

doi: 10.11838/sfsc.1673-6257.19526

粉垄耕作对新疆盐碱土理化性质及棉花生长影响

孙美乐, 蔺国仓, 回经涛, 仙鹤, 任向荣, 张润龙, 杨净*

(新疆农业科学院综合试验场, 新疆 乌鲁木齐 830012)

摘 要: 为了明确粉垄耕作后结合大水漫灌洗盐措施对新疆盐碱土理化性质及棉花生长指标、产量的影响, 探讨合理的耕作模式, 对土壤设置间隔粉垄、连续粉垄两个耕作措施, 以传统翻耕为对照, 对播种前、苗期、收获期 3 个不同时期土壤的容重、含水量、总盐指标变化和棉花生长势及产量的差异进行分析。结果表明: 与传统翻耕相比, 粉垄耕作降低了不同时期土壤耕作层的容重, 增加了土壤含水量, 间隔粉垄和连续粉垄在 0 ~ 40 cm 降低了土壤含盐量, 达到显著水平 ($P < 0.05$), 以 0 ~ 20 cm 土层最为显著, 分别比传统翻耕耕作层含盐量降低 37%、37.5%, 显著提高了棉花的生长势及产量, 分别较传统翻耕处理增产 46.2% 和 49.5%。间隔粉垄与连续粉垄对土壤的理化指标及棉花长势、产量影响无显著差异, 说明粉垄对土壤结构影响持久, 综合研究本区的土壤、自然环境等因素, 可采用粉垄-传统翻耕-粉垄耕作模式, 改良土壤结构, 降低耕作层土壤含盐量, 节约成本, 提高经济效益。

关键词: 粉垄; 土壤理化指标; 棉花生长

新疆是我国最大的优质棉生产基地, 种植面积、单位面积产量、总产量一直居全国首位^[1], 已初步形成了“世界棉花形势看中国, 中国棉花市场看新疆”的格局, 且棉花作为新疆主要的经济作物, 对当地的经济和社会发展有着重要的影响^[2]。同时, 新疆又是中国最大的盐碱土区, 盐碱土的面积占新疆总耕地面积的 30.12%, 土地盐碱化已经成为新疆农业开发及持续发展的重大限制条件和障碍因素^[3-4]。自 1998 年将膜下滴灌技术应用到棉花种植上以来, 在一定程度上缓解了新疆水资源不足的问题, 但滴灌棉田由于长期以来实行犁翻的耕作措施, 尤其是近年来采用拖拉机旋耕, 耕层松土层也多在 15 ~ 20 cm, 造成土壤板结, 透气性差, 形成犁底层, 植物生长可利用土壤总量和土壤养分有限, 且盐分易在植物生长的表层聚集, 导致土壤次生盐碱化, 严重影响了棉花的出苗率、产量和品质, 亟需研究新的耕作模式, 改善土壤理化性状, 构建良好的耕层, 遏制土壤盐渍化趋势。盐渍

化耕地改良是一项难度大、复杂程度高、周期长的工作而受到国内外相关学者的长期关注^[5]。在主要的 4 大盐碱土壤改良方法中, 物理改良是一种见效快、经济又方便的方法。研究表明^[6-8], 粉垄耕作是通过改变土壤物理结构来调控土壤的水盐运动, 在不减少土体盐碱成分总贮量的前提下, 通过水、盐、肥等要素时空分布调控, 在土壤表层建立一个良好的低盐淡化层, 供植物进行正常的生命活动。根据“盐随水来, 盐随水去”的水盐运移规律, 通过水分运移调节土壤盐碱化程度。近年来, 粉垄耕作技术在广西、内蒙古、陕西等 21 个省(区)开展了应用研究^[9-13], 粉垄技术耕作不乱土层(耕作层深度可达 50 cm 以上), 有利于打破犁底层, 大幅加深土壤耕层, 降低耕层土壤容重, 增加土壤孔隙度和透气性, 提高土壤温度, 增加土壤养分含量和土壤储水能力, 同时, 对水稻、玉米、花生、甘蔗、马铃薯、小麦和饲草等多种作物的产量和品质进行了分析, 在化肥农药、灌溉用水和人工成本等“三不增投”情况下, 达到了产量增加 10% ~ 30%, 品质提升 5%, 冬小麦粉垄后第 6 年仍然增产, 每公顷增产 342 kg、增幅 4.55%。但针对粉垄后土壤的物理结构及含盐量变化, 没有进行详细具体的研究。因此, 粉垄技术在改造利用中轻度盐碱地方面具有优势。它利用发明的粉垄机螺旋型钻头, 均匀粉碎土壤, 在整地效果上比拖拉机

收稿日期: 2019-11-12; 录用日期: 2019-12-09

基金项目: 新疆农业科学院青年基金项目(xjnkq-2017020); 乌鲁木齐市科技计划项目(Y141310014)。

作者简介: 孙美乐(1983-), 女, 河南人, 助理研究员, 硕士, 主要研究方向为作物栽培。E-mail: 277261635@qq.com。

通讯作者: 杨净, E-mail: 380589385@qq.com。

加深 1 倍以上且不乱土层, 是一种回归自然, 充分利用土壤、水分、氧气、光能等自然资源促进农业增产、生态改善的“农耕升级版技术”, 技术简单易行, 低成本、高产出。但该技术在盐碱地降盐效果和作用原理尚无报道。将粉垄技术应用于盐碱地棉花种植, 对比连续粉垄、间隔粉垄耕作和传统耕作后, 土壤理化性质指标的变化和棉花农艺性状及产量的差异, 探索适合盐碱地棉花种植新的耕作模式, 以解决新疆盐碱地棉花种植中产量低的问题。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州尉犁县兴平乡 (41° 36' N, 86° 12' E), 距离库尔勒市尉犁县城 30 km, 海拔 892 m, 年平均降水量 20 ~ 80 mm, 年平均蒸发量 2 000 ~ 2 500 mm; $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3 950 ~ 4 500 $^{\circ}\text{C}$, 无霜期 180 ~ 215 d; 湿润度小于 0.33, 灌溉水矿化度 2.7 g/L, 为纯灌溉农业, 作物生长季节干旱少雨, 光热资源丰富, 主要种植棉花、葡萄等经济作物。土壤为砂壤土, 透水性中等, 0 ~ 60 cm 土壤含盐量为 7.7 ~ 9.1 g/kg, 土壤容重 1.67 g/cm³, 土壤含水量 18.12%, pH 值 8.50, 有机质含量 12.52 g/kg, 全氮 0.84 g/kg, 碱解氮 58.69 mg/kg, 有效磷 9.67 mg/kg, 速效钾 138.74 mg/kg。

1.2 试验材料与方法

试验时间为 2017 年 3 月 ~ 2018 年 11 月, 供试品种为当地主栽品种新陆中 51 号, 栽培方式为一膜两管四行, 膜宽 1.4 m, 条播法种植, 灌水方式为滴灌。2018 年 4 月 20 日播种, 9 月 10 日收获, 生育期 139 d。结合春耕施基肥施磷酸二铵 225 kg/hm², 尿素 150 kg/hm², 硫酸钾 300 kg/hm², 从现蕾期到收获期共滴水 6 次, 初花期随水追施尿素 150 kg/hm²。由于该区处于中重度盐碱区, 播种前进行河水漫灌以降低土壤耕作层的盐分含量。土地耕作采用大区设计, 将 3 种耕作措施设置为 3 个处理, 分别是传统翻耕 (对照)、间隔粉垄, 连续粉垄。每个大区面积为 3 335 m², 将 3 个不同耕作措施的大区处理平均分为 3 等份, 设为 3 次重复。

1.3 土壤耕作程序

1.3.1 传统翻耕

在 2017、2018 年春季, 连续 2 年均采用传统的五铧犁犁地翻耕, 深度 20 ~ 25 cm, 土壤晾晒

后大水漫灌, 再进行旋耕作业, 深度为 15 ~ 20 cm, 机械旋耕的同时, 后面带有扶垄器和镇压轮播种。

1.3.2 间隔粉垄

2017 年春季采用广西农业科学院韦本辉团队研制的粉垄机械进行作业, 该机械垂直螺旋型钻头将土壤垂直旋磨粉碎, 不乱土层, 耕作深度 40 ~ 50 cm。2018 年采用传统的五铧犁翻耕, 大水漫灌后旋耕播种。

1.3.3 连续粉垄

2017、2018 年春季, 连续 2 年均采用粉垄专业机械耕地, 大水漫灌后旋耕播种。

1.4 项目测定与方法

1.4.1 土壤容重测定

采用环刀法测定, 分别在播种前、苗期和收获期, 采集 0 ~ 20、20 ~ 40、40 ~ 60 cm 土层土壤带回实验室测定, 每处理取 3 个重复。

土壤容重 = 环刀内湿土重 $\times$ 100 / [环刀体积 $\times$ (100 + 样品含水量)]

1.4.2 土壤含水量测定

采用烘干法测定, 分别在播种前、苗期和收获期, 采集 0 ~ 20、20 ~ 40、40 ~ 60 cm 土层土壤带回实验室测定, 每处理取 3 个重复。

土壤含水量 = (原土重 - 烘干土重) / 烘干土重 $\times$ 100%

1.4.3 土壤总盐测定

测定方法依据鲍士旦的《土壤农化分析》^[14], 土壤总盐采用残渣烘干法。

1.4.4 棉花生长指标测定

每个处理随机选 3 点进行取样测量, 每点连续取 10 株, 测定棉花株高、茎粗、果枝数、结铃数、根重、主根长、主根粗、根数和地上部分鲜重。

1.4.5 棉花产量测定

每个处理随机选 3 点进行产量测定, 每点面积为 33.3 m², 测定取样面积内棉花的有效株数和有效铃数, 计算单株铃数, 称取有效铃的重量计算单铃重。

单位面积籽棉产量 = 有效株数 $\times$ 单株铃数 $\times$ 单铃重

1.5 数据计算

采用 Excel 2007 统计分析软件进行基础数据整理分析作图; 利用 SPSS 22.0 软件进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同耕作措施对土壤容重的影响

由表 1 可知,播种前不同耕作措施在 0 ~ 20、40 ~ 60 cm 土层的土壤容重差异不显著,在 20 ~ 40 cm 土层,与传统翻耕相比,间隔粉垄与连续粉垄土壤容重降低 5.7%、5.1%,差异显著,这与粉垄耕作打破 20 ~ 40 cm 土壤犁底层有一定关系;苗期与传统翻耕相比,间隔粉垄和连续粉垄在各土层土壤容重均降低,对土壤容重的影响以 0 ~ 20 cm 最大,20 ~ 40 cm 次之,40 ~ 60 cm 最小,间隔粉垄在 0 ~ 20、20 ~ 40、40 ~ 60 cm 土层土壤容重分别降低了 7.7%、6.5%、3.7%,连续粉垄 0 ~ 20、20 ~ 40、40 ~ 60 cm 土壤容重分别降低了 9.0%、

8.3%、4.9%,差异显著;收获期在 0 ~ 40 cm 土层,间隔粉垄、连续粉垄的土壤容重显著低于传统翻耕,其中间隔粉垄在 0 ~ 20、20 ~ 40 cm 分别降低土壤容重 3.8%、8.1%,连续粉垄在 0 ~ 20、20 ~ 40 cm 分别降低土壤容重 3.1%、7.6%,差异显著,在 40 ~ 60 cm 不同耕作措施间土壤容重无显著差异。

不同生育阶段不同土层的土壤容重大小趋势为:连续粉垄 < 间隔粉垄 < 传统翻耕,说明粉垄能够打破犁底层,降低土壤容重。从不同生育期来看,不同耕作措施土壤容重的变化趋势基本一致,表现为苗期 < 收获期 < 播种前,原因是土壤自然沉降及降雨等,各层土壤容重有所增加。各时期各土层间隔粉垄与连续粉垄土壤容重无显著差异。说明连续粉垄和间隔粉垄均有利于改善土壤结构,降低土壤容重。

表 1 不同耕作处理对土壤容重的影响 (g/cm³)

处理	播种前			苗期			收获期		
	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm
传统翻耕	1.62 ± 0.01a	1.74 ± 0.01a	1.65 ± 0.02a	1.55 ± 0.02a	1.68 ± 0.02a	1.63 ± 0.04a	1.60 ± 0.01a	1.72 ± 0.03a	1.61 ± 0.02a
间隔粉垄	1.58 ± 0.03a	1.64 ± 0.02b	1.62 ± 0.04a	1.43 ± 0.02b	1.57 ± 0.01b	1.57 ± 0.02b	1.55 ± 0.01b	1.59 ± 0.01b	1.60 ± 0.04a
连续粉垄	1.59 ± 0.02a	1.65 ± 0.01b	1.61 ± 0.01a	1.41 ± 0.03b	1.54 ± 0.03b	1.55 ± 0.02b	1.54 ± 0.02b	1.58 ± 0.01b	1.60 ± 0.03a

注:字母不同表示处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

2.2 不同耕作措施对土壤含水量的影响

由图 1 可知,播种前不同耕作措施土壤含水量表层最低,随深度增加土壤含水量不断增加。在 0 ~ 20 cm 土层,间隔粉垄与连续粉垄土壤含水量显著高于传统翻耕处理,在 20 ~ 40 cm 土层,传统翻耕土壤含水量显著高于间隔粉垄与连续粉垄处理,原因是春季土壤正处于潜水蒸发状态,粉垄耕作打破犁底层,疏松土壤,使下层水份上移,增加了表层土壤含水量;由图 2 可知,苗期 0 ~ 40 cm 土层中,间隔粉垄和连续粉垄土壤含水量显著高于传统翻耕。苗期 0 ~ 20 cm 土层中,间隔粉垄和连续粉垄土壤含水量较传统翻耕分别增加了 1.45%、2.83%,在 20 ~ 40 cm 土层土壤含水量较传统翻耕分别增加了 1.34%、1.99%,差异显著。由图 3 可知,收获期在 0 ~ 20 cm 土层,间隔粉垄和连续粉垄土壤含水量较传统翻耕分别增加了 1.72%、3.3%,20 ~ 40 cm 土壤含水量较传统翻耕分别增加了 1.33%、0.71%,40 ~ 60 cm 不同耕作措施间无显著差异,表明粉垄耕作疏松了土壤,结合覆膜措施能有效控制土壤跑墒,增加了土壤的保水能力,显著提高土壤耕作层的含水量。

作物生长期的土壤平均含水量为连续粉垄 > 间隔粉垄 > 传统翻耕。从不同生育期看,间隔粉垄、连续粉垄及传统翻耕耕作措施,土壤含水量的变化趋势基本一致,表现为播种前 < 苗期 < 收获期。各时期各土层间隔粉垄与连续粉垄土壤含水量无显著差异,说明连续粉垄和间隔粉垄均有利于改善土壤结构,增加土壤保水性能,提高土壤含水量。

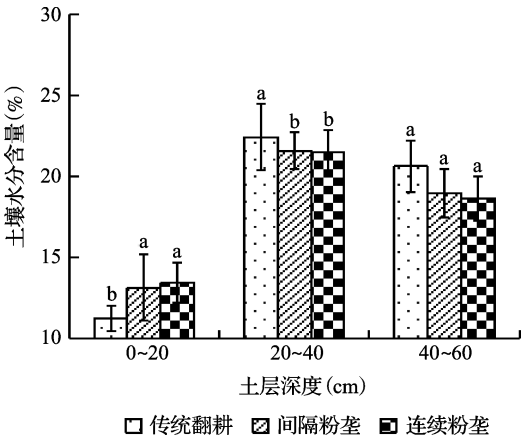


图 1 播种前不同耕作措施土壤水分分布

注:字母不同表示处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

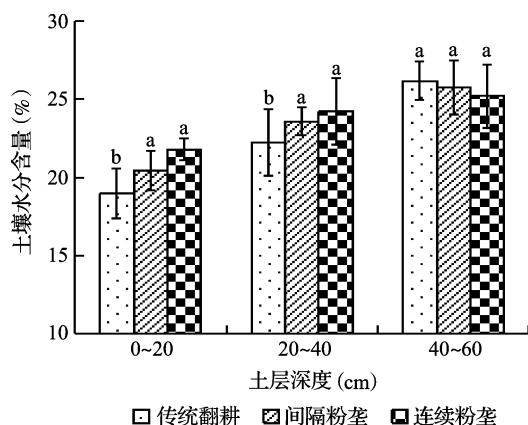


图2 苗期不同耕作措施土壤水分分布

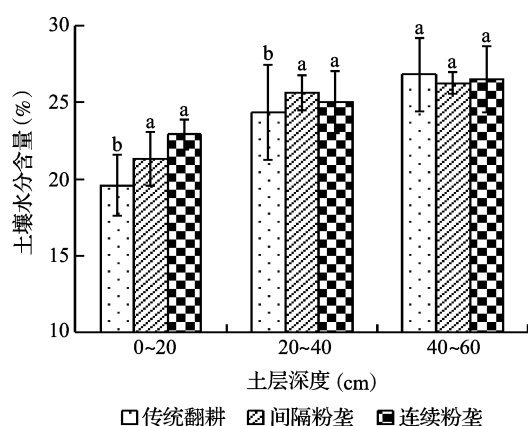


图3 收获期不同耕作措施土壤水分分布

2.3 不同耕作措施对土壤盐分的影响

试验区春季多风, 土壤水分蒸发剧烈。从图4可以看出, 播种前不同耕作处理土壤盐分都存在表聚现象, 且土壤的盐分随着土层深度的增加逐步降低。其中以传统翻耕土壤盐分表聚最为明显, 在0~20 cm土层, 间隔粉垄和连续粉垄盐分含量显著低于传统翻耕, 分别比传统翻耕处理降低了7.2%、13.4%。在20~40 cm土层, 间隔粉垄和连续粉垄土壤盐分含量依旧显著低于传统翻耕, 分别降低13.5%、14.5%。在40~60 cm土层, 传统翻耕土壤的盐分最低, 显著低于间隔粉垄和连续粉垄, 分别比间隔粉垄和连续粉垄低24.9%、21.9%。

从图5可以看出, 大水漫灌后, 苗期不同耕作处理土壤盐分在0~20 cm土层均有所下降, 在20~40 cm土层表现为上升的趋势, 在40~60 cm传统翻耕土壤含盐量表现为下降, 连续粉垄和间隔粉垄含盐量表现为上升。不同处理0~20 cm土壤盐分下降明显, 其中间隔粉垄和连续粉垄土壤盐分含量显著低于传统翻耕, 分别比传统翻耕降

低24.3%、28.2%。在20~40 cm土层, 不同处理土壤的盐分有所上升, 以传统翻耕处理增加最为明显, 显著高于间隔粉垄和连续粉垄19.5%、19.8%, 在40~60 cm土层, 传统翻耕土壤含盐量显著低于间隔粉垄和连续粉垄19.5%、19.8%, 这可能是盐分随水逐渐淋溶到下层, 导致下层盐分含量增加, 传统翻耕犁底层较浅, 在20~40 cm土层, 导致盐分在该层聚集上升, 粉垄打破犁底层, 盐分不断向更深层运动。

从图6可以看出, 收获期0~20 cm土层, 间隔粉垄和连续粉垄含盐量分别比传统翻耕降低37%、37.5%, 差异显著。在20~40 cm土层, 不同处理土壤的盐分之间无显著差异, 40~60 cm土层, 间隔粉垄和连续粉垄土壤含盐显著高于传统翻耕, 分别比传统翻耕高12.7%、9.1%; 各时期、各土层间隔粉垄和连续粉垄之间盐分含量无显著差异, 变化趋势一致, 说明粉垄耕作对土壤的影响可持续两年。

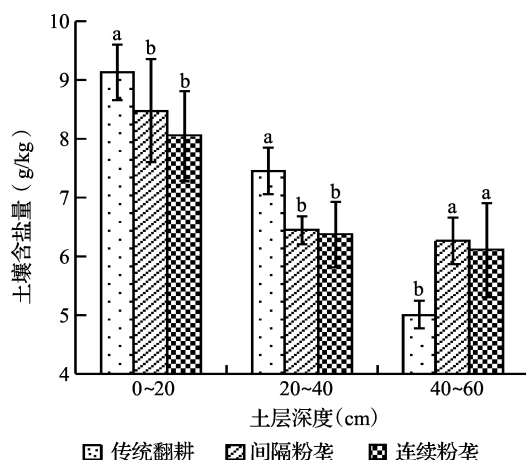


图4 播种前不同耕作措施对土壤盐分影响

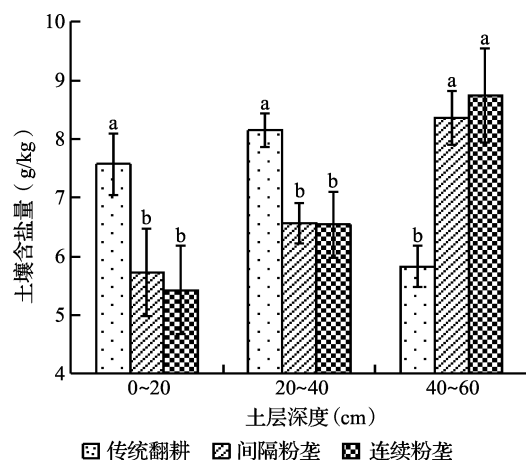


图5 苗期不同耕作措施对土壤盐分影响

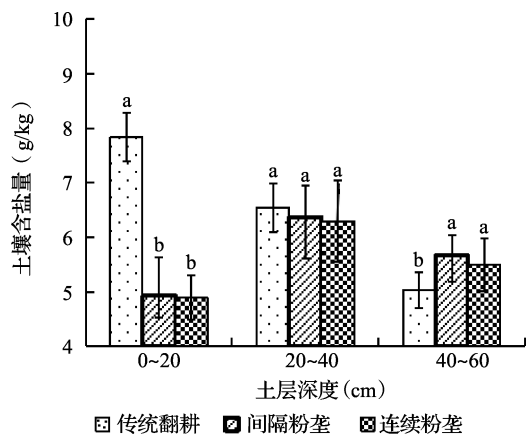


图 6 收获期不同耕作措施对土壤盐分影响

表 2 不同耕作措施对棉花生长指标的影响

处理	株高 (cm)	茎粗 (mm)	果枝数 (个)	根重 (g)	主根长 (cm)	主根粗 (mm)	根数 (个)	地上部分鲜重 (g)
传统翻耕	69.79b	11.62a	8.76b	9.60a	18.0b	9.17a	12.9b	337.38a
间隔粉垄	88.27a	12.09a	10.33a	12.68a	22.8a	10.92a	15.3a	432.52a
连续粉垄	94.27a	12.40a	11.46a	11.22a	25.4a	11.24a	15.8a	439.46a

2.5 不同耕作措施对棉花产量性状的影响

由表 3 可知,从有效株看,粉垄处理与传统翻耕处理之间存在着显著差异,间隔粉垄、连续粉垄的每公顷的有效株数分别高于传统翻耕 12 000、19 500 株;连续粉垄处理与间隔粉垄处理之间无显著差异;从单株结铃数看,连续粉垄处理与间隔粉垄处理单株结铃数显著高于传统翻耕处理,每株平

2.4 不同耕作措施对棉花生长指标的影响

由表 2 可知,土壤粉垄后,棉花长势明显优于传统耕作的植株。其中土壤粉垄和传统翻耕的棉花株高、果枝数、主根长、根数有显著的差异,连续粉垄和间隔粉垄分别与对照相比,株高增加了 35.1% 和 26.5%,果枝数增加 2.7 和 1.6 个/株,主根长增加了 41.1% 和 26.7%,根数增加了 22.5% 和 18.6%;茎粗、根重、主根粗、地上部分鲜重也有所增加,但差异不显著。连续粉垄与间隔粉垄两者之间的差异不显著。因此,间隔粉垄和连续粉垄均能促进棉花的健壮生长。

均结铃数分别比传统翻耕多 2.0 和 1.8 个,间隔粉垄处理每株结铃数与连续粉垄处理之间无显著差异;不同耕作措施间的棉花的单铃重、衣分无显著差异;籽棉产量方面,间隔粉垄和连续粉垄无显著差异,但两者均显著高于传统翻耕处理,分别较传统翻耕处理增产 46.2% 和 49.5%。

表 3 不同耕作措施对棉花产量性状影响

处理	平均行 (cm)	有效株数 (株/hm ²)	单株铃数 (个)	单铃重 (g)	衣分 (%)	籽棉产量 (kg/hm ²)
传统翻耕	140	168 000b	4.6b	4.5a	39.8a	3 477.6b
间隔粉垄	140	180 000a	6.4a	4.4a	37.4a	5 084.6a
连续粉垄	140	187 500a	6.6a	4.1a	38.1a	5 197.5a

3 讨论

3.1 粉垄耕作对土壤某些物理性状的影响

耕作措施对土壤性质的影响最先表现在土壤容重的变化上^[15-16]。粉垄整地是一种先进的耕作措施,能够疏松土壤、降低土壤容重,从而增加土壤的通透性和保水性^[17-19]。本研究与前人研究结果较一致,与传统翻耕相比,播种前在 20 ~ 40 cm 土层,苗期在 0 ~ 60 cm 土层,收获期在 0 ~ 40 cm 土层,间隔粉垄、连续粉垄的土壤容重显著低于传统翻耕;各时期各土层间隔粉垄与连续粉垄土

壤容重无显著差异。说明连续粉垄和间隔粉垄均有利于改善土壤结构,降低土壤容重。土壤含水量的高低反映土壤持水能力和供水能力的高低^[20-21]。与传统翻耕相比,播种前在 0 ~ 20 cm 土层,间隔粉垄与连续粉垄土壤含水量显著高于传统翻耕处理,在 20 ~ 40 cm 土层,传统翻耕土壤含水量显著高于间隔粉垄与连续粉垄处理,可能是春季土壤正处于潜水蒸发状态,粉垄耕作能疏松土壤,打破犁底层,使下层水分上移到表层;苗期到收获期 0 ~ 40 cm 土层,间隔粉垄和连续粉垄土壤含水量显著高于传统翻耕;间隔粉垄和连续粉垄土壤含水

量各时期各土层无显著差异。因此,粉垄耕作疏松了土壤,增加了土壤的持水供水能力,但在遇到春季多风,蒸发旺盛的天气,造成表层土壤含水量下降,结合覆膜滴灌有利于保水保墒。

3.2 粉垄耕作对土壤某些化学性状的影响

粉垄耕作切断土壤的毛细管,减少下层土壤的盐分上移,灌溉时,受重力作用影响,耕作层土壤中的盐分将会逐渐随水下渗,降低耕作层土壤含盐量^[22]。本研究与相关报道结果一致,试验结果表明,粉垄结合大水漫灌洗盐措施,降低了耕作层的土壤含盐量。播种前,传统翻耕土壤盐分表聚最为明显,在0~40 cm土层,间隔粉垄和连续粉垄盐分含量显著低于传统翻耕,在40~60 cm,传统翻耕土壤的盐分最低,显著低于间隔粉垄和连续粉垄,可能是传统翻耕的犁底层阻碍了耕作层盐分的下移。苗期,大水漫灌洗盐后,不同耕作处理土壤盐分在0~20 cm土层均有所下降,在20~40 cm,土层表现为上升的趋势,在40~60 cm传统翻耕土壤含盐量表现为下降,连续粉垄和间隔粉垄含盐量表现为上升。这可能是盐分随水逐渐淋溶到下层,导致下层盐分含量增加,传统翻耕犁底层耕作层较浅,在20~40 cm,导致盐分在该层聚集上升,粉垄打破犁底层,盐分不断向更深层运动。收获期在0~20 cm土层,间隔粉垄和连续粉垄含盐量显著低于传统翻耕。在40~60 cm土层,间隔粉垄和连续粉垄土壤含盐显著高于传统翻耕,这也与粉垄打破犁底层,导致盐分下移有关。间隔粉垄和连续粉垄土壤含盐量各时期各土层无显著差异。粉垄耕作降低了耕作层含盐量,促进作物生长发育。

3.3 粉垄耕作对棉花生长及产量的影响

粉垄整地有利于作物的生长发育,粉垄深松土壤改善了根系的生长条件,促进根系生长发育,使根重显著增加^[23],作物根系垂直分布下移,提高了深层土壤的群体根系活性^[24]。有文献表述,在耕层浅、较板结的土壤条件下,黄瓜的光合作用减弱,加速植物衰老^[25]。在耕层厚、土壤疏松的条件下,草莓的光合作用增加,促进有机物质的积累^[26]。研究表明,间隔粉垄和连续粉垄打破犁底层,促进了棉花根系向深处生长,棉花长势增强,主要表现在根长、根数、株高、果枝数的明显增加;间隔粉垄和连续粉垄降低土壤耕作层含盐量,提高棉花出苗率,从而增加了单位面积有效株

数、单株结铃数也明显增加,显著提高了棉花产量,间隔粉垄和连续粉垄无显著差异,但两者均显著高于传统翻耕处理,分别较传统翻耕处理增产46.2%和49.5%。

4 结论

粉垄耕作结合大水漫灌洗盐措施,能够降低耕作层的土壤容重、含盐量,增加含水量,提高保水能力,有利于提高棉花的出苗率及棉花生长势,从而达到增产增收的效果。但粉垄后土壤长期保持在疏松状态,容易造成跑墒,建议结合覆膜滴灌种植。各时期、各土层间隔粉垄和连续粉垄之间盐分含量无显著差异,变化趋势一致,说明粉垄耕作对土壤结构的影响可持续两年,耕作模式可采用粉垄-传统翻耕-粉垄的耕作措施,节本增效。

参考文献:

- [1] 卢秀茹,贾肖月,牛佳慧. 中国棉花产业发展现状及展望[J]. 中国农业科学, 2018, 51(1): 26-36.
- [2] 徐飞鹏,李云开,任树梅. 新疆棉花膜下滴灌技术的应用与发展的思考[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 25-27.
- [3] 王佳丽,黄贤金,钟太洋,等. 盐碱地可持续利用研究综述[J]. 地理学报, 2011, 66(5): 673-684.
- [4] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 837-845.
- [5] 王斌,马兴旺,单娜娜. 新疆盐碱地土壤改良剂的选择与应用[J]. 旱区资源与环境, 2014, 28(7): 111-115.
- [6] 马晨,马履一,刘太祥,等. 盐碱地改良利用技术研究进展[J]. 世界林业研究, 2010(4): 28-32.
- [7] 蔺海明. 干旱半干旱地区盐渍土的形成与改良[J]. 世界农业, 1994(12): 23-25.
- [8] 李铁冰,逢焕成,杨雪,等. 粉垄耕作对黄淮海北部土壤水分及其利用效率的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(23): 7480-7486.
- [9] 吕军峰,韦本辉,侯慧芝,等. 农作物粉垄栽培及在旱作农业中的作用[J]. 甘肃农业科技, 2013(10): 43-44.
- [10] 韦本辉. 粉垄“4453”增产提质效应及其利民利国发展潜能[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(27): 9302-9303.
- [11] 韦本辉,甘秀芹,申章佑,等. 粉垄栽培甘蔗试验增产效果[J]. 中国农业科学, 2011, 44(21): 4544-4550.
- [12] 韦本辉,刘斌,甘秀芹,等. 粉垄栽培对水稻产量和品质的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(19): 3946-395.
- [13] 韦本辉,甘秀芹,陈保善,等. 粉垄整地与传统整地方式种植玉米和花生效果比较[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(6): 3216-3219.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [15] 张磊,王玉峰,陈雪丽,等. 保护性耕作条件下土壤物理性

- 状的研究 [J]. 东北农业大学学报, 2010, 41 (9): 50-54.
- [16] Abu-Hamdeh N H. Compaction and subsoiling effects on corn growth and soil bulk density [J]. Soil Science Society of America, 2003, 67 (4): 1212-1218.
- [17] 韦本辉, 何虎翼, 俞健, 等. 旱地土壤耕作生态对木薯生长及环境的影响 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38 (2): 668-671, 690.
- [18] 张玉玲, 张玉龙, 黄毅, 等. 辽西半干旱地区深松中耕对土壤养分及玉米产量的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27 (4): 167-170.
- [19] 唐向边, 宋纯军, 董振富. 玉米不同深松时间与深度对产量的影响 [J]. 现代化农业, 2010 (5): 20.
- [20] Pyndak V I, Loboiko V F, Pavlenko V N. Deep chiseling of soil under irrigation conditions [J]. Doklady Rossiiskoi Akademii Sel'skokhozyaistvennykh Nauk, 2009, 2: 54-55.
- [21] 李旭, 闫洪奎, 曹敏建, 等. 不同耕作方式对土壤水分及玉米生长发育的影响 [J]. 玉米科学, 2009, 17 (6): 76-78, 81.
- [22] 吕军峰, 韦本辉, 侯慧芝, 等. 农作物粉垄栽培及在旱作农业中的作用 [J]. 甘肃农业科技, 2013 (10): 45-46.
- [23] 宋日, 吴春胜, 牟金明, 等. 深松土对玉米根系生长发育的影响 [J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22 (4): 73-75, 80.
- [24] 王法宏, 王旭清, 于振文, 等. 土壤深松对小麦根系活性的垂直分布及旗叶衰老的影响 [J]. 核农学报, 2003, 17 (1): 56-61.
- [25] 孙艳, 王益权, 杨梅, 等. 土壤紧实胁迫对黄瓜根系活力和叶片光合作用的影响 [J]. 植物生理与分子生物学学报, 2005, 31 (5): 545-550.
- [26] 杜国栋, 郭修武, 吕德国, 等. 土壤紧实度对草莓光合特性及 PS II 光化学活性的影响 [J]. 果树学报, 2010, 27 (4): 542-546.

Effects of smash-ridging cultivation on physical and chemical properties of saline-alkali soil and cotton growth in Xinjiang

SUN Mei-le, LIN Guo-cang, HUI Jing-tao, XIAN He, REN Xiang-rong, ZHANG Run-long, YANG Jing* (Xinjiang Academy of Agricultural Sciences Comprehensive Testing Ground, Urumqi Xinjiang 830012)

Abstract: The effects of smash-ridging cultivation combined with flood irrigation and salt washing measures on the physicochemical properties of Xinjiang saline-alkali soil, cotton growth indexes, yield were studied and the rational tillage mode was discussed. Before planting, the soil was treated with two methods: interval smash-ridging and continuous smash-ridging, and the conventional tillage (plowing+rotary) was set as control. The soil bulk density, water content, total salt index before sowing and at the seedling stage and harvest time were determined, cotton plant growth and yield were analyzed. The results showed that compared with conventional tillage, the two smash-ridging tillage reduced the bulk density of the soil tillage layer in different periods and increased the soil water content. The interval smash-ridging and continuous smash-ridging reduced the soil salinity at 0 ~ 40 cm significantly ($P<0.05$), especially in the 0 ~ 20 cm soil layer, which reduced the salt content of the cultivated layer by 37% and 37.5%, respectively, and significantly increased the growth potential and yield of cotton. Compared with conventional tillage treatment, the yield increased by 46.2% and 49.5%, respectively. There was no significant difference in the soil physical and chemical indicators and the cotton growth and yield between the interval smash-ridging and continuous smash-ridging cultivation, indicating that the effect of the smash-ridging cultivation on the soil structure is long-lasting. Based on the comprehensive research on the soil and environment in this area, smash-ridging tillage+rotary tillage+smash-ridging tillage mode can be used to improve soil structure, reduce soil salinity in the tillage layer, save costs and increase economic benefits.

Key words: smash-ridging cultivation; soil physical and chemical indicators; cotton growth