



农牧交错区农户废旧地膜回收存在的 问题及其影响因素

白美婷 王丹 李应德 王亚杰 冯艳丽 丁文强

Effects of waste agricultural film recycling by farmers on agriculture and animal husbandry in Qingyang City, Gansu Province

BAI Meiting, WANG Dan, LI Yingde, WANG Yajie, FENG Yanli, DING Wenqiang

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2024-0396>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

农牧交错区农牧民生计策略选择及影响因素

An empirical study on livelihood strategy choice and influencing factors of farmers and herdsmen in the agro-pastoral ecotone: Tianzhu Tibetan Autonomous County

草业科学. 2022, 39(4): 829 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0435>

农牧交错带重点生态功能区草地载畜压力演变特征

Changing trends in grazing pressure in key ecological function area of the agro-pastoral zone

草业科学. 2022, 39(6): 1269 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0474>

山地农业伦理观的特征及时代价值

Characteristics of Chinese agro-ethics in mountain agriculture and their values in this era

草业科学. 2022, 39(4): 787 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0528>

阴山北麓农牧交错区不同弃耕演替时期土壤质量评价

Evaluation of soil quality in different succession periods of abandoned tillage in the agro-pastoral interlaced area at the northern foot of the Yinshan Mountains

草业科学. 2024, 41(3): 548 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0811>

北方农牧交错区复种燕麦品种的筛选与评价

Selection and evaluation of multiple cropping oats for suitable varieties in a farmingpastoral ecotone in northern China

草业科学. 2024, 41(3): 652 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2023-0183>

农业生物伦理观的特征与意义

Features and values of agricultural biology ethics

草业科学. 2022, 39(7): 1466 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2021-0608>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2024-0396

白美婷, 王丹, 李应德, 王亚杰, 冯艳丽, 丁文强. 农牧交错区农户废旧地膜回收存在的问题及其影响因素——以甘肃省庆阳市为例. 草业科学, 2025, 42(1): 235-246.

BAI M T, WANG D, LI Y D, WANG Y J, FENG Y L, DING W Q. Effects of waste agricultural film recycling by farmers on agriculture and animal husbandry in Qingyang City, Gansu Province. Pratacultural Science, 2025, 42(1): 235-246.

农牧交错区农户废旧地膜回收存在的 问题及其影响因素 ——以甘肃省庆阳市为例

白美婷¹, 王丹², 李应德³, 王亚杰³, 冯艳丽¹, 丁文强⁴

(1. 甘肃开放大学, 甘肃 兰州 730030; 2. 甘肃省庆阳市环保局, 甘肃 庆阳 745000; 3. 草种创新与草地农业生态系统全国重点实验室, 兰州大学草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730020; 4. 山西农业大学农业经济管理学院, 山西 太原 030006)

摘要: 农膜覆盖是农牧交错区等干旱、半干旱地区重要的农业生产措施, 在推动农牧业生产的同时, 也带来了一系列生态环境问题。废旧地膜回收是农村环境污染治理的重要组成部分, 残留地膜回收不及时会严重破坏农业生态环境。采用数据收集和问卷调查相结合的研究方法, 通过 Logistic 分析等方法, 研究农牧交错区甘肃省庆阳市废旧地膜回收存在的问题及其影响因素, 旨在明确影响农户废旧地膜回收因素, 推动地膜高效可持续利用和清洁农业生产, 助力乡村振兴。结果表明: 1) 2020 年庆阳市地膜产生量为 31 533 t, 回收量 25 870 t, 回收率为 82%。2) 影响农户捡拾地膜的关键因素为政府财政补贴、培训宣传以及回收网点建设情况。3) 完善政府回收扶持政策, 加强可降解农膜研发推广, 扩大宣传力度, 提高捡拾机械化水平, 完善回收网点建设。研究结果为废旧地膜管理提供了重要信息, 对于干旱、半干旱农牧交错区农牧业绿色、可持续发展具有积极意义。

关键词: 废旧地膜; 回收利用; 农户回收意愿; 回归模型; 环境保护; 农牧交错区; 问卷调查

文献标识码: A 文章编号: 1001-0629(2025)01-0235-12

Effects of waste agricultural film recycling by farmers on agriculture and animal husbandry in Qingyang City, Gansu Province

BAI Meiting¹, WANG Dan², LI Yingde³, WANG Yajie³, FENG Yanli¹, DING Wenqiang⁴

(1. Gansu Open University, Lanzhou 730030, Gansu, China;

2. Environmental Protection Bureau of Qingyang City, Qingyang 745000, Gansu, China;

3. State Key Laboratory of Herbage Improvement and Grassland Agro-ecosystems / College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, Gansu, China;

4. School of Agricultural Economics and Management, Shanxi Agricultural University, Taiyuan 030006, Shanxi, China)

Abstract: Agricultural film mulch is an important production measure of agriculture and animal husbandry in arid and semi-arid areas. Although these films promote agricultural and pastoral production, they are also associated with ecological and environmental problems. The recycling of waste agricultural film is an important component of rural environmental pollution management. To promote the efficient and sustainable use of agricultural film and clean agricultural production, and thereby

收稿日期: 2024-06-23 接受日期: 2024-07-27

基金项目: 国家社会科学基金项目 (21XMZ054); 甘肃省高校教师创新基金项目 (2024A-223); 甘肃开放大学校级科研项目重点项目 (2024-ZD-01)

第一作者: 白美婷 (1980-), 女, 陕西咸阳人, 副教授, 硕士, 研究方向为产业经济学. E-mail: 675132057@qq.com

通信作者: 丁文强 (1983-), 男, 甘肃通渭人, 副教授, 博士, 研究方向为草业经济与管理. E-mail: dwqjz@126.com

assist in rural revitalization, this study clarified the factors that affect the recycling of waste agricultural film by farmers. A research method that integrates data collection and questionnaire surveys utilizing logistic analysis was employed. Qingyang City in Gansu Province was evaluated to determine the key issues and influencing factors in relation to waste agricultural film recycling. The results showed 1) In 2020, a total of 31 533 t of waste agricultural film was produced in Qingyang City, with a recycled amount of 25 870 t, resulting in a recycling rate of 82%; 2) The key factors influencing the picking up of agricultural film by farmers were government financial subsidies, training and publicity, and the construction of recycling outlets; 3) Among others, strategies to improve waste film recycling support policies included expanding publicity efforts, strengthening the research and development and promotion of degradable agricultural films, improving the level of picking mechanization, and the construction of recycling networks. These findings provide insights into waste agricultural film management and its implications in the green and sustainable development of agriculture in arid and semi-arid areas.

Keywords: waste agricultural film; recycling and utilization; recycling willingness; logistic regression model; environmental protection; agro-pastoral zone; survey

Corresponding author: DING Wenqiang E-mail: dwqjz@126.com

农用地膜覆盖栽培技术能显著提升土壤的保温保湿性能,并有效遏制杂草的滋生^[1],是我国北方干旱、半干旱农牧交错区农业高效生产的主要技术手段。通过应用农用地膜覆盖栽培技术,粮食平均增产幅度达到了约 30%,为确保国家粮食安全筑起了一道坚实的防线,同时也为农牧民带来了实质性的收入增长,改善了他们的经济状况^[2]。地膜覆盖技术不仅用于农业生产,在青贮玉米 (*Zea mays*)、紫花苜蓿 (*Medicago sativa*)、歪头菜 (*Vicia unijuga*)、皇竹草 (*Pennisetum sinense*)、高丹草 (*Sorghum bicolor* × *S. sudanese*) 等牧(饲)草栽培中也有广泛应用,可有效提高牧草产量^[3-5]。结合膜下滴灌系统,地膜覆盖还能显著增强节水与保墒的效果,有效遏制土壤水分的蒸发,从而促进作物根系对水分的有效吸收,提高水分利用效率和饲草产量^[6-7]。

然而,大量废弃地膜难以降解,长期累积于土壤之中,对农田生态系统构成严重威胁^[8-10],导致“白色污染”等环境问题日益加剧。尤其是农牧民随意将大量废弃的地膜被丢弃于田间地头、道路两侧、河沟边缘,甚至直接焚烧,不仅破坏了乡村自然景观,释放的毒害气体还加剧了环境污染^[11-12],严重影响了居民的生活环境。此外,遗弃的塑料膜可能被家畜吞食,造成致命后果。现阶段,我国能开展废旧地膜回收的加工企业较少,每年的回收利用量不到 80%。因此,应对农用地膜引发的“白色污染”,保障国家农牧业可持续发展已迫在眉睫^[13-17]。

2017 年 5 月,农业部制定了《农膜回收行动方案》,旨在从源头减少地膜的污染。2018 年 11 月,生态环境

部与农业农村部联合发布了《农业农村污染治理攻坚战行动计划》,提高农膜的回收效率,截至 2020 年底,我国农膜回收率已超过 80%。2020 年 7 月,农业农村部制定了《农用薄膜管理办法》,进一步强化了对农膜使用的规范管理。2021 年,“中央一号”文件将全面推进农膜、农药包装物的有效回收,加大可降解农膜的研发与推广作为解决农业面源污染、推动绿色农业转型方面的重要举措^[18]。现实生产中,地膜回收具体需要农户执行,农户捡拾意愿是影响废旧地膜回收政策能否落实的关键因素^[2]。因此,有效提升农户对废旧地膜的回收意愿是落实国家相关政策的前提条件。为了提高农户回收废旧地膜的意愿,需要考虑回收废旧地膜的经济回报、降低回收成本、提供便利的回收程序,并加强对农户的意识教育,使农户认识到回收废旧地膜的重要性。

甘肃省是我国率先引入农业覆膜技术的省份之一,其地膜覆盖面积与地膜使用量呈现持续增长趋势^[19-21]。据资料统计,2022 年甘肃各类作物覆膜面积达 1 946 500 hm²,农膜用量约 217 000 t,其中地膜 171 000 t,棚膜 46 400 t^[22]。甘肃省庆阳市作为典型的农牧交错区和国家级旱作农业的示范中心,其特殊的干旱气候条件促使该地区广泛采用地膜覆盖技术以提高农作物产量。至 2017 年,庆阳市农作物地膜覆盖面积已扩展至 320 500 hm²,棚膜覆盖面积达到 7 900 hm²,年消耗地膜约 27 400 t,棚膜约 6 000 t,由此导致的“白色污染”问题尤为突出。

本研究选择具有典型地域代表性的庆阳市,深入探讨农户参与废旧地膜回收的动因与障碍,旨在

明确当前废旧地膜回收工作中遇到的主要问题及深层次原因,为提升废旧地膜的回收比率,推进农牧业向绿色可持续发展提供科学依据。

1 研究方法

1.1 研究区概况

研究区甘肃省庆阳市是我国典型的北方农牧交错区,也是我国旱作农业示范区,年降水量多在 500 mm 以下,属于典型雨养农业区。为保障粮食生产和草地畜牧发展,该区大力推广和应用全膜双垄沟播为主的地膜覆盖技术,玉米 (*Zea mays*)、小麦 (*Triticum aestivum*)、马铃薯 (*Solanum tuberosum*) 等作物连年增产,实现了农业稳定增效,农民持续增收。庆阳市是甘肃省农膜使用面积最大的地级市之一,全市农作物地膜覆盖面积常年稳定在 266 667 hm²。由于农膜大量使用造成的“白色污染”给庆阳市绿色可持续发展现代农业发展带来了严重隐患。

1.2 数据来源

本研究采用问卷调查和统计数据相结合的方法。

1.2.1 问卷调查

调查地点为甘肃庆阳市,调查时间为 2017 年冬季。为确保研究数据的准确性和针对性,在正式启动大规模问卷调查前,先选取环县天池乡预调查,通过实地考察与初步访谈结果,对问卷设计进行调整与优化,剔除不适宜或无效提问,增加反映实际情况的新问题,从而形成更加科学、完善的问卷。

正式调查采用分层抽样法,在地膜用量大的镇原县和环县分别随机选取 3 个乡镇作为重点调查地,每个乡镇随机抽取 3 个行政村,总计覆盖 18 个行政村,每村随机访问 12 户农户,总调查 216 名农户。共发放问卷 216 份,共收到有效问卷 203 份,有效率 93.98%。

1.2.2 统计数据

统计数据来源于国家统计局 (<https://data.stats.gov.cn/>) 和庆阳市农业技术推广中心。其中,我国和甘肃省农膜使用量数据来源于国家统计局;庆阳市地膜和棚膜覆盖面积、废旧地膜回收利用率、地膜使用财政补贴情况、废旧地膜回收宣传培训情况以及回收网点建设情况数据来源于庆阳市农业技术推广中心。基于上述数据,进一步分析了废旧农膜回收工作在多个关键环节上的资金支持状况,包括

生产使用阶段的激励措施、农民捡拾及上交废旧地膜的经济鼓励、回收处理所需的机械设备配套投资、回收体系网络的搭建与维护成本,以及参与回收处理企业的运营资金补助等,用于反映当前废旧农膜回收链条中的资金流动现状与需求缺口。

1.3 模型选择

采用二元 Logistic 回归分析模型分析农户捡拾地膜意愿,该模型适用于处理二分类响应变量的统计方法^[23]。计算公式如下:

$$P = F(Y) = 1/(1 + e^{-1}); \quad (1)$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n. \quad (2)$$

式中: Y 代表因变量,衡量农民是否愿意参与; P 指示农民实施地膜回收行为的概率; $X_1, X_2, \cdots, X_n$ 为自变量,分别代表不同的影响因素; $\beta_0, \beta_1, \cdots, \beta_n$ 为待求解的系数。通过对上述两个基础公式进行数学转换,最终确立了二元逻辑回归模型的规范形式:

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n + \mu. \quad (3)$$

式中: μ 则代表随机误差项。模型拟采用的变量及其含义如表 1 所列。

1.4 数据分析

采用 Excel 2016 进行了国家统计局和庆阳市农业技术推广中心数据汇总,采用 Graphpad Prism 8.0.1 制图,采用 SPSS 26.0 作 Logistic 回归分析,系统分析了影响废旧地膜回收的种植户捡拾废旧地膜的积极性、回收过程中的机械化程度、政府扶持资金投入,以及回收企业的运营现状等。分析结果揭示了各因素对农户参与废旧地膜回收意愿的重要影响,并据此识别出了当前废旧地膜回收体系中存在的主要问题及制约因素^[24-25]。

2 结果与分析

2.1 我国和甘肃省农膜使用量

根据国家统计局数据,2012—2021 年我国农用塑料薄膜稳定在 2.3×10^6 t 以上,其中 2015 年和 2016 年达到峰值,分别为 2 603 500 和 2 602 600 t,随后 2017—2021 年我国农用塑料薄膜用量逐年下降,2021 年用量为 2 357 900 t,为 2015 年用量的 90.57%,与 2012 年几乎持平(图 1)。

表 1 本研究涉及变量的含义与赋值
Table 1 Meaning and assignment of variables involved in this study

自变量 Independent variable	变量名称 Variance	变量定义 Variable definition
农户个体特征 Individual characteristics of farmers	X_1 = 性别 X_1 = gender	1 = 男, 2 = 女 1 = male, 2 = female
	X_2 = 年龄 X_2 = age	1 = 30岁以下 1 = under 30 years old
		2 = 31~40岁 2 = 31~40 years old
		3 = 41~50岁 3 = 41~50 years old
		4 = 51~60岁 4 = 51~60 years old
		5 = 61岁及以上 5 = 61 years old and above
	X_3 = 文化程度 X_3 = education	1 = 文盲 1 = illiteracy
		2 = 小学 2 = primary school
		3 = 初中 3 = Junior high school
		4 = 高中或中专 4 = high school or vocational school
		5 = 大专以上 5 = college degree or above
农户生产特征 Production characteristics of farmers	X_4 = 地膜残留危害认知 X_4 = awareness of the hazards of agricultural film residues	1 = 废膜对农作物生长没有影响 1 = waste film has no effect on crop growth
	X_5 = 家庭非农劳动力比重 X_5 = proportion of non-agricultural labor force in households	2 = 废膜对农作物生长影响比较大 2 = waste film has a significant impact on crop growth
		按照实际比重填写 Survey data
		按照实际面积计算 Survey data
	X_7 = 捡拾方式 X_7 = picking method	1 = 人工捡拾 1 = manual picking 2 = 机械捡拾 2 = mechanical pickup
回收网络体系建设 Construction of recycling network system	X_8 = 附近是否有回收点 X_8 = if there is a recycling point nearby	1 = 没有 1 = no 2 = 有 2 = yes
	X_9 = 乡镇是否有废旧地膜加工企业 X_9 = if there is a waste agricultural film processing enterprise in the township	1 = 没有 1 = no 2 = 有 2 = yes
政府政策 Government policy	X_{10} = 乡镇政府宣传培训力度 X_{10} = publicity and training efforts of township governments	1 = 没有 1 = no training 2 = 力度一般 2 = with training 3 = 力度很大 3 = with frequency training
	X_{11} = 监管是否严格 X_{11} = if the supervision is strict	1 = 监管比较松 1 = with supervision 2 = 监管比较严格 2 = with strict supervision
	X_{12} = 以旧换新落实情况 X_{12} = implementation of exchanging old for new	1 = 落实不到位 1 = without 2 = 能够很好的落实 2 = with
	X_{13} = 废旧地膜回收利用示范推广效果 X_{13} = demonstration and promotion effect of waste agricultural film recycling and utilization	1 = 效果很差 1 = negative impact 2 = 效果很好 2 = positive impact

甘肃省农膜用量在同期稳定在 150 000 t 以上, 提升, 达到 170 700 t, 占全国农膜用量的 7.24%。
其中 2016 年达到峰值 195 100 t, 随后逐年下降, 2020 2016 年是全国及甘肃省农膜使用量最大的年
年与 2012 年几乎持平, 但 2021 年又有一个较大的 份, 以此为背景, 选取庆阳市同年农膜覆盖情况作

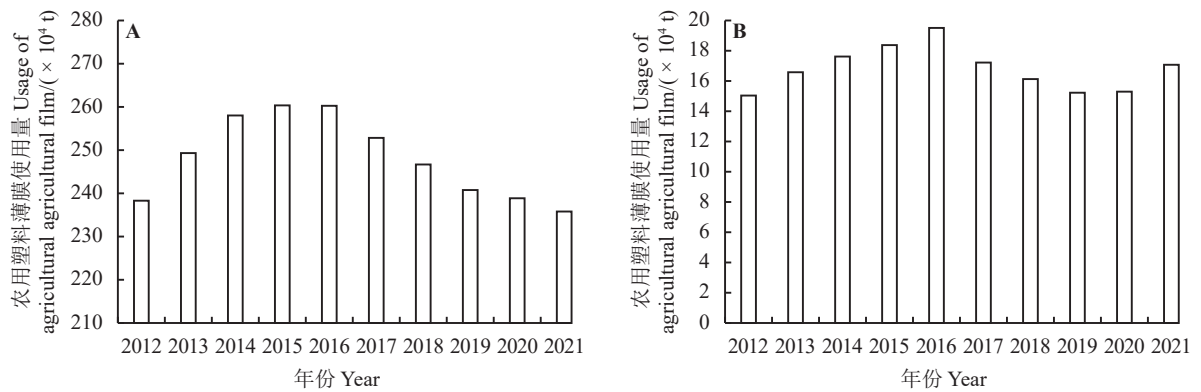


图 1 2012—2021 年全国 (a) 和甘肃省 (b) 农用塑料薄膜用量

Figure 1 Consumption of agricultural agricultural films in China (a) and Gansu Province (b) from the year 2012 to 2021

数据来源：国家统计局。
Data source: National Bureau of Statistics.

为深入剖析的案例。据统计，庆阳市 2016 年地膜覆盖的总面积达到 340 700 hm²，而棚膜覆盖面积则为 10 400 hm²。地域分布上，镇原县的地膜覆盖量最高，为 105 866 hm²，其次是环县，地膜覆盖面积达 86 667 hm²。合水县地膜覆盖面积最少，仅为 18 667 hm²。此外，宁县棚膜覆盖面积最小，仅有 1 133 hm² (表 2)。

2020 年，庆阳市农作物覆膜总面积缩减至 259 067 hm²，相当于 2016 年面积的 76.03%。2020 年，该市农膜总使用量为 31 533.2 t，占甘肃省农用 地膜总用量的 20.62%。

表 2 2016 年庆阳市地膜和棚膜覆盖面积
Table 2 Areas of agricultural agricultural films and greenhouse films in Qingyang City in 2016

县(区) County (District)	面积 Area/(×10 ⁴ hm ²)			膜占比 Percentage of film covered/%
	耕地 Cropland	地膜 Agricultural film	棚膜 Greenhouse	
西峰区 Xifeng	3.87	1.89	0.18	53.4
庆城县 Qingcheng	5.47	2.22	0.08	42.2
环县 Huanxian	9.13	8.67	0.03	95.2
华池县 Huachi	6.89	4.07	0.07	60.0
合水县 Heshui	2.56	1.87	0.27	83.3
正宁县 Zhengning	2.87	2.20	0.15	82.0
宁县 Ningxian	6.41	2.57	0.11	41.8
镇原县 Zhenyuan	11.30	10.59	0.14	94.9
合计 Total	48.51	34.07	1.04	72.3

数据来源：庆阳市农业技术推广中心。
Data source: Agricultural Technology Promotion Center of Qingyang City.

2.2 庆阳市废旧地膜回收量

2016 年，庆阳市所辖的 8 个县 (区) 共回收废旧 地膜 26 111.3 t，较 2015 年的 24 786.92 t 增长了 1 324.38 t，增长 5.34%。各县废旧地膜的回收利用率 维持在较高水平，为 78.5%~81.8%，全市平均回收 利用率达到了 79.5% (表 3)。

2020 年，庆阳市加工利用废旧地膜 22 011.1 t， 资源化利用率提升至 85.1%。与此同时，该年度回 收的废旧地膜总量为 25 870 t，回收率保持在 82%。 此外，通过推广机械化捡拾技术，有效清理地膜覆

表 3 2016 年废旧地膜回收利用率
Table 3 Recycling and utilization rate of waste agricultural film in 2016

县(区) County (District)	地膜用量 Agricultural film used/t	废旧地膜 Waste agricultural film	
		回收量 Recycling/t	回收率 Recycling rate/%
西峰区 Xifeng	1 702.8	1 362.2	80.0
庆城县 Qingcheng	1 921.5	1 514.0	78.8
环县 Huanxian	9 100.0	7 100.0	80.0
华池县 Huachi	3 875.0	3 180.0	82.1
合水县 Heshui	2 025.0	1 596.0	78.8
正宁县 Zhengning	1 980.0	1 620.0	81.8
宁县 Ningxian	2 700.0	2 119.5	78.5
镇原县 Zhenyuan	9 524.5	7 619.6	80.0
合计 Total	32 828.8	26 111.3	79.5

数据来源：庆阳市农业技术推广中心。
Data source: Agricultural Technology Promotion Center of Qingyang City.

盖面积达 1 793 hm², 并且实施“以旧换新”政策, 兑换新地膜 1 965.2 t。

2.3 废旧地膜回收因素

2.3.1 甘肃省庆阳市地膜使用财政补贴情况

庆阳市地膜使用财政补贴分为两级, 即省级财政补贴和地方财政补贴, 不同县(区)财政补贴情况存在差异。庆阳市 2016 年获得省级财政补贴 304 万元, 环县和镇原县省级财政补贴力度最大, 每县补贴 70 万元, 西峰区和合水县补贴力度较小, 每县(区)仅为 15 万元。除了环县之外, 其他县(区)均未落实地方财政补贴(表 4)。

表 4 2016 年地膜使用财政补贴情况
Table 4 Financial subsidies for the use of agricultural films in 2016

县(区) County (District)	财政补助资金 Financial subsidy funds/(× 10 ⁴ yuan)	
	省级 Provincial	地方 Local
西峰区 Xifeng	15	0
庆城县 Qingcheng	25	0
环县 Huanxian	70	100
华池县 Huachi	44	0
合水县 Heshui	15	0
正宁县 Zhengning	30	0
宁县 Ningxian	35	0
镇原县 Zhenyuan	70	0
合计 Total	304	100

数据来源: 庆阳市农业技术推广中心。
Data source: Agricultural Technology Promotion Center of Qingyang City.

2.3.2 废旧地膜回收宣传培训情况

庆阳市在 2016 年全年累计开展了 124 次宣传培训活动, 参与总人数高达 48 335 人次。其中环县举办的宣传培训活动最多, 为 45 次; 而镇原县宣传培训活动的参与人次最多, 为 30 000 人次。宁县举办的宣传培训活动次数和人数均最少, 分别为 5 次和 965 人次(表 5)。宣传途径包括广播电视、网络新闻媒体、传统报刊杂志以及手机短信在内的多元化平台。使用了发宣传资料、挂设横幅、组织专题培训会议等多样化的手段, 构建了一个立体化、广覆盖的宣传网络。

表 5 2016 年废旧地膜宣传培训情况
Table 5 Promotion and training for disposal of agricultural films in 2016

县(区) County (District)	宣传培训次数 Training times	宣传培训人数 Persons trained
西峰区 Xifeng	8	4 000
庆城县 Qingcheng	12	1 820
环县 Huanxian	45	5 100
华池县 Huachi	12	1 500
合水县 Heshui	24	2 600
正宁县 Zhengning	10	2 350
宁县 Ningxian	5	965
镇原县 Zhenyuan	8	30 000
合计 Total	124	48 335

数据来源: 庆阳市农业技术推广中心。
Data source: Agricultural Technology Promotion Center of Qingyang City.

2.3.3 庆阳市废旧地膜回收网点建设情况

2016 年, 全市范围内共有 46 家回收企业积极参与运作, 建成了 461 个回收网点组成的密集网络。镇原县当年新建回收网点 150 个。至 2020 年, 庆阳市新建立庆阳瑞利、环县兴环、合水振海等 39 家规模化的企业, 大幅提升了地膜回收的效率与规模(表 6)。

表 6 2016 年废旧地膜回收网点建设情况
Table 6 Construction of waste agricultural film recycling networks in 2016

县(区) County (District)	回收企业数 Recycling enterprises	回收网点数 Recycling stations
西峰区 Xifeng	8	21
庆城县 Qingcheng	2	36
环县 Huanxian	10	117
华池县 Huanchi	3	45
合水县 Heshui	1	14
正宁县 Zhengning	3	45
宁县 Ningxian	3	33
镇原县 Zhenyuan	16	150
合计 Total	46	461

数据来源: 庆阳市农业技术推广中心。
Data source: Agricultural Technology Promotion Center of Qingyang City.

2.4 农民对废旧地膜回收意愿

2.4.1 调查农户基本情况

在对农户的基本情况调查中, 样本构成显示男性占据较大比例, 达到 70.44%, 而女性样本则为 29.56%。从年龄结构来看, 年轻农户较少, 30 岁以下仅占 6.9%, 中壮年群体较为集中, 其中 31 至 40 岁占比 15.27%, 41 至 50 岁占比 28.57%, 而 51 至 60 岁年龄段的农户占比为 26.60%, 61 岁及以上的老龄农户占到了 22.66% (表 7)。

教育程度方面, 样本农户的受教育水平呈现较低趋势: 文盲占总样本的 10.34%, 具有小学学历的占 38.42%, 初中学历占比最高, 达 36.95%, 高中或中专学历的农户占 9.85%, 拥有大专及以上学历的比例较小, 为 4.43% (表 7)。综合来看, 此次调查的农户群体主要以男性为主, 年龄结构偏向成熟和老年, 且大部分农户的文化教育水平相对较低。

2.4.2 农户个体特征影响废旧地膜捡拾意愿分析

调查结果显示, 农户对地膜残留危害的认知会显著影响废旧地膜的捡拾意愿 ($P < 0.05$), 且其影响系数为正, 表明农户对地膜残留危害的认知加深, 会正面促进他们主动回收废旧地膜的意愿。理论上, 在其他条件不变的前提下, 越了解地膜残留对土壤及作物健康有害的农户, 其参与废旧地膜回收的积极性越高。发现性别、年龄、文化程度这 3 个

因素并未表现出显著影响。这可能是因为调研样本中男性占比较大, 且农户年龄结构偏高, 加之整体教育水平不高, 这些特点在一定程度上造成这些因素对回收意愿的差异化影响 (表 8)。

2.4.3 农户生产特征影响废旧地膜捡拾意愿分析

在对农户地膜回收行为的分析中, 地膜覆盖面积与捡拾积极性之间显著负相关 ($P < 0.05$) (表 8)。

另一方面, 捡拾方式的变革对废旧地膜捡拾意愿具有显著性影响 ($P < 0.01$), 显示出捡拾方式从人工转向机械化对于提升农户捡拾积极性具有极其显著的正面影响。这意味着在其他条件恒定的条件下, 采用机械化捡拾不仅能显著提高工作效率, 还能增强农户参与回收的积极性。

2.4.4 政府政策影响废旧地膜捡拾意愿分析

在研究中, 政府宣传力度被证实是一个关键因素, 在 $P < 0.1$ 的显著性水平上通过了检验, 且系数为正, 表明政府加大宣传力度能显著提升农户参与废旧地膜回收的积极性。与此同时, 监管的严格程度也被发现对农户的回收行为有显著影响, 严格的监管促使农户被动但有效地捡拾地膜, 这一结果同样体现在废旧地膜回收影响因素模型回归结果中 (表 8)。背后的原因在于, 强有力的政府宣传能够使农户更深刻地认识到地膜残留的危害, 结合政府的严密监督执行, 共同推动农户主动或被动地参与到地膜回收中来。

表 7 2016 年调查农户基本情况
Table 7 Characteristics of surveyed farmers in 2016

一级指标 Primary indicator	二级指标 Secondary indicator	样本数 Samples size	占总样本的比例 Percentage of total samples/%
性别 Gender	男 Male	143	70.44
	女 Female	60	29.56
年龄 Age	30岁以下 Under 30 years old	14	6.90
	31~40岁 31~40 years old	31	15.27
	41~50岁 41~50 years old	58	28.57
	51~60岁 51~60 years old	54	26.60
	61岁及以上 61 years old and above	46	22.66
文化程度 Education	文盲 Illiteracy	21	10.34
	小学 Primary school	78	38.42
	初中 Junior high school	75	36.95
	高中或中专 High school or vocational school	20	9.85
	大专及以上学历 College degree or above	9	4.43

另外,“以旧换新”政策的效果在 5% 的显著性水平上获得验证 (表 8),其正面影响亦不容忽视,证明在其他条件不变的情况下,实施“以旧换新”策略能显著提升农户回收地膜的积极性。这一政策通过建立农户、回收企业与中间环节之间的利益联结机制,确保了废旧地膜的高效回收和资源化利用。

2.4.5 回收网络体系建设影响废旧地膜捡拾意愿分析

在对农户废旧地膜回收意愿的影响因素中,“附近是否有回收点”这一变量在极高的显著性水平

1%上通过了检验 ($P < 0.01$)(表 8),强调了地理接近性对农户回收积极性的重要促进作用。具体而言,当农户居住地附近设有废旧地膜回收点时,他们的回收意愿会显著增强。这是因为,近距离的回收点能够大幅度减少农户自行运输地膜的时间和成本,尤其是考虑到当前农业劳动力老龄化的问题,减轻长距离运输的不便显得尤为重要。反之,若回收点偏远,运输不便及成本增加可能会直接导致农户放弃回收行为。

尽管庆阳市在各县区已着手布局回收点建设,

表 8 废旧地膜回收影响因素模型回归结果
Table 8 Results for regression analysis evaluating factors influencing waste agricultural film recycling

项目 Item	变量名称 Variance	变量定义 Variance definition			
		回归系数 Regression coefficient	标准误 Standard error	Wald检验 Wald test	P
农户个体特征 Individual characteristics of farmers	X_1 = 性别 X_1 = gender	0.05	0.07	0.23	0.46
	X_2 = 年龄 X_2 = age	0.03	0.02	0.01	0.80
	X_3 = 文化程度 X_3 = education	0.06	0.07	0.24	0.49
	X_4 = 地膜残留危害认知 X_4 = awareness of the hazards of agricultural film residues	0.16	0.38	1.77	0.03**
政府政策 Government policy	X_{10} = 乡镇政府宣传培训力度 X_{10} = publicity and training efforts of township governments	0.11	0.04	2.41	0.04**
	X_{11} = 监管是否严格 X_{11} = if the supervision is strict	0.22	0.17	3.64	0.03**
	X_{12} = 以旧换新落实情况 X_{12} = implementation of exchanging old for new	0.30	0.18	5.50	0.02**
	X_{13} = 废旧地膜回收利用示范推广效果 X_{13} = demonstration and promotion effect of waste agricultural film recycling and utilization	-0.21	0.19	2.70	0.09*
农户生产特征 Production characteristics of farmers	X_5 = 家庭非农劳动力比重 X_5 = proportion of non-agricultural labor force in households	0.26	0.24	1.56	0.18
	X_6 = 地膜覆盖面积 X_6 = agricultural film coverage area	-0.29	0.42	4.27	0.03**
	X_7 = 捡拾方式 X_7 = picking method	0.43	0.12	6.73	0.00***
回收网络体系建设 Construction of recycling network system	X_8 = 附近是否有回收点 X_8 = if there is a recycling point nearby	0.37	0.24	5.39	0.00***
	X_9 = 乡镇是否有废旧农膜加工企业 X_9 = if there is a waste agricultural film processing enterprise in the township	0.03	0.03	0.02	0.66
	常数 Constant	-2.91	0.23	3.25	0.11

*、**、***分别代表在0.1、0.05、0.01水平上通过了显著性检验。
*, **, and *** represent passing significance tests at 0.1, 0.05, and 0.01 levels, respectively.

但尚未实现全面覆盖,这意味着部分地区的农户仍然面临着回收不便的现实困境。此外,聚乙烯颗粒市场状况不佳,价格走低且需求不振,这对负责加工废旧地膜的企业造成了直接影响,降低了生产积极性,导致废旧地膜在加工端出现积压。这种市场状况的连锁反应,进一步削弱了企业在收购废旧地膜上的信心和主动性,从而阻碍了整个回收链条的顺畅运行(表8)。

3 废旧地膜回收对策

3.1 加强资金扶持和政策宣传,提高农户捡拾积极性

针对当前废旧地膜回收行业面临的利润低难题,政府应当扮演关键角色,通过一系列政策措施为该行业注入活力,确保地膜回收工作的持续与高效推进。具体策略建议如下:

1) 设立专项基金与补贴:在市级层面,应专门设立地膜污染防治基金,为废旧地膜回收企业提供资金补贴,减轻企业运营压力,提高其参与回收的积极性。

2) 激励生产企业的参与:鼓励地膜生产商直接参与废旧地膜的回收处理工作,推行“以旧换新”和“产销一体”的商业模式,依据企业回收再加工量设定奖励方案,以此激励企业承担更多回收责任。

3) 信贷与税收优惠:增强对废旧地膜回收加工企业的金融支持,提供信贷便利和税收减免,对规模大、信誉好的企业实行贴息政策,减轻其财务负担。

4) 优化税收政策:充分利用国家关于资源节约与再利用的税收优惠政策,细化并加强执行力度,构建奖惩分明的机制,有效抑制地膜造成的“白色污染”。

5) 回收网络与政策落实:政府应引导企业科学规划回收网络,确保在农业主产区和大乡镇均设立便捷的废旧地膜回收点,同时,强化“以旧换新”政策的执行,通过提高农户的参与度和回收便利性,增强其回收意愿。如近年来,庆阳市在春秋两季废旧地膜回收的关键时段,通过聚焦田间地头等废旧地膜密集区域以及道路、村落周边和河流沟渠等散落点,展开大规模的集中回收与清理行动,构建了从回收加工到利用的完整链条。特别是“以旧换新”的实践,不仅促进了地膜的有效回收,还激发了整

个链条上各参与方的积极性,确保了废旧地膜得到彻底收集、有效处理,从而全面推动了废旧地膜回收工作的深化开展。

6) 健全法律法规:不断完善相关法律法规,为地膜回收工作提供坚实的法律基础,确保各项政策措施有法可依,保障行业的健康发展。

7) 进一步加大宣传:通过网络、电视、报纸、手机等多种形式的宣传,使农牧民对地膜残留的危害有深入的认识。深入浅出地向公众普及“白色污染”问题及其对农业生产环境的潜在威胁,显著提升了农牧民对于地膜污染危害的认知,增强农牧对环境保护的紧迫感与责任感,激发农牧民主动参与地膜回收的意识。

通过上述综合施策,不仅可以提升废旧地膜回收行业的经济效益,还能有效促进资源循环利用,减轻环境污染,为实现农业绿色可持续发展奠定坚实基础。

3.2 提高捡拾地膜的机械化水平和网点建设

提高地膜捡拾作业的机械化水平,是解决当前地膜回收难题、提升农业可持续发展能力的关键举措。2017年以前,庆阳市废旧地膜回收主要依赖人工操作,高强度的体力劳动、低下的效率以及高昂的回收成本共同构成了回收率低下的主要原因。尤其对于种植面积广阔的农户来说,大量的人工需求直接抑制了他们的捡拾意愿。

针对人工捡拾存在的问题,如劳动强度大、效率低下及成本高昂等,以下几点策略尤为关键:

1) 加大政府补贴力度:政府应认识到提升机械化捡拾地膜的迫切性,通过提供购置补贴、税收减免等优惠政策,降低农户和回收企业购买先进机械的成本门槛,激发其投资意愿。特别是对于大型机械或高科技设备,政府补贴尤为关键,以弥补短期内投资回报低的不足。

2) 促进技术研发与创新:鼓励和支持科研机构与企业合作,针对不同地形地貌和作物种植特点,研发高效、耐用且适应性强的揭膜、拾膜机械设备。政府可通过设立专项基金、提供研发补助等形式,加速这一过程,推动技术突破和产品迭代。

3) 推广先进适用机械:加快新型捡拾机械的示范应用和推广,通过现场演示、培训指导等方式,提高农户对机械效能的认知,增加其采用意愿。同

时,建立回收机械租赁市场,为暂时不具备购机条件的农户提供灵活的使用方案。

4) 优化机械配置与服务:根据不同地区地膜使用特点,优化机械配置,确保机械的适用性和有效性。建立完善的售后服务体系,提供维修保养、配件供应等服务,保障机械的稳定运行,延长使用寿命。

5) 整合产业链资源和网点建设:鼓励农业机械制造企业与地膜生产、回收企业深度合作,形成产业链条的紧密协同,通过资源共享、技术交流,共同推进地膜回收机械的优化升级,提升整体产业链的竞争力和效率。

通过上述措施,不仅能够显著提高地膜捡拾的机械化水平,降低回收成本,还能够促进农业机械化进程,减轻农民负担,为农业绿色转型和环境保护做出贡献。

3.3 推动地膜回收利用产业革新, 聚焦新型高科技地膜材料研发

推动废旧地膜回收利用产业的革新,政府应当在科技创新与应用上发挥引领作用,重点聚焦于开发新型高科技地膜材料^[26-29],以科技力量破解当前的环境与经济双重挑战。具体策略可包括:

1) 鼓励科技创新与研发投入:政府应加大对废膜回收与再利用技术创新的支持力度,通过财政资助、税收优惠等政策,激励科研机构和企业投入到全生物降解地膜等前沿技术的研发中,提高地膜产品的可再生性和环境友好性。

2) 推广全生物降解地膜:鉴于全生物降解地膜在特定条件下的成功应用,政府应继续扩大其推广范围,针对不同作物和地域气候特性,提供定制化解决方案。加大对这类新型地膜的研发资金投入,鼓励企业采用植物纤维等天然材料,生产易于降解、环境影响小的地膜产品。

3) 建立示范与推广机制:设立专项预算用于全生物降解地膜的试验示范和市场推广,通过差价补

贴等激励措施,降低农户使用成本,加速新型地膜的市场接受度。同时,建立示范区,以点带面,展示生物降解地膜的优越性,带动周边地区跟进效仿。

4) 完善标准体系与准入制度:在行业层面,引导制定和完善生物降解地膜的标准体系,建立健全评估机制,实施严格的准入制度,确保进入市场的地膜产品符合环保和性能要求,保障产业的健康有序发展^[28-29]。

5) 引导产业升级与转型:通过政策引导和市场机制,推动地膜行业向绿色、低碳方向转型,逐步减少传统塑料地膜的使用,鼓励企业转型升级,生产和推广生物降解地膜,减少“白色污染”,促进农业的可持续发展。

通过上述措施的综合实施,可以有效推动地膜材料的技术革新与应用推广,既解决了地膜回收利用的难题,又保护了生态环境,为农业绿色发展贡献力量^[27-29]。

4 结论

庆阳市是甘肃省地膜使用量最大的地级行政区之一,2020 年地膜用量占到全省总量的 20% 以上,庆阳市在政策、宣传、企业、科技、条件建设等方面均取得了良好的成效,地膜回收率超过 85%,有效减少了农业面源污染。问卷调查表明,影响庆阳市农户捡拾废旧地膜关键因素为政府财政补贴、培训宣传以及回收网点建设情况等。结合国家统计局、庆阳市农业技术推广中心数据和问卷调查,提出政府加强资金扶持和政策宣传;提高捡拾地膜的机械化水平,加强网点建设;以及推动地膜回收利用产业革新,聚焦新型高科技地膜材料研发等发展对策。本文研究所选庆阳市的实践经验融合了政策引导、技术创新、市场机制和社会动员等多种要素,形成了一套较为完整的地膜循环经济体系,为解决农业塑料污染问题提供了很好的思路和方案。

参考文献 References:

- [1] ESPÍ E, SALMERÓN A, FONTECHA A, GARCÍA Y, REAL A I. Plastic films for agricultural applications. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, 2006, 22(2): 85-102.
- [2] 裴新民, 杨万章, 张艳彬. 残地膜回收资源化利用的几个需要理清的观念及几点建议. *中国农机化学报*, 2017, 38(10): 108-110.
PEI X M, YANG W J, ZHANG Y B. Some concepts which need to be sorted out and suggestions for the use of residual film

- recycling resources. *Journal of Chinese Agricultural Mechanization*, 2017, 38(10): 108-110.
- [3] 庞晓攀, 张静, 刘慧霞, 宋锐, 贾婷婷, 肖玉. 地膜覆盖对盐碱地紫花苜蓿生长性状及产量的影响. *草业科学*, 2015, 32(9): 1482-1488.
- PANG X P, ZHANG J, LIU H X, SONG R, JIA T T, XIAO Y. Effects of plastic-film mulch on growth traits and yield of alfalfa (*Medicago sativa*) in saline. alkaline fields. *Pratacultural Science*, 2015, 32(9): 1482-1488.
- [4] 唐伟. 地膜或秸秆覆盖对甘南地区歪头菜 (*Vicia unijuga*) 生长和发育的影响. 兰州: 兰州大学博士学位论文, 2019.
- TANG W. Effects of plastic-film mulch and straw mulch on growth and development of *Vicia unijuga* at Gannan region. PhD Thesis. Lanzhou: Lanzhou University, 2019.
- [5] 高佩民, 孙义和, 高爽, 尚尔红. 覆盖与未覆盖地膜栽培禾本科牧草对比试验研究. *安徽农业科学*, 2007, 35(13): 3837-3842.
- GAO P M, SUN Y H, GAO S, SHANG E H. Comparison experiments of film-mulching cultivation and non film-mulching cultivation in gramineae grasses. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2007, 35(13): 3837-3842.
- [6] 王淑英, 樊廷录, 李尚中, 赵刚, 程万莉, 党翼, 王磊, 张建军, 周刚. 半干旱区青贮玉米生物降解地膜覆盖栽培技术规程. *寒旱农业科学*, 2023, 2(7): 674-678.
- WANG S Y, FAN T L, LI S Z, ZHAO G, CHENG W L, DANG Y, WANG L, ZHANG J J, ZHOU G. Technique regulation for silage maize mulching cultivation using biodegradable mulch films in the semi-arid region. *Cold and Drought Agricultural Science*, 2023, 2(7): 674-678.
- [7] 范晓慧, 吕志远, 郭克贞, 苏佩凤, 范志东. 毛乌苏沙地膜下滴灌青贮玉米作物需水量研究. *灌溉排水学报*, 2014, 33(1): 65-67, 73.
- FAN X H, LYU Z Y, GUO K Z, SU P F, FAN Z D. Study on water requirements and crop coefficients of silage maize under mulched drip irrigation in Maowusu sandlot. *Journal of Irrigation and Drainage*, 2014, 33(1): 65-67, 73.
- [8] 王志超, 李仙岳, 史海滨, 孙敏, 丁涛, 王成刚. 农膜残留对土壤水动力参数及土壤结构的影响. *农业机械学报*, 2015, 46(5): 101-106.
- WANG Z C, LI X Y, SHI H B, SUN M, DING T, WANG C G. Effects of residual plastic film on soil hydrodynamic parameters and soil structure. *Transactions of The Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2015, 46(5): 101-106.
- [9] 白雪, 周怀平, 解文艳. 山西省典型地区农用地膜利用现状及残膜污染调查分析. *中国农学通报*, 2017, 33(36): 99-104.
- BAI X, ZHOU H P, XIE W Y. Investigation on untillization status of agricultural film and residual membrane pollution in typical areas of Shanxi Province. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2017, 33(36): 99-104.
- [10] 赵慧, 朱国美, 娄云, 柏宝冰. 滁州市废旧农膜回收利用之实践与探索. *中国农机推广*, 2024, 40(1): 18-20.
- ZHAO H, ZHU G M, LOU Y, BAI B B. Practice and exploration of recycling and utilization of waste agricultural film in Chuzhou City. *China Agricultural Technology Extension*, 2024, 40(1): 18-20.
- [11] 冯应建, 白玉宝, 刘海. 酒泉市肃州区废旧农膜回收利用工作存在的问题及建议. *农业科技与信息*, 2017(17): 55-56.
- FENG Y J, BAI Y B, LIU H. Problems and suggestions on the recycling and utilization of waste agricultural film in Suzhou District, Jiuquan City. *Agricultural Science Technology and Information*, 2017(17): 55-56.
- [12] 叶雪梅. 凉州区残膜机械化回收的应用与思考. *农业机械*, 2017(6): 83-85.
- YE X M. Application and reflection on mechanized recycling of residual film in Liangzhou District. *Agricultural Machinery*, 2017(6): 83-85.
- [13] 张新文, 张国磊. 广西城镇化与农村生态环境协同发展研究: 基于 SWOT 分析. *广西社会科学*, 2014(2): 20-24.
- ZHANG W X, ZHANG G L. Research on the coordinated development of urbanization and rural ecological environment in Guangxi: Based on SWOT analysis. *Guangxi Social Sciences*, 2014(2): 20-24.
- [14] 岳花艳. 河南省农村生态环境的问题与对策分析. *中国农业资源与区划*, 2016, 37(6): 149-153.
- YUE H Y. Challenges and measures of the countryside eco-environment construction-taking Hennan Province as an example. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2016, 37(6): 149-153.
- [15] 王丽华, 田春艳. 农村生态环境问题产生的价值观根源及其应对. *农业经济*, 2016(3): 64-66.
- WANG L H, TIAN C Y. The value roots and countermeasures of rural ecological environment problems. *Agricultural Economy*, 2016(3): 64-66.

- [16] 李咏梅. 农村生态环境治理中的公众参与度探析. 农村经济, 2015(12): 94-99.
LI Y M. An analysis of public participation in rural ecological environment governance. *Agricultural Economy*, 2015(12): 94-99.
- [17] 王建设. 浅析新农村建设中的农村生态环境保护与治理. *农业经济*, 2017(10): 36-37.
WANG J S. Analysis of rural ecological environment protection and governance in the construction of new countryside. *Agricultural Economy*, 2017(10): 36-37.
- [18] KYRIKOU I, BRIASSOULIS D. Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review. *Journal of Polymers and the Environment*, 2007, 15(3): 125-150.
- [19] 张陆海, 刘鹏霞, 王赞, 闫典明. 甘肃残膜捡拾回收机械研发现状及推广前景分析. 农业机械, 2016(8): 89-90.
ZHANG L H, LIU P X, WANG Y, YAN D M. Analysis of the current research and development status and promotion prospects of residual film picking and recycling machinery in Gansu Province. *Agricultural Machinery*, 2016(8): 89-90.
- [20] 白冰. 临洮县废旧农膜回收利用现状及对策. 农业科技与信息, 2017(13): 50-51.
BAI B. Current situation and countermeasures of recycling and utilization of waste agricultural film in Lintao county. *Agricultural Science Technology and Information*, 2017(13): 50-51.
- [21] 冯海. 甘肃省农膜利用现状和存在问题及解决途径. *黑龙江农业科学*, 2012(11): 152-154.
FENG H. Current situation, problems and solutions of plastic film utility in Gansu Province. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2012(11): 152-154.
- [22] 陈发明. 破解农田“白色污染”困局. 经济日报, 2023-04-20(9).
CHEN F M. Cracking the dilemma of "white pollution" in farmland *Economic Daily*, 2023-04-20(9).
- [23] 庞新军, 冉光和. 风险态度、农户信贷与信贷配给: 基于张家港市问卷调查的分析. 经济经纬, 2014, 31(1): 149-154.
PANG X J, RAN G H. Risk attitude, rural household's credit and credit rationing: Based on the analysis of Zhangjiagang City questionnaire. *Economic Survey*, 2014, 31(1): 149-154.
- [24] 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. 上海交通大学学报 (农业科学版), 2016, 34(1): 31-35.
XIA G S H, LI G Z. Influence factors of farmers recycling waste agricultural pellicle-based on a survey of 596 rural households in Jiangxi Province. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Agricultural Science)*, 2016, 34(1): 31-35.
- [25] 魏珣, 杜志雄. 农户参与农药包装废弃物回收工作的意愿及其影响因素: 基于 Logistic 和半对数模型的实证分析. 世界农业, 2018(1): 109-116.
WEI X, DU Z X. The willingness of farmers to participate in the recycling of pesticide packaging and its influencing factors: An empirical analysis based on logistic and semi logarithmic models. *World Agriculture*, 2018(1): 109-116.
- [26] PICUNO P, SICA C, LAVIANO R, DIMITRIJEVIĆ A, SCARASCIA-MUGNOZZA G. Experimental tests and technical characteristics of regenerated films from agricultural plastics. *Polymer Degradation And Stability*, 2012, 97(9): 1654-1661.
- [27] YANG N, SUN Z X, FENG L S, ZHENG M Z, CHI D C, MENG W Z, HOU Z Y, BAI W, LI K Y. Plastic film mulching for water-efficient agricultural applications and degradable films materials development research. *Materials and Manufacturing Processes*, 2015, 30(2): 143-154.
- [28] 苏芳, 胡玲, 宋妮妮, 李成涛. 农户对可降解农膜的支付意愿及其影响因素: 基于陕西省 339 份农户调研数据. 地球科学与环境学报, 2023, 45(2): 385-398.
SU F, HU L, SONG N N, LI C T. Farmers' willingness to pay for degradable agricultural film application technology and its influencing factors: Based on 339 farmer survey data in Shaanxi Province, China. *Journal of Earth Science and Environment*, 2023, 45(2): 385-398.
- [29] 李景虹. 加强农膜残留污染防治, 加快推广全生物降解地膜. 科技导报, 2022, 40(15): 1.
LI J H. Strengthen the prevention and control of agricultural film residue pollution, and accelerate the promotion of fully biodegradable plastic films. *Technology Guide*, 2022, 40(15): 1.

(责任编辑 苟燕妮)