

深松对半干旱区土壤蓄水能力及玉米产量的影响

高 盼,刘玉涛,王宇先,杨慧莹,徐莹莹,王俊河

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院/国家玉米体系齐齐哈尔综合试验站,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为探讨深松耕作在半干旱地区效果,以先玉 335 为试验材料,研究秋季深松(A)、春季深松(B)、常规耕作(旋耕)(C)对耕层土壤容重、土壤含水量及玉米产量的影响。结果表明:15~25 cm 土层内处理 A 和处理 B 土壤容重明显降低,处理 B 和处理 C 土壤容重差异达到显著水平;深松增加了土壤蓄水量,处理 A 的土壤含水量在 3 个土层中的土壤含水量均高于处理 B 和处理 C;处理 A 产量(11 274 kg·hm⁻²)最高,处理 B 产量为 11 018 kg·hm⁻²,分别较处理 C 增产 8.70%、5.86%,且处理 A、处理 B 与处理 C 产量的差异达到极显著水平。

关键词:半干旱区;玉米;深松耕作;土壤容重;土壤含水量;产量

中图分类号:S513 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2016)04-0023-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.04.0023

黑龙江省西部是中国重要的粮食生产基地,在保障国家粮食安全和国民经济生产中具有重要地位^[1]。但常年耕作使土壤下层紧实、表层水分散失、蓄水能力下降、作物根系伸展受限,引起产量下降。因此,探讨适宜于黑龙江省西部地区的科学土壤耕作管理模式、改善土壤理化性质、增强土壤蓄水能力,提高作物养分吸收效率,对西部地区粮食生产具有重要的现实意义。研究表明,在半干旱地区,深耕和深松使下层土壤容重降低,土壤渗透性增强,水分利用效率提高^[2];促进根系生长和叶片净光合速率的增加,使作物产量提高^[3]。深松不仅改变土壤的物理环境和土壤的微生物环境,同时增加玉米下层根系,促进根系吸收养分^[4]。本文以连续 5 a 深松对半干旱区土壤物

理性状及产量影响试验数据为依据,明确深松对土壤物理性质、蓄水能力、及产量的影响,为建立西部半干旱地区高产高效的土壤耕作管理模式提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在齐齐哈尔分院试验基地 2010-2015 年长期定位试验地,该地区地势平坦,肥力中等,为碳酸盐黑钙土,属于中温带大陆性季风气候,年降水量 415 mm,年均温 3.2℃,活动积温为 2 900℃,年平均无霜期 122~151 d。基础肥力见表 1。

表 1 供试土壤基础肥力

Table 1 The fertility condition of experimental soil

处理	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	有机质/(g·kg ⁻¹)	全氮/%	全磷/%	全钾/%
Treatments	Available nitrogen	Available phosphorus	Available potassium	pH Organic matter	Total nitrogen	Total phosphorus	Total potassium
土壤	100	16.9	134	7.82 26.5	0.162	0.09	0.50

1.2 方法

1.2.1 试验设计 2011-2015 年选择连续多年春玉米浅耕地块作为试验田。采用大区对比试验。分别设春季深松、秋季深松、常规耕作(旋耕)3 种耕作处理:

秋季深松,深松深度为 30 cm(A),宽度 12 cm。春季深松,深松深度分别为 30 cm(B),宽度 12 cm。处理各 20 行,小区长度 50 m,面积 650 m²。常规表层旋耕 15 cm(C)为对照。

收稿日期:2016-02-22
基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(2013 03125-21;201503116-02);齐齐哈尔市科技攻关资助项目(NYGG-201409);国家现代农业产业技术体系建设资助项目(CARS-02)
第一作者简介:高盼(1990-),女,黑龙江省双鸭山市人,硕士,研究实习生,从事作物栽培方面研究。E-mail:panneygao@126.com。
通讯作者:刘玉涛(1968-),男,黑龙江省尚志市人,学士,副研究员,从事作物栽培和旱作节水研究。E-mail:00681107@163.com。

1.2.2 田间管理 春季播前进行行间深松,秋季收获后行间深松,深度 30 cm,宽度 12 cm。春季深松后灭茬起垄,深松部位位于垄体。深松机械为全方位震动深松机,旋耕为旋耕机。底肥为一次性深施复合肥(氮 12%、磷 20%、钾 13%),施肥量 $375 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,硫包衣尿素 $300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。品种为先玉 335,5 月初机械精量播种,密度 6.3 万株 $\cdot \text{hm}^{-2}$,播后喷灌,灌水量 35 mm,玉米 4 叶期化学除草,化除后 7 d 进行第一次定苗整地。拔节期进行第二遍整地。成熟期测产。

1.2.3 测定项目和方法 在生育期测定土壤容重、养分含量等指标。

1) 土壤养分含量测定:在玉米成熟期于各处理小区内分别用土钻取土,带回室内处理,用于测定土壤有机质含量,速效氮、磷、钾含量。土壤有机碳采用重铬酸钾—外加热法,碱解氮含量测定用碱解扩散法,速效磷含量测定用钼体抗比色法,速效钾测定用火焰光度法,土壤有机质含量采用土壤有机碳含量乘以 1.724 算出^[5]。

2) 土壤容重和含水量的测定:分别在深松前、深松后、玉米苗期、吐丝期、完熟期测定土壤容重和含水量。试验采用烘干法测定土壤含水率,环刀法测定土壤容重,测定深度为 0~15、15~25、25~35 cm,重复 5 次。

3) 籽粒测产:成熟期时每个处理每个重复随

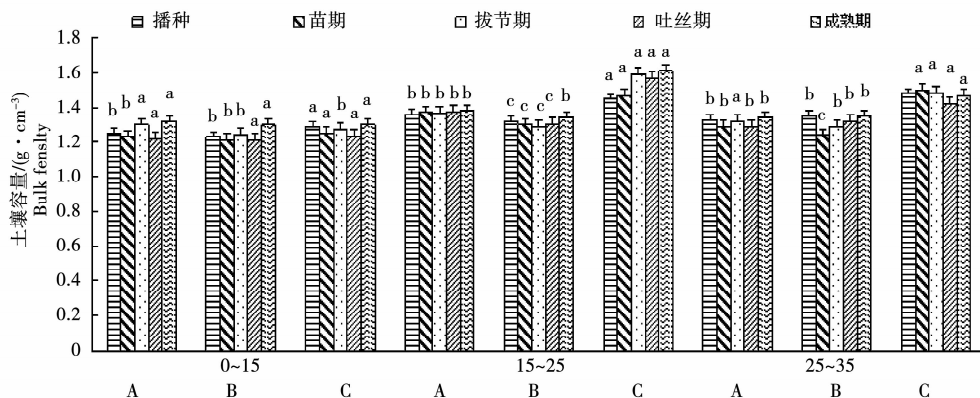
机挑选长势均匀一致的 5 m 双行,共取 20 穗玉米,选取 5 穗考察穗长度、秃尖长度、穗粒数、出籽率、含水率、千粒重(烘干重),记算籽粒产量(14%标准含水量),其余脱粒晒干后称量计产。

1.2.4 数据处理 采用 Microsoft Excel 2010 和 DPS 数据处理系统软件进行数据分析和处理(试验数据为 5 a 平均数据)。

2 结果与分析

2.1 深松对土壤容重的影响

图 1 是深松对不同土层土壤容重垂直分布的影响,从中可以看出深松、旋耕处理后(0~15)cm 土层内处理 A、处理 B、处理 C 在玉米生长发育期对土壤容重影响,处理 B 比处理 A、处理 C 容重略低,各处理间差异不明显。但在(15~25)cm、(25~35)cm 土层内可看出处理 A 和处理 B 比处理 C 容重降低明显,在(15~25)cm 土层处理 B 容重低于处理 A 容重,处理 B 与处理 C 生育时期土壤容重差异达到显著水平。因为深松作业打破了犁底层,不仅降低了土壤容重,还有利于增加土壤孔隙度。这与许迪^[6]和丁昆仑^[7]等研究的不同耕作方式(传统耕作、免耕和深松)对土壤物理性质和水力学的影响,结果表明深松作业明显减少了耕层的土壤容重,增加了土壤孔隙度,土壤水分传导性能得以改善的结果相同。



小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,大写字母表示在 0.01 水平上差异显著,下同

Different lowercases and capital letters mean significant difference at 0.05 and 0.01 level. The same below

图 1 深松对 0~35 cm 土层土壤容重的影响

Fig. 1 Deep loosening of 0~35 cm soil layer soil bulk density

2.2 深松对土壤含水量的影响

图 2、图 3、图 4 分别为深松作业后 0~15、15~25、25~35 cm 土层的土壤含水量。由图可看出,3 个土层的土壤含水量都在拔节期达到最

大值,因为拔节期时降雨量充足,使土壤含水量得到补充;处理 A 的土壤含水量在 3 个土层中的土壤含水量均高于处理 B 和处理 C,处理 B 高于处理 C,由此可见,深松可以增加土壤蓄水量,有利

于地表水的下渗,减少地面径流,土壤水分自身得到调解,自然降水蓄积量增加,地下水库容得到扩增,储存的水通过毛细管作用被作物根系吸收,缓解旱情。据王维忠^[8]和李明德^[9]测定,耕层每加深1 cm,土壤15 cm土层处土壤含水量增加3%,20 cm处增加蓄水量增加6%。土壤蓄水量增加对于玉米苗期和后期灌浆也更为有利。

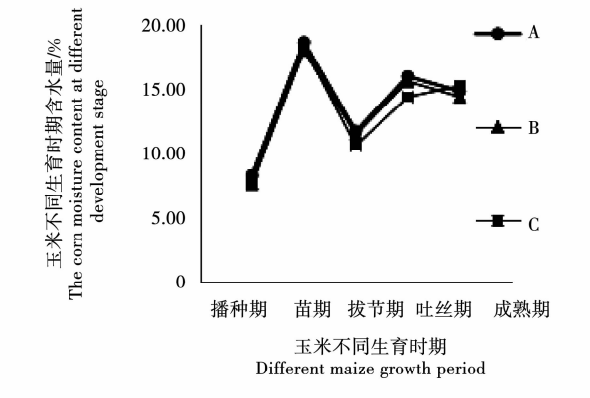


图2 深松对0~15 cm土层土壤含水量的影响图
Fig. 2 Effect of deep loosening on soil water content of 0~15 cm soil layer

2.3 深松对产量及其产量构成的影响

表2为深松对产量及其相关参数的影响,由此可知,处理A产量最高,为11 274 kg·hm⁻²,处理B公顷产量为11 018 kg·hm⁻²,分别较处理C增产8.70%、5.86%。处理A、处理B与处理C产量的差异达到极显著水平;深松作业后的处理

A的百粒重、穗粒数均高于处理B和C。

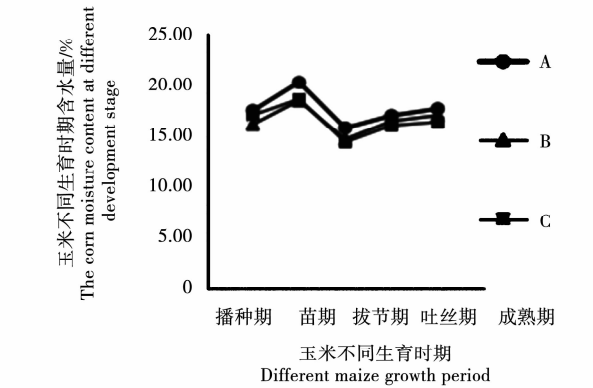


图3 深松对15~25 cm土层土壤含水量的影响
Fig. 3 Effect of deep loosening on soil water content of 15~25 cm soil layer

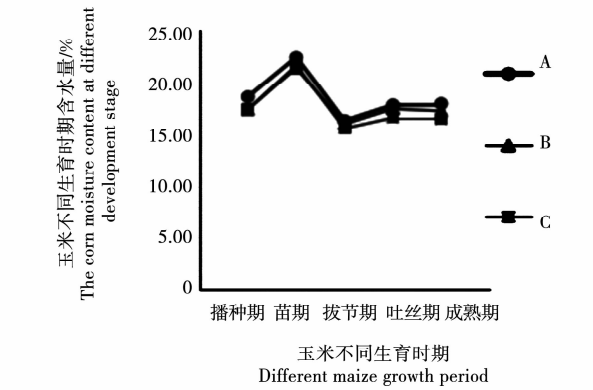


图4 深松对25~35 cm土层土壤含水量的影响
Fig. 4 Effect of deep loosening on soil water content of 25~35 cm soil layer

表2 深松对产量及其相关参数的影响

Table 2 Effect of deep loosening on yield and correlation coefficient								
处理 Treatments	2行10 m株数 2 line 10 m plant number	秃尖长/cm Bare top length	穗粒数 Seeds per ear	2行10 m 穗重/kg 2 line 10 m spike weight	出籽率/% Seed- producing percentage	含水量/% Moisture content	百粒重/g 100- kernelweight	实际产量 /(kg·hm ⁻²) Yield
A	85 a	2.1 b	642 a	23.4 a	79.3 a	32.2 b	26.1 a	11274 aA
B	85 a	2.4 a	638 b	23.2 a	78.7 ab	32.4 b	25.6 b	11018 bB
C	85 a	2.4 a	632 b	22.5 b	78.1 a	33.5 a	25.2 b	10372 cC

3 结论与讨论

3.1 深松对土壤容重的影响

松紧适宜的土壤环境有利于作物的生长发育,过松过紧均不利^[10]。本研究结果表明,深松作业显著降低了15~25 cm土层的容重,其主要原因是深松作业对15~25 cm土层进行了扰动,加深了耕层;改善了15~25 cm土层土壤固、液、

气三相状况。因此深松对于土壤结构保护和改善具有极为重要的作用。

3.2 深松对土壤含水量的影响

本研究结果显示,深松作业提高了玉米在不同生育时期的土壤含水量,尤其深层次土壤15~35 cm土壤含水量,出现这种结果的原因可能是深松措施加深了土壤耕层,改善了土壤的物理性

状,增加了土壤孔隙度,土壤蓄水、持水与水分传导性能得以改善的结果。同时研究结果表明秋深松对提高土壤含水量的效果好于春深松,这是因为秋深松有利于蓄积冬季与早春降雪降水。

3.3 深松对产量及其产量构成的影响

玉米产量的提高在一定程度上与土壤条件、施肥种类和数量及配施方式等密切相关^[11]。本研究中,深松作业显著提高了玉米产量及穗粒数、百粒重等参数,降低了籽粒含水量和秃尖长度。因为机械化深松改善了土壤物理性状,打破了土壤犁底层,进一步促进了作物对土壤深层养分和水分的吸收与利用,促进了玉米的生长发育。深松提高了土壤对水分的蓄积能力,使作物抵御干旱胁迫的能力增强,这对半干旱区玉米生产极为重要。秋深松对半干旱区玉米增产效果好于春深松。

综上所述,深松耕作打破了土壤犁底层,降低土壤容重,疏松土壤,增强降水入渗速度,增加土壤储水量,构建比较合理耕层,提高作物抵御干旱胁迫的能力,有利于半干旱区玉米生长发育和产量的提高。

参考文献:

[1] 黑龙江省 2015 年统计年鉴[M]. 黑龙江:中国统计出版社,

2014;38-39.

- [2] 刘玉涛,王宇先,张树权,等. 深松垄作对土壤物理性状及玉米产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2014 (3):37-40.
- [3] 周小平,张岁岐,杨晓青,等. 玉米根系活力杂种优势及其与光合特性的关系[J]. 西北农业学报, 2008,17(4):84-90.
- [4] Bengough A G, Mulins C E. Mechanical impedance to root growth: A review of experimental techniques and root growth responses [J]. Soil Sci,1990,1:341-358.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005: 30-165.
- [6] 许迪. 夏玉米耕作方式对耕层土壤特性时间变异性的影响[J]. 水土保持学报,2000,14(1):64-70.
- [7] 丁昆仑. 深松耕作对土壤水分物理特性及作物生长的影响[J]. 中国农村水利水电,1997(11):13-16.
- [8] 王维忠,李明金. 机械化深松整地技术初探[J]. 农业装备技术,2006(12):14-15.
- [9] 李明德,刘琼峰,吴海勇,等. 不同耕作方式对红壤旱地土壤理化性状及玉米产量的影响[J]. 生态环境学报,2009, 18(4):1522-1526.
- [10] 边少锋,马虹,薛飞,等. 吉林省西部半干旱区深松蓄水耕作技术研究[J]. 玉米科学,2008(1):67-68.
- [11] 王晓娟,贾志宽,梁连友,等. 旱地有机培肥对玉米产量和水分利用效率的影响[J]. 西北农业学报,2009,18(2): 93-97.

Effect of Deep Loosening on Water Storage Capacity of Soil and the Yield of Maize in Semi-arid Regions

GAO Pan, LIU Yu-tao, WANG Yu-xian, YANG Hui-ying, XU Ying-ying, WANG Jun-he

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Qiqihar Comprehensive Experiment of Station The National Maize Industry Technology Research and Development Center, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

Abstract: To discuss the effect of deep loosening in Semi-arid regions, the maize cultivar Xianyu 335 as experimental materials to study the effect of fall deep loosening, spring deep loosening, conventional tillage (rotary tillage) on water storage capacity of soil and the yield of maize in semi-arid regions. The results showed that 1. bulk density of 15~25 cm soil layer can be decreased by treatment A and treatment B, soil bulk density difference of treatment B and treatment C reached significant level; 2. Deep loosening increased soil moisture, treatment A soil moisture content of the three layers were higher than in treatment B and C; 3. The yield of treatment A was 11 274 kg·hm⁻², the yield of treatment B was 11 018 kg·hm⁻², Respectively the yield increased by 8.70%, 5.86% compared with treatment C. The yield of treatment A and treatment B and treatment C production difference reached significant level.

Keywords: semiarid region; maize; deep loosening; deep tillage; soil bulk density; soil moisture; yield