

10份玉米资源耐盐性鉴定研究

陈悦¹, 吴哲¹, 甄正发², 孟然¹, 李赵嘉¹, 冯薇¹, 王秀萍¹, 鲁雪林^{1*}

¹河北省农林科学院滨海农业研究所, 河北 唐山

²唐山市农作物种子站, 河北 唐山

收稿日期: 2024年6月4日; 录用日期: 2024年7月5日; 发布日期: 2024年7月12日

摘要

为了保障玉米产业安全、加速盐碱地开垦利用, 本研究利用不同浓度的NaCl溶液对10个供试玉米材料进行胁迫处理, 旨在筛选玉米材料的适宜的鉴定盐浓度结合玉米全生育期盐胁迫下的产量指标利用隶属函数法综合评价10个玉米品种耐盐性, 为玉米种质资源耐盐评价和耐盐高产玉米品种筛选提供参考。结果表明, 通过比较4个盐胁迫浓度下苗期胁迫指数, 筛选出鉴定玉米耐盐材料的适宜NaCl胁迫浓度为200 mmol/L。利用隶属函数法对苗期盐胁迫指数和全生育期产量指标综合评价, 最终得到表现较好的品种“泰和897”、“丰乐399”、“丰乐365”和“沃玉3号”, 为盐碱地适生玉米种植品种选择提供参考。

关键词

玉米, 盐胁迫, 耐盐鉴定, 隶属函数

Identification of Salt Tolerance of 10 Maize Resources

Yue Chen¹, Zhe Wu¹, Zhengfa Zhen², Ran Meng¹, Zhaojia Li¹, Wei Feng¹, Xiuping Wang¹, Xuelin Lu^{1*}

¹Institute of Costal Agriculture, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Tangshan Hebei

²Tangshan Crop Seed Station, Tangshan Hebei

Received: Jun. 4th, 2024; accepted: Jul. 5th, 2024; published: Jul. 12th, 2024

Abstract

In order to ensure the safety of corn industry and accelerate the reclamation and utilization of saline-alkali land, this study used NaCl solution with different concentrations to stress 10 corn materials tested, aiming to comprehensively evaluate the salt tolerance of 10 corn varieties by using

*通讯作者。

文章引用: 陈悦, 吴哲, 甄正发, 孟然, 李赵嘉, 冯薇, 王秀萍, 鲁雪林. 10份玉米资源耐盐性鉴定研究[J]. 农业科学, 2024, 14(7): 780-786. DOI: 10.12677/hjas.2024.147097

the membership function method to screen the appropriate identification salt concentration of corn materials and the yield index under salt stress during the whole growth period of corn. It provides reference for salt tolerance evaluation of maize germplasm resources and selection of salt-tolerant high-yield maize varieties. The results showed that by comparing the seedling stress index under four salt stress concentrations, the suitable NaCl stress concentration of maize salt-tolerant materials was 200 mmol/L. By using the membership function method, the salt stress index of seedling stage and the yield index of the whole growth period were comprehensively evaluated, and the good varieties “Taihe 897”, “Feng le 399”, “Feng le 365” and “Wo Yu 3” were finally obtained, which provided a reference for the selection of suitable maize planting varieties in saline-alkali land.

Keywords

Maize, Salt Stress, Salt Tolerance Identification, Membership Function

Copyright © 2024 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

在我国, 盐碱土的面积约占耕地面积的四分之一, 具有面积大、范围广、类型多的特点[1]。土壤盐渍化导致耕地面积减少, 严重危害了我国的粮食安全, 因此盐碱土在保障我国粮食安全方面具有重要的开发利用价值[2] [3]。玉米(*Zea mays* L.)是重要的粮饲兼用作物, 在我国种植面积广泛, 但其生长过程容易受到盐胁迫的影响, 限制玉米的产量和品质[4] [5]。近年来, 由于海外玉米输入的冲击, 我国玉米产业安全受到了一定的影响[6]。玉米产业的可持续发展作为保障国家粮食安全的重要组成部分, 筛选优质高产耐盐玉米品种尤为重要。

玉米从播种到收获, 主要经历萌发期、苗期、大喇叭口期、蜡熟期和完熟期等不同生育期, 因此耐盐性鉴定也集中在各个不同的生长时期[7]。如张健等人通过模拟山西南部粮食产区盐碱土环境, 利用不同浓度的混合盐溶液对 14 份种子萌发期的玉米自交系材料进行胁迫处理, 筛选出适合在晋南粮食主产区盐碱土种植的种质资源[8]。线进红等人利用 180 mmol/L 的 NaCl 溶液对 42 份玉米自交系进行胁迫处理, 通过测定幼苗的形态和生理生化指标, 对供试材料进行评价和筛选[9]。张会丽等人通过测定宁夏银川北部盐碱地的 25 个不同青贮玉米品种大喇叭口期和成熟期的表型性状和光合气体交换参数进行耐盐碱性鉴定[10]。为了更好地筛选出耐盐玉米品种, 本试验以 10 个玉米品种为试验材料, 利用不同的 NaCl 溶液浓度进行胁迫处理, 通过比较筛选出能够有效反映玉米材料之间差异的盐处理浓度进行苗期耐盐性鉴定, 结合全生育期产量指标利用隶属函数法综合评价 10 个玉米品种耐盐性, 为玉米种质资源耐盐评价和耐盐高产玉米品种选择提供参考。

2. 材料和方法

2.1. 供试材料

试验材料为玉米品种“登海 605”、“蠡乐 969”、“沃玉 3 号”、“沧玉 787”、“丰乐 399”、“丰乐 365”、“泰和 897”、“纪元 178”、“K98”、“郑单 958”, 选择无机械损伤、健康饱满的种子进行试验。

2.2. 方法

2.2.1. 苗期耐盐性鉴定

将供试玉米种子播种在口径 10 cm, 底径 7 cm, 高 8.5 cm 装有蛭石的塑料钵中, 每钵播种 6 粒, 塑料钵摆放在托盘中, 在培养室中进行育苗。待幼苗长到三叶一心时, 每钵定苗 4 株, 每 2 d 用含有 Hoagland 溶液的盐胁迫溶液浇灌, 每个处理设 3 个重复, 5 钵为一个重复, 胁迫处理 7 d 后, 观察苗情表现进行统计。

2.2.2. 全生育期耐盐性鉴定

田间耐盐鉴定试验地点位于河北省唐山市曹妃甸区十一农场河北省农林科学院滨海农业研究所试验基地, 土壤类型为淤泥质滨海盐碱地, 在苗期和大喇叭口期浇灌含盐量 0.8% 地下咸水。试验设两个重复, 成熟后调查籽粒产量和带轴产量等主要产量相关指标。

2.3. 测定指标与方法

2.3.1. 苗情调查

参考吉林省玉米耐盐碱性鉴定技术规程[11], 对胁迫后玉米进行苗情分类, 统计苗期胁迫指数, 确定玉米苗期耐盐类型(表 1)。

苗期胁迫指数(STI) = $[\Sigma(\text{苗情类别} \times \text{每类苗情株数}) / (\text{最高苗情类别} \times \text{检验样本总株数})] \times 100\%$

Table 1. Classification standard of salt stress at seedling stage

表 1. 苗期盐胁迫分类标准

耐盐类型	盐胁迫指数(%)
耐盐	0~30
中等耐盐	30~60
盐敏感	60~100

2.3.2. 全生育期产量调查

成熟后对玉米调查株高、穗高、籽粒产量和带轴产量等主要产量性状。

2.4. 耐盐能力评价方法

采用隶属函数法评价 10 个玉米品种的综合耐盐能力。

$$X(\mu) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

$$X(\mu) = 1 - (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

式中, $X(\mu)$ 表示第 n 项指标的隶属函数值, X_n 表示第 n 个品种的变化值, X_{\min} 表示 10 个品种中变化的最小值, X_{\max} 表示 10 个品种中变化的最大值。

2.5. 数据处理

采用 Excel 2019 软件对 10 份供试材料的苗情和产量进行基本统计分析。

3. 结果分析

3.1. 苗期评价结果

3.1.1. 苗期盐胁迫浓度筛选

对 10 个玉米品种分别利用 200、250、300、350 mmol/L 的 NaCl 溶液进行胁迫处理, 对胁迫后的苗

情进行调查统计。结果如图 1 所示, 用 200 mmol/L NaCl 溶液处理后, 10 个品种的苗期胁迫指数表现出明显差异, 而其它盐浓度胁迫下 10 个品种之间的苗期胁迫指数较 200 mmol/L 浓度显著上升, 均大于 80% 且差异不明显, 表明在其它盐浓度胁迫下苗期生长均受到严重抑制。因此, 筛选 200 mmol/L 浓度的 NaCl 溶液进行苗期耐盐性鉴定。

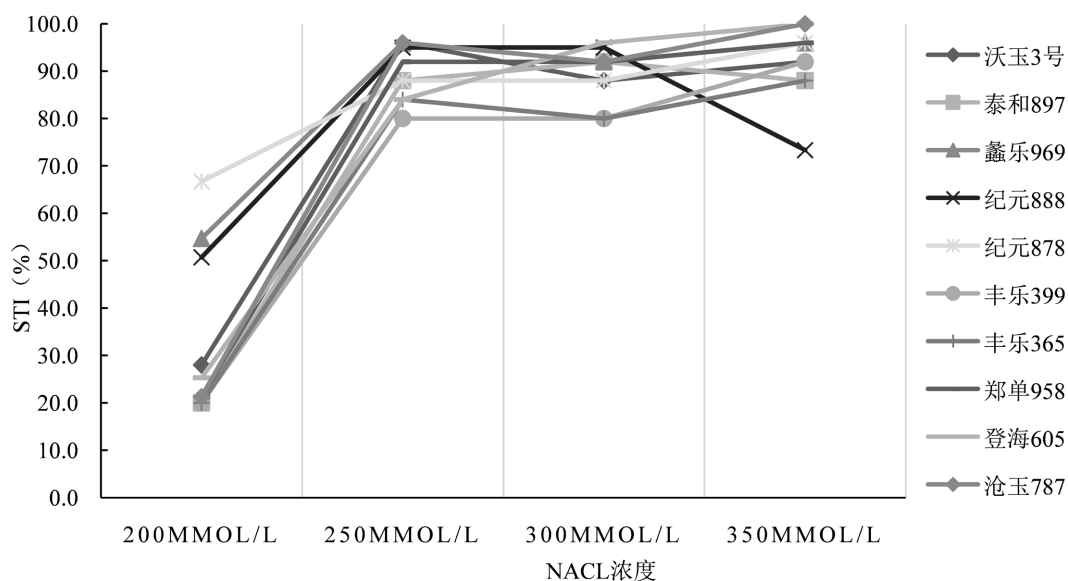


Figure 1. Effect of different salt concentration stress on seedling stress index

图 1. 不同盐浓度胁迫对苗期胁迫指数的影响

3.1.2. 苗期评价结果

对 200mmol/L NaCl 下苗期胁迫指数进行统计, 依据苗期盐胁迫分类标准得出“沃玉 3 号”、“泰和 897”、“丰乐 399”、“丰乐 365”、“郑单 958”、“登海 605”、“沧玉 787”胁迫指数小于 30%, 为耐盐类型, “K98”胁迫指数最高, 为盐敏感类型, “蠡乐 969”、“纪元 178”为中等耐盐类型(表 2)。

Table 2. Seedling stress index of 10 varieties under 200 mmol/L NaCl

表 2. 10 个品种 200 mmol/L NaCl 下苗期胁迫指数

品种	STI (%)	耐盐类型
沃玉 3 号	28.0	耐盐
泰和 897	20.0	耐盐
蠡乐 969	54.7	中等耐盐
纪元 178	50.7	中等耐盐
K98	66.7	盐敏感
丰乐 399	20.0	耐盐
丰乐 365	20.0	耐盐
郑单 958	21.3	耐盐
登海 605	25.3	耐盐
沧玉 787	21.3	耐盐

3.2. 全生育期产量评价结果

对 10 个材料的全生育期的籽粒产量和带轴产量进行统计,由表 3 统计结果得出重复 1 中“蠡乐 969”、“丰乐 399”、“丰乐 365”、“郑单 958”产量较高,重复 2 中“沃玉 3 号”、“泰和 897”产量在 10 个品种中较高,见表中粗体部分。

Table 3. Yield index of the whole growth period

表 3. 全生育期产量指标

品种	重复 1		重复 2	
	籽粒产量(g)	带轴产量(g)	籽粒产量(g)	带轴产量(g)
沃玉 3 号	3140	3760	5296	6160
泰合 897	4060	4700	5166	5880
蠡乐 969	4386	5310	3040	3800
纪元 178	3714	4360	3604	4150
K98	3442	4250	3452	4060
丰乐 399	5024	5720	3860	4470
丰乐 365	4902	5740	3618	4110
郑单 958	4534	5070	3000	3520
登海 605	3140	3740	3556	4150
沧玉 787	3706	4340	3408	3880

3.3. 隶属函数分析结果

为了筛选出耐盐高产的玉米品种,采用隶属函数分析方法对 10 个玉米品种苗期耐盐性和全生育期产量性状进行综合分析,发现 10 个品种的综合排名为“泰和 897”、“丰乐 399”和“丰乐 365”、“沃玉 3 号”、“郑单 958”、“沧玉 787”、“纪元 178”、“登海 605”、“K98”。其中,“泰和 897”、“丰乐 399”、“丰乐 365”和“沃玉 3 号”排名在前四位,表明这四个品种为耐盐高产的品种(表 4)。

Table 4. Membership function analysis results

表 4. 隶属函数分析结果

品种	STI	隶属函数值				均值	排名
		重复 1		重复 2			
		籽粒产量	带轴产量	籽粒产量	带轴产量		
沃玉 3 号	0.83	0.00	0.01	1.00	1.00	0.57	4
泰和 897	1.00	0.49	0.48	0.94	0.89	0.76	1
蠡乐 969	0.26	0.66	0.79	0.02	0.11	0.37	7
纪元 178	0.34	0.30	0.31	0.26	0.24	0.29	8
K98	0.00	0.16	0.26	0.20	0.20	0.16	10
丰乐 399	1.00	1.00	0.99	0.37	0.36	0.74	2
丰乐 365	1.00	0.94	1.00	0.27	0.22	0.69	3
郑单 958	0.97	0.74	0.67	0.00	0.00	0.48	5
登海 605	0.89	0.00	0.00	0.24	0.24	0.27	9
沧玉 787	0.97	0.30	0.30	0.18	0.14	0.38	6

4. 讨论

大多数研究表明苗期是作物盐胁迫最敏感的时期,并且在苗期耐盐性强的品种在生长后期也能够表现出一定的耐盐性,同时苗期植株形态具有易观测和鉴定等优点且鉴定过程在室内能够进行,因此目前有越来越多针对玉米苗期耐盐性的研究[12]。阿提开姆·麦麦提等以 240 份玉米自交系为试验材料,在苗期利用 NaCl 溶液进行盐胁迫处理,通过测量株高、根长、干重等指标,利用隶属函数法评价不同玉米种质的耐盐性[7]。王明泉等利用水培法模拟田间盐生条件对 242 份玉米自交系苗期的耐盐性进行综合鉴定[13]。

为了保障玉米产业安全和满足生产上的需求,玉米生产潜力也是筛选优质耐盐玉米品种的重要因素。柳斌辉等对 14 个玉米品种的芽期、苗期、全生育期进行耐盐性鉴定,筛选出在 3 个时期均表现出较高的耐盐性,并且具有良好生产力的玉米品种[14]。隶属函数法作为一种综合评价方法,避免了单因素评价耐盐性的片面性,可以更科学、可靠的评价植物的耐盐性[15]。

5. 结论

本研究通过设定 4 个盐胁迫浓度,筛选出 200 mmol/L 的 NaCl 浓度为鉴定玉米耐盐材料的适宜胁迫浓度。通过对苗期玉米形态的调查统计,得到 10 个品种的苗期胁迫指数,发现“沃玉 3 号”、“泰和 897”、“丰乐 399”、“丰乐 365”、“郑单 958”、“登海 605”、“沧玉 787”苗期胁迫指数小于 30%,为耐盐类型。又对 10 个玉米品种进行全生育期的耐盐性鉴定筛选,利用隶属函数法对苗期盐胁迫指数和全生育期产量指标综合评价,最终得到“泰和 897”、“丰乐 399”、“丰乐 365”和“沃玉 3 号”在 10 个品种中表现最佳,为盐碱地适生玉米种植品种选择提供参考。

基金项目

河北省重点研发计划项目(22326414D);河北省现代农业产业技术体系建设专项资金(HBCT2024020411, HBCT2024030406)。

参考文献

- [1] 赵起越, 夏夜, 邹本东. 土壤盐渍化成因危害及恢复[J]. 农业与技术, 2022, 42(11): 115-119.
- [2] Liu, L. and Wang, B. (2021) Protection of Halophytes and Their Uses for Cultivation of Saline-Alkali Soil in China. *Biology*, **10**, Article 353. <https://doi.org/10.3390/biology10050353>
- [3] Liu, K., Feng, Y., Guo, J., Wang, G., Shan, L., Gao, S., *et al.* (2024) Argon Non-Thermal Plasma Treatment Promotes the Development of Rice (*Oryza sativa* L.) in Saline Alkali Environments. *Protoplasma*. <https://doi.org/10.1007/s00709-024-01946-x>
- [4] 李俊萍, 王秀萍, 刘素娟, 等. 玉米苗期耐盐性鉴定评价方法研究[J]. 中国农学通报, 2022, 38(18): 28-34.
- [5] 柴龙行, 白金顺, 贺维昭, 等. 华北平原内陆盐碱区玉米品种资源耐盐性综合评价及分类[J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(10): 147-156.
- [6] 高峰, 王剑. 我国玉米产业安全态势演进及展望[J]. 农业经济, 2023(10): 14-16.
- [7] 阿提开姆·麦麦提, 顾炜, 于典司, 等. 基于隶属函数法的玉米种质资源苗期耐盐性评价[J]. 上海农业学报, 2023, 39(5): 54-60.
- [8] 张健, 袁嘉玮, 王璐, 等. 玉米自交系萌发期耐盐性评价研究[J/OL]. 江苏农业科学: 1-7. <http://portal.scilib.org/interlibSSO/goto/11/+jmr9bmjh9mds/kcms/detail/32.1214.S.20240307.0903.002.html>, 2024-06-06.
- [9] 线进红, 张云芳, 庄泽龙, 等. 42 份玉米自交系苗期耐盐性的综合评价[J]. 甘肃农业大学学报, 2023, 58(4): 95-105.
- [10] 张会丽, 朱林, 许兴. 不同青贮玉米大喇叭口期和成熟期耐盐碱性综合评价[J]. 干旱地区农业研究, 2019, 37(1):

240-249.

- [11] 吉林省质量技术监督局. DB22/T 2621-2017 玉米耐盐碱性鉴定技术规程[S]. 2017.
- [12] 刘学, 周璇, 曾兴, 等. 玉米芽期和苗期耐盐性鉴定方法的比较分析[J]. 玉米科学, 2015, 23(1): 115-121.
- [13] 王明泉, 付立新, 李国良, 等. 玉米抗感种质资源苗期耐盐性的光合作用机制研究[J]. 中国农学通报, 2021, 37(5): 8-14.
- [14] 柳斌辉, 张文英, 栗雨勤. 玉米耐盐性的鉴定评价[J]. 华北农学报, 2012, 27(z1): 101-105.
- [15] 张自强, 白晨, 张惠忠, 等. 基于隶属函数法的甜菜种质资源耐盐性分析[J]. 中国糖料, 2019, 41(4): 54-57.