

棉田膜间覆盖高分子材料对土壤水盐及棉花产量的影响

王亚娟¹, 张凤华^{2*}, 唐鹏飞², 何力², 董丽松³, 杨慧丽³

(1. 石河子大学, 新疆 石河子 832003; 2. 新疆生产建设兵团绿洲生态农业重点实验室, 新疆 石河子 832003; 3. 中国农业科学院长春应用化学研究所, 长春 130000)

摘要: 研究滴灌棉田膜间覆盖不同高分子多孔隙无纺布对土壤水盐的影响, 为指导盐碱地盐分调控和高分子材料的应用提供理论依据。本文通过在膜间覆盖高分子多孔隙聚酯纤维型(涤纶PET)、聚丙烯纤维型(兰丙纶PP)、聚乳酸纤维型(PLA)无纺布, 分析不同处理对土壤水分、盐分和棉花产量的影响。研究表明: (1) 与无覆盖措施相比, 无纺布覆盖均能够减少地表蒸发, 增加膜间土壤含水率, 其中, 覆盖60 d后, 涤纶PET的保水效果最好, 与CK相比, 膜间土壤含水率增加34.95%; (2) 利用无纺布进行地表覆盖后, 能够不同程度地降低膜间土壤盐分及Na⁺含量, 以0~20 cm土层效果显著, 各处理的脱盐效果依次为: PET>PP>PLA>CK, 以涤纶PET脱盐率最高, 为61.15%; (3) 各处理以涤纶PET的棉花产量最高, 为5 177.25 kg/hm², 较CK高708.88 kg/hm², PLA的产量最低, 为4 568.19 kg/hm²。采用膜间覆盖高分子多孔隙无纺布减少了水分蒸发和盐分表聚, 改善了作物生长的水盐环境, 以涤纶PET的保水脱盐效果最好。

关键词: 无纺布; 盐碱地; 膜间; 水盐; 产量

中图分类号: S157.4⁺2; S156

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)01-0023-07

Effects of High Polymer Materials Covered with Film in Cotton Fields on Soil Water and Salt and Cotton Yield

WANG Yajuan¹, ZHANG Fenghua^{2*}, TANG Pengfei², HE Li², DONG Lisong³, YANG Huili³

(1. College of Agronomy, Shihezi University, Shihezi 832003; 2. The Key Laboratory of Oasis Eco-agriculture, Xinjiang Production and Construction Group, Shihezi 832003; 3. Changchun Institute of Applied Chemistry, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130000, China)

Abstract: The effects of different polymer materials covered with drip irrigation on cotton fields on soil water and salt were studied to provide a theoretical basis for guiding salt regulation in saline-alkali land and the application of polymer materials. This paper analyzes the effects of different treatments on soil moisture, salinity, and cotton by covering high-molecular multi-porous non-woven fabrics between membranes: polyester fiber (polyester PET), polypropylene fiber (blue polypropylene) and polylactic acid fiber (PLA). The research results show that: (1) Compared with non-covering measures, non-woven fabrics can reduce surface evaporation and increase soil moisture content between membranes, polyester PET has the best water retention effect after 60 days of coverage. The moisture content of the soil between the membranes increased by 34.95% compared with CK. (2) After using non-woven fabrics to cover the surface, the soil salt and Na⁺ content in the soils between membranes can be reduced to varying degrees. The effect of 0-20 cm soil layers is significant. The desalination effect is as follows: PET>PP>PLA>CK, the highest PET desalination rate is 61.15%. (3) The yield of cotton treated with polyester PET is the highest at 5177.25 kg/ha. The output of PLA is the lowest at 4568.19 kg/ha. The use of multi-porous non-woven fabrics covered between membranes reduces water evaporation and salt surface accumulation, improves the water and salt environment of crop growth, and the water retention and desalting effect of polyester PET is the best.

Key words: Non-woven fabric; Saline-alkali soil; Inter-membrane; Water and salt; Yield

收稿日期: 2020-02-21

基金项目: 国家重点研发计划课题(2016YFC0501406)

作者简介: 王亚娟(1994-), 女, 硕士, 主要从事生态研究。

通讯作者: 张凤华, 女, 博士, 教授, 从事干旱区绿洲农业生态研究。

新疆气候干旱, 地下水位较高, 蒸发量极大, 导致农田次生盐渍化现象严重^[1], 农田土壤次生盐渍化是限制绿洲农业可持续发展的重要因

素^[2-3]。在我国干旱、半干旱地区,利用膜下滴灌调控土壤水盐分布已得到了大面积推广应用^[4]。新疆是我国棉花生产的主产区之一,膜下滴灌、地膜覆盖改善了棉花根区生长的水盐环境,更有利于节水增产^[5-6]。但是,膜间土壤水分蒸发强烈、盐分表聚,会导致来年土壤盐分增加^[7-9],地膜全覆盖使土壤不具有透气性,满足不了作物对“气”的需求,因此需要保留膜间^[10]。现行的膜下滴灌灌溉制度下,控制膜间土壤水分蒸发和盐分向地表累积对于改善根区水盐环境及防止土壤次生盐渍化具有重要意义。研究表明,地面覆盖(秸秆覆盖、压实、铺沙、喷施PAM和地膜覆盖)下作物耕层的水盐运移与无覆盖措施相比,覆盖具有减少棵间蒸发、降低土壤盐分向地表累积的作用^[11-14]。但简单的地面覆盖盐分依然滞留在土壤中,高分子多孔PET、PP及PLA无纺布是有方向性的纤维制采样机械、物理等方法加工而成的纤维制品,其网状结构具有疏松多孔、透气、透光、保温、易降解等特点^[15],无纺布可循环再利用,达到使用年限可自行降解,且生物降解型无纺布不会对环境造成污染,但不同材料、不同降解形式下的降解条件、原理、过程和时间有待明确^[16]。覆盖在膜间可减少水分蒸发,无纺布的多孔性及表面极性更有利于盐分从水中结晶析出,吸附土壤耕作层的盐分,并将盐分随无纺布带离土体。覆盖在减少农田土壤无效蒸发、调节盐分在土体中的分布、促进春播作物出苗、提高产量等方面皆有一定的作用^[17]。本文通过对膜间进行高分子多孔无纺布覆盖处理,探讨不同无纺布在减少水分蒸发和控制盐分累积方面的功效,以期寻求理想的膜间覆盖材料,从膜间覆盖技术上为防治棉田滴灌模式下土壤次生盐渍化提供方法参考。

1 材料与方 法

1.1 试验地基本情况

试验于2019年4~9月在新疆石河子垦区石总场四分厂(86.01379°E, 44.44124°N)进行,该区域为高纬度地区典型的温带大陆性气候,降雨稀少,气候干燥,年平均气温6.6℃,年平均日照时数2 784 h,年平均降水量180 mm,蒸发量1 600 mm,无霜期年平均166 d,≥0℃积温3 918℃·d。试验区土壤基础物理性质见表1。

1.2 试验材料

试验高分子材料涤纶PET、兰丙纶PP及PLA由江苏江阴市泉信生物材料公司生产,由中国科学院长春应用化学研究所提供,具体见表2。

表1 试验区土壤基础物理性质

| 土层深度(cm) | pH | EC(μS/cm) | 全盐(g/kg) | 含水率(%) |
|----------|-------|-----------|----------|--------|
| 0~20 | 8.69 | 5 750 | 10.56 | 10.87 |
| 20~40 | 9.11 | 1 320 | 4.67 | 13.98 |
| 40~60 | 9.59 | 998 | 2.03 | 15.57 |
| 60~80 | 10.07 | 702 | 1.17 | 12.61 |
| 80~100 | 10.26 | 548 | 0.96 | 13.06 |

表2 试验材料

| 处理 | 克重(g/m ²) |
|-----|-----------------------|
| CK | - |
| PET | 400 |
| PP | 290 |
| PLA | 60 |

1.3 试验设计

试验采取随机区组设计排列,共设4个处理,以膜间无覆盖措施作为CK,每个处理3个重复,共12个小区,每个小区面积4.8 m²(0.4 m×12 m)。供试棉花品种为天云0769,采用一膜三管六行的布管方式,棉花株距10 cm,窄行和宽行行距分别为30 cm和60 cm,膜间距为40 cm,于棉花播种当天在膜间覆盖无纺布,覆盖前平整膜间裸地,使材料紧贴地膜边缘且与土壤紧密结合,覆盖后随即浇透水使行间滴灌水痕相接。各处理的田间管理水平一致,7月初棉花花期进行头水滴灌,此后每隔7 d滴灌一次,棉花全生育期内共滴水7~8次,总灌水量约4 200 m³/hm²。

1.4 样品采集与测定方法

试验前用五点取样法采集本底样品,覆盖60 d后采集膜间土壤样品,保证取样前7 d内勿大水浇灌,每个处理3次重复,每个点的采样深度为100 cm,分5层,即0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm,相同取样深度混合土样采用“四分法”保留1 kg,土壤样品带回实验室,置于通风、阴凉、干燥的室内风干,过1 mm的筛孔以供进行盐分和Na⁺含量的测定。

土壤含水率的测定采用质量烘干法,土壤总盐含量的测定采用残渣烘干法,以上均参照鲍士旦主编的土壤农化分析中的具体方法^[18];Na⁺含量的测定采用离子色谱仪;棉花产量的测定:吐絮期各小区分别量取长势较为均一的2 m²,测定铃数和株数等产量性状,籽棉产量=(单株成铃数×单铃重×密度×相关系数)/1 000。

1.5 数据分析

运用SigmaPlot 12.5、Excel 2013、SPSS 20.0对

试验数据进行处理和分析,采用单因素方差分析,多重比较采用Duncan法。

2 结果与分析

2.1 覆盖不同高分子材料对土壤含水率的影响

膜间是土壤水分和盐分含量变化最为剧烈的区域,从图1可以看出,覆盖20 d时,在0~20 cm土层,各处理与CK相比,土壤含水率分别增加27%、13%、6%;在20~40 cm土层,土壤含水率较CK分别增加13.75%、10.42%、2.41%;在40~100 cm土层,PET处理含水率与CK相比差异不大,PP和PLA处理土壤含水率分别增加10.05%和7.47%。覆盖40 d时,在0~20 cm土层,土壤含水率分别较CK增加26.58%、13.43%、6.31%;在20~40 cm土层,土壤含水率较CK分别增加18.50%、12.62%、2.73%;在40~100 cm土层,PLA处理含水率与CK相比差异不大,PET和PP处理土壤含水率分别增加11.73%和6.39%。覆盖60 d时,在0~20 cm土

层,各处理土壤含水率分别较CK增加24.22%、6.00%、1.56%;20~40 cm土层,土壤含水率较CK分别增加21.76%、30.24%和24.39%;在40~100 cm土层,PET处理含水率与CK相比差异不大,PP和PLA处理土壤含水率分别较CK增加5.58%和3.72%。

整体来看,覆盖各处理均不同程度增加了膜间表层土壤含水率,表层土壤含水率随覆盖时间的延长呈降低趋势,含水率均随着土层深度的增加而增加,且均高于对照,在40~60 cm土层达到最大,60~80 cm和80~100 cm土层又明显降低,但在覆盖60 d条件下,40~60 cm的含水率显著低于60~80 cm,这与棉花生育期需水量有关。综合比较其保水性大小依次为:PET>PP>PLA>CK,涤纶PET的保水性最好、兰丙纶PP次之、PLA的保水性最差。

2.2 覆盖不同高分子材料对土壤含盐量的影响

由图2可知,土壤表层0~20 cm表现为积盐状态,由于每个试验点含盐量本底值存在差异,所

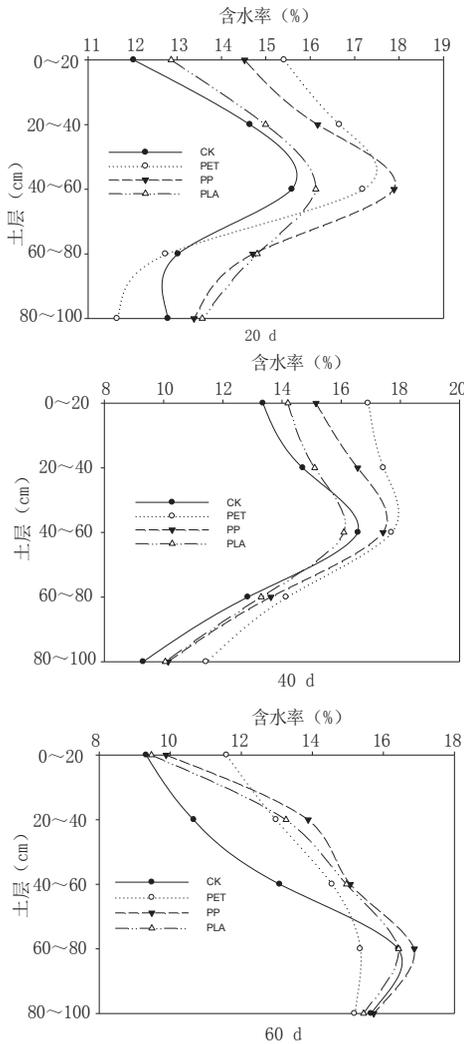


图1 不同处理对膜间土壤含水率的影响

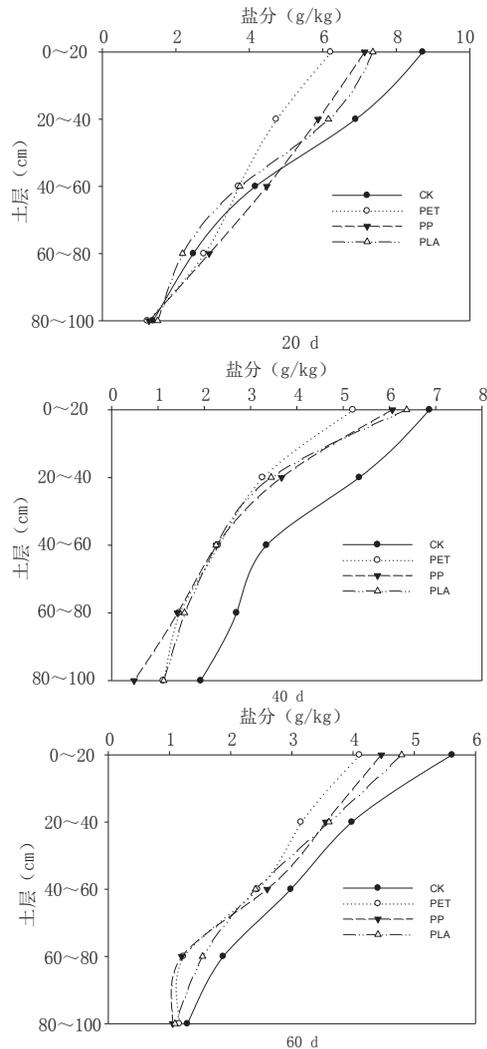


图2 不同处理对膜间土壤含盐量的影响

以在分析各处理对土壤含盐量的影响时,选取每个时期对应的无覆盖措施作为对照。覆盖 20 d 时,在 0~20 cm 土层,各处理土壤含盐量较 CK 分别降低 2.51、1.58、1.36 g/kg; 20~40 cm 土层中,土壤含盐量较 CK 分别降低 2.16、1.02、0.74 g/kg; 40~100 cm 土层中,各处理土壤含盐量较 CK 差异不大。覆盖 40 d 时,在 0~20 cm 土层,各处理土壤含盐量较 CK 分别降低 1.65、0.81、0.49 g/kg; 20~40 cm 土层中,土壤含盐量较 CK 分别降低 2.09、0.71、1.02 g/kg; 40~100 cm 土层中,各处理土壤含盐量较 CK 分别降低 1.03、1.27、1.23 g/kg。覆盖 60 d 时,在 0~20 cm 土层,各处理土壤含盐量依次为 6.57、4.10、4.46、4.99 g/kg,与 CK 相比分别降低 2.47、2.11、1.58 g/kg; 20~40 cm 土层中土壤含盐量较 CK 分别降低 2.16、2.09、1.91 g/kg; 40~100 cm 土层中,盐分含量较 CK 分别下降 0.39、0.46、0.27 g/kg。

覆盖下各处理土壤盐分分布变化趋势不一,一方面,随着覆盖时间的延长土壤含盐量呈下降趋势,另一方面,随着土层深度的增加盐分含量逐渐降低。整体来看,覆盖无纺布均能不同程度地降低土壤盐分含量,以 0~20 cm 土层效果显著,土壤含盐量大小依次为:CK>PLA>PP>PET,涤纶 PET 的脱盐效果最好、兰丙纶 PP 次之、PLA 最差。

2.3 覆盖不同高分子材料下土壤盐平衡分析及 Na⁺含量变化

为了进一步说明棉田膜间覆盖无纺布后的脱盐情况,对覆盖下各处理进行盐平衡分析。由表

3 可知,在 0~20 cm 土层,PET、PP 及 PLA 覆盖处理的脱盐率依次为 61.15%、57.75%、52.72%,分别较 CK 高 23.33%、16.86%、14.60%; 在 20~40 cm 土层,各处理与 CK 相比土壤盐分均呈脱盐状态,脱盐率依次为 32.58%、23.92%、22.78%,分别较 CK 高 17.86%、9.2%、8.06%,各处理与 CK 相比均呈显著性差异($P<0.05$),其中,PP 和 PLA 的脱盐率无显著差异; 在 40~60 cm 土层,土壤含盐量与试验前相比有所升高,但与 CK 相比,各处理脱盐率均大于 CK; 在 0~60 cm 土层中,各处理脱盐率依次为 43.82%、38.43%、36.17%,分别较 CK 高 22.25%、16.92%、14.64%。综合比较,以涤纶 PET 的脱盐率最高,PLA 的脱盐率最低,脱盐效果依次为:PET>PP>PLA>CK。

由表 4 可知,膜间覆盖高分子材料 PET、PP 及 PLA 60 d 后,在 0~20 cm 土层中,土壤中的 Na⁺含量依次为 3.54、2.25、3.48、3.63 g/kg,与试验前相比,Na⁺含量依次下降 23.38%、51.30%、24.67%、21.43%; 在 20~40 cm 土层中,Na⁺含量较 CK 分别下降 5.01%、5.15%、12.45%,PLA 处理 Na⁺含量下降幅度最大,其中,PET 和 PP 处理 Na⁺含量无显著差异; 在 40~60 cm 土层中,Na⁺含量与试验前相比有所增加,这与盐分含量的变化趋势相同,但与 CK 相比,各处理 Na⁺含量的积累均小于 CK; 在 0~60 cm 土层中,覆盖下各处理均能不同程度地降低膜间土中的 Na⁺含量,其中,以涤纶 PET 处理 Na⁺含量下降幅度最大,为 31.44%,Na⁺含量下降幅度

表 3 0~60 cm 土层脱盐效果

| 处理 | 土层(cm) | 膜间土壤含盐量(g/kg) | | | | |
|-----|--------|---------------|------|-------|---------|----------|
| | | 初始 | 60 d | 变化量 | 脱盐率(%) | 相对脱盐率(%) |
| CK | 0~20 | 10.56 | 6.57 | 3.99 | 37.82d | - |
| | 20~40 | 4.67 | 3.98 | 0.69 | 14.72c | - |
| | 40~60 | 2.03 | 2.98 | -0.95 | -46.95c | - |
| PET | 0~60 | 5.75 | 4.51 | 1.24 | 21.57c | - |
| | 0~20 | 10.56 | 4.1 | 6.46 | 61.15a | 61.69 |
| | 20~40 | 4.67 | 3.15 | 1.52 | 32.58a | 121.42 |
| | 40~60 | 2.03 | 2.44 | -0.41 | -20.02a | 42.64 |
| PP | 0~60 | 5.75 | 3.23 | 2.52 | 43.82a | 103.23 |
| | 0~20 | 10.56 | 4.46 | 6.1 | 57.75b | 52.68 |
| | 20~40 | 4.67 | 3.55 | 1.12 | 23.92b | 62.56 |
| | 40~60 | 2.03 | 2.6 | -0.57 | -27.90b | -40.57 |
| PLA | 0~60 | 5.75 | 3.54 | 2.21 | 38.43b | 78.23 |
| | 0~20 | 10.56 | 4.99 | 5.57 | 52.72c | 39.39 |
| | 20~40 | 4.67 | 3.61 | 1.06 | 22.78b | 54.79 |
| | 40~60 | 2.03 | 2.41 | -0.38 | -18.54a | -60.51 |
| | 0~60 | 5.75 | 3.67 | 2.08 | 36.17b | 67.74 |

注:同列小写字母不同表示同一土层不同处理间有显著差异($P<0.05$),下同

表4 0~60 cm 土层 Na⁺含量的变化

| 处理 | 土层(cm) | 膜间土壤 Na ⁺ 含量(g/kg) | | | 下降(%) |
|-----|--------|-------------------------------|------|-------|---------|
| | | 初始 | 60 d | 变化量 | |
| CK | 0~20 | 4.62 | 3.54 | 1.08 | 23.38b |
| | 20~40 | 2.33 | 2.26 | 0.07 | 3.00c |
| | 40~60 | 0.98 | 1.33 | -0.35 | -35.71d |
| PET | 0~60 | 2.64 | 2.38 | 0.26 | 9.85c |
| | 0~20 | 4.62 | 2.25 | 2.37 | 51.30a |
| | 20~40 | 2.33 | 1.96 | 0.37 | 8.01b |
| | 40~60 | 0.98 | 1.22 | -0.24 | -24.49c |
| | 0~60 | 2.64 | 1.81 | 0.83 | 31.44a |
| | 0~20 | 4.62 | 3.48 | 1.14 | 24.67b |
| PP | 20~40 | 2.33 | 2.14 | 0.19 | 8.15b |
| | 40~60 | 0.98 | 1.06 | -0.08 | -8.16a |
| | 0~60 | 2.64 | 2.23 | 0.41 | 15.53b |
| | 0~20 | 4.62 | 3.63 | 0.99 | 21.43c |
| PLA | 20~40 | 2.33 | 1.97 | 0.36 | 15.45a |
| | 40~60 | 0.98 | 1.13 | -0.15 | -15.31b |
| | 0~60 | 2.64 | 2.24 | 0.40 | 15.15b |

依次为:PET>PP>PLA>CK。

2.4 覆盖不同高分子材料对棉花产量及其构成的影响

由表5可知,涤纶PET无纺布覆盖单铃重最高,为4.23 g,分别较CK、PP及PLA多0.45、0.69、0.52 g,PP和PLA无纺布覆盖单铃重差异较小;兰丙纶PP无纺布覆盖棉花单株铃数最多,为7.89个,分别较CK、PET、PP及PLA多1.16、1.14、1.15个,涤纶PET和丙纶PP无纺布覆盖单株铃数差异不大。CK的产量显著低于其他几个处理,以涤纶PET的产量最高为5 177.25 kg/hm²,PP的产量次之,PLA的产量最低,但均高于CK,分别较CK高708.88、532.74、99.82 kg/hm²,PLA的产量最低,为4 568.19 kg/hm²,其中,覆盖下各处理棉花测定产量呈显著性差异($P<0.05$)。

表5 不同材料覆盖棉花产量及产量构成

| 处理 | 单铃重(g) | 单株铃数(铃/株) | 籽棉产量(kg/hm ²) |
|-----|--------|-----------|---------------------------|
| CK | 3.78 | 6.73 | 4 468.37±214.14d |
| PET | 4.23 | 6.75 | 5 177.25±303.03a |
| PP | 3.54 | 7.89 | 5 001.11±97.12b |
| PLA | 3.71 | 6.74 | 4 568.19±80.07c |

3 讨论

在棉田膜间人为铺设与原地面物理性质不同的高分子多孔隙无纺布PET、PP及PLA,发现覆盖不同材料均可以提高0~60 cm土层中的土壤含水率,以0~20 cm效果显著,其中PET的保水效果最

佳,PLA保水性最差。研究表明,土壤表面覆盖无纺布阻隔了土壤水分的垂直蒸发,使水分横向迁移,对水分蒸发具有显著抑制作用,并且抑制效果随着无纺布覆盖厚度的增加而提高,单位面积克重越大,空隙就越小,水蒸气的透过性也就越差^[19]。PET材料由疏水性的纤维合成,分子排列紧密,纤维中只存在较小的空隙,更有利于减少水汽的散失,故其保水效果最佳;PP材料的吸湿性较差,空隙小而孔隙大且具有较强的芯吸作用,水汽可以通过纤维中的毛细管来排除,故其保水效果较差;PLA材料是一种生物降解材料,具有良好的透气性和透氧性,材质轻薄,纤维间的孔隙度较大,其保水效果也相对较差^[20]。无纺布覆盖透气率的大小与其纤维类型、孔隙大小、颜色等因素有关^[21-22],铺垫在土壤一定范围的土层中有隔离和稳固作用,可作为陡坡植树的集水、保水和蓄水材料,尤其适用于水平沟、鱼鳞坑植树^[23]。

在棉田膜间覆盖多孔隙无纺布PET、PP及PLA可以起到降低土壤中盐分含量的作用,其中以0~40 cm土层效果显著,能够降低表层土壤含盐量的技术原理是:利用其多孔性和表面极性使盐分更容易从水中结晶析出,并富集于多孔材料。张辰凌等^[24]利用活性炭无纺布吸附处理含镉水样,研究表明其可作为去除水中镉的吸附剂,且适当提高投放量,可同时去除多种重金属,为含镉废水的处理提供了技术支持和理论基础。无纺布覆盖抑制盐分表聚是通过减少地面水分的无

效蒸发来实现的,因此,其保水性能与抑盐、脱盐效果密切相关,保水性能越强的无纺布抑盐、脱盐效果越显著,Na⁺含量的下降也越显著。

膜间覆盖无纺布减少了水分蒸发和盐分表聚,覆盖后增加了膜间土壤含水率,而当膜间土壤含水率较高时,一方面,会使膜间的水分在水势梯度的作用下向覆膜窄行移动,补给棉花生长需水量,另一方面,覆盖降低了表层、深层及覆膜土壤之间的水势梯度,同时防止覆膜条件下深层土壤的盐分随水分运移至膜间,因此,覆盖后改善了耕作层土壤水分和盐分的分布,为棉花的生长创造了良好的水盐环境,有利于增产增效。研究表明,农用无纺布具有保温节能、透气防水、防霜防冻、遮阴调光、防虫和避免杂草等作用,对农作物产质的提升效果显著,可用于蔬菜、花卉、水稻等育苗^[25-27]。无纺布容器显著提高了大叶相思苗木的生物量,增加其地下部分生物量的积累^[28]。土工织物水平沟内种植的刺槐和侧柏的成活率在95%以上,土工网垫坡面放置树木的成活率为40%,均达到提高成活率的效果^[29]。邓家林利用LS地布作果树树盘覆盖材料,结果表明地布可以保持树盘土壤水分、有效抑制果园各种杂草的生长^[30]。王超仁等研究发现,采用无纺布培育的秧苗矮壮,根系发达,移栽1个月后,分蘖速度优势明显^[31]。

研究表明,地面覆盖措施具有增温保墒、抑制盐分表聚、提高作物产量等作用^[32-34],但是,仅仅通过滴灌来进行盐分的淋洗和迁移效果并不理想,土壤中的盐分在土层中转移而未消除,传统的膜间覆盖措施(覆盖秸秆、铺沙、压实等)工作量大而且操作困难,在膜间覆盖高分子多孔隙无纺布方法简单,省工、省力,易于大面积推广应用,减少水分蒸发和抑制盐分表聚的效果显著,利用其多孔性和表面极性更有利于盐从水中结晶析出,并富集于多孔材料,进而可随无纺布带离土体,目前有关研究资料虽较少,但实用性较强。

4 结 论

在膜间覆盖高分子多孔隙无纺布PET、PP及PLA均可以起到减少水分蒸发和抑制盐分表聚的作用,这有利于改善棉花生长的水盐环境。无纺布的克重越大,厚度也越大,孔隙率越小,透气性则相对变差,保水性能就会增加,覆盖下土壤水分和盐分的运移密切相关,保水性能佳的无纺布抑盐、脱盐效果也较好。膜间覆盖材料优选涤纶

PET,丙纶PP次之,聚乳酸生物降解型PLA无纺布的保水脱盐效果最差。

参考文献:

- [1] 谢承陶. 盐渍土改良原理与作物抗性[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1993: 2-3.
- [2] 顾峰雪, 师庆东, 张远东, 等. 准噶尔盆地南缘阜康绿洲水盐空间特征的初步分析[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2002(1): 117-122.
- [3] 樊自立, 马英杰, 马映军. 中国西部地区耕地土壤盐渍化评估及发展趋势预测[J]. 干旱区地理, 2002, 25(2): 97-102.
- [4] 梁建财, 史海滨, 李瑞平, 等. 不同覆盖方式对中度盐渍土壤的改良增产效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(4): 416-424.
- [5] 刘战东, 高 阳, 刘祖贵, 等. 降雨特性和覆盖方式对麦田土壤水分的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(13): 113-120.
- [6] 邵春琴. 不同覆膜条件下膜下滴灌棉田土壤水盐运移规律研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2013.
- [7] 黄 强, 田长彦, 赵正勇, 等. 棉田膜内与膜间土壤溶液含盐量的变化[J]. 灌溉排水学报, 2001(3): 37-40.
- [8] 罗小东, 王全九, 谭 帅. 膜下滴灌条件下膜间不同处理对土壤水盐运移的影响[J]. 水土保持通报, 2015, 35(5): 117-122.
- [9] Ibrahim Mubarak, Jean Claude Mailhol, Rafael Angulo-Jaramillo, et al. Effect of temporal variability in soil hydraulic properties on simulated water transfer under high-frequency drip irrigation[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96(11): 3-5.
- [10] 李翠萍, 白 杨, 王艳春, 等. 浅析玉米膜下滴灌栽培技术中的膜效应及水肥供应[J]. 农村实用科技信息, 2009, 3(12): 27-30.
- [11] 毕远杰, 王全九, 雪 静. 覆盖及水质对土壤水盐状况及油菜产量的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(13): 83-89.
- [12] 邓力群, 陈铭达, 刘兆普, 等. 地面覆盖对盐渍土水盐运动及作物生长的影响[J]. 土壤通报, 2003, 34(2): 93-97.
- [13] Nassar I N, Horton R. Salinity and compaction effects on soil water evaporation and alter solute distributions[J]. Soil Science Society of America Journal, 2004, 63(4): 752-758.
- [14] Kladviko E J. Tillage system and soil ecology[J]. Soil and Tillage Research, 2001, 61(1): 61-76.
- [15] 阳范文, 陈晓明, 朱恒盛, 等. 丙纶无纺布的网孔结构和水蒸气透过性研究[J]. 合成材料老化与应用, 2012, 41(5): 11-14.
- [16] 罗小宝, 高维常, 潘文杰, 等. 农用无纺布应用研究进展[J]. 贵州农业科学, 2014, 42(9): 216-218.
- [17] 刘 宏, 刘剑钊, 闫孝贡, 等. 盐碱土改良与利用技术研究进展[J]. 吉林农业科学, 2012, 37(2): 20-23.
- [18] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 50-58.
- [19] 吕书君, 田广玉. 覆盖与衬垫对沙地土壤水分影响的初步研究[J]. 地下水, 2007, 29(4): 45-47.
- [20] 马 浩, 周志翔, 吴昌广, 等. GIS支持下的沂水县林地适宜性评价及林种结构调整研究[J]. 中国水土保持, 2011

- (3):44-47,69.
- [21] 谢宇. 纺织艺术的演变[M]. 南昌:百花洲文艺出版社, 2010:1-2.
- [22] 宋松. 无纺布果袋调控水蜜桃果实色泽发育的研究[D]. 杭州:浙江大学, 2013.
- [23] 张肖肖. 东港市水稻无纺布育苗技术推广应用探析[J]. 现代农业科技, 2018(6):38-39.
- [24] 张辰凌, 韩梅, 贾娜, 等. ICP-OES 研究活性炭无纺布对镉的吸附[J]. 光谱学与光谱分析, 2019, 39(3):931-936.
- [25] 张悦. 水稻无纺布旱育苗技术研究[J]. 现代农业科技, 2010(24):46.
- [26] 张煜. 新型覆盖材料在韭黄栽培上应用研究[J]. 中国农业文摘, 2018(1):75-77.
- [27] 蔡太义, 贾志宽, 黄耀威, 等. 不同秸秆覆盖量对春玉米田蓄水保墒及节水效益的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(S1):238-243.
- [28] 谷凌云, 李磊, 张利全, 等. 无纺布容器规格对大叶相思苗木生长及生物量的影响试验[J]. 林业调查规划, 2010, 35(2):35-39.
- [29] 贾生海. 土工织物保土保水试验研究[J]. 中国水土保持, 2007(3):36-37.
- [30] 邓家林, 张全军, 李文贵. 新型覆盖材料—LS地布在果树节水抗旱上的应用效果[J]. 四川农业科技, 2010(5):37.
- [31] 王超仁, 周爱珠, 周正春, 等. 旱育秧无纺布覆盖对早稻生长和产量的影响[J]. 浙江农业科学, 2009(4):717-719.
- [32] 方文松, 朱自玺, 刘荣花, 等. 秸秆覆盖农田的小气候特征和增产机理研究[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(6):123-128.
- [33] 刘广明, 杨劲松, 吕真真, 等. 不同调控措施对轻中度盐碱土壤的改良增产效应[J]. 农业工程学报, 2011, 27(9):164-169.
- [34] 孙云云, 侯中华, 窦金刚, 等. 花生可降解地膜筛选研究[J]. 东北农业科学, 2018, 43(4):23-26.

(责任编辑:刘洪霞)

- (上接第4页) of Cooked Rice[J]. Cereal Chemistry, 1998, 75(2): 181-186.
- [8] 李俊辉, 朱智伟, 谢黎虹. 我国稻米食味品质的研究现状与发展趋势[J]. 中国稻米, 2008(2):8-12.
- [9] Hannah L C, Greene T. The Complexities of Starch Biosynthesis in Cereal Endosperms[J]. Current Opinion in Biotechnology, 2008, 19(2): 160-165.
- [10] Jeon J S, Ryoo N, Hahn T R, et al. Starch biosynthesis in cereal endosperm[J]. Plant Physiology & Biochemistry, 2010, 48(6): 383-392.
- [11] Zhixi T, Qian Q, Qiaoquan L, et al. Allelic diversities in rice starch biosynthesis lead to a diverse array of rice eating and cooking qualities[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2009, 106(51):21760-21765.
- [12] 郑祥正. 水稻品种空育131稻瘟病抗性基因座Pik鉴定及抗性分析[J]. 福建农业科技, 2019(9):12-15.
- [13] 曹阳. “稻花香2号”抗倒伏高产栽培技术探讨[J]. 农业科技通讯, 2013(4):158-159.
- [14] 李辉, 戴常军, 张瑞英, 等. 稻米胶稠度测定影响因素的研究[J]. 粮食加工, 2007(5):37-39.
- [15] Commuri P D, Keeling P L. Chain-length specificities of maize starch synthase I enzyme: studies of glucan affinity and catalytic properties[J]. Plant Journal, 2001, 25(5):475-486.
- [16] Jiang H, Dian W, Liu F, et al. Molecular cloning and expression analysis of three genes encoding starch synthase II in rice[J]. Planta, 2004, 218(6):1062-1070.
- [17] 许顺菊. *Wx*, *SSIII-1* 和 *SBE3* 基因多态性对稻米蒸煮食味品质的调控[D]. 绵阳:西南科技大学, 2016.
- [18] 朴日花, 金永梅, 陈莫军, 等. 基于分子标记的吉林省粳稻食味评价体系建立[J]. 分子植物育种, 2020, 18(13):4338-4349.
- [19] Yang R F, Sun C, Bai J J, et al. A putative gene *sbe3-s* for resistant starch mutated from *SBE3* for starch branching enzyme in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. PLoS ONE, 2012, 7(8): e43026.
- [20] Youngchan C, Manki B, Jungpil S, et al. QTL detection associated with eating quality based on palatability test in Japonica rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Plant Breeding & Biotechnology, 2014, 2(4): 342-353.
- [21] Luo J, Jobling S A, Millar A, et al. Allelic effects on starch structure and properties of six starch biosynthetic genes in a rice recombinant inbred line population [J]. Rice, 2015, 8(1):15.
- [22] Xiang X, Kang C, Xu S, et al. Combined Effects of *Wx* and *SSIIa* Haplotypes on Rice Starch Physicochemical Properties [J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2017, 97(4): 1229-1234.
- [23] 何广生, 崔凯, 高志坤, 等. 不同播种期对天隆优619产量及品质的影响[J]. 东北农业科学, 2018, 43(6):13-15.
- [24] 刘婷婷, 王立群, 王辉, 等. 大气CO₂浓度对水稻食味品质的影响[J]. 东北农业科学, 2017, 42(2):49-52.
- [25] Takeda, Hizukuri, Juliano, et al. Structures of rice amylopectins with low and high affinities for iodine [J]. Carbohydrate Research, 1987, 168(1): 79-88.

(责任编辑:刘洪霞)