

黄河三角洲盐碱地条件下不同甘薯品种耐盐性

刘桂玲¹, 郑建利¹, 范维娟², 段晓光², 柳新明¹, 张鹏^{2,3,*}

¹泰安市农业科学研究院, 山东泰安271000; ²中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所, 上海200032; ³中国科学院上海辰山植物科学研究中心, 上海辰山植物园, 上海201602

摘要: 利用北方薯区当前生产上广泛种植的甘薯新品种, 在黄河三角洲盐碱地上开展种植试验, 以期选育耐盐甘薯品种。对每个测试品种的重要农艺性状及盐离子含量进行分析。结果表明不同甘薯品种的耐盐性存在差异。除叶片数、分枝数、分枝长度无显著性差异外, 其他农艺性状如总鲜重、鲜薯产量、薯块干率、薯干产量、薯块数等都在不同品种中达到显著水平, 建议耐盐性的评价指标应以鲜薯和薯干产量为主。对甘薯新生叶片、成熟叶片、须根、块根等不同器官进行Cl⁻、Ca²⁺、Na⁺和K⁺的含量分析, 结果表明不同品种其不同器官中各种盐离子含量差异显著, 暗示不同基因型耐盐机制存在差异。基于对鲜薯和薯干产量的比较, 筛选出耐盐碱的品种, 主要有‘泰中9号’、‘苏薯7号’、‘龙薯1号’、‘徐薯18’等。同时, 对甘薯种植前后的土壤总盐分和营养成分的分析显示: 甘薯收获后, 土壤中的含盐量显著降低。本研究为沿海滩涂培育和种植耐盐碱甘薯新品种进行了有益的尝试, 同时也为盐碱地改良和生物质能原材料种植提供了思路。

关键词: 甘薯; 品种; 耐盐性; 盐碱地; 农艺性状

Salinity Tolerance of Different Sweetpotato Varieties on Saline-Alkali Soils of the Yellow River Delta

LIU Gui-Ling¹, ZHENG Jian-Li¹, FAN Wei-Juan², DUAN Xiao-Guang², LIU Xin-Ming¹, ZHANG Peng^{2,3,*}

¹Tai'an Academy of Agricultural Sciences, Tai'an, Shandong 271000, China; ²National Key Laboratory of Plant Molecular Genetics, Institute of Plant Physiology and Ecology, Shanghai Institutes for Biological Sciences, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200032, China; ³Shanghai Chenshan Plant Science Research Center, Chinese Academy of Sciences, Chenshan Botanical Garden, Shanghai 201602, China

Abstract: To investigate the tolerance capacity of sweetpotato to salinity stress, new-released sweetpotato cultivars in the north region of China were experimented on the saline-alkali soil of the Yellow River Delta. Analysis of their important agronomic traits and salt ion contents revealed differences in salt tolerance among different cultivars of sweetpotato. Except of the number of leaves, and the number and length of branches, significant differences were found in other agronomic traits of tested cultivars, including the total fresh weight, the fresh storage root yield, dry matter percentage, dried chip yield and the number of storage roots. Yields of fresh storage roots and dried chips are recommended as the major parameters for evaluating the capacity of salt tolerance of sweetpotato. Measurement of different salt ion contents of Cl⁻, Ca²⁺, Na⁺ and K⁺ in new leaves, mature leaves, fibrous roots and storage roots showed that significant differences of salt ions content in different organs of the varieties were detected, suggesting that the mechanisms of salt tolerance of different genotypes might be varied. Based on the yield comparison of fresh storage root and dried chips, cultivars highly tolerant to salinity stress were screened out. These cultivars include ‘Taizhong-9’, ‘Sushu-7’, ‘Longshu-1’ and ‘Xushu-18’. Importantly, the salt contents in the soils before planting and after harvest of sweetpotato were dramatically decreased. The current study demonstrated a useful approach for breeding and cultivating salt-resistant sweetpotato in coastal reclamation areas and also provides new strategy for the production of raw materials for saline-alkali soil improvement and biofuels.

Key words: sweetpotato; variety; salt tolerance; saline-alkali soil; agronomic trait

甘薯 [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] 为旋花科甘薯属一年生或多年生蔓生草本, 是继水稻、小麦、玉米之后的我国第四大粮食作物, 其播种面积和总产量都占世界第一位, 常年产量在1亿吨左

收稿 2011-06-28 修定 2011-07-15
资助 泰安市科技局科技攻关项目(20071021)、山东省科学技术发展计划(2009GG10009033)和“863”计划(2009AA10Z102)。
* 通讯作者(E-mail: zhangpeng@sibs.ac.cn; Tel: 021-54924096)。

右(FAO 2010)。由于甘薯适应性强,产量高,营养价值高,以及轻工业用途广泛,已经成为重要的经济作物(Teow等2007),同时也是我国重要的能源作物。利用边际土地种植甘薯,既可做到不与粮食争地,同时又有环境效益,符合生物能源与粮食生产和谐发展的长期战略,有利于保障国家的粮食安全(张鹏 2006)。作为酒精加工原料,甘薯转化效率约为10%,即10 t鲜薯可生产1 t酒精,是目前粮食酒精中最低廉的,也是生产能源酒精的重要廉价原材料。我国十一五规划已明确将甘薯作为我国《生物产业发展“十一五”规划》及《可再生能源中长期发展规划》中强调的重要能源植物,是我国非粮淀粉型能源植物的首选之一。

甘薯根系发达,茎蔓再生不定根的能力很强,表现出很强的抗逆境、抗贫瘠的能力,可在贫瘠沙荒地、山坡地和含盐量0.5%的盐渍荒地上栽植。不同甘薯品种耐盐碱的程度有很大的差别,很多研究只是在实验室内做过耐盐试验和突变体筛选(Dasgupta等2008; Ekanayake和Dodds 1993; Gao等2008; Luan等2007; Mukherjee 2002; 柯玉琴和潘廷国2002; 孙晓波等2008),但真正在大田生产环境中研究甘薯不同基因型耐盐程度的差别,鲜有报道。本研究利用山东省黄河入海口处的胜利油田孤东农场盐碱地,进行了不同基因型甘薯品种耐盐碱的田间试验,根据这些种质资源的田间表现和农艺性状的分析,筛选了一批耐盐碱的品种,为选育适宜盐碱地种植的能量型甘薯新品种开展了有益的探索。

材料与方法

1 试验时间、地点

试验于2008~2009年在东营市河口区仙河镇胜利油田金润农业公司孤东农场进行,前茬作物为棉花。2008年薯苗栽插时间为6月2日,收获时间为10月5日;2009年薯苗栽插时间为6月4日,收获时间为9月23日。

2 试验材料与方法

试验品种为黄淮地区甘薯[*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]主要推广品种,试验采用随机区组排列,3次重复,5行区,行长5 m,行距80 cm,株距27 cm,密度3 086株·(666.7) m⁻²。参加试验的甘薯品种分

别为:淀粉型甘薯品种‘徐薯22’、‘徐25-2’、‘苏薯7号’、‘徐薯25’、‘徐薯18’和‘泰中9号’;食用型甘薯品种‘北京553’、‘龙薯1号’和‘泰中7号’。收获时每区选有代表性的5株考种取样,取样部位分别是幼叶(第一片全展幼叶)、成熟叶片、须根、成熟块根。每种材料的取材部位保持一致,每种材料至少3个重复。取材量为叶片每株2片,须根每株3~5 g,成熟的块根每株1块。将叶片和须根分别放入纸袋中,在烘箱中105 °C杀青10 min,然后80 °C烘干至恒重,称重,重复3次;块根烘干方法为称取鲜甘薯样本100 g在60 °C的鼓风干燥箱中烘,干10 h,再在105 °C的条件下烘干4 h至恒重,称重,重复3次,取平均数即为该品种薯块干率[薯块干率(%)=薯块干重/薯块鲜重×100]。

3 试验土样的测定

薯苗栽插以前及收获以后分别取土样,测定土壤中的含盐量和速效氮、磷、钾的变化情况(鲍士旦1992)。土壤中水溶性盐总量采用残渣烘干法测定,速效氮采用碱解扩散法,速效磷采用钒钼黄比色法,速效钾采用火焰光度法测定。

4 甘薯幼嫩叶片、成熟叶片、须根和成熟块根中Cl⁻、Ca²⁺、Na⁺和K⁺的测定

用雷磁PXSJ-226型离子计,选择相应的电极如氯电极、钙电极、钠电极、钾电极测定相应的离子浓度。用去离子水将样品洗3次,洗过的样品90 °C烘4 h以上,至样品重量不再变化,称恒重。配0.1 mol·L⁻¹的醋酸,并按11.438 mL稀释至2 L的比例稀释,按照每300 mg样品加20 mL稀释的醋酸的比例在90 °C,150 r·min⁻¹条件下,在恒温振荡水浴锅中进行消解3 h。取上清离心,再取离心后的上清用雷磁离子计测相应离子含量。

5 数据分析

采用DPS软件和Microsoft Excel软件,单因素随机区组试验统计方法,两两做LSD-*t*检验。

实验结果

1 不同基因型甘薯品种耐盐碱的程度有很大的差异

种植后不同品种的表现不同,耐盐碱的品种30 d时观察植株生长旺盛,藤蔓粗壮(图1-A);而不耐盐碱的品种植株长势较弱(图1-B),甚至出现一些植株死亡的现象。收获时,耐盐碱品种如‘泰中7

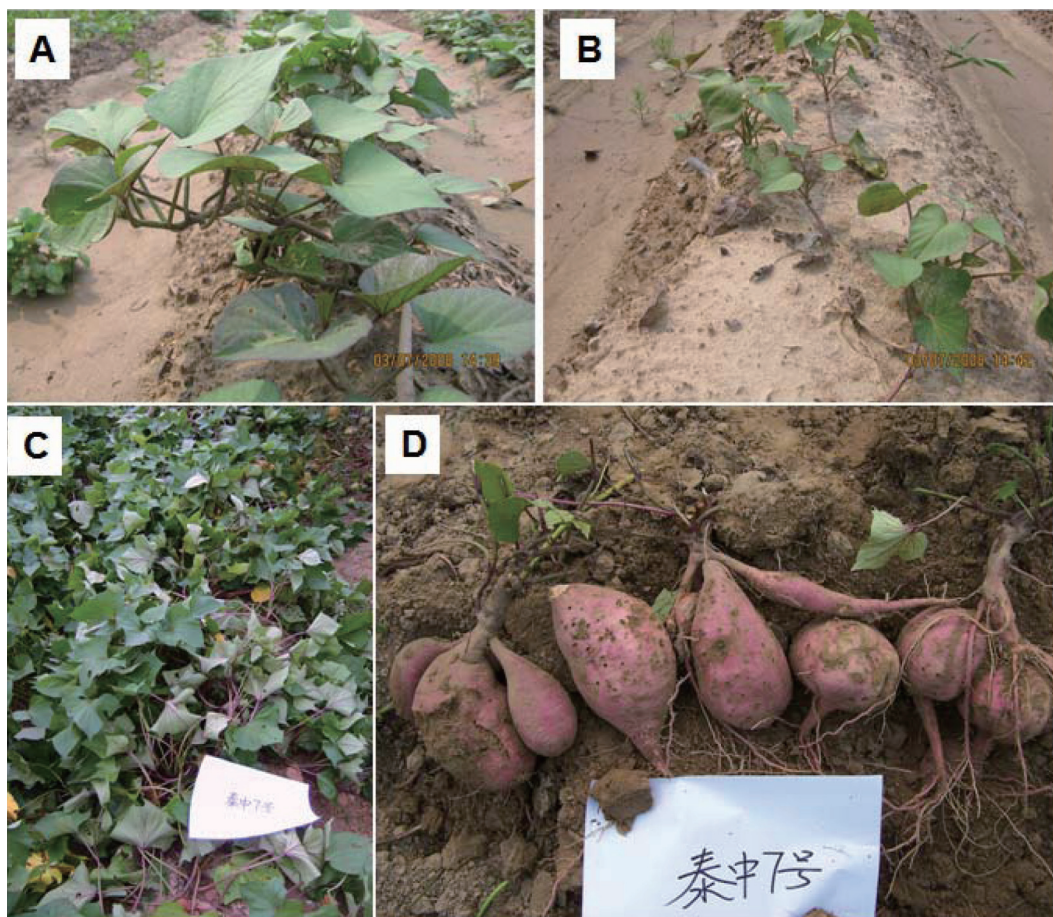


图1 甘薯‘泰中7号’在盐碱地上的表现

Fig.1 Field performance of sweetpotato ‘Taizhong-7’ in salinity land

A: 耐盐碱‘泰中7号’种植30 d的表现情况; B: 不耐盐碱品种生长受到抑制; C: 收获时‘泰中7号’植株生长情况; D: 收获时‘泰中7号’薯块情况。

号’藤蔓可覆盖整个地表, 收获的鲜薯产量较高(图1-C、D)。从表1和表2结果表明, 不同基因型甘薯品种在盐碱地农艺性状表现有很大的差异, LSD多重比较显示单株总鲜重、地上部总鲜重、薯块干率、薯块产量、薯块数均差异显著; 而根重、叶片数、分枝数和分枝长度差异不显著。尤其是鲜薯产量差异很大, 产量最高的‘苏薯7号’比最低的‘徐薯22’高2 170.48 kg·(666.7) m², 变化幅度达139.7%; 薯干产量不同品种之间也有很大差异, 9个品种中薯干产量最高的‘泰中9号’为912.66 kg·(666.7) m², 比位于第二位的‘苏薯7号’高92.75 kg·(666.7) m², 变化幅度为11.3%, 比薯干产量最低的‘泰中7号’高553.1 kg·(666.7) m², 变化幅度可达153.8%。根据薯块产量的情况, 耐盐碱的甘薯有‘泰中9号’、‘苏薯7号’、‘龙薯1号’、‘徐薯18’等品种。

不同甘薯品种在盐碱地的表现有很大的差异, 尤其是薯块干率与普通土壤中种植有很大的差距, 如‘徐薯22’在其他非盐碱地种植, 夏薯干物率一般为31%左右, 在盐碱地里则低了大约7%; ‘苏薯7号’的干率一般在27%左右, 在盐碱地里薯块干率只有21.89%, 低了大约5%。其他品种也都较普通土壤中低了3%~5%。笔者认为以下几个方面可能是造成这种情况的原因: 第一, 盐碱地中各种盐离子胁迫阻碍了甘薯生长; 第二, 黄河三角洲属于海洋性气候, 春天海风大, 温度比较低, 适合甘薯栽插时间相对较晚, 栽插后温度较低, 甘薯前期地上部的生长较慢, 不利于甘薯干物质的积累; 第三, 黄河三角洲土壤瘠薄, 有机质含量较低, 不能满足甘薯生长的需要, 致使甘薯的干物质积累较少, 薯块干率较低, 鲜薯产量和薯干产量都有很

表1 不同基因型甘薯品种在盐碱地条件下的生物量与产量性状

Table 1 Biomass production and yield of different sweetpotato genotypes on the saline-alkali soils

品种	总鲜重/kg·株 ⁻¹	地上部总鲜重/ kg·株 ⁻¹	薯块干率/%	薯块鲜重/kg·株 ⁻¹	鲜薯产量/ kg·(666.7) m ⁻²	薯干产量/ kg·(666.7) m ⁻²
‘徐薯22’	1.96±0.59 ^{ab}	1.06±0.81 ^{abc}	23.89±0.91 ^{bcd}	0.50±0.08 ^b	1 553.29±249.44 ^b	372.43±73.23 ^{bc}
‘徐25-2’	1.19±0.13 ^b	0.47±0.02 ^{bc}	25.39±2.21 ^{abc}	0.66±0.09 ^{ab}	2 021.33±262.31 ^{ab}	518.72±131.46 ^{abc}
‘苏薯7号’	2.71±0.96 ^a	1.45±0.25 ^a	21.89±0.34 ^d	1.21±0.69 ^a	3 723.77±2 134.77 ^a	819.91±476.59 ^{ab}
‘徐薯25’	0.96±0.31 ^b	0.41±0.11 ^a	28.39±1.58 ^a	0.52±0.19 ^b	1 604.72±588.77 ^b	459.58±188.46 ^{bc}
‘徐薯18’	1.72±0.70 ^{ab}	0.87±0.26 ^{abc}	26.57±2.07 ^{ab}	0.81±0.44 ^{ab}	2 489.37±1 347.04 ^{ab}	646.45±318.62 ^{abc}
‘泰中9号’	1.88±0.49 ^{ab}	0.80±0.38 ^{abc}	27.75±2.36 ^a	1.06±0.24 ^{ab}	3 260.87±733.10 ^{ab}	912.66±269.29 ^a
‘北京553’	1.40±1.04 ^b	0.77±0.54 ^{abc}	23.19±1.79 ^{cd}	0.65±0.48 ^{ab}	1 995.61±1 488.44 ^{ab}	446.24±309.63 ^{bc}
‘龙薯1号’	1.99±0.61 ^{ab}	0.85±0.37 ^{abc}	21.80±0.83 ^d	1.10±0.28 ^{ab}	3 404.89±852.06 ^{ab}	746.83±209.96 ^{abc}
‘泰中7号’	1.69±0.47 ^{ab}	1.14±0.40 ^{ab}	22.62±0.61 ^{cd}	0.52±0.08 ^b	1 594.43±258.81 ^b	359.56±49.77 ^c

同列不同英文小写字母表示5%差异显著水平。下表同此。

表2 不同基因型甘薯品种在盐碱地条件下的生长情况

Table 2 Growth status of different sweetpotato genotypes on the saline-alkali soils

品种	薯块数/个·株 ⁻¹	须根鲜重/kg·株 ⁻¹	叶片数/片·株 ⁻¹	分枝数/个·株 ⁻¹	分枝长度/cm
‘徐薯22’	2.67±1.15 ^{ab}	0.06±0.05 ^a	94.00±56.31 ^a	13.00±8.89 ^a	65.93±16.90 ^a
‘徐25-2’	2.50±0.50 ^{ab}	0.07±0.04 ^a	98.00±2.00 ^a	11.50±1.50 ^a	64.35±3.15 ^a
‘苏薯7号’	4.33±2.52 ^a	0.05±0.03 ^a	158.67±95.35 ^a	18.33±12.22 ^a	52.47±24.10 ^a
‘徐薯25’	2.67±0.58 ^{ab}	0.03±0.03 ^a	81.33±26.69 ^a	9.33±2.31 ^a	55.17±5.17 ^a
‘徐薯18’	3.33±2.08 ^{ab}	0.05±0.01 ^a	160.67±24.01 ^a	15.00±6.93 ^a	69.30±24.75 ^a
‘泰中9号’	4.33±1.15 ^a	0.03±0.01 ^a	156.00±28.05 ^a	18.33±3.51 ^a	66.90±14.12 ^a
‘北京553’	1.67±0.58 ^b	0.03±0.03 ^a	190.00±157.09 ^a	16.00±5.57 ^a	52.73±4.51 ^a
‘龙薯1号’	4.00±1.00 ^a	0.04±0.02 ^a	131.00±40.15 ^a	16.67±5.03 ^a	57.77±11.38 ^a
‘泰中7号’	2.33±1.53 ^{ab}	0.04±0.01 ^a	132.33±56.23 ^a	16.00±3.46 ^a	78.23±12.21 ^a

大的差别。

2 不同甘薯品种不同部位Cl⁻含量分析

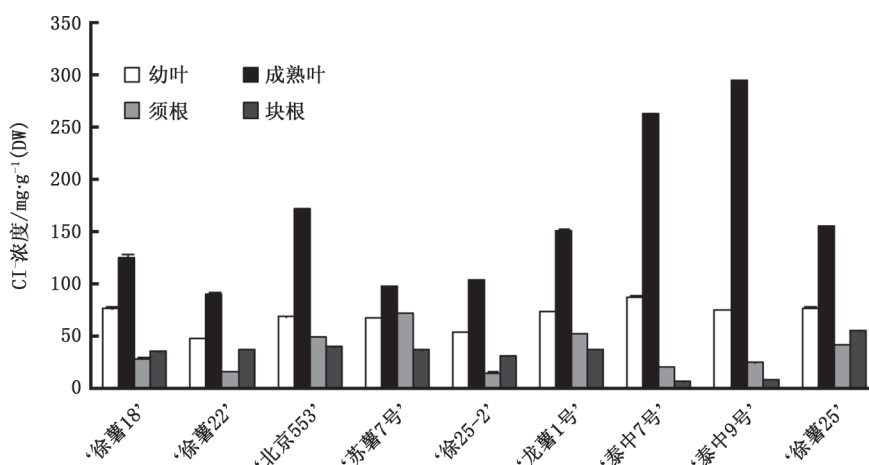
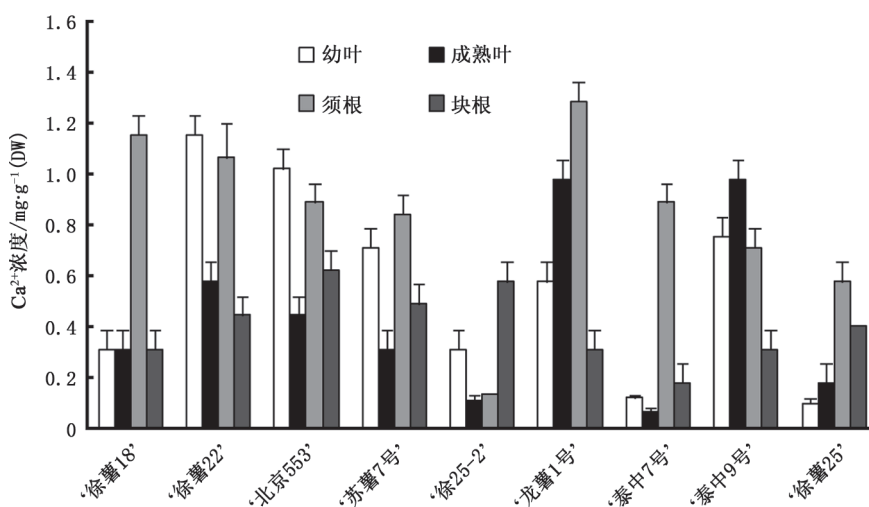
盐胁迫下,不同植物体内积累Cl⁻的能力差异很大。盐生植物体内可积累的Cl⁻浓度高达340~475 mmol·L⁻¹,这非常有利于盐逆境下的渗透调节和膨压的维持。而非盐生植物体内积累的Cl⁻则要低很多,一般情况下只有7~70 mmol·L⁻¹。而过量的Cl⁻可以抑制植物的光合作用(Teakle和Tyerman 2010)。

甘薯品种不同部位Cl⁻的含量具有很大的差异,成熟叶含量最高,其次是幼叶,须根及块根含量最低(图2)。薯干产量最高的‘泰中9号’第一片全展幼叶的Cl⁻含量较高,为75.8 mg·g⁻¹ (DW),比‘徐薯18’略低;成熟叶片中,‘泰中9号’Cl⁻含量最高,为295.60 mg·g⁻¹ (DW),但须根和块根中的含量则是9个试验品种中较低的。鲜薯产量和薯干产量较低的‘徐薯22’第一片全展叶、成熟叶片在9个品种中

都属于最低的,须根和块根中的含量也比较低(图2)。根据Cl⁻的含量分布,我们认为叶片与根系Cl⁻含量的高比值有利于甘薯的抗性。

3 不同甘薯品种不同部位Ca²⁺含量分析

Ca²⁺在盐胁迫中的作用是十分复杂的,外界的Ca²⁺可以提高植物根部钾离子通道的K⁺/Na⁺选择效率,抑制Na⁺的吸收(Zhong和Lauchli 1994)。在正常条件下,细胞质的Ca²⁺浓度维持在100~200 nmol·L⁻¹,盐胁迫可以引起细胞质内Ca²⁺浓度的快速上升, Ca²⁺可以通过钙离子通道由细胞外进入到细胞内,也可以由三磷酸肌醇调控的钙离子通道由细胞内的细胞器如液泡释放Ca²⁺ (Alexandre等1990)。不同甘薯品种Ca²⁺含量在不同器官差异非常大。‘龙薯1号’和‘泰中9号’叶片及须根中的含量大于块根;个别品种须根中的含量最高,如‘泰中7号’、‘徐薯18’、‘徐薯25’。‘徐25-2’和‘徐薯25’的块根中含量大于叶片的含量(图3)。

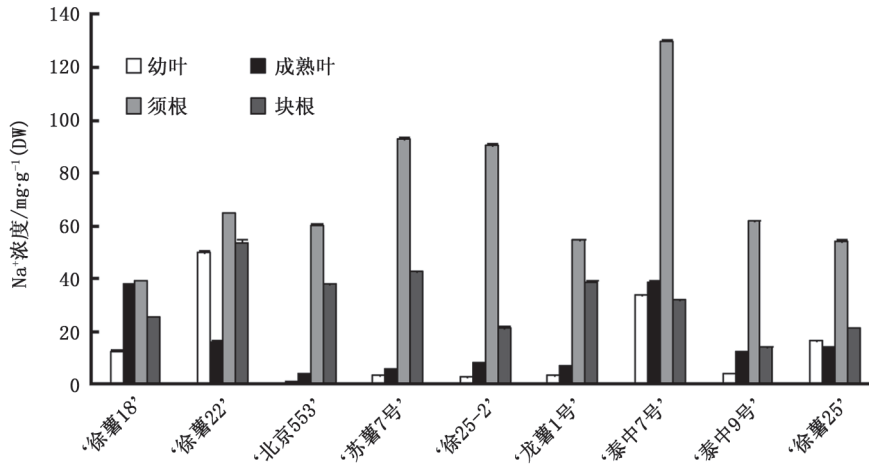
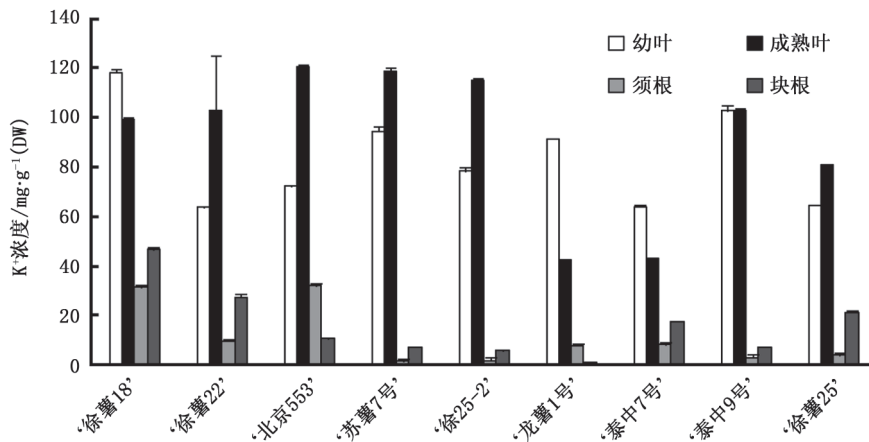
图2 不同甘薯品种不同部位Cl⁻离子含量的差异分析Fig.2 Analysis of Cl⁻ content from different organs of various sweetpotato cultivars图3 不同甘薯品种不同部位Ca²⁺离子含量的差异分析Fig.3 Analysis of Ca²⁺ content from different organs of various sweetpotato cultivars

4 不同甘薯品种不同部位Na⁺含量分析

在盐胁迫条件下, 细胞外的Na⁺浓度要远远高于植物细胞内的Na⁺浓度, 过高浓度的细胞内Na⁺会对细胞造成损伤(Zhu 2001)。在甘薯各品种中地下部分根中的Na⁺含量总体上高于地上部分叶片中的含量(图4), 可能是由于进入木质部液流中的Na⁺在向叶片运输过程中可被木质部薄壁细胞重新吸收, 横向运输到韧皮部, 再运送到根系; 也可能Na⁺在根中直接富集导致的。由本实验结果可看出, 甘薯具有将Na⁺储存在根部的特点, 但其具体机制还不清楚。

5 不同甘薯品种不同部位K⁺含量分析

K⁺是植物所必需的营养元素, 并且是唯一在植物体内必须以高浓度存在的阳离子, Zhu (2002)认为K⁺营养是植物耐盐性的关键因素, 在正常条件下, 植物细胞质内维持较高的K⁺/Na⁺比率对于植物细胞保持正常的生化代谢是至关重要的。在盐胁迫条件下, Na⁺可以竞争性抑制根系对K⁺的吸收, 从而使K⁺在植物体内的含量降低(Pilot等2003)。盐碱地甘薯不同器官K⁺的含量比较表明, 叶片中的K⁺含量明显高于根中的含量(图5)。「泰中9号」、「苏薯7号」、「龙薯1号」等品种叶片与根系中K⁺含量

图4 不同甘薯品种不同部位Na⁺离子含量的差异分析Fig.4 Analysis of Na⁺ content from different organs of various sweetpotato cultivars图5 不同甘薯品种不同部位K⁺离子含量的差异分析Fig.5 Analysis of K⁺ content from different organs of various sweetpotato cultivars

的比值非常大, 可达10倍以上(图5)。表明耐盐碱品种必须在地上部分维系高的K⁺/Na⁺比率, 而根系中该比值可低得多。

6 甘薯试验区土壤含盐量及速效肥分析

根据土壤盐渍化的程度, 可分为不同的标准: 非盐渍化土壤, 总盐量<0.1%; 盐渍化土壤, 总盐量0.1%~0.3%; 中度盐渍化土壤, 总盐量0.3%~0.5%; 重盐渍化土壤, 总盐量0.5%~1.0%; 极重盐渍化土壤总盐量>1.0% (王遵亲等1993)。从表3可以看出, 试验区内甘薯栽插前, 属于中度盐渍化土壤(0.31%), 甘薯收获后土壤的盐渍化程度已经非常轻, 成为了非盐渍化土壤(0.074%)。分析其原因有: 第一, 甘薯栽插过程中, 甘薯生长的中后期地

表3 甘薯试验区土壤含盐量及速效肥含量

Table 3 Analysis of soil salt content and concentration of readily available fertilizers

土样	含盐量/%	速效氮/ mg·kg ⁻¹	速效磷/ mg·kg ⁻¹	速效钾/ mg·kg ⁻¹
薯苗栽插前土样	0.31	37.03	40.01	125.04
甘薯收获后土样	0.074	32.98	13.58	108.16
土壤养分参考值*		30~60	23.00	115.00

*系鲜薯产量为4 500 kg/(666.7) m²的土壤养分。

上部分茎叶已经将土壤完全覆盖, 水分散失由蒸发变为蒸腾, 这样就大大地减少了地面的蒸发, 阻止了盐分随土壤水分的蒸发而上升; 第二, 黄河三

角洲7~8月份雨量集中,降水将大部分盐分淋溶到耕作层以下,起到了压碱的作用。根据试验区土壤速效肥含量情况(表3)及鲜薯4 500 kg·(666.7) m²土壤主要养分指标参考值可以看出,试验区的土壤速效氮、磷、钾基本可以满足甘薯高产生长所需要的主要营养成分。与速效氮和速效钾的含量变化情况相比,速效磷在种植前后含量差异明显,下降2/3左右(表3)。因此,在盐碱地种植甘薯应多施用磷肥。试验区土壤有机质含量没有做分析,但基本可以说土壤的有机质含量比较低,据资料介绍一般在0.5%~0.8%。

讨 论

1 不同甘薯品种耐盐性有很大的差异,耐盐性的评价指标应以鲜薯和薯干产量为主

本研究表明,在正常土壤上产量和适应性都比较好的甘薯品种,在盐碱地上不一定有较好的表现。例如,‘徐薯22’是近年来甘薯育种家培育出的优良淀粉型甘薯新品种,但该品种在盐碱地的表现一般,鲜薯产量和薯干产量均比较低,该品种在盐碱地上的薯块干率比常规种植的地方低的多。盐碱对其他测试品种的影响也存在,但表现出基因型的差异。

在盐碱地种植条件下,不同甘薯品种叶片、须根、块根中各种盐离子的含量不尽一致,或高或低。耐盐的品种成熟叶片中Cl⁻相对较高,说明耐盐品种对Cl⁻的耐受性较强。这与高叶等的实验室研究有一定的差异(Gao等2008),其结果显示耐盐性甘薯品种叶片中Cl⁻含量较低。研究表明,植物体内的Cl⁻移动与蒸腾作用有关,蒸腾量大的器官含Cl⁻量高,因而叶片中含Cl⁻较多,而Cl⁻作为含锰放氧系统的辅助因子参与光合系统II的光解水放氧反应;同时Cl⁻在叶绿体中优先积累,对叶绿素的稳定起保护作用。Cl⁻也参与活化若干酶系统,Cl⁻离子与膜的结合对于活化氧释放过程的酶是必需的。适量的Cl⁻还能促进氮代谢中谷氨酰胺的转化以及有利于碳水化合物的合成与转化(Teakle和Tyerman 2010)。所以在适量的范围内,Cl⁻的积累是起到保护作用的。并且笔者认为,大田环境与实验室有很大的差别,评价一个品种是否耐盐碱,不应只采用一种单盐处理,同时,分析时不仅对甘薯

叶、根等不同部位离子含量进行分析,更重要的应以甘薯的鲜薯产量和薯干产量为指标。甘薯品种千差万别,个体差异非常大,甘薯不同部位各种盐离子含量可作为一个生理指标,而对于耐盐性甘薯的评价需要对许多生理指标综合考虑。相对而言,鲜薯和薯干产量则是合理的综合评价结果。只要该甘薯品种鲜薯产量、薯干产量较高,地上部分薯秧生长旺盛,就可以认为这是一个耐盐碱的甘薯品种。

2 培育耐盐碱甘薯品种对开发沿海滩涂地具有显著的经济效益

甘薯根系发达,茎蔓再生不定根的能力很强,试验证明其在黄海三角洲盐碱地上种植能收到非常好的效果。试验表明‘泰中9号’、‘苏薯7号’、‘龙薯1号’在盐碱地的产量并不低于一般土壤环境下的鲜薯和薯干产量,甚至比在一般土壤环境下的产量还要高。这是因为在黄河三角洲的土壤是黄河淤积平原,土壤为沙壤土,通透性好,非常有利于甘薯的生长。但该土壤相对比较贫瘠,甘薯生长需要的有机质、速效氮、磷、钾不能满足甘薯高产栽培的需求,尤其是速效氮和速效磷含量很低,这些可以通过增加施肥、培肥地力等措施得以解决。

3 采用多种育种手段,选育耐盐碱甘薯品种,利用边际地开展能源薯类种植

为了加大盐碱地的开发和利用,可利用杂交甘薯实生苗和抗盐碱转基因甘薯进行种植,从中选育出较耐盐碱、产量和农艺性状较好的品种(系),以增加选育耐盐碱型甘薯品种的几率。

从本研究结果我们可以看到,甘薯在黄河三角洲中度和轻度盐碱地上种植取得了非常好的产量结果,鲜薯产量、薯干产量、地上部生物产量都与在其他非盐碱土地上种植很接近甚至有的品种超过。沿海滩涂海风大,风沙大,淡水资源短缺,而水资源短缺是本区农业发展的主要障碍因素(刘江等1994),甘薯有很强的抗风性,耐干旱,耐瘠薄,适合在沿河滩涂上种植,而且土壤经过种植甘薯后,盐碱程度有了很大的降低。黄河三角洲有大量的荒盐碱地,仅东营市就有35万hm²,其中66%属于轻度盐碱地,近几年国家和地方投以巨资进行盐碱地改良,新生土地每年又以2 000 hm²的速度

增加,被称为共和国最年轻的土地,既研究和利用这些新生土地,又保护当地的生态环境是摆在我们当前非常迫切和重要的任务。

4 黄河三角洲种植甘薯可以起到改良盐碱地,保护当地生态环境的作用

黄河三角洲土地垦殖率低,地面覆盖度小,春秋蒸发强烈,土壤易于返盐。通过种植甘薯压缩土地休闲时间,增加土地覆盖可以控制向地下水系统中的排泄量。通过种植耐盐型甘薯品种,可以加大土壤覆盖度,植物蒸腾取代了土面蒸发,使地下水中的盐分不能在土壤表层积累,从而减轻了土壤表层的盐碱化。与此同时,每年的大量甘薯茎叶,既可以作为畜牧饲料,又可以增加土壤肥力,还能改善盐碱土的理化性状,使土壤盐碱化状况得到改善。

参考文献

- 鲍士旦(1992). 土壤农化分析. 北京: 中国农业出版社
- 柯玉琴, 潘廷国(2002). NaCl胁迫对甘薯苗期生长、IAA代谢的影响及其与耐盐性的关系. 应用生态学报, 13 (10): 1303~1306
- 刘江, 何康, 吴亦侠, 张守福, 王渭田, 林书香, 董昭和, 柏继民, 刘宗元, 迟范民等(1994). 中国农业全书(山东卷). 北京: 中国农业出版社, 3: 150~151
- 孙晓波, 谢一芝, 马鸿翔(2008). 甘薯幼苗对海水胁迫的生理生化响应. 江苏农业学报, 24 (5): 600~606
- 王遵亲, 祝寿泉, 俞仁培, 黎立群, 单光宗, 尤文瑞, 曾宪修, 张粹雯, 张丽君, 宋荣华(1993). 中国盐渍土. 北京: 科学出版社
- 张鹏(2006) 粮食安全与生物质能源的和谐发展——浅谈发展我国木薯和甘薯能源作物的优势与问题. 见: 中国科学院生命科学与生物技术局、中国科学院上海生命科学信息中心(编). 生命科学与生物技术报告. 北京: 科学出版社, 39~47
- Alexandre J, Lassalles JP, Kado RT (1990). Opening of Ca²⁺ channels in isolated red beet root vacuole membrane by inositol 1,4,5-trisphosphate. Nature, 343: 567~570
- Dasgupta M, Sahoo MR, Kole PC, Mukherjee A (2008). Evaluation of orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) genotypes for salt tolerance through shoot apex culture under *in vitro* NaCl mediated salinity stress conditions. Plant Cell Tiss Org Cult, 94: 161~170
- Ekanayake JJ, Dodds JH (1993). *In-vitro* testing for the effects of salt stress on growth and survival of sweet potato. Sci Hort, 55: 239~248
- FAO (2010). FAOSTAT. (<http://faostat.fao.org/>)
- Gao Y, Zhao S, Chen M, Song X, Wang B (2008). Effects of sodium chloride stress on growth of sweet potato plantlets *in vitro* and ion content. Agric Sci Technol, 9 (5): 27~30
- Luan YS, Zhang J, Gao XR, An LJ (2007). Mutation induced by ethylmethanesulphonate (EMS), *in vitro* screening for salt tolerance and plant regeneration of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). Plant Cell Tiss Org Cult, 88: 77~81
- Mukherjee A (2002). Effect of NaCl on *in vitro* propagation of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). Appl Biochem Biotechnol, 102: 431~441
- Pilot G, Gaymard F, Mouline K, Cherel I, Sentenac H (2003). Regulated expression of *Arabidopsis* Shaker K⁺ channel genes involved in K⁺ uptake and distribution in the plant. Plant Mol Biol, 51: 773~787
- Teakle NL, Tyerman SD (2010). Mechanisms of Cl⁻ transport contributing to salt tolerance. Plant Cell Environ, 33: 566~589
- Teow CC, Truong VD, McFeeters RF, Thompson RL, Pecota KV, Yencho GC (2007). Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. Food Chem, 103: 829~838
- Zhong HL, Lauchli A (1994). Spatial distribution of solutes, K, Na, Ca and their deposition rates in the growth zone of primary cotton roots: effects of NaCl and CaCl₂. Planta, 194: 34~41
- Zhu JK (2001). Plant salt tolerance. Trends Plant Sci., 6: 66~71
- Zhu JK (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. Annu Rev Plant Biol, 53: 247~273