

滨海盐碱地预覆膜起垄的生态效应 及对棉花苗期的影响

张 谦,冯国艺,雷晓鹏,祁 虹,王树林,王 燕,梁青龙,林永增

(河北省农林科学院棉花研究所,农业部黄淮海半干旱区棉花生物学与遗传育种重点实验室,河北 石家庄 050051)

摘 要:为提高滨海盐碱棉田在雨养旱作条件下的棉花出苗成苗率,以常规的播后覆膜为对照,在河北滨海盐碱地进行预覆膜起垄试验,研究预覆膜及不同预覆膜起垄方式对耕层水热盐及棉花苗期的影响。结果表明:(1)播前预覆膜能够有效降低耕层含盐量,在轻度和中度盐碱土耕层中,平铺覆膜分别降低 6.99%、7.55%,预覆膜的同时起垄会加速耕层降盐,中间高垄处理播种行内含盐量分别降低 2.3%和 17.62%,两侧低垄分别降低 9.11%和 30.72%,两侧低垄对盐分在垄上和播种行内的差异化分布影响大于中间高垄处理,且在中度盐碱土效果更明显;(2)预覆膜可以增加耕层土壤含水量,有明显的保墒作用,中间高垄、两侧低垄和平铺覆膜播种行耕层平均含水量分别为 19.92%、20.42%和 19.94%,均显著高于未覆膜对照;(3)预覆膜还可以增加耕层地温,膜下 0、5、10、15 cm 土层日平均温度分别比膜外提高 3.7、3.6、3.1、2.8℃,两侧低垄在 5、10、15 cm 土层处地温比中间高垄分别高 1.3、1.2、0.7℃,有利于促进种子萌发;(4)预覆膜起垄对耕层微生态环境的改变直接影响了棉花的苗期生长,轻度盐碱土中,各预覆膜起垄处理的出苗率均显著高于常规模式,成苗率方面,预覆膜同时两侧低垄最高,比常规模式提高了 34.8%;中度盐碱土中,预覆膜同时两侧低垄的出苗率、成苗率、单株干重均表现最高,比对照模式分别提高了 45.9%、70.7%和 44.4%,预覆膜且两侧低垄处理的出苗保苗效果最好。

关键词:滨海盐碱地;预覆膜;起垄;耕层;生态效应;棉花;出苗率;成苗率

中图分类号:S562;S156.4 **文献标志码:**A

Ecological effects of early plastic mulching and ridging and its effect on seedling stage of cotton in coastal saline soil

ZHANG Qian, FENG Guo-yi, LEI Xiao-peng, QI Hong, WANG Shu-lin, WANG Yan,
LIANG Qing-long, LIN Yong-zeng

(Cotton Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Science, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Cotton in Huanghuaihai Semiarid Area, Ministry of Agriculture, P.R.China, Shijiazhuang, Hebei 050051, China)

Abstract: In order to improve the seedling emergence rate and seedling rate of rain-fed cotton in coastal saline soil, traditional plastic film mulching after seeding was used as the control, an experiment was carried out to investigate the effects of early plastic mulching and different ridging patterns with early plastic mulching on thermohaline in arable layer and seedling stage cotton. The results showed that early plastic mulching could reduce soil salinity in arable layer by 6.99% and 7.55% in the lightly and moderately salty fields respectively. The different ridging patterns with early plastic mulching could reduce soil salinity more quickly, middle and high ridge with early plastic mulching reduced soil salinity by 2.3% and 17.62% respectively, and bilateral and low ridge with early plastic mulching reduced soil salinity by 9.11% and 30.72% respectively. Early plastic mulching could increase the soil moisture and temperature, soil moisture in 20 cm soil depths of middle and high ridge with early plastic mulching, middle and high ridge with early plastic mulching and early plastic mulching without ridging were 19.92%、20.42% and 19.94%, respectively; temperature of 0、5、10 cm and 15 cm layer under the mulch were 3.7℃, 3.6℃, 3.1℃ and

2.8℃ higher than outside at a daily average basis. Temperature of 5 cm、10 cm and 15 cm layer under the mulch were 1.3℃, 1.2℃ and 0.7℃ higher of bilateral and low ridge patterns with early plastic mulching than middle and high ridge, respectively, which promote the seedling emergence. With early plastic mulching significantly increased seedling emergence rate compared with the control, and seedling rate of bilateral and low ridge was the highest, being 34.8% higher than the control. Bilateral and low ridge patterns with early plastic mulching increased seedling emergence rate, seedling rate, single plant biomass by 45.9%, 70.7% and 44.4% in the moderately salty fields, respectively. Bilateral and low ridge patterns with early plastic mulching had the better effect on seedling emergence and protection.

Keywords: coastal saline soil; early plastic mulching; ridge; topsoil; ecological effects; cotton seedling emergence rate; establishment rate

棉花是开发利用盐碱地的先锋作物^[1],利用棉花耐盐性强的特点发展滨海盐碱地植棉,对于充分利用土地资源、缓解粮棉争地矛盾、进行农业种植结构调整具有重要意义。河北省滨海盐碱耕地分布于东部低平原区和滨海平原区,覆盖沧州市、唐山市、秦皇岛市等地,面积约 $7.8 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 占总耕地面积的 10.4%^[2],其中,沧州市盐碱地面积就有 $3.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 后备土地资源丰富;该地区属于暖温带半湿润季风型大陆性气候,年平均气温 10.8~12.6℃,有效积温 3 800~4 400℃,无霜期 180~200 d,年平均降雨量 600~700 mm^[3],光照充足,秋季气温高且多风,具有发展棉花种植及生产优质棉的气候条件。盐碱地集中分布区域都是我国主要的棉花产区,但土壤类型复杂、盐分春季积返严重、淡水资源匮乏等问题严重影响了河北滨海盐碱地植棉水平。

针对滨海盐碱地出苗难、缺苗断垄严重等问题,科研人员采取耐盐品种筛选、种衣剂浸种、地膜预覆盖、沟畦覆盖等技术^[4],在出苗成苗期抑制盐分对种子萌发和发育的影响。目前,耐盐育种进展缓慢,真正有效且推广种植的耐盐品种很少,外源物质浸种对棉花耐盐性的提高作用也有待增强,通过栽培措施来驱盐避盐是盐碱地植棉的主要有效途径^[8]。沟畦覆盖植棉通过诱导根区盐分差异分布,改善了沟畦中间根系的生态环境,有效减轻了盐害;在无淡水压盐和造墒条件的轻度和中度盐碱地采用播前预覆膜,可以实现增温、保墒和抑盐作用,比传统覆膜栽培成苗率提高 11.4%,皮棉单产提高 7.1%^[9]。河北滨海盐碱地常规植棉模式多为雨养旱作,无淡水压盐条件,春季多风,土壤积返盐严重,早春轧地提墒,播种时利用分土器将盐分含量高的表层土壤推至两侧,之后覆膜播种。前人对预覆膜和沟畦覆盖对棉花播种后的根区土壤理化特点及出苗影响进行了研究,对预覆膜+起垄对耕层生态效应(土壤含盐量、含水量、温度)影响及不同起垄方式的控盐效果鲜有报道。本研究将起垄沟播与预覆膜结合,研究不同处理对耕层土壤水热盐

等生态因素的影响,以期预覆膜起垄沟播技术提供理论依据并丰富滨海盐碱地植棉技术体系。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2016 年在河北省国营海兴农场试验站进行,试验区属滨海氯化物盐土,表层土 pH 值 8~9,土壤含盐量多分布于 0.2%~1.0%之间,属黏质壤土,周年监测数据显示,地下水埋深 0.8~2.2 m,地下水矿化度最高值在 $30.6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。选择春季 0~20 cm 土壤含盐量小于 0.2%和 0.2%~0.4%的轻度、中度盐碱地为试验地块,面积 0.1 hm^2 。棉花收获后粉碎秸秆,3 月中下旬耕地并镇压保墒。试验处理为预覆膜和起垄,预覆膜为播种前约 1 个月对垄和播种沟进行地膜覆盖,起垄为中间起垄和两侧起垄。共设 4 个处理:处理 1(T1)为中间高垄预覆膜。将两侧宽 30 cm、深 5 cm 的表土翻到中间,形成下部宽 30 cm、上部宽 10 cm、高 15 cm 的高垄,垄与垄两侧播种行预覆膜。处理 2(T2)为两侧低垄预覆膜。将中间宽 60 cm、深 5 cm 的表土翻到两侧,形成下部宽 30 cm、上部宽 10 cm、高 7.5 cm 的低垄,垄与垄间播种行预覆膜。处理 3(T3)为不起垄预覆膜(图 1)。处理 4(CK)为常规播种,不起垄且无预覆膜,在播种时推开表层 5 cm 表土,开沟播种覆膜。4 月 1 日进行起垄预覆膜处理,4 月 28 日播种,棉花品种为冀棉 151,由河北省农林科学院棉花研究所选育。

1.2 测定项目和方法

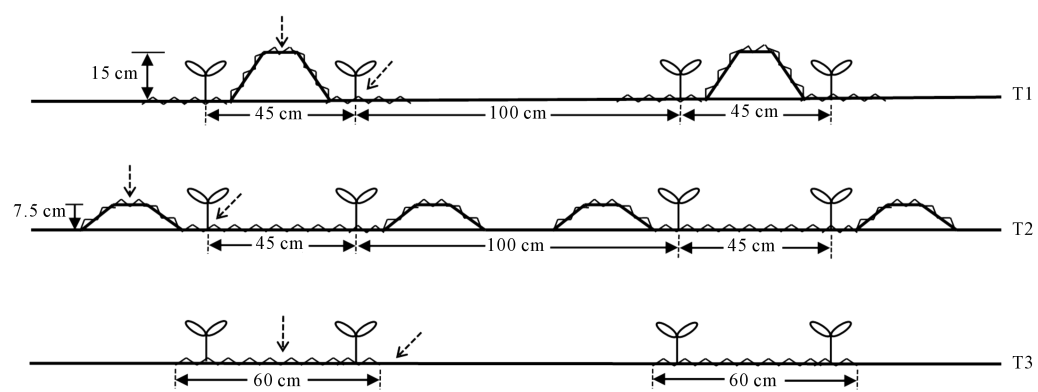
土壤水分、含盐量测定:分别在处理前、播种前进行取土,取土深度 20 cm,T1,T2 取土位置分别为垄上、播种行,T3 取土位置为膜内中间位置,利用烘干法和电导率法测定土壤含水量及含盐量。

地温测定:4 月 14 日~5 月 5 日利用多点土壤温度记录仪 YM-04 测定 T1,T2 垄上和播种行、T3 膜内膜外地温,测定深度为 0、5、10、15 cm。

棉花出苗率及棉苗干物质测定:4 月 28 日人工播种,每穴 5 粒,播种 20 d 后调查出苗数,计算出苗

率;出苗率=出苗粒数/(实际播种粒数×种子发芽率)×100%;定苗前调查成苗情况,计算成苗率,成苗率=苗株数/(实际播种粒数×种子发芽率)×

100%;播种后 30 d 每小区取代表性棉株 5 株,测定单株干重。



注:T1、T2、T3 分别代表中间高垄预覆膜、两侧低垄预覆膜、不起垄预覆膜,下同;箭头标注处为取土样点和土壤温度监测点。
Note: T1、T2、T3 represent middle and high ridge with early plastic mulching, bilateral and low ridge with early plastic mulching, early plastic mulching without ridging,traditional seeding, respectively. Same as below. Arrow marks are soil sampling points and soil temperature monitoring points.

图 1 不同预覆膜起垄处理示意图

Fig.1 Schematic diagram under different early plastic mulching and ridging

1.3 数据处理

试验数据采用 Excel 2010、DPS 7.05 等软件系统进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 预覆膜起垄对耕层土壤含盐量的影响

从表 1 可以看出,在轻度和中度盐碱土中,不覆膜处理含盐量分别增加 19.27%、16.57%,平铺覆膜 T3 的含盐量分别降低 6.99%、7.55%,可见播前预覆膜能够有效抑制春季返盐,降低 20 cm 耕层的含盐量。预覆膜的同时进行起垄会加速耕层降盐效率,

盐分随水分向高处的垄上积聚,播种行内含盐量明显降低,在轻度盐碱土中,T1 垄上与播种行内含盐量分别增加 24.04%和降低 2.3%,T2 垄上与播种行内含盐量分别增加 16.66%和降低 9.11%,两侧低垄对盐分在垄上和播种行内的差异化分布影响大于中间高垄处理;中度盐碱土中,T1 垄上与播种行内含盐量分别增加 26.97%和降低 17.62%,T2 垄上与播种行内含盐量分别增加 41.03%和降低 30.72%,两侧低垄对盐分在垄上和播种行内的差异化分布影响同样大于中间高垄处理。

表 1 不同预覆膜起垄处理对 0~20 cm 耕层土壤平均含盐量的影响

处理 Treatments		取土位置 Location	轻度盐碱土盐分含量/% Soil salinity of lightly salty fields			中度盐碱土盐分含量/% Soil salinity of moderately salty fields		
			04-01 (M-d)	04-28 (M-d)	盐分变化 Salinity changes	04-01 (M-d)	04-28 (M-d)	盐分变化 Salinity changes
T1		垄上 Ridges	1.30	1.62	24.06	3.86	4.90	26.97
		播种沟 Furrows	1.24	1.21	-2.3	3.40	2.80	-17.62
T2		垄上 Ridges	1.15	1.33	16.66	3.46	4.89	41.03
		播种沟 Furrows	1.14	1.04	-9.11	3.19	2.21	-30.72
T3		膜内 Under-mulch	1.26	1.17	-6.99	3.29	3.04	-7.55
CK			1.12	1.34	19.27	3.60	4.20	16.57

2.2 预覆膜起垄对耕层土壤含水量的影响

从表 2 可以看出,预覆膜可以增加耕层土壤含水量,具有明显的保墒作用。T1、T2 处理中垄上与播种行内 20 cm 土层平均含水量分别为18.24%,

19.92%和 18.31%,20.42%,平铺覆膜 T3 的 20 cm 土层平均含水量为 19.94%,均显著高于未覆膜对照,且 T2 播种行内耕层含水量最高;T1、T2 播种行和 T3 各土层含水量均为 0~5 cm 土层最高,对照为

15~20 cm 土层含水量最高。

2.3 不同预覆膜起垄处理对土壤温度的影响

由图 2 可见,覆膜可以有效增加耕层地温,在 4 月 15 日至 5 月 7 日的预覆膜播种前和播种出苗期,膜下 0、5、10、15 cm 土层日平均温度分别比膜外提高 3.7、3.6、3.1、2.8℃,日平均温度最大值分别高 7.1、

6.0、4.8、4.2℃;不同起垄方式的播种行日平均温度相比较(图 3),除地表温度 T1>T2,两侧低垄比中间高垄处理低 1.6℃,耕层内各土层地温均为 T2>T1,两侧低垄 5、10、15 cm 处地温比中间高垄分别高 1.3、1.2、0.7℃,有利于促进种子萌发。

表 2 不同预覆膜起垄处理对 0~20 cm 耕层土壤含水量的影响

Table 2 Effects of early plastic mulching and ridging on soil moisture in 0~20 cm soil layer

处理 Treatments	取土位置 Location	不同土层含水量 Soil moisture/%				平均值 Average value
		0~5 cm	5~10 cm	10~15 cm	15~20 cm	
T1	垄上 Ridges	17.97	17.45	19.78	17.75	18.24b
	播种沟 Turrows	22.24	19.13	19.93	18.37	19.92a
T2	垄上 Ridges	16.60	18.48	18.98	19.20	18.31b
	播种沟 Furrows	22.80	18.96	20.46	19.48	20.42a
T3	膜内 Under-mulch	21.75	19.05	19.60	19.36	19.94a
CK		10.63	16.36	17.96	20.99	16.48c

注:同一列后的不同字母表示差异显著 ($P<0.05$),下同。
Note: Different letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$. Same as below.

2.4 不同预覆膜起垄处理对棉花出苗率、成苗率及干物质量的影响

由表 3 可见,播前预覆膜与常规模式相比,预覆膜可明显提高轻度、中度盐碱地棉花出苗率、成苗率及苗期干物质;轻度盐碱土中,不同起垄处理的出苗率相当,T1、T2、T3 出苗率分别为 89.2%、86.2%、85.6%,显著高于常规模式,但成苗率 T2 最

高,比 T1、T3、CK 分别提高了 12.3%、18.3% 和 34.8%,T1、T2、T3 单株干重差异不明显;中度盐碱土中,T2 出苗率、成苗率、单株干重均表现最高,出苗率比 T1、T3、CK 分别提高了 7.6%、15.4% 和 45.9%,成苗率提高了 16.1%、42.9% 和 70.7%,单株干重提高了 8.3%、18.2% 和 44.4%,预覆膜且两侧低垄处理的出苗保苗效果最好。

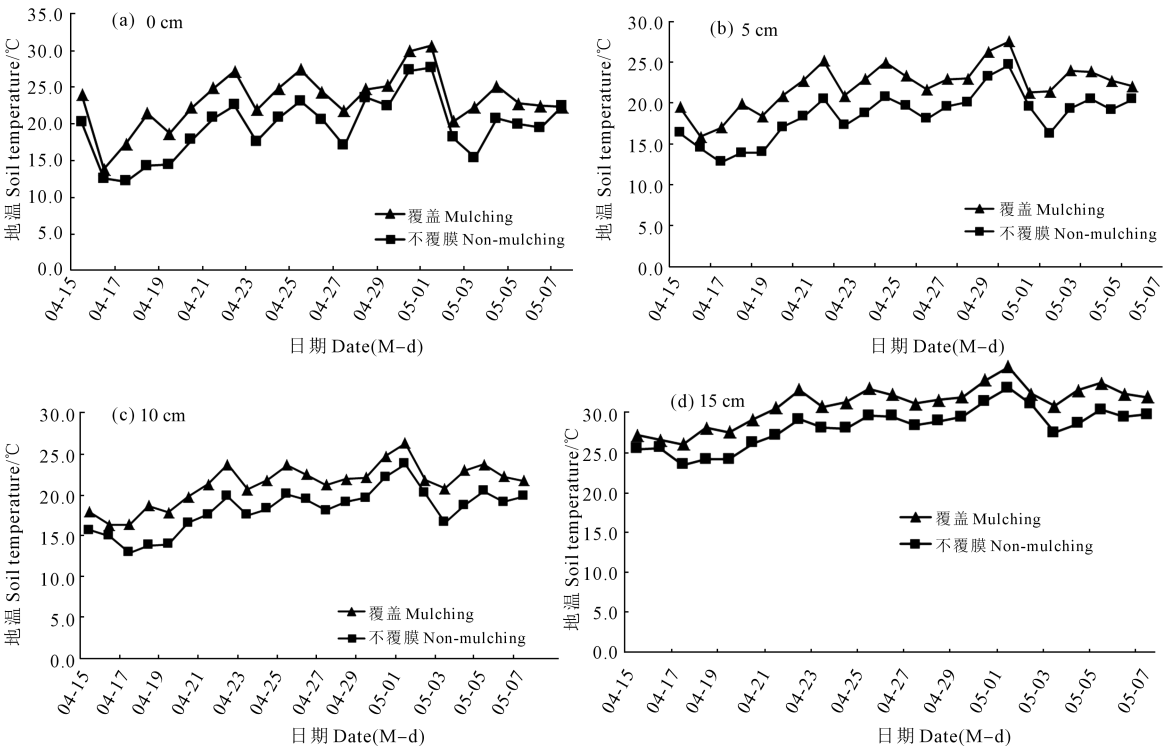


图 2 不同覆膜处理下各土层日均温度变化

Fig.2 Daily average temperature variations of different early plastic mulching and ridging at different soil layers

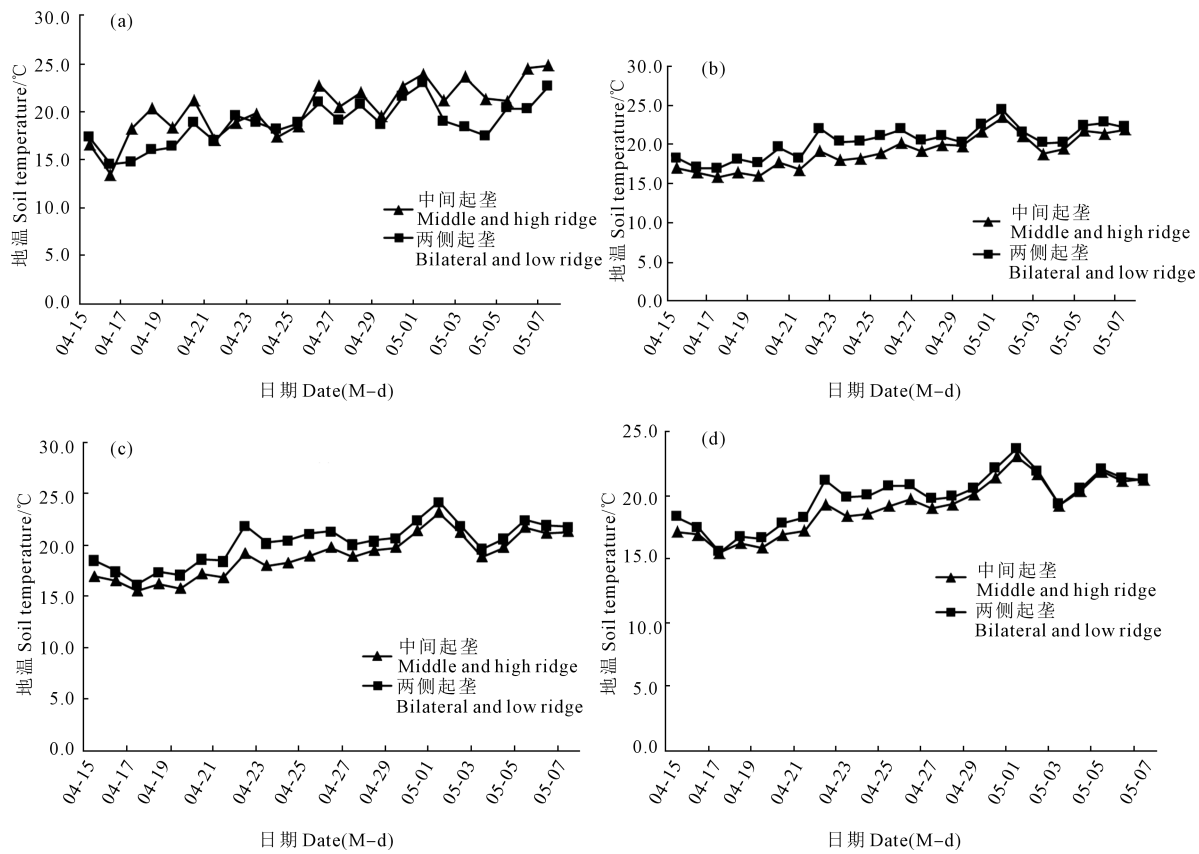


图 3 不同覆膜起垄方式下各土层日均温度变化

Fig.3 Daily average temperature variations of ridging patterns with different early plastic mulching at different soil layers

表 3 不同预覆膜起垄处理下棉花的出苗率、成苗率及干物质量

Table 3 Effects of early plastic mulching and ridging on seedling emergence rate, seedling rate and plant biomass of cotton

处理 Treatments	轻度盐碱 Lightly salty fields			中度盐碱 Moderately salty fields		
	出苗率/% Seeding emergence rate	成苗率/% Seedling rate	单株干重/(g·株 ⁻¹) Plant biomass /(g·plant ⁻¹)	出苗率/% Seeding emergence rate	成苗率/% Seedling rate	单株干重/(g·株 ⁻¹) Plant biomass /(g·plant ⁻¹)
T1	86.2a	71.4b	0.62a	67.4b	52.2b	0.48b
T2	89.2a	80.2a	0.69a	72.5a	60.6a	0.52a
T3	85.6a	67.8b	0.65a	62.8c	42.4c	0.44b
CK	66.2b	59.5c	0.55b	49.7d	35.5d	0.36c

3 结论与讨论

本试验比较了预覆膜与常规的播后覆膜以及不同预覆膜起垄方式对棉花出苗的影响,进一步验证并表明了盐碱植棉利用地膜覆盖可以有效提高出苗成苗,同时,预覆膜结合起垄可以加速盐分向垄上积聚,为棉种创造一个低盐适墒适温的萌发环境。结果表明:(1)播前预覆膜能够有效抑制春季返盐,降低耕层含盐量,在轻度和中度盐碱土 20 cm 耕层中,不覆膜处理含盐量分别增加 19.27%、16.57%,平铺覆膜分别降低 6.99%、7.55%,预覆膜的同时起垄会加速耕层降盐,中间高垄处理播种行内含盐量分别降低 2.3%和 17.62%,两侧低垄分别

降低9.11%和 30.72%,两侧低垄对盐分在垄上和播种行内的差异化分布影响大于中间高垄处理,且在 中度盐碱土效果更明显;(2)预覆膜可以增加耕层土壤含水量,有明显的保墒作用,中间高垄、两侧低垄和平铺覆膜播种行耕层平均含水量分别为 19.92%、20.42%和 19.94%,均显著高于未覆膜对照;(3)预覆膜还可以增加耕层地温,膜下 0、5、10、15 cm 土层日平均温度分别比膜外提高 3.7、3.6、3.1、2.8℃,两侧低垄在 5、10、15 cm 处地温比中间高垄分别高1.3、1.2、0.7℃,有利于促进种子萌发;(4)预覆膜起垄对耕层微生态环境的改变直接影响了棉花的苗期生长,轻度盐碱土中,各预覆膜起垄处理的出苗率均显著高于常规模式,成苗率方面,预

覆膜同时两侧低垄最高,比常规模式提高了 34.8%;中度盐碱土中,预覆膜同时两侧低垄的出苗率、成苗率、单株干重均表现最高,比对照模式分别提高了 45.9%、70.7%和 44.4%,预覆膜且两侧低垄处理的出苗保苗效果最好。

地膜覆盖技术应用于盐碱地植棉已有 30 余年的历史,该技术有效地保证了盐碱地棉花出苗、立苗和成苗^[10-11]。先前的大量研究表明,地膜覆盖能够显著改善棉花生长的微生态环境,表现为增温、增墒保墒和抑制返盐^[12-14],预覆膜在无灌溉条件地区可明显提高出苗及皮棉产量,起垄沟播可以诱导盐分在根区差异分布以提高成苗率^[15-16]。以往研究多集中在山东、新疆等播前可灌水压盐地区,播种前利用淡水压盐为种子萌发创造了低盐适墒环境,对于雨养旱作棉田,在播种时依靠推开表层土来降低播层含盐量,然后沟播。试验地区棉花苗期降雨以 5 mm 左右的微量降雨为主,棉花播前也常有 2~3 次的微量降雨,2016 年 4 月份有两次 6 mm 左右的微量降雨,雨后在垄下膜间间隔 20 cm 左右膜上打孔,雨水入渗后及时壅土堵孔,苗期起垄覆膜的集雨作用显现。本研究采取预覆膜起垄处理,充分发挥了地膜和起垄的覆盖保墒、增温、抑盐、集雨压盐等作用,在播前为棉花创造出低盐适墒适温的萌发环境,能显著提高棉花的出苗成苗率。预覆膜期无微量降雨情况下的耕层盐分、含水量变化情况以及生产中是否可以通过垄上打孔增加土壤蒸发量、播种时加大推土深度等措施提高出苗成苗率有待进一步研究。

参 考 文 献:

[1] 中国农业科学院棉花研究所.中国棉花栽培学[M].上海:上海

科学技术出版社,2013.

[2] 凤娇,谭莉梅,刘慧涛,等.河北滨海盐碱区暗管改碱技术的降雨有效性评价[J].中国生态农业学报, 2011, 19(2):409-414.

[3] 胡景辉,孙丽敏.河北滨海平原区种植业结构调整探析[J].天津农业科学,2013,19(10):56-59.

[4] 孙小芳,刘友良.棉花品种耐盐性鉴定指标可靠性的检验[J].作物学报,2001,27(6):794-801.

[5] Yue H T, Mo W P, Li C, et al. The salt stress relief and growth promotion effect of Rs-5 on cotton[J]. Plant and Soil,2007,297(1/2):139-145.

[6] 王占彪,李存东,刘永平,等.滨海旱碱地微沟覆膜植棉模式的研究[J].棉花学报,2012,24(4):318-324.

[7] 董合忠.滨海盐碱地棉花成苗的原理与技术[J].应用生态学报,2012,23(2):566-572.

[8] 杨华,夏士军,蔡立旺,等.盐碱棉区棉花抗盐研究及植棉途径探索[J].江西棉花,2007,29(4):3-5.

[9] Dong H Z, Li W J, Tang W, et al. Early plastic mulching increases stand establishment and lint yield of cotton in saline fields[J]. Field Crops Research, 2009, 111(3):269-275.

[10] 刘金生,梁建修.我国地膜植棉技术的演进[J].中国棉花,1993,20(1):7-9.

[11] 李振怀,鲁合全,唐薇,等.滨海盐土地膜覆盖对抗虫棉产量和熟相的影响[J].中国农学通报,2008,24(6):351-353.

[12] 刘秀位,王艳哲,陈素英,等.不同种植方式对棉田土壤温度、棉花耗水和生长的影响[J].干旱地区农业研究,2013,31(1):14-19,45.

[13] 明广辉,罗毅,孙林,等.覆膜对农田降水入渗的影响研究[J].灌溉排水学报,2015,34(4):1-4.

[14] 崔必波,韩勇,王伟义,等.起垄覆膜与土壤脱盐剂对江苏沿海中重度盐碱地棉花成苗和产量的影响[J].棉花学报,2016,28(4):339-344.

[15] Dong H Z, Kong X Q, Luo Z, et al. Unequal salt distribution in the root zone increases growth and yield of cotton[J]. European Journal of Agronomy, 2010, 33(4):285-292.

[16] 代建龙,董合忠,段留生.棉花盐害的控制技术及其机理[J].棉花学报,2010,22(5):486-494.