



农业资源与环境学报

CSCD 核心期刊
中文核心期刊
中国科技核心期刊

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

欢迎投稿 <http://www.aed.org.cn>

不同经营主体地膜使用及回收处理情况的调查研究

徐菊祯, 张梦璐, 陈源泉, 崔吉晓, 何文清

引用本文:

徐菊祯, 张梦璐, 陈源泉, 崔吉晓, 何文清. 不同经营主体地膜使用及回收处理情况的调查研究[J]. 农业资源与环境学报, 2023, 40(1): 229–237.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13254/j.jare.2021.0781>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

内蒙古河套灌区农田地膜残留量分布特征及影响因素

包明哲, 红梅, 赵巴音那木拉, 兴安, 叶贺, 沈钦国, 王力群

农业资源与环境学报. 2023, 40(1): 45–54 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2021.0596>

高强度地膜应用对棉花生产及地膜回收的影响

戚瑞敏, 刘勤, 王旭峰, 严昌荣

农业资源与环境学报. 2022, 39(5): 923–930 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2021.0506>

青岛市农田土壤残膜污染现状及其治理对策

李妍超, 李海萍, 王永显, 孙亚萍, 王凯荣, 杨青贤

农业资源与环境学报. 2017, 34(3): 226–233 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2016.0310>

地膜厚度对马铃薯生长及农田水热条件和残膜污染的影响

高宇, 王金莲, 赵沛义, 贾有余, 任永峰, 刁生鹏, 李焕春, 聂晶, 狄彩霞

农业资源与环境学报. 2018, 35(5): 439–446 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2017.0311>

PBAT型全生物降解膜对新疆番茄产量及土壤理化性质的影响

王斌, 万艳芳, 王金鑫, 孙九胜, 槐国龙, 崔磊, 张彦红, 魏彦宏, 刘国宏

农业资源与环境学报. 2019, 36(5): 640–648 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2018.0287>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

徐菊祯, 张梦璐, 陈源泉, 等. 不同经营主体地膜使用及回收处理情况的调查研究[J]. 农业资源与环境学报, 2023, 40(1): 229–237.

XU J Z, ZHANG M L, CHEN Y Q, et al. Mulch film consumption, residual film recovery, and treatment for different agricultural business entities[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2023, 40(1): 229–237.



开放科学 OSID

不同经营主体地膜使用及回收处理情况的调查研究

徐菊祯^{1,2}, 张梦璐^{1,2}, 陈源泉¹, 崔吉晓^{2*}, 何文清²

(1. 中国农业大学农学院, 北京 100193; 2. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所/农业农村部农膜污染防治重点实验室, 北京 100081)

摘要:为了调研不同经营主体地膜使用及回收处理情况,系统探讨不同经营方式对地膜使用及回收处理的影响,本研究以我国北方三省份(辽宁省、内蒙古自治区、甘肃省)为调研对象,通过发放调查问卷的方式调查了普通农户、种植大户(种植面积大于6.67 hm²)和合作社三类经营主体的地膜使用情况(平均覆膜率、地膜使用强度、地膜厚度和主要作物覆膜率等)及地膜回收情况(回收作业率、回收方式和回收后地膜的处理方式)。结果表明,三个省份采用地膜覆盖技术的主要作物是玉米、露地蔬菜、马铃薯、向日葵、花生;从覆膜率来看,种植大户、合作社分别比普通农户高7.54、8.50个百分点;从地膜使用强度来看,合作社地膜使用强度最高,平均为86.41 kg·hm⁻²,分别比普通农户和种植大户高4.37%、19.81%;从地膜厚度来看,不同经营主体使用的地膜厚度大致相同;从地膜回收的机械化捡拾程度来看,合作社最高,为48.29%,分别比普通农户、种植大户高27.85、10.92个百分点;从地膜回收作业率来看,不同经营主体均高于85%,其中普通农户、合作社较种植大户分别高1.04、1.65个百分点。研究表明,合作社和种植大户等规模化、组织化的经营主体更倾向于使用地膜覆盖技术,其使用和回收处理行为对环境更友好,因此,推进发展新型经营主体能够有效促进解决地膜污染问题。

关键词:地膜;经营主体;地膜回收;问卷调查

中图分类号:X322

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2023)01-0229-09

doi: 10.13254/j.jare.2021.0781

Mulch film consumption, residual film recovery, and treatment for different agricultural business entities

XU Juzhen^{1,2}, ZHANG Menglu^{1,2}, CHEN Yuanquan¹, CUI Jixiao^{2*}, HE Wenqing²

(1. Agricultural College, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. Institute of Agriculture Environment and Sustainable Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Agricultural Film Pollution Prevention and Control, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081, China)

Abstract: Investigating the use and recycling of plastic films by different agricultural business entities can systematically determine the impact of different business modes on the use and recycling of plastic film and provide suggestions for the prevention and control of related pollution. Therefore, three provinces in northern China (Liaoning, Inner Mongolia, and Gansu) were selected as sites to investigate the use and recycling of plastic film by traditional farmers, stakeholders of large farms (planting area > 6.67 hm²), and cooperatives. In this study, the average mulching area, intensity of mulching plastic film used, mulching thickness, and coverage rate of main crops were investigated to determine the characteristics of mulch film use for different agricultural business entities. The recovery operation rate, recovery methods, and treatment of plastic film after recovery were considered to compare the characteristics of methods of recycling plastic film. The main crops covered by plastic film in the three provinces were corn, open field vegetables, potatoes, sunflowers, and peanuts. Compared with traditional farmers, the rate of plastic film mulching was 7.54 percent points for stakeholders of large farms and 8.50 percent points higher for cooperatives. Cooperatives had the highest-intensity use of mulching plastic film 86.41 kg·hm⁻² on average, which was 4.37% and

收稿日期: 2021-11-10 录用日期: 2022-01-17

作者简介: 徐菊祯(1997—),女,四川眉山人,硕士研究生,研究方向为农业系统生态经济评价。E-mail: xujuzhen0068@163.com

*通信作者: 崔吉晓 E-mail: cuijixiao@caas.cn

基金项目: 国家重点研发计划课题(2021YFD1700700)

Project supported: The National Key Research and Development Program of China(2021YFD1700700)

<http://www.aed.org.cn>

19.81% higher, respectively, than those of traditional farmers and stakeholders of large farms. No substantial differences were observed in the thickness of the mulch film used in different agricultural business entities. Cooperatives had the highest mechanization rate (48.29%) for plastic film recovery, which was 27.85 percent points and 10.92 percent points higher than those of traditional farmers and stakeholders of large farms, respectively. The plastic film recycling operation rates were higher than 85% for all kinds of agricultural business entities, with traditional farmers and cooperatives having rates that were 1.04 percent points and 1.65 percent points higher, respectively, than those of stakeholders in large farms. Our results showed that large-scale and organized operators, such as cooperatives and stakeholders in large farms, are more inclined to use plastic film mulching technology, and their use and recycling behaviors are more environmentally friendly. Promoting the development of new operators can thus effectively solve the problem of plastic film pollution.

Keywords: plastic film; agricultural business entity; plastic film recovery; questionnaire investigation

地膜具有增温保墒、控草防病虫害、提高氮素利用效率等^[1-2]良好性能,在我国已大面积推广使用。据统计,1994—2019年,我国地膜使用量从42.6万t增加到137.9万t,地膜覆盖面积从624.4万hm²增加到1776.5万hm²,对保障粮食安全和促进农民增产增收具有重要意义^[3]。但是,地膜难以回收和降解^[4],对土壤造成了不同程度的污染^[5],导致作物减产、品质下降,甚至影响农事操作^[6]等,严重影响我国农业可持续发展^[7-8]。

近年来,部分研究学者从覆膜情况、地膜厚度、主要覆膜作物、回收作业率、回收方式等方面对甘肃省、内蒙古自治区等用膜量较大省份的地膜使用及回收处理情况进行了调查分析^[9-10]。另一些学者则对典型样点进行污染残留监测,研究发现不同作物残留强度不同,且残膜污染具有累积效应^[11-12]。随着地膜覆盖技术的广泛应用,残膜污染问题亟待解决,提高地膜回收成效是解决地膜污染的有效举措。农户作为地膜使用与回收处理等环节的重要主体,其行为直接影响地膜回收成效。吕军等^[13]的研究表明,耕地面积较大且使用厚地膜的农户更容易回收地膜。郑兆峰等^[14]的研究表明,残膜回收补贴、回收组织能显著提高农户回收地膜积极性。此外,参加专业培训也能增强农户回收地膜意识^[15]。然而,目前的地膜使用与回收处理现状及其影响因素分析多以小农户作为研究对象。近年来,我国农业生产经营主体发生变化,种植大户、合作社逐步发展起来。适度规模化经营有利于整合土地资源,加上国家政策的扶持,培育新型经营主体将有助于地膜回收处理和管理^[16-17]。2017年农业部印发《农膜回收行动方案》,提出“引导种植大户、农民合作社等新型经营主体开展地膜回收”。研究表明,种植大户比普通农户更愿意回收地膜,且回收率更高^[18]。参加合作社的农户具有较好的环境认知,地膜回收行为较为积极^[19]。但目前关于不同经营主体对地膜的使用、回收、处理方式全过程的研究相对不足。

因此,本研究以不同经营主体为研究对象,从微观层面出发,调查研究其对地膜的使用、回收、处理方式,系统探讨组织化、规模化经营对农户使用、回收和处理地膜的影响,明确不同经营主体在地膜污染防治中的作用,为地膜污染防治和环境生态治理提供决策参考。

1 调研基本情况

本研究采用的调研数据于2018年完成。调研区域为我国北方地膜使用面积较大的三个典型省份:辽宁省、内蒙古自治区和甘肃省。2015—2019年,辽宁省地膜平均覆盖面积为31.4万hm²,平均使用量为3.9万t;内蒙古自治区地膜平均覆盖面积为131.4万hm²,平均使用量为7.5万t;甘肃省地膜平均覆盖面积为135.4万hm²,平均使用量为11.5万t。调研以县(市、区)为基本单元,以普通农户、种植大户和合作社3类经营主体为调研对象展开抽样调查。其中种植大户为种植面积大于6.67hm²且以家庭为生产经营单位的农户;合作社为登记注册的农民专业合作社。具体调研地点则选择地膜使用量较大的县(市、区):辽宁调研了8个县(市、区),内蒙古调研了21个县(市、区),甘肃调研了45个县(市、区),具体调研县(市、区)如表1所示。调研委托当地长期从事农业的工作人员开展,并在调研之前对调研人员进行专业培训与模拟练习,以保证调研结果的有效性与准确性。

调研通过发放调查问卷的方式开展,主要调研内容包括:地膜使用情况(包括平均覆膜率与主要作物覆膜率、地膜使用强度、地膜厚度等)、地膜回收情况(包括回收作业率、回收方式)和回收后地膜的处理方式。调研对象均长期使用地膜,其中辽宁平均使用地膜时长约为6.9年,内蒙古平均使用地膜时长约为11.9年,甘肃平均使用地膜时长约为15.5年,因此调研对象的地膜使用和回收处理行为具有代表性。

此次调研共发放了8986份问卷,通过剔除异常数据,共获得有效问卷7578份,其中辽宁686个样

表1 调研地点

Table 1 Research locations

省份 Province	县(市、区) County (City, District)
辽宁	阜蒙县 彰武县 建平县 喀喇沁左旗蒙古族自治县 黑山县 新民市 普兰店区 海城市
内蒙古	扎赉特旗 科尔沁区 喀喇沁旗 巴林左旗 宁城县 松山区 翁牛特旗 阿荣旗 开鲁县 太仆寺旗 突泉县 科右前旗 化德县 临河区 杭锦后旗 乌拉特前旗 五原县 土左旗 察右前旗 商都县 武川县
甘肃	安定县 景泰县 临夏县 临洮县 永靖县 榆中县 会宁县 武都区 庄浪县 镇原县 民勤县 凉州区 山丹县 甘州区 敦煌市 陇西县 岷县 渭源县 金川区 永昌县 金塔县 肃州区 玉门市 广河县 礼县 崇信县 泾川县 静宁县 崆峒区 灵台县 合水县 华池县 环县 宁县 正宁县 甘谷县 麦积区 通渭县 古浪县 天祝县 高台县 临泽县 民乐县 靖远县 平川区

表2 不同经营主体调研样本数量

Table 2 Number of survey samples of different agricultural

business entities				
省份 Province	样本总数 Total number of samples	普通农户 Traditional farmer	种植大户 Stakeholder of large farm	合作社 Cooperative
辽宁	686	604	50	32
内蒙古	2 390	1 992	322	76
甘肃	4 502	3 999	313	190

本,内蒙古2 390个样本,甘肃4 502个样本(表2)。

2 结果与分析

2.1 地膜使用情况

2.1.1 经营主体覆膜率与主要作物覆膜率

调研发现,三省份不同经营主体的覆膜率(作物覆膜面积与播种面积的百分比)有所差异(图1)。总体来看,种植大户与合作社的覆膜率高于普通农户,其中种植大户的覆膜率比普通农户高7.54个百分点,合作社的覆膜率比普通农户高8.50个百分点。内蒙古各经营主体平均覆膜率在三个省份中最高,为70.86%,比甘肃高4.16个百分点,比辽宁高21.21个百分点。具体来看,辽宁不同经营主体中,种植大户的覆膜率最高,为63.02%,显著高于普通农户的覆膜率,高出14.94个百分点。内蒙古不同经营主体中,合作社的覆膜率最高,为81.36%,与普通农户、种植大

户的覆膜率差异显著($P<0.05$),分别高出10.74、11.50个百分点。甘肃不同经营主体中,种植大户的覆膜率最高,为77.80%,与合作社的覆膜率相近,但显著高于普通农户的覆膜率,高出12.30个百分点。

不同省份间的主要种植作物与耕作制度和地理特征有关,不同经营主体间也有所区别。本研究梳理了三个省份不同经营主体覆膜面积排名前三的作物,具体情况如表3所示。

由表3可以看出,辽宁不同经营主体的主要覆膜作物有所差异,普通农户主要覆膜作物为玉米、花生、露地蔬菜;种植大户主要覆膜作物为玉米、马铃薯、花生;合作社主要覆膜作物为玉米、露地蔬菜、保护地蔬菜。内蒙古与甘肃不同经营主体主要覆膜作物相似,内蒙古为玉米、向日葵、露地蔬菜,甘肃为玉米、马铃薯、露地蔬菜。总体来看,三个省份的主要覆膜作物为玉米、露地蔬菜、马铃薯、向日葵、花生,其中辽宁各经营主体的玉米覆膜率均低于50%,其余覆膜面积较高的作物覆膜率均高于60%。

2.1.2 地膜使用强度与地膜厚度

地膜使用强度即单位面积地膜使用量。从地膜

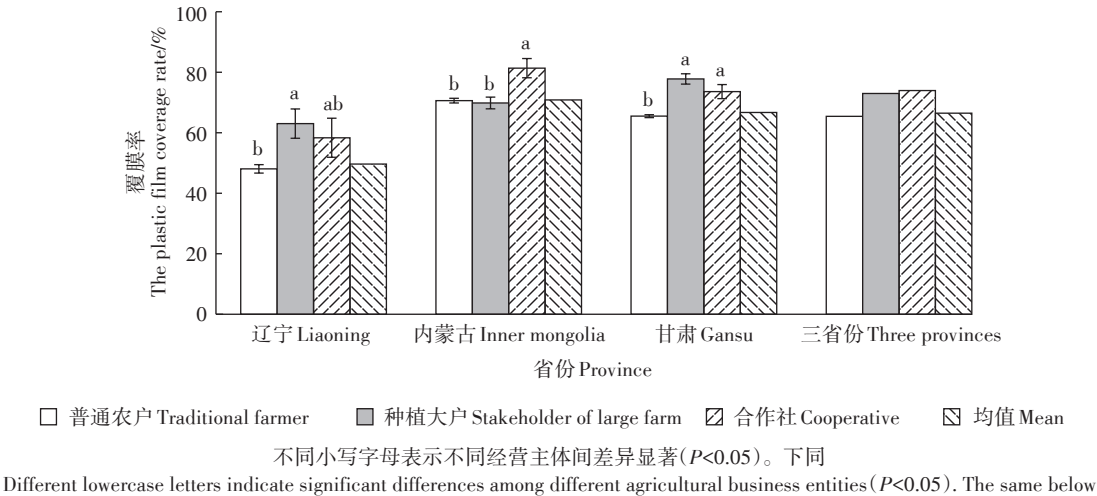


图1 不同经营主体的覆膜率

Figure 1 Plastic film coverage rate of different agricultural business entities

表3 不同经营主体主要种植作物类型及其覆膜率

Table 3 Main crop types and coverage rate of different agricultural business entities

省份 Province	经营主体类型 Type of agricultural business entities	作物类型 Crop type	覆膜率 Coverage rate of the plastic film/%
辽宁	普通农户	玉米	22.74
		花生	77.67
		露地蔬菜	69.47
	种植大户	玉米	43.03
		马铃薯	100.00
		花生	60.08
	合作社	玉米	30.68
		露地蔬菜	68.64
		保护地蔬菜	77.15
内蒙古	普通农户	玉米	72.71
		向日葵	91.82
		露地蔬菜	94.51
	种植大户	玉米	72.77
		向日葵	94.17
		露地蔬菜	88.22
	合作社	玉米	81.74
		向日葵	94.29
		露地蔬菜	100.00
甘肃	普通农户	玉米	93.35
		露地蔬菜	84.77
		马铃薯	60.35
	种植大户	露地蔬菜	97.25
		马铃薯	88.52
		玉米	94.20
	合作社	露地蔬菜	86.57
		玉米	91.35
		马铃薯	76.51

使用强度(图2)来看,合作社的地膜使用强度最高,平均为 $86.41\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,每公顷地膜使用量比普通农户高4.37%,比种植大户高19.81%。三个省份中,甘肃不同经营主体的地膜使用强度相对较高,为 $96.46\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,比辽宁高20.30%,比内蒙古高74.78%。具体来看,辽宁与内蒙古不同经营主体间地膜使用强度差异不显著;甘肃合作社的地膜使用强度与普通农户差异不显著,但显著高于种植大户($P<0.05$),高出9.80%。地膜使用强度与地膜的厚度、作物种植密度和地膜覆盖方式等有关。

地膜厚度是影响回收作业的主要因素之一,影响地膜的回收率。分析不同经营主体使用的地膜厚度能够准确了解分析目前使用的地膜是否合格。调研结果显示,不同省份间经营主体使用的地膜厚度有所差异,但省份内不同经营主体间的使用情况大致相同。由表4可以看出,辽宁经营主体主要选用厚度 $0.008\sim 0.010\text{ mm}$ 的地膜,其次为厚度 $<0.008\text{ mm}$ 的地膜,使用厚度 $\geq 0.010\text{ mm}$ 地膜的经营主体均不足3%。内蒙古经营主体主要选用厚度 $<0.008\text{ mm}$ 的地膜(占比50%以上),其次为厚度 $0.008\sim 0.010\text{ mm}$ 的地膜,使用厚度 $\geq 0.010\text{ mm}$ 地膜的经营主体约占5%。甘肃经营主体主要选用厚度 $\geq 0.010\text{ mm}$ 的地膜(占比70%以上),其次为厚度 $0.008\sim 0.010\text{ mm}$ 的地膜。甘肃经营主体使用的地膜厚度最厚,这也是其单位面积地膜使用量最大的原因之一。

2.2 残膜回收与处理情况

2.2.1 残膜回收方式

残膜回收方式主要有手工捡拾和机械化回收两种方式,回收方式受经营主体类型影响。就不同经营主体而言,三个省份种植大户机械化捡拾程度最高,

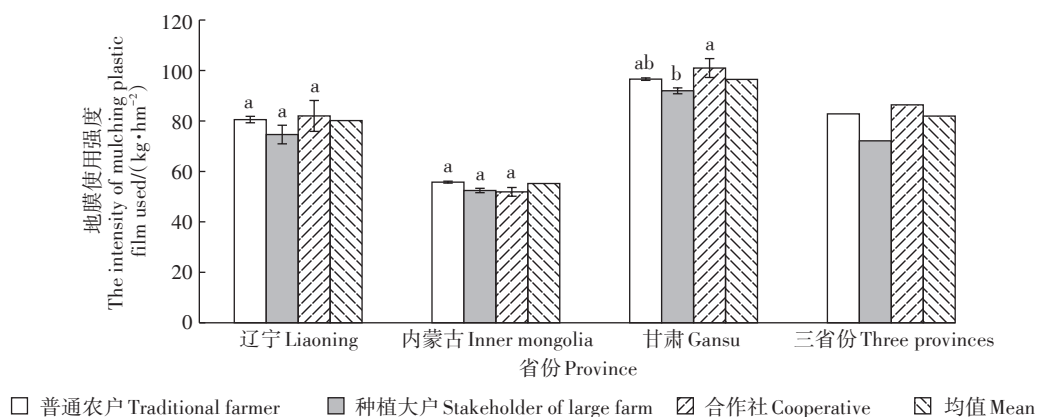


图2 不同经营主体地膜使用强度

Figure 2 The intensity of mulching plastic film used of different agricultural business entities

表4 不同经营主体使用的地膜厚度(d)分布比例(%)
Table 4 Distribution ratio of plastic film thickness(d) used by different agricultural business entities(%)

省份 Province	经营主体类型 Type of agricultural business entities	$d<0.008$ mm	$0.008\leq d<0.010$ mm	$d\geq 0.010$ mm
辽宁	普通农户	38.35	59.37	2.28
	种植大户	37.73	60.38	1.89
	合作社	23.08	76.92	0
内蒙古	普通农户	51.09	47.02	1.89
	种植大户	53.05	42.44	4.51
	合作社	49.58	42.86	7.56
甘肃	普通农户	0.10	29.47	70.43
	种植大户	0	20.73	79.27
	合作社	0.37	28.20	71.43

为48.29%,比普通农户、合作社分别高27.85、10.92个百分点(图3)。不同省份间的主要回收方式不同,辽宁与甘肃的经营主体普遍采用人工捡拾,其中甘肃人工捡拾程度最高,平均为86.20%。而内蒙古人均耕地面积相对较大,覆膜面积也较大,其机械化捡拾程度最高,平均为48.78%。省份内不同经营主体之间,辽宁合作社的机械化捡拾程度为9.38%,高于普通农

户和种植大户;内蒙古合作社的机械化捡拾程度最高,为69.74%,普通农户的人工捡拾程度最高,为36.69%。甘肃普通农户的人工捡拾程度最高,为88.83%(图3)。

2.2.2 地膜回收作业率

不同经营主体的地膜回收作业率(回收作业面积与覆膜面积的百分比)差别不大(图4),且均高于85%。三个省份普通农户、种植大户、合作社的地膜回收作业率分别为89.42%、88.38%、90.03%。不同省份之间,甘肃地膜回收作业率最高,为96.85%,分别比辽宁、内蒙古高21.10、17.72个百分点。辽宁普通农户与合作社的地膜回收作业率显著高于种植大户($P<0.05$),分别高出16.23、15.03个百分点。内蒙古和甘肃的不同经营主体的地膜回收作业率差异不显著。提高地膜回收作业率,降低土壤中的地膜残留量,有利于保护土壤结构,减少“白色污染”。

2.2.3 残膜处理方式

如图5所示,三个省份的经营主体对回收残膜的处理方式有所差异,不同省份经营主体间差别不大。辽宁各经营主体主要采用回收后填埋或废弃方式,占比约50%~60%;采用回收后由公司收购方式的普通

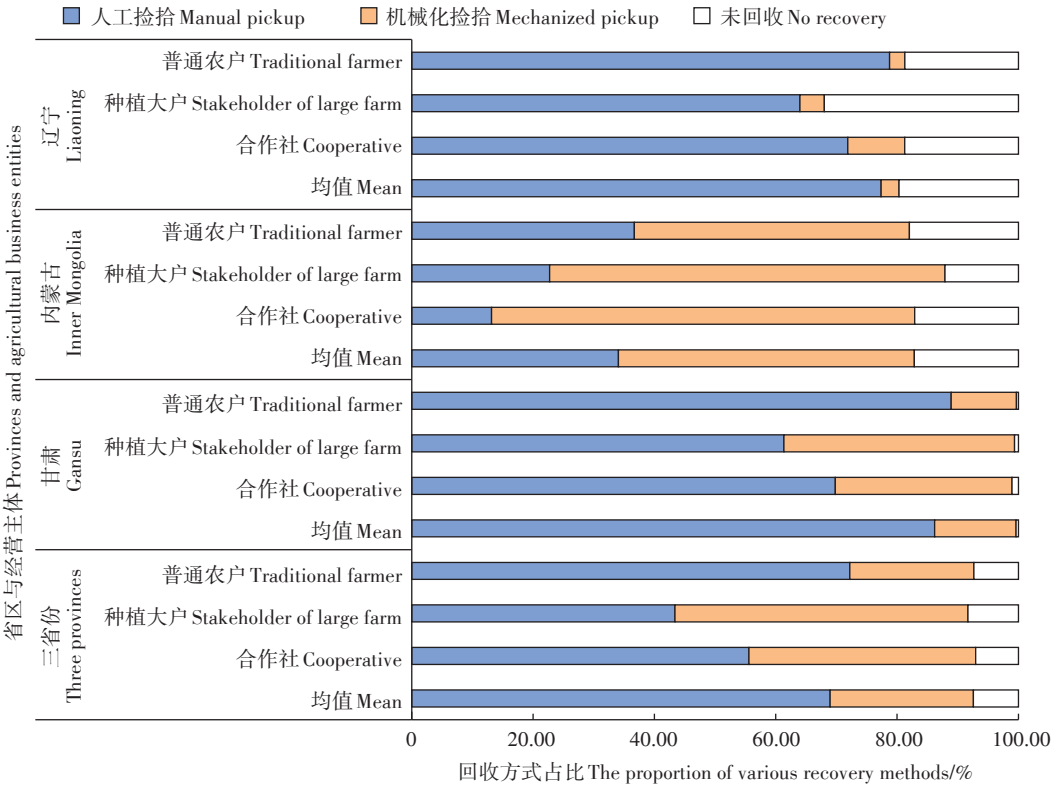


图3 不同经营主体残膜回收方式

Figure 3 Recovery methods for residual film of different agricultural business entities

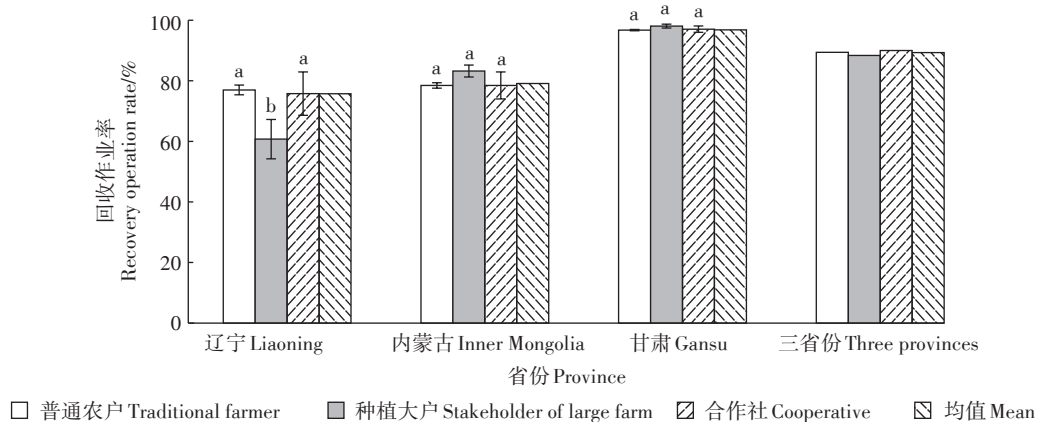


图4 不同经营主体的地膜回收作业率

Figure 4 Recovery operation rate of plastic film of different agricultural business entities

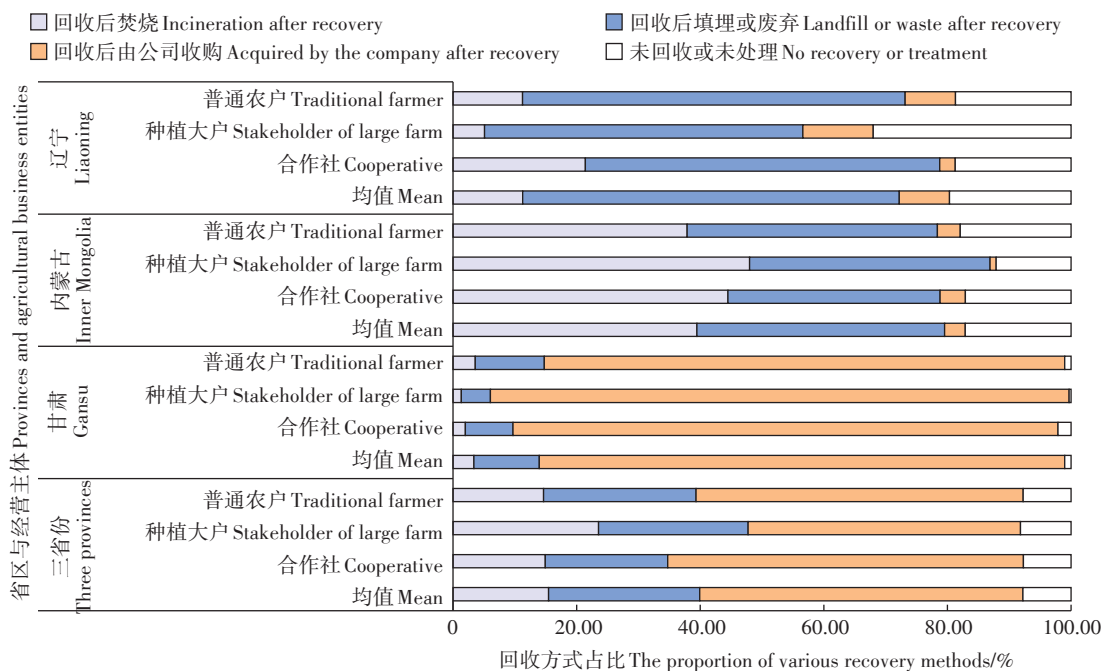


图5 不同经营主体的残膜处理方式

Figure 5 Treatment methods for residual film of different agricultural business entities

农户与合作社均不足10%,种植大户为11.40%。内蒙古各经营主体主要采用回收后焚烧与回收后填埋或废弃方式,两种处理方式总计占比80%~90%;回收后交由公司收购的不足5%,其中种植大户仅有0.99%。甘肃各经营主体主要采用回收后由公司收购的方式,三类经营主体利用该处理方式的占比都高于80%,其中种植大户与合作社比普通农户分别高出9.44、3.99个百分点。综合来看,甘肃处理方式最为合理,其中种植大户与合作社更倾向较为绿色环保的处理方式。

残膜回收的价格与回收公司的建立会影响农户的回收行为。从各省份残膜回收价格的调查结果来

看,辽宁残膜回收价格为 $0.81 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$,在三个省份中最低。内蒙古残膜回收价格最高,为 $3.0 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。甘肃的残膜回收价格介于二者之间,为 $1.44 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。此外,在调查过程中还发现,甘肃的回收公司分布情况与辽宁、内蒙古相比更为广泛。合适的回收价格与普及的回收公司为甘肃省残膜回收以及绿色处理创造良好的条件。

3 讨论

覆膜措施能够有效增加作物产量和水分利用效率,在我国得到了大面积的应用,覆膜后不同作物的

产量与水分利用率平均增加45.5%、58.0%^[20]。但随着覆膜面积的增大,地膜残留污染的风险也会随之增加。在源头控制地膜使用量、减少地膜依赖程度,是解决地膜残留污染问题的关键之一^[21]。《农膜回收行动方案》提出农膜回收行动以棉花、玉米、马铃薯为重点作物。就调研情况而言,除了棉花、玉米和马铃薯,三个省份中露地蔬菜、花生、向日葵等覆膜面积也较大、覆膜率较高,也可作为重点监测对象。地膜覆盖技术具有适宜性,在应用时应根据作物类型与种植区域从经济效益、生态效益和社会效益等方面进行综合评估,减少地膜泛用、滥用等现象发生^[22]。因此,加强不同作物的地膜覆盖适宜性技术研究是今后需要考虑的问题。

回收作业率是回收率的主要决定因素,提高回收作业率是提高回收率的重要途径^[9]。从调研情况来看,三个省份与三类经营主体的回收作业率都较高,可能是因为在调研省份甘肃省与内蒙古自治区建有回收利用示范县,此举措对地膜回收有极大促进作用。但是,目前我国总体的地膜回收仍存在不回收或回收不彻底等问题。其中地膜厚度是影响残膜回收率的重要因素,《农膜回收行动方案》发布了新的地膜标准,将地膜的最低厚度由原来的0.008 mm提高为0.010 mm。但农户使用的地膜厚度直接由市场所主导,而目前市场上生产流通的地膜厚度普遍低于国家标准的要求^[23]。本研究调查也发现,在三个省份中,辽宁省和内蒙古自治区不同经营主体使用的地膜仍依据旧的国家标准,只有甘肃省不同经营主体使用的地膜普遍符合新国标规定。地膜厚度是制约残膜回收成效与回收价值的关键因素^[24]。本研究中,在地膜厚度普遍较高的甘肃省,其回收作业率在三个省份中也最高。此外,规模化、组织化经营主体与政府联系紧密,可以起到示范带头作用,其政策认知程度与使用规范程度较高,更倾向于购买厚的地膜^[25]。地膜厚度的增加,主要是增强拉伸强度,提高捡拾的效率,从而提高回收率,其回收后的利用价值也较高。但地膜厚度的增加必然会增加经济成本,这也是阻碍新的地膜标准推行的主要因素。目前捡拾方式主要有人工捡拾和机械捡拾两种,小农户由于种植面积小,多倾向于采用人工捡拾方式。但是人工捡拾将大大提升劳动强度,增加成本,农户回收地膜的意愿也随之降低。随着科技的发展和农业机械化进程的加快,促进回收方式机械化成为解决残膜回收的有效途径^[26]。本研究发现三个省份的机械化捡拾程度相对较低。因此,进

一步推进规模化经营,提高机械化回收仍然是地膜污染治理的重要工作之一^[27]。

我国的地膜回收处理方式主要有网点回收、焚烧处理、堆放田间和深埋等^[9]。焚烧、填埋或者废弃等处理方式会产生有毒气体,使土壤质量退化,严重危害人类健康与生态环境^[28]。残膜由公司回收后主要用于生产农膜、制造土工材料与生活塑料制品等;或者经过高温催化裂解等技术处理,生产汽油、柴油等可用燃料,这些处理方式可使农业废弃物得到循环利用,变废为宝^[29-30]。残膜经过网点回收后再进行集中无害化处理或再利用,不但有利于保护农业生态环境,而且提高了农业废弃物利用价值。在调研的三个省份中,甘肃省地膜回收后主要交由回收公司处理,这可能是由于甘肃省调研样点的回收公司较为普遍且回收价格合理,同时甘肃省市场流通的地膜厚度大多符合标准,其残膜回收利用价值高。雷蕾等^[31]研究发现,大多数农户对残膜危害有一定认知,健全的残膜回收体系会提高农户回收残膜的积极性。此外,本调研也发现在甘肃省各经营主体中,种植大户与合作社更倾向于将回收后的地膜交由公司处理。侯林歧等^[32]的研究表明,加入合作社能够显著减少填埋、焚烧或废弃等不合理的残膜处理方式。规模化、组织化经营主体对成本控制与利润的要求更高,农户将回收后的废旧地膜售卖可以降低其农业投入且增加收益,从而促进地膜回收,提高农户采用合理处理方式的积极性。因此,健全的回收网络体系对改善残膜污染现状至关重要。

4 结论与建议

本研究基于我国北方地膜使用面积较大的三个典型省份的调研数据,分析了普通农户、种植大户和合作社三种不同经营主体的地膜使用、回收及处理情况,研究结论如下:

(1)规模化、组织化经营主体更倾向于使用地膜覆盖技术,其使用的地膜厚度主要受市场流通的地膜厚度影响,加快地膜新标准的进一步推行和市场监管势在必行。

(2)北方三省不同经营主体的地膜回收作业率均高于85%,但残膜回收机械化水平普遍较低,内蒙古自治区和辽宁省残膜处理方式主要为回收后填埋或废弃,甘肃省主要为回收后由公司收购。

(3)规模化、组织化经营有助于开展绿色化残膜回收与处理,但回收处理网络体系还有待进一步完善。

基于上述结论,提出如下建议:

(1)根据不同作物种类加强地膜使用与回收监测。加强气候资源条件、作物生长需求与地膜覆盖生态经济效益之间的相互关系研究,根据区域农业气候资源、作物生长特征和农业管理措施,加强作物的标准化种植研究,明确地膜覆盖的适宜作物和适宜区。同时,需加强适宜不同作物的专用地膜和农艺技术研究,根据不同的作物种类制定特定的地膜使用、农艺技术和残膜回收规范。

(2)加强地膜市场监管,加快地膜回收机械的研制以及地膜再利用回收技术的创新。相关部门应当从生产源头严格把关,生产标准化地膜,并对市场实行监管,大力宣传新国家标准,引导农户使用0.01 mm厚度的标准地膜。此外,加快适宜机械回收的高强度地膜与地膜回收机械的研制,为促进机械化回收以及提升回收利用价值提供源头保障,强化回收机械的性能,提高机械的残膜回收率。同时不断加强地膜回收后二次利用技术创新,提升二次利用价值,推动地膜覆盖技术绿色可持续发展。

(3)健全回收网络体系,培育新型农业经营主体。完善回收补贴政策,加强废旧地膜集中处理的回收网络体系构建,建立方便的回收网点,推广机械化回收技术。充分利用新型经营主体的专业化、现代化、规模化、组织化等优势,大力宣传和培训正确使用与回收地膜的方法,培养经营者的生态环保意识。通过新型经营主体的转变,促进地膜污染防治,助力乡村环境治理。

参考文献:

- [1] 刘婷婷,侯丽君,刘佳茜,等.基于文献计量的塑料地膜研究发展态势分析[J].中国农业大学学报,2020,25(9):90-103. LIU T T, HOU L J, LIU J Q, et al. Development trend analysis of plastic mulching film based on bibliometric analysis[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2020, 25(9):90-103.
- [2] QIN W, HU C S, OENEMA O. Soil mulching significantly enhances yields and water and nitrogen use efficiencies of maize and wheat: A meta-analysis[J]. *Scientific Reports*, 2015, 5:16210.
- [3] 国家统计局农村社会经济调查司.中国农村统计年鉴(1994,2019)[M].北京:中国统计出版社,1994,2019. Rural Social and Economic Survey Division of National Bureau of Statistics. China rural statistical yearbook (1994, 2019)[M]. Beijing: China Statistics Press, 1994, 2019.
- [4] 李真,何文清,刘恩科,等.聚乙烯地膜降解过程与机理研究进展[J].农业环境科学学报,2019,38(2):268-275. LI Z, HE W Q, LIU E K, et al. A review on polyethylene mulch film degradation[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2019, 38(2):268-275.
- [5] 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. YAN C R, LIU E K, SHU F, et al. Review of agricultural plastic mulching and its residual pollution and prevention measures in China[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment Science*, 2014, 31(2):95-102.
- [6] 张斌,王真,金书秦.中国农膜污染治理现状及展望[J].世界环境,2019(6):22-25. ZHANG B, WANG Z, JIN S Q. Current situation and prospect of agricultural film pollution treatment in China[J]. *World Environment*, 2019(6):22-25.
- [7] 杜涛,宋莉,罗思,等.我国废旧地膜回收利用及相关标准现状分析[J].再生资源与循环经济,2020,13(5):24-26. DU T, SONG L, LUO S, et al. Analysis on the status quo of waste mulching films recycling and related standards in China[J]. *Recyclable Resources and Circular Economy*, 2020, 13(5):24-26.
- [8] 王瑞波,王久臣,尹建锋,等.加快农用地膜污染防治立法推进乡村振兴生态宜居[J].中国农业资源与区划,2019,40(2):13-20. WANG R B, WANG J C, YIN J F, et al. Study on the legislation of agricultural plastic film pollution prevention to promote peasant living environment of rural vitalization[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2019, 40(2):13-20.
- [9] 严昌荣,戚瑞敏,薛颖昊,等.甘肃省中东部农户地膜应用及回收现状[J].农业工程学报,2019,35(15):211-216. YAN C R, QI R M, XUE Y H, et al. Application and recovery of plastic mulching film by farmers in central and eastern Gansu Province[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2019, 35(15):211-216.
- [10] 白云龙,李晓龙,张胜,等.内蒙古地膜残留污染现状及残膜回收利用对策研究[J].中国土壤与肥料,2015(6):139-145. BAI Y L, LI X L, ZHANG S, et al. Study on the current situation of plastic film residue pollution and the countermeasures for the recovery and utilization of residual film in Inner Mongolia[J]. *Soils and Fertilizers Sciences in China*, 2015(6):139-145.
- [11] 张丹,胡万里,刘宏斌,等.华北地区地膜残留及典型覆膜作物残膜系数[J].农业工程学报,2016,32(3):1-5. ZHANG D, HU W L, LIU H B, et al. Characteristics of residual mulching film and residual coefficient of typical crops in north China[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(3):1-5.
- [12] 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. GUO Z L, ZHANG X, KOU C L, et al. Status and influencing factors of residual mulching film of typical crops mulched with plastic film in Henan Province[J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2016, 45(12):58-61,71.
- [13] 吕军,冯欢,李生太,等.影响新疆棉农回收残膜行为因素分析——基于Logistic实证分析及优先序研究[J].中国棉花,2021,48(5):6-11,16. LÜ J, FENG H, LI S T, et al. Analysis of factors affecting cotton farmers' recovery behavior of residual film in Xinjiang: Based on the Logistic empirical analysis and priority study[J]. *China Cotton*, 2021, 48(5):6-11,16.
- [14] 郑兆峰,朱润云,路遥,等.农户地膜回收决策影响因素实证研究:基于云南省9个典型农业县的调查数据[J].生态与农村环境学报,2020,36(7):890-896. ZHENG Z F, ZHU R Y, LU Y, et al. An em-

- irical study on the influence factors of farmers' plastic film recycling choice: Based on the survey data of 9 typical agricultural counties in Yunnan Province[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2020, 36(7): 890-896.
- [15] 朱彩霞, 杨林伟, 李永前. 农用地膜污染的多层影响因素及防治策略实证研究——以云南省为例[J]. *生态经济*, 2019, 35(9): 206-211. ZHU C X, YANG L W, LI Y Q. Empirical study on multi-layer influencing factors and control strategies of agricultural membrane pollution: Taking Yunnan Province as an example[J]. *Ecological Economy*, 2019, 35(9): 206-211.
- [16] 谷保静, 段佳堃, 任琛琛, 等. 规模化经营推动中国农业绿色发展[J]. *农业资源与环境学报*, 2021, 38(5): 709-715. GU B J, DUAN J K, REN C C, et al. Large-scale farming promotes agricultural green development in China[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2021, 38(5): 709-715.
- [17] 何悦, 漆雁斌. 农户过量施肥风险认知及环境友好型技术采纳行为的影响因素分析——基于四川省380个柑橘种植户的调查[J]. *中国农业资源与区划*, 2020, 41(5): 8-15. HE Y, QI Y B. Analysis on the risk cognition of excess fertilizer application and the adoption behavior of environment-friendly technology and its reason: Base on the survey of 380 citrus grower in Sichuan Province[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2020, 41(5): 8-15.
- [18] 郑兆峰, 朱润云, 路遥, 等. 农户地膜回收意愿和行为的影响因素研究[J]. *生态经济*, 2021, 37(2): 202-208. ZHENG Z F, ZHU R Y, LU Y, et al. Factors influencing the willingness and behavior of farmers to recycle plastic film[J]. *Ecological Economy*, 2021, 37(2): 202-208.
- [19] 夏更寿, 李国志. 农户废旧农膜回收的影响因素研究——基于江西省596个农户的调查[J]. *上海交通大学学报(农业科学版)*, 2016, 34(1): 31-35. XIA G S, LI G Z. Influence factors of farmers' recycling waste agricultural pellicle: Based on a survey of 596 rural households in Jiangxi Province[J]. *Journal of Shanghai Jiaotong University(Agricultural Science Edition)*, 2016, 34(1): 31-35.
- [20] SUN D B, LI H G, WANG E L, et al. An overview of the use of plastic-film mulching in China to increase crop yield and water-use efficiency[J]. *National Science Review*, 2020, 7(10): 1523-1526.
- [21] 靳拓, 薛颖昊, 张明明, 等. 国内外农用地膜使用政策、执行标准与回收状况[J]. *生态环境学报*, 2020, 29(2): 411-420. JIN T, XUE Y H, ZHANG M M, et al. Research advances in regulations, standards and recovery of mulch film[J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2020, 29(2): 411-420.
- [22] 财经国家周刊. 占全球总量75%, 一年1400亿, 这项世界第一背后的功过是非[EB/OL]. (2021-06-07) [2021-11-10]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1701875197497830220&wfr=spider&for=pc>. Economy & Nation Weekly. Accounted for 75% of the world's total, 140 billion a year, the world's No.1 is behind the merits and demerits [EB/OL]. (2021-06-07) [2021-11-10]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1701875197497830220&wfr=spider&for=pc>.
- [23] 王莉, 张斌, 田国强. 农膜使用回收中的政府干预研究[J]. *农业经济问题*, 2018(8): 137-144. WANG L, ZHANG B, TIAN G Q. Research on government intervention in agricultural plastic film using and recycling[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2018(8): 137-144.
- [24] 于显枫, 赵记军, 马明生. 不同厚度地膜对废旧地膜残留、回收影响及其使用选择概述[J]. *农学学报*, 2021, 11(1): 32-36. YU X F, ZHAO J J, MA M S. Film of different thickness: Effect on residual and recovery of waste film and selection[J]. *Journal of Agriculture*, 2021, 11(1): 32-36.
- [25] 冯燕, 吴金芳. 合作社组织、种植规模与农户测土配方施肥技术采纳行为——基于太湖、巢湖流域水稻种植户的调查[J]. *南京工业大学学报(社会科学版)*, 2018, 17(6): 28-37. FENG Y, WU J F. Cooperative organization, planting scale and farmer's soil testing formula adoption behavior: A survey of rice growers based on Taihu Lake and Chaohu Lake basin[J]. *Journal of Nanjing Tech University (Social Science Edition)*, 2018, 17(6): 28-37.
- [26] 赵岩, 陈学庚, 温浩军, 等. 农田残膜污染治理技术研究现状与展望[J]. *农业机械学报*, 2017, 48(6): 1-14. ZHAO Y, CHEN X G, WEN H J, et al. Research status and prospect of control technology for residual plastic film pollution in farmland[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2017, 48(6): 1-14.
- [27] 温浩军, 牛琪, 纪超. 地膜机械化技术现状及分析[J]. *中国农业大学学报*, 2017, 22(3): 145-153. WEN H J, NIU Q, JI C. Current status of and analysis on the mechanical technology of plastic film[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2017, 22(3): 145-153.
- [28] 马兆嵘, 刘有胜, 张芊芊, 等. 农用塑料薄膜使用现状与环境污染分析[J]. *生态毒理学报*, 2020, 15(4): 21-32. MA Z R, LIU Y S, ZHANG Q Q, et al. The usage and environmental pollution of agricultural plastic film[J]. *Asian Journal of Ecotoxicology*, 2020, 15(4): 21-32.
- [29] 马彦, 杨虎德. 甘肃省农田地膜污染及防控措施调查[J]. *生态与农村环境学报*, 2015, 31(4): 478-483. MA Y, YANG H D. Investigation on pollution caused by mulching plastic film in Gansu Province and the countermeasures[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2015, 31(4): 478-483.
- [30] 张智优, 谢培庚, 戴明华. 中南丘陵农田残膜污染治理技术探究[J]. *环境与可持续发展*, 2018, 43(5): 145-148. ZHANG Z Y, XIE P G, DAI M H. Study on the control technology for residual plastic film pollution in farmland of central-south hills region[J]. *Environment and Sustainable Development*, 2018, 43(5): 145-148.
- [31] 雷蕾, 汤秋香, 陈利军, 等. 新疆典型覆膜地区农户残膜污染治理行为调查与分析[J]. *中国农学通报*, 2021, 37(17): 157-164. LEI L, TANG Q X, CHEN L J, et al. Investigation and analysis of residual mulching film pollution control behaviors of farmers in typical film covered areas in Xinjiang[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2021, 37(17): 157-164.
- [32] 侯林岐, 张杰, 翟雪玲. 社会规范、生态认知与农户地膜回收行为研究——来自新疆1056户棉农调研问卷[J]. *干旱区资源与环境*, 2019, 33(12): 54-59. HOU L Q, ZHANG J, ZHAI X L. Social norms, ecological cognition and farmers' behavior of plastic film recycling[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2019, 33(12): 54-59.