

农业生物降解地膜的需求影响因素研究

金璟¹ 路遥²¹

(1. 云南农业大学 经济管理学院, 云南 昆明 650201;

2. 云南农业大学 新农村发展研究院, 云南 昆明 650201)

【摘要】: 应用 Logistic 模型和 Heckman 样本选择模型, 就农户生物降解地膜需求的影响因素进行建模分析。研究结果表明: 农户的受教育程度、农业收入、残膜捡拾回收成本对农户生物降解地膜需求的影响显著; 对于有生物降解地膜需求的农户而言, 农户的受教育程度、残膜捡拾行为和捡拾地膜的成本都将提高农户对生物降解地膜的愿意支付价格; 而与县城距离的增加, 将降低农户对生物降解地膜的愿意支付价格。农户对残膜污染的认识, 既不能增加其对生物降解地膜的需求, 也不能提高其对生物降解地膜的愿意支付价格, 因此不存在“良心效应”。研究认为政府通过制定残膜必须捡拾及回收的条例, 增加普通地膜的使用成本, 或对离县城较远的农户给予生物降解地膜使用补贴, 对扩大生物降解地膜的市场需求会产生作用; 生物降解地膜厂商通过降低地膜生产和使用成本对促进生物降解地膜的需求也会产生作用。

【关键词】: 生态物资 生物降解地膜 需求调查 农业污染控制

【中图分类号】: F323.22 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2021)07-111-06

0 引言

随着地膜技术在农业生产中的利用日趋广泛, 农膜使用量不断增加。使用地膜在农业生产中具有提高地温、保水、保土、保肥提效、灭草、防病虫、防旱抗涝、抑盐保苗、改进近地面光热条件、使产品卫生清洁等多项功能, 特别是对于低温、少雨、干旱贫瘠、无霜期短等限制农业发展的因素, 具有很强的针对性和适用性。因此, 随着地膜用途的日益广泛, 地膜使用量还在不断增加。中国地膜用量从 1982 年的 0.6 万吨^[1]增加到 2018 年的 246.68 万吨^[2], 年均增长率约为 18%。我国目前已成为世界上地膜用量最多、覆盖面积最大、覆盖作物种类最多的国家^[3]。然而, 由于存在缺乏有效的地膜回收机制及回收成本过高等问题^[4], 农田残留地膜已经成为影响农业环境、破坏土壤结构、危害作物正常生长发育并造成农作物减产的重要因素之一^[5], 对农业环境的安全与健康构成了巨大的威胁^[6-9]。

生物降解地膜作为农业生态友好型地膜, 是普通地膜的替代产品之一。生物降解地膜不仅保留了传统地膜增温保墒的功能^[10-14], 甚至在某些方面优于传统地膜^[15-16], 且能够在环境中最终降解为无毒无害产品, 是解决农田残膜污染的重要途径^[17]。然而, 生物降解地膜的应用主要停留在实验田中, 其实际应用仍非常有限, 有研究表明, 这主要是由于生物降解地膜成本较高导致^[18]。就生物降解地膜而言, 生产成本固然是决定生物降解地膜推广应用的重要因素之一, 但还有一些对生物降解地膜需求产生显著影响的因素通常会被忽略, 而这些因素对生物降解地膜的推广应用也具有重要的作用。对这些因素的认识, 将有助于制定未来

作者简介: 金璟, 硕士, 副教授, 研究方向为农业、农村经济分析。

路遥, 博士, 副教授, 研究方向为区域与农村发展。E-mail: luyao@ynau.edu.cn

基金项目: 云南省农业厅项目“农业污染源普查地膜专业全面普查和抽样调查项目”子项目“农业污染源调查数据分析”(K2419002100)

生物降解地膜推广和缓解白色残膜污染的政策措施。

1 生物降解地膜需求分析的理论假设和变量选择

1.1 经济理论

生物降解地膜作为一种商品，其市场需求符合需求理论。需求理论是指农户(家庭)在某一特定时期内，在每一价格水平时愿意而且能够购买的某种商品量。需求是购买欲望与购买能力的统一。影响需求的因素包括影响购买愿望与购买能力的各种经济与社会因素，这些因素主要为收入、替代品、农户嗜好与预期。某种商品的需求还与其他相关商品的价格相关，相关商品有互补品和替代品两种，两种互补品之间价格与需求呈反方向变动，两种替代品之间价格与需求呈同方向变动^[19]。

环境作为公共物品具有不可分割性和非竞争性，地膜产生的环境污染具有外部性。环境污染的外部性具有时空转移特性，意味着污染者通过将环境风险转移到其他地点或通过时间转移到另一时代，以便保护自己免受外部性的损害^[20]。澳大利亚经济学家黄有光^[21]提出了“良心效应”的概念，认为任何外部性的产生过程中都或大或小存在着一定的“良心效应”，当环境外部性的产生者给他人的福利带来不利的影响，而且不给予补偿时，“良心效应”将会降低自身的整体福利水平。

1.2 理论假设

根据需求理论，可认为生物降解地膜的需求由农户(农户)的收入、替代品的价格和农户的预期所决定。首先，假设农户收入与生物降解地膜需求呈正相关关系，农户收入越高，对生物降解地膜的需求越大。其次，假设普通地膜作为生物降解地膜的替代品，普通地膜的价格或使用成本越高，对生物降解地膜的需求越大；再者，在经济发达和交通便利的地区，由于土地价值较高，使用生物降解地膜能更好地保护耕地，可为农户带来更多预期效用。

从地膜污染的外部性理论出发，首先，农户的受教育水平越高，越能够预见地膜污染随时空转移给人类社会带来的危害，可假定受教育程度高的农户更愿意使用生物降解地膜替代污染严重的普通地膜；其次，假设如果农户知道地膜污染的危害性，由于“良心效应”的存在，农户将更倾向选择生物降解地膜。

1.3 变量选择

根据以上理论假设，拟建立生物降解地膜需求模型，分析各因素对生物降解地膜需求的影响。以农户对生物降解地膜的需求作为模型的因变量，用价值评估法来衡量。价值评估法是利用问卷调查方式在假设性市场里直接询问被调查者的经济行为，以得到农户支付意愿或愿意接受的价格来对商品或服务的价值进行计量的一种方法。在调查问卷中采用了二元选择模式结合开放式出价法对需求意愿进行测量，即询问农户是否有购买意愿，如果有购买意愿能够接受的价格。模型的解释变量包括：以农户的农业收入作为农户收入变量，以农户亩均地膜成本作为替代品普通地膜的价格。除此之外，残膜的捡拾、运输行为及残膜回收程序的复杂性等变量会增加普通地膜的使用成本，进而提高普通地膜的使用价格，也可作为替代品对生物降解地膜需求的影响因素；以农户所在地与县城的距离作为衡量经济发达和交通便利程度的影响因素，农户到县城的距离用农户所在经纬度到县城经纬度的欧式距离计算，即用两者经度差和纬度差的平方和开平方根得到；以农户的受教育程度和对残膜危害的认知作为环境污染外部性的解释变量。

1.4 数据的收集及其统计特征

根据分析需要，以云南省农户作为调查对象，调查方式以面对面、一对一地进行问卷访谈，调查单位来自云南省地膜使用具有代表性的9个州市中的10个县，涉及59个乡镇152个行政村，按照专家建议、耕种品种和历史用膜量按比例分配的原则，

共调查了 1289 户农户 2018 年的家庭基本状况、农业生产、地膜使用和生物降解地膜需求等信息。由表 1 可知，被调查农户平均年龄为 48 岁，平均受教育年限约 7 年，家庭劳动力平均为 2.6 人，平均种植的土地面积约为 16.81 亩(1 亩=1/15 公顷)，平均农业收入约为 6.3 万元/年，平均每户地膜成本约为 1100 元/年。对于有生物降解地膜需求意愿的农户，愿意给出的支付价格平均为 13.7 元/千克。

表 1 农户数据定量变量的描述统计特征

变量	样本数	极小值	极大值	均值	标准差
年龄/岁	1289	18	82	48	10.09
受教育年限/年	1287	0	19	7	3.55
家庭劳动力数量/人	1289	0	7	2.6	1.05
家庭土地种植面积/亩	1289	0.10	350.00	16.81	24.03
调查年度家庭农业收入/元	1285	-20000	8000000	63107	242717
调查年度农业地膜成本/(元/年)	1289	0	60000	1100	2831.91
愿意支付的生物降解地膜价格/(元/千克)	1071	2	35	13.7	4.05

农户调查数据(表 2)显示，尽管 87.4%的农户都知道农用残膜会危害环境，但残膜处理的比例仍相对较低，有回收行为的农户仅为 57.3%，进行残膜捡拾的农户仅为 14.9%，还有 39.3%的农户将残膜进行焚烧，以另一种方式危害环境。有 25.0%和 6.8%的农户认为捡拾和回收残膜会增加运输成本，有 15.9%的农户认为残膜回收程序过于复杂。在对于是否愿意使用生物降解地膜时，有 81.9%的农户选择愿意。

表 2 农户数据定性变量的描述统计特征

变量	频数		百分比/%	
	否	是	否	是
是否知道残膜的环境危害	161	1115	12.5	87.4
是否实际捡拾残膜	870	192	67.5	14.9
是否焚烧残膜	601	506	46.6	39.3
是否填埋残膜	976	90	75.7	7.0
是否回收残膜	497	739	38.6	57.3
是否认为捡拾残膜增加劳动力成本	967	322	75.0	25.0
是否认为回收残膜增加运输成本	1201	88	93.2	6.8
是否认为残膜回收程序复杂	1084	205	84.1	15.9

是否愿意使用生物降解地膜	226	1056	17.5	81.9
--------------	-----	------	------	------

根据生物降解地膜变量的数据特征，拟对二元选择变量——生物降解地膜支付意愿建立 Logistic 模型，对有生物降解地膜需求的农户愿意为生物降解地膜的支付价格建立 Heckman 样本选择模型。

2 生物降解地膜需求意愿 Logistic 模型及估计结果

Logistic 模型是离散选择模型之一，也是目前应用最广的模型，属于多重变量分析范畴，是计量经济学、市场营销等统计实证分析的常用方法。

2.1 Logistic 模型

Logistic 回归分析适用于因变量是定性分类变量的情况，根据因变量取值类别不同，又可以分为二元 Logistic 回归分析和多元 Logistic 回归分析，二元 Logistic 回归模型中因变量只能取 1 和 0(虚拟因变量)两个值，而多元 Logistic 回归模型中因变量可以取多个值^[14]。

Logistic 回归模型的因变量为二分类的分类变量或某事件的发生率，是数值型变量，残差和因变量都要求服从二项分布。二项分布对应的是分类变量，所以不是正态分布，因而不能用最小二乘法估计，而只能用最大似然法来解决方程估计和检验问题。在 Logistic 回归模型中，自变量和 Logistic 概率是线性关系，各观测对象间相互独立。

Logistic 分布公式为：

$$P(Y=1 \mid X=x)=\exp(x'\beta)/[1+\exp(x'\beta)] \quad (1)$$

式中：Y 表示取值为 0 和 1 的因变量；X 为解释变量；x 为样本解释变量；exp 表示以 e 为底的指数函数；β 为待估参数。

Logistic 分布反映了因变量发生的概率除以没有发生的概率，改变了自变量线性关系与因变量之间的取值区间矛盾，将因变量与自变量的关系转化为曲线关系。Logistic 回归从根本上解决了因变量不是连续变量的问题^[22]。

2.2 生物降解地膜需求意愿的 Logistic 模型

为了研究影响农户生物降解地膜需求意愿的因素，根据相关经济理论和 Logistic 模型的建模理论设定生物降解地膜需求意愿模型如下：

$$Y_i=\beta_0+\beta_1\ln agr_inc_i+\beta_2\ln ave_cos_i+\beta_3mul_tak_i+\beta_4mul_tran_i+\beta_5rul_com_i+\beta_6cou_dis_i+\beta_7edu_yea_i+\beta_8know_ris_i+\mu_i \quad (2)$$

式中：Y_i 表示农户对生物降解地膜的需求意愿，表示二元选择，即是否愿意使用生物降解地膜；i 表示第 i 个调查样本，i=1, 2, …, n；β₀~β₈表示模型的待估参数；lnagr__inc_i表示农户调查年农业收入，由于该值相对其他变量数值变异范围较大，

故取了对数；lnagr__inc_i表示农户每年亩均地膜成本，由于该值相对其他变量数值变异范围较大，故取了对数；mul__tak_i表示农户认为捡拾地膜增加了劳动力成本；mul__tran_i表示农户认为捡拾地膜增加了运输成本；rul__com_i表示农户认为残膜回收程序复杂增加了回收成本；cou__dis_i表示被调查农户到县城的距离；edu__yea_i表示被调查者的受教育年限；know__ris_i表示农户是否了解残膜污染的危害； μ_i 为随机干扰项，服从二项分布。

2.3 Logistic 模型估计结果

模型采用 stata15 软件^[20]进行最大似然法估计，采用了稳健的标准误，模型估计结果如表 3 所示。

表 3 生物降解地膜需求意愿 Logistic 模型估计结果

变量	估计结果 (1)	估计结果 (2)	估计结果 (3)	估计结果 (4)	估计结果 (5)
	优势比	优势比	优势比	优势比	优势比
lnagr__inc _i	0.923(0.193)		0.741** (0.108)	0.744** (0.109)	0.743** (0.106)
lnave__cos _i	0.748(0.171)	0.737* (0.119)			
edu__yea _i	1.098*** (0.026)	1.089*** (0.025)	1.109*** (0.026)	1.109*** (0.026)	1.113*** (0.026)
cou__dis _i	1.345(0.579)	1.395(0.596)	1.407(0.590)		
rul__com _i	0.557*** (0.112)	0.561*** (0.113)	0.565*** (0.110)	0.570*** (0.111)	0.553*** (0.107)
mul__tran _i	2.842** (1.248)	2.818** (1.242)	3.016** (1.325)	2.981** (1.294)	2.998** (1.310)
mul__tak _i	1.735*** (0.362)	1.769*** (0.368)	1.791*** (0.369)	1.805*** (0.372)	1.919*** (0.395)
know__ris _i	1.556** (0.331)	1.546** (0.328)	1.384(0.287)	1.394(0.289)	
常数项	4.950** (3.188)	3.781*** (1.809)	5.666*** (3.644)	6.165*** (3.857)	7.857*** (4.788)
LRchi ² (7)	40.95***	53.36***	53.34***	53.24***	50.62***
PseudoR ²	0.045	0.045	0.046	0.046	0.045
观测值	1221	1221	1221	1221	1221

表 3 中估计结果(1)的模型估计包含了模型(2)中所有的解释变量；估计结果(2)的模型估计去除了模型(2)中不显著变量 lnagr__inc_i；估计结果(3)的模型估计去除了模型(2)中不显著变量 lnave__cos_i；估计结果(4)的模型估计去除了模型(2)中不显著变量 lnave__cos_i和 cou__dis_i；估计结果(5)的模型估计去除了模型(2)中不显著变量 lnave__cos_i、cou__dis_i和 know__ris_i。在去除各个不显著变量的模型估计结果中，各变量的参数估计值相对稳定，说明模型估计结果稳健。

估计结果表明：

(1) 农户每年亩均地膜成本对数的参数估计不显著，说明当前使用的地膜成本不是影响生物降解地膜需求意愿的因素；农户所在村离县城的距离参数估计不显著，说明对土地价值的预期也不是影响生物降解地膜需求意愿的因素。农户是否知道残膜污

染危害的参数估计也不显著，说明“良心效应”在影响生物降解地膜购买意愿方面不明显。

(2) 农业收入对数的参数估计在 5% 的显著性水平下显著，说明农业收入的增加能够增加农户生物降解地膜的需求意愿，农业收入平均每增加 1% 的，选择生物降解地膜意愿的概率将提高 0.743%。

(3) 普通地膜回收成本即捡拾地膜的劳动力成本、回收运输成本和回收处理的复杂程度的参数估计分别在 1%、5% 和 1% 的显著性水平下显著，说明回收普通地膜中增加的劳动力成本、运输成本和回收处理复杂程度有增加生物降解地膜需求意愿的作用。如果增加捡拾地膜间的劳动力成本，将使农户选择生物降解地膜意愿的概率提高 1.919%；如果增加残膜回收的运输成本，将使农户选择生物降解地膜意愿的概率提高 2.988%；如果增加残膜回收处理复杂程度，将使农户选择生物降解地膜意愿的概率提高 0.541%。

(4) 受教育年限的参数估计在 1% 的显著性水平下显著。说明受教育年限越高，越能意识到环境保护的重要性，受教育年限每提高一年，农户选择生物降解地膜意愿的概率提高 1.919%。

3 生物降解地膜支付价格意愿的 Heckman 样本选择模型及结果

3.1 Heckman 样本选择模型

Heckman 选择模型是一种估计受样本选择偏差影响的回归模型的方法。在 Heckman 选择框架下，因变量仅对一部分数据可见。有时，因变量 Y_i 的断尾与另一变量 z_i 有关，被称为“样本选择”， z_i 被称为选择变量。假设回归模型为：

$$Y_i = x_i' \beta + \varepsilon_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

式中：被解释变量 Y_i 是否可以观测取决于二值选择变量 z_i (取值 0 或 1)，可表示为：

$$Y_i = \begin{cases} \text{可观测, 若 } z_i = 1 \\ \text{不可观测, 若 } z_i = 0 \end{cases} \quad (4)$$

而决定二值变量的方程为：

$$z_i = \begin{cases} 1, & \text{若 } z_i^* > 0 \\ 0, & \text{若 } z_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$z_i^* = \omega_i' \gamma + \mu_i \quad (6)$$

式中： z_i^* 为不可观测的潜变量； ω_i' 为 z_i^* 的影响因素； γ 为影响因素的待估参数； μ_i 为随机扰动项，服从正态分布； z_i 为 Probit 模型，则观测样本的条件期望为：

$$E(y_i | y_i \text{ 可观测}) = x_i' \beta + \rho \sigma_\varepsilon \lambda(\omega_i' \gamma) \quad (7)$$

式中： $E(\mu_i)=E(\varepsilon_i)=0$ ，并将 Probit 模型 (6) 中扰动项 μ_i 的标准差 σ_μ 标准化为 1。 ρ 表示 Y_i 与 z_i 的相关性，如果 $\rho=0$ ，则 z_i 的选择过程不对 Y_i 产生影响，使用普通最小二乘法估计即可，否则应使用样本选择模型估计^[23]。

3.2 支付价格意愿的 Heckman 样本选择模型

在农户愿意使用生物降解地膜的基础上，才能观测到农户生物降解地膜愿意支付的价格。因此，以农户生物降解地膜使用意愿作为选择变量，以农户生物降解地膜愿意支付价格作为因变量。根据模型 (2) 的估计结果设定潜变量模型为：

$$z_i^* = \gamma_0 + \gamma_1 \ln agr_inc_i + \gamma_2 mul_tak_i + \gamma_3 mul_tran_i + \gamma_4 rul_com_i + \gamma_5 edu_yea_i + \mu_i \quad (8)$$

根据相关经济理论，拟定支付价格意愿回归模型的解释变量与模型 (2) 基本相同，在数据分析中实际是否捡拾残膜也与愿意支付价格有关，故增加这一变量，模型如下：

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln agr_inc_i + \beta_2 \ln ave_cos_i + \beta_3 mul_tak_i + \beta_4 mul_tran_i + \beta_5 rul_com_i + \beta_6 cou_dis_i + \beta_7 edu_yea_i + \beta_8 know_ris_i + \beta_9 take_i + \varepsilon_i \quad (9)$$

式中： Y_i 表示农户生物降解地膜的愿意支付价格变量； z_i^* 表示是否愿意使用生物降解地膜的选择变量； $\gamma_0 \sim \gamma_5$ 表示潜变量模型的待估参数； ε_i 表示模型 (9) 的随机扰动项； $take_i$ 表示实际是否捡拾残膜变量；其他变量含义与模型 (2) 中一致。

3.3 Heckman 样本选择模型估计结果

Heckman 样本选择模型估计可采用两步估计法或最大似然估计法，在此利用 stata15 软件应用最大似然估计法。

模型估计采用了稳健标准误估计。估计结果 (1) 的模型估计包含了模型 (8) 和 (9) 中所有的解释变量；估计结果 (2) 的模型估计去除了模型 (9) 中不显著变量 $\ln agr_inc_i$ ；估计结果 (3) 的模型估计去除了模型 (9) 中不显著变量 $\ln agr_inc_i$ 和 $\ln ave_cos_i$ ；估计结果 (4) 的模型估计去除了模型 (9) 中不显著变量 $\ln agr_inc_i$ 、 $\ln ave_cos_i$ 和 rul_com_i ；估计结果 (5) 的模型估计去除了模型 (9) 中不显著变量 $\ln agr_inc_i$ 、 $\ln ave_cos_i$ 、 rul_com_i 和 mul_tran_i 。在去除各个不显著变量的模型估计结果中，各变量的参数估计稳定，说明估计结果稳健。Athrho 值拒绝 $\rho=0$ 的假设，说明选择变量对被解释变量存在相关性，Heckman 选择模型适用。估计结果表明：

(1) 受教育年限对生物降解地膜愿意支付价格影响显著。对于有使用生物降解地膜意愿的农户而言，受教育年限每增加一年，其每千克生物降解地膜平均支付意愿增加 0.217 元。

(2) 农户离县城的距离对生物降解地膜愿意支付价格影响显著。对于有使用生物降解地膜意愿的农户而言，按照经纬度计算，距离县城的欧式距离每增加 1，其每公斤生物降解地膜平均支付意愿减少 1.763 元。

(3) 认为残膜回收增加捡拾成本对生物降解地膜愿意支付价格影响显著。对于有使用生物降解地膜意愿的农户而言，认为残膜回收增加捡拾成本的农户愿意为每公斤生物降解地膜平均多支付 1.12 元。

(4)实际捡拾残膜对生物降解地膜愿意支付价格影响显著。对于有使用生物降解地膜意愿的农户而言,认为残膜回收增加捡拾成本的农户愿意为每公斤生物降解地膜平均多支付 1.412 元。

(5)了解残膜对环境的危害性对生物降解地膜愿意支付价格影响显著。对于有使用生物降解地膜意愿的农户而言,参数估计为负值,意味着了解残膜对环境危害性的农户并不愿意为生物降解地膜支付更高的价格,与一般人类心理认知存在矛盾。但检验农户了解残膜对环境的危害性与其地膜使用成本的相关性,结果为显著正相关,说明了解残膜对环境危害性农户的地膜使用量比不了解残膜对环境危害性的农户的多。生物降解地膜价格的变动会更多地影响这些了解残膜危害性农户的生产成本,较低的生物降解地膜价格对其降低生产成本是有利的,因此,了解残膜对环境危害性的农户愿意为每公斤生物降解地膜平均支付价格比不了解农户少 1.363 元。虽然知道污染,但由于农业利润率较低,农户更多考量的是经济效益,仍无暇顾及具有经济外部性的环境污染,因此,不存在“良心效应”。

(6)对于有使用生物降解地膜意愿的农户而言,农户的农业收入对数、地膜成本对数、认为回收残膜增加运输成本和残膜回收程序复杂这 4 个变量对农户生物降解地膜愿意支付价格的影响不显著。

4 结论

促进生物降解地膜的市场需求,对于减少农业地膜白色污染有极其重要的作用。研究结果显示:从长期来看,提高农业生产者的受教育程度,对提升生物降解地膜需求意愿概率和愿意支付价格都是有益的,但这是一个任重而道远的过程。从短期来看,增加农业收入和普通地膜的使用成本(包括捡拾、运输和回收程序的复杂性)有助于提升生物降解地膜的市场需求概率。对于有使用生物降解地膜意愿的农户而言,离县城近的农户比离县城远的农户愿意为生物降解地膜支付更高的价格;实际进行残膜捡拾和回收残膜增加捡拾成本的认识都使得农户愿意为生物降解地膜支付更高的价格。对于地膜污染外部性,不管是生物降解地膜的使用意愿还是支付价格,总体而言不存在“良心效应”。

为了促进生物降解地膜的市场需求,提升农业生产者的受教育程度固然重要,但考虑残膜环境污染的经济外部性,政府可以采取一些措施。首先,强制规定残膜捡拾和回收程序,增加普通地膜的使用成本,对促进生物降解地膜的市场需求会产生一定作用;其次,对离县城较远的边远山区的农户,给予使用生物降解地膜补贴,将会对促进生物降解地膜的市场需求产生一定作用。就生物降解地膜生产厂商而言,目前生物降解地膜在技术上除了急需解决的问题如降解性能、力学性能、耐水性等方面的问题外^[24],还应积极开发降低生物降解地膜生产成本和使用成本的技术,从而不断降低生物降解地膜市场价格和使用成本,这些也是扩大生物降解地膜市场需求的重要方面。

参考文献:

[1]国家统计局农村社会经济调查司. 2016 年中国农村统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017.

[2]国家统计局. 国家统计局网站/统计数据/年度数据/农业分类/农用塑料薄膜使用量(吨)[EB/OL]. [2020-12-29]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/>.

[3]严昌荣, 何文清, 薛颖吴, 等. 生物降解地膜应用与地膜残留污染防控[J]. 生物工程学报, 2016(6): 746-760.

[4]袁北军. 残膜回收与可降解地膜新技术推广应用[J]. 农业经济, 2017(4): 70-71.

[5]何文清, 严昌荣, 赵彩霞, 等. 我国地膜应用污染现状及其防治途径研究[J]. 农业环境科学学报, 2009(3): 533-538.

-
- [6]王频. 残膜污染治理的对策和措施[J]. 农业工程学报, 1998(3): 3-5.
- [7]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(1): 79-83.
- [8]麻世华, 叶东平, 麻成军. 农用塑料薄膜的残留危害及控制措施[J]. 现代化农业, 1997(10): 5-6.
- [9]李平娟. 浅论地膜污染与防治对策[J]. 江苏环境科学, 2004(S1): 35-36.
- [10]申丽霞, 王璞, 张丽丽, 等. 可降解地膜的降解性能及对土壤温度、水分和玉米生长的影响[J]. 农业工程学报, 2012(4): 111-116.
- [11]Kyrikou I, Briassoulis D. Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review[J]. Journal of Polymers and the Environment, 2007, 15(3): 125-150.
- [12]Ammala A, Bateman S, Dean K, et al. An overview of degradable and biodegradable polyolefins[J]. Progress in Polymer Science, 2011, 36(8): 1015-1049.
- [13]Yang N, Sun Z X, Feng L S, et al. Plastic film mulching for water-efficient agricultural applications and degradable films materials development research[J]. Materials and Manufacturing Processes, 2015, 30(2): 143-154.
- [14]朱友娟, 伍维模, 温善菊, 等. 可降解地膜对新疆南疆棉花生长和产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016(4): 189-196.
- [15]刘莘, 仲子文, 王丽红. 可降解地膜覆盖对土壤养分和棉花产量的影响[J]. 山东农业科学, 2014(8): 81-83.
- [16]崔德强, 杨春江. 可降解地膜、液体地膜在烤烟上的应用研究[J]. 安徽农业科学, 2015(1): 53-55.
- [17]李倩, 安洁, 石宝翠, 等. 残膜污染防治与可降解地膜生态环境影响评价[J]. 山东农业科学, 2016(12): 111-116.
- [18]北京新思界国际信息咨询有限公司. 2020—2024 年中国可降解地膜行业市场行情监测及未来发展前景研究报告[R]. 北京: 北京新思界国际信息咨询有限公司, 2020.
- [19]柴詠, 杨伯华. 西方经济学[M]. 成都: 西南财经大学出版社, 2000: 66-76.
- [20]张世斌. 数学建模的思想和方法[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2015: 214.
- [21][澳]黄有光. 福祉经济学: 一个趋于更全面分析的尝试[M]. 张清津, 译. 大连: 东北财经大学出版社, 2015.
- [22]武松, 潘发明. SPSS 统计分析大全[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016: 260-261.
- [23]陈强. 高级计量经济学及 stata 应用[M]. 第二版. 北京: 高等教育出版社, 2014: 235.
- [24]胡琮恩, 李婷, 马丕明, 等. 生物可降解地膜的研究进展[J]. 塑料包装, 2017(3): 34-40.