

基于环境保护发展视角下可降解性地膜综述研究

张华国

西藏自治区农牧科学院农业资源与环境研究所, 西藏 拉萨

收稿日期: 2024年10月1日; 录用日期: 2024年10月31日; 发布日期: 2024年11月11日

摘要

西藏雅鲁藏布江沿河农业种植地域是西藏重要的粮食生产区域, 农牧民覆盖地膜种植农作物是保障农业粮食安全生产的有效方法和重要途径之一。经过多年的种植业发展, 农用地膜的普及覆盖越来越受到农牧民的欢迎, 基于环境保护的发展视角, 常规农用地膜及其塑性残留物对土地及周边环境造成了严重的污染且越来越严重。国家提倡高原农牧业高质量发展, 提出生态环境保护的发展理念, 各种新型农业种植方式、农业投入品以及农业绿色发展模式应运而生。可降解地膜作为农业投入品之一, 是研究解决农业面源污染、土壤营养失衡、促进绿色生态环境保护的有效方法和途径之一。本文通过详细调查和统计目前高原农业生产领域应用的可降解地膜的种类、特征、应用优缺点和使用效果, 分析可降解地膜对于种植业绿色发展产生的影响, 提出未来可降解地膜的发展方向。今后对于提升和保障西藏雅鲁藏布江沿河流域种植业高质量发展、安全生产、环境保护治理, 促进和发展西藏经济、社会、人口、资源、环境以及粮食安全可持续发展具有重要的意义, 仅供学术界参考。

关键词

环境保护发展, 视角, 可降解地膜, 研究

A Review of Biodegradable Plastic Film from the Perspective of Environmental Protection and Development

Huaguo Zhang

Institute of Agricultural Resources and Environment, Tibet Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences, Lhasa Xizang

Received: Oct. 1st, 2024; accepted: Oct. 31st, 2024; published: Nov. 11th, 2024

Abstract

The agricultural planting area along the Yarlung Zangbo River in Xizang is an important food production area in Xizang. Plastic film covered by farmers and herdsmen to plant crops is one of the effective methods and important ways to ensure the safe production of agricultural food. After years of planting development, the popularization of agricultural film coverage has become increasingly popular among farmers and herdsmen. Based on the development perspective of environmental protection, conventional agricultural film and its plastic residues have caused serious pollution to the land and the surrounding environment and become more and more serious. The state advocates high-quality development of agriculture and animal husbandry in the plateau, proposes the development concept of ecological environment protection, and various new agricultural planting methods, agricultural inputs and agricultural green development models have emerged. As one of agricultural inputs, biodegradable plastic film is one of the effective methods and approaches to study and solve agricultural source pollution and soil nutrient imbalance and promote green ecological environment protection. This article conducts a detailed investigation and statistics on the types, characteristics, application advantages and disadvantages, and use effects of biodegradable plastic films currently used in the field of high-altitude agricultural production. It analyzes the impact of biodegradable plastic films on the green development of the planting industry and proposes future directions for the development of biodegradable plastic films. In the future, it will be of great significance to improve and ensure the high-quality development of the planting industry, safe production, environmental protection and governance along the Yarlung Zangbo River in Xizang and promote and develop the sustainable development of Xizang's economy, society, population, resources, environment and food security. It is only for academic reference.

Keywords

Environmental Protection and Development, Perspective, Biodegradable Plastic Film, Research

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 问题的提出

根据历史资料记载，地膜是由日本首次发明、最早生产、运用农业建设的国家，随后地膜普及使用推进世界各地农业生产。我国作为农业大国是 19 世纪 70 年代从日本首次引进塑料地膜运用于农业生产建设和发展，首先在北京、上海、中国东北三省、内蒙古自治区进行示范与推广并取得了可观的效果，1979 年底试制成功地面覆盖专用膜，研制有色地膜、反光膜、除草膜、耐老化长寿膜、切口膜等新产品。80 年代我国塑料地膜覆盖耕地面积 1700 公顷，1983 年初国家重点向全国范围内大面积示范推广，1983 年又研制了低压高密度聚乙烯 HDPE 和线型低密度聚乙烯超薄地膜。90 年代我国塑料地膜覆盖耕地面积 3500 公顷，21 世纪初塑料地膜已达到 1000 万公顷，学术界形成提出了“中国特色的地膜覆盖与栽培技术体系”、“覆盖栽培环境相对稳定效应”的理论体系，我国每年使用的塑料地膜伴随着覆盖耕地面积的增加呈现继续扩大的发展趋势，有效促进传统农业向现代化农业转变的科学技术[1]-[3]。西藏覆膜种植农作物起源于上个世纪 80 年代初农作物引进和筛选过程阶段，地膜特殊优势属性深受种植业的喜爱，覆膜种植区域分散，包括高海拔种植区、低海拔种植区、半农半牧地区以及沿拉鲁藏布江及农田区域和温室区域等，覆膜种植农作物具有普遍和扩张发展的趋势，西藏作为中国的极地净土，具有无可比拟的原

始自然生态，多样的自然环境和丰富的物种资源，千百年来造就了西藏农牧民以农牧业为主导的发展方向，现代化的农业生产与建设取得了诸多的成就。

地膜作为农业生产中普遍使用的农用物资投入品，在提升土壤温度、促进幼苗发芽、保持土壤水分、涵养土壤养分、防治害虫侵袭、促进作物生长、提高作物产量等诸多方面带来较大的优势，导致地膜连续使用年限的不断增加与使用范围的扩大，经过长时间的塑料覆膜使用，地膜产生了全球的共性问题，具有不可降解性、造成白色黑色污染、难以回收和再利用、改变土质水源造成环境改变和污染、农业资源改变和农作物减产等。因此，面临日益严重的农膜污染问题，美国、日本等西方国家深入研究较早，可降解地膜研究基础领先和成熟，可降解地膜具有良好的特性，具有不同的降解属性和降解特点、降解材料的多样性、降解方法的多样化、降解产品的丰富多样和人性化定制，在国外农业生产可降解地膜实践当中具有良好的普及和示范。我国可降解地膜的研发和运用实践相对较晚，在“十三五”时期农膜行业草案中明确首次指出，未来发展农膜的研究重点聚焦在生物可降解地膜，提出了在原有农膜的基础上深入研究和研发生物可降解性地膜，明确可降解性地膜是未来的发展方向，始终致力于可降解地膜对生态环境的保护和可持续发展[4]。2015年，国家为推动农业绿色高质量发展，农业发展方面陆续出台鼓励和支持环保型行业多项政策，农业部、环保部等相关部委联合印发《农业农村污染治理攻坚战行动方案（2021~2025年）》，积极推进加大功能性、低能耗、可降解农用地膜的研究与开发力度，以推动可降解地膜在农业领域的全覆盖[5][6]。随着新科技合成材料、化工原料以及降解材质的发展，国内可降解性地膜的研究经过多年的发展形成了以区域农业生态发展为特点的不同类型的可降解性地膜的研发和产品的运用，具有各自的片区属性、降解属性、季节性属性以及产品属性，可降解性地膜具有各自的产品特点，运用不同农作物具有不同的表现。

2. 西藏种植业常规传统塑料地膜对环境的危害和不利影响

常规塑料地膜的主要化学成分包括聚乙烯为主，另外也包括聚氯乙烯、聚丙乙烯、乙烯-醋酸乙烯树脂等聚合物。其中，主要原料聚乙烯中分为高密度聚乙烯(HDPE)、低密度聚乙烯(LDPE)、线性低密度聚乙烯(LLDPE)，其在地膜中均有应用，三者分子结构不同，材料与加工性能及产品性能有较大差异，HDPE 分子量高，密度大，结晶度高，因而透光性差，但力学性能好，强度高，加工性较好，易制成微薄膜；HDPE 受紫外线影响最明显，地膜初始强度虽较高，但老化较快，无法回收，一般不用 HDPE 做地膜；LDPE 分子量分布宽，结晶度低，因而透光性好，加工性能好，力学强度相对较低，结晶度介于 LDPE 和 HDPE 之间，力学性能好，透光性较差，拉伸性较好，易制备微薄膜，抗刺穿性较好。塑料地膜生产过程当中除主要成分之外，添加大量的滑石粉、碳酸钙、防老剂、着色剂、弹性剂、粘合剂等多种化学合成物质，所产生的塑料地膜具有抗老化、抗寒性、抗拉伸、坚韧性、透光性等多种属性和特点，逐步成为现代化农业生产中必不可少的重要生产资料，常规塑料地膜在提高作物产量和转变传统农业方式、农业生产建设当中发挥了重要的作用和效果[7]。不可忽视和否认的是，常规塑料地膜的大量使用对自然生态环境造成了严重污染，诸如加重土壤污染、制约水质环境、影响作物品质、扰乱生态环境等方面。所产生的自然生态环境问题也越来越受到大众的关注，具体分析如下。

2.1. 土壤与水分污染影响方面

常规传统塑料地膜危害土壤环境，塑料自身的氯乙烯、聚丙乙烯、乙烯-醋酸乙烯树脂等聚合物高分子化学合成聚合物质以及大量化学合成添加剂，资料显示，传统塑料地膜分解需要 200~400 年乃至更长时间，长期残留于大量耕地土壤当中，大量残留的高分子化合物和添加化学试剂有效改变土壤原本的物理结构和性质、阻碍土壤对水分的吸收和运作、影响土壤与空气的交换、制约土壤养分的分布和均匀

等多种现象，造成的后果就是严重影响降低土壤生产力、土壤营养失衡、酸碱度失衡、水源污染变质和破坏严重、土壤盐碱化或者板结以及改变破坏土壤微生态环境、种群关系以及酶活性等。

2.2. 农作物影响方面

常规传统塑料地膜危害农作物发育与生长，塑料地膜长期残留于土壤、水源以及空气当中，不可降解的化学合成物产生的地面碎片可以大大改变土壤的结构与理化性质等，初期可以导致农作物幼苗出苗困难、幼苗长势畸形、幼苗烧苗和死苗的现象；中期可以导致影响农作物根部向下延伸、作物根系发育、水分和养分的吸收和利用、延长农作物生长周期；后期可以导致农作物生长指标异常、作物产量降低、作物品质改变、残留塑料地膜加剧农作物种植恶性循环。

2.3. 生态环境影响方面

常规传统塑料地膜危害自然生态环境，塑料地膜种植生产当中作为有效的农用资源，使用结束却成为生产垃圾，塑料地膜消耗量逐年增加，残留地膜处理工艺技术的落后、资源化再利用率相对偏低和回收经济效益不高，导致大量残留地膜碎片保留在土壤、水源以及农业种植生产周边范围，残留量和面积范围逐年增加，自然环境的风吹日晒导致土壤、水源以及空气当中大量存在，地膜残留量和污染程度逐年增加。塑料地膜可以通过风、流、虫、牲畜等手段被传播到其他地区，扰乱生态系统的行会对周围的多样化区域自然生态系统造成严重的危害，最终导致整个生态系统环境的失衡。

2.4. 其他影响方面

根据查阅资料显示，常规传统塑料地膜危害方面较多，例如，塑料地膜在生产制造、覆膜使用以及被暴露在阳光下、强风中或者温度升高时，就有可能从塑料地膜中释放出有害气体，如二恶英、苯、氯化物等物质，对塑料地膜的农民和家庭农场工作者会造成慢性毒性的威胁。塑料地膜残留的添加剂、化学合成剂不仅严重影响土壤和水源、而且降低农作物产量和品质，长期食用农作物的摄入也会对人体或者牲畜的健康安全造成潜在威胁。

总而言之，塑料地膜虽然在历史农业发展过程被广泛应用，但是高质量发展的农业塑料地膜带来的危害也是不可忽视和不可避免的，从自然生态环境、农业发展以及人类健康成长的多方面考虑，我们需要重新审视和思考塑料地膜的农业生产产生的贡献和存在弊端，在塑料地膜的使用和生产方面，我们应该采取更加科学和环保的方法，以达到既能保护自然生态环境又不影响农业发展和农民生计的长远建设。可降解性地膜是未来地膜产业发展的趋势，符合农业生产和建设的需求，可降解产品当中不含有国家禁止的化学物质，符合国家相应的污染物排放标准，保护人类生存的自然生态环境。

3. 西藏种植业常规可降解性地膜的种类、应用和效果分析

可降解性地膜作为新型农业投入品和消耗品属于新型的覆膜材料，根据多方资料显示，可降解性地膜经历第一代、第二代、第三代的发展历程，其中“第一代可降解地膜”初期制造工艺和流程简单，塑性物质添加断裂试剂，运用过程当中大块塑料容易降解为小块塑料，表象的假降解并非真正的生物降解、环保降解、安全降解以及完全降解，片状、碎片化和颗粒状塑料依然留存农田土壤当中，实际还是以不同的方式留存于自然环境当中，对于自然环境以及土壤、水分、作物造成更加严重的影响和制约，“第一代可降解地膜”也已经被学术界和科研界所淘汰^[8]。“第二代可降解地膜”主要根据特定区域的生态环境特点为主体研发二代可降解地膜，二代可降解地膜具有因自然生态环境的变化而变化，产生的降解产物也是水、二氧化碳以及无害物质，具有比第一代可降解地膜的先进之处，但是二代可降解地膜绝大多数存在着因自然环境的异常性、变化性和不定性等特点具有不同的适应性或者不同的二代可降解地膜

在不同的自然生态环境当中差异性较大，因此“第二代可降解地膜”因自然环境存在局限性和因不同环境存在着多样性。“第三代可降解地膜”是在“第一代可降解地膜”、“第二代可降解地膜”的基础上研发新型可降解地膜，是占据目前可降解地膜市场主导的产品，根据自然生态环境光降解、生物降解、氧化降解等特性降解地膜；根据作物生长周期一年一种、一年两种、一年三种降解地膜，根据专门农作物类型水稻、玉米、马铃薯等农作物的可降解地膜等，“第三代可降解地膜”产品丰富多样，具有不同的降解方法、技术和用途等，不同的自然生态环境、种植业作物类型以及种植方式方法适合筛选不同的可降解地膜，根据国家发布和实施可降解地膜相关指导意见，降解材料主要有聚对苯二甲酸一己二酸丁二醇酯(PBAT)、聚乳酸(PLA)、聚碳酸亚丙酯(PPC)、聚羟基脂肪酸酯(PHA)等，严格按照国家标准(GB/T 35795-2017)要求和实际需求，在对覆盖区域和作物经过充分评估、验证、比较、筛选选用合格适宜的降解地性地膜[9] [10]。因此，今后可降解地膜的研究和应用是我国地膜产业的发展趋势，也是发展可持续性农业的必要前提。

3.1. 光降解性农用地膜的应用与效果

光降解性农用地膜主要是采用聚丙烯材料或其它可塑性高分子材料制成的覆盖在农田上的可降解薄膜，主要在日光辐射和照耀的作用下通过紫外线分解而成，从光照的角度引起污染物的有效分解，促使有机化合物降解为碳原子微乎其微的同系物反应，从而达到地膜的降解效果和目的。

应用效果方面，光降解性地膜以光敏剂和添加型为主，原料主要为聚乙烯等分子链中含有双键的高分子聚合物，需要在加工过程中添加光敏剂或其他塑料助剂，通过自然界阳光的照射产生化学反应、催化、分裂、分解和消失，光降解性地膜对太阳光照和紫外线相对敏感，自然降解不会留下任何污染物质，有效地缓解地膜残留和污染问题。

优缺点方面，目前国内外普遍使用的光可降解性地膜，具有太阳辐射爆晒高度降解性达到95%以上；不会造成土壤污染、水源污染、空气污染等生态环境的破坏；有效地降低和减少人工清理成本，对于农业可持续发展、生态环境保护以及增产增效具有重要的现实意义。光降解性农用地膜也具有缺点和不足之处，受到太阳辐射紫外线的影响和制约，降解周期根据太阳辐射变化而变化，具有不可控性，透气性不足，被遮蔽或深埋土里的光降解性地膜难以有效降解，光线不足或掩埋的没有降解微塑料在土壤、水体、大气中积累对生态环境造成二次污染，降解多少受到太阳辐射紫外线的影响和制约；光降解性地膜原材料成本较高，厂家生产成本较高、技术难度较高，同时增加农业种植的成本，难以普遍大面积示范和应用。

3.2. 氧化生物双降解性农用地膜的应用与效果

氧化生物双降解性农用地膜主要通过光照氧化和农作物生态环境共同作用降解效果，综合利用了氧化降解和生物降解双重的效果，有效利用促氧化添加剂和添加不同的降解成分原料，结合不同的农作物生长环境有效促进分解，最终分解为二氧化碳和水分，氧化生物双降解性农用地膜主要根据作物的不同，例如马铃薯、玉米、油菜以及甘蔗等作物的研制氧化生物双降解性农用地膜，产品具有多样化、季节化、差异化的特点和属性。

应用效果方面，综合视角考虑氧化生物双降解农用地膜具有生态环保，低残留，可节省残膜回收成本；保湿保湿效果好，能抑制杂草生长促进作物生长；具有土壤的透水、透气性，利于养分下渗，促进作物发育后熟；降解相对于不同作物品种不同诱导期可控，可实现典型区域典型作物配套地膜的专用化。

优缺点方面，氧化生物双降解农用地膜依据不同作物具有不同的明显降解效果，降解产物具有无毒、无害、无污染的特点，可以有效保证自然生态环境安全，有效降低和减少人工成本。氧化生物双降解农用地膜具有相对的局限性和条件性，该地膜具有作物使用的专一性，农作物交叉使用效果不明显；同时需要根据作物的光照、温度、降水、土壤质地状况等实际情况使用，防止过早或过晚发生降解，地膜使

用受到微环境相对复杂性特点，不同区域、不同作物、不同环境具有不同的降解效果的影响；受到制造原料成本、技术难度以及不同区域使用效果的影响，专用化应用需要长期的正确认知和科学方法转变。

3.3. 液态降解性农用地膜的应用与效果

液态降解性农用地膜原本应用于沙地、盐碱地、滩涂整治以及工程道路护坡、防沙固林、树木防冻等工程和技术领域，后期才应用于干旱、寒冷以及丘陵等区域农作物种植，由于液态降解性地膜原料来源比较丰富，比如，石油、沥青、废弃酿酒废液、造纸废液、腐殖酸以及制糖废液等各种废弃物资源，制作过程添加微量元素、有机肥、农药以及活性物质和粘合剂等制作的地膜产品，世界各国普遍运用与生产当中，使用具有方便、快捷、有效的特点。

应用效果方面，液态降解性农用地膜具有良好的降解性，可以有效地分解无毒、无害、无污染的物质，通过喷施土壤表面、作物表面、滴管以及无人机喷洒等，降解效果明显，透气性相对较好，对于绝大多数农作物均可适应，液态降解性农用地膜不仅具有增温、保墒、保苗的效果，更具有强效的粘附功能，有效促进土壤团聚物，改善土壤微生态环境、提高土壤有机质、增加多种元素以及解决“白色污染”等环境治理问题。

优缺点方面，液态降解性农用地膜具有方便实用、灵活多变以及适应性普遍广泛的特点，可运用于出苗、生长期以及结束期，对于干旱、寒冷以及地貌地形也具有良好的适应性，适应作物广泛性，成本较低、效果明显、利用率很高，如果条件允许的情况下，可以有效地配合各种微量元素肥、液体农药以及杀虫剂等促使效果更加明显，成本便宜使用广泛。同时，液态降解性农用地膜具有自身的缺陷，降解效果好的同时，需要多次进行农作物实施喷洒，如果受到大风和多雨等自然天气的影响，效果非常不明显，应该根据天气变化进行适当调整，一定程度上增加地膜使用成本和人力成本，除此之外，液态降解性农用地膜具有不易储存和运输的特点，根据情况具体使用及时购买喷洒。

3.4. 多功能复合降解性农用地膜的应用与效果

多功能复合降解性农用地膜是一种集成了多种功能的地膜，它不仅具有提高土壤温度、保持土壤湿度、防止杂草生长，还可以具有防虫、抗病、增产等多种常规功能。多功能复合降解性农用地膜通常采用多种材料复合而成，具有更好的耐用性和稳定性，具有单一功能也具有复合功能，普遍具有良好的可降解性。在农业生产中，可以有效显著提高作物的产量和品质，减少农药和化肥的使用量，降低农业生产成本，保护自然生态环境。

应用效果与优缺点方面，学术界关于多功能复合降解性农用地膜没有定性和定量的结论，具体农业生产种植根据不同状况选择不同的多功能复合降解性农用地膜，比如，肥料性多功能复合降解性农用地膜降解之后产生土壤有机质直接还田利用提高土壤肥力；农药性多功能复合降解性农用地膜降解同时应用于农作物生长病虫害防治；除草性多功能复合降解性农用地膜促进农作物增长，同时有效抑制农作物草害；周期性多功能复合降解性农用地膜可以运用降解时间周期同时有效进行一年多种、多年多种方式。多功能复合降解性农用地膜根据生态区域特点和属性、农作物种植耕作方式、预期达到不同目的和效果进行多样化的优选，也是未来可降解地膜行业多元化的发展方向和趋势，最终的结果就是源于自然和归于自然，有效促进农业绿色可持续发展。

4. 可降解性地膜对于种植业绿色发展产生的影响与发展方向

4.1. 可降解性地膜对于种植业绿色发展产生的影响

可降解性地膜对于种植业绿色发展产生具有积极推进作用和重要的意义，通过深入的调查和研究，

可降解性地膜作为近几年新生的产品，在未来具有非常大的发展潜力，目前看来，可降解性地膜不论是在生产还是在农业应用当中，都存在着众多的问题，分析如下：

首先针对技术研发机构和生产厂家而言，可降解性地膜研究技术尚未完全成熟和完善，制作的可降解性地膜产品丰富多样，具有各自的降解功能和特点属性、产品的质量参差不齐、性能不能一概而论、稳定性和降解性不相一致、多样化的产品存在优势和缺点需要进一步应用于实践需要改进和提高。可降解性地膜针对于传统的塑料地膜相互比较，普遍研发成本和原料成本投入很大致使产品价格较高，变相地增加农业生产的投入成本，一定程度上限制和阻碍了产品市场销售和种植市场的应用和普及，可降解性地膜研发成本和投入成本的增加限制种植业绿色发展。

其次针对于农户具体使用而言，可降解性地膜不同的产品具有不同的降解效果、不同的降解因素、不同的降解方法，可降解性地膜受到区域环境条件诸如阳光紫外线辐射、昼夜温差、种植作物类型、光照时长、生物量、区域生态微环境、农作物种植时间差异和模式等因素的影响和制约，普遍存在产品降解速度难以控制和把握，产品降解出现不同的降解效果等现象。可降解性地膜产品部分掩埋地下或者无法完全降解的部分残留农田当中，伴随时间流逝对于自然生态环境也会造成潜在的面源污染风险，需要对于后期如何处理和解决也产生了诸多的问题，也是需要现在和未来解决的现实问题。目前，可降解性地膜作为新兴事物，农牧民对于其认可度、接受度、欢迎度较低，推广普及难度相对较大。

最后针对学术界科研人员而言，可降解性地膜降解性能在化工行业、其他检测行业以及农业科研行业研究侧重点不一致、标准不一样以及研究目的不同，化工行业按照国家标准(GB/T 35795-2017)执行，侧重产品标准；检测行业以实验室理想标准检测提供数据支持；农业科研行业主要采取实际应用地膜质量损失计算地膜降解率的方式，忽略了地膜破碎混杂到土壤中的微小碎片等对生态环境产生二次污染，肉眼可见的消失仅能证明地膜的物理降解效果，并不能成为生物降解性能的真实证据，有待于今后进行更加深入的可降解性地膜降解的长期定位观测数据收集和研究。学术界科研人员都是致力于不同角度的科学的研究工作，多方面的相互结合和衔接有利于更加深入地了解可降解性地膜对于种植业绿色发展的影响。

4.2. 可降解性地膜未来的发展方向

可降解性地膜的研发、运用和普及涉及化工行业、产品技术研发行业、环境保护行业、农业种植等部门，不断地优化可降解地膜的研发力度，提高可降解地膜的综合利用性能，有效地降低可降解地膜的生产成本，推进大面积示范、推广与普及，同时做好可降解地膜的长期定位观测数据收集和对自然生态环境和社会经济发展的评估工作。未来发展方向主要做好以下方面：行业层面采取更加积极有效的措施，鼓励和支持多样化可降解性地膜运用于实际农业生产，逐步代替原有传统的塑料地膜，减缓常规塑料地膜造成的生态环境污染；科研层面针对可降解性覆膜生产区域进行长期定位观测试验数据统计和研究，提出存在的具体问题、实用性问题和调控改进的优化措施；化工研发层面重点解决降解效率和环境保护的技术问题，寻找可行技术方案、优化配方、生产工艺、降低可降解地膜成本和提升经济效益、研发高性能多功能优质产品、专业化与大众化相统一，为农业可降解性地膜市场的可持续发展提供有力保障。

随着全球环保意识的提高和环保法规的日益严格，可降解性地膜行业将面临更高的环保要求，有效促使相关环保型企业加大研发投入、新材料的研发、生产工艺的改进、智能化技术的应用，推出更加环保的、可降解的、满足市场需求的农用地膜产品以满足市场需求。随着人们对环境保护意识的日益增强，寻找解决废弃地膜“白色污染”问题的途径显得尤为关键，构建环境友好的社会和实现人与自然的和谐共生，依赖于可降解性地膜的广泛应用。可降解性地膜产业未来发展的主流趋势对于推动可持续农业的实现是不可或缺的，全球未来主要以可降解性地膜的不同用途及环境条件，通过分子设计研究、改进配方，开发准时可控性环境降解塑料；积极研发高效价廉的光敏剂、氧化剂、生物诱发剂、降解促进剂、稳

定剂等，进一步提高可降解性地膜的准时可控性、用后快速降解和完全降解性；加速研制可降解性地膜或普通塑料与淀粉、纤维素或无机材料的填充共混或合金化技术，以及完全生物降解塑料与天然材料涂覆层合技术；探索及培育能降解普通塑料的菌株，使广泛使用的普通塑料用后具有易降解性以适应环保要求。为了今后实现长远的目标，政府、企业和科研机构需要加强合作，制定并执行相关政策，鼓励和支持可降解性地膜的研发与市场推广，同时也需要农民接受和采用新型可降解性地膜，以实现农业生产与环境保护的双赢，有效促进高原农业发展步入更为绿色、安全、可持续、高效的发展阶段。

基金项目

西藏自治区科学技术厅、西藏自治区外国专家局“可降解性地膜不同降解周期下水-热-盐-氮变化特征、趋势与应用效果研究”（项目编号：2021WZ002）。

参考文献

- [1] 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, 15(3): 7-10.
- [2] 冯海. 甘肃省农膜利用现状和存在问题及解决途径[J]. 黑龙江农业科学, 2012(11): 152-154.
- [3] 王舒淇, 任梦丽, 李鑫丰, 等. 地膜微塑料对农田土壤酶活性和细菌群落的影响[J]. 中北大学学报(自然科学版), 2023, 44(4): 437-446.
- [4] 包明哲, 红梅, 赵巴音那木拉, 等. 内蒙古河套灌区农田地膜残留量分布特征及影响因素[J]. 农业资源与环境学报, 2023, 40(1): 45-54.
- [5] 王献志, 盛祝梅, 叶国民, 等. 农田农地膜残留污染现状及对策[J]. 安徽农业科学, 2003, 31(2): 330-331.
- [6] 杨惠娣. 塑料农膜与生态环境保护[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 120-121.
- [7] 胡晓兰, 梁国正. 生物降解高分子材料研究进展[J]. 化工新型材料, 2002, 30(3): 7-10.
- [8] 周艺峰, 聂王焰, 沙鸿飞. 降解性聚乙烯地膜降解过程中力学性能和化学结构的变化[J]. 高分子材料科学与工程, 2000, 16(4): 79-81.
- [9] 张文群, 金维线, 孙昭容, 等. 降解膜残片与土壤耕层水分运动[J]. 土壤肥料, 1994(3): 12-15.
- [10] 丁茜, 余佳, 蒋馨漫, 等. 生物降解地膜材料的研究进展[J]. 工程塑料用, 2019, 47(12): 150-153.