

垄沟种植对盐角草生长及矿质元素含量的影响

梁飞^{1,2}, 田长彦^{1*}, 尹传华¹

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 绿洲生态与荒漠重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要: 为了研究垄沟种植对盐角草(*Salicornia-Europaea* L.)生长的影响, 本研究采用田间试验比较了垄沟种植与常规种植两种模式下, 盐角草生长及其矿质元素含量与累积量的差异。结果表明, 垄沟种植模式能够增加盐角草地上部与地下部的生物量, 提高盐角草的冠根比, 尤其是垄上单株生物量约为垄下与常规种植的2倍。垄沟种植能够改变盐角草地上部的矿质元素含量, 其中氮钾钠尤为显著。垄上植物地上部的全氮与全钠较常规种植无显著差异, 但显著高于垄下; 而垄下全钾显著高于垄上与常规。另外垄沟种植模式下, 盐角草养分吸收与盐分累积量均高于常规模式。因此, 在盐角草种植改良盐渍土方面, 配合使用垄沟种植模式将更有利于盐渍土的改良与修复。

关键词: 盐角草; 垄沟种植; 矿质元素; 钠

中图分类号: S156.4⁺⁹ **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)06-0104-04

土壤盐渍化是影响干旱半干旱区农业可持续发展的重要因素^[1~3]。我国耕地中盐渍土总面积约为 $920.9 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占全国可耕地面积的6.62%^[4]。土壤盐渍化通过影响植物渗透调节与离子平衡危害植物生长^[5]。垄沟耕作是通过改变地表微地形, 减少耕作面积, 协调水肥气热, 促进植物生长的一种保护性耕作措施^[6~8]。土壤微地形能够影响水盐运移, 改变土壤表层盐分的空间分布^[9~11]。垄沟种植对小麦^[12]、棉花^[13, 14]、玉米^[15]等作物的影响已经具有较为广泛的研究和报道, 但是对于盐角草的研究仍然属于空白。

盐角草(*Salicornia-Europaea* L.)又名海蓬子, 为藜科(*Chenopodiaceae*)盐角草属(*Salicornia* L.)一年生双子叶草本植物^[16, 17], 茎肉质化, 生长于潮湿的盐碱地上, 在我国主要分布于江苏、浙江、新疆等地^[18]。盐角草是一种聚盐的盐生高等植物, 也是世界上最抗盐的高等植物之一^[19]。本试验在田间控制试验的基础上, 研究了垄作对盐角草生长及其体内矿质养分含量的影响, 旨在进一步探明地形对盐角草生长的影响, 为盐渍土的可持续利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地自然概况

试验是在新疆库尔勒巴音郭楞蒙古自治州水管

处重点灌溉试验站进行的。该站的地理坐标为: $41^{\circ}35' \text{N}$, $86^{\circ}10' \text{E}$, 海拔高程约为988~991 m, 地处塔里木盆地北缘。因远离海洋, 且高山阻隔, 属典型性大陆性气候, 降水稀少, 蒸发强烈, 2010年年降水量44.05 mm, 年蒸发量约为2 710 mm。试验地土壤质地为粘砂壤土(粘粒26.9%, 粉粒55.2%, 砂粒17.9%), 土壤剖面190~210 cm处存在钙积层。试验地地下水位较浅(90~210 cm之间波动), 地下水矿化度为17.4 g/kg。土壤为灰漠土, pH值7.6~8.0, 电导值(水土比1:1)0~10 cm土层8.0 ms/cm左右、10~30 cm土层4.0~5.0 ms/cm, 有机质5.5 g/kg左右, 全氮0.6 g/kg左右, 全磷(P_2O_5)0.54 g/kg, 全钾14.5 g/kg。

1.2 试验设计

盐角草种子2009年采自中国科学院新疆生态与地理研究所阜康荒漠生态试验站盐生植物园。试验设2个处理, 即垄沟耕作与常规耕作, 4次重复, 共8个小区。每小区 $4.8 \text{ m} \times 5.0 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$ 。东西方向起垄。垄沟种植方式如图1, 常规种植行距30 cm, 株距均为20 cm。

2010年5月1日进行人工起垄, 7日播种(穴播), 8日第一次灌水。两种处理等量灌水, 整个生育期灌水量为 $15\,000 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 灌溉水矿化度0.60~0.70 g/kg, 根据实际需水状况, 分9次进行。7月1日进行定苗, 每穴留苗1株。

收稿日期: 2011-06-21

基金项目: 国家科技支撑计划项目“塔里木盆地西南缘灌区盐渍化土壤改良技术集成与示范”(2009BAC54B02); 农业部行业专项“盐碱地农业高效利用配套技术模式研究与示范”(200903001)

作者简介: 梁飞(1984—), 男, 河北张家口人, 在读硕士研究生, 主要从事盐碱土改良及肥料研究。E-mail: liangfei3326@126.com。

* 通讯作者: 田长彦(1961—), 男, 研究员, 博士生导师。E-mail: tianchy@ms.xjb.ac.cn。

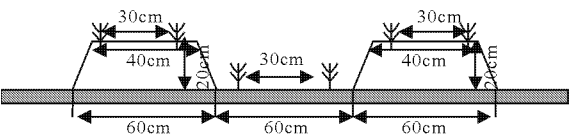


图 1 垄沟种植试验台

Fig.1 The schematic diagram of ridge and furrow planting

1.3 取样及实验室分析

10 月 1 日成熟期取植物样, 垄上部 4 株(两侧各 2 株), 垄下 4 株(两侧各 2 株), 常规种植区 4 株。称重后 105℃ 杀青 30 min, 80℃ 条件下, 烘至恒重; 当日, 将平面为 20 cm×30 cm, 30 cm 深的土壤与植物根系一起挖出, 用自来水将土壤全部冲洗掉, 根系全部剩余, 烘干称重。用中药材粉碎机粉碎烘干样品, 过 0.5 mm 筛。植物采用硫酸—高氯酸消煮法进行消化, 全氮采用半微量凯氏法测得, P 比色法, K、Na、

Ca、Mg 原子吸收分光光度法测定^[20]。

1.4 数据处理与分析

数据均采用 SPSS16.0 与 Excel 2003 进行分析, Sigma Plot 进行绘图, 用 LSD 进行多重比较确定差异的显著性。

2 结果与分析

2.1 耕作方式对植株生物量的影响

从表 1 可以看出垄沟种植能够显著增加盐角草的地上与地下生物量, 增加冠根比, 但对于鲜比影响不大。其中垄上的生物量与冠根比最大, 地上部为垄下和平作的 2 倍左右, 地下部分别为垄下与平作的 2 倍和 2.7 倍, 冠根比接近于 2 倍; 垄沟种植模式较整体平作模式相比, 地上部增加 50%, 地下部增加 100%, 冠根比未发生显著增加。

表 1 生物量比较

Table 1 The biomass under different treatments

处理 Treatment	地上鲜重 Fresh yield above ground (kg/m ²)	地上干重 Dry yield above ground (kg/m ²)	干/鲜 Dry/fresh ratio (%)	地下生物量 Root weight (g/m ²)	冠/根 Shoot/root
垄 Ridge	16.36±4.38	3.99±1.11	24.71±1.77	82.79±28.30	119.26±36.96
沟 Furrow	8.31±1.68	2.17±0.53	25.58±1.34	38.77±16.42	68.72±19.47
垄沟种植 Ridge and furrow planting	24.67±3.53	6.17±0.86	25.20±1.12	121.56±23.08	93.98±14.89
平作 Conventional flat planting	16.45±1.92	4.31±0.77	25.81±1.74	60.08±11.79	68.88±17.55

注: 表中垄作的生物量为垄和沟之和, 垄、沟均为平作 1/2 小区面积的产量; 垄作的干鲜比与冠根比均由生物量直接计算。
Note: The yield of raised-bed planting was the sum of the ridge and furrow; the areas of both ridge and furrow were half of conventional flat planting.

2.2 耕作方式对盐角草矿质元素含量的影响

图 2 表明, 垄沟耕作能够影响盐角草体内的氮磷钾钠钙镁的含量。垄上生长的盐角草地上部氮含量显著高于垄下, 平作的含氮量介于垄上与垄下之间, 且与二者均无显著性差异; 盐角草根内氮含量三者之间差异不显著; 地上部的含氮量均显著高于根。垄沟耕作能够显著降低盐角草体内的磷含量, 但差异不显著。

垄沟耕作能够显著改变盐角草地上部与根中钾钠含量, 其中垄下生长的盐角草地上部钾含量最高、钠含量最低; 垄上与平作中的钾钠含量相近, 两者之间钾钠含量均无明显差异。垄下盐角草根中钾含量显著高于垄上与平作, 垄上与平作无显著差异; 但三者之间根中钠含量均无显著差异。

垄沟耕作对盐角草钙含量无显著影响, 但地上

部含量显著高于根系。垄下生长的盐角草地上部镁含量显著高于垄上; 平作的镁含量介于二者之间, 但无显著性差异; 三者之间根中的镁含量无显著差异。

2.3 耕作方式对盐角草地上部矿质元素累积的影响

从表 2 可以看出, 垄沟种植的氮磷钾等养分的需求量高于常规种植模式。垄沟种植的氮累积量较常规种植高了 30%, 已经达到显著性差异; 磷的含量未达到显著性差异; 钾累积量提高了 78%。垄沟种植较常规种植相比, 钾钠钙镁等盐分阳离子的累积量较高, 均达到显著性差异, 其中钠累积量增加了约 100 g/m², 对于盐角草改良盐渍土的效果更加显著; 钙含量增加了约 18 g/m²; 镁含量增加了约 10 g/m²。

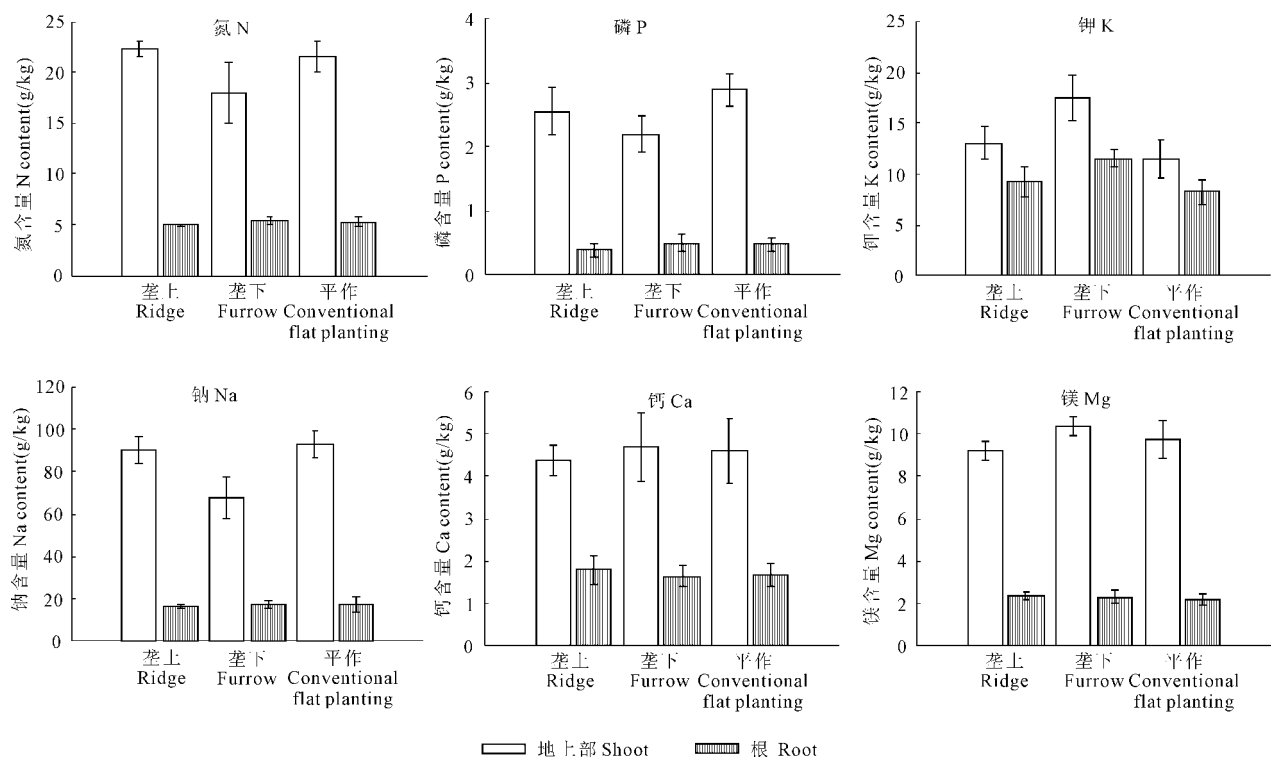


图 2 矿质元素含量
Fig.2 The content of mineral elements

表 2 矿质元素累积量
Table 2 The accumulative amount of mineral elements

种植模式 Planting pattern	N (g/m ²)	P (g/m ²)	K (g/m ²)	Na (g/m ²)	Ca (g/m ²)	Mg (g/m ²)
垄沟种植 Ridge and furrow planting	127.2±21.9	14.3±0.7	93.8±8.6	513.3±109.9	60.6±7.6	29.8±5.9
常规种植 Conventional flat planting	89.42±9.32	12.2±1.7	52.7±17.0	399.3±68.8	42.36±8.7	19.2±3.3

3 结论与讨论

本研究发现, 垄沟种植能够增加盐角草的生物量与冠根比, 改变盐角草体内矿质元素的含量, 增加盐角草地上部的养分吸收与盐分累积, 与董合忠等人在垄沟种植棉花中的研究结果相似^[14]。田间垄沟可以减小风速, 降低垄下蒸发^[21]; 另外在平地上形成微地形垄沟, 沟中的水分产生叠加, 并引起土壤水分的运移和分布变化^[22]。垄上蒸发量沟中垄下, 水分由沟中向垄上运动, 水分随着土面蒸发进入大气, 而水中所携带的盐离子在垄上聚集。故, 垄具有聚盐作用, 而沟则有脱盐效果^[23]。盐生植物耐盐机理不同于非盐生植物^[24], 盐分可以促进盐生植物的生长, 增加植物根系向地上部运输 Na⁺ 的能力^[25]。因此, 垄沟种植模式下, 盐角草地上部的生物量和盐分累积量均增加, 尤其是 Na⁺ 的累积量每公顷增加了约 1 000 kg, 有利于盐渍土的生物改良

与修复。

参考文献:

[1] 刘小京, 李向军, 陈丽娜, 等. 盐碱区适应性农作制度与技术探讨——以河北省滨海平原盐碱区为例[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(4): 911—913.

[2] 田长彦, 周宏飞, 刘国庆. 21 世纪新疆土壤盐渍化调控与农业持续发展研究建议[J]. 干旱区地理, 2000, 23(2): 177—181.

[3] 王林权, 邵明安. 高等植物对钠离子的吸收、运输和累积[J]. 干旱地区农业研究, 2005, (5): 244—249.

[4] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 837—845.

[5] Mokded R, Siwar F, Jihene J, et al. Phytodesalination of a salt-affected soil with the halophyte *Sesuvium portulacastrum* L. to arrange in advance the requirements for the successful growth of a glycophytic crop [J]. Bioresource Technology, 2010, 101(17): 6822—6828.

[6] 刘目兴, 王静爱, 严平, 等. 垄作对旱作农田油菜生长发育的影响研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(5): 1—6.

[7] C E Wilson, T C Keisling, D M Miller, et al. Tillage influence on soluble salt movement in silt loam soils cropped to paddy rice[J]. Soil

Science Society of America Journal, 2000, 64(5):1771—1776.

[8] Ulrike K, Heinz —Josef K, Bernward M. Soil properties effecting yield formation in sugar beet under ridge and flat cultivation[J]. European Journal of Agronomy, 2009, 31(1):20—28.

[9] 杨帆,章光新,尹雄锐,等.松嫩平原西部土壤盐碱化空间变异与微地形关系研究[J].地理科学,2009,29(6):869—873.

[10] 毛任钊,张妙仙,张玉铭.海河低平原盐渍涝洼区表层土壤积盐影响因素通径分析[J].中国生态农业学报,2004,12(2):50—53.

[11] 窦江涛,师尚礼.垄覆膜集雨对苜蓿草地土壤水分动态及利用效率的影响[J].中国生态农业学报,2011,19(1):47—53.

[12] 王旭清,王法宏,董玉红,等.不同种植方式麦田生态效应研究[J].中国生态农业学报,2005,13(3):119—122.

[13] 宿俊吉,邓福军,宁新柱,等.南繁棉花垄作和平作覆膜栽培产量成本分析[J].中国棉花,2010,(3):15—16.

[14] Deng H Z, Kong X Q, Lou Z, et al. Unequal salt distribution in the root zone increases growth and yield of cotton[J]. European Journal of Agronomy, 2010, 33(4):285—292.

[15] 王同朝,杜圆圆,卫丽,等.雨养旱作区垄作小麦减产原因初步分析[J].干旱地区农业研究,2008,26(6):38—43.

[16] Riehl T E, Ungar I A. Growth and Ion Accumulation in *Salicornia* — *Europaea* under Saline Field Conditions [J]. Oecologia, 1982, 54(2):193—199.

[17] 王界平,田长彦.氮肥对盐角草生长及矿质灰分累积的影响[J].干旱地区农业研究,2011,29:102—107.

[18] 张科,张道远,王雷,等.自然生境下盐角草的生物学特征及其影响因子[J].干旱区地理,2007,30(6):832—838.

[19] 李肖芳,韩和平,王旭初,等.适用于盐生植物的双向电泳样品制备方法[J].生态学报,2006,26(6):1848—1853.

[20] 董鸣,王义凤,孔繁志,等.陆地生物群落调查观测与分析[M].北京:中国标准出版社,1996:239—254.

[21] Li XY, Gong JD. Effects of different ridge, furrow ratios and supplemental irrigation on crop production in ridge and furrow rainfall harvesting system with mulches [J]. Agricultural Water Management, 2002, 54(3):243—254.

[22] 王琦,张恩和,李凤民,等.半干旱黄土高原原垄微型集雨产流特征与马铃薯种植技术[J].生态学杂志,2005,24(11):1283—1286.

[23] 马其东,许鹏,李卫军,等.沟垄作种植牧草改良重盐渍草地的效果及其水盐动态[J].草地学报,1997,5(2):85—92.

[24] 张科,田长彦,李春俭.一年生盐生植物耐盐机制研究进展[J].植物生态学报,2009,33(6):1220—1231.

[25] 郑青松,刘兆普,刘友良,等.盐和水胁迫对海蓬子、芦荟、向日葵幼苗生长及其离子吸收分配的效应[J].南京农业大学学报,2004,27(2):16—20.

Impacts of ridge and furrow planting on the growth and mineral elements of *Salicornia-Europaea* L.

LIANG Fei^{1,2}, TIAN Chang^{yan}¹, YIN Chuan^{hua}¹

(1. Key laboratory of Oasis and desert environment, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: In order to find out the effects of ridge and furrow planting on salt accumulation and growth of *Salicornia-Europaea* L., field experiments were conducted to study the growth and contents and accumulative amounts of mineral elements of *Salicornia-Europaea* L. under ridge and furrow and conventional flat planting methods. The results indicated that the biomass and shoot/root ratio of *Salicornia-Europaea* L. increased with ridge and furrow planting. Especially the biomass with ridge and furrow planting was nearly 2 times as that with conventional flat planting. The methods of ridge and furrow planting could influence the content of mineral elements of *Salicornia-Europaea* L., especially that of N, K and Na. There was no significant difference in the content of N and Na of *Salicornia-Europaea* L. between ridge and conventional flat planting, but this was significantly higher than that with furrow planting. The content of potassium of *Salicornia-Europaea* L. with furrow planting was higher than that with ridge and conventional flat planting. The accumulative amounts of mineral elements under ridge and furrow planting were significantly higher than those under conventional flat planting. Thus the methods of ridge and furrow planting could stimulate *Salicornia-Europaea* L. growth and strength the effectiveness of soil amelioration.

Keywords: *Salicornia-Europaea* L.; ridge and furrow planting; mineral element; sodium