

海水灌溉条件下 *Salicornia bigelovii* 的种植密度对个体间养分积累及土壤盐分的影响

韩文军¹, 滨村邦夫², 杨 劼³

(1. 中国农业科学院草原研究所, 内蒙古 呼和浩特 010010; 2. 日本鸟取大学干燥地研究中心, 日本 鸟取 680-8550; 3. 内蒙古大学, 内蒙古 呼和浩特 010021)

摘要:对海水灌溉下 *Salicornia bigelovii* 的不同种植密度及其个体间的养分积累及土壤盐分的影响进行了调查。结果表明:单位面积地上部的干质量随种植密度增加呈平缓增高,符合最终产量恒定法则;个体间竞争株质量随种植密度增加而降低;随 *S. bigelovii* 种植密度的上升,土壤的含盐量和电导率(EC)值明显降低,56株/m²处理区钠的吸收量达261.22g,在336株/m²处理区钠的吸收量高达489.99g;随种植密度的增加,个体间的无机盐含量略有下降,但没有显著差异,相反茎、叶中碳和氮含量呈上升趋势。

关键词:海水灌溉;盐角草属;种植密度;无机盐;电导率

中图分类号: Q945.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0629(2008)11-0036-04

*¹ 根据世界粮农组织的报道:随着人口的爆发性增加必须新增农业用地2亿hm²。而全世界的内陆盐碱地达40亿hm²,次生盐碱地和海岸盐碱地分别为4.5亿和0.3亿hm²[¹]。相当于地球上农业可利用面积的10%,因土壤盐分过高基本上不能进行正常的生产活动[²⁻⁵]。最为现实的方法是利用盐生植物的抗性特点,寻找在盐碱地上进行正常生产活动的途径。盐生植物广泛分布于滨海及内陆的盐碱地,并有密集生长的倾向,如分布在内蒙古草原区的盐角草属的盐角草 *Salicornia europaea* 种群密度可达3840株/m²,并且有良好的盐分吸收能力[⁶]。对海水灌溉下 *S. bigelovii* 的不同种植密度对个体间的养分积累及土壤盐分的影响进行了调查,盐角草为盐碱地的植被恢复和土壤改良提供参考数据。

1 材料和方法

在日本鸟取大学干燥地研究中心玻璃温室内进行的海水栽培试验,栽培期2003年4月15日—9月16日,共160d。*S. bigelovii* 的种子是鸟取大学农学部滕山英保教授在墨西哥海岸沙漠地带采集的。经发芽,子叶展开后移植到80cm×120cm的7个长方形的盆底有排水孔的花盆内。试验用培养土成分(mg/L):氮350,磷酸810,钾520及微量元素。种植密度为0.56、

112、168、224、280、336株/m²的7个处理区。定期用50%的海水进行灌溉。从各试验区随机选出3个小区,收割之后在80℃烘干箱内烘3d,测量干质量。粉碎后,在10mol/L的盐酸溶液中酸化分解,定容后用原子吸光分析仪(岛津AA-6700)测量地上部干物质中的钠、钾、钙、镁等无机成分,并用YANACO-CN-CORDER MT-700型碳氮分析仪定量分析炭和氮的含量。土壤样品的采集方法为收割之后从各处理区随机选3点,从土壤表面取10cm的土柱,在80℃的烘箱内烘3d,粉碎后,在10mol/L的盐酸溶液中酸化分解,定容后用原子吸光分析仪测量地上部干物质中的钠、钾、钙、镁等无机成分。用电导率速测仪测定滤液(土壤:水=1:10)的电导率(EC)值。

2 结果

各处理区的株高可达50cm以上,种植密度和株高没有明显的相关性,地上部的干质量随种植密度的增加而升高,并符合最高密度法则,当密

。 收稿日期:2007-12-07
基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(2007-8-01);中日合作项目“中国内陆荒漠化防治及开发利用的研究”(2001-2010)
作者简介:韩文军(1967-),男(蒙古族),内蒙古乌兰察布人,博士,主要从事逆境植物生态生理学的研究工作。E-mail:hanwjcn@yahoo.com.cn

度超过某一值时产量趋于恒定,相反单株的干质量 量随种植密度的增加而降低(表 1)。

表 1 *S. bigelovii* 种植密度对株高及干质量的影响(n=3)

密度处理 (株/m ²)	株高 (cm)	单株干质量 (g/株)	干质量 (g/m ²)
56	54.53±6.65	21.96±9.40	1 248.10±534.34
112	57.03±3.07	15.13±7.90	1 647.72±851.83
168	65.10±8.75	12.20±3.20	1 928.02±193.28
224	59.83±4.61	7.30±2.06	1 835.22±148.05
280	56.03±8.21	6.93±1.06	2 174.24±154.59
336	56.36±2.81	6.10±1.12	2 333.33±133.28

S. bigelovii 种植密度的增加使土壤滤液的电导率和无机盐的含量呈显著的下降趋势(图 1, 2)。种植密度为 56 株/m² 处理区的钠的吸收量为 261.22 g/m², 336 株/m² 处理区的钠的吸收量可达 489.99 g/m²(图 3)。地上部茎、叶碳的积累和种植密度之间在 1% 的水平上有显著的相关性(图 4)。叶内氮含量和种植密度在 1% 的水平上有显著的相关性,但茎内的氮含量和种植密度没有显著相关(图 5)。

随种植密度的增加植物体内的无机盐含量略有下降,叶内的无机盐含量高于茎。各处理区的 *S. bigelovii* 茎、叶内的无机盐积累排序为钠>钾>钙>镁,无机盐积累和种植密度间并无显著的相关性(表 2)。

3 讨论和结论

种植密度和生物量之间符合最高密度法则,

当密度超过某一值时产量趋于恒定^[2], 试验中种植密度 56224 株/m² *S. bigelovii* 个体的干质量呈上升趋势,如种植密度继续增加时干质量的增加极为平缓。光影响植物侧枝的形成,当种群密度增加时植物个体围绕光发生竞争^[7]。试验中也

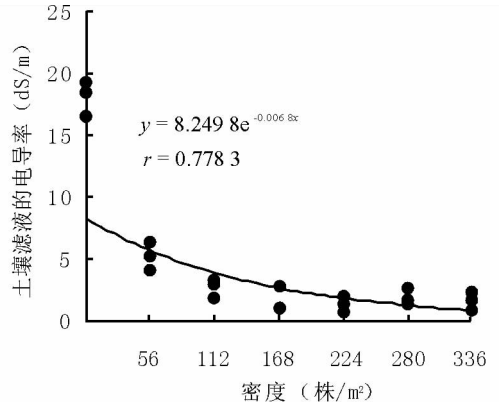


图 1 *S. bigelovii* 的种植密度对土壤电导率的影响

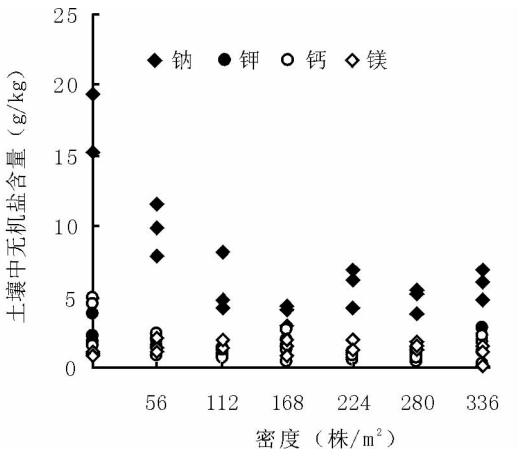


图 2 *S. bigelovii* 的种植密度对土壤无机盐的影响

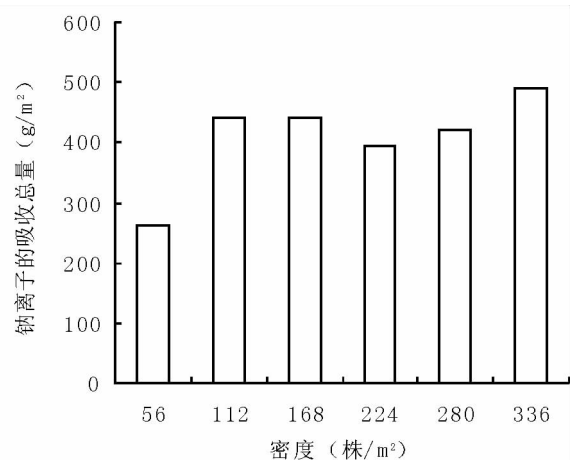


图 3 不同种植密度条件下 *S. bigelovii* 的除盐效果

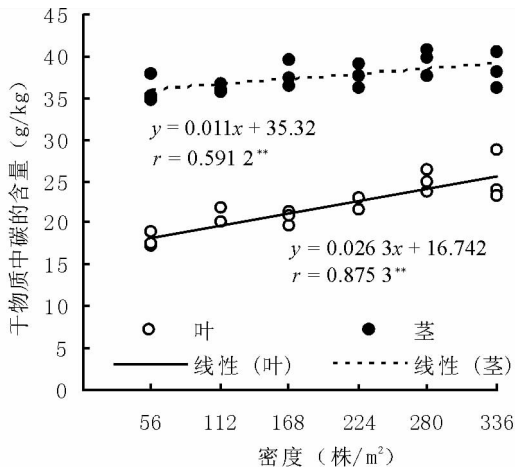


图4 种植密度和茎、叶中碳含量的相关性

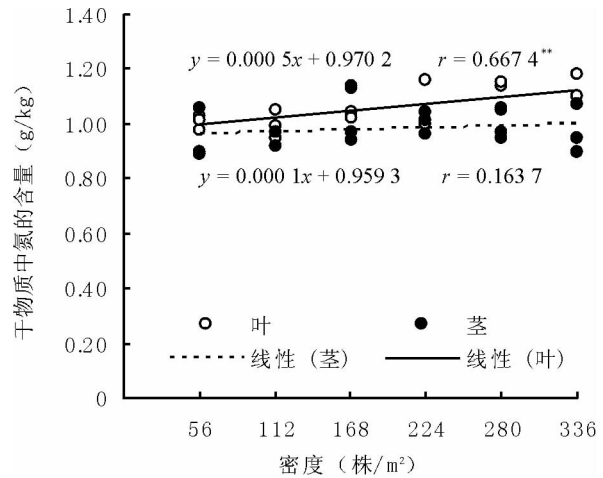


图5 种植密度和茎、叶中氮含量的相关性

表2 *S. bigelovii* 种植密度对茎、叶无机盐含量的影响

密度处理 (株/m ²)	叶内无机盐含量(g/kg)				茎内无机盐含量(g/kg)			
	钠	钾	钙	镁	钠	钾	钙	镁
56	26.71	23.99	2.31	0.72	15.15	13.79	0.61	0.31
112	27.22	23.36	2.12	0.78	26.18	23.28	0.96	0.72
168	30.50	19.02	2.89	0.89	15.39	12.29	0.37	0.36
224	25.34	22.17	2.18	0.75	17.48	13.52	0.57	0.38
280	26.10	19.28	1.06	0.71	12.70	12.95	0.38	0.32
336	26.48	20.23	1.93	0.93	15.53	11.21	0.25	0.37

出现随种植密度的增加个体的侧枝和个体干质量减少现象。另外通过对滨藜属植物 *Atriplex vesicaria* 除盐研究发现,经 180 d 的栽培,平均每株可吸收 NaCl 42.5 g, *A. vesicaria* 和非盐生植物混栽时为改良盐碱土提供了可能性^[8]。 *S. bigelovii* 也有很高的除盐能力,种植密度为 56 株/m² 处理区的钠吸收量为 261.22 g, 336 株/m² 处理区的钠吸收量可达 489.99 g。土壤的电导率和无机盐含量有显著下降的趋势。也有的研究表明,种植密度还可影响养分的积累,随种植密度的上升大豆的蛋白质含量增加,脂肪、碳水化合物的含量减少,这是由于主茎疯长导致群落下部的透光率降低,从而引起光合作用低而造成碳水化合物及脂肪积累的降低,相反却导致了蛋白质含量的增加^[9]。在试验中海水灌溉条件下种植密度和 *S. bigelovii* 叶内的氮含量之间呈正相关,和茎、叶的碳含量也呈较高的正相关。这一结果可能是因

为高种植密度下因种间竞争抑制了个体分枝的形成及干质量,同时因种间竞争造成了个体光合能力的提高是氮和碳含量增加的原因之一,这一点有待进一步研究。以上的试验结果表明, *S. bigelovii* 是海岸盐碱地及内陆盐碱低湿地改良、绿化及生产中值得关注的植物之一。这是因为人类在生产活动中所选用的主要作物如大麦 *Triticum aestivum*、玉米 *Zea mays*、水稻、大豆 *Glycine max* 及土豆 *Solanum tuberosum* 等耐盐性都不强,而且灌溉地下水的 EC 都高于 4 dS/m,阻碍着作物的正常生育^[10],所以如何在盐碱地上进行正常的生产活动日益成了人们关注的问题。美国、墨西哥、巴基斯坦、沙特阿拉伯等国都利用 *Salicornia* 属的植物作为研究材料进行着盐水农业的研究^[11],如何使试验的成果推广应用到具体的生产活动中,将是更需要解决的问题。

参考文献

- [1] Glenn E P, Hodges C N, Lieth H. Growing halophytes to remove carbon from the atmosphere[J]. Environment, 1991, 34: 40-43.
- [2] Szabolcs I. Agronomical and ecological impact of irrigation on soil and water salinity[J]. Adv. Soil Sci., 1986, 4: 189-218.
- [3] 赵银, 柴琦, 陈盈盈, 等. 河西走廊盐渍化草地改良与利用[J]. 草业科学, 2008, 25(2): 21-25.
- [4] 朱杰辉, 林鹏, 刘明月. 温度和盐分胁迫对野大麦种子萌发的影响[J]. 草业科学, 2007, 24(12): 30-34.
- [5] 蔺海明, 郭晔红, 贾恢先, 等. 黄芪不同种植密度的耐盐抑盐效应研究[J]. 草业学报, 2005, 14(5): 48-53.
- [6] 韩文军, 滨村邦夫, 刘书润. 内蒙古中西部地区盐碱地优势植物的特征与目录[J]. 沙漠研究, 2004, 14(3): 147-155.
- [7] 惠积和夫. 植物的相互作用——生态学讲座 10[M]. 东京: 共立出版社, 1973. 8-12.
- [8] 松本聪. 在盐性低养分土壤内有用植物的导入和生育特性[J]. 环境技术, 1999, 28: 464-468.
- [9] 平春枝, 平宏和, 朝日幸光, 等. 施肥及栽培密度对大豆种子的化学成分的影响[J]. 食总研报, 1979, 35: 42-47.
- [10] 高桥英一. 盐对于生命的作用[M]. 东京: 文昇堂, 1987. 70-73.
- [11] Ahmad R, Malik K A. Prospects for Saline Agriculture[M]. USA: Kluwer Academic Publishers, 2002. 155-158.

**Effects of planting density of *Salicornia bigelovii* under seawater irrigation
on mineral contents in plants and saline soils**

HAN Wen-jun¹, HAMAMURA Kunio², YANG Jie³

(1. Grassland Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010010, China;

2. Arid Land Research Center of Tottori University, Tottori 680-0001, Japan;

3. Inner Mongolia University, Hohhot 010021, China)

Abstract: The effect of planting density (PD) on the growth and nutrient absorption of *Salicornia bigelovii* was examined under salt (NaCl) treatments. The dry weight of shoot increased in response to PD. The increment in dry matter reached peak value at a certain PD. The dry weight per plant decreased in response to PD owing to individual competition. The electric conductivity (EC) value and the salt content of the soil decreased conspicuously in response to PD. The absorption of sodium (Na) by plant was 261.22 g/m² under the PD of 56 plants/m². It increased to 489.99 g/m² under 336 plants/m². The mineral contents in plants tended to decrease slightly in response to PD. Carbon (C) and nitrogen (N) content in shoot increased in response to PD.

Key words: seawater irrigation; *Salicornia bigelovii*; planting density; mineral; electric conductivity

2008 年第 11 期《草业科学》审稿专家

蔡庆生	柴琦	曹致中	胡自治	韩烈保	郭正刚	金樑	李建龙
李世清	李春杰	梁天刚	林慧龙	牟新待	沈禹颖	尚占环	王锁民
王晓娟	王彦荣	杨惠敏	于应文	张自和	张德罡	张金林	赵桂琴

承蒙以上专家对《草业科学》杂志稿件的审阅, 严把质量关, 特此表示衷心的感谢!