



高盼,徐莹莹,王宇先,等.深松对松嫩平原苏打盐碱地土壤理化性质和玉米产量的影响[J].黑龙江农业科学,2022(7):20-24.

深松对松嫩平原苏打盐碱地土壤理化性质和玉米产量的影响

高盼,徐莹莹,王宇先,杨慧莹,王晨,徐婷,谭可菲,刘玉涛

(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:为构建合理耕层和改善耕作环境,设置不深松(CK)、春深松 30 和 40 cm 处理,秋深松 30 和 40 cm 处理,研究不同深松季节及深松深度对松嫩平原苏打盐碱地碱解氮、速效磷、有效钾、pH、阳离子交换量、有机质及玉米产量的影响。结果表明,深松可降低土壤 pH,其中 4 个深松处理的土壤 pH 分别较 CK 降低了 0.12%~3.00%。春深松 30 cm、秋深松 30 cm 和秋深松 40 cm 处理的阳离子交换量较 CK 分别增加了 6.08%、19.10%和 5.30%。整体上深松处理均不同程度地提高了土壤的有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量,不同深松处理碱解氮含量差异达到极显著水平,有机质、有效磷和速效钾含量差异均不显著。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。深松有助于穗粗、穗行数和产量的增加,其中秋深松 40 cm 和秋深松 30 cm 处理分别较 CK 增产 14.83%和 11.51%。春深松 40 cm 和春深松 30 cm 处理分别较 CK 增产 9.36%和 10.52%。因此,秋季深松比春季深松和不深松对盐碱地玉米增产效果好。

关键词:深松;松嫩平原;苏打盐碱地;土壤理化性质;玉米产量

松嫩平原是黑龙江省主要的商品粮生产基地,也是我国盐碱地分布的主要区域之一。该地区苏打盐碱土的面积约占盐碱土总面积的 2/3 以上,且玉米、大豆、水稻耕地面积均较大、水土资源均匹配良好,盐碱化程度较低、可耕作性较高,具有优越的生产潜力,如果合理地改良利用,将有效缓解和增加黑龙江省西部地区的土地压力^[1]。近年来,前人对盐碱地改良利用做了大量工作,于晓芳等^[2]在内蒙古西部做了相关研究表明深松具有降低苏打盐碱化土壤容重、促进作物根系发育、显著提高作物产量的效果。徐璐等^[3]研究表明深松能够疏松土壤,促进作物扎根,增大根系与土壤的接触面积并抗倒伏,增强作物吸收水分和养分的能力,促进作物生长。说明深松是改良容重大、结构紧实、渗透性差的苏打盐碱土的有效耕作方式。宫亮等^[4]研究表明振动深松能够打破土壤板结层,重新组合土壤团粒结构,提高降水利用率,并且可切断土壤上升毛细管,抑制盐分向表层积累。同时生化制剂的运用更能降低植物根系层内的盐碱毒害,改善作物生长环境。宫秀杰等^[5]

研究认为“土层置换+秸秆阻断”的耕作方式可以有效降低土壤 pH 和土壤表层可溶性盐分含量,减少盐分对作物根系的侵害,提高土壤生产潜力。张晋京等^[6]认为深翻能为土壤提供大量的可溶性营养物质,促进土壤中难溶性物质的活化与分解并降低土壤盐分含量。还有研究认为苏打盐碱土深翻作业可增加土壤大团聚体数量,提高蓄水保墒性能,增强对盐和碱的淋洗作用^[7-9]。针对松嫩平原苏打盐碱农田土壤,本研究对两年连续深松土壤进行改土,为构建合理耕层和改善耕作环境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大庆分院试验基地,年平均降雨量 400 mm,有效活动积温 2 932 °C。整地方式为连续多年常规耕作模式,土壤基本理化性质详见表 1。

1.2 材料

供试玉米品种为先玉 335。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验采取大区对比设计,设 5 个处理,分别为不深松、春深松 30 cm 处理、春深松 40 cm 处理,秋深松 30 cm 处理,秋深松 40 cm 处理。每个处理用地 0.33 hm²,在 2019—

收稿日期:2022-03-25

基金项目:黑龙江省省属科研院所科研业务经费项目(CZKYF 2020C003, CZKYF2021-2-C021);齐齐哈尔市科技计划创新激励项目(CNYGG-2021026, CNYGG-2021024)。

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。

2020年5月至10月玉米生长季进行调查,深松部位位于垄体。深松机械为震动深松机。深施底肥,复合肥氮12%、磷20%、钾13%,施肥量375 kg·hm⁻²。玉米于4月30日播种,密度6.75万株·hm⁻²,播后喷灌,灌水量30 mm,4叶苗

期化学除草,化除后7 d进行定苗整地。9月30日测产。

1.3.2 测定项目及方法 供试土壤养分及产量测定方法详见表2。土壤化学指标测定土样为0~20 cm和20~40 cm土层混合土样。

表1 供试土壤基本性质

土层/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	阳离子交换量/ (cmol·kg ⁻¹)	含盐量/ (g·kg ⁻¹)
0~10	123.31	20.03	144.6	25.30	8.13	19.10	8.02
10~20	115.61	19.19	130.1	21.60	8.22	18.69	6.36
20~30	107.90	20.72	121.1	23.90	8.22	18.58	6.56
30~40	106.50	20.50	116.7	20.83	8.17	18.58	7.03

表2 土壤养分和产量测定方法

测定内容	测定方法
土壤有机质/(g·kg ⁻¹)	重铬酸钾容量法(外加热法)
土壤碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	碱解扩散法(40℃,24 h)
土壤速效磷/(mg·kg ⁻¹)	碳酸氢钠浸提-分光光度计法
土壤速效钾/(mg·kg ⁻¹)	乙酸氨浸提-火焰光度计法
pH	土壤风干后过1 mm筛,在1:10的土壤蒸馏水悬浮液中,浸提30 min,用Satiou PB-10型酸度计测定
土壤阳离子交换量/(cmol·kg ⁻¹)	乙酸钠-火焰光度法
玉米籽粒测产	成熟期各处理每个重复随机挑选长势均匀一致的5 m双行,选取5穗玉米考察穗长度、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

极显著水平。春深松30 cm、秋深松30 cm和秋深松40 cm均可增加土壤阳离子交换量,分别较CK增加了6.08%、19.10%和5.30%。具体表现为秋深松30 cm>春深松30 cm>秋深松40 cm。

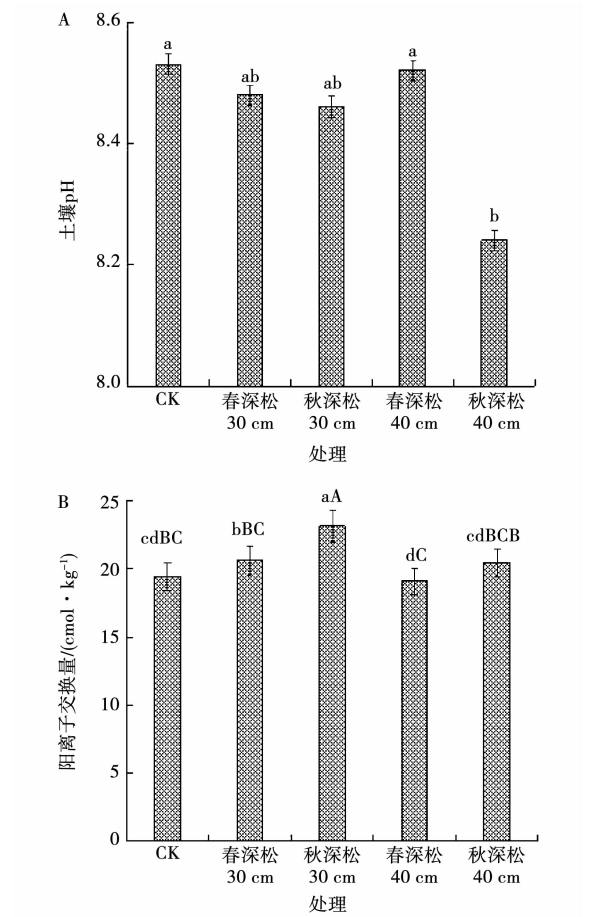


图1 深松对土壤pH(A)和阳离子交换量(B)的影响
注:不同大小写字母表示在P<0.01或P<0.05水平差异显著。下同。

注:表中土壤养分测定方法参考《土壤农化分析》^[10]。

1.3.3 数据分析 试验数据采用WPS 2017和DPS 9.0软件进行分析和处理。

2 结果与分析

2.1 深松对土壤理化指标的影响

2.1.1 pH 由图1A可知,秋深松40 cm与春深松40 cm和CK处理间土壤pH差异达显著水平。深松可降低土壤pH,具体表现为CK>春深松40 cm>春深松30 cm>秋深松30 cm>秋深松40 cm,其中春深松30 cm、春深松40 cm、秋深松30 cm、秋深松40 cm处理的土壤pH分别较CK降低了0.59%、0.12%、0.82%和3.00%。

2.1.2 土壤阳离子交换量 由图1B可知,秋深松30 cm与其他处理间土壤阳离子交换量差异达

2.2 深松对土壤养分的影响

2.2.1 碱解氮含量 由图 2A 可知,秋深松 30 cm 与其他处理间碱解氮含量差异达极显著水平,具体表现为秋深松 30 cm>秋深松 40 cm>春深松 30 cm>CK>春深松 40 cm。其中春深松 30 cm、秋深松 30 cm 和秋深松 40 cm 处理均有助于增加土壤碱解氮含量,分别比 CK 增加了 8.33%、36.90%和 14.66%。

2.2.2 有机质含量 由图 2B 可知,不同深松处理间有机质含量差异不显著,但春深松 30 cm、秋深松 30 cm 和秋深松 40 cm 处理的土壤有机质含量分别较 CK 增加了 2.92%、13.66%和 4.41%。

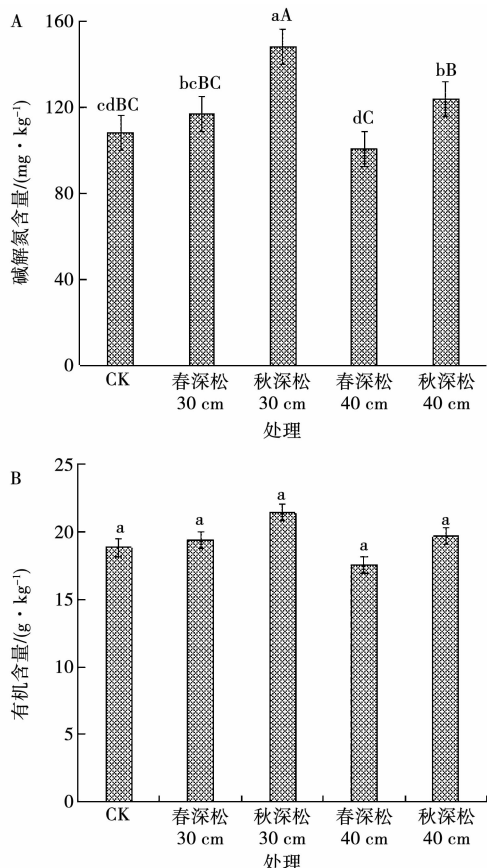


图 2 深松对土壤碱解氮(A)和有机质(B)含量的影响

2.2.3 有效磷含量 由图 3A 可知,深松后,土壤有效磷含量略有增加,但不同处理的土壤有效磷含量差异不显著。春深松 30 cm、春深松 40 cm、秋深松 30 cm 和秋深松 40 cm 处理分别比 CK 增加了 11.20%、3.62%、1.19%和 5.94%。

2.2.4 速效钾含量 由图 3B 可知,不同深松处理的土壤速效钾含量差异不显著,具体表现为春深松 40 cm>秋深松 30 cm>秋深松 40 cm>CK>春深松 30 cm。其中春深松 40 cm、秋深松 30 cm 和秋深松 40 cm 处理分别比 CK 增加了 5.21%、4.58%和 0.14%。

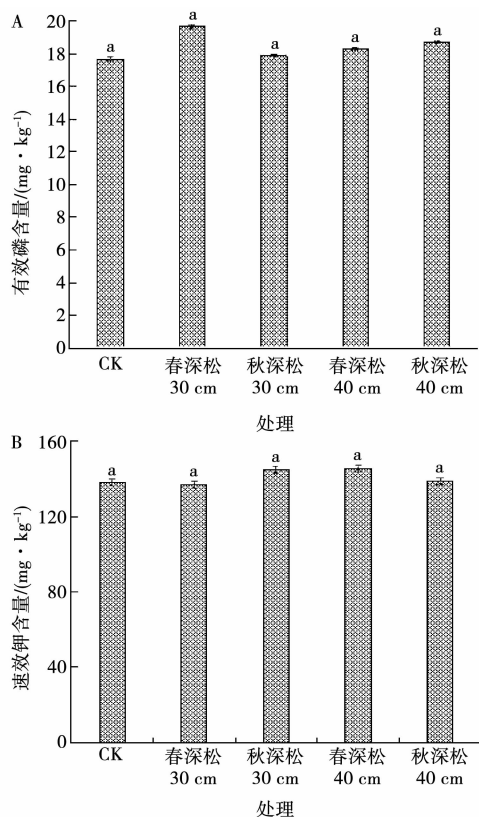


图 3 深松对土壤有效磷(A)和速效钾(B)含量的影响

2.3 深松对玉米产量的影响

由表 3 可知,各深松处理的穗长和行粒数无显著差异。深松有助于穗粗和穗行数的增加,其中春深松 30 cm、春深松 40 cm、秋深松 30 cm 和秋深松 40 cm 处理的穗粗分别比 CK 增加了 0.64%、3.43%、6.21%和 6.21%;穗行数分别较 CK 增加了 2.06%、1.50%、5.38%和 4.38%。产量具体表现为秋深松 40 cm>秋深松 30 cm>春深松 30 cm>春深松 40 cm>CK。秋深松 40 cm 和秋深松 30 cm 较 CK 增产 14.83%和 11.51%。春深松 40 cm 和春深松 30 cm 较 CK 增产 9.36%和 10.52%。

表 3 深松对玉米产量及产量构成因素的影响

处理	穗长/cm	穗粗/cm	穗行数	行粒数	产量/(kg·hm ⁻²)	增产率/%
CK	20.68±0.19 a	4.67±0.04 b	16.00±0.11 b	38.62±0.21 a	8602±621.66 a	-
春深松 30 cm	21.38±0.19 a	4.70±0.04 b	16.33±0.11 b	39.02±0.21 a	9475±700.32 a	10.52
春深松 40 cm	20.91±0.19 a	4.83±0.11 a	16.24±0.11 b	40.03±0.23 a	9407±682.32 a	9.36
秋深松 30 cm	21.47±0.19 a	4.96±0.09 a	16.86±0.14 a	40.01±0.23 a	9592±700.30 a	11.51
秋深松 40 cm	21.80±0.21 a	4.96±0.09 a	16.70±0.13 a	40.02±0.23 a	9878±726.39 a	14.83

3 讨论

3.1 深松对土壤 pH 和阳离子交换量的影响

本研究中,深松处理后的 pH 低于 CK,说明深松处理有效降低了土壤 pH。可能是因为深松打破了犁底层、使上下层土壤均匀混拌,改善了土壤的物理结构,促进了土壤的淋溶,导致表层可溶性盐分向下迁移,从而降低了土壤的 pH^[11-13]。而阳离子交换量深松后增加并不显著,可能是因为深松后虽然增强了土壤阳离子交换能力和缓冲性能,但单一的耕作措施很难增加土壤对多种离子的吸附能力^[14-15]。

3.2 深松对土壤养分含量的影响

本研究中,深松处理不同程度地提高了土壤的有机质、碱解氮、有效磷和速效钾的含量。一方面可能是深松的互作效应改善了土壤养分环境、并能够促进养分循环,增加土壤养分含量^[16-17];另一方面可能是深松作业能够改善土壤结构稳定性,加速了土壤养分的分解和释放^[18]。

3.3 深松对玉米产量的影响

玉米产量的提高与土壤条件、耕作措施及配施方式等密切相关^[19]。本研究表明:深松耕作后,穗长和行粒数无显著差异,秋季深松处理与 CK 的穗粗和穗行数差异达到显著水平。产量具体表现为秋深松 40 cm>秋深松 30 cm>春深松 30 cm>春深松 40 cm>CK。可能是因为深松可以打破犁底层,玉米根系更易向下伸展,促进根系与茎叶的生长发育,从而增加玉米干物质积累,进而提高作物产量^[20]。

4 结论

本试验结果表明,深松可以整体上降低土壤 pH、增加土壤阳离子交换量,增加土壤碱解氮和有机质含量,使土壤有效磷和速效钾含量略增加。同时深松有助于增加穗粗、穗行数和产量,其中秋深松 40 cm 和秋深松 30 cm 较 CK 增产 14.83% 和 11.51%。春深松 40 cm 和春深松 30 cm 较 CK 增产 9.36% 和 10.52%。

参考文献:

[1] 赵可夫,周三,范海. 中国盐生植物种类补遗[J]. 植物学报, 2002,19(2):611-613.

[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] 徐璐,王志春,赵长巍,等. 深松对吉林西部低产旱田土壤物理特性的影响[J]. 土壤与作物, 2012,1(2):121-125.

[4] 宫亮,安景文,邢月华,等. 连年深松和施用有机肥对土壤肥力及玉米产量的影响[J]. 土壤, 2016,48(6):1092-1099.

[5] 宫秀杰,来永才,钱春荣,等. 耕作方式对松嫩平原北部盐碱地土壤理化性状的影响[J]. 作物杂志, 2014(1):115-120.

[6] 张晋京,曹亚澄. 特定培养条件下土壤有机质分解转化规律的研究[J]. 水土保持学报, 2004,18(5):23-26.

[7] 杨莉琳,李金海. 我国盐渍化土壤的营养与施肥效应研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2012,17(2):79-81.

[8] 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.

[9] 尹勤瑞. 盐碱化对土壤物理及水动力学性质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2011.

[10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社, 2013.

[11] 杨净,蔺国仓,孙美乐,等. 土壤深松对糯玉米生长表现及土壤理化性质的影响[J]. 西南农业学报, 2017,30(4): 796-802.

- [12] 张军刚,郭海斌,王文文,等. 深耕对土壤理化性质及生物性状的影响[J]. 农业科技通讯,2017(11):184-185.
- [13] 孔晓民,韩成卫,曾苏明,等. 不同耕作方式对土壤物理性状及玉米产量的影响[J]. 玉米科学,2014,22(1):108-113.
- [14] 刘红亮,李凤海,步蕴法,等. 不同耕作方式对土壤物理性状及玉米生长发育的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(8):52-54.
- [15] 李华,逢焕成,任天志,等. 深旋松耕作法对东北棕壤物理性状及春玉米生长的影响[J]. 中国农业科学,2013,46(3):647-656.
- [16] 秦都林,王双磊,刘艳慧,等. 滨海盐碱地棉花秸秆还田和深松对土壤理化性质及棉花产量品质的影响[J]. 作物学报,2017,43(7):1023-1035.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 战秀梅,彭靖,李秀龙等. 耕作及秸秆还田方式对春玉米产量及土壤理化性质的影响[J]. 华北农学报,2014,29(3):204-209.
- [20] 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 and Chemical Properties of Soda Saline Alkali Land and Maize Yield in Songnen Plain

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

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

Abstract: In order to build a reasonable plough layer and improve the farming environment, the experiment set no subsoiling (CK), spring subsoiling 30 and 40 cm treatments, autumn subsoiling 30 and 40 cm treatments to study the effects of different subsoiling seasons and subsoiling depths on the alkali soluble nitrogen, available phosphorus, available potassium, pH, cation exchange capacity, organic matter and corn yield of soda saline alkali soil in Songnen Plain. The results showed that subsoiling could reduce the soil pH, and the soil pH of four subsoiling treatments decreased by 0.12%-3.00% compared with CK. The cation exchange capacity of spring subsoiling 30 cm, autumn subsoiling 30 cm and autumn subsoiling 40 cm treatments increased by 6.08%, 19.10% and 5.30% compared with CK. Overall, subsoiling treatment increased the contents of soil organic matter, alkali hydrolyzable nitrogen, available phosphorus and available potassium to varying degrees. The difference of alkali hydrolyzable nitrogen content among different subsoiling treatments reached a very significant level, and the difference of organic matter, available phosphorus and available potassium content were not significant. 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. Subsoiling contributed to the increase of ear diameter, number of rows per ear and yield. The yield of autumn subsoiling at 40 cm and 30 cm increased by 14.83% and 11.51% compared with CK. Compared with CK, the yield of spring subsoiling at 40 cm and 30 cm increased by 9.36% and 10.52%. Therefore, subsoiling in autumn is better than subsoiling in spring and no subsoiling.

Keywords: subsoiling; Songnen Plain; soda saline alkali land; soil physical and chemical properties; maize yield

欢迎关注本刊微信公众号

