

微咸水淋洗对玉米生长发育及产量的影响

吴乐知^{1,2}

(1. 湖北师范学院地理科学系, 湖北 黄石 435002; 2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

摘要: 通过微咸水淋洗改良苏打盐渍土旱田的试验, 探讨了微咸水淋洗对玉米生长发育和产量的影响。结果表明, 与对照处理相比, 补充灌溉和淋洗处理均促进了玉米植株生长和根系发育, 且淋洗处理的效应更为明显; 300、150 mm 淋洗和补充灌溉处理分别较对照区增产 68.69%, 62.25% 和 8.41%, 淋洗处理较补充灌溉处理达到了极显著增产, 300 mm 较 150 mm 淋洗处理虽有显著增产效果, 但未达极显著水平。表明就本试验区玉米的正常生长发育而言, 150 mm 淋洗定额已基本满足, 可作为改良应用的参考定额。

关键词: 微咸水; 淋洗; 苏打盐渍土; 玉米

中图分类号: S156.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)04-0042-04

松嫩平原西部是世界三大片苏打盐渍土集中分布区之一。近半个世纪以来, 土地盐碱化面积每年增加 1.3%, 盐碱化程度急剧增强; 其中吉林省西部土地盐碱化面积 15 326.66 km², 占土地总面积的 28.2%, 主要分布在吉林省西部的大安市、通榆县、乾安县、镇赉县等县(市)^[1-3]。农业生产条件的严重恶化, 成为当地农民贫困的重要原因。吉林西部苏打盐渍土地区, 约有 25% 的盐碱地属于低产旱田, 在现有农业措施条件下, 如果不采取任何改良措施, 在正常和干旱年份旱田根层土壤将始终处于积盐阶段, 盐碱化将越来越严重, 致使作物产量很低, 许多地块最后只能长期种植耐盐碱、耗地力、效益低的向日葵。吉林省的几个主要国家级贫困县都集中在这一区域, 许多村屯由于土地盐碱荒漠化, 举屯外迁, 或被迫投亲靠友^[4]。

自 20 世纪 80 年代末期开始, 大量学者对研究区盐碱地的综合治理和农业持续发展研究做了不少工作, 通过多年的改良与治理试验, 摸索出了一套适合于苏打盐碱土改良的方法和技术措施。主要改良利用方向包括盐碱化草场改良、低洼易涝盐碱地开发种稻、盐碱化沼泽育苇与建塘养鱼等。本研究特别针对吉林西部苏打盐渍土区的旱田, 利用当地的地下水资源, 设计淋洗制度, 淋洗土壤盐碱, 达到改良碱化土壤的目的, 是当地盐碱地综合治理的一个重要方面。本试验利用微咸水具有较高的含盐量和较多的钙、镁离子含量的特点, 来淋洗改良土壤, 探讨试验过程中当地主要的农作物玉米的生长发育特征及产量的变化, 分析微咸水淋洗对作物的影响。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地点选择在吉林省大安市叉干镇民乐村, 位于吉林省西北部, 松嫩平原中部低平原上。该村全部耕地均为盐碱地, 在土壤和地下水特征方面具有典型性和代表性; 浅层地下水亦比较丰富, 含水层埋深 20~30 m, 水位 2~3 m, 矿化度 1~2 g/L, pH 值为 7.7~8.0, 钠吸附比 SAR 为 2~4, 属于微咸地下水; 且浅层地下水西高东低, 水力坡度约 3/10000, 易于开采利用。该区耕层 0~20 cm 土壤含盐量为 0.06%~0.26%; 20~40 cm 深土壤含盐量为 0.07%~0.40%; 1.2 m 土壤深度内土壤平均碱化度 ESP 为 17.5%~37%。本文所选择的试验地耕层土壤含盐量为 0.1%, 1.2 m 深度内土壤平均碱化度 ESP 为 18%, 属于轻度苏打盐碱地, 改良前主要种植作物为向日葵, 单产 500 kg/hm²。

2003 年 4 月中旬至 10 月中旬, 大安市 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均积温为 3 252 $^{\circ}\text{C}$, 降雨量达 449 mm, 比同时期多年平均多了 49.7 mm, 但是降雨量主要集中在 7、8 月份, 日降雨量最大曾出现 63.3 mm。而 4 月中旬至 5 月下旬各旬降雨量均小于多年平均, 导致了春旱, 使得作物的播种延后^[5]。

1.2 试验处理

试验地种植玉米, 品种为四单十九。用微咸水淋洗玉米试验地, 试验设对照、补充灌溉、低额淋洗和高额淋洗 4 种处理方式, 每个处理重复 3 次, 共 12 个小区, 小区面积为 6 m \times 4.8 m, 各个处理之间有

收稿日期: 2008-03-31

基金项目: 湖北师范学院人才引进项目(2008F19); 湖北师范学院优秀中青年科技创新团队资助计划项目; 国家十五科技攻关课题(2004BA508B05)

作者简介: 吴乐知(1979—), 男, 安徽太湖人, 博士, 主要从事环境生态以及土壤环境与全球变化研究。E-mail: wulezhi201@126.com。

自然地块隔开,以避免淋洗过程中各处理之间的相互干扰。

本试验中,结合作物的生长时期,分为4次灌溉与淋洗(2003年6~8月)。对照区不使用微咸水进行人工灌溉与淋洗,入渗的水分来源只有自然降雨;补充灌溉量是根据FAO56方法,即为了弥补作物水分亏缺,灌溉与淋洗前根据田间实际测的土壤含水量和田间持水量,计算二者之间的差值,按照差值用微咸水进行补充灌溉,没有附加淋洗定额;低额淋洗是指在补充灌溉量的基础上再附加低额量的微咸水进行淋洗;高额淋洗是指在补充灌溉量的基础上再附加高额量的微咸水进行淋洗。联合国粮农组织建议,对于轻度盐碱地和非盐碱地,为防止次生盐渍化的发生,淋洗定额一般为灌溉定额的20%,在本试验中,根据李取生^[6,7]等对当地作物水分亏缺的研究以及淋洗制度的设计,具体定额为:玉米试验地的低额淋洗量四次分别为40,40,40,30 mm,共计150 mm;高额淋洗量四次分别为80,80,80,60 mm,共计300 mm。本试验中的微咸水的灌溉与淋洗均采用垄沟灌溉。

1.3 测定项目及方法

在玉米不同的生长期,采用系数法(叶面积=长×宽×系数)测定各处理植株的叶面积,并计算叶面积指数,在本试验中,玉米试验地的种植密度为2052株/667m²,在进行叶面积测量时,观察样区面积为1.63 m²。在收获前用卷尺测量各处理玉米植株高度。根据前人经验和大田采样的结果,玉米根系主要分布在0~60 cm内,60~80 cm处根系分布极少,80~100 cm处几乎没有根系分布。以0~100 cm分布的根系计算,0~60 cm占95%以上^[8]。因此,本试验挖出0~80 cm土壤深度内玉米根系,采用分层冲根法调查根系条数和发育情况。

为了验证微咸水淋洗对土壤的改良作用,收获后在各个小区进行土壤取样,每个小区一个剖面,深度为120 cm,每隔20 cm取一个样。样品测定前混合均匀,风干后采用电导仪测定土壤样品的电导率(EC),再换算成土壤含盐量;采用原子吸收光谱法测定可溶性Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺的含量,计算土壤碱化度(ESP,交换性Na的百分率)。

2 结果与分析

2.1 玉米株高的变化

由图1可以看出,淋洗处理的玉米平均株高显著高于未淋洗处理,补充灌溉处理的平均株高显著高于对照;300 mm淋洗区的平均株高也略微高于

150 mm淋洗区,但二者之间的差异不显著。

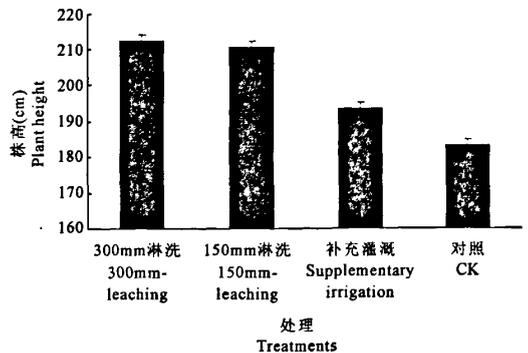


图1 玉米试验地各处理收获时期的株高

Fig.1 Plant height on each treatment of corn experimental field in mature period

2.2 玉米叶面积指数的变化

图2是2003年玉米试验地不同处理的玉米叶面积指数对比图,从图中可以看出,孕穗抽雄期以前叶面积基本上呈直线增长,灌浆期后期的叶面积指数低于灌浆前期,4个处理的表现基本一致。淋洗区的叶面积指数一直高于补充灌溉区和对照区,特别是到了第三次测量时(灌浆期),差异达到最大,300 mm淋洗区、150 mm淋洗区、补充灌溉区、对照区的叶面积指数分别为2.799, 2.237, 1.861和1.749。补充灌溉区叶面积指数较对照区也有所提高。

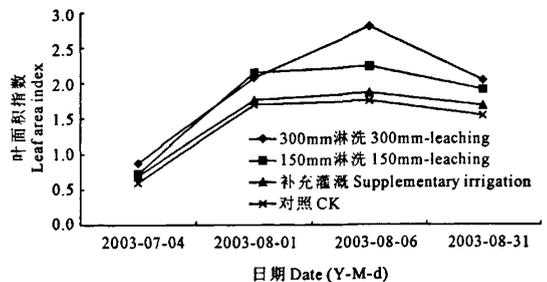


图2 玉米试验地各处理的叶面积指数

Fig.2 LAI on each treatment of corn experimental field

2.3 不同处理的玉米根系发育特征的变化

在收获前对玉米各处理根系分布(主要为各土层根系条数)进行了调查,如图3所示,与对照区相比,补充灌溉和淋洗处理的根系数(条数)明显增多。从根系垂直分布来看,三个灌水处理的根系主要分布在0~60 cm,60 cm以下土层中根系数量锐减,而对照区玉米根系主要分布在0~40 cm,40 cm以下土层中的根系数量明显少于其它三个处理。40 cm

以下土层中,300 mm 淋洗处理中的根系数量最多;60 cm 以下土层中,根系数量随淋洗量降低而递减,而补充灌溉和对照区中在该深度几乎没有根系生长。对比 300 mm 淋洗和 150 mm 淋洗处理,在 60 cm 以上土层内,根系条数无差异,60 cm 以下的根系条数有差异,但是差异并不明显。

2.4 微咸水淋洗对玉米产量的影响

微咸水的灌溉淋洗效果不仅体现在玉米生长发育状况的改善,更直观地表现在玉米产量的变化。在玉米试验地 4 个处理中各随机选择一个样区,面积为 1.63 m²,取三个重复,测产结果如表 1,可以看出,300 mm、150 mm 淋洗区和补充灌溉区分别较对照增产 68.69%,62.25%和 8.41%。根据方差分析和 *F* 检验的结果,重复间 $F = 2.72103 < F_{0.05} = 5.14$;处理之间 $F = 528.0699 > F_{0.01} = 9.78$ 。即重复取样的结果差异不显著,处理之间的差异极显著。采用多重比较法进行分析,结果表明,300 mm 淋洗、

150 mm 淋洗、补充灌溉较对照处理均达到极显著增产水平,表现出淋洗灌溉极显著的增产效果;300 mm、150 mm 较补充灌溉亦达到了极显著增产水平;补充灌溉与对照相比达到极显著增产;300 mm 淋洗较 150 mm 淋洗处理增产效果显著,但未达极显著水平。

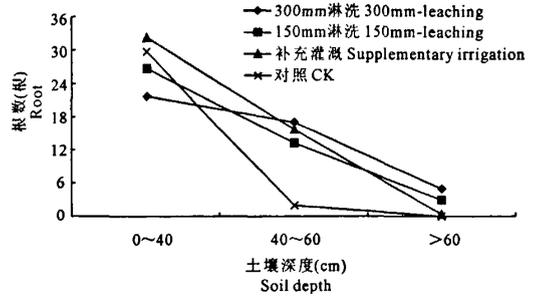


图 3 玉米各处理的根系分布

Fig.3 Root distribution on each treatment of corn experimental field

表 1 玉米试验地各处理的产量及其多重比较分析

Table 1 Corn yield and its analysis by LSR way on each experimental treatment

处理 Treatments	产量 (kg/hm ²) Yield				差异显著性 Significant difference	
	重复 1 Repetition 1	重复 2 Repetition 2	重复 3 Repetition 3	平均 Average	0.05	0.01
300 mm 淋洗 300mm-leaching	6579.62	6407.28	6527.18	6504.7	a	A
150 mm 淋洗 150mm-leaching	6401.86	6244.11	6122.78	6256.25	b	A
补充灌溉 Supplementary irrigation	4170.36	4036.94	4332.79	4180.03	c	B
对照 CK	3971.73	3753.59	3842.38	3855.9	d	C

2.5 土壤盐碱含量的变化

通过土壤含盐量的变化可以看出(图 4),淋洗处理较补充灌溉处理的土壤含盐量有明显降低趋势,而补充灌溉与对照之间的土壤含盐量差异不明显;另一方面,通过对土壤碱化度的变化分析可知(图 5),玉米试验地淋洗处理区较未淋洗区分别降低了 41.1%和 45.1%,补充灌溉与对照差异不明显,从而说明微咸水淋洗能有效地降低玉米试验地土壤代换性 Na⁺含量,从而降低土壤碱性。

3 讨论与结论

微咸水的补充灌溉和淋洗措施有效地促进了苏打盐渍土区玉米的生长发育,无论是地上部分的生长性状,如植株高度、叶面积,还是地下部分的根系发育状况,都明显表现出补充灌溉和淋洗试验处理要明显好于对照区。在吉林西部这一半干旱地区,水分是作物生长发育的一个重要限制性因子,特别是在 2003 年春旱的影响下,补充灌溉处理所增加的

水分充分弥补了作物在生长发育时期的水分亏缺,也就相应地促进了作物生长发育,这也就是补充灌溉处理的玉米植株高度、叶面积、根系发育以及产量较对照区都有明显提高的原因。

在吉林西部盐渍土地区,仅仅按照作物亏缺水来进行补充灌溉是远远不够的,因为苏打盐渍土对农业生产的影响主要取决于土壤中盐碱含量的多少。土壤盐碱含量超标时会影响作物单位面积产量,继而会抑制作物的生长发育,严重时导致一般农作物都不能生长,含盐量更高时则变为不毛之地^[9]。从玉米植株高度和叶面积的生长发育状态看,淋洗处理都要显著好于补充灌溉处理;淋洗处理的产量更是显著高于补充灌溉处理。另一方面,通过各处理土壤盐碱含量的变化可以看出,淋洗处理的盐碱含量明显降低,而补充灌溉只能解决植物生长的水分亏缺问题,其促进作物生长发育以及增加产量的效果有限,不能从根本上解决盐碱对植物生长的抑制。

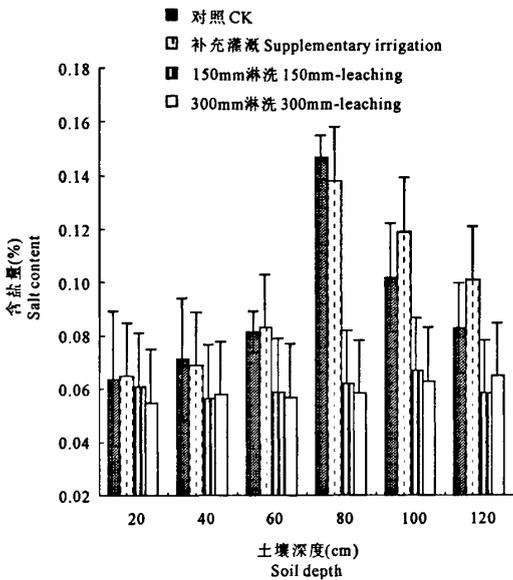


图4 玉米试验地各处理的土壤含盐量

Fig.4 Salt content on each treatment of corn experimental field

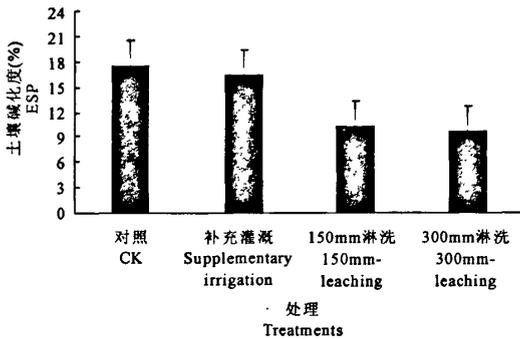


图5 玉米试验地各处理的土壤碱化度

Fig.5 ESP on each treatment of corn experimental field

因此在本试验中,通过微咸水的淋洗,土壤盐碱化得到改良,有效促进了苏打盐渍土区玉米的生长发育,提高了作物产量。在两个不同淋洗定额处理中,300 mm 和 150 mm 的淋洗量对玉米的生长发育特征和产量的影响也有一定差异,但是并不显著;可见在本试验中,150 mm 淋洗定额已经能够基本保证轻度苏打盐渍土区玉米的正常生长发育,可以作为淋洗基础定额加以推广示范。本试验中灌溉和淋洗用水抽取的是浅层地下水,其水量丰富,开采方便,成本较低,十分适合当地大面积盐渍土的改良利用推广;另一方面也降低了地下水位,从而防止了通过地下水蒸发导致土壤继续返盐。

参考文献:

- [1] 裘善文,张 柏,王志春.吉林省西部土地荒漠化现状、特征、与治理研究[J].地理科学,2003,23(2):188—192.
- [2] 李取生,裘善文,邓 伟.松嫩平原土地次生盐碱化研究[J].地理科学,1998,18(3):268—272.
- [3] 宋长春,邓 伟.松嫩平原土壤次生盐渍化过程模型研究[J].水土保持学报,2002,16(5):23—26.
- [4] 李取生,庞治国,宋玉祥.加快立法进程,治理吉林西部盐碱荒漠化[J].农村生态环境,2000,16(2):53—55.
- [5] 李晓军,李取生.松嫩平原西部不同土地覆被水盐动态对比研究[J].生态环境,2005,14(3):399—404.
- [6] 李取生,李晓军,刘长江,等.松嫩平原旱地碱化土壤改良与淋洗制度研究[J].水土保持学报,2003,17(2):145—148.
- [7] 吴乐知,李取生,刘长江.微咸水淋洗对苏打盐渍土土壤理化性状的影响[J].生态与农村环境学报,2006,22(2):11—15.
- [8] Chen J M, Black T A. Defining leaf area index for non-flat leaves[J]. Plant Cell and Environment, 1992,15:421—429.
- [9] 宋海星,李生秀.玉米生长空间对根系吸收特性的影响[J].中国农业科学,2003,36(8):899—904.
- [10] 刘兴土.松嫩平原退化土地整治与农业发展[M].北京:科学出版社,2001.

Effect of leaching with mildly saline water on corn growth character and yield

WU Le-zhi^{1,2}

(1. Department of Geographical Science, Hubei Normal University, Huangshi, Hubei 435002, China;

2. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun, Jilin 130012, China)

Abstract: An experiment of leaching slightly saline-sodic soil with mildly saline water was conducted for analysis of change in corn growth character, such as plant height, leaf area index and root, etc. There were four treatments; CK; supplementary irrigation; low-rate leaching; and high-rate leaching. Results indicate that the average plant height in Treatment 3 increased by 13% compared to that in CK. Leaf area index in both Treatment 4 and 3 increased significantly compared to that in CK. Corn yield in Treatment 4, 3 and 2 increased respectively by 68.69%, 62.25% and 8.41% compared to that in CK. It is obvious that corn growth character and yield in leaching treatments was improved significantly, and water condition was an important effect. It is hence concluded that suitable preferential volume of leaching in slightly saline-sodic soil in western Jilin Province is 150 mm, providing sufficient condition for local corn growing healthily.

Key words: slightly saline-sodic soil; leaching; corn; growth