭受严重影响。研究表明,番茄产量受地膜残留量的影响,番茄产量随着地膜残留量的增加呈现减少趋势[35];随着残膜量的积聚,棉花产量也呈现逐步降低的趋势[26][36];当土壤中残膜含量为超过一定数量时,玉米减产达11%~23%、大豆减产高达5.5%~9.0%、蔬菜减产14.6%~59.2%[37][38]。

5. 塑料残膜渗出物可能诱发的风险

地膜生产过程中添加了重金属稳定剂和增塑剂等助剂,随着时间的推移,地膜中的助剂成分会不断析出进入土壤,增加土壤、水及植物体中重金属、塑化剂等含量,随着析出物积累量的增加,会诱发环境污染或农产品安全风险。塑料地膜所渗出无机污染物主要是一些含铅(Pb)、镉(Cd)等重金属盐类稳定剂,这些重金属稳定剂通过范德华力与高分子化合物相连、不稳定,会不断的溶出;塑料地膜所渗出有机污染物的主要是邻苯二甲酸酯类(Phthalic acid esters 简称 PAEs)增塑剂,PAEs 和地膜中的高分子化合物是以范德华力和氢键相连而不是靠化学键来连接,在强光、雨淋、风寒等环境要素作用下,PAEs 会逐渐渗出来,进入到土壤、大气和水体等环境介质中,对土壤、地下水、地表水等造成污染[39]。这些游离出来的重金属或者 PAEs 等通过根系富集或叶绿体吸收进入到植物体内,再经植物产品进入人类食物链中,危害人体健康,给人体和环境带来潜在危害与污染风险[40]。

6. 防控对策

时至当下,地膜覆盖技术应用所产生的正负效应非常明显,虽然地膜覆盖技术对农业生产、农民增收和国家粮食安全非常重要,但我们必须重视并科学解决地膜残留污染问题,必须采用“源头减量、过程控制及末端回收治理”思路来缓解我国土壤塑料地膜残留污染,保障土壤生态系统的健康和农业资源的可持续利用。

6.1. 修订完善地膜各类标准, 加强监管和执法力度, 从源头减轻塑料残膜污染

科学规范地膜生产标准和批次检测方法,对不同功能地膜生产的主材、助剂、工艺、生产规模及地膜厚度等物理性状制定统一标准,对单批次配料吹膜产品按标准检测,扩充品种多样性,保障产品质量和功能,杜绝小规模吹膜和不规范生产,严禁生产和使用不合格地膜产品,提高施用地膜质量,降低回收难度,从源头减轻塑料残膜污染。

6.2. 集成创新地膜回收和防控新技术应用, 减轻和杜绝土壤残膜污染

创新技术研究,推广有利于地膜回收的作物覆膜方式,促进残膜回收;加强厚度适中、韧性好、抗老化能力强以及强度高的地膜的生产和应用,促进“一膜两(多)用”技术的大面积推广,提高地膜重复使用率、减少地膜残留量;优化改良耕作制度和农艺技术,实行倒茬轮作制度,推广倒茬后耕地前、苗期、耕作层地膜回收新技术,减少地膜单位面积平均覆盖率,减轻残膜污染危害;加强新型地膜替代应用技术的创新和示范,大面积补贴推广适合当地农情的多功能可降解液态地膜、生物降解地膜等新型完全降解地膜,从根本上消除和杜绝农田土壤残膜污染。

6.3. 创新优化残膜回收机具设计, 促进机械回收残膜技术大面积推广

我国覆膜农作物品种多样化、种植模式和农艺措施地域差异化明显、各地环境因素复杂多变,所以残膜回收机具设计创新时应根据当地实际情况而定,在提高回收率和工作效率的同时,应根据区域、作物及农艺措施的不同,创新设计出适应当地地形、土壤类型、种植模式以及作物特性的多类型多功能残膜回收机具,以满足不同地域多样性和特异性的需求;设计捡拾膜机具时要着重解决膜土分离、膜杂分

离、卷膜裹土、边膜回收、耕层残膜回收和脱膜等技术难题,提高残膜拾净率、残膜捡拾率、地膜回收率等性能指标,促进回收机具的大面积推广应用;在残膜回收机具中创新应用液压控制技术、传感技术、电子技术、信息技术等高新技术,提高机具的灵活性和智能性,提高残膜拾净率,降低机具能源消耗;优化改进农艺作业措施,减少膜面破损和碾压,提升地膜拉伸强度和施用地膜质量,以此降低机械捡拾难度;研发残膜捡拾压缩及装运技术,降低地膜转运的劳动强度,以提高储存和运输的效率和便利性,防止残膜二次污染。

6.4. 加大废旧地膜回收再利用力度,促进回收残膜资源化、能源化利用

全面推进地膜回收专业化,建立农膜等塑料制品的公益回收站系统,实施保护价格回收,引导农户自觉回收地膜。加快农膜能源化利用、资源化利用技术的研发,将回收、清洗、破碎、包装或造粒的回收残渣膜通过高温催化裂化等技术获得汽油、柴油等可用燃料,或通过晾晒、粉碎、漂洗、甩干、挤出生产再生塑料颗粒,然后利用再生塑料颗粒深加工成各种膜、管、包装袋、塑料容器等制品。

通过以上措施,进一步完善农膜产业链条,实现残旧地膜能源化或资源化利用,有效防控耕地残膜污染,保护耕地资源,提升产品品质,提高农业生产效益,促进农业绿色可持续发展。

基金项目

湖南省重点研发计划项目(2016SK2055);湖南省农业科学院科技创新项目(2017JC71);湖南省农业信息与工程研究所科技自主创新项目。

参考文献

- [1] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国农村统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017.
- [2] 周明冬, 胡万里, 耿运江, 等. 新疆农田地膜残留的影响因素分析[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(27): 189-191.
- [3] 董合干, 王栋, 王迎涛, 等. 新疆石河子地区棉田地膜残留的时空分布特征[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(9): 182-186.
- [4] 董合干, 刘彤, 李勇冠, 等. 新疆棉田地膜残留对棉花产量及土壤理化性质的影响[J]. 农业工程学报, 2013, 29(8): 91-99.
- [5] 郭战玲, 张薪, 寇长林, 等. 河南省典型覆膜作物地膜残留状况及其影响因素研究[J]. 河南农业科学, 2016, 45(12): 58-61 + 71.
- [6] 严昌荣, 刘恩科, 舒帆, 等. 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.
- [7] 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.
- [8] 童生红. 浅谈农用地膜对环境的影响[J]. 青海农林科技, 2015(1): 45-46 + 82.
- [9] 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.
- [10] 李元桥, 何文清, 严昌荣, 等. 点源供水条件下残膜对土壤水分运移的影响[J]. 农业工程学报, 2015, 31(6): 145-149.
- [11] 牛文全, 邹小阳, 刘晶晶, 等. 残膜对土壤水分入渗和蒸发的影响及不确定性分析[J]. 农业工程学报, 2016, 2(14): 110-119.
- [12] 李仙岳, 史海滨, 吕焯, 等. 土壤中不同残膜量对滴灌入渗的影响及不确定性分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(8): 84-90.
- [13] 李秋洪. 论农田“白色污染”的防治技术[J]. 农业环境与发展, 1997, 14(2): 17-19.
- [14] 吾普尔江·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.
- [15] 魏迎春, 唐琳. 农用地膜对土壤的污染及其防治探讨[J]. 西藏农业科技, 2010, 32(1): 39-41.

- [16] 王志超, 李仙岳, 史海滨, 等. 农膜残留对土壤水力参数及土壤结构的影响[J]. 农业机械学报, 2015, 46(5): 101-106.
- [17] 王志超, 李仙岳, 史海滨, 等. 含残膜土壤水分特征曲线模型构建[J]. 农业工程学报, 2016, 32(14): 103-109.
- [18] 支金虎, 郑德明, 朱友娟. 残膜污染对棉花生产的影响及其治理[J]. 塔里木大学学报, 2007, 9(3): 66-70.
- [19] 周瑾伟. 地膜残留对马铃薯产量和土壤理化性质的影响[J]. 农业科技与信息, 2017(4): 89-91.
- [20] 刘海. 地膜残留量对玉米及土壤理化性质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2017(2): 53-56.
- [21] Dick, R.P. (1988) Microbial Biomass and Soil Enzyme Activities in Compacted and Rehabilitated Skid Trail Soil. *Soil Science Society of America Journal*, **52**, 512-516.
- [22] Chen, Y.S., Wu, C.F., Zhang, H.B., et al. (2013) Empirical Estimation of Pollution Load and Contamination Levels of Phthalate Esters in Agricultural Soils from Plastic Film Mulching in China. *Environmental Earth Sciences*, **70**, 239-247. <https://doi.org/10.1007/s12665-012-2119-8>
- [23] Mumtaz, T., Khan, M.R. and Hassan, M.A. (2010) Study of Environmental Biodegradation of LDPE Films in Soil Using Optical and Scanning Electronmicroscopy. *Micron*, **41**, 430-438. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2010.02.008>
- [24] 宋世杰, 赵晓光, 聂文杰, 等. 基于盆栽试验的地膜残留对土壤微生物的影响[J]. 北方园艺, 2016(4): 172-178.
- [25] 张丹, 刘宏斌, 马忠明, 等. 残膜对农田土壤养分含量及微生物特征的影响[J]. 中国农业科学, 2017, 50(2): 310-319.
- [26] 武崇信, 解红娥, 任平合, 等. 残留地膜对土壤污染及棉花生长发育的影响[J]. 山西农业科学, 1995(3): 27-30.
- [27] 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.
- [28] 高玉山, 孙云云, 窦金刚, 等. 残膜对玉米出苗及根系伸长的研究[J]. 吉林农业科学, 2013, 8(6): 22-24.
- [29] 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): 34-36.
- [30] 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.
- [31] 高青海, 陆晓民. 残留地膜对番茄幼苗形态和生理特性的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2011, 19(5): 425-429.
- [32] 刘建国, 李彦斌, 张伟, 等. 绿洲棉田长期连作下残膜分布及对棉花生长的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(2): 246-250.
- [33] 程桂荪, 刘小秋, 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.
- [34] 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.
- [35] 蒋丽萍, 马焱萍, 李溥, 等. 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.
- [36] 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.
- [37] 马成远. 农用残膜积累影响土壤和作物产量的研究[J]. 农业技术与装备, 2015(7): 14-17.
- [38] 张江华, 蒋平安, 申玉熙, 等. 新疆农田地膜污染现状及对策[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(8): 1656.
- [39] 郭永梅. 邻苯二甲酸酯的毒性及相关限制法规[J]. 广州化学, 2012(2): 75-79.
- [40] 陈如, 蒋晓琪, 王建平. 邻苯二甲酸酯及其生态毒性[J]. 印染助剂, 2010(9): 52-56.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: hjas@hanspub.org