

高强度地膜对盐碱地滴灌棉花生长发育及其产量提升效果研究

陈兵*, 侯东生^{##}, 夏春兰

新疆农垦科学院, 新疆 石河子
Email: #zyrcb@126.com

收稿日期: 2021年4月24日; 录用日期: 2021年5月19日; 发布日期: 2021年5月27日

摘要

目的: 明确不同类型高强度地膜对滴灌棉花生长发育及其产量提升效果, 为高强度地膜在棉花上的应用提供基础。方法: 在南北疆设置5个不同类型地膜覆盖方式, 分析不同地膜方式对地温增加效应, 对棉花生长发育的影响, 对产量的提升效果和地膜回收效果。结果: 随着高强度地膜的厚度的增加, 增温效果增加, 与对照相比, 高于0.008 mm (处理1, 3, 4)增温效果较好, 增温0°C~0.90°C之间, 对棉花的生长发育具有一定的促进作用, 提前1~4天, 株高增加0.1~5 cm, 霜前化率提高0.5%~2%, 干物质积累量增加约40千克/株, 提高产量4.5%以上, 地膜回收率提高15%。厚度低于0.008 mm (处理2)增温效果最差, 减缓了棉花的生长发育, 减少了棉花的产量, 地膜回收率也低。结论: 综合考虑, 建议生产上使用高强度厚度高0.008 mm地膜。

关键词

棉花, 高强度地膜, 生长发育, 产量

Study on Effects of High Strength Mulching Film on Growth and Yield Improvement of Drip Irrigation Cotton in Saline-Alkali Soil

Bing Chen*, Dongsheng Hou^{##}, Chunlan Xia

Xinjiang Academy Agricultural and Reclamation Science, Shihezi Xinjiang
Email: #zyrcb@126.com

Received: Apr. 24th, 2021; accepted: May 19th, 2021; published: May 27th, 2021

*共一作者。

^{##}通讯作者。

文章引用: 陈兵, 侯东生, 夏春兰. 高强度地膜对盐碱地滴灌棉花生长发育及其产量提升效果研究[J]. 农业科学, 2021, 11(5): 441-448. DOI: 10.12677/hjas.2021.115061

Abstract

Aim: To determine the effects of different types of high strength plastic film on the growth and development and yield improvement of cotton under drip irrigation, so as to provide the basis for the application of high strength plastic film in cotton. **Methods:** Five different types of plastic film mulching methods were set up in southern and northern Xinjiang, and the effects of different plastic film mulching methods on soil temperature increase, cotton growth and development, yield improvement and plastic film recovery were analyzed. **Results:** with the increase of the thickness of high strength plastic film, the warming effect increased. Compared with the control, the warming effect was better than that of 0.008 mm (treatment 1, 3, 4). The temperature increase was between 0°C and 0.90°C. The plant height, pre-frost rate and dry matter accumulation increased by 0.1~5 cm, 0.5%~2% and 40 kg/plant 1~4 days ahead of schedule. The yield was increased by more than 4.5%, and the recovery rate of plastic film was increased by 15%. When the thickness was lower than that of 0.008mm (treatment 2), the warming effect was the worst, which slowed down the growth and development of cotton, reduced the yield of cotton, and the recovery rate of plastic film was also low. **Conclusion:** Considering comprehensively, it is suggested to use high strength and high thickness 0.008mm plastic film in production.

Keywords

Cotton, High Strength, Plastic Film, Growth And Development, Yield

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

八十年代初新疆引进地膜用于棉花栽培,至今近40年[1]。由于地膜覆盖具有很好的增温、保墒、灭草等功效,对新疆棉花生产起到了巨大的推动作用[2][3]。新疆棉花在种植面积、总产、单产等方面已连续26年位居全国第一。新疆棉花的种植面积和产量从八十年代初占全国比重的1/5,到使用地膜后的九十年代长江流域,黄河流域,西北内陆的三足鼎立,再到21世纪中期的半壁江山,至2020年占绝对优势,面积占全国78%以上,总产占全国的87%以上[4][5]。地膜覆盖技术在新疆棉花上的应用与推广起到了一场革命,对新疆棉花生产的持续发展功不可没。然而,由于地膜长期使用,而相应回收技术和改进措施滞后,加之棉花连年种植,造成大量薄膜残留在棉田的耕作层[6]。据2020年新疆农垦科学院陈兵课题组对兵团30年以上耕地取样分析发现,30厘米厚度的土壤层中的地膜残留平均达到20公斤/亩,地膜残留造成土壤理化性能和生物学性能变劣,甚至已经抵消了覆盖地膜的增产功能[7][8]。怎样解决这样一个由“白色革命”带来的“白色污染”是新疆农业面临的一个重大难题。九十年代中期,兵团相关部门和广大科技工作者已发现了地膜棉带来的严重危害,并据此制定了相关办法,比如制定了养地基金,头水前揭膜,收获棉花后人工揭膜及机械回收残膜等方法,都起到了一定的积极作用[9][10][11],但鉴于普通地膜极易破碎,拉力差,无论人工或机械回收率都有限[12]。土地耕层的残膜仍在持续积累,已经成为新疆棉花可持续发展的瓶颈。

基于棉田地膜残留问题,新疆农垦科学院2018年引进中国工程院院士、华南理工大学瞿金平教授带领科研团队,包括广东星联科技有限公司、东莞正新包装制品有限公司,采用世界领先水平的体积拉伸流变

塑化运输等技术, 研制的高强度地膜, 商标为“高堡膜”。主要特性: 1) 采用体积拉伸流变塑化运输及多层复合层间大分子交织取向等技术, 大幅度提高了薄膜的纵向、横向、穿刺及耐老化性能; 2) 地膜表层结晶取向良好, 表面张力低, 减少泥土吸附, 透光率提高; 3) 物理性能优异, 拉伸力是国标普通地膜的 3 倍、普通地膜的 2.2 倍。2019 年在佛山市南海区政府的大力支持下, 高强度地膜在新疆喀什伽师县, 新疆农垦科学院, 农三师 44 团和库尔勒包头湖, 进行大田棉花试验示范, 取得了良好的效果, 在 2019 年基础上, 2020 年瞿金平教授带领科研团队对高强度地膜进行了不同型号的改良, 联合新疆农垦科学院分别在石河子、库尔勒地区行了大田试验示范, 本文对试验示范结果进行分析汇总, 以其为地膜治理提供借鉴和推广依据。

2. 材料与方 法

2.1. 种植情况及试验设计

2020 年试验地选择在南北疆同步开展, 南疆在库尔勒包头湖农场, 该地区日照数约 2990 小时, 无霜期平均 210 天, 年平均气温约 11.4℃, 年平均降水量约 58.6 毫米。试验田弱盐碱土, PH 值 8.28, EC 值 1.49 ms/cm, 面种 100 亩。北疆在石河子新疆农垦科学院试验田, 该地区气候特点为温带大陆性气候, 日照数约 2718 小时, 无霜期为 168~171 天, 年平均气温约 6.5℃, 年降水量为 125.0~207.7 mm 之间。弱盐碱土, PH 值 8.68, EC 值 1.85 ms/cm, 面积 60 亩。棉花品种为南疆新陆中 46 号, 北疆新陆早 63 号, 行距配置采用适宜机采种植模式: 10 + 66 厘米, 滴灌管采用一膜三管方式配置。广东星联科技有限公司提供不同型号高强度地膜。南北疆试验膜处理一致: 处理 1: 膜厚度 0.01mm; 处理 2: 膜厚度 0.006 mm; 处理 3: 膜厚度 0.008 mm (小分子量); 处理 4: 膜厚度 0.008 mm (大分子量); 处理 5: 普通地膜(膜厚度 0.01 mm)为对照(CK)。

2.2. 监测项目与调查测定方法

地温测定。采用自动化温湿度记录仪(RC-4)分别监测 4 月 15 日到 8 月 30 日膜下 5 cm 和 10 cm 的土壤温度变化, 记录每天 10.00, 15.00, 20.00 三个时间地温。

指标调查。分别调查不同处理的棉花各生育时期(包括播种期出苗期、苗期、花期、吐絮期), 农艺性状(包括株高、叶龄、果枝始节、果枝数)。

产量测定。每个生育时期取样测试干物质积累量。铃期收获前, 调查各处理的收获株数、霜前花率、铃重、铃数。小区收获计产。

残膜回收率。采用新疆科神农业装备科技开发股份有限公司的牵引式联合作业残膜回收机, 进行回收测定。

2.3. 数据分析方法

数据统计和作图在 Office 2007 中进行。

3. 结果分析

3.1. 高强度地膜对地温的影响

图 1, 图 2 为南北疆 4~8 月棉花整个生育期不同处理地膜地温变化情况。图 1 可知, 北疆地区, 5 cm 地温高强度地膜不同处理 1~4 较普通地膜处理 5 (CK)日均温分别提高了 0.80℃、0.℃、0.60℃、0.60℃, 增温幅度 0℃~80℃之间; 10 cm 地温分别提高了 0.56℃、0.℃、0.61℃、0.54℃, 增温幅度 0℃~0.61℃之间。图 2 可知, 南疆地区, 5 cm 地温高强度地膜不同处理 1~4 较 CK 日均温分别提高了 0.56℃、0.15℃、0.50℃、0.48℃, 增温幅度 0.15℃~0.56℃之间; 10 cm 地温高强度地膜分别提高了 0.59℃、0.16℃、0.54℃、

0.56℃, 增温幅度 0.16℃~0.59℃之间。4~6 月棉花出苗到现蕾的生长关键生育期, 也是地膜的增温作用集中月份, 高强度地膜增温幅度最大。图 1 可知, 4~6 月北疆地区, 5 cm 地温高强度地膜不同处理 1~4 较 CK 日均温分别提高了 0.90℃、0.0℃、0.80℃、0.70℃, 增温幅度在 0℃~0.90℃之间; 10 cm 地温高强度地膜不同处理 1~4 较 CK 日均温分别提高了 0.90℃、0.10℃、0.90℃、0.80℃, 增温幅度在 0.1℃~0.90℃之间。图 2 可知, 4~6 月南疆 5 cm 地温高强度地膜不同处理 1~4 较普通地膜处理 5 日均温分别提高了 0.93℃、0.3℃、0.87℃、0.87℃, 增温幅度在 0.30℃~0.93℃之间。10 cm 地温日均温分别提高了 0.87℃、0.30℃、0.80℃、0.90℃, 增温幅度在 0.30℃~0.90℃之间。

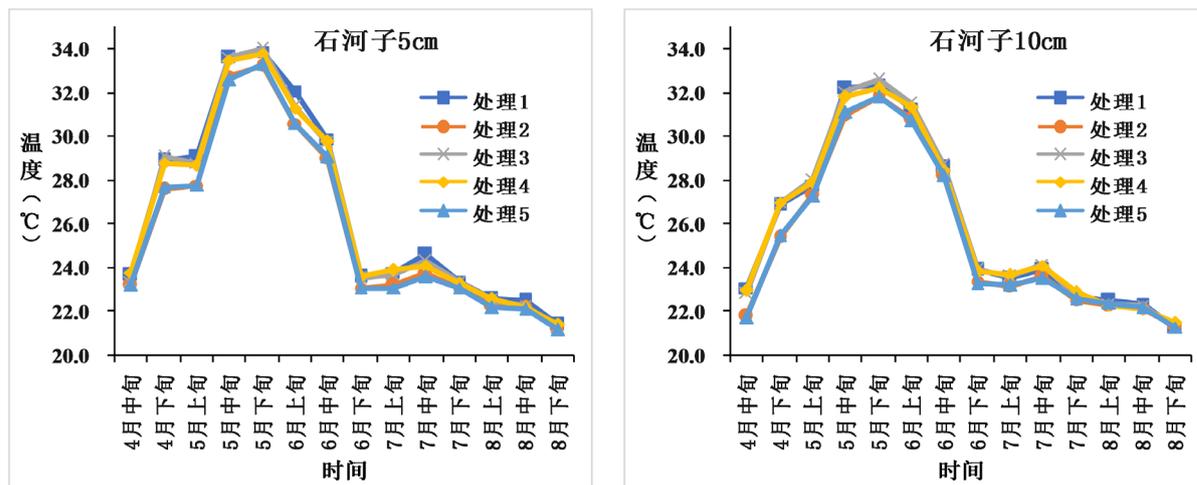


Figure 1. Geothermal curve of Shihezi area in southern Xinjiang

图 1. 北疆石河子地区各处理地温曲线

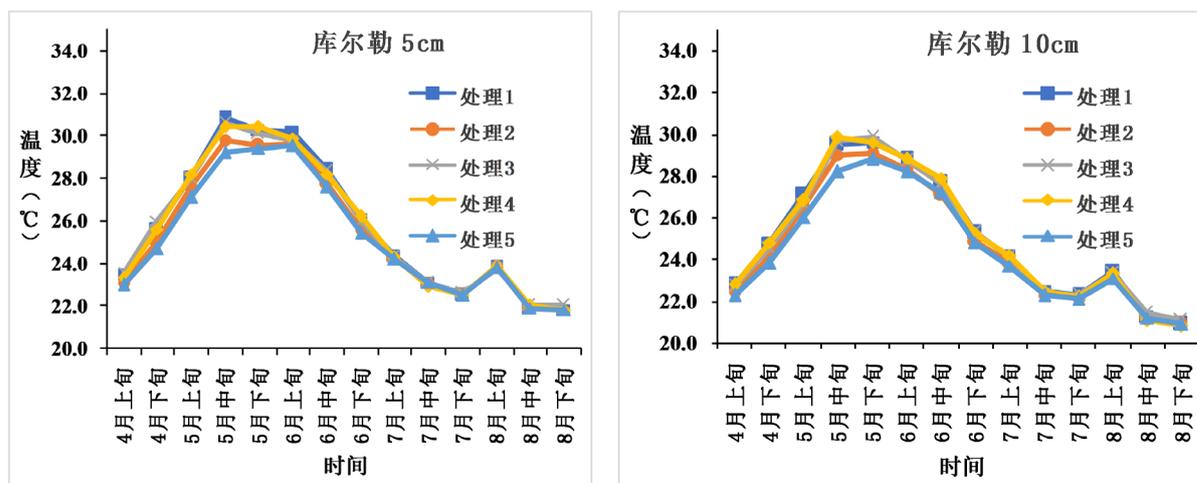


Figure 2. Geothermal curve of Korla area in southern Xinjiang

图 2. 南疆库尔勒地区地温曲线

图 3 可知, 高强度地膜在北疆 4 月下旬到 6 月上旬之间, 7 月中旬变幅大于南疆, 南疆在 8 月上旬大于北疆。南北疆地区 5 cm 地温增温效果好于 10 cm, 4~6 月棉花出苗到现蕾的生长关键生育期尤其明显。随着高强度地膜的厚度的增加, 增温效果增加, 厚度低于 0.008 mm (处理 2) 增温效果最差, 高于 0.008 mm (处理 1, 3, 4) 增温效果较好但变幅很小。

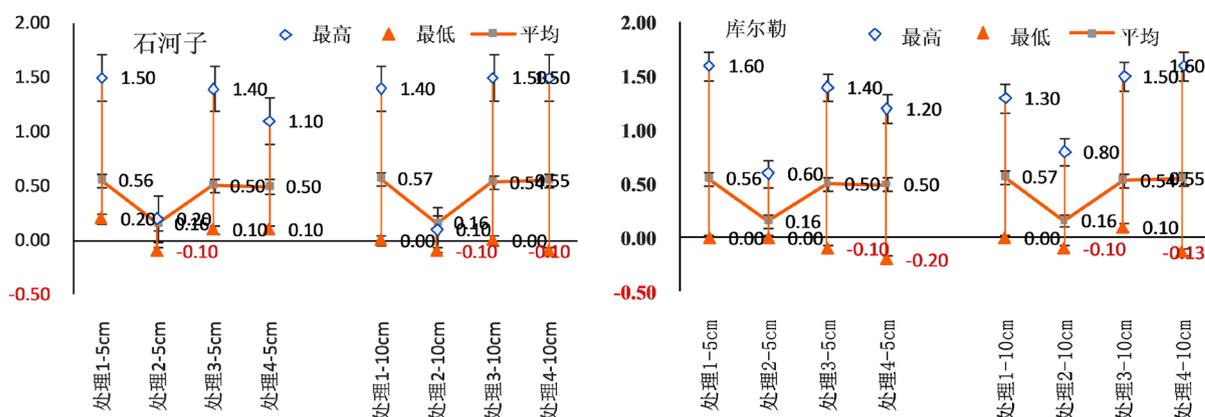


Figure 3. The average warming range of different treatments in southern and northern Xinjiang compared with CK

图 3. 南北疆不同处理较 CK 平均升温幅度

3.2. 不同高强度全回收增产地膜处理对棉花不同生育时期的影响

表 1 可知, 南北疆不同处理的高强度地膜对棉花生育期的影响基本一致, 处理 2 与 CK 基本同期, 处理 1、3、4 均提前于 CK, 在北疆石河子点分别提前 4 d、3 d、4 d, 在南疆库尔勒分别提前 1 d、2 d、2 d。南北疆试验地不同高强度地膜处理(处理 2 除外)对棉花的生育期具有促进作用, 而高强度地膜厚度较薄(处理 2), 不利于棉花生育进程的推进。

Table 1. Questionnaire on growth period of cotton with different high strength plastic film

表 1. 县不同高强度地膜棉花生育期调查表

项目	北疆石河子					南疆库尔勒				
	播种期	苗期	花铃期	吐絮期	生育期	播种期	出苗期	开花期	吐絮期	生育期
处理 1	4 月 17 日	4 月 26 日	6 月 24 日	8 月 27 日	123	4 月 19 日	4 月 28 日	6 月 28 日	9 月 10 日	134
处理 2	4 月 17 日	4 月 27 日	6 月 26 日	8 月 30 日	126	4 月 19 日	4 月 29 日	7 月 1 日	9 月 11 日	135
处理 3	4 月 17 日	4 月 26 日	6 月 24 日	8 月 28 日	124	4 月 19 日	4 月 28 日	6 月 28 日	9 月 9 日	133
处理 4	4 月 17 日	4 月 26 日	6 月 24 日	8 月 27 日	123	4 月 19 日	4 月 28 日	6 月 28 日	9 月 9 日	133
ck	4 月 17 日	4 月 27 日	6 月 26 日	8 月 31 日	127	4 月 19 日	4 月 29 日	7 月 1 日	9 月 11 日	135

3.3. 高强度地膜对棉花农艺性状的影响

表 2 为棉花盛铃期不同高强度地膜处理的农艺性状调查表。表 2 可知, 地膜处理 1~4 的棉花第一果枝节位和果枝始节高与普通地膜略微增加, 分别在 5 左右和 20 cm 左右, 对比普通地膜, 除了处理 2, 其他高强度地膜处理 1, 3, 4 对株高, 叶铃, 果枝台数和霜前花率均具有促进作用, 株高的促进作用明显, 北疆高 0.1~2.7 cm, 南疆高 2.2~5 cm, 南疆比北疆高 0.2 cm 左右, 对霜前花率的促进最有明显, 北疆高 1.3%~1.9%, 南疆高 0.5%~2%, 北疆比南疆高 1% 左右, 对叶铃, 果枝台数的促进作用较小, 0.1 cm 左右。说明高强度地膜对棉花的发育具有促进作用。

3.4. 不同处理地膜覆膜条件下的干物质积累量及其产量

不同高强度全回收增产地膜处理棉花干物质积累量如表 3。无论南疆还是北疆地区, 处理 1, 3, 4 的棉花干物质积累量在整个棉花生长期均明显快于普通地膜, 前期尤为明显。从 7 月中旬开始增加明

显至 8 月底达到最大值, 最高增加率分别达到 15% 以上。最后的干物质积累量处理 1、3、4 均高于 CK 约 40 千克/株, 处理 2 低于 CK 5~9 千克/株。

Table 2. Questionnaire for agronomic traits of cotton under different treatments

表 2. 不同处理棉花农艺性状调查表

地区	处理号	株高(cm)	叶龄	果枝数(台)	第一果枝节位	始果节高(cm)	霜前花率%
北疆石河子	处理 1	79.2	13.5	8.1	5.1	23.2	98.3
	处理 2	75	13.4	7.7	5.3	21.7	96.2
	处理 3	77	13.7	8.2	5.9	20.9	97.9
	处理 4	76.7	13.6	7.9	4.9	21.9	98.5
	ck	76.5	13.4	7.8	4.9	21.5	96.6
南疆库尔勒	处理 1	87.3	14.9	9.3	5.5	23.5	99.2
	处理 2	80.1	14.5	8.8	5.1	24.3	97.7
	处理 3	85.5	14.6	9	5.2	23.6	99.1
	处理 4	85.9	14.7	9.1	5.3	22.8	98.1
	ck	82.3	14.4	8.9	5.1	22	97.2

Table 3. Effects of different treatments on dry matter accumulation (kg/plant)

表 3. 不同处理对干物质积累量(千克/株)

地区	处理号	6 月 15 日	6 月 30 日	7 月 15 日	7 月 30 日	8 月 15 日	8 月 30 日	9 月 15 日
北疆石河子	处理 1	68.4	138.6	323	389	698	847	823
	处理 2	62.5	118.5	300	364	650	810	780
	处理 3	69.2	140.5	325	385	695	845	825
	处理 4	68.5	136	330	386	700	850	825
	ck	63	120	305	370	655	812	785
南疆库尔勒	处理 1	71.2	146.2	345	415	720	862	848
	处理 2	67.5	136.4	330	386	680	825	788
	处理 3	73.3	150.5	350	411	715	859	837
	处理 4	73.8	149.3	347	412	722	860	835
	ck	68.5	137.3	337	389	687	828	797

注: 每点为 10 株干物质(克)。

不同高强度地膜处理的产量结果如表 4。表 4 可知, 北疆石河子试验点处理 1、3、4 处理较对照在籽棉产量、皮棉产量和均有明显提高, 平均增产均在 4.5% 以上, 处理 2 较 CK 有小幅度减产, 0.1% 以内。南疆库尔勒点处理 1、3、4 的籽棉产量和皮棉产将均较 CK 也有较大比例提高, 其中处理 3 在籽棉产量上表现最好, 较 CK 增产 4.44%, 处理 1 在皮棉产量增产最高, 增产幅度分别为 4.58%。处理 2 在籽棉产量、皮棉产量均有小幅减产, 分别减产 0.5%, 0.3%。所有衣分与对照差异很小, 0.2% 以内。分析产量构成因子发现, 高强度地膜处理单株铃数北疆增加 0.1~0.5 个, 南疆(处理 2 除外)增加 0.3~0.5 个, 处理 2 除外, 高强度地膜处理单铃重北疆增加 0.1~0.3 个, 南疆增加 0.1~0.2 个。高强度地膜处理单株铃数和单

铃重中均有所增加, 增加幅度均较小, 单株铃数的增加略大于单铃重增加, 综合增加幅度较大, 最终导致产量的增加。

Table 4. Analysis of the recovery rate of mulching film in different treatment

表 4. 不同地膜处理产量分析

项目	北疆石河子							南疆库尔						
	单株铃数(个)	铃重(g)	子棉单产 kg/亩	增产率%	皮棉单产 kg/亩	增产率%	衣分%	单株铃数(个)	铃重(g)	子棉单产 kg/亩	增产率%	皮棉单产 kg/亩	增产率%	衣分%
处理 1	7.5	5.5	435.1	4.72	187.9	4.97	43.2	8.3	5.6	485.2	4.12	216.8	4.58	44.7
处理 2	7.2	5.4	412.2	-0.79	177.2	-1.01	43.1	7.9	5.5	463.5	-0.54	206.7	-0.29	44.6
处理 3	7.4	5.7	432.1	4.00	184.9	3.30	42.8	8.3	5.6	486.7	4.44	216.1	4.20	44.4
处理 4	7.6	5.6	438.4	5.51	189.8	6.03	43.3	8.5	5.7	484.6	3.99	214.2	3.33	44.2
ck	7.1	5.4	415.5	0.00	179.0	0.00	43.1	8.0	5.5	466.1	0.00	207.3	0.00	44.5

3.5. 高强度地膜的残膜回收效果

由于疫情影响, 仅对北疆石河子地区高强度地膜处理进行了回收。表 5 表明: 高强度地膜的亩用量均低于普通地膜, 处理 2 残留量略大于普通膜, 其他处理均小于普通膜, 处理 1 实际回收量大于普通膜约 1 公斤/亩, 处理 3, 4 与普通膜相当, 处理 2 实际回收量低于普通膜约 2 公斤/亩。对比普通地膜的回收率为 75%, 处理 2 的地膜回收率为 71.2%, 低于普通膜 4%, 其他处理回收率均为 90% 以上, 高于普通地膜 15%。总体上处理 1 效果最好, 回收量大, 残留量低, 回收率高, 其次是处理 3, 4, 处理 2 最差, 回收量小, 回收率最低, 不利于地膜回收。

Table 5. The recovery rate of mulching film in each treatment

表 5. 各处理地膜回收率

北疆石河子	亩用量	实际回收量 kg/亩	实际残留量 kg/亩	回收率%
处理 1	6.4	6.05	0.35	94.5
处理 2	4.0	2.85	1.15	71.2
处理 3	5.1	4.65	0.45	91.1
处理 4	5.1	4.63	0.47	90.7
ck	6.5	4.90	1.60	75.4

4. 讨论与结论

本文研究结果证明 4~8 月棉花生长的整个生育期, 高强度地膜增温明显优于普通地膜。高强度地膜的增温效果在南北疆存在差异, 不同深度也存在差异, 但不明显。4 月份是出苗显行的关键时期, 增温能显著提高棉花的出苗速度, 从而提高棉花整体出苗现显百分率。5~6 月是棉花幼苗发育如根系生长关键时期, 增温为棉花的苗齐、苗壮、促现蕾打下了基础, 7~8 月份棉花花铃形成的关键时期, 为产量增加提供了基础。高强度地膜处理 1, 3, 4 对株高具有促进作用, 果枝台数略微增加, 在棉花整个生育期的增温效果好, 较普通地膜生长发育明显提前, 对棉花的生长发育具有促进作用。高强度地膜处理 1, 3, 4 对棉花的干物质积累较普通地膜快而多, 产量上优于普通地膜, 具有增产的潜质, 其中处理 1, 3 增产潜力最大。

高强度地膜处理 1, 3, 4 较普通地膜回收率提高 15%, 总体上处理 1 效果最高, 回收量大, 残留量低, 回收率高。高强度地膜厚度较薄时(处理 2), 与普通地膜相比, 增温效果基本相同, 生长发育较慢, 干物质积累略低, 一定程度上降低了棉花产量, 而且地膜回收率较低, 不利于地膜回收。建议使用高强度处理 1, 3 地膜在生产上使用。

新疆多数棉区属于早熟棉区, 机采棉的发展更加强调棉花的早熟性, 因此促棉花早发, 走全程机械化植棉是棉业发展的必由之路, 而推广应用高强度地膜能有效提高棉花生长早期的土壤温度和墒度, 有利于棉花早发早育, 提高产量。特别是在回收残膜的效率上, 由于高强度全回收增产地膜纵横拉力的提高(残膜力学性能 > 26 MPa, 高于国标新地膜 > 16 MPa 标准, 而普通地膜的残膜力学性能只有 12 MPa), 显著提高了残膜回收率, 这为解决当前新疆棉花生产中最为“头痛”的“白色污染”上, 创出了一条新路, 因此高强度地膜具有无比广阔的推广应用前景。

基金项目

国家重点研发计划——棉花抗逆栽培技术集成与应用 2020YFD1001002。新疆农垦科学院成果转化项目——多层复合高性能地膜在新疆棉花玉米栽培试验示范(02101022)。

参考文献

- [1] 高景德, 王祥珩. 交流电机的多回路理论[J]. 清华大学学报, 1987, 27(1): 1-8.
- [2] Malik, A.S., Boyko, O., Atkar, N. and Young, W.F. (2001) A Comparative Study of MR Imaging Profile of Titanium Pedicle Screws. *Acta Radiologica*, **42**, 291-293. <https://doi.org/10.1080/028418501127346846>
- [3] 竺可桢. 物理学[M]. 北京: 科学出版社, 1973: 1-3.
- [4] Wit, E. and McClure, J. (2004) *Statistics for Microarrays: Design, Analysis, and Inference*. 5th Edition, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 5-18.
- [5] 程根伟. 1998 年长江洪水的成因与减灾对策[M]//许厚泽, 赵其国. 长江流域洪涝灾害与科技对策. 北京: 科学出版社, 1999: 32-36.
- [6] 贾冬琴, 柯平. 面向数学素养的高校图书馆数字服务系统研究[C]//中国图书馆学会. 中国图书馆学会年会论文集: 2011 年卷. 北京: 国家图书馆出版社, 2011: 45-52.
- [7] 张竹生. 微分半动力系统的不变集[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京大学数学系, 1983.
- [8] Giambastiani, B.M.S. (2007) *Evoluzione Idrologica ed Idrogeologica della Pineta di San Vitale (Ravenna)*. Ph.D. Thesis, Bologna University, Bologna.
- [9] 姜锡洲. 一种温热外敷药制备方法[P]. 中国专利, 881056073. 1989-07-26.
- [10] 全国文献工作标准化技术委员会第六分委员会. CB6447-S6 文摘编写规则[S]. 北京: 标准出版社, 1986.
- [11] 中华人民共和国国土资源部. 页岩气: 打开中国能源勘探开发新局面[EB/OL]. http://www.mlr.gov.cn/xwdt/jrxw/201201/t20120109_1056142.htm, 2012-01-09.
- [12] Wikipedia (2013) Quantum Entanglement. https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_entanglement