

不同瓜类作物耐盐碱性鉴定方法初探

周贤达, 范家萌, 谢长宝, 睢祥琨, 林 茂, 王浩波

(合肥丰乐种业股份有限公司·安徽省西瓜甜瓜工程技术研究中心 合肥 230031)

摘要: 为了评估葫芦、南瓜、甜瓜和西瓜在盐碱胁迫条件下的耐盐碱性, 为盐碱地的合理利用和耐盐碱品种的选育提供科学依据, 选取葫芦(丰砧一号)、南瓜(丰乐金甲)、甜瓜(金露三号)和西瓜(中蜜一号)4个品种, 在3叶1心期使用单一盐(NaCl)、混合盐碱(NaCl + Na₂SO₄ + NaHCO₃ + Na₂CO₃)和混合盐(KNO₃ + K₂SO₄)三种盐碱溶液对幼苗进行处理, 通过苗期盐害指数评估和极差分析进行品种耐盐性分析鉴定。结果表明, 中蜜一号对单一盐溶液浓度变化最敏感, 盐害指数在 200 mmol·L⁻¹时最大; 丰乐金甲对单一盐溶液的浓度变化最不敏感。对于混合盐碱溶液, 金露三号对浓度变化最敏感, 盐害指数在 200 mmol·L⁻¹时最大; 丰乐金甲对混合盐碱溶液的浓度变化最不敏感。混合盐溶液处理中, 中蜜一号对浓度变化最敏感, 盐害指数在 200 mmol·L⁻¹时最大; 丰乐金甲对混合盐溶液的浓度变化最不敏感。南瓜在盐碱胁迫下表现出较强的耐盐碱性, 适合在轻度至中度盐碱地种植; 而葫芦、甜瓜和西瓜的耐盐碱性较弱, 不适宜在盐碱地种植。这些结果为盐碱地的合理利用和耐盐碱品种的选育提供了科学依据。

关键词: 西瓜; 甜瓜; 南瓜; 葫芦; 耐盐碱; 苗期盐害指数

中图分类号: S642+S651+S652

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2024)12-081-07

A preliminary study on the identification of salinity tolerance in different Cucurbitaceae crops

ZHOU Xianda, FAN Jiameng, XIE Changbao, SUI Xiangkun, LIN Mao, WANG Haobo

(Hefei Fengle Seed Co., Ltd./Anhui Watermelon Melon Engineering Technology Center Research Center, Hefei 230031, Anhui, China)

Abstract: In order to evaluate the salt-alkali tolerance of bottle gourd, squash, melon, and watermelon under saline-alkali stress, and provide a scientific basis for the rational use of saline-alkali land and the breeding of salt-alkali resistant varieties, four cultivars-bottle gourd (Fengzhen 1), squash (Fengle Jinjia), melon (Jinlu 3), and watermelon (Zhongmi 1) were selected. Three types of salt-alkali solutions, namely single salt (NaCl), mixed salt-alkali (NaCl + Na₂SO₄ + NaHCO₃ + Na₂CO₃), and mixed salt (KNO₃ + K₂SO₄), were used to treat the seedlings at 3 three-leaf-one-heart growth stage. The salt-alkali tolerance of the varieties was analyzed and identified through evaluation of the salt injury index and range analysis. The experimental results showed that Zhongmi 1 was the most sensitive to concentration variations in single salt solution treatment, with the highest salt injury index at 200 mmol·L⁻¹, while Fengle Jinjia was the least sensitive. For mixed salt-alkali solution treatment, Jinlu 3 was the most sensitive to concentration changes, with a significant increase in the salt injury index at 200 mmol·L⁻¹, while Fengle Jinjia was the least sensitive. In the case of mixed salt solution treatment, Zhongmi 1 was the most sensitive, with a significant increase in the salt injury index at 200 mmol·L⁻¹, while Fengle Jinjia was the least sensitive. Except for Zhongmi 1, the other three cultivars were sensitive to concentration differences in mixed salt-alkali solution. Squash exhibited strong salt-alkali tolerance and were suitable for cultivation in mildly to moderately saline-alkali land, while bottle gourd, melon and watermelon had weaker salt-alkali tolerance and not suitable for cultivation in saline-alkali land. These findings provide a scientific basis for the rational utilization of saline-alkali land and the breeding of salt-alkali resistant varieties.

Key words: Watermelon; Melon; Squash; Cucurbit; Salt-alkali tolerance; Seedling salt damage index

收稿日期: 2024-03-08; 修回日期: 2024-09-23

基金项目: 2023年安徽省西瓜甜瓜良种联合攻关项目; 2023年国家西瓜甜瓜育种联合攻关任务

作者简介: 周贤达, 男, 高级农艺师, 研究方向为瓜类遗传育种。E-mail: 260871302@qq.com

通信作者: 王浩波, 男, 研究员, 主要从事瓜类育种与科研管理工作。E-mail: 602671893@qq.com

瓜类保护地栽培面积越来越大,土壤盐碱化问题也日益严重,对西瓜甜瓜生产造成重大影响。筛选和培育耐盐碱的农作物品种,包括耐盐碱的嫁接砧木是一个值得研究的重要课题。赵可夫^[1]发现,我国的自然盐渍土主要是由3种阳离子 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和4种阴离子 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 组成的12种盐形成。设施内盐渍化土壤中阳离子主要是 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ,其中 Ca^{2+} 占主要优势。阴离子除 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 外,还有 NO_3^- ,然而,关于特定阴离子在体系中的优势地位,不同研究得出的结论存在显著差异。童有为等^[2]测定 NO_3^- 占到阴离子总量的一半以上;刘志民等^[3]研究认为, NO_3^- 占阴离子总量的56%~76%,侯云霞等^[4]、李文庆等^[5]也都认为,设施土壤中 NO_3^- 阴离子积累最多,其次是 Cl^- 、 SO_4^{2-} 。李先珍等^[6]、葛菁萍等^[7]、陈为峰^[8]调查分析了京郊10 a以上蔬菜大棚土壤阴离子浓度,结果是 SO_4^{2-} 积累最多。施秀珠等^[9]研究表明,5 a棚龄土层中 Cl^- 含量占阴离子总量的48%。

传统耐盐碱研究中习惯使用 NaCl 作为作物耐盐碱的试验试剂,但刘杰等^[10]研究表明,在盐碱土壤中, Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 CO_3^{2-} 等主要无机离子均是对作物产生盐碱胁迫的主要因子,并分别称其为盐碱胁迫与碱胁迫。杨春武等^[11-12]认为 NaHCO_3 与 Na_2CO_3 为主要盐分的碱胁迫对植物生长发育的危害远大于 NaCl 与 Na_2SO_4 为主的盐碱胁迫。人们对碱胁迫的研究越来越广泛,但前人研究在盐、碱胁迫上观点不统一^[13-14],笔者旨在探究不同盐碱试剂配方对葫芦、南瓜、甜瓜和西瓜耐盐碱能力的影响,为耐盐碱品种的选育提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

以4种不同葫芦科作物的品种作为试材,其中葫芦砧木(丰砧一号)、南瓜砧木(丰乐金甲)、厚皮甜瓜(金露三号)为合肥丰乐种业股份有限公司选育,中果型西瓜(中蜜一号)为中国农业科学院郑州果树研究所选育。试验统一选择籽粒饱满、整齐一致、发芽率高和发芽势好的种子,于2023年6月11日在合肥丰乐种业国家企业技术中心催芽,6月13日在人工气候室内使用穴盘播种,6月22日采集数据。

选择 $5.5\text{ cm}\times 5.5\text{ cm}\times 6.0\text{ cm}$ 、32孔的育苗盘进行育苗。选择粒径为1 mm的蛭石、5 mm珍珠岩和优质草炭按体积比1:1:1作为培养基质。

1.2 盐碱溶液的配 置

使用3种不同配方的盐碱溶液进行试验。

1.2.1 单一盐溶液 单一使用 NaCl 配置盐碱溶液,设置4个处理浓度: $0\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (CK)、 $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $150\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $200\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$,每个处理3次重复。

1.2.2 混合盐碱溶液 NaCl 、 Na_2SO_4 、 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 四种盐物质的量之比为4:1:1:4,设置4个处理浓度: $0\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (CK)、 $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $150\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $200\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$,每个处理3次重复。

1.2.3 混合盐溶液 用 KNO_3 、 K_2SO_4 两种盐物质的量之比为1:1,设置4个处理浓度: $0\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (CK)、 $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $150\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $200\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$,每个处理3次重复。

1.3 数 据 处 理

为确保采集的数据没有异常值,使用标准差法对3种盐碱处理下4个试验品种的3次重复数据采用标准差法判定异常值,采用平均值加减2倍标准差来建立典型数据集,共计144个数据点。通过计算,144个数据点均非异常值,均可以进行后续统计分析。

1.4 试 验 设 计

每个处理设置3次重复,每个重复8个穴孔,每个穴盘做4个品种的1次重复,合计12个穴盘,试验排列采用随机区组设计。

1.5 盐碱处理

2023年6月15日,在上午08:00—09:00开始实施盐碱胁迫处理。将托盘中的纯水全部换成3 L相应浓度的盐碱溶液进行处理。以后每日对穴盘称重,使用同质量纯水对减少的质量进行补充。

盐碱处理7 d后,观察苗情表现,以株为单位统计盐害症状,盐害症状分级标准为:0级,正常;1级,子叶焦枯;2级,1片真叶发黄枯萎;3级,2片真叶发黄枯萎;4级,3片真叶焦枯;5级,整个植株失水。苗期盐害指数/%= Σ (代表级数 \times 株数)/总株数 $\times 100$ 。

采用WPS office 2022进行数据处理和极差分析。

2 结 果 与 分 析

2.1 3种盐碱处理对4个试验品种苗期盐害指数的影响

由表1可知,4个试验品种在3种盐碱溶液处理的苗期盐害指数均随浓度的升高表现出更加明显的生长抑制现象,其中混合盐碱溶液 $200\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理浓度时盐害指数最大,这说明4个品种均对混合盐碱溶液处理最敏感。混合盐溶液 $200\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

表1 3种盐碱处理下4个试验品种的苗期盐害指数
Table 1 Salt damage index of four experimental varieties under three salt-alkali treatments %

盐碱处理 Salt alkali treatment	试验品种 Test variety	c/(mmol·L ⁻¹)			
		0	100	150	200
单一盐溶液 Single salt solution	丰砧一号 Fengzhen 1	0.00	0.38	0.72	1.34
	丰乐金甲 Fengle Jinjia	0.00	0.13	0.29	0.83
	金露三号 Jinlu 3	0.00	0.54	1.13	1.75
	中蜜一号 Zhongmi 1	0.00	0.21	1.96	2.46
混合盐碱溶液 Mixed salt alkali solution	丰砧一号 Fengzhen 1	0.00	0.58	2.45	4.58
	丰乐金甲 Fengle Jinjia	0.00	0.83	1.70	2.41
	金露三号 Jinlu 3	0.00	1.88	4.17	5.54
	中蜜一号 Zhongmi 1	0.00	1.83	2.42	2.83
混合盐溶液 Mixed salt solution	丰砧一号 Fengzhen 1	0.00	0.00	0.00	0.88
	丰乐金甲 Fengle Jinjia	0.00	0.00	0.00	0.00
	金露三号 Jinlu 3	0.00	0.00	0.00	0.13
	中蜜一号 Zhongmi 1	0.00	0.00	0.63	1.25

处理浓度时4个试验品种的盐害指数均为最小,这说明4个品种均对混合盐溶液处理最不敏感。

同一盐碱溶液处理对4个品种的影响中,中蜜一号在单一盐溶液处理中苗期盐害指数最高,丰乐金甲最低,丰砧一号和金露三号居中,这说明中蜜一号苗期生长对单一盐溶液处理的耐受程度最差,丰乐金甲耐受能力最强,丰砧一号和金露三号的耐受能力居中。混合盐碱溶液处理中,金露三号苗期盐害指数最高,丰乐金甲最低,中蜜一号和丰砧一

号居中。混合盐溶液处理中,中蜜一号苗期盐害指数最高,丰乐金甲最低。

图1是丰砧一号在浓度200 mmol·L⁻¹时3种盐碱溶液处理下的表现。从图中可以看出,单一盐溶液处理的幼苗生长情况居中(图1-a),混合盐碱溶液处理的丰砧一号幼苗生长情况最差(图1-b),混合盐溶液处理的幼苗生长情况最好(图1-c)。

丰乐金甲、金露三号和中蜜一号在浓度200 mmol·L⁻¹时三种盐碱溶液处理下的表现可见图2~4,幼苗生



图1 丰砧一号在浓度200 mmol·L⁻¹时3种盐碱溶液处理下的表现

Fig. 1 Performance of Fengzhen 1 under three different salt-alkali solutions at concentration of 200 mmol·L⁻¹

长情况的对比结果与苗期盐害指数平均值分析一致。

2.2 极差分析

在表2中,单一盐溶液处理中极差从大到小的排序为中蜜一号、金露三号、丰砧一号、丰乐金甲,说明中蜜一号对单一盐溶液的浓度差异最敏感,丰乐金甲最不敏感。混合盐碱溶液处理中极差从大到小的排序为丰砧一号、金露三号、丰乐金甲、中蜜一号,说明丰砧一号对混合盐碱溶液的浓度变化最敏感,中蜜一号最不敏感。混合盐溶液处理中极差从大到小的排序为中蜜一号、丰砧一号、金露三号和丰乐金甲,说明中蜜一号最敏感,丰乐金甲最不敏感。

不同试验品种处理结果的极差从大到小的排序为:混合盐碱溶液、单一盐溶液、混合盐溶液。混合盐碱溶液对不同试验品种有最好的数据离散度,

单一盐溶液次之,混合盐溶液最差。说明混合盐碱溶液对试验品种耐盐碱能力的区分度最好,混合盐溶液区分度最差,单一盐溶液试验品种区分能力居中。

在表3中,丰砧一号、丰乐金甲、金露三号均在混合盐碱溶液处理下有最大的极差,混合盐溶液处理下有最小极差,中蜜一号在单一盐溶液处理下有最大的极差,说明除中蜜一号外的其他3个品种均对混合盐碱溶液的不同处理浓度差异敏感。

不同盐碱处理结果的极差从大到小排序:金露三号、丰砧一号、中蜜一号、丰乐金甲,说明金露三号对盐碱处理最为敏感,丰乐金甲最不敏感,丰砧一号和中蜜一号位于两者之间,其中丰砧一号又比中蜜一号敏感。这与苗期盐害指数的分析及栽培表现相一致。

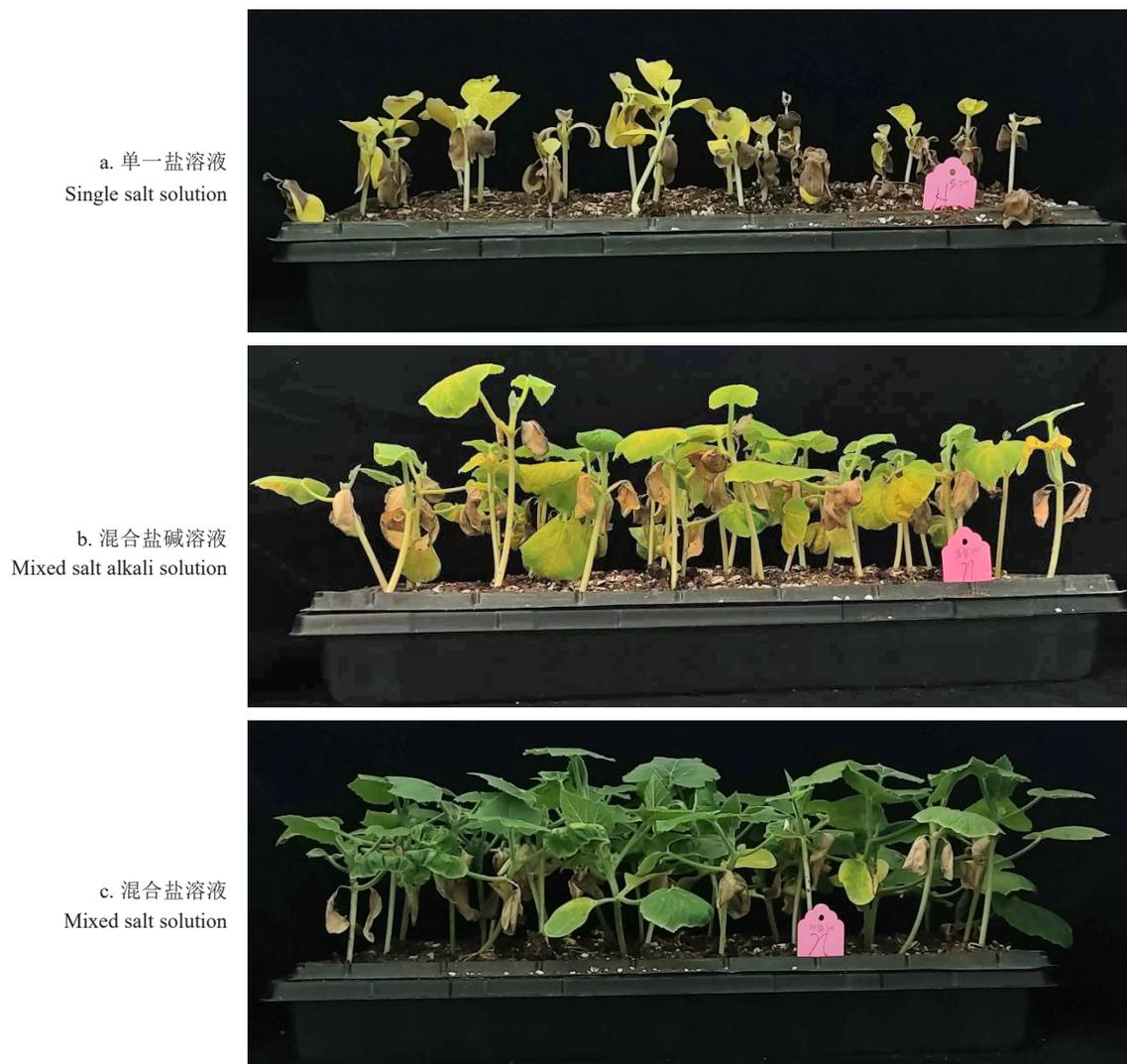


图2 丰乐金甲在浓度 $200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时3种盐碱溶液处理下的表现

Fig. 2 Performance of Fengle Jinjia under three different salt-alkali solutions at concentration of $200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

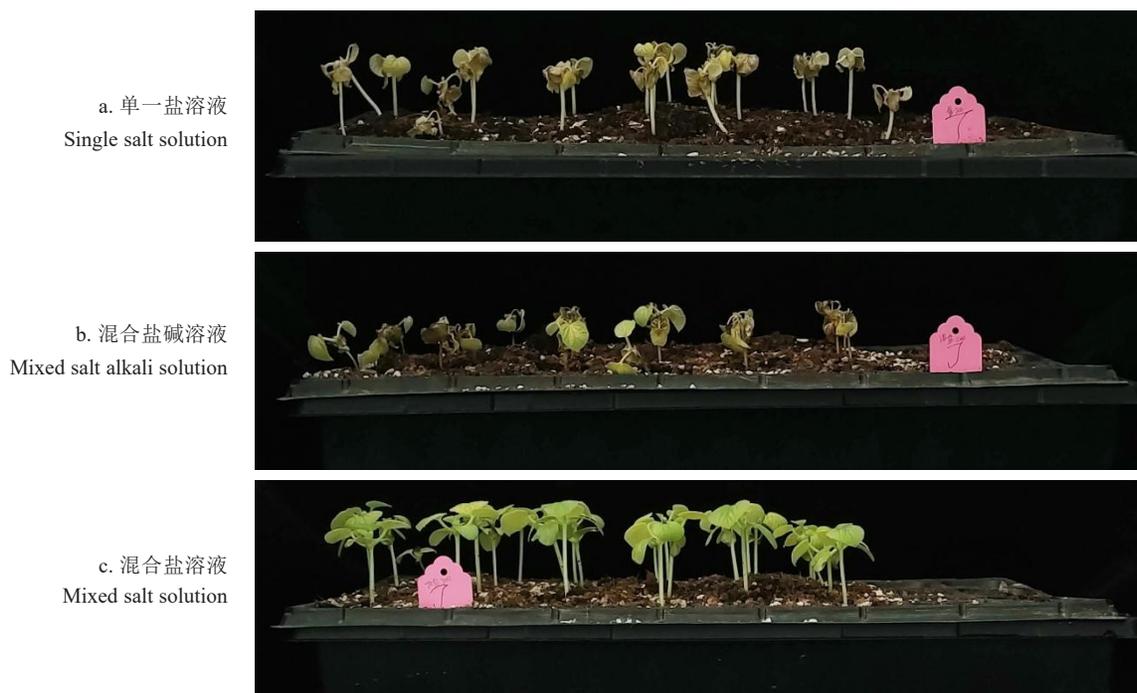


图3 金露三号在浓度 $200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时3种盐碱溶液处理下的表现

Fig. 3 Performance of Jinlu 3 under three different salt-alkali solutions at concentration of $200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

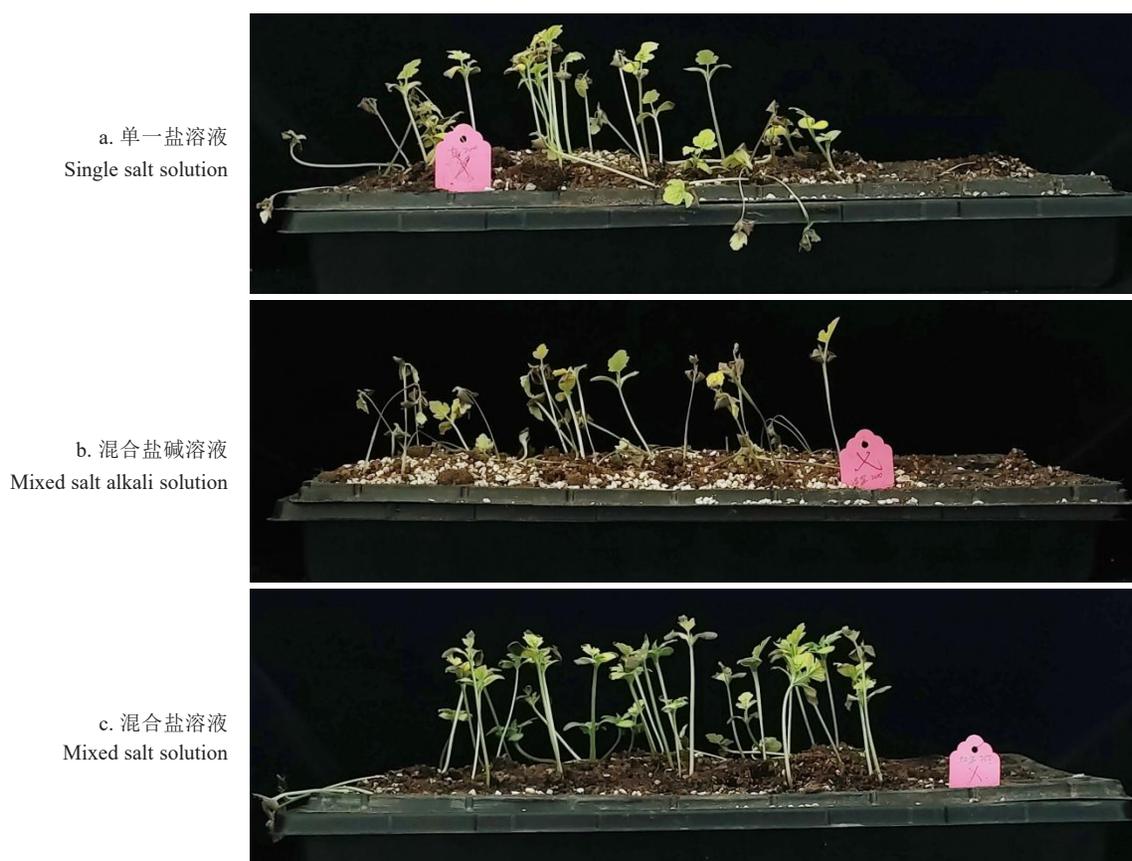


图4 中蜜一号在浓度 $200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时3种盐碱溶液处理下的表现

Fig. 4 Performance of Zhongmi 1 under three different salt-alkali solutions at concentration of $200 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

表2 不同盐碱处理结果的极差

Table 2 Range of results from different salt-alkali treatments

处理方式 Processing method	品种 Variety	相同盐碱溶液不同品种 Same salt-alkali solution with different varieties	同一盐碱溶液 Same salt-alkali solution
单一盐溶液 Single salt solution	丰砧一号 Fengzhen 1	1.18	3.13
	丰乐金甲 Fengle Jinjia	0.88	
	金露三号 Jinlu 3	1.75	
	中蜜一号 Zhongmi 1	3.13	
混合盐碱溶液 Mixed salt alkali solution	丰砧一号 Fengzhen 1	4.37	5.16
	丰乐金甲 Fengle Jinjia	1.88	
	金露三号 Jinlu 3	3.91	
	中蜜一号 Zhongmi 1	1.38	
混合盐溶液 Mixed salt solution	丰砧一号 Fengzhen 1	1.13	1.38
	丰乐金甲 Fengle Jinjia	0.00	
	金露三号 Jinlu 3	0.13	
	中蜜一号 Zhongmi 1	1.38	

表3 不同品种对盐碱处理结果的极差

Table 3 Range of salt-alkali treatment results for different varieties

品种 Variety	处理方式 Processing method	相同品种不同盐碱溶液 Same varieties with different salt-alkali solution	同一品种 Same variety
丰砧一号 Fengzhen 1	单一盐溶液 Single salt solution	1.18	4.75
	混合盐碱溶液 Mixed salt alkali solution	4.37	
	混合盐溶液 Mixed salt solution	1.13	
丰乐金甲 Fengle Jinjia	单一盐溶液 Single salt solution	0.88	2.63
	混合盐碱溶液 Mixed salt alkali solution	1.88	
	混合盐溶液 Mixed salt solution	0.00	
金露三号 Jinlu 3	单一盐溶液 Single salt solution	1.75	5.54
	混合盐碱溶液 Mixed salt alkali solution	3.91	
	混合盐溶液 Mixed salt solution	0.13	
中蜜一号 Zhongmi 1	单一盐溶液 Single salt solution	3.13	3.13
	混合盐碱溶液 Mixed salt alkali solution	1.38	
	混合盐溶液 Mixed salt solution	1.38	

3 讨论与结论

在本研究中发现,西瓜(中蜜一号)对单一盐溶液浓度变化最敏感,南瓜(丰乐金甲)最不敏感;甜瓜(金露三号)对混合盐碱溶液浓度变化最敏感,南瓜(丰乐金甲)最不敏感;混合盐溶液处理西瓜(中蜜一号)最敏感,南瓜(丰乐金甲)最不敏感。

前人研究中大多使用单一盐胁迫^[16-19],也就是单一 NaCl 胁迫进行植物耐盐碱性研究,这种研究倾向于在等渗条件下 NaCl 对植株生长的抑制程度和对质膜的破坏程度要大于其他盐碱,在 NaCl 胁迫处理时各生长指标或生理生化指标的变化在不同材料间差异显著。但是,西瓜、甜瓜生产以保护地栽培为主,保护地栽培土壤次生盐碱化是由设施本身条件和施肥不合理导致的,相比露地栽培,NO₃⁻、Cl⁻、SO₄²⁻及相应伴随离子 NH₄⁺、Ca²⁺、Mg²⁺积聚于土壤并随着地下水的向上运动逐渐向表层土壤

集中,并在水分的不断蒸发过程中于表层土壤积累下来,随之而来的硝酸盐积累问题与滨海盐土和内陆盐碱土完全不同^[20-22],因此,笔者在本次试验中设计使用单一盐、混合盐碱和混合盐 3 种盐碱溶液对幼苗进行处理并应用苗期盐害指数评估和极差分析进行分析鉴定。

南瓜(丰乐金甲)在盐碱胁迫条件下表现出较强的耐盐碱性,而葫芦(丰砧一号)、西瓜(中蜜一号)和甜瓜(金露三号)的耐盐碱性较弱。这一结果与前人的研究结果部分一致。例如,Tarchoun 等^[22]在对多种瓜类作物的耐盐碱性研究中也发现,葫芦和南瓜在盐碱胁迫下的生长表现优于西瓜和甜瓜,葫芦和南瓜在高盐碱浓度下仍能保持较高的光合作用效率和较轻的氧化损伤,这可能是其耐盐碱性强的原因之一。葫芦耐盐碱性的差异可能与选择的品种有关。此外,Chevilly 等^[23]的研究进一步表明,甜瓜和黄瓜在低浓度盐碱胁迫下能够获得更大

的果实和更高的果实甜度,这与水稻、高粱的前期研究一致。

笔者通过人工气候室栽培试验,系统评估了葫芦(丰砧一号)、南瓜(丰乐金甲)、甜瓜(金露三号)和西瓜(中蜜一号)在盐碱胁迫条件下的耐盐碱性。结果表明,南瓜(丰乐金甲)具有较强的耐盐碱性,适合在轻度至中度盐碱地种植;而葫芦(丰砧一号)、西瓜(中蜜一号)和甜瓜(金露三号)的耐盐碱性较弱,不适宜在盐碱地种植。这些发现为盐碱地的合理利用和耐盐碱品种的选育提供了科学依据。

参考文献

- [1] 赵可夫. 中国盐生植物[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1999.
- [2] 童有为, 陈淡飞. 温室土壤次生盐渍化的形成和治理途径研究[J]. 园艺学报, 1991, 18(2): 159-162.
- [3] 刘志民, 李家金, 薛继澄, 等. 设施土壤的肥力特征及酶活性[J]. 土壤, 1994(5): 273-275.
- [4] 侯云霞, 钱光熹, 王建民, 等. 上海蔬菜保护地的土壤盐分状况[J]. 上海农业学报, 1987, 3(4): 31-38.
- [5] 李文庆, 骆洪义, 丁方军, 等. 大棚栽培后土壤盐分的变化[J]. 土壤, 1995(4): 203-205.
- [6] 李先珍, 王耀林, 张志斌. 京郊蔬菜大棚土壤盐离子积累状况研究初报[J]. 中国蔬菜, 1993(4): 15-17.
- [7] 葛菁萍, 霍云鹏, 蔡柏岩. 大棚土壤剖面 EC_{25c}值变化研究[J]. 土壤通报, 1999, 30(2): 80-81.
- [8] 陈为峰. 山东省大棚土壤积盐状况及防治对策研究[D]. 山东泰安: 山东农业大学, 1999.
- [9] 施秀珠, 奚振邦, 朱建萍. 上海郊区蔬菜塑料大棚的土壤障碍问题[J]. 上海农业科技, 1991(2): 28-30.
- [10] 刘杰, 张美丽, 张义, 等. 人工模拟盐、碱环境对向日葵种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(10): 1818-1825.
- [11] 杨春武, 李长有, 尹红娟, 等. 小冰麦(*Triticum aestivum-Agro-pyron intermedium*)对盐胁迫和碱胁迫的生理响应[J]. 作物学报, 2007, 33(8): 1255-1261.
- [12] 杨春武, 李长有, 张美丽, 等. 盐、碱胁迫下小冰麦体内的 pH 及离子平衡[J]. 应用生态学报, 2008, 19(5): 1000-1005.
- [13] 杨春武, 贾娜尔·阿汗, 石德成, 等. 复杂盐碱条件对星星草种子萌发的影响[J]. 草业学报, 2006, 15(5): 45-51.
- [14] 麻莹, 曲冰冰, 郭立泉, 等. 盐碱混合胁迫下抗碱盐生植物碱地肤的生长及其茎叶中溶质积累特点[J]. 草业学报, 2007, 16(4): 25-33.
- [15] 孙小芳, 刘友良. 棉花品种耐盐性鉴定指标可靠性的检验[J]. 作物学报, 2001, 27(6): 794-801.
- [16] HORIE T, SCHROEDER J I. Sodium transporters in plants. diverse genes and physiological functions[J]. Plant Physiology, 2004, 136(1): 2457-2462.
- [17] 周俊国, 朱月林, 刘正鲁, 等. NaCl 胁迫对中国南瓜自交系及其杂交种幼苗生长的影响[J]. 浙江农业学报, 2007, 19(5): 334-338.
- [18] 孙洪助, 李鹤, 郭世荣, 等. 8 个不同砧用南瓜品种萌芽期耐盐性比较[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(6): 130-133.
- [19] 张慧波, 邢乃林, 王迎儿, 等. 不同盐胁迫时间对南瓜苗期生长的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2018(5): 5-9.
- [20] 黄芸萍. 耐盐碱西瓜嫁接砧木筛选及其耐盐性评价[D]. 上海: 上海交通大学, 2010.
- [21] 宁运旺, 张永春. 设施土壤次生盐渍化的发生与防治[J]. 江苏农业科学, 2001(4): 49-50.
- [22] TARCHOUN N, SAADAOU W, MEZGHANI N, et al. The effects of salt stress on germination, seedling growth and biochemical responses of tunisian squash (*Cucurbita maxima* Duchesne) germplasm[J]. Plants, 2022, 11(6): 800.
- [23] CHEVILLY S, DOLZ-EDO L, MARTINEZ-SANCHEZ G, et al. Distinctive traits for drought and salt stress tolerance in melon (*Cucumis melo* L.)[J]. Frontiers in Plant Science, 2021, 2471.