

半干旱区深松垄作对春玉米生长及产量的影响

闫伟平, 边少锋*, 赵洪祥, 谭国波, 张丽华, 李海, 方向前, 孟祥盟, 孙宁
(吉林省农业科学院, 长春 130033)

摘要:为探讨半干旱区深松垄作对春玉米生长、干物质积累以及产量的影响,了解深松对土壤水分的“提、蓄、保、利”效果,达到提高水资源利用效率,改善土壤结构,挖掘春玉米增产潜力的目的。在吉林省半干旱区,以常规垄作为对照,开展了玉米垄作条件下春季和秋季深松 30 cm 的研究。结果表明,深松后耕层 10~20 cm、20~30 cm 的土壤紧实度从小到大顺序为:春深松 30 cm < 秋深松 30 cm < 常规垄作,并且春深松 30 cm 与常规垄作的土壤紧实度间有显著性差异。两个深松处理在 0~20 cm、20~40 cm 土层的土壤含水率高于常规垄作。深松能促进植株干物质的积累,对产量也有小幅度提高效果。春季深松作用效果更好,长期持续的深松利于改善土壤结构。

关键词:半干旱区;深松;土壤含水量;产量

中图分类号:S513.05

文献标识码:A

文章编号:1003-8701(2016)06-0021-05

Effects of Subsoiling Ridge Planting on Growth and Yield of Spring Maize in Semi Arid Area

YAN Weiping, BIAN Shaofeng*, ZHAO Hongxiang, TAN Guobo, ZHANG Lihua, LI Hai, FANG Xiangqian, MENG Xiangmeng, SUN Ning

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract:The objective of the study was to discuss the effect of subsoiling ridge planting on growth, dry matter accumulation yield of spring maize in semi arid area, understand soil water extraction, storage, protection and benefit effect of deep loosening. It is also for raise the water use efficiency, improve soil structure and exploit spring maize yield potentiality. Using a conventional ridge as control, the research of maize ridge subsoiling 30 cm in the spring and autumn was carried out in the semi arid region of Jilin Province. The results showed that soil density of 10-20 cm layer, 20-30 cm layer was in such order: spring subsoiling 30 cm < autumn subsoiling 30 cm < conventional ridge, and there were significant differences between spring subsoiling 30 cm and conventional ridge. The soil water content of two subsoiling treatments was higher than that of the conventional tillage in the 0-20 cm and 20-40 cm soil layers. Subsoiling promoted plant dry matter accumulation. Yield was increased by subsoiling to some extent. The effect of spring subsoiling was better, long term continuous subsoiling was conducive to improving the structure of the soil.

Key words:Semi arid area; Subsoiling; Soil water content; Yield

近年来,玉米种植多采用机械旋耕灭茬等集约化种植形式,导致土壤耕层变浅,犁底层增厚,土壤板结,地力下降,制约玉米的生长,最终导致

玉米产量及土壤环境受到严重影响^[1-4]。深松作为一项重要农田耕作方式,它能够降低土层容重,增加土壤通透性,改善土壤微环境,提高土壤对水分的“提、蓄、保、利”的能力,从而达到提高产量和水分利用效率的作用^[3-7]。为探讨半干旱区深松垄作对春玉米生长、干物质积累以及产量的影响,达到提高水资源利用效率,改善土壤结构,挖掘春玉米增产潜力的目的^[8-13]。在吉林省半干旱区开展了深松定位研究,旨在了解深松改良土壤和提高半干旱区土壤水分利用效率的效果,从而为半干旱区土壤水分高效利用和粮食增产增

收稿日期:2016-08-09

基金项目:国家玉米产业技术体系(CARS-02-38);公益性行业科研专项(201303125-2,201203031-07-01);吉林省科技发展计划项目(LFGC14308);国家科技支撑计划课题(2013BAD07B00)

作者简介:闫伟平(1982-),男,助理研究员,硕士,主要从事玉米耕作栽培方面的研究。

通讯作者:边少锋,男,博士,研究员,E-mail:bsf8257888@sina.com

收提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地区概况

试验在吉林省农业科学院洮南综合试验站定点试验地内进行(北纬 $45^{\circ}20'$,东经 $122^{\circ}49'$,海拔

156.8 m)。2015年全年日照数2 896.1 h、最高气温 36.9°C 、最低气温 -24.9°C 、降水量476.8 mm,降雨多集中在7~8月份,年均太阳辐射为 $532.2\text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。该地区土壤类型属于淡黑钙土,试验地土壤养分情况见表1。

表1 试验地土壤养分组成情况

取土深度 (cm)	全氮 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	全磷 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	全钾 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	水解性氮 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	速效磷 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	速效钾 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	土壤有机质 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	pH
0~15	0.845	0.495	23.885	69.47	23.550	120.085	12.42	8.08
15~30	0.855	0.440	23.135	67.71	12.815	75.085	12.41	8.13

1.2 2014年和2015年降水情况

图1为洮南地区2014年和2015年逐月降水情况,降水主要集中在4~9月,2015年4~9月降水量为407.8 mm,约占全年降水总量的85.5%。8月份降水量全年最多。玉米生育过程中降水总量充足,但是由于降水时间和降水量极为不稳定,所以当地经常出现季节性干旱现象。图1中,4月、7月降水量极为稀少,对玉米的播种和生长影响较大,其他月份虽然降水量较充足,但是受降水次数、降水量和分布情况的影响,导致其他月份也存在阶段性干旱的可能性。这些情况对玉米种植和植株生长的影响均较大,土壤中水分供应不足,制约了玉米产量的形成,从而限制了经济效益的提高。

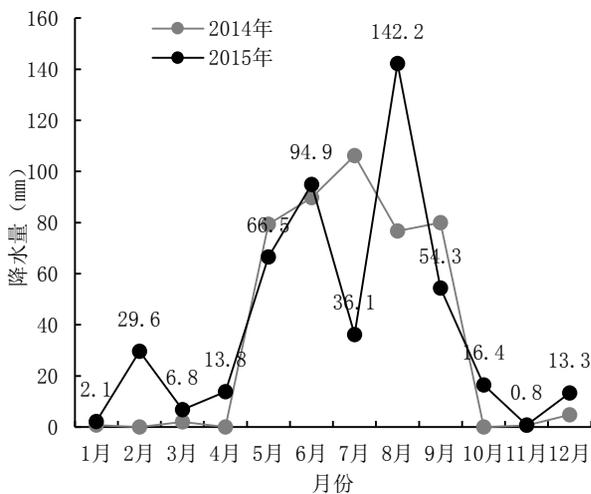


图1 洮南地区2014年和2015年逐月降水情况

1.3 试验设计

试验设3个处理,为垄作不深松(常规垄作)、春季播种前行间深松30 cm(春深松30 cm)、秋季收获后行间深松30 cm(秋深松30 cm)。试验采用裂区的试验方法,垄宽65 cm,垄长200 m。玉

米收获后对秋深松试验地进行30 cm的深松,第二年春季播种前对春深松试验地进行30 cm的深松。

试验选用的玉米品种为先玉335,种植密度为 $57\ 000\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$,播种前试验地施(N:P₂O₅:K₂O=15:15:15)复合肥 $500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,在玉米拔节期追施($\geq 45\%$)尿素 $250\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

1.4 调查项目

1.4.1 播种前取0~15 cm、15~30 cm深度土壤样品,测量土壤有机质,全量氮、磷、钾,碱解氮,速效磷、钾和pH值。

1.4.2 苗期采用挖掘法测量0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm的土壤紧实度指标。

1.4.3 播前、苗期、拔节期、吐丝期、灌浆期、收获期测量0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~80 cm的土壤含水率。

1.4.4 灌浆期测量玉米株高、穗位高、穗位叶叶绿素(SPAD值)、叶面积指数以及穗位叶光合速率指标。同时,取植株样品,测量样品茎、叶、鞘、雄穗、苞叶、穗轴、子粒7部分的烘干重。

1.4.5 测产与考种:收获时调查空秆、双穗数、株数、穗数等,考种时调查穗总重、穗行数、穗行粒数、百粒重、子粒含水率等。计算14%含水率的百粒重和产量。

1.5 数据处理

采用Microsoft Excel 2013数据处理系统和SPSS 20.0软件对数据进行汇总及分析。

2 结果与分析

2.1 深松对土壤紧实度的影响

玉米苗期采用挖掘法对各试验处理的土壤进行土壤紧实度调查。表2调查数据显示,10~20 cm、20~30 cm的土壤紧实度从小到大顺序为:春

深松 30 cm < 秋深松 30 cm < 常规垄作; 0 ~ 10 cm、30 ~ 40 cm 的土壤紧实度从小到大顺序为: 春深松 30 cm < 常规垄作 < 秋深松 30 cm。对 3 个处理 0 ~ 40 cm 平均土壤紧实度进行单因素方差分析,

结果显示, 春深松 30 cm 与秋深松 30 cm、春深松 30 cm 与常规垄作的土壤紧实度间有显著性差异, 秋深松 30 cm 与常规垄作的土壤紧实度间差异性不显著。

表 2 深松后 0 ~ 40 cm 土壤紧实度

kg·cm⁻²

处理	土壤紧实度				平均数
	0 ~ 10 cm	10 ~ 20 cm	20 ~ 30 cm	30 ~ 40 cm	
春深松 30 cm	11.25	18.58	19.74	24.58	18.54 b
秋深松 30 cm	12.83	22.30	19.86	26.89	20.47 a
常规垄作	12.42	23.09	26.24	25.41	21.79 a

注: 小写字母代表处理间的显著水平 ($P < 0.05$), 下同

2.2 深松对生育期土壤含水率的影响

不同土层的土壤含水率变化, 揭示了各层土壤墒情的变化情况。图 2 中, 玉米各生育时期 0 ~ 20 cm、20 ~ 40 cm 土层, 深松后两个处理的土壤含水率都不同程度地高于常规垄作; 40 ~ 60 cm、60 ~ 80 cm 土层, 深松后两个处理的土壤含水率与常规垄作各有高低且数值相近。深松能够促进作

物对土壤深层水分的吸收, 减少对土壤表层水分的消耗, 提高水分利用效率。随着植株的生长 0 ~ 40 cm 与 40 ~ 80 cm 土层的土壤水分差值逐渐减小, 收获期后植株生长对土壤含水率的影响消失, 各层的土壤含水率呈现 0 ~ 20 cm > 20 ~ 40 cm > 40 ~ 60 cm > 60 ~ 80 cm 的现象。

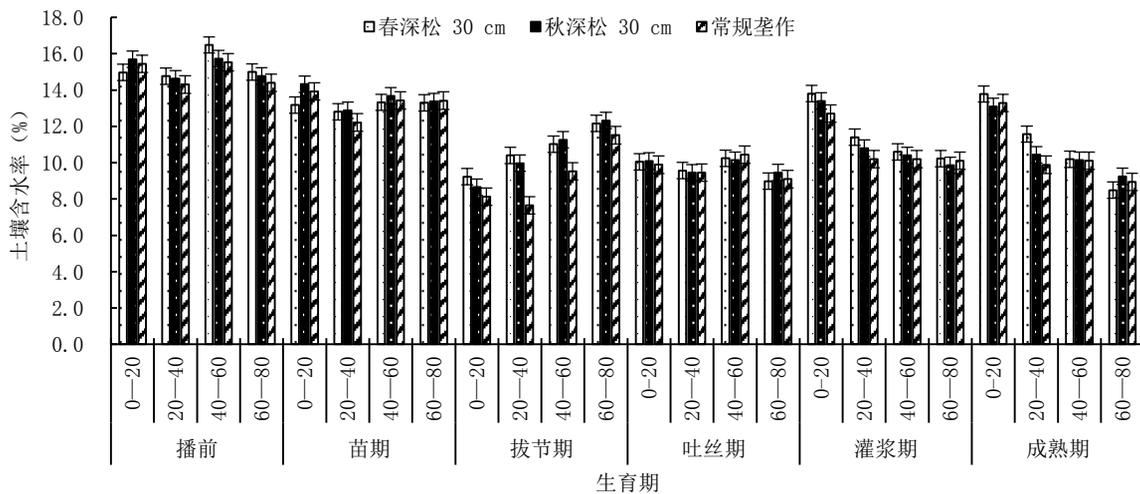


图 2 深松对玉米各生育期不同土层的土壤含水率的影响

图 2 中, 从播前到收获期, 0 ~ 20 cm、20 ~ 40 cm 的土壤含水率均为深松处理高于常规垄作, 深松对深松部位以上的土壤结构具有改善效果。40 ~ 60 cm、60 ~ 80 cm 两层 3 个处理间的土壤含水率相差较小, 基本保持一致。也就是说, 深松对其下层的土壤结构的影响较弱。

2.3 深松对植株性状与光合速率的影响

在玉米灌浆期对春深松 30 cm、秋深松 30 cm 和常规垄作进行植株生长性状的测量。从表 3 数据中可看到, 3 个处理的株高、穗位高、叶绿素、叶面积指数差值较小。春深松 30 cm 穗位叶的光合速率稍高于其他两个处理。此时, 0 ~ 20 cm、20 ~

40 cm 土层的土壤含水率为: 春深松 30 cm > 秋深松 30 cm > 常规垄作, 但是春深松 30 cm、秋深松 30 cm 和常规垄作在两个土层中的土壤含水率差值较小。

2.4 深松对玉米干物质积累的影响

从干物质积累上来看, 3 个处理相同器官的干物质重相近, 没有出现较大差异。表 4 显示, 春深松 30 cm、秋深松 30 cm 和常规垄作各植株器官干重差值较小, 并且无明显规律性, 在单株干物质总量上春深松 30 cm 略高于其他两个处理。对春深松 30 cm、秋深松 30 cm 和常规垄作的总干重进行方差分析, 结果显示两个深松处理的总干重

与常规垄作的总干重间无显著差异。

2.5 深松对玉米产量及构成因素的影响

2014年和2015年产量构成显示,2014年和2015年当年春深松30 cm、秋深松30 cm和常规垄作的产量及构成因素均较相近。2014年春深松30 cm的产量比常规垄作高2.8%,秋深松30 cm的

产量比常规垄作高1.9%。2015年春深松30 cm的产量比常规垄作高2.7%,秋深松30 cm的产量比常规垄作高2.4%。对2014年和2015年3个处理的当年产量分别进行方差分析,结果显示春深松30 cm和常规垄作、秋深松30 cm和常规垄作的产量间均无显著差异(表5)。

表3 深松对玉米植株性状与光合速率的影响

处理	株高(cm)	穗位高(cm)	叶绿素(SPAD值)	叶面积指数	光合速率($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
春深松30 cm	305.0	113.3	56.9	4.2	18.8
秋深松30 cm	301.7	112.5	56.2	4.3	13.1
常规垄作	305.0	115.2	56.4	4.2	11.6

表4 深松对灌浆中期玉米植株干物质积累的影响

处理	单株干物质重(g)							
	茎	叶	鞘	雄穗	苞叶	穗轴	子粒	总干重
春深松30 cm	59.6	50.6	27.5	7.7	25.1	24.2	66.6	261.3 a
秋深松30 cm	56.8	45.8	24.8	7.6	25.0	24.0	65.1	249.1 b
常规垄作	57.3	44.6	25.7	7.8	23.8	28.7	65.9	253.8 ab

表5 玉米产量及其构成因素

年份	处理	亩株数	亩穗数	空秆率(%)	穗行数	行粒数	百粒重(g)	子粒含水量(%)	产量($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)
2014	春深松30 cm	3 969	3 669	3.6	16	37	32.5	21.9	11 730.0 a
	秋深松30 cm	3 935	3 635	4.2	16	39	32.3	21.4	11 628.0 a
	常规垄作	3 869	3 757	2.9	16	38	31.2	22.2	11 410.5 a
2015	春深松30 cm	3 302	3 335	1.0	16	39	31.0	15.1	11 826.0 a
	秋深松30 cm	3 446	3 491	0.7	16	38	31.3	15.3	11 793.0 a
	常规垄作	3 268	3 313	0.3	16	39	32.8	15.2	11 515.5 a

3 结论与讨论

深松对土壤紧实度具有调节作用,有改良土壤的效果。研究发现10~20 cm、20~30 cm的土壤紧实度从小到大顺序为:春深松30 cm<秋深松30 cm<常规垄作;0~10 cm、30~40 cm的土壤紧实度从小到大顺序为:春深松30 cm<常规垄作<秋深松30 cm。深松对土壤的调节作用是以深松部位为源头,逐渐向周围拓展,距离深松部位越近调节作用越显著,土壤结构改善效果越好。与吕巨智等^[7]的研究结果相近。

深松对土壤的含水率有改善效果。深松后土壤紧实度下降,提高了土壤对水分的“提、蓄、保、利”能力。试验中,从播前到收获,0~20 cm、20~40 cm深松后的土壤含水率均高于常规垄作,40~60 cm、60~80 cm处3个处理间的土壤含水率相差较小。深松后土壤深松部位以上的蓄墒能力得到提高。

从干物质积累上来看,3个处理相同器官的干物质重相近,没有出现较大的差异。春深松30 cm、秋深松30 cm和常规垄作各部位干重差值较小,在单株干物质总量上春深松30 cm略高于其他两个处理,所以深松能够一定程度地促进植株干物质的积累。

从产量及构成因素上看,2014年和2015年当年春深松30 cm、秋深松30 cm和常规垄作的产量及构成因素相近。春深松30 cm和常规垄作、秋深松30 cm和常规垄作相比,产量均有所增加,但差异不显著。

综上所述,深松能够有效打破常规垄作下形成的犁底层,改善土壤板结结构,提高土壤对水分的“提、蓄、保、利”能力,有效改善了地面到深松部位的土壤紧实度,有利于提高玉米干物质的积累,对产量也有小幅度提升效果。春季深松更接近玉米生长期,效果更好,长期持续的深松有利于改善土壤板结结构。

参考文献:

- [1] 肖继兵,孙占祥,杨久廷,等.半干旱区中耕深松对土壤水分和作物产量的影响[J].土壤通报,2011,42(3):709-714.
- [2] 阎晓光,李洪,王青水,等.不同深松时期对旱地春玉米水分利用状况及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2014,32(6):165-170.
- [3] 马强,宇万太,贺明慧,等.深松对棕壤农田土壤和玉米产量的影响[J].土壤通报,2014,45(4):934-938.
- [4] 晋鹏宇,任伟,陶洪斌,等.深松对夏玉米物质生产、光合性能及根系生长的影响[J].玉米科学,2014,22(1):114-120.
- [5] 宫秀杰,钱春荣,于洋,等.深松免耕技术对土壤物理性状及玉米产量的影响[J].玉米科学,2009,17(5):134-137.
- [6] 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.
- [7] 吕巨智,程伟东,钟昌松,等.不同耕作方式对土壤物理性状及玉米产量的影响[J].中国农学通报,2014,30(30):38-43.
- [8] 李传友,杨立国,赵丽霞,等.土壤深松对春玉米生长特性的影响[J].中国农学通报,2014,30(18):233-237.
- [9] 李冬梅,郭华,朱海燕,等.耕作方式对玉米生长发育、根分布及产量形成的影响[J].玉米科学,2014,22(5):115-119.
- [10] 边少峰,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,2000,8(1):67-68.
- [11] 孟庆秋,谢佳贵,胡会军,等.土壤深松对玉米产量及其构成因素的影响[J].吉林农业科学,2000,25(2):25-28.
- [12] 刘武仁,郑金玉,罗洋,等.不同耕作方式土壤水分动态变化[J].吉林农业科学,2014,39(4):1-5.
- [13] 冯晔,王春雷,张玉霞,等.深松对干旱灌区玉米光合特性及产量的影响[J].吉林农业科学,2015,40(1):23-28.

(责任编辑:范杰英)