

机械深松对土壤容重和机械组成的影响

顾 鑫¹,任翠梅¹,王丽娜¹,杨 丽¹,姚 雪²,齐国超¹,韩 冰¹,刘 洋¹

(1. 黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316;2. 哈尔滨市南岗区农林水务畜牧兽医局,黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要:为探究农田耕层对机械深松不同程度的适宜性,采用田间大区试验,分别设置常规松土 25 cm(对照)、机械深松 30 cm 和机械深松 40 cm 三个处理,比较分析了各处理对农田 0~20 cm 和 20~40 cm 两个土层中土壤容重和土壤机械组成的影响。结果表明:与常规松土 25 cm 相比,机械深松 30 cm 对 0~20 cm 土壤容重影响不显著($P<0.05$),使 20~40 cm 土壤容重显著降低了 10%,而机械深松 40 cm 使 0~20 cm 和 20~40 cm 土壤容重分别显著降低了 12.4% 和 21.0%;在 0~20 cm 和 20~40 cm 两个土层中,与常规松土 25 cm 相比,机械深松 30 cm 和机械深松 40 cm 均表现为粗砂粒(2~0.5 mm)、粉粒(0.05~0.002 mm)和粘粒(<0.002 mm)含量呈现出增加的趋势,细砂粒(0.5~0.05 mm)整体呈现出减少的趋势。可见,机械深松明显有利于疏松土壤,降低土壤容重,改变土壤的机械组成,增加了粗砂粒、粉粒和粘粒的比重,而相对减少细砂粒的比重。

关键词:机械深松;土壤容重;机械组成

在我国北方地区,牲畜或拖拉机带犁耕作是一种常见的农业整地措施,见于秋收之后或春播之前,目的在于疏松土壤,恢复土壤团聚能力,使得土壤能够保肥保墒。然而,长期同等深度的犁耕又会在土壤表层和底层之间形成厚而坚实的“犁底层”^[1]。前人研究指出这种浅薄的犁底层对于土壤保水保肥是有益的,但过厚的犁底层会影响土壤中物质和能量的流通^[2],不利于作物根系的生长,必须采取深松深翻等措施破除犁底层。机械深松技术通过改善土壤性质,达到作物增产的目的,是一项先进的土壤改良手段^[3]。李传友^[4]采取单因素二水平试验方法,对比研究了农田免耕和深松技术措施,结果表明与免耕相比,深松可使土壤容重降低约 $0.1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,有效地消除了土壤板结的问题。孙成明等^[5]采取机械深松在江苏省涟水县开展小麦种植试验,结果表明深松处理后的小麦出苗率明显增加、产量显著提高。

土壤中大小的颗粒按照一定的比例分配组合,直接影响着土壤的各种性质。因此,本文在前人研究基础之上,对比研究了常规松土 25 cm、机械深松 30 cm 和机械深松 40 cm 对农田土壤容重和机械组成的影响,以期探索机械深松技术作用的本质机理提供一定的数据基础,进一步为农田土壤耕层的改造构建提供一定的科学支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验设置在黑龙江省农业科学院大庆分院试验基地,地势相对较低,地形为碟形凹地,温带大陆性季风气候,春季多风,夏季多雨,秋季凉爽,冬季寒冷的特点。年均气温 $3.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,年均降水量 426 mm,年均蒸发量 972 mm。土壤季节性发生盐碱化,其主要理化性质详见表 1。

表 1 土壤主要理化性质

Table 1 The main physical and chemical properties of soil

	饱和持水量/%	电导率/	有机质/	碱解氮/	速效磷/	有效钾/
pH	Saturation	($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
	moisture	Electrical	Organic	Effective	Available	Available
	capacity	conductivity	matter	nitrogen	phosphorus	potassium
8.74	37.5	102.9	26.2	119.5	17.7	119.7

1.2 方法

1.2.1 试验设计 共设计 3 个处理:常规松土 25 cm(对照)、机械深松 30 cm、机械深松 40 cm,

收稿日期:2018-07-04

基金项目:大庆市指导科技计划资助项目(zd-2017-81)。

第一作者简介:顾鑫(1988-),男,硕士,研究实习员,从事土壤改良与土壤生态研究。E-mail: guxin88@yeah.net。

各处理均在秋季作物收获以后进行机械松土,次年春播种玉米,各处理进行一致的田间常规管理。试验开始于2015年秋季,采用田间大区对比,每一个大区面积均为3 333.5 m²,无重复,2016和2017年重复试验处理,于2018年4月中旬(当年春播之前)采集土壤样品,分两层,表层土0~20 cm和底层土20~40 cm。

1.2.2 测定项目及方法 土壤容重的测定采用传统经典环刀法^[6]。土壤机械组成的测定采用激光法^[7],在激光粒度分析仪(型号 TopSizer,中国·珠海)上进行,按美国土壤质地分类^[8]将土壤机械组成为粗砂粒(2~0.5 mm)、细砂粒(0.05~0.5 mm)、粉粒(0.05~0.002 mm)和粘粒(<0.002 mm)。土壤颗粒的平均重量直径(mean weight diameter)^[9]:指某一粒级颗粒的重量百分比 Wi 乘以这一粒级的平均直径 Di,所有测得粒级的上述乘积之和。

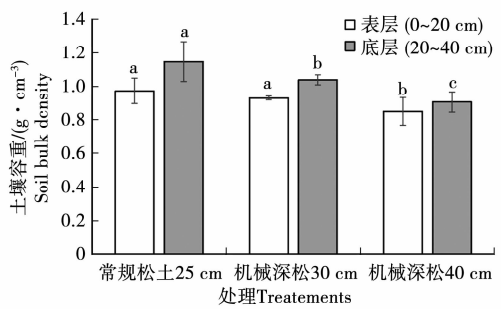
1.2.3 数据分析 采用 Excel 2016 整理试验数据并制图,利用 SPSS 20.0 进行方差分析,运用 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤容重的影响

从图1可以看出,各处理0~20 cm表层土壤容重为0.85~0.97 g·cm⁻³,其中常规松土25 cm处理和机械深松30 cm处理之间差异不显著,但二者均显著高于机械深松40 cm处理($P<0.05$)。机械深松40 cm处理0~20 cm表层土壤容重平均为0.85 g·cm⁻³,与常规松土25 cm相比,降低了12.4%。各处理20~40 cm底层土壤容重均略高于0~20 cm表层,为0.91~1.15 g·cm⁻³。

20~40 cm 底层土壤容重在各处理之间均达到显著差异($P<0.05$),表现为常规松土25 cm>机械深松30 cm>机械深松40 cm,与常规松土25 cm相比,机械深松30 cm处理和机械深松40 cm处理分别降低了10%和21%。



同一层间不同小写字母代表差异显著($P<0.05$,Duncan 法检验),下同。
Different lowercase letter in the same soil layer indicate significant difference among treatments($P<0.05$,Duncan test),the same below.

图1 不同处理下各土层的土壤容重
Fig.1 Soil bulk density in the different soil layers under different treatments

2.2 不同处理对土壤机械组成的影响

从表2可以看出,各处理0~20 cm表层土壤中,粗砂粒含量为21.00%~29.52%,机械深松30 cm处理和机械深松40 cm处理间差异不显著,但二者均显著高于常规松土25 cm处理($P<0.05$);细砂粒含量为35.69%~46.55%,各个处理之间差异均显著($P<0.05$),含量表现为常规松土25 cm>机械深松40 cm>机械深松30 cm;粉粒含量为32.42%~34.73%,各个处理之间差异不显著($P<0.05$);粘粒含量为0.03%~0.10%,机械深松30 cm处理和机械深松40 cm处理间差异不显著,但二者均显著高于常规松土25 cm处理($P<0.05$)。

表2 不同处理下土壤机械组成
Table 2 Soil mechanical composition under different treatments

处理 Treatments	土层 Soil layer	粗砂粒 (2~0.5 mm)/% Coarse sand	细砂粒 (0.5~0.05 mm)/% Fine sand	粉粒 (0.05~0.002 mm)/% Silt	粘粒 (<0.002 mm)/% Clay
常规松土 25 cm	0~20 cm	21.00±2.11 b	46.55±0.93 a	32.42±1.22 a	0.03±0.01 b
机械深松 30 cm		29.52±4.03 a	35.69±2.09 c	34.73±1.97 a	0.06±0.03 a
机械深松 40 cm		25.08±2.11 a	40.74±0.63 b	34.08±1.47 a	0.10±0.01 a
常规松土 25 cm	20~40 cm	27.68±2.23 b	42.19±1.06 a	30.08±1.75 b	0.05±0.01 c
机械深松 30 cm		40.25±4.30 a	28.47±1.87 b	31.06±2.50 b	0.22±0.04 b
机械深松 40 cm		47.32±3.28 a	13.46±0.20 c	38.63±3.11 a	0.59±0.06 a

各处理20~40 cm表层土壤中,粗砂粒含量为27.68%~47.32%,机械深松30 cm处理和机械深松40 cm处理间差异不显著,但二者均显著

高于常规松土25 cm处理($P<0.05$);细砂粒含量为13.46%~42.19%,各个处理之间差异均显著($P<0.05$),表现为常规松土25 cm>机械深松

30 cm>机械深松 40 cm;粉粒含量为 30.08%~38.63%,常规松土 25 cm 处理和机械深松 30 cm 处理间差异不显著,但二者均显著低于机械深松 40 cm 处理($P<0.05$);粘粒含量为 0.05%~0.59%,各个处理之间差异均显著($P<0.05$),表现为常规松土 25 cm<机械深松 30 cm<机械深松 40 cm。

2.3 不同处理对土壤机械组成平均重量直径的影响

从图 2 可以看出,在 0~20 cm 表层土壤中,常规松土 25 cm 处理土壤颗粒的平均重量直径最小,平均为 0.399 mm,显著低于机械深松 30 cm 处理和机械深松 40 cm 处理($P<0.05$);机械深松 30 cm 处理和机械深松 40 cm 处理土壤颗粒的平均重量直径分别为 0.476 和 0.449 mm,它们之间差异不显著($P<0.05$),与常规松土 25 cm 相比,分别提高了 19%和 13%。在 20~40 cm 表层土壤中,土壤颗粒的平均重量直径为 0.470~0.639 mm,各处理之间差异显著($P<0.05$),表现为常规松土 25 cm<机械深松 30 cm<机械深松 40 cm;与常规松土 25 cm 相比,机械深松 30 cm处理和机械深松 40 cm 处理土壤颗粒的平均重量直径分别提高了 25%和 36%。

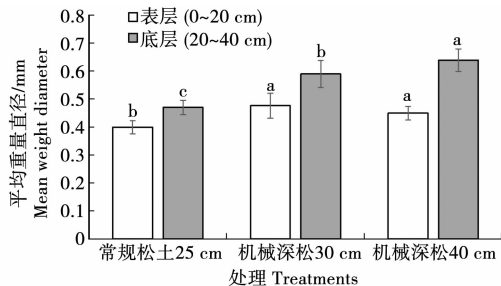


图 2 不同处理下土壤机械组成的平均重量直径

Fig. 2 Mean weight diameter of soil mechanical composition under different treatments

3 结论与讨论

机械松土整地是农耕上一项重要的农业技术措施,机械松土能够破除因长年犁耕压实累积而形成的犁底层,能够疏通土壤的通透性,增加土壤的孔隙度,有利于促使土壤团粒结构的形成^[10-11]。容重作为土壤重要的基本物理性质之一,前人研究认为土壤容重直接反映土壤松紧程度,间接改变土壤的水、肥、气、热等因素并影响作物的生长^[12-13]。本试验在农田耕层上实施了连续三年的机械不同深度疏松土壤,结果表明机械深松 30 cm 和机械深松 40 cm 均显著降低了表层(0~20 cm)土壤和底层(20~40 cm)土壤的容重,对土壤起到了较好的疏松效果,尤其在底

层(20~40 cm)土壤上容重表现为随着深松深度的增加而降低的更加明显。

前人认为土壤机械组成是由大小粒级不同的土壤颗粒按不同的比例混合在一起而表现出的土壤粗细状况,它不仅影响着土壤水分、空气和热量的运动,而且还影响养分的转化和土壤结构的类型^[14]。本试验结果表明机械深松扰动了土壤上空间和下空间之间的流通,导致了土壤机械组成发生了显著的改变,与常规松土 25 cm 相比,机械深松 30 cm 和机械深松 40 cm 均表现为粗砂粒(2~0.5 mm)、粉粒(0.05~0.002 mm)和粘粒(<0.002 mm)含量呈现出增加的趋势,细砂粒(0.5~0.05 mm)整体呈现出减少的趋势;而机械深松 30 cm 处理和机械深松 40 cm 处理之间机械组成的变化差异在表层(0~20 cm)土壤中体现不显著,但在底层(20~40 cm)土壤中体现显著。土壤颗粒的平均重量直径表现为随着深松深度的增加而变大的趋势。综上所述,机械深松明显有利于疏松土壤,降低土壤容重,改变土壤的机械组成,增加了粗砂粒、粉粒和粘粒的比重,而相对减少细砂粒的比重。

参考文献:

- [1] 翟振,李玉义,逢焕成,等. 黄淮海北部农田犁底层现状及其特征[J]. 中国农业科学, 2016, 49(12): 2322-2332.
- [2] 王家盛,朱福庆,梁孟菊,等. 过湿条件下不同耕作技术比较研究[J]. 农业与技术, 2016, 36(1): 30-31.
- [3] 马根众,王健. 山东土壤机械深松技术发展现状与应用建议[J]. 山东农业科学, 2012, 44(11): 137-140.
- [4] 李传友. 机械深松对土壤理化属性和夏玉米生长特性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2014, 45(6): 746-750.
- [5] 孙成明,曹军,刘涛,等. 稻麦周年地区机械深松对土壤特性及小麦产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 76-77.
- [6] 柴华,何念鹏. 中国土壤容重特征及其对区域碳储量估算的意义[J]. 生态学报, 2016, 36(13): 3903-3910.
- [7] 冯腾,陈洪松,张伟,等. 激光粒度仪与沉降吸管法测定喀斯特地区土壤机械组成的对比研究[J]. 农业现代化研究, 2013, 34(1): 100-103.
- [8] 潘瑞,刘树庆,宁国辉,等. 土壤质地定名法及吸湿水与土壤粒级含量关系的研究[J]. 北方园艺, 2010(16): 25-29.
- [9] 顾鑫. 旱田土壤团集体的空间变异分析[J]. 黑龙江农业科学, 2017(8): 43-46.
- [10] 张淑利,谢迎新,张传忠,等. 松土促根剂对麦田土壤容重及小麦籽粒产量的影响[J]. 河南农业科学, 2015, 44(7): 32-35.
- [11] 朱宪良,李静,董培岩. 机械化深松整地技术分析研究[J]. 农业机械, 2011(21): 44.
- [12] 王铁浩,王彦辉,谢双喜,等. 六盘山小流域地形、植被特征与土壤水文物理性质的关系[J]. 生态学杂志, 2012, 31(1): 145-151.
- [13] 李梅,张学雷. 不同土体构型的土壤肥力评价及与容重关系分析[J]. 土壤通报, 2011, 42(6): 1420-1427.
- [14] 冯瑞,郭月峰,张霞,等. 敖汉旗两种主要土壤类型的土壤机械组成[J]. 农业工程, 2017, 7(6): 100-103.