



高盼,刘玉涛,徐莹莹,等.深松对半干旱区土壤物理性状及玉米产量的影响[J].黑龙江农业科学,2021(10):14-18.

深松对半干旱区土壤物理性状及玉米产量的影响

高盼,刘玉涛,徐莹莹,杨慧莹,王晨,王宇先,徐婷

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为改善土壤物理结构,促进半干旱区农业节本增效,本试验设置不深松、春深松 30 和 40 cm 处理,秋深松 30 和 40 cm 处理,探究深松对土壤容重、土壤含水量、三相比及玉米产量的影响。结果表明:(1)不同处理土壤容重和土壤含水量差异达到显著水平。秋深松 30 和 40 cm 处理、春深松 30 和 40 cm 处理各土层土壤容重的平均值较 CK 分别降低 10.22%、9.49%、4.38%和 5.11%。各土层土壤含水量的平均值较 CK 分别增加 16.15%、19.94%、2.49%和 6.75%;(2)不同处理在不同土层深度的固相、液相和气相值差异达到显著水平。与 CK 相比,秋深松 40 cm 土壤固相略有升高,而秋深松 30 cm、春深松 30 和 40 cm 处理的土壤固相分别降低了 1.22%、21.14%和 13.84%。秋深松 30 和 40 cm、春深松 30 和 40 cm 土壤液相较 CK 分别增加 9.76%、4.48%、17.75%和 21.61%。秋深松 30 和 40 cm 土壤气相处理较 CK 略有降低,春深松 30 和 40 cm 处理土壤气相高于 CK 处理;(3)不同处理穗长和行粒数无显著差异,穗粗和穗行数差异达到显著水平。秋深松 30 和 40 cm 处理的穗粗较 CK 均增加 6.45%,穗行数较 CK 增加 5.50%和 4.06%。春深松 30 和 40 cm 处理的穗粗较 CK 增加 0.65%和 6.02%。穗行数较 CK 增加 2.19%和 1.38%。不同处理产量表现为秋深松 40 cm>秋深松 30 cm>春深松 40 cm>春深松 30 cm>CK。秋深松 40 和 30 cm 较 CK 增产 14.80%和 11.05%。春深松 40 和 30 cm 较 CK 增产 9.39%和 8.90%。由此可见,秋季深松在降低土壤容重、提高土壤保水蓄水和玉米产量能力上都优于春季深松,在半干旱地区玉米种植生产中更推荐采用秋季深松。

关键词:深松;半干旱区;土壤物理性状;玉米;产量

玉米是我国粮食储备的主要组成部分,是重要的饲料原料和经济作物^[1]。松嫩平原大部分农田种植地区位于半干旱气候区内,而经常出现的干旱是制约玉米产量提升的主要灾害,其中长时间连续干旱对农业影响巨大^[2]。而深松能有效地打破土壤犁底、增加水分下渗功能、提高土壤持水能力^[3]。据研究表明深松耕作一是能够良好地调节土壤物理结构,为根系生长下扎创造了良好的土壤条件,且改善了根系的形态结构,提升了玉米根系吸收深层营养物质及水分的能力,从而最大限度地延缓了玉米生育后期的衰老,从根本上提高玉米的抗倒伏能力^[4-6];二是降低了玉米生育前期的耗水量,玉米产量提高的同时耗水量下降从而提高了玉米水分利用效率^[7];三是深松耕作能较好地达到增产效果,同时在降雨量越少的年份

效果更明显^[8-10]。深松虽然作为一种保护性耕作措施被广泛应用,但深松时期与深松深度怎样组合才能使增产效果最大化值得深入研究。本试验主要研究了不同深松季节及深松深度对半干旱区土壤物理性状及玉米产量的影响,旨在为实现合理改善土壤物理结构、半干旱区农业节本增效提供重要理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点设在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验基地,年平均降雨量 400 mm,有效活动积温 2 900 °C。整地方式长期连续多年采用旋耕模式,旋耕深度 10 cm,土壤耕层厚度 11.5 cm,犁底层厚度 10 cm,土壤基本理化性质详见表 1。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2020 年 5—10 月玉米生长期进行,供试品种为先玉 335,5 月初机械精量播种,密度 6.75 万株·hm⁻²,播后喷灌,灌水量 35 mm。深施底肥,复合肥氮 12%、磷 20%、钾 13%,施肥量 375 kg·hm⁻²。玉米 4 叶期化学除草,之后 7 d 进行第一次定苗整地,拔节期进行第二遍整地。

收稿日期:2021-07-29

基金项目:黑龙江省科技计划省院科技合作项目(YS20 B09);齐齐哈尔市科技计划创新激励项目(CNYGG-2020032)。

第一作者:高盼(1990—),女,硕士,助理研究员,从事土壤培肥与改良研究。E-mail:panneygao@126.com。

通信作者:刘玉涛(1968—),男,学士,研究员,从事耕作与栽培研究。E-mail:2013968839@qq.com。

试验采用大区对比设计,设 5 个处理,分别为不深松、春深松 30 和 40 cm 处理,秋深松 30 和 40 cm 处理,每个处理用地 0.33 hm²。垄体深松,深松机械为全方位震动深松机。

1.2.2 测定项目及方法 按 S 形五点取样,环刀法^[12]测定成熟期 0~50 cm 土壤容重。

使用便携式 TDR 土壤水分测量仪测定成熟期 0~50 cm 土壤含水量。

用 DIK-1130 测定测定成熟期 0~50 cm 土壤土壤三相比^[13]。

成熟期时每个处理随机挑选长势均匀一致的 5 m 双行,选取 5 穗考察穗长度、秃尖长度、穗粒数、含水率、千粒重(烘干重),记算籽粒公顷产量(14%标准含水量),其余脱粒晒干后称量计产。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2010 和 DPS 8.50 软件进行数据分析和处理。

表 1 供试土壤理化性质

土层深度/cm	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	有机质/(g·kg ⁻¹)	pH	土壤阳离子交换量(CEC)/[cmol(+)·kg ⁻¹]
0~10	123.31	34.03	144.6	25.30	8.13	19.10
10~20	115.61	28.19	130.1	21.60	8.22	18.69
20~30	107.90	25.72	121.1	23.90	8.22	18.58
30~40	106.50	25.50	116.7	20.83	8.17	18.58
40~50	107.90	19.89	108.5	21.61	8.27	18.27

2 结果与分析

2.1 深松对土壤容重及含水量的影响

由表 2 可以看出,不同处理土壤容重和土壤含水量差异达到显著水平。秋深松 30 和 40 cm 处理、春深松 30 和 40 cm 处理各土层土壤容重的平均值较 CK 分别降低 10.22%、9.49%、4.38% 和 5.11%。各土层土壤含水量的平均值较 CK 增加 16.15%、19.94%、2.49% 和 6.75%。秋深松土壤含水量高于春深松,且在同种深松季节下随着深度的增加改善了土壤的保水蓄水能力,不同深松季节中秋深松 40 cm 的保水效果最佳,是对土壤保水性能改善最显著的组合。

2.2 深松对土壤三相比的影响

由表 3 可知,不同处理在同一土层深度的固相、液相和气相值差异达到显著水平。与 CK 相比,秋深松 40 cm 处理土壤固相略有升高,而秋深松 30 cm、春深松 30 和 40 cm 处理的土壤固相较 CK 分别降低了 1.22%、21.14% 和 13.84%。秋深松 30 和 40 cm、春深松 30 和 40 cm 土壤液相较 CK 分别增加 9.76%、4.48%、17.75% 和 21.61%。秋深松 30 和 40 cm 处理土壤气相较 CK 略有降低,春深松 30 和 40 cm 处理土壤气相高于 CK 处理。

表 2 不同深松季节及深松深度对土壤容重和含水量的影响

指标	土层/cm	CK	秋深松 30 cm	秋深松 40 cm	春深松 30 cm	春深松 40 cm
土壤容重/(g·cm ⁻³)	0~10	1.25±0.18 a	1.13±0.11 c	1.15±0.08 b	1.2±0.13 a	1.18±0.18 b
	10~20	1.27±0.17 b	1.19±0.07 c	1.2±0.21 b	1.23±0.02 a	1.2±0.23 a
	20~30	1.44±0.05 a	1.25±0.11 c	1.24±0.03 d	1.38±0.10 b	1.32±0.19 b
	30~40	1.44±0.21 b	1.39±0.11 b	1.42±0.17 b	1.41±0.17 a	1.39±0.09 a
	40~50	1.43±0.09 a	1.21±0.06 c	1.21±0.12 c	1.33±0.16 b	1.39±0.21 b
	各土层平均值	1.37±0.17 a	1.23±0.12 b	1.24±0.12 b	1.31±0.21 a	1.30±0.13 a
土壤含水量/%	0~10	15.81±0.40 c	17.21±0.28 b	18.71±0.41 a	16.15±0.34 c	15.61±0.36 c
	10~20	16.47±0.29 b	20.14±0.32 a	20.97±0.27 a	16.47±0.31 b	19.53±0.41 a
	20~30	17.02±0.37 c	20.98±0.40 a	20.93±0.33 a	17.90±0.35 b	18.74±0.41 b
	30~40	17.02±0.63 c	19.85±0.24 a	20.56±0.37 a	17.98±0.21 b	18.08±0.36 b
	40~50	18.17±0.56 b	19.97±0.19 a	20.18±0.27 a	18.12±0.36 b	18.23±0.28 b
	各土层平均值	16.90±0.63 c	19.63±0.41 a	20.27±0.37 a	17.32±0.37 b	18.04±0.22 b

注:小写字母表示同一土层中不同处理间的差异显著性(P<0.05)。下同。

表 3 不同深松季节及深松深度对土壤三相比的影响单位: %

指标	土层/cm	CK	秋深松 30 cm	秋深松 40 cm	春深松 30 cm	春深松 40 cm
固相	0~10	42.19±0.69 b	50.85±0.92 a	44.39±0.65 b	42.79±0.53 b	43.29±0.38 b
	10~20	51.53±0.92 b	57.73±1.01 a	60.47±0.99 a	44.86±0.63 c	48.03±0.87 b
	20~30	61.98±0.87 a	52.10±0.84 b	61.26±0.76 a	47.02±0.59 b	43.07±0.69 b
	30~40	54.18±0.81 a	57.02±0.74 a	59.92±0.65 a	41.15±0.55 b	53.44±0.63 a
	40~50	61.43±0.89 a	50.08±0.84 b	52.28±0.28 b	38.03±0.26 c	45.82±0.49 c
	各土层平均值	54.20±0.81 a	53.54±0.61 a	55.63±0.88 a	42.74±0.56 b	46.70±0.61 b
液相	0~10	22.28±0.48 a	25.24±0.23 a	29.41±0.31 a	17.40±0.16 b	21.52±0.13 a
	10~20	21.49±0.22 a	16.37±0.19 b	14.76±0.19 b	17.91±0.21 a	18.59±0.26 a
	20~30	12.23±0.06 c	17.60±0.12 b	11.34±0.21 c	20.91±0.22 a	24.29±0.26 a
	30~40	18.42±0.13 b	17.94±0.09 b	15.88±0.09 b	22.92±0.21 a	19.42±0.29 b
	40~50	13.72±0.13 c	19.94±0.21 b	20.81±0.21 b	24.67±0.23 a	23.47±0.29 a
	各土层平均值	17.63±0.12 b	19.35±0.32 b	18.42±0.26 b	20.76±0.41 a	21.44±0.44 a
气相	0~10	35.52±0.31 b	23.91±0.11 c	26.20±0.26 c	39.81±0.39 a	35.19±0.41 b
	10~20	26.98±0.26 c	25.91±0.31 c	24.77±0.21 c	37.23±0.37 a	33.38±0.34 b
	20~30	25.79±0.09 b	30.30±0.13 a	27.40±0.13 b	32.07±0.27 a	32.64±0.16 a
	30~40	27.40±0.26 b	25.04±0.25 c	24.20±0.17 c	35.93±0.32 a	27.14±0.21 b
	40~50	24.85±0.18 c	29.98±0.22 b	26.92±0.26 c	37.30±0.36 a	30.71±0.32 b
	各土层平均值	28.11±0.37 b	27.03±0.26 c	25.90±0.29 c	36.47±0.41 a	31.81±0.36 b

2.3 深松对玉米产量的影响

由表 4 可知,不同处理穗长和行粒数无显著差异,穗粗和穗行数差异达到显著水平。秋深松 30 和 40 cm 处理穗粗较 CK 均增加 6.45%,穗行数较 CK 增加 5.50%和 4.06%。春深松 30 和 40 cm处理的穗粗较 CK 分别增加 0.65%和

6.02%,穗行数较 CK 增加 2.19%和 1.38%。不同处理间产量具体表现为秋深松 40 cm>秋深松 30 cm>春深松 40 cm>春深松 30 cm>CK。秋深松 40 和 30 cm 较 CK 分别增产 14.80%和 11.05%。春深松 40 和 30 cm 较 CK 分别增产 9.39%和 8.90%。

表 4 不同深松季节及深松深度对玉米产量的影响

处理	穗长/cm	穗粗/cm	穗行数	行粒数	产量/(kg•hm ²)	增产/%
CK	20.77±0.19 a	4.65±0.04 b	16.00±0.11 b	38.57±0.21 a	8595	
秋深松 30 cm	21.35±0.19 a	4.95±0.09 a	16.88±0.14 a	40.00±0.23 a	9545	11.05
秋深松 40 cm	21.75±0.21 a	4.95±0.09 a	16.65±0.13 a	40.31±0.23 a	9867	14.80
春深松 30 cm	21.35±0.19 a	4.68±0.04 b	16.35±0.11 b	39.13±0.21 a	9360	8.90
春深松 40 cm	20.83±0.19 a	4.93±0.11 a	16.22±0.11 b	40.12±0.23 a	9402	9.39

3 讨论

3.1 深松季节及深度对土壤物理性质的影响

土壤容重作为能够反映土壤状况的重要物理指标,可以用于评价不同处理下的土壤结构。通过对土壤容重分析可知,成熟期各土层平均土壤容重的表现为秋深松 30 cm<秋深松 40 cm<春深松 40 cm<春深松 30 cm<CK,主要秋季深松是前一年秋收后会对土壤进行旋松作业,导致土

壤比较松散,这与前人研究结果一致^[11]。各土层平均土壤含水量为 CK<春深松 30 cm<春深松 40 cm<秋深松 30 cm<秋深松 40 cm,秋季深松和春季深松的土壤含水量均高于 CK,表明深松可以在土壤中形成完善的物理结构增加了土壤贮水的能力,但是春季深松处理增加土壤含水量增加较少,可能是播种前天气干燥深松动土导致土壤墒情变差。

3.2 深松季节及深度对土壤三相比的影响

土壤三相比作为土壤固、液、气相的直接反映,还影响着土壤的化学性质,所以土壤三相比能作为衡量土壤水、肥、气、热的重要指标^[12],齐华等^[13]研究表明耕作可以提高土壤气相比,增加土壤孔隙度,有利于土壤生物的活动和有机质的分解。深松可以建立适宜的耕层构造,改良土壤犁底层部位的土壤透气性。研究表明,与CK相比,秋深松30和40cm、春深松30和40cm各土层土壤液相和气相平均值较CK均增加。本研究表明深松作业对20cm以下土壤耕层的土壤三相比结构产生重要影响,这与前人的研究结果相符^[14]。

3.3 深松季节及深度对玉米产量的影响

深松可以促进玉米根系下扎可延缓玉米衰老,协调好地上部与地下部的生长发育关系从而促进地上部干物质积累,使得玉米籽粒重量显著增加,直接提高玉米产量^[15]。本试验结果表明深松耕作可以提高玉米穗粗和穗行数,进而提高作物产量。这与冯倩倩等^[16]研究结果一致。

4 结论

深松可以降低土壤容重、增加土壤含水量,降低土壤固相比比例,提高液相和气相比比例,使土壤三相比更接近理想状态,进而能够提高玉米产量。且秋季深松在降低土壤容重、提高土壤保水蓄水和产量能力上都优于春季深松。在半干旱地区的玉米种植生产中更推荐采用秋季深松。

参考文献:

[1] 习银生,杨皓森,张玉梅.中国玉米市场形势分析与未来10年展望[J].农业展望,2014,11(9):4.
[2] 于晓芳,高聚林,张峰,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.
[3] 孙贵臣,冯瑞云,陈凌,等.深松免耕种植对土壤环境及玉米产量的影响[J].作物杂志,2014(4):129-132.
[4] 郭家萌,刘振朝,高强,等.深松对玉米产量和养分吸收的影响[J].水土保持学报,2016,30(2):249-254.
[5] 粟维,朱海燕,逢煥成,等.深松方式对玉米根系分布及水分利用效率的影响[J].作物杂志,2014(3):77-80.
[6] 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,2011,43(3):709-714.
[7] 梁金凤,齐庆振,贾小红,等.不同耕作方式对土壤性质与玉米生长的影响研究[J].生态环境学报,2010,19(4):945-950.
[8] 王万宁,强小饒,刘浩,等.深松耕作对土壤物理性状和入渗性能的影响[J].排灌机械工程学报,2019,37(11):998-1004.
[9] 刘玉涛,王宇先,张树权,等.耕作方式对半干旱地区玉米生长和产量的影响[J].黑龙江农业科学,2012(7):19-21.
[10] 吴广俊,刘鹏,董树亭,等.不同深松深度对夏玉米根系时空分布及氮素利用的响应[J].山东农农业科学,2016,48(10):92-97.
[11] 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.
[12] 李伟,张帅磊,黄玉祥,等.深松深度对土壤扰动的仿真与试验研究[J].农机化研究,2017,3(11):66-70.
[13] 齐华,刘明,张卫健,等.深松耕作对土壤物理性状及玉米根系分布的影响[J].华北农学报,2012,27(4):191-197.
[14] 白伟,孙占祥,张立祯,等.耕层构造对土壤三相比和春玉米根系形态的影响[J].作物学报,2020,46(5):759-771.
[15] 刘洋,孙占祥,白伟,等.不同耕法对土壤含水量、玉米生长发育及产量的影响[J].辽宁农业科学,2011(2):10-14.
[16] 冯倩倩,韩惠芳,张亚运,等.耕作方式对麦-玉轮作农田固碳、保水性能及产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2018,24(4):869-879.

Effects of Subsoiling on Soil Physical Properties and
Maize Yield in Semi-arid Area

GAO Pan,LIU Yu-tao,XU Ying-ying,YANG Hui-ying,WANG Chen,WANG Yu-xian,XU Ting

(Qiqihar Branch,Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences,Qiqihar 161006,China)

Abstract: In order to improve soil physical structure and promote agricultural cost saving and efficiency in semi-arid area, in this experiment, no subsoiling, spring subsoiling 30 and 40 cm treatments and autumn subsoiling 30 and 40 cm treatments were set to explore the effects of subsoiling on soil bulk density, soil water content, three-phase ratio and corn yield. The results showed that: (1) There were significant differences in soil bulk density

and soil water content among different treatments. Compared with CK, the average soil bulk density of autumn deep pine 30 and 40 cm, spring deep pine 30 and 40 cm treatments decreased by 10.22%, 9.49%, 4.38% and 5.11% respectively. The average value of soil water content in each soil layer increased by 16.15%, 19.94%, 2.49% and 6.75% compared with CK. (2) The difference of solid phase, liquid phase and gas phase values of the same treatment at different soil depths reached a significant level. Compared with CK, the soil solid phase of autumn subsoiling 40 cm increased slightly, while the soil solid phase of autumn subsoiling 30 cm, spring subsoiling 30 and 40 cm decreased by 1.22%, 21.14% and 13.84% respectively. Compared with CK, the soil liquid of autumn subsoiling 30 and 40 cm, spring subsoiling 30 and 40 cm increased by 9.76%, 4.48%, 17.75% and 21.61%. The soil gas phase of autumn subsoiling 30 and 40 cm was slightly lower than CK, and the soil gas phase of spring subsoiling 30 and 40 cm was higher than CK. (3) There was no significant difference in ear length and grain number per row among different treatments, but the difference in ear diameter and row number per ear reached a significant level. The ear diameter of autumn subsoiling 30 and 40 cm increased by 6.45% and the number of rows per ear increased by 5.50% and 4.06% compared with CK. Compared with CK, the ear diameter of spring subsoiling 30 and 40 cm increased by 0.65% and 6.02%. The number of rows per panicle increased by 2.19% and 1.38% compared with CK. Yield sequence showed that: autumn subsoiling 40 cm > autumn subsoiling 30 cm > spring subsoiling 40 cm > spring subsoiling 30 cm > CK. The yield of autumn subsoiling 40 and 30 cm increased by 14.80% and 11.05% compared with CK. The yield of spring subsoiling 40 and 30 cm increased by 9.38% and 8.90% compared with CK. It can be seen that autumn subsoiling is better than spring subsoiling in reducing bulk density, improving soil moisture and maize yield. Autumn subsoiling is more recommended in maize planting in semi-arid area.

Keywords: subsoiling; semi arid areas; soil physical properties; maize; yield

欢迎订阅 2022 年《北方园艺》

中文核心期刊(1992—2020)

美国化学文摘社(CAS)收录期刊

中国农业核心期刊

2015、2016、2018 年期刊数字影响力 100 强

中国农林核心期刊

《北方园艺》是由黑龙江省农业科学院主管、主办的园艺类综合性学术期刊。创刊以来,《北方园艺》始终与时代同频,策划新栏目,报道行业热点,不断推出具有创新价值、学术价值和实用价值的科研成果,在全国园艺类核心期刊中排名第三;在新时代背景下,《北方园艺》积极推动传统媒体与新兴媒体的融合发展,探索新型出版模式,设有专属投稿网站和微信公众号,学术传播力不断提升。2020 年入选农林领域高质量科技期刊 T2 行列。

为增加文章的可读性和更好地体现研究成果,本刊增加了内文和封二新品种彩版宣传;作者也可将团队试验成果以音视频形式在本刊微信公众号传播,具体事宜联系编辑部。

栏目设置:研究论文、研究简报、设施园艺、园林花卉、资源环境生态、贮藏加工检测、中草药、食用菌、专题综述、产业论坛、农业信息技术、农业经济、农业经纬、实用技术、新品种(彩版封二)。

国际标准刊号:ISSN 1001—0009

国内统一刊号:CN 23—1247/S

邮发代号:14—150

半月刊

每月 15、30 日出版

单价:35.00 元

全年:840.00 元

全国各地邮局均可订阅,或直接向编辑部汇款订阅。

投稿网址:www.haasep.cn



地址:黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号 《北方园艺》编辑部

邮编:150086

电话:0451—51522860

信箱:bffybjb@vip.163.com