

# 黑土区深松改土对玉米产量形成和土壤性状的影响

王俊河,郝玉波,姜宇博,钱春荣,于 洋,宫秀杰,李 梁

(黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所/农业部东北地区作物栽培科学观测实验站,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为了明确黑土区玉米田合理的深松方式,探索不同深松处理对土壤物理性状和产量的影响,以先玉 335 为供试材料,进行玉米田深松改土试验。结果表明:深松改土后土壤容重和坚实度显著降低,土壤田间持水量提高;深松可以提高玉米籽粒产量,其中以秋季深松 30 cm 效果最好。

**关键词:**玉米;深松;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(2014)12-0033-03

目前我国耕地主要是小型动力翻整地,90% 以上土地已多年未深松,造成土壤耕层变薄,一般为 15 cm 左右<sup>[1]</sup>,从而形成坚硬的犁底层。由于犁底层的存在,作物根系下扎困难,从而影响作物的生长发育及产量。土壤深松是打破犁底层最有效的方法,深松可以改善耕层结构,疏松土壤,增强土壤蓄水抗旱能力,提高作物水肥利用效率,实现高产高效<sup>[2-3]</sup>。该试验通过深松与旋耕耕作方式的对比,了解深松对土壤的改良以及对玉米产量形成的影响,为建立和发展适用于黑土区农作物生产的耕作技术体系提供参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试玉米品种为先玉 335。试验土壤为黑钙土,有机质含量为 34.2 g·kg<sup>-1</sup>,全氮含量为 1.35 g·kg<sup>-1</sup>,全磷含量为 0.41 g·kg<sup>-1</sup>,全钾含量为 0.76 g·kg<sup>-1</sup>,土壤 pH6.56。

### 1.2 方 法

1.2.1 试验设计 试验于 2011~2012 年在黑龙江省现代农业示范区(哈尔滨市民主乡试验基地)进行。采用大区对比法,不设重复。共设置 3 个处理,处理 A:秋季深松 30 cm,处理 B:春季深松 30 cm,处理 C(CK):常规表层旋耕 15 cm 方式。6 行区,行长 180 m,垄距 0.65 m,小区面积 702 m<sup>2</sup>。

秋季深松于 2011 年 10 月份玉米田间收获后进行,春季深松于玉米三叶期进行。种植密度 60 000 株·hm<sup>-2</sup>,于玉米播种时一次性施入金正大缓控肥(N:P:K=24:12:12)600 kg·hm<sup>-2</sup>。

1.2.2 土壤容重测定 采用环刀法测定。测定深度为 0~15、15~25 及 25~35 cm,逐层取土样测其土壤中土壤容重,每个点重复 3 次。

$$\text{土壤容重}(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})=\frac{\text{环刀内烘干土样质量}(\text{g})}{\text{环刀体积}(\text{cm}^3)}$$

1.2.3 土壤坚实度测定 采用土壤坚实度仪测定。测定深度为 0~15、15~25 及 25~35 cm,逐层取土样测其坚实度,每个点重复 3 次。

1.2.4 土壤含水量测定 采用烘干法,土壤含水量的测定方法和取样操作步骤与土壤容重测定方法相同。

$$\text{土壤含水量}(\%)=\frac{(\text{湿土重}+\text{环刀重})-(\text{干土重}+\text{环刀重})}{\text{烘干土样重}}$$

1.2.5 土壤田间持水量测定 采用室内环刀法测定。将所采原状土样带回室内浸泡水中,液面较环刀上缘低 1~2 mm,饱和一昼夜。在与测定土样相同的土层处另外采一些土样,风干、磨碎、通过孔径 1 mm 筛,装入环刀,轻拍击实,并且稍微装满些。将装有饱和水分的原状土样的环刀的底盖(有孔的盖子)移去,把此环刀连同滤纸一起放在装有风干土的环刀上。为使接触紧密,可用砖头压实(一对环刀用 3 块砖压)。经过 8 h 吸水过程后,取上面环刀中的原状土 15~20 g,放入铝盒,立即称重,准确至 0.01 g。烘干,测定含水量,此值为土壤的田间持水量。

1.2.6 测 产 5 点取样,在 2 行中连续测 10 m,调查株数、穗数及倒伏率,收回全部果穗称重,折

收稿日期:2014-09-21

**基金项目:**国家玉米产业技术体系哈尔滨综合试验站资助项目(CARS-02-40);作物生物学国家重点实验室开放课题资助项目(2013KF02);黑龙江省留学归国科学基金资助项目(LC 201415)

**第一作者简介:**王俊河(1963-),男,黑龙江省绥化市人,学士,研究员,从事作物耕作栽培研究。E-mail:wangjunhe63@163.com。

算成标准含水量(14%)的产量。

采用 DPS13.0 软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 深松对玉米产量及产量构成要素的影响

由表 1 可知,深松各处理玉米果穗长、穗粒数、千粒重及生物产量增加,秋深松 30 cm(A)生物产量分别较 CK 增加 8.1%、7.5%、6.8% 和 12.2%,同时玉米籽粒生产力提升,秋深松 30 cm 和春深松 30 cm(B)分别较 CK 增产 11.82% 和

2.84%。

### 2.2 土壤容重

由表 2 可知,全生育期,秋深松 30 cm 和春深松 30 cm 容重分别较 CK 降低 4.5% 和 5.2%。从降低土壤容重角度,以春季深松 30 cm 效果较好。秋季深松主要影响 25~35 cm 土层容重,而春季深松主要影响 0~15 cm 土层容重,这可能与冬季土壤自然沉实和春季田间播种活动有关。

表 1 深松对玉米产量及产量构成要素的影响

Table 1 Effect of subsoiling on yield and its components

处理 Treatments	果穗长/cm Ear length	果穗粗/cm Ear Diameter	穗粒数 Ear grains	千粒重/g 1000-grain weight	生物产量/ kg·hm <sup>-2</sup> Biomass	经济产量/ kg·hm <sup>-2</sup> Yield
A	22.8 a	25.7 a	743.3 a	409.3 a	32521 a	12063 a
B	21.3 b	25.0 a	700.7 b	403.9 a	29833 b	11094 b
C(CK)	21.1 b	25.9 a	691.3 b	383.4 b	28987 c	10788 b

表 2 不同深松处理土壤容重

Table 2 Soil bulk density of different treatments

处理 Treatments	取样深度/ cm Sampling depth	平均土壤容重/ g·cm <sup>-3</sup> Soil bulk density	全生育期平均 土壤容重/ g·cm <sup>-3</sup> Average soil bulk density
A	0~15	1.30	1.28 b
	15~25	1.34	
	25~35	1.21	
	25~35	1.21	
B	0~15	1.22	1.27 b
	15~25	1.29	
	25~35	1.29	
	25~35	1.29	
C(CK)	0~15	1.36	1.34 a
	15~25	1.36	
	25~35	1.29	
	25~35	1.29	

注:表中数据均为 3 个采样点的平均值。下同。

Note: The data are the average of the three sample point. The same below.

### 2.3 土壤坚实度

从表 3 可以看出,总体来说,处理 A、B、C 全生育期土壤坚实度大小顺序为 C>A>B,可见随着深松时间推迟,土壤坚实度逐渐减少。深松同样降低了不同层次的土壤坚实度。6 月 20 日,秋深松 30 cm 和春深松 30 cm 土壤坚实度分别较

CK 降低 22.0% 和 44.5%。

表 3 不同深松处理土壤坚实度

Table 3 Soil hardness of different treatments

取样时间/ 月-日 Sampling date	取样深度/cm Sampling depth	土壤坚实度/kg·cm <sup>-2</sup> Soil hardness		
05-20	0~15	15.1	14.5	14.9
	15~25	17.2	16.1	20.8
	25~35	21.8	18.8	24.6
	平均值	18.0	16.5	20.1
	平均值	18.0	16.5	20.1
06-20	0~15	26.3	13.5	28.4
	15~25	28.5	15.9	44.3
	25~35	28.4	29.6	33.7
	平均值	27.7	19.7	35.5
	平均值	27.7	19.7	35.5
07-31	0~15	14.3	11.3	16.7
	15~25	18.1	18.4	22.8
	25~35	24.3	25.8	29.5
	平均值	18.9	18.5	23.0
	平均值	18.9	18.5	23.0
10-08	0~15	8.7	5.7	7.3
	15~25	9.9	15.1	12.0
	25~35	10.8	18.2	19.0
	平均值	9.8	13.0	12.7
	平均值	9.8	13.0	12.7

### 2.4 土壤含水量

由表 4 可以看出,处理 A、B、C 全生育期土壤含水量分别为 20.7%、20.4% 和 19.9%,可见深松增加了土壤含水量,其中以秋季深松 30 cm 土壤含

水量最高。深松同样提高不同层次的土壤含水量。

表 4 不同深松处理土壤含水量

Table 4 Soil water contents of different treatments

处理 Treatments	取样深度/cm Sampling depth	土壤平均 含水量/% Soil water contents	全生育期 土壤平均含 水量/% Average soil water contents
A	0~15	19.9	20.7 a
	15~25	20.6	
	25~35	21.6	
B	0~15	19.3	20.4 a
	15~25	20.9	
	25~35	21.0	
C	0~15	18.5	19.9 b
	15~25	20.3	
	25~35	20.9	

表 5 不同深松处理土壤田间持水量

Table 5 Soil field capacity of different treatments

处理 Treatments	取样深度/cm Sampling depth	平均田间 持水量/% Field capacity	平均田间 持水量/% Average field capacity
A	0~15	27.99	27.5 a
	15~25	27.63	
	25~35	26.89	
B	0~15	25.52	25.1 b
	15~25	25.18	
	25~35	24.49	
C	0~15	23.90	23.4 c
	15~25	23.52	
	25~35	22.80	

## 2.5 土壤田间持水量

由表 5 可知,收获后不同处理田间持水量均表现为随土层加深土壤田间持水量呈递减趋势。秋深松 30 cm 和春深松 30 cm 的 15~25 和 25~35 cm 土

层的田间持水量(27.63%、26.89%和 25.18%、24.49%)均高于 CK(23.52%、22.80%)。处理 A、B、C 平均田间持水量分别为 27.5%、25.1%及 23.4%,各处理间差异显著。可见深松可以提高土壤田间持水量,增强玉米田蓄水保墒能力。

## 3 结论与讨论

深松中耕处理可明显提高土壤有机质及全氮、磷、钾含量<sup>[4]</sup>。于晓芳对内蒙古西部春季不同深松处理研究表明,春季深松有效地扩大耕层深度,提高土壤蓄水保墒能力,加快生育进程,有效提高玉米单产,降低倒折率<sup>[5]</sup>。俞成乾深松试验分析表明,深松改善耕层构造,改良土壤性状,提高土壤水分的保蓄量,增强土壤通风透气性能,为农作物出苗和根系生长发育创造了良好的条件<sup>[6]</sup>。杨耿斌对黑龙江早熟地区深松方式分析表明,深松处理产量秋季深松>春季、夏季深松>常规耕作<sup>[7]</sup>。该文的试验研究表明,深松降低了土壤容重和坚实度,提高土壤含水量,改善土壤理化性状,有利于玉米生长发育,从而增加玉米生物产量和籽粒产量。综合而言,以秋季深松 30 cm 效果较好。

## 参考文献:

- [1] 国家玉米产业技术研发中心. 我国玉米产业发展的技术需求[J]. 玉米科学, 2008, 16(3): 130-133.
- [2] 孙敏, 高志强, 赵维峰, 等. 休闲期深松配施氮肥对旱地土壤水分及小麦籽粒蛋白质积累的影响[J]. 作物学报, 2014, 40(7): 1286-1295.
- [3] 王小彬, 蔡典雄, 金轲, 等. 旱坡地麦田夏闲期耕作措施对土壤水分有效性的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(9): 1044-1049.
- [4] 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, 23(5): 167-170.
- [5] 于晓芳, 高聚林, 尹斌, 等. 春季深松对内蒙古西部农田土壤结构及玉米产量的影响[J]. 内蒙古农业科技, 2012(3): 21-23.
- [6] 俞成乾. 机械深松营造“土壤水库”工程技术在兰州地区的推广研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(5): 52-55.
- [7] 杨耿斌, 刘兴焱, 王立春, 等. 黑龙江早熟地区深松对玉米产量及土壤状态的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2014(7): 23-28.

# Effect of Subsoiling on Maize Yield and Soil Characteristics in Black Soil Region

WANG Jun-he, HAO Yu-bo, JIANG Yu-bo, QIAN Chun-rong, YU Yang, GONG Xiu-jie, LI Liang  
(Crop Cultivation Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Scientific Observing and Experimental Station of Crop Cultivation in Northeast China, Ministry of Agriculture, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** In order to define the reasonable subsoiling way of black soil region in the maize field and explore the effect of subsoiling on soil physical properties and maize yield. The subsoiling tillage was tested from 2011 to 2012 in Harbin of Heilongjiang province, while Xianyu 335 was used as material. The results showed that bulk density, hardness and water content of soil increased and maize yield improved, and the effect of subsoiling in autumn(30 cm) was the best.

**Key words:** maize; subsoiling; soil bulk density; soil water content; yield