

辽西半干旱地区深松中耕对土壤养分及玉米产量的影响

张玉玲, 张玉龙, 黄毅, 邹洪涛, 信东旭, 张哲元

(沈阳农业大学土地与环境学院 辽宁省农业资源与环境重点实验室, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要: 在辽宁西部阜新旱作农业示范区进行田间试验, 探讨了深松中耕对这一地区土壤养分及玉米产量的影响。结果表明: 与传统耕作相比, 深松中耕能够提高 0~30 cm 土层土壤有机质含量及 0~20 cm 土层土壤全 N、P、K 含量, 以提高 0~10 cm 土层土壤全 N 含量最为显著 ($P < 5\%$); 能够增加 0~20 cm 土层土壤碱解氮含量及 0~30 cm 土层土壤有效钾含量, 以增加 0~10 cm 土层土壤有效钾含量最为显著 ($P < 5\%$); 显著增加 10~30 cm 土层土壤有效磷含量 ($P < 5\%$); 增加了玉米产量, 增加幅度为 7.80%。

关键词: 深松中耕; 土壤养分; 玉米产量; 辽西半干旱地区

中图分类号: S513.048 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)04-0167-04

干旱问题一直是农业生产重要的限制因素^[1]。近年来, 随着气候变暖, 我国东北辽西地区干旱问题越发突出。辽宁西部半干旱地区, 春季降水较少, 容易形成春旱, 此外, 由于传统农业机械作业主要是以华式犁为主的耕翻作业, 致使土地结构变劣, 土壤贫瘠干化, 水分和养分流失日益严重, 导致土壤退化, 作物产量低而不稳, 严重制约着农业的可持续发展^[2]。因此, 合理的耕作措施不仅可以改善土壤理化特性及作物生长状况; 也可以有效地利用自然降水, 提高作物产量, 是这一地区解决干旱问题的主要途径之一。在传统耕作中, 土壤由于人畜的踩踏和机车轮子的碾压而被过度压实, 容易在耕层底部形成坚硬的犁底层。由于犁底层的存在, 作物根系穿扎困难, 从而影响作物的生长发育及产量; 此外, 犁底层使降水不能及时渗入土层内而形成地表径流, 以致造成严重的水土流失^[3]。土壤深松是打破犁底层的最有效的方法, 通过适宜深度土壤的深松, 可降低土壤容重, 增加土壤的通透性^[4~6]; 另外, 也有研究表明, 深松耕作可明显提高夏玉米的根长、根深及根量, 为有效利用土壤水分及养分创造了条件, 可使夏玉米产量提高 5.7%~11.3%^[7]。本研究在农业部辽宁西部阜新旱作农业示范区进行, 通过田间试验, 探讨了深松中耕对这一地区土壤养分状况及玉米产量的影响, 以期对辽西西部半干旱地区旱作的合理耕作技术的建立和实施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地基本概况

试验地位于辽宁省西北部的阜新蒙古族自治县, 地理坐标为东经 121°01'14"~122°25'51", 北纬 41°44'39"~42°34'13"。该区属温带半干旱季风大陆性气候。春季干旱多风; 夏季炎热, 昼夜温差大; 秋季冷凉早霜; 冬季寒冷少雪。全县多年平均气温 7.2℃, 作物生长季平均气温 20.2℃, >0℃日数为 231 d, 活动积温为 3 667.8℃; ≥10℃日数为 169 d, 有效积温为 3 298.3℃。多年平均年降雨量为 423 mm, 且年内分配不均, 其中春季占 12.3%, 夏季占 68.5%, 秋季占 17.7%, 冬季占 1.5% 左右。年均蒸发量为 1 847.6 mm, 平均干燥度为 3.7 左右。每年 6 级以上大风日数平均为 74.8 d, 其中春季 35.1 d, 秋季 3.8 d^[8]。

1.2 田间试验

田间试验设在辽宁省阜新蒙古族自治县他本镇桃李村。设传统耕作与深松中耕两个处理, 每一处理 3 次重复。小区面积约 0.2 hm², 试验于 2006 年进行, 玉米长至约 15 cm 高时各试验处理进行中耕, 传统耕作处理采用华式犁进行耕翻作业, 而深松中耕处理采用深松犁进行深松, 深松深度为 25 cm。各试验小区施等量氮肥 (尿素 20 kg/667m²) 和磷肥 (二铵 20 kg/667m²), 不施钾肥; 种植作物为玉米。

收稿日期: 2008-08-10

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划“旱作农业关键技术研究及示范”项目 (2006BAD29B06); 辽宁省高校创新团队计划项目 (2006T119); 辽宁省科技攻关“旱作农业项目” (2007212001)

作者简介: 张玉玲 (1972—), 女, 内蒙古通辽人, 讲师, 博士, 研究方向为土壤改良与农业节水、施肥与环境。E-mail: yuling_zhang@163.com。

于 2006 年秋季,玉米收获时测定产量,玉米收获后采集土壤样品,取样深度分别为 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm,土样经处理后备用。土壤类型为褐土。前茬种植作物均为玉米,均采用传统耕作方式进行耕作。

1.3 测定项目及方法

测定项目:土壤有机质,全 N、P、K,碱解 N,速效 P、K,均采用常规方法测定^[9]。实测玉米产量。

2 结果与分析

2.1 深松中耕对土壤养分的影响

2.1.1 不同处理土壤有机质含量的变化 土壤有机质不仅是衡量土壤肥力高低的重要指标,同时也在作物生长发育过程中起着多方面的作用。土壤中的有机质在一定的生物气候条件下会达到一个平衡值,但当水热条件、施肥和耕作制度发生变化时,土壤中的有机质也会发生变化。不同处理土壤有机质含量测定结果如图 1(图 1 中数据为 3 次重复的平均值)。

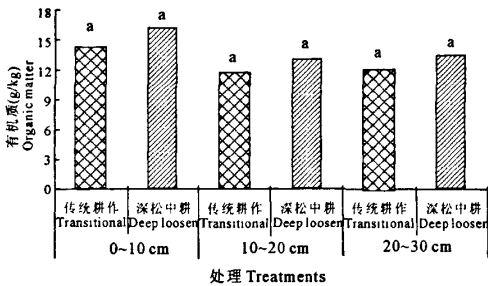


图 1 不同处理土壤有机质含量

Fig.1 The content of soil organic matter with different treatments

由图 1 可以看出,在 0~30 cm 土层深度,深松中耕处理的土壤有机质含量均高于传统耕作处理,其提高幅度为 11.13%~12.44%,但相同土层两处理之间土壤有机质含量差异均未达 5% 显著水平,这一结果表明深松中耕能够在一定程度上提高土壤有机质含量。这一方面是由于深松耕作可明显提高玉米根长、根深及根量所致^[7];另一方面可能由于适宜深度土壤的深松,降低了土壤容重,增加了土壤的通透性,创造了良好的土壤水分及养分条件,进而促进了土壤微生物的生长发育所致。另外,两个处理土壤有机质含量在 0~30 cm 土层随深度的变化规律相一致,均以 0~10 cm 土层含量为最高,以 10~20 cm 土层含量为最低,这可能是玉米生长发育过程中较多消耗 10~20 cm 土层土壤有机质的缘故。

2.1.2 不同处理土壤全 N、P、K 含量的变化 不同处理土壤全 N、P、K 含量测定结果见表 1(表 1 中数据为 3 次重复的平均值)。

表 1 不同处理土壤全 N、P、K 含量(g/kg)

Table 1 The content of soil total N, P and K with different treatments

处理 Treatments	全氮 T.N	全磷 T.P	全钾 T.K
0~10cm			
传统耕作 Traditional	0.72b	0.37a	23.71a
深松中耕 Deep loosening	1.14a	0.40a	25.30a
10~20cm			
传统耕作 Traditional	0.75a	0.26a	23.77a
深松中耕 Deep loosening	0.80a	0.41a	24.52a
20~30cm			
传统耕作 Traditional	0.66a	0.27a	23.74a
深松中耕 Deep loosening	0.66a	0.21b	23.39a

由表 1 可知,在 0~10 cm、10~20 cm 土层深度,与传统耕作处理相比,深松中耕处理均使土壤全 N、P、K 含量增加,这表明深松耕作由于提高了玉米根长、根深及根量,不仅增加了土壤有机质库量,而且也增加了土壤全 N、P、K 的数量;另外,以 0~10 cm 土层土壤全 N 含量增加最为明显,两处理间土壤全 N 含量差异达 5% 显著水平,这说明深松中耕对增加 0~10 cm 土层土壤氮库有重要的作用。在 20~30 cm 土层深度,传统耕作与深松中耕两处理间土壤全 N、K 含量大致相同,而深松中耕土壤全 P 含量显著低于传统耕作处理,深松中耕明显降低了该土层土壤全 P 的含量。

2.1.3 不同处理土壤有效养分的变化 土壤有效养分是指能够被植物直接吸收利用的养分。其主要来自土壤中各种迟效态养分的转化及土壤中的各种速效养分。土壤中各种迟效态养分的转化既受自然条件的影响,同时也受耕作措施的影响。不同处理土壤碱解氮、有效磷和有效钾含量见表 2(表 2 中数据为 3 次重复的平均值)。

由表 2 可以看出,深松中耕能够增加 0~20 cm 土层土壤碱解氮含量,增加幅度为 24.01%~35.08%;能够增加 0~30 cm 土层土壤有效钾含量,其增加幅度为 9.29%~60.23%,且在 0~10 cm 土层,两处理之间土壤有效钾含量差异达 5% 显著水平。但深松中耕对土壤有效磷含量的影响有所不同,深松中耕降低了 0~10 cm 土层土壤有效磷的含

量,其降低幅度为 25.82%,增加了 10~30 cm 土层土壤有效磷的含量,其增加幅度为 91.17%~115.84%,且两处理之间土壤有效磷含量差异均达 5% 显著水平。这表明深松中耕有利于 10~30 cm 土层中土壤磷素的有效化。

表 2 不同处理土壤碱解氮、有效磷、有效钾含量(mg/kg)

Table 2 The content of soil Alk-hydr N, Avai. P, Avai. K with different treatments

处理 Treatments	碱解氮 Alk. hydr. N	有效磷 Avai. P	有效钾 Avai. K
0~10cm			
传统耕作 Traditional	66.17a	13.64a	57.78b
深松中耕 Deep loosening	82.10a	10.12a	92.58a
10~20cm			
传统耕作 Traditional	52.89a	2.97b	40.52a
深松中耕 Deep loosening	71.45a	5.71a	46.48a
20~30cm			
传统耕作 Traditional	59.13a	2.58b	44.48a
深松中耕 Deep loosening	59.04a	5.57a	48.62a

由此可见,适宜深松措施由于降低了土壤容重,改善了土壤的通透性,可促进土壤有机氮的矿化分解,有利于土壤速效氮数量的增加;适宜深松改善了土壤的通透性,创造了良好的水分条件,促进了土壤缓效态钾的释放,进而提高了土壤有效钾的含量;另外,适宜深松提高了土壤的 pH 值,使土壤趋于中性(表 3),土壤趋于中性有利于土壤无效磷素的有效化,这可能是土壤有效磷含量增加的主要原因之一。但由于玉米整个生长期对有效磷素的吸收,致使玉米收获后 0~10 cm 土层土壤有效磷含量较传统耕作有所下降。

表 3 不同处理土壤 pH 值

Table 3 The soil pH with different treatments

处理 Treatments	pH		
	0~10cm	10~20cm	20~30cm
传统耕作 Traditional	6.14	6.68	7.06
中耕深松 Deep loosening	7.06	7.00	7.09

2.2 深松中耕对玉米产量的影响

玉米收获时测定了不同处理玉米产量,其结果如图 2 所示(数据为 3 次重复的平均值)。

由图 2 可见,深松中耕能够增加玉米产量,增加幅度为 7.80%,但两处理之间并未达显著水平。可见,在辽西半干旱地区采用深松耕作措施可创造良

好的土壤水分和养分条件,提高玉米产量。

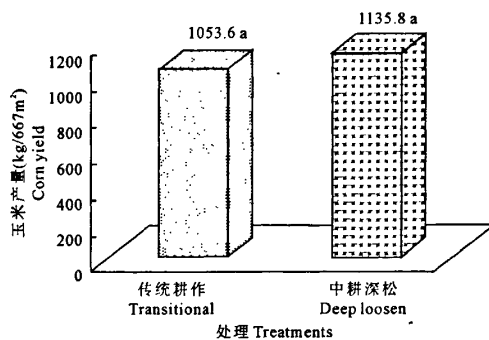


图 2 不同处理玉米产量

Fig.2 The corn yield with different treatments

3 结论

以辽西西部阜新旱作农业示范区为研究对象,比较了传统耕作和深松中耕两个处理经过玉米生长季后,土壤养分含量的变化及对玉米产量的影响,得出如下结论:

1) 玉米收获后,与传统耕作处理相比,深松中耕处理可明显提高土壤有机质及全氮、磷、钾含量。在 0~30 cm 土层,土壤有机质含量的提高幅度为 11.13%~12.44%;在 0~20 cm 土层,提高土壤全 N、P、K 含量的幅度分别为 6.67%~58.33%、11.11%~57.69%、3.15%~6.68%,其中以 0~10 cm 土层土壤全 N 含量提高的最为显著($P < 5\%$)。

2) 玉米收获后,与传统耕作处理相比,深松中耕处理能够增加 0~20 cm 土层土壤碱解氮含量,增加幅度为 24.07%~35.08%;增加 0~30 cm 土层土壤有效钾含量,增加幅度为 9.29%~60.23%,但以增加 0~10 cm 土层土壤有效钾含量最为显著($P < 5\%$);显著增加 10~30 cm 土层土壤有效磷含量($P < 5\%$)。

3) 与传统耕作处理相比,深松中耕处理能够提高玉米产量,其提高幅度为 7.80%。

由此可见,与传统耕作相比,深松中耕既可以改善土壤的养分状况,又可以提高玉米产量。因此,深松中耕技术是辽西半干旱区旱作可行的耕作技术。

参考文献:

- [1] 尚新明,常继青.甘肃中部地区雨水蓄积利用与农村经济发展[J].干旱地区农业研究,1999,17(2):116—121.
- [2] 王仕新,崔剑波,庄季屏.辽西半干旱地区深松中耕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.

- [3] 王念启,尹桥良.机械化深松作业技术对土壤性能的影响[J].生产率系统,2003,(13):49—51.
- [4] Nidal H. Abu - Hamdeh. Compaction and subsoiling effects on corn growth and soil bulk density[J]. Soil Science Society of America, 2003,67(4):1212—1218.
- [5] Henderson H D, Almassi M, Malik A A, et al. Deep tillage in the Beqa'a valley, Lebanon[J]. Transactions of the ASAE, 1981,23(6):1466—1470.
- [6] 宰松梅,仵峰.粘质土旱作深松保墒试验研究[J].灌溉排水,1999,18(3):51.
- [7] 丁昆仑,Hann M J.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] 黄毅,邹洪涛,虞娜,等.东北半干旱区秋后玉米地不同处理方式对土壤水分状况的影响[J].水土保持研究,2006,2(13):34—36.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000.

Effect of deep loosening cultivation on soil nutrients and corn yield in semiarid region of Western Liaoning Province

ZHANG Yu-ling, ZHANG Yu-long, HUANG Yi, ZOU Hong-tao, XIN Dong-xu, ZHANG Zhe-yuan

(College of Land and Environment / Liaoning Key Laboratory of Agricultural Resources and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China)

Abstract: This paper discussed the effect of inter-tillage on soil nutrients and corn yield by field experiment in dry-farming agricultural demonstration area of Fuxin in Liaoning Province. The results showed that, compared with traditional cultivation, deep loosening cultivation increased the content of soil organic in 0 ~ 30 cm soil layer and the content of total N, P and K in 0 ~ 20 cm soil layer, and it improved significantly the content of soil total N ($P < 5\%$). It increased the content of alkaline hydrolytic nitrogen in 0 ~ 20 cm soil layer and the content of available potassium in 0 ~ 30 cm soil layer, and increased significantly the amount of available potassium in 0 ~ 10 cm soil layer ($P < 5\%$). Deep loosening cultivation also increased significantly the content of available phosphorus in 10 ~ 30 cm layer ($P < 5\%$). Thus it increased the corn yield in this area, and the range of increase was 7.80%.

Key words: deep loosening cultivation; soil nutrient; corn yield; semiarid region of Western Liaoning Province

(上接第 166 页)

Enrichment and transfer characters of compound pollution with cadmium, zinc and lead in celery in arid oasis soil

HU Xiao-na, NAN Zhong-ren, LIU Xiao-wen, ZHAO Zhuan-jun, LI Yuan, HUANG Huang

(National Laboratory of Western China's Environmental System & College of Resources and Environment Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: The soil for test was sampled from arid oasis region and the characteristics of transfer and enrichment of Cd, Zn and Pb in soil-celery system was investigated through pot experiments. The results show that with the increase of concentrations of heavy metals added into the soil, the concentrations of heavy metals in celery roots and leaves also increase; There are extremely significant linear relationship between the contents of the three heavy metals accumulated in celery roots and their contents in soil; The linear relationship between the contents of Cd and Zn accumulated in celery leaves and their contents in soil is also extremely significant. The regression analysis shows that the uptake of Cd, Pb and Zn by celery is not affected by co-existent elements; The enrichment factors of heavy metals from soil to root and leaf is in the order of $Cd > Zn > Pb$, and the transfer factors of heavy metals in celery is in the order of $Zn > Cd > Pb$.

Key words: heavy metal; celery; transfer; enrichment