

大米草玉米的耐盐效果及对盐渍化土壤的改良试验

冯琛^{1,2}, 党高兵³, 解建仓¹, 孙博¹, 汪妮¹

(1. 西安理工大学 水利水电学院, 陕西 西安 710048;

2. 陕西省农业厅 土壤肥料工作站, 陕西 西安 710032; 3. 蒲城县农业技术推广中心, 陕西 蒲城 715500)

摘要: 土壤盐渍化已成为限制农作物生长、发育和产量的最主要非生物胁迫因素之一。培育耐盐碱作物是解决这一问题的有效途径。通过田间试验,研究了大米草玉米耐盐碱能力和改良盐渍化土壤的效果。结果表明,筛选出的适应盐渍土种植的优良大米草玉米自交系具有很强的生长势和耐盐碱性,耐盐能力为 11.76 g/kg。根据作物生长势好,生长势强和生长势特强 3 种长势试验地块的测试结果,3 种地块土壤脱盐率依次为 15.7%, 22.9% 和 34.5%,表明通过培育优选出的大米草玉米不仅具有较强的耐盐碱性能力,而且还对改良盐渍化土壤具有一定的效果。

关键词: 盐渍化土壤; 耐盐碱性; 大米草玉米; 土壤改良

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)06-0047-04

中图分类号: S156.4

Salt-tolerant Effect of Rice Grass-Maize and Improvement on Saline Soil

FENG Chen^{1,2}, DANG Gao-bing³, XIE Jian-cang¹, SUN Bo¹, WANG Ni¹

(1. Xi'an University of Technology, Hydrology and Water Resources, Xi'an, Shaanxi 710048, China;

2. Agriculture Department of Soil and Fertilizer Station of Shaanxi Province, Xi'an, Shaanxi 710003, China;

3. Agricultural Technology Promotion Center of Pucheng County, Pucheng, Shaanxi 715500, China)

Abstract: Soil salinization has limited crop growth, development and production which is one of the most serious abiotic stress. Cultivation of salt-resistance crops is to solve a good way of the salinity problem. Through field experiments, salt-resistance capacity of rice grass-maize and its improvement effects on saline soil were studied. The results showed that fine rice grass-maize inbred line of adaptive saline soil have strong growth potential and salt-resistance, salt-resistance capacity is 11.76 g/kg. Based on good, strong, extra strong of growth potential, soil salt content were 15.7%, 22.9%, 34.5%, respectively. Therefore, after cultivating rice grass-maize, not only fine varieties have salt-resistance capacity, but also improved saline soil has a certain effect.

Keywords: saline soil; salt-resistance; rice grass-maize; soil improvement

随着气候变暖和人们对耕地的过度利用,耕地的盐渍化趋势日趋严重,预计全球已有 4.00×10^6 km² 面积的耕地因此失去了种植功能^[1-4]。土壤盐渍化已成为影响农业生产和生态环境的主要非生物逆境因素之一。我国的盐渍土壤多分布在平原地区,地下水资源较为丰富,对发展农业生产极为有利,具有较大的生产潜力和良好的开发价值^[5-6]。改良利用盐渍化土壤,传统技术措施虽有效,但优良的耐盐品种则是从根本上解决盐渍化土壤问题最有效方法之一^[7]。选育优良的耐盐品种要依赖耐盐基因的多样性,作物

种质资源的多样性越丰富,改良栽培品种或选育新品种的潜力就越大。因此,培育耐盐的作物新品种,是改良和利用盐渍化土壤,增加粮食产量和维持农业可持续发展的中心策略。

本研究所培育的耐盐作物为大米草玉米,它是以普通玉米为受体,大米草为供体所杂交培育出来的一种玉米新种类。由于大米草能生长在含盐 4% 左右的海水里,其遗传物质导入玉米,促使玉米的抗盐碱性能得到大幅度提高。在盐渍化田间试验区种植大米草玉米自交系,通过观察比较作物的生长势、株高、

收稿日期: 2011-04-18

修回日期: 2011-05-28

资助项目: 国家自然科学基金项目“基于生态安全的城市化区域水土资源配置研究”(51079120); 国家自然科学基金项目“面向防汛抗旱会商的综合集成平台及知识服务模式研究”(50979088); 陕西省教育厅 2010 年省级重点实验室项目(2010JS077)

作者简介: 冯琛(1973—),女(汉族),陕西省西安市人,博士研究生,农艺师,主要从事水文水资源研究。E-mail: goumiao6334@163.com。

通信作者: 解建仓(1963—),男(汉族),陕西省眉县人,教授,博士生导师,主要从事水资源、农业水土及水利信息化研究。E-mail: jcxie@mail.xaut.edu.cn。

穗位高、棒长、棒粗、百粒重以及耐盐性和有无收获等指标,筛选出适应盐碱地种植的优良自交系。同时,对大米草玉米株系种植地块进行盐分含量测定,与种植前该盐渍化地块的盐分含量对比,分析大米草玉米对盐渍化土壤的改良效果,以期为耐盐碱作物的筛选和盐渍化土地的改良利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为蒲城县农业技术推广中心于 2009 年提供的大米草玉米种质,该种质是由朱培坤^[9-10]多年研究的耐盐植物大米草与普通作物玉米进行染色体杂交而培育的,培育出的作物可在盐渍土生长。本试验在盐渍化土壤试种植大米草玉米自交系 43 个,以观察筛选适应盐渍土种植的优良自交系。

1.2 试验布置

田间试验于 2009 年在陕西蒲城县卤泊滩试验基地进行。试验面积为 7 500 m²,除引水渠所占面积外,将剩余区域分成 5 排,每排面积 1 125 m²,每个株系所占面积为 125 m²,田间试验种植状况详见图 1。

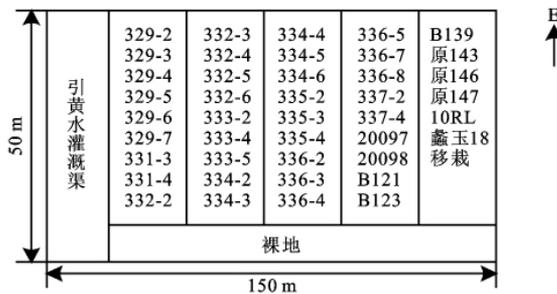


图 1 田间试验种植大米草玉米示意图

1.3 试验步骤与方法

1.3.1 试验步骤 (1) 深翻土壤,然后对每个自交种植处的土壤和裸地进行初始含盐量测定,裸地初始

含盐量为 11.75 g/kg,各株系土壤初始含盐量测定结果详见表 1。(2) 精细整地,渗好底墒。本试验田属于卤阳湖滩未垦过的重盐碱荒地,为了改善土壤通透性、平衡回升地温,必须在播种前一个月即 3 月份进行多次整地。首先采用还田机多次打碎盐蓬、盐蒿等荒草,然后焚烧净尽(以免草根扎烂地膜),随后深耕晾晒雨淋,再旋耕耙耱,待粗平地地面后,再筑畦引水灌足底墒,分墒后结合浅耕施入重过磷酸钙或三元复合肥 750 kg/hm²(一般盐碱地富 K,贫 P),再反复整地达到上虚下实后等待播种。(3) 先播种后覆膜,铺设滴灌系统。4 月份清明过后,待 5 cm 土层温度稳定通过 10 ℃ 以上时就可以播种,播种方式采用拉耩开沟,人工点播,宽窄行种植(即宽行 70 cm,窄行 60 cm),用种量一般为 52.5~60.0 kg/hm²,播种后铺设滴灌带,铺设滴灌带后统一进行人工覆盖地膜。(4) 及时放苗封口,培育壮苗。4 月中旬顶土出苗时,及时组织人力划孔放苗,3~5 叶及时定苗并移土封严膜口。5 月份在拔节蹲苗期间喷洒杜邦鱼蛋白叶面肥,结合灌水在膜侧追施嘉吉牌复合肥 225 kg/hm²,共施肥 200 kg,灌水量一般为 300~450 m³/hm²,共计用水量为 300 m³。6 月份处于作物生长中期,用辛硫磷粉剂毒土灌心防虫,结合灌水在膜侧追施 N 肥尿素 225 kg/hm²,共施肥 200 kg,灌水量一般为 525 m³/hm²,共计用水 400 m³。7 月份在吐雄穗前结合灌水最后追施 1 次 N 肥 150 kg/hm²,共施肥 200 kg,灌水量为 750 m³/hm²,共计用水量为 500 m³。(5) 在各生育阶段观察自交系,观察比较作物的生长势、株高、穗位高、棒长、棒粗、百粒重以及耐盐性和有无收获等各项生长指标,筛选出适应盐碱地种植的优良自交系。(6) 在试验区地块,根据自交系生长的情况,测定种植后地块土壤的含盐量。

表 1 各株系试验地块的土壤初始含盐量

g/kg

株系	含盐量								
329-2	11.8	332-3	11.9	334-4	11.8	336-5	11.8	B139	11.7
329-3	11.9	332-4	12.2	334-5	11.8	336-7	11.3	原 143	11.5
329-4	11.9	332-5	11.4	334-6	11.6	336-8	11.9	原 146	11.7
329-5	11.6	332-6	11.5	335-2	11.6	337-2	11.6	原 147	11.8
329-6	11.9	333-2	11.9	335-3	11.9	337-4	11.8	10RL	11.6
329-7	12.1	333-4	11.5	335-4	11.8	20097	12.0	鑫玉 18	12.1
331-3	12.2	333-5	12.0	336-2	11.6	20098	11.6	移栽	12.3
331-4	11.7	334-2	11.9	336-3	11.6	B121	11.9		
332-2	12.1	334-3	11.7	336-4	11.7	B123	11.6		

1.3.2 试验方法 植株个数直接目测获得;株高,穗位高和棒长采用直尺测量;棒粗采用游标卡尺测量;百粒重采用精度为 0.01 g 的电子天平称重;收获/耐

盐碱性、生长势通过观察,记录结果;土壤含盐量测定一般先取土样,然后在室内风干,将风干土用研钵研碎,过 1 mm 筛子,取 10 g,加入 50 ml 蒸馏水,震荡 3

min 后经离心机离心至澄清为止,然后测量澄清液的电导率,再根据含盐量与电导率的关系计算土壤含盐量。

2 结果与分析

2.1 大米草玉米自交系的耐盐碱性

生长量是植物对盐胁迫反应的综合体现及对盐

胁迫的综合适应,也是植物耐盐性的直接指标^[13]。本研分在试验区盐碱地种植大米草玉米自交系 43 个,试验组织进行 1 次,通过试验方法测定得到大米草玉米株系各项指标结果,通过对比分析获得适应盐渍土种植的优良自交系,大米草玉米株系生长特性的观察结果详见表 2。

表 2 盐渍土大米草玉米株系生长特性观测

株系	播种	植株	生长势	株高/ cm	穗位高/ cm	棒长/ cm	棒粗/ cm	行/棒	粒/行	百粒重/ g	收获/耐 盐碱性
329-2	32	6	差	154.7	—	—	—	—	—	33	无收
329-3	45	5	差	129.7	—	—	—	—	—	—	无收
329-4	32	5	差	129.2	—	—	—	—	—	—	无收
329-5	32	18	中	176.3	66.5	17.0	4.5	14	31	32.6	耐盐碱
329-6	53	22	中	180.5	50.8	17.0	4.7	12	34	38.1	耐盐碱
329-7	62	18	差	135.8	—	—	—	—	—	—	无收
331-3	17	2	中	169.3	52.0	17.0	4.4	12	32	33.5	耐盐碱
331-4	45	6	好	203.2	72.6	17.0	4.4	14	34	39.8	耐盐碱
332-2	40	24	差	152.3	—	—	—	—	—	—	无收
332-3	27	3	差	146.5	—	—	—	—	—	—	无收
332-4	12	1	差	145.0	—	—	—	—	—	—	无收
332-5	11	0									
332-6	14	0									
333-2	29	0									
333-4	10	0									
333-5	7	0									
334-2	45	0									
334-3	50	0									
334-4	55	14	差	90.0	—	—	—	—	—	—	无收
334-5	58	15	差	130.0	—	—	—	—	—	—	无收
334-6	5	0									
335-2	29	9	差	105.0	—	—	—	—	—	—	无收
335-3	18	2	差	110.0	—	—	—	—	—	—	无收
335-4	45	0									
336-2	50	16	强	221.6	82.4	16.5	5.0	18	34	36.3	耐盐碱
336-3	20	7	强	204.5	108.3	16.5	4.5	14	33	29.8	耐盐碱
336-4	52	18	强	213.9	74.8	19.0	5.00	16	35	40.9	耐盐碱
336-5	42	21	强	211.5	71.5	22.0	4.8	14	42	40.3	耐盐碱
336-7	5	1	中	171.0	83.2	17.0	5.1	16	30	41.6	耐盐碱
336-8	50	11	较差	145.0	—	—	—	—	—	—	无收
337-2	29	12	强	192.2	85.0	19.5	4.5	16	41	32.1	耐盐碱
337-4	47	13	好	193.2	70.0	16.0	3.8	12	30	24.4	耐盐碱
20097	17	3	好	163.3	61.8	16.5	4.4	16	32	24.1	较耐盐碱
20098	13	5	好	175.3	65.2	15.0	4.2	16	31	19.3	较耐盐碱
B121	32	12	强	180.5	62.8	18.5	4.8	12	33	44.6	耐盐碱
B123	104	30	强	179.1	55.3	18.5	4.8	12	34	39.2	耐盐碱
B139	100	61	强	199.0	74.8	20.5	4.5	14	41	31.6	耐盐碱
原 143	83	49	特强	215.5	76.2	19.5	4.8	16	40	32.1	耐盐碱
原 146	45	38	特强	210.0	78.5	17.5	5.0	16	33	28.6	耐盐碱
原 147	60	46	特强	215.3	75.5	17.0	4.4	20	34	27.2	耐盐碱
10RL	71	52	特强	232.8	92.4	18.5	5.2	18	34	44.5	耐盐碱
蠡玉 18	54	0									
移栽	—	8	差	135.0	35.0	13.5	4.0	12	28	36.1	不耐盐碱

注:“—”表示没有测定或记录;“空白格”表示株系无生长。

由表 2 可以看出,329-2,329-3,329-4,329-7,332-2,332-3,332-4,334-4,334-5,336-8 和移栽株系的植株生长势差,无玉米收获;329-5,329-6,331-3,331-4,336-7,337-4,20097 和 20098 株系的植株生长势好,具有耐盐碱性;336-2,336-5,337-2,B121,B123,B139 株系的植株生长势强,具有耐盐碱性;原 143,原 146,原 147,10RL 株系植株生长势特强,具有耐盐碱性。试验种植的大米草玉米自交系,约 50%的大米草玉米株系具有耐盐碱性,大米草玉米株系原 143,原 146,原 147,10RL 在盐渍化土种植后生长效果最佳,株高平均在 218.4 cm,穗位高平均在 80.7 cm,棒长平均在 18.1 cm,棒粗平均在 4.9 cm,百粒重平均在 33.1 g。

通过对试验各项指标对比分析,最后所定株系 12 个,分别为 336-2,336-3,336-4,336-5,337-2,B121,B123,B139,原 143,原 146,原 147,10RL 株系,植株具有很强的生长势与耐盐碱能力,其中株高平均在 206.3 cm,穗位高平均在 78.1 cm,棒长平均在 18.6 cm,棒粗平均在 4.8 cm,百粒重平均在 35.6 g。根据种植后各株系不同生长状况,分析种植前地块土壤含盐量测定值,可以发现生长势差的地块,平均土壤含盐量为 12.00

g/kg;生长势好的地块,种植前土壤平均含盐量为 11.76 g/kg;生长势强的地块,平均含盐量为 11.69 g/kg;生长势特强的地块,平均土壤含盐量为 11.65 g/kg。说明大米草玉米在含盐量小于 11.76 g/kg 的土壤上能够正常生长,因此耐盐能力为 11.76 g/kg。

2.2 大米草玉米对盐渍化土壤的改良效果

由表 3 可知,种植前后土壤含盐量发生了很大变化,生长势好的地块土壤含盐量从 11.76 g/kg 降低到 9.91 g/kg,土壤脱盐率为 15.7%;生长势强的地块土壤含盐量从 11.69 g/kg 降低到 9.01 g/kg,土壤脱盐率为 22.9%;生长势特强的地块土壤含盐量从 11.65 g/kg 降低到了 7.63 g/kg,土壤脱盐率为 34.5%,均呈现出显著的脱盐过程。而裸露土壤含盐量从 11.75 g/kg 上升到 12.32 g/kg,增加了 4.9%。因为大米草玉米是泌盐作物,可从土壤中吸收大量盐分,因此随着大米草玉米的收获,土壤的盐分发生了转移。而且种植后,由于覆盖度增加,蒸腾取代了地面蒸发,减少了蒸发造成的地表积盐。裸露的土壤中,由于地表得不到有效的覆盖,致使土壤表层积盐,土壤含盐量增加。

表 3 种植大米草玉米前后土壤含盐量的变化

处理方式	生长状况	种植前土壤含盐量/ (g · kg ⁻¹)	种植后土壤含盐量/ (g · kg ⁻¹)	脱盐率/%
大米草玉米	生长势特强	11.65	7.63	34.5
	生长势强	11.69	9.01	22.9
	生长势好	11.76	9.91	15.7
裸地		11.75	12.32	-4.9

3 结论

(1) 经过对大米草玉米自交系筛选,所定株系 12 个,分别为 336-2,336-3,336-4,336-5,337-2,B121,B123,B139,原 143,原 146,原 147 和 10RL;且株系具有很强的生长势与耐盐碱能力。

(2) 大米草玉米耐盐株系可在土壤含盐量小于 11.76 g/kg 的土壤上正常生长,耐盐能力为 11.76 g/kg,具有很强的抗盐碱性。

(3) 生长势好的地块土壤脱盐率为 15.7%;生长势强的地块土壤脱盐率为 22.9%;生长势特强的地块土壤脱盐率为 34.5%,大米草玉米对改良盐渍化土壤具有一定的效果。

[参 考 文 献]

[1] Kovda V A. Loss of productive land due to salinization [J]. *Ambio*,1983,12(2):91-93.
[2] 钦佩,周春林,安树青,等. 海滨盐土农业生态工程[M].

北京:化学工业出版社,2002.

- [3] 赵明范. 世界土壤盐渍化现状及研究趋势[J]. *世界林业研究*,1994,7(1):84-86.
[4] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京:科学出版社,1993.
[5] 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):837-844.
[6] 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.
[7] 范亚文. 种植耐盐植物改良盐碱土的研究[D]. 黑龙江哈尔滨:东北林业大学,2001.
[8] 斯琴巴特尔,吴红. 土壤的盐碱化对玉米的胁迫作用[J]. *内蒙古大学学报:自然科学版*,2002,33(3):309-312.
[9] 杨学明,裔传灯. 植物染色体原位杂交技术及其在稻属研究中的应用[J]. *植物遗传资源学报*,2004,5(4):401-405.
[10] 奇文清,李慧学. 植物染色体原位杂交技术的发展与应用[J]. *武汉植物学研究*,1996,14(3):269-275.
[11] 刘玉新,张立宾,崔宏伟. 中亚滨藜的耐盐性及其对滨海盐渍土的改良效果研究[J]. *山东农业大学学报:自然科学版*,2006,37(2):167-171.