



中国农用地膜残留 污染现状及防治对策

常瑞甫 严昌荣 主编



中国农业科学技术出版社



中国农用地膜残留 污染现状及防治对策

常瑞甫



严昌荣

主编

藏书

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国农用地膜残留污染现状及防治对策 / 常瑞甫, 严昌荣主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2012. 4
ISBN 978 - 7 - 5116 - 0789 - 8

I. ①中… II. ①常…②严… III. ①农用薄膜 - 污染防治 - 中国
IV. ①X71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 066598 号

责任编辑 崔改泵 黄 卫
责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 82109704 (发行部) (010) 82109709 (编辑室)
(010) 82109703 (读者服务部)
传 真 (010) 82109709
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京科信印刷厂
开 本 880 mm × 1 230 mm 1/16
印 张 11.25
字 数 332 千字
版 次 2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷
定 价 60.00 元

版权所有 · 翻印必究

编 委 会

主 编 常瑞甫 严昌荣

参编人员 何文清 高 峰 刘 勤 肖运来 洪仁彪

朱绪荣 石智峰 姚文初 曾军全 朱晓禧

李 杰 刘 爽 刘恩科 王序俭 小野实辉彦

Carlo Ponzio

致 谢

衷心感谢联合国粮农组织（FAO）对该项目的资助。

衷心感谢 FAO 中国办公室的张忠军先生、傅荣女士、刘岸女士以及农业部国际合作司罗鸣先生对项目实施和报告编写给予的精心指导和帮助。

在项目野外调查工作中，得到了新疆生产建设兵团农八师科技局戚亮副局长，新疆石河子农业科技开发研究中心棉花研究所吕军研究员、秦江鸿研究员，陕西省铜川市农业科学研究所张亚建研究员，湖北民族学院艾训儒教授、沈作奎副教授、朱江先生的大力支持和帮助，在此对各位表示诚挚的谢意。



目 录

第一章 农用地膜发展与应用现状	(1)
1.1 地膜覆盖技术的发展概况	(1)
1.1.1 国外地膜发展概况	(1)
1.1.2 国内地膜的研究与应用	(2)
1.2 地膜的种类和作用	(3)
1.2.1 地膜的种类	(3)
1.2.2 地膜覆盖的作用机理	(4)
1.2.3 地膜覆盖对农业的影响	(6)
1.3 中国农用地膜应用现状	(8)
1.3.1 地膜应用概况	(8)
1.3.2 存在的主要问题	(9)
第二章 中国农用地膜残留污染现状	(12)
2.1 地膜残留污染现状与趋势	(12)
2.1.1 农用地膜残留污染现状和特点	(12)
2.1.2 地膜残留污染的发展态势	(13)
2.2 地膜残留污染的影响与危害	(13)
2.2.1 农用地膜残留对土壤的影响	(13)
2.2.2 农用地膜残留对农作物的危害	(14)
2.2.3 地膜残留的其他副作用	(16)
2.3 地膜残留污染的主要成因	(17)
2.3.1 地膜材料的极难降解性, 导致其累积污染的高风险	(17)
2.3.2 地膜产品质量差、强度不够, 导致回收难度大	(17)
2.3.3 农用地膜残留回收意识和技术落后, 再利用的效益低	(17)
2.4 典型农区农田农用地膜残留污染调查	(18)
2.4.1 残留地膜污染调查样点	(18)
2.4.2 调查方法及样品处理	(21)
2.4.3 调查结果分析	(22)
2.4.4 典型调查的比较分析	(26)



第三章 农用地膜残留污染防治主要防治技术措施	(31)
3.1 农用地膜残留污染防治的农艺技术	(31)
3.1.1 一膜多用技术	(31)
3.1.2 适当减少地膜覆盖技术	(31)
3.1.3 适期揭膜的回收技术	(32)
3.2 普通地膜替代产品研发与应用	(32)
3.2.1 光降解地膜	(33)
3.2.2 生物降解地膜	(33)
3.2.3 光/生物降解地膜	(34)
第四章 农用地膜残留污染防治对策建议	(36)
4.1 加强组织领导	(36)
4.2 完善法律法规	(37)
4.3 加强监督管理	(37)
4.4 强化科技支撑	(38)
4.5 配套经济政策	(39)
4.6 加强培训推广	(40)
4.7 广泛开展国际交流合作	(40)
附 件	(42)
附件1 农田残留地膜污染调查表	(42)
附件2 中国农用地膜污染与防治研讨会	(45)



第一章 农用地膜发展与应用现状

1.1 地膜覆盖技术的发展概况

农用地膜地面覆盖栽培,简称“地面覆盖”,又称“护根栽培”或“促根栽培”,20世纪50年代首先由日本发明并用于草莓生产,随后被迅速推广应用到其他作物的生产栽培中(严昌荣,2006;田原宇,1993)。由于地膜覆盖技术在应对农业自然灾害,扩大农作物的种植区域以及提高作物产量等方面的效果明显,在过去20多年以来,农用地膜的使用范围和使用量得到迅速的增加,农用地膜已经成为农业生产的重要物质资料之一,地膜覆盖栽培技术也是现代农业的一项重要技术。

1.1.1 国外地膜发展概况

(1) 日本地膜的研究与应用

日本是世界上研究应用地膜覆盖栽培最早的国家之一,始于20世纪50年代初,最初在草莓上开展试验研究,并很快实现了推广应用。在此基础上,从1956年到1968年相继开展了洋葱、番茄、甘薯、烟草、陆稻和花生等多种作物的地膜覆盖栽培试验研究,取得了一系列的成果,并迅速在各种经济作物、粮食作物种植上广泛应用。1977年日本全国120万 hm^2 旱田作物(包括蔬菜)中地膜覆盖面积就已超过20万 hm^2 ,占旱地作物栽培面积的16.7%,保护地内地膜覆盖比例更高达93%,发展速度十分迅猛。同时,覆膜栽培作物品种繁多,且分布广泛,如蔬菜、玉米、棉花和烟草等(王耀林,1998)。

在地膜覆盖新材料研究和开发方面,日本也居于世界领先地位,先后开发了用于制造农用地膜覆盖材料的树脂原料达10余种,规格全、性能优、工艺水平高。在农用地膜品种的研发方面,日本先后开发了普通透明地膜、黑色膜、绿色膜、银灰色避蚜膜、除草膜、有孔膜以及耐候易回收地膜等多种地膜,并实现了在农业生产上的广泛应用。20世纪80年代之后又开发了有避蚜防病功能的KO系列特殊地膜、微孔膜、配色地膜、多孔质纤维地膜以及肥效地膜等新品种,充分满足了不同地区、不同季节、不同作物及不同栽培目的农业生产的需求,促进了地膜覆盖栽培技术的进步。

近些年来,随着塑料残留物对环境危害的日益加重,日本开始可生物降解地膜的研究与开发,并成立了“生物降解性塑料研究会”,把生物降解塑料列为继金属材料、无机材料、高分子材料后的第四种新材料。目前,研究重点集中在淀粉添加型地膜、纸基地膜、添加有机肥料型地膜和防虫型地膜等(许香春和王朝云,2006)。



(2) 美国和欧洲等国家地膜研究与应用

美国虽然在覆盖作物种类和面积上不如日本,但在地膜覆盖栽培技术研究及新覆盖材料的开发方面也做了大量的研究工作,如研究应用了改变地面覆盖小气候和土壤条件的农田保苗覆盖膜,加入杀菌剂制成的防病杀菌膜,使用后破碎物能被植物吸收利用的农用聚烯烃薄膜,还有遇水能分解的纤维素材料组成的多孔性薄膜片,可保护种植作物及土壤不受侵蚀。近些年来,美国也开展了大量的降解地膜研发和应用,目前,美国是世界上降解塑料地膜研究能力最强的国家之一。地膜覆盖技术在欧洲的许多国家也得到了广泛的应用,20世纪70年代,法国地膜覆盖面积仅为2500hm²,主要是蔬菜和花卉,2000年以后,每年覆盖面积已达10万hm²,每年需要更新6000hm²的农用地膜(许香云和王朝云,2001),覆盖作物也从蔬菜和花卉发展到玉米等大田作物。意大利从1965年就将地膜覆盖栽培技术应用在草莓、菠萝、烟草、咖啡等经济价值较高的作物生产上。英国1978~1980年试验用塑料地膜覆盖马铃薯,使马铃薯早熟7~14天,每公顷增产6000~7000kg。原苏联在低温干旱的早春季节进行地膜覆盖试验,有效提高了土壤的温度和水分条件,增加小麦产量。从上个世纪80年代开始,可降解地膜覆盖材料在欧洲发展十分迅速,法国目前研究和应用较多的是聚酯类地膜和淀粉—聚酯混合型地膜。原联邦德国曾利用光降解地膜在南部地温较低,光照充足的地方进行了农作物栽培技术研究与应用,覆盖面积达600~800hm²,增产效果明显。丹麦、瑞典等北欧国家也将光降解地膜用于黄瓜生产上,收到良好的效果。据国际农用塑料委员会介绍,以色列是使用光降解膜较多的国家,主要目的在于节约劳动力。

1.1.2 国内地膜的研究与应用

相比于日本和欧美发达国家,中国地膜覆盖栽培技术的研究与应用起步要晚。农用薄膜在中国的应用开始于20世纪50年代,最初是用于小拱棚的水稻育秧。20世纪60年代初开始自行生产厚度为0.12mm的农用聚氯乙烯薄膜,主要用于水稻育秧。同时,在北京、上海、天津等大城市郊区用塑料薄膜覆盖小拱棚进行蔬菜的早熟及延后栽培,取得早熟、优质、高产的良好效果,但在地膜覆盖栽培材料及技术研究方面还是一片空白。20世纪70年代初,中国的一些科研单位开始利用废旧塑料薄膜代替其他材料进行地面覆盖试验。1974年天津市蔬菜所开展了黄瓜塑料薄膜地面覆盖试验,1975年到1977年天津市植保所用黑膜覆盖地面栽培天津民茄,研究地膜覆盖对茄子早熟、防病及增产效果的影响,黑龙江、北京及上海等地也都开始地面覆盖薄膜栽培蔬菜的试验。但是,所有的这些工作只是停留在小面积试验研究阶段,并未实现大面积的推广应用。其主要原因是当时薄膜多为厚度为0.1mm的大棚膜,薄膜太厚,价格昂贵,生产成本太高,同时薄膜与土壤的紧贴性及保温、保水效果差,限制了技术的推广和应用(王耀林,1998)。

20世纪70年代中期,中国开始进行聚乙烯(PE)农用地膜的研究开发,先后改造了近百个塑料加工厂,开展聚乙烯农用地膜的研究和生产。特别是在1979年,中国从日本引进了整套的塑料薄膜地面覆盖栽培技术,包括专用地膜、覆盖栽培技术,以及配套的覆盖机械等(杨惠娣,2000)。并通过在全国范围内组织科研协作与联合试验、进行专用地膜覆盖机械的研制与生产,使农艺、地膜、覆膜机械基本配套,奠定了中国地膜覆盖栽培技术的发展基础(王耀林,1998)。这期间,国内进行了一系列的相关试验研究,都取得了很好的实验效果,有力地推广了地膜覆盖栽培技术的发展。1979年在全国进行了44hm²蔬菜地膜覆盖试验,获得了增产30%~50%的显著效果,1980年地膜覆盖栽培面积已扩大到1667hm²。经过多方努力,1981年中国国产的LDPE地膜面世,并在多种作物进行了栽培试验。1983年在西瓜、甘蔗和烟草等40多个品



种的经济作物进行了覆盖试验,都获得了成功(徐蓓蕾,1998)。实践证明,地膜覆盖技术能够一定程度上克服了低温干旱等不利条件,不仅可以促使蔬菜瓜果等作物提早上市,更可促进部分作物产量显著提高。自此,地膜覆盖栽培技术以其适应范围广,适用作物种类多,增产幅度大,经济效益高等优点在中国迅速得到推广和应用。

统计资料表明,2008年中国地膜投入量为11.78亿kg,比1991年增加了4倍,年增长率为7.9%,地膜覆盖面积已达到1561.3万 hm^2 ,比1982年增加了133倍,年增长率达19.9%。目前,中国地膜覆盖面积和地膜投入量已均居世界第一。过去30年来,地膜覆盖栽培技术为中国的农民增收和农业、农村的发展做出了巨大的贡献。据统计,自1982年地膜覆盖技术开始大规模推广并应用到粮、棉、油、烟、糖、瓜、果、药、茶和麻等生产以来,截至1992年,10年间全国累计增收150多亿元(徐玉宏,2003)。1989~1991国务院扶贫办、农业部、财政部等联合在四川、湖南、湖北、广西和贵州等16个省区实施“温饱工程”,发展地膜覆盖玉米230.1万 hm^2 ,增产50亿kg,平均每公顷增产2175kg,使453个贫困县,3251.9万人生活水平越过温饱线(王晓方和申茂向,1998)。同时,地膜覆盖技术推广还有力促进和带动了中国化工、轻工、农机制造、农资供销以及交通运输等产业的发展。

1.2 地膜的种类和作用

1.2.1 地膜的种类

20世纪70年代中期,中国开始进行聚乙烯(PE)农用地膜的研究开发,特别是自1979年地膜覆盖技术引进中国以来,薄膜原料树脂品种增加,农用地膜制造工艺不断改进和提高,在原有聚氯乙烯、聚乙烯的基础上,又增加了保温性、透光性、抗拉强度较聚氯乙烯和聚乙烯更为优良的乙烯—醋酸乙烯共聚物—EVA树脂,在普通农用地膜的基础上,研发推广了耐老化长寿农用地膜等新产品。目前,地膜种类主要包括普通透明地膜、功能性特殊地膜和可降解地膜。

(1) 普通透明地膜

按照制造原料的不同普通透明地膜可分为四大类。

第一类为高压低密度聚乙烯(LDPE)地膜。是以LDPE基础树脂为原料,经挤出吹塑成膜,该类地膜柔软性、透光性、成形性好,地膜纵横向拉力均匀,厚度0.012~0.016mm,幅宽为70~200cm,覆盖后地膜易于与土壤密贴,压盖土严实,不易被风吹损,广泛应用于棉花、花生、蔬菜、西甜瓜、糖料、烟草、桑麻和药茶等经济作物以及玉米、水稻等粮食作物的生产上。LDPE树脂还可与线性低密度聚乙烯(LLDPE)、低压高密度聚乙烯(HDPE)共混,生产强度高、耐候性好的共混地膜。

第二类为低压高密度聚乙烯(HDPE)地膜。是以HDPE基础树脂为原料,经挤出吹塑成膜,该地膜纵向拉伸强度大,横向则小,地膜质地脆滑,透光性及耐候性不如低密度聚乙烯地膜。因此,目前已经很少用这种材料来吹制农用地膜。

第三类为线性低密度聚乙烯(LLDPE)地膜,简称线性膜,LLDPE树脂经挤出吹塑而成,该类地膜厚度0.008~0.01mm,该种地膜较聚乙烯地膜有更为良好的力学性能,其拉伸强度高于聚乙烯50%~75%,伸长率提高50%,耐冲击强度、撕裂强度高于聚乙烯地膜;但不足之处是地膜间易粘连,加工中要加入爽滑剂,以便于作业。

第四类为共混地膜。为了提高地膜覆盖性能,充分发挥不同树脂优点,克服其不足,根据栽



培作物种类和不同地区的需要,将 LDPE、HDPE、LLDPE 3 种树脂中的 2 种或 3 种,按一定比例配合共混吹塑制成地膜,树脂优势互补,地膜实现薄型化、低成本,共混地膜的厚度一般为 0.008 ~ 0.014mm,实际生产中有 0.005 ~ 0.007mm 厚度的产品,共混地膜强度较高、耐候性较好、易与畦面密贴、作业性改善,已在棉花、蔬菜、玉米、糖料、花生、西甜瓜等主要作物上大面积应用。

(2) 功能性地膜

功能性地膜是具有一种以上普通地膜所不具备的特殊功能的新型地膜(田岩,2004),其主要特点是具有增温、保温、降温、防病、避蚜、灭草、反光、透气以及耐老化易清除等多种功能。能有针对性地优化栽培环境,克服不利的自然环境因素,为作物生长发育创造更为优异的环境条件。按功能不同可分为:

黑色地膜与半黑地膜。黑色地膜是在原料中加入 3% ~ 5% 的黑色母料,经挤出吹塑而成。可见光透过率在 5% 以下,灭草率在 100%,除草、保墒和护根效果明显;黑色地膜主要应用于人少地多劳动力紧张的地区,也适合于南方早春提高地温不是主要矛盾的地区。半黑地膜是加入少量色母料,经吹塑而成,除草效果、透光增温效果介于透明地膜与黑色地膜之间,根据地区、作物种类和杂草滋生状况可选择性应用。

绿色地膜。可增加地膜下绿色光,减少非绿色可见光的透过,具有抑制杂草生长作用,对土壤的增温作用强于黑色地膜,可用于草莓等经济价值较高的作物栽培上。

银灰色地膜。突出的特点是能反射紫外线,驱避蚜虫,减轻病毒病的危害和蔓延,主要应用于夏秋季节高温期防蚜、防病的抗热栽培,在西甜瓜、烟草、番茄、芹菜、结球莴苣、白菜上应用效果良好。

银色反光地膜。吹塑制膜中加入含铝母料、镀铝或复合铝箔制成银色反光地膜,对阳光反射率可达 70% ~ 100%,具有反射强光、降低地温、隔热、灭草作用,覆盖番茄、苹果、葡萄,可增加近地面反射光,改善中下部光照条件,提高果实着色指数,增加糖度,提高品质。

黑白双面膜或银黑双面膜。是双层复合高档地膜,有降地温、保湿灭草、护根和避蚜等功能;主要用于夏秋季节各种蔬菜、瓜类抗热栽培,与小拱棚配合使用,生产白菜、菠菜、结球生菜。能增加产量、提高品质、保障淡季蔬菜供应。

有孔地膜。为了使地膜覆盖栽培实现标准化和规范化,作业省力化,地膜在出厂前由厂家在地膜上按作物要求的行株距先行打孔,有孔地膜专用性强,因作物要求其行株距及孔径有所不同。

除草地膜。在挤出吹塑制膜中,原料内加入专用除草剂而制成,如加入扑草净的除草地膜,覆盖后地膜下表面的水珠会溶解地膜表面析出的除草剂,在地膜下面形成药膜,能杀灭萌生的杂草,除草地膜主要应用于玉米、水稻等作物。

(3) 可降解地膜

降解地膜目前国际上还没有统一的评价方法及标准,但一般认为,它应该是一种能被太阳光或土壤中微生物分解成低分子的材料吹塑而成。根据引起降解的客观条件和机理,降解地膜的类型可分为,光降解地膜、生物降解地膜、光/生物降解地膜 3 种。

1.2.2 地膜覆盖的作用机理

地膜覆盖栽培具有显著的提高地温、增强光照、保水抗旱、提高肥效、保持土壤疏松、防治病虫、抑草灭草、抑盐保苗和保持产品卫生等多种功能;能有效地综合调节作物生育条件,抗御



不良环境,使作物能充分有效的利用光热资源和水分条件,促进种子萌发、加速根系和地上部生长,延长有效生育期,从而获得早熟、高产、优质的良好效果。

(1) 增加反射光和提高作物光合强度

地膜覆盖后由于地膜自身和地膜下附着的微细水珠对光的反射作用增加了散射光,有效地改善了作物中下部叶片及株行间的光照条件,对于强化中下部叶片光合作用、延缓叶片衰老有一定作用,覆盖反光地膜能有效地促进葡萄、番茄、桃子、苹果果实着色,提高着色指数,改进品质;在日光温室的后墙上张挂反光幕(银色反光膜),使温室中后部作物生长整齐一致,如番茄果实提早成熟,品质改进和产量提高。地膜覆盖能有效地改善和提高近地面光照状况,增加株行间的反射光和散射光,使作物提早进入有效的光照强度内,推迟光补偿点的到来,提早并延后了有效光照时间,提高光能利用率、增加了光合产量,这是地膜覆盖使农作物获得早熟高产的重要原因之一。

(2) 改变土壤与大气热量交换

白天太阳辐射透过地膜到达土壤使地表增温并向下传导,由于地膜阻隔减少地面热量向空气中辐射传导,也阻止水分蒸发的热损失,使热量向深层传导和聚集,促进地温升高,提高地温的效果在不同地区存在一定差异,一般可达 $3\sim 6^{\circ}\text{C}$,在中国北方地膜覆盖早春可以增加地积温 300°C 左右,延长有效生育期,这是“三北地区”地膜覆盖获得早熟高产的重要原因之一。地膜覆盖后改变了土壤水分自然分布与运动状态,形成了特殊的分布与运动规律,研究结果显示,地膜切断了土壤水分向空气蒸发的通道,抑制土壤水分的蒸发,把蒸发的水分阻隔于地膜下,具有明显地保水提高水分利用率的作用,节水达 $30\%\sim 60\%$ 。地膜覆盖由于地温高、土壤湿度适宜,土壤微生物活跃,加速土壤有机质分解矿化和营养的释放速度,增加土壤肥力。另外,地膜覆盖能阻止养分的挥发或被雨水、灌水冲刷淋溶流失,有良好的保肥和提高肥效的效果;地膜覆盖能够全面均衡的调节土壤水、肥、气、热状态,保持其湿润、温暖、疏松、肥沃的生态环境,是作物高产的重要保障。地膜覆盖还能减少人、畜进地踩踏和机械轮压,也减少降雨、灌水的冲击,使土壤始终处于疏松、透气、肥沃状态,疏松度明显高于裸地,水稳性团粒明显增加,利于促发强大根系,为作物地上部生长发育,获得早熟高产奠定基础。

(3) 抑制土壤盐分向表层运移

土壤盐分随水分上升到地表,水分蒸发后盐分留在地表,形成土壤盐渍化。地膜覆盖后改变了土壤水分的运动和分布状态,即含有盐分的土壤水分受地上部增温的影响,上升到地表,由于地膜的阻隔蒸发被抑制,凝聚成小水滴再滴回土壤,形成地膜覆盖下特殊的水分小循环,就某种意义上讲是对地表盐分的洗盐过程,减少土壤耕层盐离子浓度,形成相对的“低盐耕作层”,为种子萌发、幼苗生长提供了有利条件。地膜覆盖虽然不能减少土壤含盐量,但可以改变盐分的分布状态,而达到抑盐保苗的目的,为轻度、中度盐碱地的开发利用开辟了新的途径。

(4) 地膜覆盖对病虫害的影响

地膜覆盖改变了土壤及近地面的环境条件,使作物病虫害发生及消长规律也发生变化,依据作物种类和病虫害种类不同,其发生期提前或延后,病虫害减轻或加重。研究结果显示,地膜覆盖阻止水分蒸发降低近地面湿度,可使番茄、甜椒病毒病发病率减少 $2\%\sim 18\%$,病情指数降低 $1.7\%\sim 20\%$;露地及设施栽培的番茄晚疫病、叶霉病发病率下降 $20\%\sim 30\%$,黄瓜霜霉病下降 $10\%\sim 15\%$,茄子棉疫病发病率降低 $20\%\sim 30\%$;地膜覆盖甜菜有效的防治象甲,保苗率由 41.5% 提高到 97.6% ;烟草地膜覆盖可使生育期提前,避开了大田蚜虫发生的高峰期,病毒病发生率由 $30\%\sim 40\%$ 降低至 5% 。地膜覆盖有减轻或抑制某些病虫害的发生和蔓延,但由于地膜



覆盖生态环境的改善,病虫害亦有提前发生的可能。

(5) 有效抑制地表杂草

高质量的地膜覆盖,地膜周边及定植孔全部封严,地膜上无破洞形成相对密闭状态,地膜下温度可达 50~60℃,初生的幼龄杂草受热灼闷而死或抑制其生长。研究结果显示,覆盖黑色地膜、除草地膜灭草效果达 100%,绿色地膜、银黑双面地膜、反光地膜等有色地膜也都有明显除草和抑制杂草生长的效果。

(6) 地膜覆盖的其他作用

地膜覆盖减少暴雨造成的土壤向作物植株的飞溅,使果菜、叶菜及草莓果实等不与土壤、灌水、肥料接触,不仅减少作物病害的发生,也防治了污染的发生,提高了农产品卫生安全质量。地膜覆盖有提高地温、保水保肥、疏松土壤、增强光照、抑盐保苗等多项功能,能促进种子萌发,加快生育进程;有效地促进根系生长形成强大的吸收根群,促进地上部生长。

1.2.3 地膜覆盖对农业的影响

(1) 改变小环境,扩大了农作物种植区域

农用地膜使用对农业一个重大影响是扩大了农作物种植区域。与常规种植技术相比,地膜覆盖技术不仅可以使一些农作物稳产早熟,还可使部分喜温作物的栽培极限范围北移 2~5 个纬度,即向北推进 500 多千米或使海拔向上提升 500~1 000m (欧寿铭,1996)。因此,可以增加一些农产品的产出和供应时间,尤其是蔬菜生产。在农用薄膜大规模应用以前,中国的蔬菜生产基本上是露地栽培,对气候条件的依赖性极强,导致蔬菜生产具有非常强的地域性和季节性,如大部分蔬菜生产主要集中在南方地区,北方地区蔬菜品种由于气候的原因,蔬菜的生产季节主要集中在春夏秋季,冬季的蔬菜品种较少。由于农用薄膜的应用,各地根据自身的气候条件和蔬菜生产特点,形成了各具特色的以农用薄膜为覆盖材料的温室,开展周年的蔬菜生产,尤其是在北方或高海拔地区,农民应用薄膜覆盖进行露地蔬菜的生产,大大提前了或延后了蔬菜的上市时间,保证了市场供应。

大量试验研究与推广应用结果表明,在黄淮海平原、黄土高原、长江流域及以南地区,地膜覆盖可使一些蔬菜上市期提早 5~15 天,增产 20%~50%,西(甜)瓜早熟 7~15 天,增产 30%~100%;在东北、西北低温寒冷地区,主要蔬菜和西(甜)瓜采收提早 7~20 天,增产 20%~80%,个别作物产量甚至可以提高一倍以上(图 1-1)。地膜覆盖全面优化和提升了烟草的栽培环境条件,使烟草栽培适作区的临界纬度大幅度北移,如通过该技术使东北等热量不足地区实现烟草种植。在西南地区,烟草种植的海拔高度也得到大幅度升高,如云贵川高原区由于春迟秋早、积温不足、无霜期短等在一定程度上限制了烟草的种植,通过地膜覆盖技术的应用,实现烟草种植的优质高产高效(王芳梅等,2009;黄晓梅、鞠剑峰,1998;陈溪明和林祥永,2000;包燕宏,2009)。

(2) 改善生长条件,提高作物产量

农用地膜的应用极大地改善了生产条件,尤其是在增温保墒方面。已有研究结果显示地膜覆盖是旱作、积温不足地区增加玉米产量和高效利用降水资源的一项有效措施。如山西寿阳,地膜覆盖玉米产量较常规种植的产量高 30%~60%,水分利用效率(WUE)提高 30%~70%。研究结果还显示地膜覆盖在有效抑制土壤水分地表蒸发的同时,明显增加了玉米产量(表 1-1)。在谷子上的试验结果同样如此,在地膜谷子+大豆模式中,谷子比单作谷子单产增产 33.1%,大豆单产也比单作大豆增产 5.3%,单产总产达 3 161.5kg/hm²,显著高于单作大豆,与单作谷子

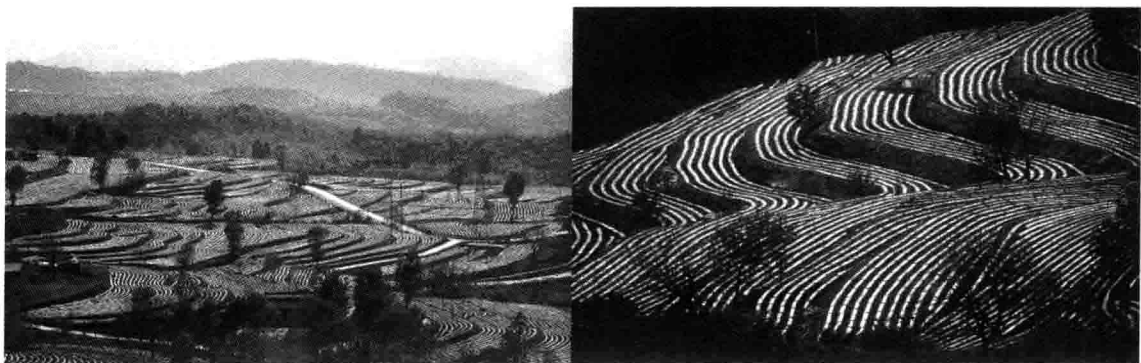


图 1-1 西北陕西渭北旱塬地膜覆盖景观

相近，也高于普通谷豆条带种植技术 17.7%；而其收入达 9 337.5 元/hm²，比单作谷子增收 1 636.5 元/hm²，比单作大豆增收 1 339.5 元/hm²，也比普通的谷豆条带种植模式增收 1 279.5 元/hm²。可见，通过谷子地膜覆盖栽培技术与谷豆条带种植技术的集成应用，可在产量相近情况下，显著增加农民的收益（表 1-2）。

表 1-1 地膜覆盖对玉米产量和水分利用效率（WUE）影响

品种	处理	产量 (kg/hm ²)	耗水量 (mm)	水分利用效率 [kg/(hm ² ·mm)]
91×131	地膜覆盖	10 959.27	475.88	23.03
	对照	7 071.79	503.84	14.04
中单 583	地膜覆盖	9 592.38	425.94	22.52
	对照	7 003.56	470.15	14.90

表 1-2 地膜谷豆条带集成技术试验产量和产值

处理	单产 (kg/hm ²)	总产 (kg/hm ²)	产值 (元/hm ²)
地膜谷子+大豆	谷子 5 125.5	3 616.5	9 337.5
	大豆 2 106.0		
谷子+大豆	谷子 4 230.0	3 072	8 058
	大豆 1 914.0		
单作谷子	3 850.5	3 850.5	7 701
单作大豆	1 999.5	1 999.5	7 998

注：谷子价格以 2 元/kg 计；大豆价格以 4 元/kg 计

在蔬菜生产上，地膜覆盖不仅使蔬菜早熟增产效果显著，同时，还可以明显改善产品品质，缩短淡季、延长供应期，有效的改善提升城市蔬菜瓜果供应水平。

地膜覆盖作物增产增收效果显著，该技术应用后一般增产在 30% 左右，如地膜覆盖玉米增产 2 250kg/hm²，地膜覆盖水稻增产 1 500kg/hm²，地膜覆盖小麦增产 1 275kg/hm²，地膜覆盖薯类增产 1 500kg/hm²，水稻塑盘育秧抛秧增产 375kg/hm²，地膜覆盖大豆增产 600 ~ 750kg/hm²，地膜覆盖花生增产保持在 750kg/hm² 以上（王耀林，1998）。



1.3 中国农用地膜应用现状

1.3.1 地膜应用概况

(1) 地膜用量和覆膜面积持续增加

统计数据显示,过去十几年农用地膜使用量及覆盖面积一直呈现大幅度上升态势,使用量从1991年3.19亿kg增加到2008年的10.78亿kg,增加了近4倍,年增长率为7.9%,增长速度非常快,而且未来仍有继续增加的趋势(图1-2)。农作物地膜覆盖面积也一直保持持续的增长态势,1982年农作物覆盖面积仅为11.7万 hm^2 ,1991年达到490.9万 hm^2 ,2001年上升到1096万 hm^2 ,2008年更进一步达到1561.3万 hm^2 ,是1982年覆盖面积的133倍,年增长率达19.9%(图1-2和图1-3)。

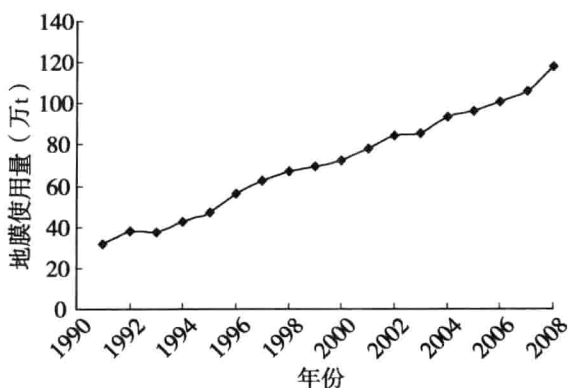


图1-2 1991~2008年中国农用地膜使用量

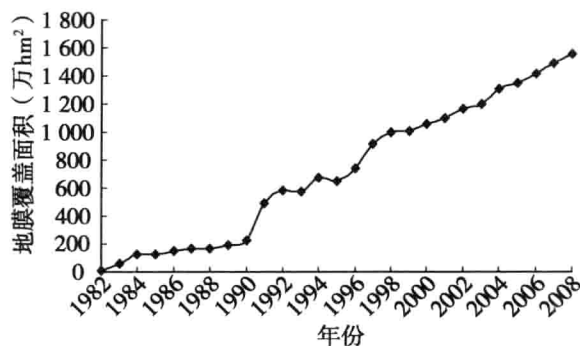


图1-3 1982~2008年中国地膜的覆盖面积

(2) 地膜应用区域分布广泛

据统计地膜的应用区域在全国分布已经非常广泛,从北方的干旱、半干旱区域到南方的高山、冷凉地区均有一定面积的应用,特别是东北区的黑龙江、吉林、辽宁以及内蒙古自治区(以下简称内蒙古)部分地区,华北区的山东、河南、河北3省,西北区的新疆维吾尔自治区(以下简称新疆)、甘肃以及西南区的四川、云南冷凉山区是主要的应用区域。从地膜使用总量来看,山东、新疆、四川居全国首位,使用量山东为1.48亿kg,新疆为1.21亿kg,四川为0.71亿kg,其次是河北、河南,依次为0.634亿kg和0.62亿kg(图1-4)。从覆膜面积来看,山东地膜覆盖面积最大,其次是新疆和河北,2008年3省区的覆膜种植面积均在100万 hm^2 以上,3省的覆膜种植总面积占全国覆膜面积的38.9%(图1-5)。从覆盖面积和使用量来看,主要分布在中国粮食主产区和农业大省。

(3) 地膜使用强度不断增加

用地膜使用量(kg)除以耕地面积(hm^2)的商值来反映各地区地膜使用强度,即单位耕地面积的地膜使用量(kg/hm^2)。结果表明各地地膜使用强度与使用量总体变化趋势相似,都呈现逐渐增加的趋势,但不同的地区,地膜使用强度的变化趋势和特点各异(表1-3),2008年的计算数据显示新疆的地膜使用强度最大,近 $30\text{kg}/\text{hm}^2$,这主要由新疆特殊的气候类型所决定,新疆属于绿洲农业,主要以灌溉为主,地膜使用非常普及,特别是膜下滴灌技术、超宽膜技术、膜上膜覆盖技术的应用,带动了地膜使用量的快速增加。上海和北京的地膜使用强度仅次于新

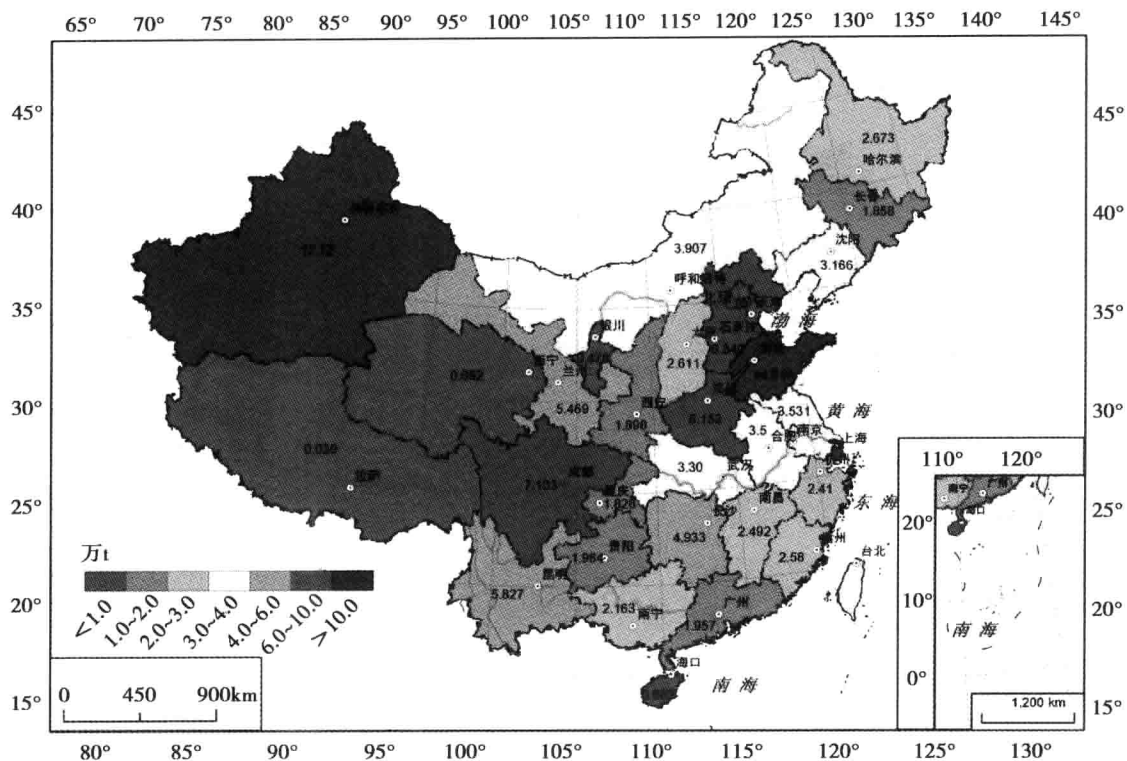


图 1-4 2008 年全国地膜使用量 (10 万 t) 分布示意图

疆,主要是由于这些地区以都市农业为主,覆膜蔬菜、果树分布非常集中。山东、河北、河南、四川、甘肃等农业大省地膜使用强度也很高,均在 $10\text{kg}/\text{hm}^2$ 以上。而北方地区的吉林、黑龙江、西藏自治区(以下简称西藏)、青海及东南沿海地区的广东、福建的地膜使用强度相对较低,这主要是与这些省区农业生产较为粗放、投入水平低有关系。

(4) 地膜覆盖作物种类不断增加

中国自 1979 年从日本引进地膜栽培技术,最初主要用于经济价值比较高的蔬菜、花卉种植,经过几十年的理论研究与生产实践,地膜栽培技术取得了飞速的发展,目前,已扩大到花生、西瓜、甘蔗、烟草、棉花等多种经济作物以及玉米、小麦,水稻等大宗粮食作物的栽培种植。以粮、棉、油、糖、菜、瓜、果、烟为重点应用的地膜覆盖栽培面积平均每年递增 46.7万 hm^2 (王晓方, 1998)。近些年来,在新疆、山东、山西、内蒙古、陕西、甘肃等高寒冷凉、干旱及半干旱地区,地膜覆盖技术已逐渐推广应用到 40 多种农作物的种植,尤其是在蔬菜、玉米和棉花种植方面应用广泛,并呈现持续增长的趋势。地膜覆膜栽培已成为促进农业增产的一项重要技术措施。统计表明,中国覆膜面积最大的农作物依次为棉花,玉米和蔬菜,其次为花生、瓜类以及南方水稻育秧。

1.3.2 存在的主要问题

近年来,农用地膜的应用发展很快,应用区域和范围越来越大,特别是随着农用地膜在大田作物上的应用,农用地膜使用后存在的问题也日益凸显出来,主要表现在以下几个方面。

第一,农用地膜残留污染问题已经成为一个社会公害,农用地膜的生产材料一般都是降解性

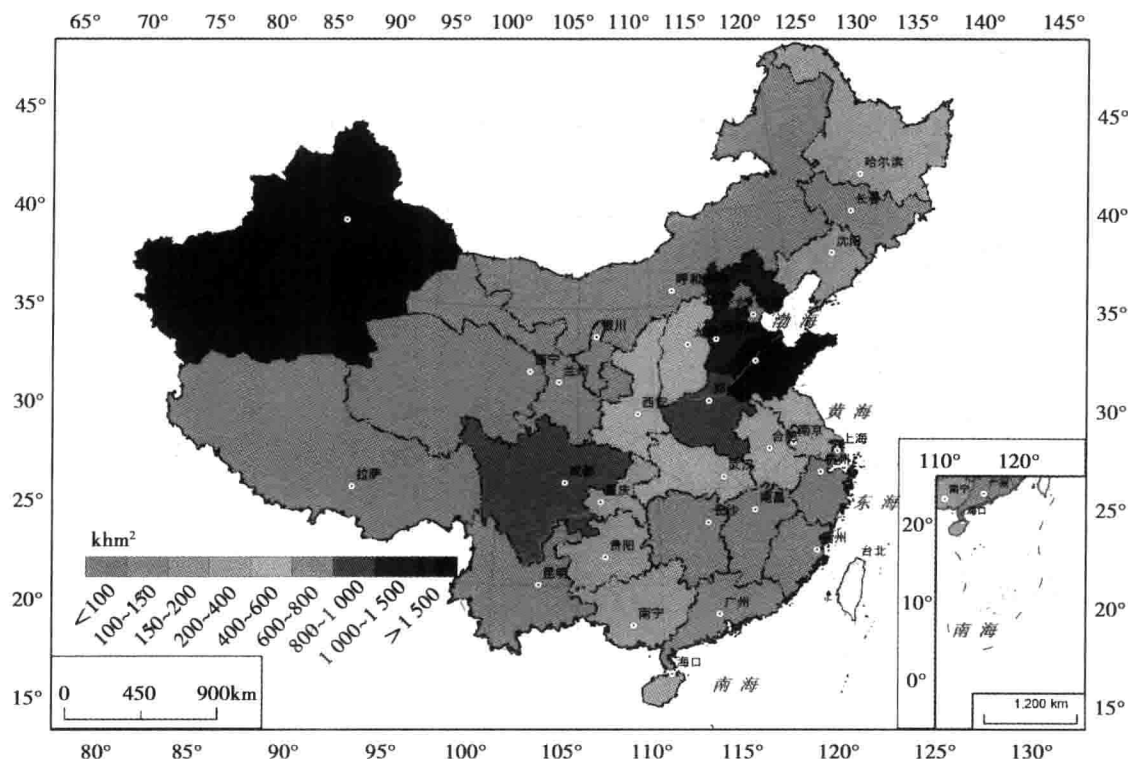


图 1-5 2008 年全国地膜覆盖面积 (10 万 hm^2) 分布示意图

极差,如目前普通农用地膜一般由不易降解的聚(氯)乙烯类物质合成,这些高分子聚合材料在自然条件下极难在短时间内完全降解,高密度聚乙烯(HDPE)地膜在 20℃时的使用寿命约为 300 年(王岩,2004)。

第二,农用地膜残留回收极为困难,再利用效益差。由于农用地膜应用的普遍性,农用地膜残留分布的广泛性,这给农用地膜残留回收带来极大的困难,不仅回收劳动强度大,而且回收率难以保证,在新疆、甘肃等地由于大量农用地膜残留存在,已经影响到农作物种植和生长,农民不得不进行手工清理和机械清理(图 1-6)。此外,国内地膜产品多为厚度 0.008mm 以下的脱标产品,而且用后破碎的农用地膜残留上会粘附大量的泥土以及作物腐烂的根茎叶片,因此,收集和清洗都非常困难,回收再利用的效益很低。

第三,人们对农用地膜残留污染问题缺乏必要的重视,唯经济利益第一,忽视了生态效益和社会效益,从而加剧了农用地膜残留污染的危害。同时,农用地膜残留污染控制相关政策法规的不完善,导致了农用地膜残留污染治理工作没有法律依据,治理工作开展缓慢。许多不利因素共同导致了我国部分地区严重的农用地膜残留污染,“白色革命”变为“白色污染”。

第四,对农用地膜残留危害缺乏深入系统的研究,到目前为止,虽然国内有些科学家在农用地膜残留污染方面开展了一些工作,但主要集中在对局部地区农用地膜残留数量、分布及对土壤、农作物生长危害等方面,缺乏长期、系统和覆盖较大范围的跟踪研究和观察数据,对农用地膜残留的危害认识还存在不少盲区,这对于农用地膜残留污染防治是十分不利的。

第五,农用地膜残留污染防治技术的研究亟待加强,目前,在中国实际应用的农用地膜残留回收技术极其简单,技术含量很低,除极个别省市应用了农用地膜回收机械外,基本上没有采用