



# 不同深松处理对东北盐碱土耕层结构及玉米产量的影响

王宇先<sup>1</sup>, 王俊河<sup>1</sup>, 任翠梅<sup>2</sup>, 刘玉涛<sup>1</sup>, 杨慧莹<sup>1</sup>, 徐莹莹<sup>1</sup>, 高盼<sup>1</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006; 2. 黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163000)

**摘要:**为进一步改良黑龙江省西部苏打碱土与构建合理耕层, 采用秋深松 30 cm、秋深松 40 cm、春深松 30 cm、春深松 40 cm 共 4 种深松处理, 分别在播种前、开花期、成熟期测定 0~50 cm 土壤耕层的含水量、容重等指标及玉米产量性状指标, 探讨不同深松处理对盐碱土耕层结构的影响。结果表明: 深松处理能够提高各耕层的土壤含水量, 降低土壤耕层容重, 而且深松效果秋深松 > 春深松, 深松 40 cm > 深松 30 cm。增产幅度秋深松 > 春深松, 秋深松 40 cm > 秋深松 30 cm, 春深松 30 cm > 春深松 40 cm。由此得出, 深松处理能够有效地降低盐碱土中低产田耕层土壤容重, 改善土壤耕层结构, 提高耕层土壤含水量, 构建适合作物生长的合理耕层, 有利于玉米产量的提高。

**关键词:** 深松; 耕层结构; 盐碱土; 玉米; 产量

黑龙江省的盐碱地主要分布在松嫩平原西部低洼闭流地带, 长期以来玉米种植普遍采用传统垄作、机械旋耕灭茬等种植形式, 导致土壤耕层变浅, 犁底层增厚变硬, 土壤板结, 地力下降, 土壤养分不均衡, 土壤盐碱化加重, 制约玉米的生长和产量提高<sup>[1]</sup>。深耕深松是农业生产的一项重要措施, 农机深松整地作业是通过拖拉机牵引深松机具, 疏松土壤, 打破犁底层, 改善耕层结构, 是增强土壤蓄水保墒和抗旱能力, 增加粮食产量的一项耕作技术<sup>[2]</sup>。深松的土壤通气性、渗透性明显改善, 形成新的团粒结构, 土壤结构发生了变化, 降低盐化土壤, 有利于植物生长<sup>[3]</sup>。本文通过在典型区中低产田的盐碱耕地进行深松措施的对比试验, 对盐碱土不同深松措施及其优缺点进行归纳总结, 以期为黑龙江省西部苏打碱土耕作改良与合理耕层构建提供科学依据, 对于加速盐碱地改良利用, 缓解土地压力, 提高玉米产量是十分必要的。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2017 年在黑龙江省农业科学院大庆分院试验基地进行, 试验地位于大庆市萨尔图区红旗泡(N46.66°、E125.23°), 前茬为玉米茬。试验地土壤为苏打盐化草甸土, 0~20 cm 耕层土壤基础肥力: 有机质 25.3 g·kg<sup>-1</sup>、全氮 0.74 g·kg<sup>-1</sup>、碱解氮 123.31 mg·kg<sup>-1</sup>、速效磷 17.24 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾 117.64 mg·kg<sup>-1</sup>, pH 8.09。

### 1.2 材料

供试材料为当地主栽玉米品种先玉 335。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验设 5 个处理, 分别为春季深松 30 cm、春季深松 40 cm、秋季深松 30 cm、秋季深松 40 cm, 对照为常规垄作, 采用大区对比, 不设重复, 研究 0~50 cm 耕层指标变化。前一年秋季收获后进行秋深松处理, 翌年进行春整地处理, 采用坐水种植保证出苗, 其它田间管理同普通生产田。

1.3.2 测定项目和方法 在播种前、开花期和成熟期分 5 层监测 0~50 cm 土壤水分、土壤容重。采用环刀法测定土壤容重, 采用烘干法测定土壤含水量。成熟期采取对角线 5 点取样法测产, 并折算成标准含水量(14%)的产量, 同时取 30 穗测定穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数和粒重等穗部性状。

1.3.3 数据分析 采用 WPS 绘制相关图表, 并

收稿日期: 2018-01-27

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201503116-02); 齐齐哈尔市科技局农业攻关资助项目(NYGG-201509、NYGG-201405); 黑龙江省农业科学院院级科研资助项目(2017SJ034)。

第一作者简介: 王宇先(1982-), 男, 硕士, 助理研究员, 从事旱作农业技术研究。E-mail: wyx13836209470@163.com。

通讯作者: 王俊河(1963-), 男, 学士, 研究员, 从事耕作与栽培研究。E-mail: wangjunhe63@163.com。

用 DPS 8.1 对所有数据进行相关统计分析,并利用最小显著极差法(LSD)进行方差检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同深松处理对土壤含水量的影响

从图 1、2 和 3 可以看出,在播种期前和开花期各处理在 0~50 cm 土壤耕层含水量随着土壤耕层深度的增加均呈现递增趋势,在成熟期呈递减趋势。

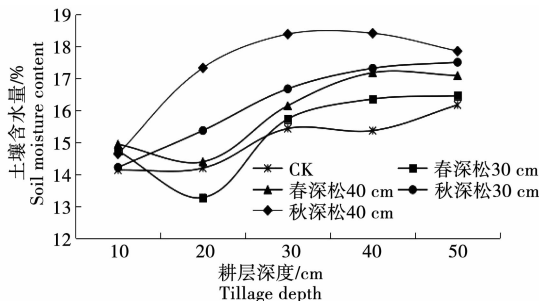


图 1 播种期前土壤含水量对比

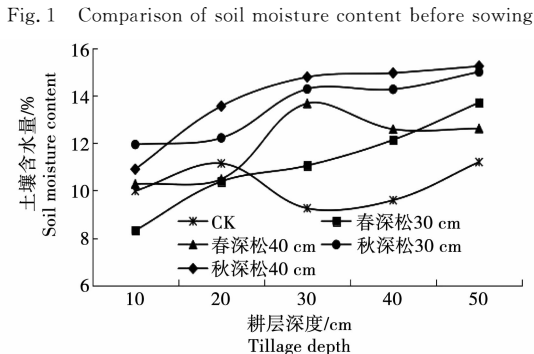


图 2 开花期土壤含水量对比

图 2 Comparison of soil moisture content in flowering stage

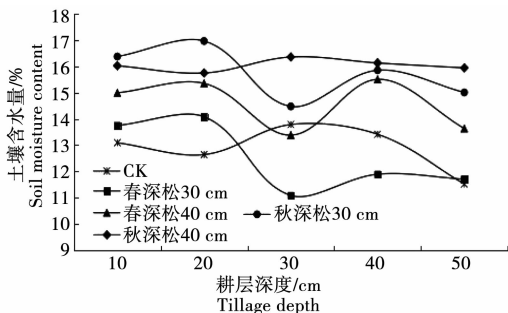


图 3 成熟期土壤含水量对比

Fig. 3 Comparison of soil moisture content in mature stage

在播种前、开花期、成熟期,在 0~50 cm 各土壤耕层的含水量基本上表现为秋深松 40 cm>秋深松 30 cm 处理>春深松 40 cm>春深松 30 cm>常规垄作的趋势;在 0~10 cm 耕层各处理间含水量差别较小,在 10~50 cm 耕层各处理间的差别

较大,基本上表现为秋深松 40 cm>秋深松 30 cm>春深松 40 cm>春深松 30 cm,常规垄作处理的土壤含水量大多低于其它各深松处理。

### 2.2 不同深松处理对土壤容重的影响

从图 4、图 5、图 6 看出,在播种前、开花期、成熟期土壤容重随着土壤耕层深度的增加均呈递增趋势;在播种期秋季深松处理的土壤容重要高于春季处理土壤容重,秋深松 30 cm 容重高于秋深松 40 cm,春深松 30 cm 容重高于春深松 40 cm。对照在 10 cm 处耕层的容重低于秋季深松处理,与春季深松处理相持平,但随着耕层深度的增加,对照耕层土壤容重迅速上升,高于其它各深松处理;在开花期和成熟期春深松处理的容重大于

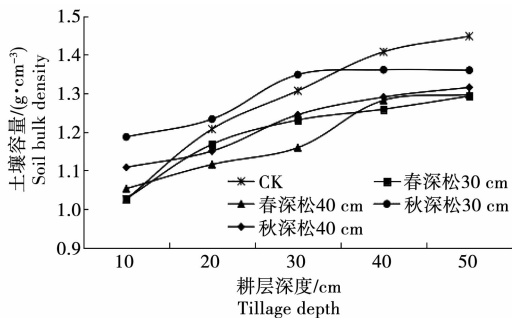


图 4 播种期前土壤容重对比

Fig. 4 Comparison of soil bulk density before sowing

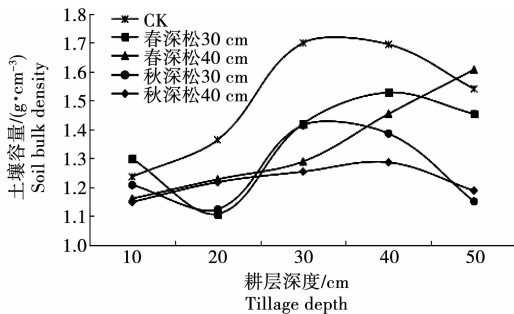


图 5 开花期土壤容重对比

Fig. 5 Comparison of soil bulk density in flowering stage

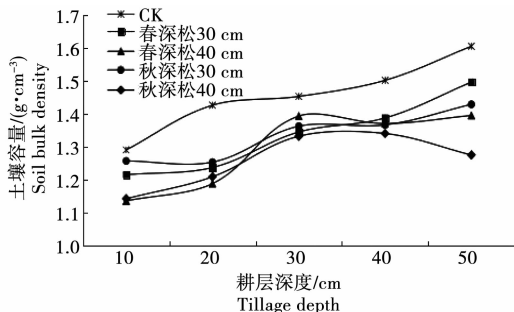


图 6 成熟期土壤容重对比

Fig. 6 Comparison of soil bulk density in mature stage

秋深松处理的趋势,且秋深松 30 cm 的容重高于秋深松 40 cm,春深松 30 cm 的容重高于春深松 40 cm。对照处理的 10 cm 耕层容重与其它各处理相差较小,但随着耕层深度的增加耕层土壤容重也迅速上升,高于其它各深松处理。

2.3 不同深松处理对玉米形态指标的影响

由图 7 对比不同处理的株高可知,秋深松 40 cm>秋深松 30 cm>春深松 30 cm>春深松 40 cm。秋深松 40 cm 的株高显著高于其它处理,春深松 30 cm、秋深松 30 cm 差异不显著,春深松 40 cm 显著低于其它深松处理;对比穗位可知,秋深松 40 cm>秋深松 30 cm>春深松 30 cm>春深松 40 cm。秋深松 40 cm、春深松 30 cm、秋深松 30 cm 处理间的穗位差异不显著,春深松 40 cm 处理的穗位显著低于秋深松 40 cm 和秋深松 30 cm 处理。说明秋深松处理好于春深松处理,秋深松 40 cm 好于秋深松 30 cm,春深松 30 cm 好于春深松 40 cm。秋季深松对玉米株高、穗位有促进作用,有利于植株生长。

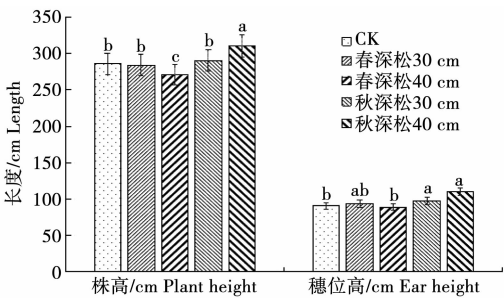


图 7 株高和穗位高对比  
Fig. 7 Comparison of plant height and ear position

2.4 不同深松处理对玉米产量的影响

通过对比不同深松处理的产量及其性状指标可知(表 1),各处理在穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数上差异不显著,但产量间存在显著差异,表现为秋深松 40 cm>秋深松 30 cm>春深松 30 cm>春深松 40 cm>CK,增产幅度为 13.72%、10.50%、4.72%、1.53%,其中秋深松 40 cm、秋深松 30 cm 处理间差异不显著,但秋深松处理均显著高于春深松处理和对照;春深松 30 cm、春深松 40 cm 和对照间差异不显著。

表 1 深松对产量及其相关性状的影响

Table 1 Effect of deep loosening on yield and its correlated characterst							
处理 Treatments	穗长/cm Ear length	穗粗/cm Ear diameter	秃尖长/cm Bald ear length	穗行数 Ear row number	行粒数 Grain number per row	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> ) Yield	增产/% The yield-increase rate
CK	19.67 a	3.91 a	0.58 a	16.12 a	38.94 a	8373 b	-
春深松 30 cm	18.94 a	4.11 a	0.60 a	16.24 a	40.27 a	8768 b	4.72
春深松 40 cm	20.15 a	4.08 a	0.81 a	15.94 a	40.24 a	8501 b	1.53
秋深松 30 cm	18.06 a	4.28 a	0.49 a	16.24 a	39.79 a	9252 a	10.50
秋深松 40 cm	18.79 a	4.12 a	0.66 a	16.00 a	41.52 a	9522 a	13.72

同列不同小写字母代表 0.05 水平差异显著。  
Different lowercase in the same column indicate significant difference at 0.05 level.

3 结论与讨论

3.1 深松对土壤含水量的影响

深松处理能够打破犁底层,使耕层加深,使得土壤有效持水孔隙比例增加,有利于改善土壤物理性状,增强土壤蓄水性能,提高耕层土壤的含水量,同时对增加降雨的入渗,减少土壤蒸发损失,提高水分的利用效率具有一定作用<sup>[4-5]</sup>。土壤含水量受自然降雨和人工补灌条件的影响较大,本试验生育期间未进行人工补灌,播种期前和开花期试验区降雨量偏少,属于干旱条件,成熟期降雨量偏多,属于湿润条件,结果表明在生育期水分条

件改变下,各深松处理均比对照的土壤耕层的含水量有所增加,说明深松处理能够提高各耕层的土壤含水量。在 0~50 cm 各土壤耕层的含水量表现为秋深松高于春深松,深松 40 cm 高于深松 30 cm,说明深松处理能够改善盐碱土土壤耕层结构,提高耕层的含水量,具有较强的蓄水保墒能力,有利于作物生长。

3.2 深松对土壤容重的影响

深松耕作处理较传统耕作方式能够降低土壤容重,增加土壤通透性,提高土壤的总孔隙度。土壤孔隙度越大,土壤越疏松多孔透气性好,能够提

高土壤纳水能力,有利于土壤的保墒并能影响作物根系的生长发育<sup>[6-7]</sup>。本试验表明,深松处理均能使 0~50 cm 的耕层容重下降,有利于改善土壤耕层结构和玉米根系的生长发育。在播种前期春季深松能有效降低土壤各耕层的容重,在生育后期各深松处理均能有效降低土壤各耕层的容重,苗期春深松效果好于秋季深松,开花期之后秋季深松处理则好于春季深松,深松 40 cm 的效果好于深松 30 cm。

### 3.3 深松对玉米产量性状的影响

合理的耕作方式利于改善土壤环境,提高土壤质量,增加作物对养分的吸收,有利于作物生长发育。深松能够打破犁底层,使土壤透气性和贮水能力增加,并提高水肥利用效率,为玉米提供一个良好的生长环境,促进玉米产量的提高<sup>[8-9]</sup>。本试验表明,深松能够促进玉米生长发育,从而使玉米产量有所提升。秋深松处理的增产幅度高于春季深松处理,秋深松 40 cm 高于秋深松 30 cm,春深松 30 cm 高于春深松 40 cm。

综上所述,深松处理能够有效地降低盐碱土中低产田耕层土壤容重,改善土壤耕层结构,提高

耕层土壤含水量,构建适合作物生长的合理耕层,有利于玉米产量的提高。

### 参考文献:

- [1] 李玉洁,王慧,赵建宁,等.耕作方式对农田土壤理化因子和生物学特性的影响[J].应用生态学报,2015,26(3):939-948.
- [2] 黄玉祥,杭程光,李伟.深松作业效果试验及评价方法研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,43(11):228-234.
- [3] 司振江,张忠学,黄彦.大庆市盐碱土深松改良生态修复试验研究[J].土壤学报,2010,41(4):952-956.
- [4] 赵建波.保护性耕作对农田土壤生态因子及温室气体排放的影响[D].泰安:山东农业大学,2008.
- [5] 侯雪坤.不同耕作方式下土壤耕层理化性状和生物学特性时空分布研究[D].大庆:黑龙江八一农垦大学,2011.
- [6] 李笃仁.土壤紧实度对作物根系生长的影响[J].土壤通报,1982(3):20-22.
- [7] 黄细喜.土壤紧实度及层次对小麦生长的影响[J].土壤学报,1988(1):59-65.
- [8] 王仕新,崔剑波,庄季屏.辽西半干旱地区深松中耕作对作物产量的影响及其作用机理研究[J].应用生态学报,1996,7(3):267-272.
- [9] 刘长江,李取生,李秀军.深松对苏打盐碱化旱田改良与利用的影响[J].土壤,2007,39(2):306-309.

## Effects of Different Deep Loosening Treatments on the Layer Structure and Yield of Maize in Saline Alkali Soil of Northeast China

WANG Yu-xian<sup>1</sup>, WANG Jun-he<sup>1</sup>, REN Cui-mei<sup>2</sup>, LIU Yu-tao<sup>1</sup>, XU Ying-ying<sup>1</sup>, GAO Pan<sup>1</sup>

(1. Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China;

2. Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China)

**Abstract:** In order to further improve the soda alkaline soil in western Heilongjiang province and construct the reasonable arable layer, using four kinds of deep loosening treatments, included for autumn deep loosening 30 cm, autumn deep loosening 40 cm, spring deep loosening 30 cm and spring deep loosening 40 cm, the indexes of water content and bulk density of 0-50 cm soil plough layer were measured before sowing, flowering stage and mature stage, respectively. The results showed that, deep loosening treatment could increase the soil moisture content of the arable layer and reduce the bulk density of the soil; And the effect of autumn deep loosening was better than that of spring, deep loosening 40 cm was better than that of 30 cm; The yield increase of autumn deep loosening was better than that of spring, autumn deep 40 cm loosening was better than that of 30 cm, spring deep loosening 30 cm was better than that of 40 cm. Deep loosening treatments could effectively reduce soil bulk density, improve soil plough layer structure, improve soil moisture content, and build reasonable plowing layer suitable for crop growth, which is conducive to maize yield improvement.

**Keywords:** maize; deep loosening; soil bulk density; soil moisture; yield

(该文作者还有赵蕾、胡继芳,单位同第一作者)