

# 可回收地膜和可降解地膜与普通聚乙烯地膜的应用对比分析

王鑫, 孙升学

(西安市农业技术推广中心 西安 710061)

**摘要:** 为探寻最适合蔬菜生产的地膜, 减少地膜对环境的污染, 引导蔬菜产业绿色、健康、可持续发展, 以 4 种类型地膜, 即普通聚乙烯地膜(厚度 0.01 mm)、可回收地膜 1(厚度 0.012 mm, 聚乙烯加强地膜)、可回收地膜 2(厚度 0.014 mm, 聚乙烯加强地膜)、全生物降解膜(厚度 0.01 mm)为供试材料, 以番茄品种普罗旺斯为供试作物, 对比分析可回收地膜和可降解地膜与普通聚乙烯地膜的差异。结果表明, 可回收地膜 2 在提高作物产量和促进植株生长方面具有明显优势, 并且可回收率最高; 可降解地膜在作物生长过程中并没有表现出明显优势, 但降解率可以达到 96.20%, 因此建议在蔬菜种植过程中, 越冬茬和冬春茬蔬菜生产推荐使用高强度可回收地膜, 蔬菜越夏和秋延生产推荐使用可降解地膜。

**关键词:** 地膜; 蔬菜; 土壤

中图分类号: S641.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)03-164-05

## Comparative test of recyclable and degradable mulching film and common polyethylene mulching film

WANG Xin, SUN Shengxue

(Xi'an Agricultural Technology Extension Center, Xi'an 710061, Shaanxi, China)

**Abstract:** In order to explore the most suitable mulching film for vegetable production and reduce the environmental pollution of mulching film, four types of mulching film namely ordinary polyethylene mulching film (thickness 0.01 mm), recyclable mulching film 1 (thickness 0.012 mm polyethylene reinforced mulching film), recyclable plastic film 2 (thickness 0.014 mm polyethylene reinforced plastic film), and the whole biodegradable film (thickness 0.01 mm) were used as the test material, and tomato variety Provence was used as test crop, and the difference between recyclable and degradable plastic film and common polyethylene plastic film were compared and analyzed. The results showed that recyclable mulching film 2 can improve crop yield and plant growth during vegetable growth, and has the highest recovery rate. Degradable mulch film did not show advantage in the process of crop growth, but the degradation rate could reach 96.20%. Therefore, it is recommended to use high-strength recyclable mulch film for winter and spring vegetable production, and biodegradable mulch film for summer and autumn vegetable production.

**Key words:** Mulch; Vegetable; Soil

地膜覆盖是蔬菜生产中的一项关键技术, 可以提高土壤温度, 抑制杂草生长, 降低土壤水分蒸发, 防止土壤板结, 从而降低棚室内空气湿度, 减少病害的发生和流行, 并对促进越冬和早春蔬菜的早熟增产效果显著, 目前在蔬菜生产中已经广泛应用<sup>[1-3]</sup>。

随着地膜覆盖技术的迅速普及和应用, 蔬菜产区残膜积累量也急剧增加, 当前蔬菜生产使用的地膜主要成分是聚乙烯和聚氯乙烯等化工合成的高

分子聚合物, 结构稳定, 很难被土壤微生物分解, 通过自然降解需要 300~500 a(年)<sup>[4]</sup>。近年来, 农用地膜年投入量保持在  $1.4 \times 10^6 \sim 1.5 \times 10^6$  t<sup>[5]</sup>, 由地膜引发的白色污染问题和土壤环境污染问题日趋严重, 土壤质量下降。一是聚乙烯膜会破坏土壤团粒结构, 使土壤孔隙度下降, 容重升高, 透气性和透水性降低, 从而造成土壤板结<sup>[6-7]</sup>; 二是聚乙烯膜可以通过直接和间接作用, 影响土壤微生物的丰度和群落结

收稿日期: 2024-01-29; 修回日期: 2025-01-03

作者简介: 王鑫, 女, 农艺师, 主要从事蔬菜栽培技术研究和推广工作。E-mail: 937931654@162.com

通信作者: 孙升学, 男, 高级农艺师, 主要从事蔬菜栽培技术研究和示范推广工作。E-mail: 137205849@qq.com

构,显著降低土壤细菌、真菌和放线菌数量<sup>[8]</sup>;三是随着聚乙烯膜的老化,会缓慢释放出有毒的邻苯二甲酸酯类化合物,并进入土壤,成为土壤中最常见的有机污染物之一<sup>[9]</sup>;四是有研究表明,随着聚乙烯膜含量的升高,有机质、碱解氮、有效磷和有效钾含量均有下降趋势<sup>[10-11]</sup>。

为有效减轻普通地膜带来的土壤环境污染问题,推动蔬菜产业高质量绿色发展,研究高强度可回收地膜和可降解地膜的应用技术,是控制地膜残余污染的重要措施,对根除废弃地膜对土壤面源污染有重大意义,高强度可回收地膜具有拉伸力强、易回收等特点,同时可降解地膜无需花费劳动力回收,省时省工,与当前蔬菜产业劳动力缺失的生产实际相符,对蔬菜轻简化栽培具有现实意义<sup>[12]</sup>。曹艳春<sup>[13]</sup>研究表明,高强度地膜有利于棉花生长和产量提高,并且高强度地膜使用后仍具有较高强度,可回收性高。在梁晓阳等<sup>[14]</sup>研究的覆盖类型对春玉米农田盐热变化及产量的影响中,高强度地膜增温效果显著。生物降解膜的研究主要集中在玉米、马铃薯、花生等粮油作物上,研究表明,生物降解膜可以增加土壤温度,缩短作物生育期,并提高产量<sup>[15]</sup>。目前高强度可回收地膜和生物降解膜在蔬菜上的应用研究较少。鉴于此,笔者结合蔬菜生长实际情况,针对高强度可回收地膜和生物降解膜的最大负荷、抗拉强度、断裂伸长率和阻隔性,进一步明确作物对地膜功能的要求,探究不同地膜的可回收性、生物降解膜的降解性等,以及不同地膜对番茄生长和土壤质量的影响,以期可为可回收地膜、生物降解膜替代普通地膜的使用和改良耕地质量提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

试验于2023年3—7月在西安市现代农业科技展示中心10号日光温室内进行,试验地地势平坦,排灌条件较好。供试地膜分别为普通聚乙烯地膜(厚度0.01 mm)、可回收地膜1(厚度0.012 mm的聚乙烯加强地膜)、可回收地膜2(厚度0.014 mm的聚乙烯加强地膜)和全生物降解膜(厚度0.01 mm)。供试地膜均由杨凌瑞丰环保科技有限公司提供。供试作物为普罗旺斯番茄,是引进的荷兰番茄品种。

### 1.2 试 验 设 计

试验采用随机区组设计,设有1个对照(CK,普

通聚乙烯农用地膜)和3个处理(T1,可回收地膜1; T2,可回收地膜2; T3,生物降解膜),3次重复,番茄种植行距70 cm,株距45 cm。每3垄为1个小区,面积为50 m<sup>2</sup>,所有处理和对照施肥、灌溉条件相同,其他田间管理一致。

### 1.3 试 验 方 法

番茄定植60 d时,每个小区随机选定10株用卷尺测量植株株高,用游标卡尺测量茎粗。株高为地面到生长点的高度;茎粗为第1片真叶下方1 cm处茎的粗度。在番茄整个采收期,每次收获记录产量并登记,直至采收完全结束,并折算单位面积产量。

使用地温计测量土壤5、10和20 cm深度的土壤温度,每2周测定1次;使用烘干失重法测定土壤含水量。

作物收获后,收集各处理残膜并剪取20 cm×20 cm大小,使用济南米莱仪器有限公司的农用地膜拉伸性能测试仪(型号:MTL-500N)进行薄膜拉伸性能测定,各3次重复。

取生物降解地膜6块,并对每块进行标记。在万分之一电子天平上,称出每块的质量后,剪成10 cm×10 cm左右的小块。3月21日,在田间种植垄中间,挖出6个深度20 cm、宽度40 cm、长度50 cm左右的沟,在沟底铺上网,覆上2 cm的土层后,铺上已称过质量标记过的1块生物降解地膜,然后再覆土,整理好垄面,正常栽种番茄。拉秧后,不种下茬蔬菜,保持试验区域不动,4个月后第一次取样,以后每间隔1个月取1次地膜(碎成小片的也要全部清理出来)。用自封袋取回,清洗,室内干燥后,在万分之一天平上称质量,计算降解率。降解率/%=(地膜初始质量-取样后地膜质量)/地膜初始质量×100。

### 1.4 数 据 分 析

采用Excel 2013软件对试验数据进行初步处理和图表制作,采用SPSS 20软件进行方差分析和多重比较(LSD法)。

## 2 结 果 与 分 析

### 2.1 不 同 类 型 地 膜 对 土 壤 温 度 的 影 响

由表1可知,经过对不同深度的地温比较发现,地膜的增温作用在土壤深度为5 cm处比较明显,随着土壤深度的增加而减弱,地膜在土壤深度20 cm处几乎没有增温作用。通过对同一深度的地温比较发现,可回收地膜2(T2)增温效果最明显,与

表1 不同类型地膜覆盖对土壤温度的影响

Table 1 Effects of different types of mulch on soil

日期(月-日) Date(month-day)	处理 Treatment	temperature °C		
		土层深度 Soil depth/cm		
		5	10	20
04-21	T1	20.5 ab	20.5 b	20.0 ab
	T2	21.2 a	21.3 a	20.2 a
	T3	20.2 b	20.5 b	20.0 ab
	CK	20.5 ab	20.5 b	20.1 a
05-05	T1	24.3 a	23.6 a	23.2 b
	T2	24.3 a	23.5 a	23.1 b
	T3	23.9 b	23.1 b	23.5 a
	CK	24.1 ab	23.0 b	23.3 b
05-19	T1	25.0 b	24.0 b	23.7 a
	T2	25.5 a	24.3 a	23.6 a
	T3	24.5 b	24.0 b	23.6 a
	CK	25.0 b	23.5 c	23.6 a
06-02	T1	27.0 a	26.0 a	24.0 a
	T2	27.2 a	26.0 a	24.1 a
	T3	26.5 b	25.5 b	24.2 a
	CK	26.5 b	25.4 b	24.0 a
06-16	T1	28.0 a	25.5 a	23.0 a
	T2	28.0 a	25.0 a	23.0 a
	T3	26.5 c	24.0 b	22.5 b
	CK	27.0 bc	24.0 b	22.5 b

注: 同列不同小写字母表示同一时间的不同处理在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column represent significant difference among different treatments of the same time at 0.05 level. The same below.

其他 3 种地膜相比存在显著差异。以上结果表明, 地膜厚度越厚增温效果越明显, 生物降解膜保温效果不明显。

### 2.2 不同类型地膜对土壤含水量的影响

由表 2 可知, 地膜覆盖均有保持土壤含水量的作用, 不同地膜保湿效果不同, 通过比较发现, 除了 4 月 21 日, 可回收地膜 1(T1) 处理的土壤含水量均显著高于普通地膜和生物降解膜; 可回收地膜 2 (T2) 处理在 5 月 5 日、5 月 19 日和 6 月 16 日的土壤含水量显著高于普通地膜; 生物降解膜保持土壤水分能力最弱, 与普通地膜无显著差异, 仅在 5 月 5 日高于普通地膜。

### 2.3 不同类型地膜对植株生长及产量的影响

由表 3 可知, 不同地膜覆盖对番茄植株长势和产量的影响存在差异, 其中覆盖可回收地膜 2 的番茄株高和产量最高, 其次为可回收地膜 1, 二者的产量均显著高于生物降解膜和普通地膜, 覆盖生物降

表2 土壤含水量测定

Table 2 Determination of soil moisture content

日期(月-日) Date(month-day)	处理 Treatment	含水量 Moisture content/%
04-21	T1	66.97 a
	T2	67.10 a
	T3	64.11 a
05-05	CK	66.81 a
	T1	73.56 a
	T2	72.91 a
	T3	69.22 b
05-19	CK	68.74 b
	T1	74.18 a
	T2	73.96 a
	T3	69.59 b
06-02	CK	70.91 b
	T1	63.90 a
	T2	60.99 b
	T3	61.64 b
06-16	CK	61.82 b
	T1	70.12 a
	T2	71.56 a
	T3	65.45 b
	CK	67.55 b

表3 不同地膜对植株生长及产量的影响

Table 3 Effects of different mulch films on plant growth and yield

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	单株产量 Yield per plant/kg	产量 Yield/(kg·667 m <sup>2</sup> )
T1	87.1 b	1.27 a	5.34 b	16 020 b
T2	91.6 a	1.27 a	5.61 a	16 230 a
T3	86.6 b	1.23 a	5.29 c	15 870 c
CK	85.7 b	1.23 a	5.30 c	15 900 c

解膜的番茄株高和产量与普通地膜均无显著差异。不同地膜覆盖对番茄茎粗的影响无显著差异。以上结果表明, 覆盖可回收地膜, 对番茄产量提高具有显著的促进作用。

### 2.4 不同类型地膜使用后的拉伸性能比较

由表 4 可以看出, 不同类型地膜在使用后, 力学性能有很大区别。其中, 可回收地膜 2 的最大负荷最大, 显著高于其他地膜, 生物降解膜的最大负荷最低, 显著低于其他地膜; 可回收地膜 2 的抗拉强度最高, 显著高于其他地膜, 生物降解膜的抗拉强度最低, 显著低于其他地膜; 可回收地膜 2 的断裂伸长率最高, 显著高于其他地膜, 可回收地膜 1 的断裂伸长率其次, 显著高于普通地膜和生物降解

表4 残膜拉伸性能比较

Table 4 Comparison of tensile properties of residual films

处理 Treatment	最大负荷 Maximum load/ N	抗拉强度 Tensile strength/ MPa	断裂伸长率 Breaking elongation rate/%
T1	47.75 b	0.98 b	99.75 b
T2	62.53 a	1.30 a	112.98 a
T3	36.66 c	0.76 c	66.77 c
CK	46.92 b	0.85 b	57.25 c

膜,普通地膜的断裂伸长率最低,与生物降解膜无显著差异。

### 2.5 可降解地膜降解性能测定

由图1可以看出,自4月1日,可降解地膜埋入土壤中以后,8月1日之前降解率较低,仅为7.62%;8月1日到9月1日,降解率快速升高,可能是因为这个时期蔬菜大棚处于高温焖棚阶段,棚内温度较高,分解较快;10月1日到11月1日,分解也较快,可降解地膜的最终降解率为96.20%。

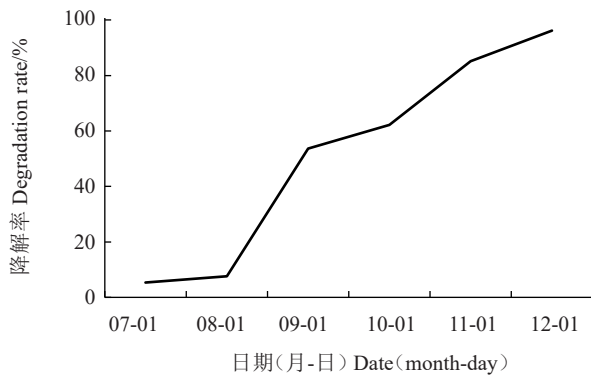


图1 可降解地膜的降解率

Fig. 1 Degradation efficiency of degradable film

## 3 讨论与结论

通过对4种地膜的应用效果进行对比,发现不同地膜覆盖对土壤均有保温效果,但是增温作用在土壤深度5 cm处比较明显,然后增温作用随着土壤深度的增加而减弱,但是可回收地膜2(厚度0.014 mm的聚乙烯加强地膜)增温效果优于其他地膜,可能与该地膜的厚度最厚、保温效果较好有关。地膜覆盖均有保持土壤含水量的作用,可回收地膜保持水分的效果较好,与可回收地膜厚度较厚有关。覆盖可回收地膜2的番茄株高和产量最高,因为可回收地膜2的保温保湿效果好,有效积温高,促进了植株生长和产量提高。不同类型地膜在使用后,力学性能有很大区别,可回收地膜2的最大负荷最大,抗拉强度最高,断裂伸长率最高,这与

罗剑洪等<sup>[6]</sup>在不同厚度地膜覆盖对棉花产量及品质的影响中,采用0.010 mm地膜覆盖的棉花花铃期的地温与土壤含水量较0.008 mm的地膜处理高10.04%和13.33%、残膜回收率提高10.0%的研究结果一致,从地膜残留污染角度,研究高强度地膜回收试验具有一定意义。尽管可降解地膜在提高土温和土壤含水量及促进植株长势等方面并没有表现出优势,但是降解率可以达到96.20%,这与韩文贺等<sup>[7]</sup>的研究结果一致。

可回收地膜2(厚度0.014 mm的聚乙烯加强地膜)在蔬菜生长过程中表现出优良的特性,拉伸性能也最强,在作物生长后期,可回收地膜2的可回收率最高,所以要积极倡导广大种植户使用厚度大于0.01 mm的高标准地膜,厚度越厚,使用效果越好,回收程度越高。在越冬茬、冬春茬蔬菜生产中,由于温度较低,生产难度大,根据试验结果可以看出,冬春蔬菜生产可以使用较厚地膜,用以提高地温。可降解地膜采用高直链淀粉及其他天然高分子材料制作而成,分解率达到96.20%,由于增温作用不明显,在蔬菜越夏生产和秋延生产中,由于温度较高引起生产难度大,可以使用可降解地膜,并且生物降解膜在自然环境条件下可被细菌、真菌和放线菌等微生物降解,最终分解成CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O,不会对土壤造成污染<sup>[18-19]</sup>。

综上所述,建议在蔬菜种植过程中,越冬茬和冬春茬蔬菜生产推荐使用高强度可回收地膜,蔬菜越夏和秋延生产推荐使用可降解地膜。

### 参考文献

- [1] 魏万成,戴飞,张锋伟,等.西北旱区玉米不同覆膜方式下土壤水热效应数值模拟研究[J].干旱地区农业研究,2020,38(1):13-21.
- [2] 王奇,扶亚芳,司雷勇,等.不同膜上遮挡措施对旱地玉米土壤理化性状及产量的影响[J].作物学报,2021,47(2):359-367.
- [3] 黄灿,江丽,陈鑫,等.地膜覆盖和育苗移栽技术对农作物产量和水热资源利用的影响[J].中国农业大学学报,2018,23(12):1-12.
- [4] 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.
- [5] 戚瑞敏,刘勤,王旭峰,等.高强度地膜应用对棉花生产及地膜回收的影响[J].农业资源与环境学报,2022,39(5):923-930.
- [6] 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(增刊1):153-156.
- [7] 王志超,李仙岳,史海滨,等.农膜残留对土壤水动力参数及土壤结构的影响[J].农业机械学报,2015,46(5):101-106.
- [8] 李青军.土壤残膜对棉花生长及土壤微生物活性的影响[D].

- 新疆石河子:石河子大学,2008.
- [9] 王凯荣,崔明明,史衍玺.农业土壤中邻苯二甲酸酯污染研究进展[J].应用生态学报,2013,24(9):2699-2708.
- [10] 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.
- [11] 祁虹,赵贵元,王燕,等.我国棉田残膜污染危害与治理措施研究进展[J].棉花学报,2021,33(2):169-179.
- [12] 王进先.高强度可降解地膜应用前景分析[J].新疆农业科技,2010(1):15-16.
- [13] 曹艳春.高强度地膜在农业面源污染防治的减量增效作用探析[J].农业与技术,2023,43(18):34-37.
- [14] 梁晓阳,沈欣,王传娟,等.覆膜类型对春玉米农田盐热变化及产量的影响[J].排灌机械工程学报,2023,41(11):1179-1188.
- [15] 张明明,周迎鑫,陈敬文,等.可降解地膜分类与研发应用现状[J].农业环境科学学报,2024,43(6):1278-1287.
- [16] 罗剑洪,罗巧,王冀川,等.不同厚度地膜覆盖对棉花产量及品质的影响[J].新疆农垦科技,2019,42(11):8-10.
- [17] 韩文贺,陈强,李超,等.可降解生态地膜在滕州马铃薯上的应用研究[J].东北农业科学,2024,49(2):75-80.
- [18] 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.
- [19] 郭波,杨振兴,何文清,等.生物可降解地膜的应用效果及存在问题[J].中国农业气象,2023,44(11):977-994.