

北京水问题研究与实践

BEIJING SHUIWENTI YANJIU YU SHIJIAN

(2018年)

北京市水科学技术研究院 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

北京水问题研究与实践

(2018年)

北京市水科学技术研究院 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书集中展现和总结了近年来北京市水科学技术研究院在践行新时期治水方针，支撑经济社会发展过程中形成的创新理论、技术和方法，主要成果包括农业综合节水、污水处理与资源化利用、生态环境保护与修复、海绵城市建设与防洪减灾、水务精细化管理、工程规划与安全监测等几个方面，旨在实现公益性科研引领水务科技发展、公共服务支撑政府决策、技术咨询促进水科技推广，为广大水务工作者提供最新的科研信息与技术交流平台。

本书可供水资源、水生态环境、城市水利、农业水利、水土保持、水利水电等专业的科研、规划、设计、管理人员使用，也可作为高校相关专业的参考用书。

图书在版编目（C I P）数据

北京水问题研究与实践：2018 / 北京市水科学技术
研究院编. — 北京：中国水利水电出版社，2019.6
ISBN 978-7-5170-7718-3

I. ①北… II. ①北… III. ①水资源管理—研究—北
京—2018 IV. ①TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第103561号

书 名	北京水问题研究与实践（2018 年）
作 者	BEIJING SHUIWENTI YANJIU YU SHIJIAN（2018 年） 北京市水科学技术研究院 编
出版发行	中国水利水电出版社 （北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：sales@waterpub.com.cn 电话：（010）68367658（营销中心）
经 售	北京科水图书销售中心（零售） 电话：（010）88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 22.25 印张 528 千字
版 次	2019 年 6 月第 1 版 2019 年 6 月第 1 次印刷
印 数	0001—1500 册
定 价	88.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

水是事关国计民生的基础性自然资源和战略性经济资源，是生态环境的控制性要素。党的十九大以来，中央进一步就深入推进生态文明建设、全面实行河长制湖长制、打好“三大攻坚战”、推动高质量发展、实施乡村振兴战略、整治农村人居环境、转变政府职能深化机构改革等作出新部署、提出新要求，为新时期首都水务工作提供了基本遵循。

北京市水科学技术研究院作为北京市涉水领域的综合性、公益性科研机构，秉承“严谨、求实、高效、创新”的科研和治学作风，坚持以问题为导向，立足水务发展的国情、市情和水情，围绕水务中心任务，坚持科技工作的引领性、创新性、支撑性发展定位，突出水务“智库”支撑作用，在流域生态修复、河湖水环境治理、雨洪控制与利用、再生水安全利用、节水型社会建设、农业高效节水、防洪减灾、地下水污染防治、水务政策研究、水利工程安全监测等方面，研发形成了大量新产品、新模式等“硬技术”，以及新方法、新建议等“软成果”，在资源环境约束条件下，充分发挥了科技的第一生产力作用，为支撑首都经济社会的可持续发展发挥了重要的作用。

21世纪以来，围绕水源安全、供水安全、水环境安全、水生态安全、防洪排涝安全等水务重大科技需求，先后承担了国家水专项、“863”计划、国家科技支撑计划、国家重点研发计划、市科委重大科技专项、国际科技合作项目等重大科研项目70余项。研究成果累计获国家级奖励6项、省部级奖励56项，出版专著33部，发表论文600余篇，获专利91项。

为更好发挥科学技术在水务行业“转观念、抓统筹、补短板、强监管”中的支撑作用，助力北京践行新时期治水方针、落实城市总体规划、推进京津冀协同发展、建设国际一流和谐宜居之都等重大战略实施，北京市水科学

技术研究院从承担的公益科研、公共服务和技术咨询项目中选择有代表性的技术成果，编辑成集为《北京水问题研究与实践》（2018年），旨在宣传成果，提供借鉴，促进自身进步的同时，与水务同仁交流前沿的科研技术。限于学识水平，本书难免存在疏漏和不足，恳请读者批评指正。

编者

2018年12月

《北京水问题研究与实践》(2018年)

编辑委员会

主任：李其军

副主任：孙风华

委员：孟庆义 王理许 郝仲勇 刘洪禄

主编：刘洪禄

副主编：杨胜利 张书函

编委：张君莹 徐 华 马东春 楼春华 黄炳彬 杨淑慧
陈建刚 黄俊雄 吴敬东 王培京 常国梁 潘兴瑶
王建慧 蔡中跃

目录

CONTENTS

前言

农业综合节水

有色地膜覆盖对土壤水热环境及作物生长影响的研究

..... 张 航 李 超 黄俊雄 杨胜利 胡浩云 3

北京市“两田一园”农业高效节水灌溉设施建设技术模式探讨

..... 张 娟 张 航 杨胜利 郝仲勇 黄俊雄 10

北京市农业灌溉用水总量控制阈值研究 范海燕 郝仲勇 杨胜利 黄俊雄 17

不同生育期灌水下限对日光温室迷你黄瓜产量、品质及水分利用效率的影响

..... 齐艳冰 24

灌溉水质对土壤和蔬菜多氯联苯和内源性雌激素含量影响的试验研究

..... 李 艳 张 蕾 黄俊雄 杨胜利 楼春华 刘洪禄 32

北京市农业灌溉水分生产效率测算及分析(2013—2017年) 范秀娟 马东春 39

污水处理与资源化利用

未来城市污水处理厂关键技术进展与发展趋势展望

..... 马 宁 廖日红 王培京 孟庆义 李其军 51

MBR工艺和UF工艺对微污染水的净化效果评估 郭敏丽 楼春华 59

农村地区人工湿地生活污水净化实践与效果分析 战 楠 黄炳彬 赵立新 65

厌氧膜生物反应器膜污染解析及其控制方法研究进展 胡 明 王培京 72

基于SPSS的多维标度法在污水处理达标保证中的应用 楼春华 郭敏丽 78

污泥堆肥对土壤理化性质的影响 ... 薛万来 叶芝菡 何春利 李文忠 张耀方 常国梁	85
污泥堆肥农用小小区种植试验研究	李文忠 何春利 常国梁 黄炳彬 94
施用污泥及污泥堆肥对农田土壤及冬小麦安全影响研究	何春利 叶芝菡 100

生态环境保护与修复

加大地下水回补力度 推进水生态文明建设	孙凤华 杨 勇 111
北运河典型河段水质变化特征与污染来源分析	张家铭 李炳华 118
北京市凉水河浮游生物现状调查及多样性分析	李兆欣 赵立新 王培京 125
南水北调来水前后密云水库库滨带植被变化特征分析	胡晓静 张耀方 吴敬东 程金花 131
密云水库上游半城子水库流域系统治理初探	常国梁 薛万来 苏静雯 139
闸坝消落区生态湿地水质改善效果试验研究	黄炳彬 胡秀琳 赵立新 147

海绵城市建设与防洪减灾

海绵城市水文效应和环境效应研究综述	潘兴瑶 157
北京市山洪沟道预警指标阈值研究	叶芝菡 龚 伟 李添雨 吴敬东 165
密云蛇鱼川小流域“7.16”暴雨洪水分析及水毁修复思路	张 焜 常国梁 胡晓静 薛万来 时 宇 李添雨 李卓凌 171
基于 MIKE 模型的北京山区洪水模拟研究——以房山区红螺谷小流域为例	李添雨 176
城市地表径流减控与面源污染削减技术研究	张书函 187
基于年径流总量控制率的北京市海绵城市现状评估	赵 飞 197
基于情景构建技术的流域洪涝灾害应急管理研究——以南旱河流域为例	于 磊 潘兴瑶 邱苏闯 王丽晶 赵 勇 208
北京城市暴雨内涝预警指标体系构建和致灾因子阈值量化研究	邱苏闯 潘兴瑶 刘洪伟 孙 杨 李 尤 郑 琪 216
对构建北京市海绵城市建设标准体系的建议	龚应安 张书函 227
北京市小型水库防洪抢险应急工作思路	周 星 王丽晶 王远航 231
北京市水影响评价中防洪及内涝分析与评价要点分析	杨淑慧 蔡中跃 张 霓 尹玉冰 235

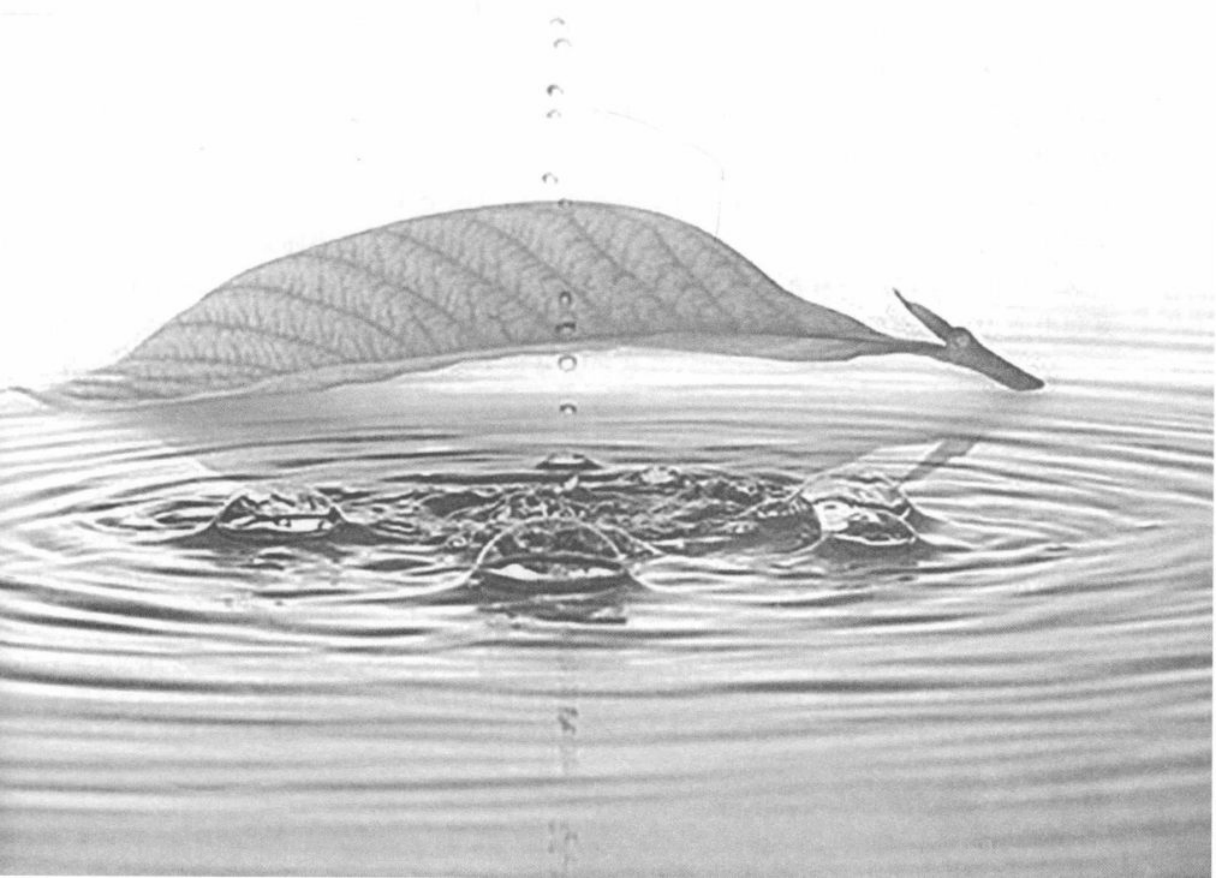
水务精细化管理

北京市水资源承载能力浅析·····	周娜	韩丽	郑凡东	黄俊雄	245		
北京市门头沟区水资源配置研究·····	杨勇	李元春			253		
北京智慧水务中多水源调度框架探究·····	韩丽	李超			260		
河长制背景下北京市西城区治水管水现状及建议·····	唐摇影	马东春			267		
北京市水与经济社会协调发展程度研究（2005—2015年） ·····	马东春	朱承亮	王宏伟	高晓龙	汪元元	王凤春	273
管水员改革效益后评价及管理体制研究——以北京市门头沟区为例·····	王紫一						284
北京市农业水价综合改革历程与问题浅析·····	韩中华						293
北京市水资源资产管理制度体系构建探索研究·····	汪元元	唐摇影	高晓龙				300
北京市河湖水环境管理体制探讨·····	邱彦昭	李其军	王培京	杨兰琴			308
北京市水务应急管理建设现状·····	王丽晶	王岩	赵光				314

工程规划与安全监测

供水管网水击模拟综述	王远航	张春义	周 星	殷瑞雪	323	
北京市农村供水工程规划设计要点的思考.....	许志兰	黄俊雄	杨胜利	李其军	330	
水利工程安全监测仪器设置初始值问题的探讨	王晓慧	安 森	于小革	张延潭	陈 新	337
大坝安全监测智能化示范研究.....	王建慧	谢谟文	白迎喜	王成刚	341	

农业综合节水



有色地膜覆盖对土壤水热环境及作物生长影响的研究

张 航¹ 李 超^{1,2} 黄俊雄¹ 杨胜利¹ 胡浩云²

(1. 北京市水科学技术研究院 北京 100048; 2. 河北工程大学 邯郸 056038)

【摘 要】 随着覆膜技术的不断发展应用,地膜覆盖作为一项有效提高粮食产量的手段被广泛应用于农业生产。本文通过研究得出以下结论:土壤含水量与地膜透光率成反比,但不同颜色地膜覆盖土壤含水量无显著差异;土壤温度与地膜透光率的关系随着气温的变化而变化,气温较高时,透光率越高的地膜覆盖土壤温度越高;相反,气温较低时,透光率越低的地膜覆盖土壤保温性越好,综合考虑时,有色地膜覆盖土壤墒情优于白色和透明地膜,有利于作物生长。

【关键词】 地膜覆盖 地膜透光率 土壤含水量 土壤温度 作物生长

膜覆盖技术历史悠久,20世纪中叶,日本最先开始农作物覆膜应用,随后世界范围内开始普及^[1,2]。最开始应用的白色或透明地膜,白天增温较高,夜间保温性较差,且膜下杂草“丛生”,不利于作物生长^[3],随着科学技术的不断进步,不同颜色地膜、除草地膜、反光地膜、可降解地膜等不同材质和不同功能的地膜得到开发应用^[4-6]。不同颜色地膜因其对光谱的透射、吸收和反射规律不同,对土壤环境、病虫害防治以及作物生长的影响也不一样^[7,8]。目前,国内外对有色地膜的研究日益增多,相关研究表明,与白色或透明地膜相比,有色地膜不仅改善土壤环境,抑制杂草的生长^[9],且通过膜反射不同光线,影响作物对光敏色素的吸收,有利于作物生长和产量输出^[10],即不同颜色地膜对作物生长的土壤水热环境及光环境影响不同,在不同生长环境下也会有所差别。本文拟研究彩色地膜覆盖对土壤水热环境及作物生长的影响,期望得到彩色地膜覆盖下土壤水热变化以及对作物生长的规律,为彩色地膜的应用发展提供参考。

1 不同颜色地膜透光率、反射率及吸光性比较

不同颜色地膜对辐射光的吸收和反射波段不同,表现为透光率的差异性,导致植株蒸腾和土壤蒸发强度也不同,因此对土壤含水量表现出差异性影响。辐射光谱变化范围在400~800nm波段时,膜透光率由大到小为:白膜>红膜>黄膜>绿膜>蓝膜>银灰膜>

资助项目:

国家重点研发项目:城郊高效安全节水灌溉技术典型示范(2016YFC0403105);国家重点研发项目:京津冀耗水管理与资源节水技术研发示范(2016YFC0401403);北京市百千万人才工程资助项目(KY-2016-01)。

黑膜。在 200~400nm 波段时,膜透光率由大到小为:白膜>红膜>绿膜>银灰膜>蓝膜>黄膜>黑膜。200nm~25 μ m 时,膜透光率由大到小为:白膜>红膜>绿膜>蓝膜>黄膜>银灰膜>黑膜^[11]。热辐射率与透光率成正相关,地膜透射光线越多,热辐射量也越高,地温提升效果也越明显,正如 Ngouajio M. 等^[12]的研究结果:地膜的颜色很大程度上决定其获取光能和热量的多少,从而直接影响土壤温度。反射率比较:银灰膜与银黑双面膜(黑色为底)对光线的反射率随波长的降低而增强,其中在波长小于 390nm 时(主要为紫外光),对光谱的反射率达到最高。不同颜色地膜对光谱的吸收基本与膜色的透光率呈反比^[7,8]:黑膜对光谱的吸收率最高,因此膜本身温度较高,而绿膜、紫膜与蓝膜次之,白膜和透明膜对光谱的吸收率最低。

2 不同颜色地膜覆盖对土壤水热环境的影响

黑膜基本不透光,不利于膜下杂草的生长,因此具有很好的除草性,广泛应用于农业生产;因膜下土壤吸收的热量相对较少,土壤水分蒸散量小于白色或透明地膜,含水量相对增大^[13]。研究表明,在内蒙古河套灌区,黑膜覆盖下 0~100cm 玉米土壤含水量高于白膜覆盖,但差异不大;各生育期 0~15cm 土壤温度显著低于白膜而高于裸地,从而避免因高温而造成的玉米根系损伤,相比白膜,黑膜更有利于玉米生长发育^[14]。路海东等^[15]在陕西长武县玉米试验也发现,黑膜覆盖下 0~140cm 土壤含水量与白膜无显著差异,土壤日最低温度与白膜无显著差异,但随着气温升高,黑膜增温效果显著低于白膜。很多学者在不同区域的花生^[16]、冬季油菜^[17]、番茄^[18]、草莓^[19]等试验中得到相同结论。相对白膜或透明膜,黑膜的保墒保温性能还体现在温差较大的气象环境中,曹寒等^[20]在越冬季小麦试验中发现,黑膜覆盖下冬小麦整个生育期 0~100cm 土壤含水量较白膜提高 5.3%,而黑膜处理越冬季土壤有效积温显著高于白膜 60.7℃,这是因为冬季日短夜长,昼夜温差大,日光环境下白膜增温幅度高于黑膜,但在无太阳光辐射的夜间,黑膜相对而言具有明显的保温性能,因此在温差较大的冬季,黑膜覆盖土壤有效积温显著高于白膜。同样, Hatt^[21]和 W J Lament^[22]近 30 年覆膜试验表明,春季黑膜覆盖土壤温度高于白膜,促进作物根系生长。众多研究表明,相较白膜或透明膜,黑膜覆盖土壤含水量高于白膜,但无显著差异;而在温差较大的环境,如冬春季,黑膜覆盖土壤平均温度高于白膜,且不随种植区域以及作物类型而改变。

绿膜能有效阻止绿色植物特定需求的可见光通过,具有除草和抑制土壤增温的效果,与白膜、黑膜相比,绿膜既具有一定透光性,又具备一定遮光性。研究表明^[23],干旱、半干旱地区绿膜覆盖土壤含水量高于白膜而低于黑膜,不同颜色间无显著差异;0~25cm 土层温度大小排序为:白膜>绿膜>黑膜,即绿膜的增温幅度小于白膜而高于黑膜,随着辐射光减弱,绿膜覆盖土壤温度降幅最小,而马铃薯生长需要一个稳定适宜的土壤温度环境,因此绿膜覆盖相较最优。王丽娜^[24]在塔山地区(辽宁)的马铃薯试验得出相同的结论。张国平等^[23]的试验还发现,生育期 0~25cm 土层有效积温排序为白膜>绿膜>黑膜,与前述黑、白膜有效积温不同,这是因为试验马铃薯种植时间为 4—9 月,土壤昼夜温差相对冬春季较小,膜透光率越大,白天有效积温足以抵消夜间土壤温度降低而产生的差异。张明贤等^[25]对多种露地蔬菜试验发现,低温季节 0~20cm 土层在透明膜、

绿膜与黑膜下增温差异显著, 相较无膜处理平均增温 4.89°C 、 4.09°C 、 2.96°C ; $0\sim 20\text{cm}$ 土层昼夜间温度变化幅度为: 透明膜>绿膜>黑膜。综上所述, 绿膜覆盖土壤含水量高于白膜而低于黑膜, 但无显著差异; 绿膜增温幅度小于白膜而显著高于黑膜。环境温差较大时 (如冬春季), 绿膜保温性不如黑膜; 而在温差较小的环境中, 绿膜白天有效积温抵消夜间的损失, 保温性优于黑膜。

银灰膜透光率高于黑膜而低于其他色膜, 具有很好的除草性, 且地膜表面对紫外线反射性较强 (与银黑双面膜一样), 增强植株底部光照强度, 因此能有效驱避蚜虫、防治白粉虱等病虫害的发生。研究发现相对裸膜, 在茄子、西红柿蹲苗期间, 银灰膜覆盖 $0\sim 20\text{cm}$ 土层保水性能最好, 乳白膜、绿膜次之, 透明膜最差, 且各色膜间土壤含水量差异并未达到显著水平; 通过对春季叶菜类、夏季果菜类试验发现, 黑膜覆盖土壤增温幅度最小, 银灰膜、乳白膜相近, 且均小于其他透光率较大的地膜; 不同颜色地膜覆盖下的土壤温度受气温影响, 清晨气温较低, 透明膜、银灰膜、乳白膜、绿膜、黑膜覆盖下 $0\sim 10\text{cm}$ 土壤温度相比露地分别提高 2°C 、 3°C 、 3°C 、 3°C 、 1°C , 这是因为银灰膜、乳白膜和绿膜透光率小于透明膜而高于黑膜, 增温适中, 而夜间保温性也居中, 故综合增温高于透明膜^[26]。王玉光^[27]洋葱试验表明, 银灰膜覆盖土壤保墒性能低于黑膜但高于透明膜, 但各膜色间差异不显著; 不同季节上午 10 时观测数据显示, 各颜色地膜覆盖土壤增温效果显著, 其大小为透明膜>银灰膜>黑膜, 而在光照强烈的环境中, 银灰膜的反光功能相对其他膜色较好, 土壤增温较小, 对于越冬季洋葱生长, 银灰膜既能适宜增温, 又能避免高温造成根系损伤, 综合效果更优, 孟桂荣等^[28]在青椒试验中也得出此结论。上述研究表明, 银灰膜覆盖土壤含水量高于透明膜而低于黑膜, 但无显著差异; 在强光环境中, 银灰膜相对黑膜及其他色膜表现出更好的“降温”效果。

蓝膜覆盖能在弱光环境中, 增强地膜透光率, 高于白膜; 在强光环境中, 又能降低膜对光的透光率, 因此具有保护根部不受高温伤害的优点。研究发现^[29], 在强光环境中, 表层 5cm 土壤温度蓝膜与白膜差异未达到显著水平, 但随着土层加深 (10cm 、 15cm 、 20cm) 显著低于白膜, 且蓝膜覆盖土壤含水量高于白膜, 但无显著差异, 这与秦永华^[30]、张瑞华^[31]等的结论一致。在弱光环境中, 蓝膜覆盖增强地膜对辐射光的透光率, 此时蓝膜透光率高于白膜或透明膜^[32-33], 因此膜下土壤接受的热量大于白膜和透明膜, 土壤增温幅度高于白膜和透明膜, 也因此造成土壤含水量的下降, 但与白膜或透明膜覆盖土壤含水量差异并不显著。

由以上研究结果可知, 膜色间透光率越大, 相应土壤含水量越低, 但各膜色间土壤含水量差异并未达到显著水平; 地膜透光率越大, 土壤增温效果越显著; 各膜色间的增温差异随外界气温的升高而增大, 而在气温较低的环境, 透光率越低的地膜保温性越好。

3 不同颜色地膜覆盖对作物生长的影响

3.1 不同颜色地膜覆盖下土壤水热环境对作物生长的影响

地膜覆盖会改变土壤含水量和温度的时空分布, 因此影响作物生长发育。作为农业生产中应用较广的黑色地膜, 在气温较低环境下, 表现出明显的保温性, 能提高低温环境下的土壤相对温度, 而适宜的土壤温度促进作物生长, 同时黑膜覆盖土壤增温幅度较小, 避

免后期高温环境对作物根系的损伤,相对白膜或透明膜,黑膜具有较好的保墒保温性能,且能避免高温环境带来的土壤大幅度增温,一定程度上减少作物生长后期对土壤水分、养分的过度消耗,从而有利于产量的提高^[40-42]。不同种植区域、种植作物类型的黑膜覆盖试验均表明^[43-45],相较于白膜或透明膜,黑膜覆盖能为作物根系生长提供适宜稳定的根区温度,促进植株生长,从而提高产量。

作物对土壤含水量、温度的需求都有一个适宜的范围,在适宜范围内,相应提升土壤含水量和土壤温度,作物增产效果越好。李伟绮等^[46]的研究表明,在干旱少雨的张掖地区,白膜覆盖土壤增温幅度显著高于黑膜,可提高玉米出苗率,因此产量相对黑膜提高9.22%;红膜透光率仅次于白膜,土壤增温幅度相对较小,但产量却比白膜提高2.29%;蓝膜透光率又小于红膜,但产量却比红膜提高6.78%。钟需霖等^[11]的研究表明,3月前红膜覆盖草莓产量较高,蓝膜次之,银灰膜最低,此阶段红膜覆盖土壤温度较高,其次为蓝膜,且均高于银灰膜。

上述研究表明,相比黑膜、白膜或透明膜,银灰膜增温、保墒、保温综合性能较好,且能防止蚜虫等病虫害的发生,有利于作物增产;绿膜覆盖可为作物生长提供适宜稳定的土壤根系水热环境,促进作物生长,相对产量较高;蓝膜因为能在弱光环境中增强透光率,且能在强光环境中降低透光率,相比黑膜、白膜或透明膜,可促进作物增产。综上,彩色地膜的透光性小于白膜或透明膜而高于黑膜,土壤综合增温、保墒、保温性较好,可以创造良好的土壤水热环境促进作物生长。

3.2 不同颜色地膜覆盖下光环境对作物生长的影响

地膜本身可以通过反射辐射光改变植株的光环境,而不同作物对光谱的需求存在差异,使用适合颜色的地膜覆盖,满足植株光合所需的特定光线,可以最大化地促进植株光合作用,从而获得更高的产量^[47]。

吴月燕^[48]通过黑膜、白膜与绿膜的对比试验表明,绿膜反射绿光,促进草莓叶片的光合作用,草莓株高、叶面积明显高于其他覆膜处理,产量也得到显著增加。Kasperbauer MJ^[49]的研究表明,红膜反射的红光中具有较高的FR/R(红远光与红光比),有利于调节光合作用的有关色素分配,相比黑膜对草莓单果重和产量的增产效果更好。钟需霖等^[11]则认为红膜与蓝膜覆盖草莓叶片的净光合速率较高,能促进植株生长。与黑膜、白膜或透明膜相比,蓝膜反射的蓝光可促进马铃薯^[50]、玉米^[46]、烟草^[29]等叶片光合作用,有利于干物质的积累。张瑞华等^[31]通过绿膜与红膜、蓝膜对比试验表明,生育期内绿膜覆盖姜叶片光合速率最高,红膜次之,蓝膜最低。银灰膜具有良好的反光性,增强了植株下部叶片的光照强度,提高叶片光合速率,因此有利于作物增产提质^[51,52]。

不同作物对光谱的需求不尽相同,唯有适宜的地膜覆盖才能最大化提高作物的光合速率,满足作物生长对光的需求。

4 结语

不同颜色地膜改变了土壤水热环境及植株生长的光环境,因此对作物的生长表现出差异性。相比白膜或透明膜,有色膜均表现出较好的土壤保墒保温性能,不同颜色地膜间土壤含水量无显著差异,而温度差异较大。除黑膜外,其他有色地膜反射膜本身色光,既增

强了植株生长的光环境,又满足作物对特定光谱的吸收。上述研究虽然表明不同颜色地膜对作物都有一定的促进作用,但试验在一开始未能对同一作物进行多种颜色地膜覆盖相互之间的比较,同时也没有进行不同种植区域间的空间对比分析,因此很难进行规律性研究。针对不同地区不同作物,选择适合的地膜覆盖可以提供良好的土壤水热环境,有效促进作物生长发育,因此为寻求作物生长的最佳覆膜方式,研究建议必须根据作物对土壤水热及光环境的需求,并考虑当地气象条件对作物的影响,进行多种颜色地膜试验,选择最适宜覆膜方式,充分发挥地膜覆盖的增产提质作用。

参 考 文 献

- [1] Li Fengmin, Guo Anhong, Wei Hong. Effects of clear plastic film mulch on yield of spring wheat [J]. Field Crop Research, 1999, 63 (1): 79-86.
- [2] 蒋锐,郭升,马德帝.旱地雨养农业覆膜体系及其土壤生态环境效应 [J]. 中国生态农业学报, 2018, 26 (3): 317-328.
- [3] 桑芝萍,孙建东,姜海平.地膜马铃薯田的杂草发生与防除 [J]. 植物保护, 2000, 26 (2): 30-32.
- [4] Wang J, Li F M, Song Q H, Li S Q. Effects of plastic film mulching on soil temperature and moisture and on yield formation of spring wheat [J]. Chinese Journal of Applied Ecology Journal, 2003, 14 (2): 205.
- [5] 潘东英,杨友军,谢东,等.一种除草地膜及其制备方法和应用:中国, CN103497412A [P]. 2013-10-8.
- [6] 俞文灿.可降解塑料的应用、研究现状及其发展方向 [J]. 中山大学研究生学刊, 2007, 28 (1): 22-32.
- [7] 汪兴汉,章志强.不同颜色地膜对光谱的透射反射与吸收性能 [J]. 江苏农业科学, 1986 (4): 31-33.
- [8] 李巨.同质异色地膜对太阳连续光谱的透射反射与吸收性能 [J]. 信阳农业高等专科学校学报, 2001, 24 (1): 6-8.
- [9] Bond W, Grundy A C. Non-chemical weed management in organic farming systems [J]. Weed Research, 2001, 41: 383-405.
- [10] Kasperbauer M J. Phytochrome regulation of morphogenesis in green plants: From the Beltsville spectrograph to colored mulch in the field [J]. Photochemistry and Photobiology, 1992, 56: 823-832.
- [11] 钟需霖,杨仕品,乔荣.彩色地膜在草莓大棚生产上的应用研究 [J]. 贵州农业科学, 2012, 40 (6): 77-80.
- [12] Ngouajio M, Ernest J. Changes in the physical, optical and thermal properties of polyethylene mulches during double cropping [J]. Hort Science, 2005, 40: 94-97.
- [13] Miles C, Wallace R, Wszelaki A, et al. Deterioration of potentially biodegradable alternatives to black plastic mulch in three tomato production regions [J]. Hort Science, 2012, 47 (9): 1270-1277.
- [14] 张琴.不同颜色地膜覆盖对玉米土壤水热状况及产量的影响 [J]. 节水灌溉, 2017, 4: 57-61.
- [15] 路海东,薛吉全,郝引川,等.黑色地膜覆盖对旱地玉米土壤环境和植株生长的影响 [J]. 生态学报, 2016, 36 (07): 1997-2004.
- [16] 郝四平.覆盖黑色地膜对花生生长发育及产量的效应研究 [D]. 郑州:河南农业大学, 2004.
- [17] Subrahmaniyan K, Zhou W J. Soil temperature associated with degradable, non-degradable plastic and organic mulches and their effect on biomass production, enzyme activities and seed yield of win-

- ter rapeseed (*Brassica napus* L.) [J]. *Journal of Sustainable Agriculture*, 2008, 32 (4): 611-627.
- [18] Moreno M M, Moreno A. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop [J]. *Scientia Horticulturae*, 2008, 116 (3): 256-263.
- [19] Pandey S, Singh J, Maurya I B. Effect of black polythene mulch on growth and yield of Winter Dawn strawberry (*Fragaria x ananassa*) by improving root zone temperature [J]. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 2015, 85 (9): 1219-1222.
- [20] 曹寒, 吴淑芳, 冯浩, 等. 不同颜色地膜对土壤水热和冬小麦生长的影响 [J]. *灌溉排水学报*, 2015, 34 (4): 5-9.
- [21] Hatt H A, D Decoteau, D E Linvill. Development of a polyelence mulch system that change color in the field [J]. *Hortscience*, 1998, 30: 265-269.
- [22] W J Lament. Plastic mulches for production of vegetable crop [J]. *Horttechnology*, 1993, 3: 35-39.
- [23] 张国平, 程万莉, 吕军峰, 等. 不同膜色对旱地土壤水热效应及马铃薯产量的影响 [J]. *灌溉排水学报*, 2016, 35 (7): 66-71.
- [24] 王丽娜. 不同颜色的地膜覆盖对马铃薯生长发育的影响 [J]. *杂粮作物*, 2004, 24 (3): 162-163.
- [25] 张明贤, 王金春, 李霞, 等. 蔬菜不同颜色地膜覆盖效应的研究 [J]. *河北农业大学学报*, 1983, 6 (1): 21-35.
- [26] 阎郭敏, 严济生. 有色地膜覆盖栽培蔬菜试验研究 [J]. *内蒙古农业科技*, 1987, 4: 14-18.
- [27] 王玉光. 有色地膜覆盖对洋葱生长发育及根际土壤环境的影响 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2009.
- [28] 孟桂荣, 王永瑞. 银灰膜覆盖青椒效应初试 [J]. *蔬菜*, 1986 (2): 18-20.
- [29] 薛超群, 王建伟, 杨立均, 等. 蓝色地膜覆盖对土壤水分、温度和烟叶光合特性的影响 [J]. *中国烟草科学*, 2014, 35 (5): 6-9.
- [30] 秦永华, 张上隆, 秦巧平, 等. 不同有色膜对丰香草莓再生的影响及机理研究 [J]. *中国农业科学*, 2005, 38 (4): 777-783.
- [31] 张瑞华, 战琨友, 徐坤. 有色膜覆盖对姜叶片色素含量及光合作用的影响 [J]. *园艺学报*, 2007, 34 (6): 1465-1470.
- [32] 王友贞, 袁先江, 许浒, 等. 水稻旱作覆盖的增温保墒效果及其对生育性状影响研究 [J]. *农业工程学报*, 2002, 18 (2): 29-31.
- [33] 张德奇, 廖允成, 贾志宽. 旱区地膜覆盖技术的研究进展及发展前景 [J]. *干旱地区农业研究*, 2005, 23 (1): 208-213.
- [34] 艾希珍, 张振贤, 米庆华, 等. 有色地膜覆盖对生姜生长及产量的影响 [J]. *中国蔬菜*, 2001 (4): 4-6.
- [35] 孙涛. 有色和生物降解地膜覆盖对花生产量形成与土壤微环境的影响 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2015.
- [36] 徐康乐, 米庆华, 徐坤, 等. 不同地膜覆盖对春季马铃薯生长及产量的影响 [J]. *中国蔬菜*, 2004, (4): 17-19.
- [37] T Sun, Z Zhang, T Ning, et al. Colored polyethylene film mulches on weed control, soil conditions and peanut yield [J]. *Plant Soil Environ*, 2015, 2: 79-85.
- [38] 元欣, 唐国磊, 陈建国, 等. 不同颜色地膜覆盖对土壤水分、温度及甘蔗出苗的影响 [J]. *中国糖料*, 2018, 40 (02): 11-12, 15.
- [39] J B Kring, D J Schuster, A A Cszinszky. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes [J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1995, 120 (5): 778-784.
- [40] Zaongo C G L, Wendt C W, Lascaono R J, et al. Interactions of water, mulch and nitrogen in Niger [J]. *Plant and Soil*, 1997, 197 (1): 119-126.
- [41] 李世清, 李东方, 李凤民, 等. 半干旱农田生态系统地膜覆盖的土壤生态效应 [J]. *西北农林科*