

查干淖尔盐碱地土壤化学组成及对盐地碱蓬和灰绿碱蓬生长的影响

奚萨茹拉

内蒙古民族幼儿师范高等专科学校, 内蒙古 鄂尔多斯
Email: 1045851965@qq.com

收稿日期: 2020年11月20日; 录用日期: 2020年12月2日; 发布日期: 2020年12月9日

摘 要

对查干淖尔盐碱地土壤化学组成及对盐地碱蓬和灰绿碱蓬生长的影响进行探讨。结果表明, 查干淖尔盐碱地土壤土质属黏土, 以 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 为主要盐分的强碱性盐碱土, 土壤肥力匮乏。以湖盆为中心, 向外辐射的不同程度盐碱化的3个样地上种植碱蓬实验结果表明, 随着土壤盐碱化程度的加剧, 盐地碱蓬和灰绿碱蓬种子发芽明显延迟, 生长受抑制显著。相比, 灰绿碱蓬对盐碱胁迫更加敏感, 种子发芽延迟程度和生长受抑制程度均与盐地碱蓬差异达到极显著水平($P < 0.01$)。

关键词

盐地碱蓬, 灰绿碱蓬, 查干淖尔盐碱地

Chemical Composition of Chagannoor Saline Alkali Soil and Its Effect on Growth of *Suaeda salsa* and *Suaeda glauca*

Saragool Xi

Inner Mongolia Nationalities Preschool Normal College, Ordos Inner Mongolia
Email: 1045851965@qq.com

Received: Nov. 20th, 2020; accepted: Dec. 2nd, 2020; published: Dec. 9th, 2020

Abstract

The chemical composition of soil in Chagannoor saline alkali soil and its effect on *Suaeda salsa* and *Suaeda glauca* growth were discussed. The results showed that the soil of Chagannoor saline alkali

soil belongs to clay soil, and the soil fertility was deficient in the strong alkaline saline alkali soil with NaHCO_3 and Na_2CO_3 as the main salts. The results showed that with the aggravation of soil salinization, the germination of *Suaeda salsa* and *Suaeda glauca* seeds was significantly delayed, and the growth was significantly inhibited. Compared with *Suaeda salsa*, *Suaeda glauca* was more sensitive to saline alkali stress, and the degree of seed germination delay and growth inhibition was significantly different from that of *Suaeda salsa* ($P < 0.01$).

Keywords

Suaeda salsa, *Suaeda glauca*, Chagannoor Saline Alkali Soil

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

盐地碱蓬(*Suaeda salsa*)和灰绿碱蓬(*Suaeda glauca*)属藜科碱蓬属(*Suaeda* Forsk. ex Scop.)一年生盐生草本植物,在世界各地广泛分布,在我国主要分布于新疆、河北、辽宁、吉林、内蒙古的盐碱荒漠和沿海滩涂,具有抗干旱、耐盐碱、耐贫瘠等特点,是盐碱地优势种和治理盐碱地的宝贵植物资源[1]。盐地碱蓬属叶片肉质化真盐生植物,从土壤中吸收大量盐分,转移至地上部分积累,随着盐地碱蓬的收获,实现土壤盐分的转移[2]。种植盐地碱蓬后,植被盖度增加,减少了地面蒸发,遏制了蒸发造成的地表盐分积累,对盐渍土壤脱盐效果显著[3]。赵劭等研究显示[4],盐地碱蓬生长对 NaCl 具有显著的依赖性,在 $200 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 处理 30 d 后植株体内 Na^+ 和 Cl^- 含量占植物干重的 13.1% 和 10.1%,是一种典型的盐生植物,对 Na^+ 和 Cl^- 具有超富集能力。张立宾等发现[5],在山东东营盐生植物园滨海盐渍土中种植盐地碱蓬 3 年后,土壤的含盐量从 $16.49 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 降低到 $12.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,土壤脱盐率为 26.83%,而土壤有机质含量增加了 56.1%,土壤中 N、P、K 含量也相应增加。林学政等利用盐地碱蓬对天津河日滨海盐碱地进行生物修复试验结果表明[6],种植一年后根际土壤的电导率比对照下降了 13.0%,而根际土壤有机质和总氮分别增加 43.0% 和 18.0%,放线菌和真菌分别增加了 5 倍和 16 倍。刘玉新等[7]在黄河三角洲东营盐生植物园的含盐量分别为 1.11%、1.90% 和 2.70% 的 3 种滨海盐渍土上种植盐地碱蓬 2 年后,盐含量分别下降了 62.01%、57.50% 和 44.53%,而土壤有机质分别增加 61.54%、100.00% 和 50.00%,其 N、P、K 含量也均有不同程度增加。证明,盐地碱蓬对滨海盐渍土具有显著的改良作用。

内蒙古锡林郭勒盟阿巴嘎旗查干淖尔盐碱地属草原湖泊干涸形成的次生盐碱地。查干淖尔盐碱地面积虽然不大,但每当春季大风季节,盐碱化土地表面的松散盐分沉积物随风卷起,形成“化学尘暴”,直接危害当地人畜正常生活,而且以惊人的速度不断扩大,直接威胁周边地区的生态安全。为遏制土地盐碱化的不断扩展,人们采用生物修复法,在查干淖尔盐碱地种植盐生植物,以探索恢复植被,治理盐碱地。面对夏季干旱、冬季寒冷的草原自然气候,种植植物物种的选择是盐碱地生态治理的关键所在。本文分析了查干淖尔盐碱地土壤化学组成及其对盐地碱蓬和灰绿碱蓬生长的影响,旨在为草原盐碱化土壤的治理提供实验依据。

2. 材料与方法

2.1. 实验材料

土壤采样地点设在内蒙古自治区锡林郭勒盟阿巴嘎旗境内的查干淖尔干涸湖盆东缘。采样时间为

2010年5月。从湖盆中心每隔500 m设一个样点，由内向外依次设3个样点。在每个样点，剥去表层松散土，取20 cm以内的耕作层土样，分别编号为土样1、土样2和土样3。将土样带回实验室，在阴凉处自然风干，待分析。

供试盐地碱蓬种子采自于江苏省盐城市海滨盐碱地碱蓬自然居群，灰绿碱蓬种子采自于锡林郭勒盟阿巴嘎旗查干诺尔盐碱地灰绿碱蓬自然居群。

2.2. 实验方法

2.2.1. 土壤化学组分分析

土壤机械组成用吸管法测定[8]。

土壤可溶性盐含量用重量法测定[8]。

土壤酸碱度用酸度计法测定[8]。

全磷含量用碱溶-钼锑抗比色法测定[9]

全钾含量用火焰光度计法测定[8]。

全氮含量用凯氏微量定氮法测定[8]。

有机质含量用油浴加热- $K_2Cr_2O_7$ 容量法测定[8]。

碳酸根和碳酸氢根含量用双指示剂中和法测定[8]。

氯离子含量用硝酸银滴定法测定[8]。

硫酸根离子含量用EDTA间接滴定法测定[8]。

钙离子、镁离子含量用EDTA络合滴定法测定[8]。

可溶性钾、钠离子含量用火焰光度计法测定[8]。

实验数据利用SPSS16.0统计软件进行统计分析。

2.2.2. 查干淖尔盐碱地土壤对碱蓬出苗率的影响

在以上查干淖尔盐碱地3个样点，各设3个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 大样方，将每个大样方以 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 划分成25个小样方，在每个大样方外围小样方中将100粒盐地碱蓬和灰绿碱蓬种子间隔播种，其余小样方作为空白对照样方。于5月20号播种，之后每天观察记录统计出苗情况，并每隔3 d测定株高，一直到生长末期。试验区有围栏防护，免遭牲畜干扰。栽培植株自然生长，及时清除杂草，未加以人为灌水和施肥。

3. 结果与分析

3.1. 查干淖尔盐碱地土壤质地分析

土壤质地在一定程度上决定着土壤的通气性、蓄水导水性、营养元素的有效性，从而影响到土壤微生物特征及植物生长状况。因此，土壤机械组成的测定及土壤质地的准确判定是所有与土壤相关的研究工作中最基本的一项测定项目[10]。查干淖尔盐碱地土壤的机械组成分测试结果如表1。根据国际制土壤质地分类三角坐标图[11]，将测试结果查询结果是：1号土样土壤质地属于黏土，2号土样土壤质地属于壤质黏土，3号土样土壤质地属于砂质黏壤土。由于湖泊干涸年代不同及每年的雨水冲洗导致各样点的土壤质地差异也较大。

3.2. 查干淖尔盐碱地土壤化学组成分析

查干淖尔盐碱地土壤化学组分分析结果如表2和表3。根据《土壤学大词典》划分[11]及相关文献[12]，1号、2号土样土壤属于强碱性盐土、3号土样土壤均属于强碱性重度盐渍化土壤。在土壤养分方面，依据全国第二次土壤普查养分分级标准[13]，1号土样有机质、N、P、K营养分别为五级、六级、二级和六

级, 第 4 级, 2 号土样的分别为四级、六级、一级和六级, 3 号土样的分别为四级、五级、一级和六级。说明, 各样地植被覆盖度极低, 土壤养分除了磷素以外, N 和 K 极度匮乏, 不利于植物生长。

Table 1. The analysis of mechanical composition of saline-alkaline soil of Chagannoor

表 1. 查干淖尔盐碱地土壤机械组成分析

土样编号	黏粒/%	粉粒/%	砂粒/%
1	46.83	30.56	22.61
2	25.38	28.15	46.47
3	16.16	12.24	71.60

Table 2. The pH value and the soluble salt and nutrient content of saline-alkaline soil of Chagannoor

表 2. 查干淖尔盐碱地土壤 pH、可溶性盐和养分含量

土样地	可溶性盐含量/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	有机质含量/%	pH	全氮/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	全磷/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	全钾/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
1	12.76	6.37	10.61	0.21	0.99	0.20
2	6.39	9.14	10.38	0.39	1.22	0.23
3	5.86	15.22	9.36	0.55	1.84	0.27

土壤可溶性盐分 8 大离子组成分析结果如表 3。按照全国第 2 次土壤普查的土壤养分分级标准进行分类, 3 种土样的主要成分均以 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 为主的苏打土壤, 土样 1 为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^- > 7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 属于强碱性盐土, 2 号土样为 $7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} > \text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^- > 5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 土样 3 为 $5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1} > \text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^- > 3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 均属于强碱性重级盐渍化土。

Table 3. The analysis of 8 ions in saline-alkaline soil of Chagannoor/ $(\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{DW})$

表 3. 查干淖尔盐碱地土壤可溶性盐 8 大离子含量分析/ $(\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{DW})$

土样	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}
1	0.03	1.18	0.53	0.22	0.35	5.82	2.92	0.61
2	0.03	2.14	0.07	0.09	0.90	4.39	1.93	0.60
3	0.02	2.61	1.81	0.29	0.97	2.76	0.38	0.93

3.3. 查干淖尔盐碱地对碱蓬植株生长的影响

查干淖尔盐碱地对盐地碱蓬和灰绿碱蓬植株生长的影响如图 1 和图 2。盐地碱蓬在 3 号样地上播种后第 7 天开始出苗, 在 2 号样地上播种后第 10 天开始出苗, 在 1 号样地上播种后第 13 天开始出苗, 播种后前 30 d 幼苗生长非常缓慢, 之后逐步进入快速生长阶段, 随着植株的开花进入生殖时期, 生长速率变缓, 植株整个生长曲线形成典型的“S”型生长曲线。盐渍化对盐地碱蓬生长的抑制作用显著, 在 1 号样地上植株最终高度为 36 cm, 在 2 号样地上为 42 cm, 在 3 号样地上为 46 cm。在 3 种样地上, 同期植株高度差异均达到极显著水平($p < 0.01$)。而灰绿碱蓬表现出对盐碱胁迫更加敏感。在 3 号样地上播种后第 13 天开始出苗, 在 2 号样地上播种后第 16 天开始出苗, 而在盐碱化程度最严重的 1 号样地上播种后第 25 天才开始出苗。整个植株生长曲线在土壤 3 和土壤 2 上也呈“S”型, 但在 1 号样地上, 未出现对数生长时期, 形成平滑生长曲线。植株最终高度在 3 号样地上为 39 cm, 在 2 号样地上为 29 cm, 在 1 号样地上只有 12 cm。在 3 种样地上, 同期植株高度差异均达到极显著水平($p < 0.01$)。

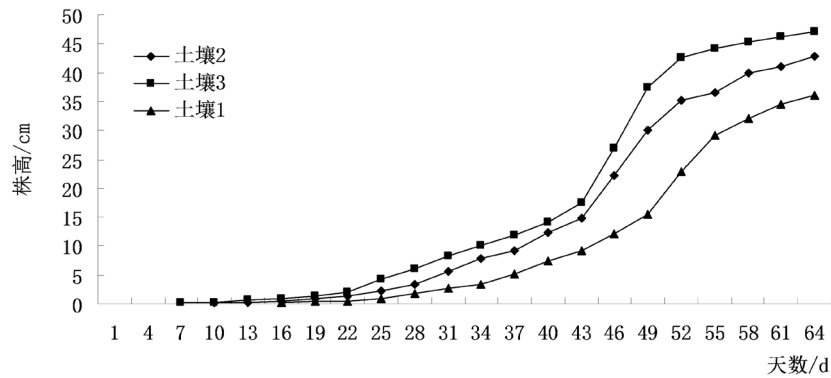


Figure 1. Effect of saline alkaline soil on growth of *Suaeda salsa*
图 1. 盐碱化土壤对盐地碱蓬生长的影响

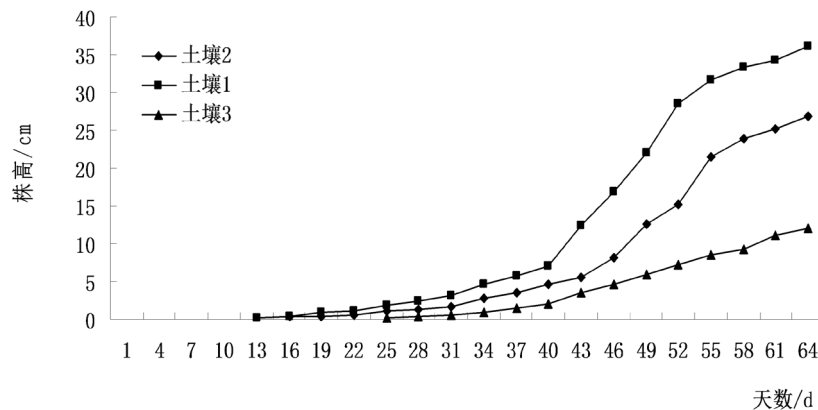


Figure 2. Effect of saline alkaline soil on growth of *Suaeda glauca*
图 2. 盐碱土壤对灰绿碱蓬生长的影响

4. 讨论与结论

草地盐碱化是指草地土壤中的盐碱含量增加, 导致优质牧草的生长性能降低, 耐盐碱力强的植物增加, 致使草原的利用率降低, 盐碱斑面积增大[14]。目前我国约有 $2930 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 草地受盐碱化影响, 其中多数分布在我国北方地区[15]。种植和恢复耐盐碱牧草植被能显著改善盐碱化草地土壤物理性质和结构, 提高草地土壤透气性和储水能力, 费用少、效果显著, 且同时可产生良好的经济效益[16]。本实验结果表明, 查干淖尔盐碱地土壤不仅含盐量高, 而且碱度极高, 水土流失严重, 对生物治理带来极大的难度。盐地碱蓬和灰绿碱蓬在内蒙古草地均有自然分布[17]。但在查干淖尔湖区周边植被调查中发现有芨芨草 (*Achnatherum splendens*)、大籽蒿 (*Artemisia sieversiana*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、小果白刺 (*Nitraria sibirica*)、猪毛菜 (*Salsola collina*)、驼绒藜 (*Ceratoides latens*)、西伯利亚滨藜 (*Atriplex sibirica*)、银灰旋花 (*Convolvulus ammannii*)、全叶碱地风毛菊 (*Saussurea runcinata*) 及灰绿碱蓬 (*Suaeda glauca*) 等耐盐碱植物分布, 却未发现盐地碱蓬。幼苗期是对盐碱胁迫最敏感的阶段, 抵抗胁迫能力低, 死亡率也较高, 成为影响植物种群定居和分布最为关键的阶段[18]。查干淖尔强碱性盐渍化盐土壤显著延缓碱蓬萌发进程。其中, 灰绿碱蓬种子发芽延迟更加明显。对此, 也有学者认为[19][20], 种子萌发初期, 雨水少、土壤含盐量高, 高盐环境的渗透胁迫使种子进入强迫休眠状态, 在一定程度上避免了高盐对植株的毒害乃至致死作用。以细胞膨压为动力的植物生长过程对盐胁迫非常敏感, 生长速率为植物抗盐胁迫程度和抗盐能力的评估提供了可靠的标准[21]。从图 1 和图 2 可以看出, 碱蓬整株生长曲线呈典型的“S”曲线型。随土壤盐碱

化程度的加剧,对碱蓬生长的抑制作用也随之加大。其中灰绿碱蓬受抑制程度更大,在盐碱化程度高的1号样地上最终高度只有12 cm,生长曲线也失去“S”型生长特性,呈平滑曲线型。这进一步证明灰绿碱蓬对盐碱胁迫的敏感性较盐地碱蓬更大。研究证明[22],当NaCl浓度 $\leq 150 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{NaHCO}_3 \leq 20 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \leq 10 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 则苜蓿种子发芽正常萌发。超过这一浓度,苜蓿种子发芽率、发芽势、发芽指数显著下降($p < 0.05$)。在我国北方有相当大面积盐碱土的主要盐分是碱性的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 ,在增加了土壤盐度的同时,还造成土壤pH的明显提高,事实上也表现出它比中性盐有更大的生态破坏力[23],生态治理难度更大。本实验结果充分表明,在北方盐碱地土壤生物治理上被应用潜力盐地碱蓬较灰绿碱蓬更大。

参考文献

- [1] 赵可夫, 冯立田. 中国盐生植物资源[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [2] 俞仁培, 陈德明. 我国盐渍土资源及其开发利用[J]. 土壤通报, 1999, 30(4): 158-159.
- [3] 秦嘉海, 吕彪, 赵芸晨. 河西走廊盐土资源及耐盐牧草改土培肥效应的研究[J]. 土壤, 2004, 36(1): 71-75.
- [4] 赵勐, 范海, 赵可夫. NaCl、KCl 和 Na_2NO_3 对盐地碱蓬生长以及植物体内离子组成和分布的效应[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(2): 263-267.
- [5] 张立宾, 徐化凌, 赵庚星. 碱蓬的耐盐能力及其对滨海盐渍土改良效果[J]. 土壤, 2007, 39(2): 310-313.
- [6] 林学政, 沈继红, 刘克斋, 等. 种植盐地碱蓬修复滨海盐渍土效果的研究[J]. 海洋科学进展, 2005, 23(1): 65-69.
- [7] 刘玉新, 谢小丁. 耐盐植物对滨海盐渍土的生物改良试验研究[J]. 山东农业大学学报, 2007, 38(2): 183-188.
- [8] 李酉开. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [9] 鲍士旦. 土壤理化分析实验指导书[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 53-55.
- [10] 郭彦彪, 戴军, 冯宏, 等. 土壤质地三角图的规范制作及自动查询[J]. 土壤学报, 2013, 50(6): 1221-1225.
- [11] 周建民, 沈仁芳. 土壤学大词典[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [12] 中国土壤学会盐渍土专业委员会. 中国盐渍土分类分级文集[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989.
- [13] 中国土壤调查办公室. 全国第二次土壤普查养分分级标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 1979.
- [14] 冀永华. 草原保护与草地“三化”治理技术研究[J]. 中国畜禽种业, 2018, 14(11): 53-54.
- [15] Pan, C.C., Zhao, H.L., Zhao, X.Y., *et al.* (2013) Biophysical Properties as Determinants for Soil Organic Carbon and Total Nitrogen in Grassland Salinization. *PLoS ONE*, **8**, e54827. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054827>
- [16] Novikova, A.F. and Gololobova, A.V. (1976) Reclamation of Solonchaks in the Dark Chestnut Subzone of Kustanay Oblast. *Pochvovedenie*, No. 8, 97-106.
- [17] 马毓泉. 内蒙古植物志(第二版, 第二卷) [M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1990: 223-237.
- [18] 贾亚雄, 李向林, 袁庆华, 等. 披碱草属野生种质资源苗期耐盐性评价及相关生理机制研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(10): 2999-3007.
- [19] Ungar, I.A. (1995) Seed Germination and Seed-Bank Ecology in Halophytes. In: Kigel, J. and Galili, G., Eds., *Seed Development and Germination*, Marcel Dekker, New York, 599-628. <https://doi.org/10.1201/9780203740071-23>
- [20] Ungar, I.A. (1987) Population Ecology of Halophytes Seeds. *The Botanical Review*, **53**, 301-344. <https://doi.org/10.1007/BF02858320>
- [21] Walte Larcher. 植物生态生理学[M]. 翟志席, 郭玉海, 马永泽, 等, 译. 北京: 中国农业大学出版社, 1997.
- [22] 景艳霞, 袁庆华. 不同钠盐胁迫对苜蓿种子萌发的影响[J]. 种子, 2010, 29(2): 69-72.
- [23] 殷立娟, 石德成. 东北碱化草地的主要盐分 Na_2CO_3 对羊草危害因素分析[J]. 草业学报, 1993, 2(1): 1-5.