

砧用南瓜商业品种的耐盐性评价 及农艺性状遗传多样性分析

刘宏久, 丁 丁, 孙叶烁, 马瑞萍, 杨晓庆, 张国新

(河北省农林科学院滨海农业研究所 河北唐山 063299)

摘 要:为探究砧用南瓜商业品种的耐盐性和农艺性状遗传多样性,以 20 个砧用南瓜商业品种作为试验材料,在 $120\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 处理下调查盐害指数,并分析种子长度、种子宽度、种子厚度、百粒重、地上部鲜质量、地下部鲜质量、总根系长度、根尖数量和耐盐性等 9 个数量性状指标的遗传多样性。结果表明,Z1(金甲砧)耐盐性最强,盐害指数为 28.33%。9 个数量性状变异系数在 11.76%~63.47%之间,其中百粒重的变异系数最大。相关性分析显示,耐盐性与种子厚度、百粒重、地上部鲜质量、总根系长度呈显著正相关。通过聚类分析将 20 个砧用南瓜商业品种分为 4 个类群,类群I具有较强的耐盐性和较大的百粒重;类群II的盐害指数最高;类群III的总根系长度最大;类群IV只有 1 个品种,为黑籽南瓜。本研究结果为砧用南瓜商业品种の利用及选育耐盐砧用南瓜新品种奠定了基础。

关键词:砧用南瓜;盐害指数;种子形态;根系长度;遗传多样性

中图分类号:S642.1

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2026)09-026-07

Evaluation of salt tolerance and genetic diversity analysis of agronomic traits in commercial varieties of rootstock-used pumpkin

Liu Hongjiu, Ding Ding, Sun Yeshuo, Ma Ruiping, Yang Xiaoqing, Zhang Guoxin

(Institute of Coastal Agriculture, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Tangshan 063299, Hebei, China)

Abstract: To investigate the salt tolerance and genetic diversity of agronomic traits in the commercial varieties of rootstock-used pumpkin, 20 commercial varieties of rootstock-used pumpkin were used as experimental materials. The salt damage index was evaluated under $120\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl treatment, and the genetic diversity of nine quantitative traits was analyzed, including seed length, seed width, seed thickness, 100-seeds mass, shoot fresh mass, root fresh mass, total root length, number of root tips, and salt tolerance. The results showed that Z1 (Jinjiazheng) exhibited the strongest salt tolerance, with a salt damage index of 28.33%. The coefficients of variation of the nine quantitative traits ranged from 11.76% to 63.47%, among which 100-seeds mass had the largest coefficient of variation. Correlation analysis revealed that salt tolerance was significantly positively correlated with seed thickness, 100-seeds mass, shoot fresh mass, and total root length. Based on cluster analysis, the 20 commercial varieties of rootstock-used pumpkin were classified into four groups. Group I consisted of varieties with higher salt tolerance and 100-seeds mass; Group II included varieties with the highest salt injury index; Group III comprised varieties with the maximum total root length; and Group IV contained only one cultivar, *Cucurbita ficifolia*. The findings of this study provide a reference for understanding the genetic diversity of phenotypic traits in commercial varieties of rootstock-used pumpkin and breeding new salt-tolerant varieties of rootstock-used pumpkin.

Key words: Rootstock-used pumpkin; Salt damage index; Seed morphology; Root length; Genetic diversity

设施蔬菜是保障粮食安全和重要农产品有效供给的朝阳产业^[1],但因高强度集约化的生产模式和不合理的养分管理导致设施土壤次生盐渍化^[2]。

瓜类蔬菜是设施农业的主要栽培作物,但大多数瓜类作物对盐胁迫敏感,设施土壤盐渍化严重影响瓜类蔬菜的产量和品质^[3-4]。南瓜根系发达,抗逆性

收稿日期:2026-03-11;修回日期:2026-05-21

基金项目:河北省农林科学院科技创新人才队伍建设项目(C25R1605);河北省农林科学院现代农业科技创新专项(2026KJCXZX-BHS-3)

作者简介:刘宏久,男,高级农艺师,研究方向为南瓜耐盐机制与新品种选育。E-mail:liured9@nwsuaf.edu.cn

通信作者:张国新,男,研究员,研究方向为盐碱地设施蔬菜育种与栽培。E-mail:nkszhgx@163.com

强,广泛用作黄瓜、西瓜、甜瓜等葫芦科蔬菜嫁接生产的砧木,进而增强接穗抗盐能力,减轻盐碱环境对瓜类蔬菜产量和品质的影响^[5-6]。

砧用南瓜以中国南瓜(*Cucurbita moschata*)、印度南瓜(*Cucurbita maxima*)及种间杂交种为主,每年的生产用籽量约 4800 t,嫁接栽培面积约 130 万 hm²^[5-7]。科研工作者对南瓜种质资源耐盐性评价和遗传多样性分析做了大量工作,筛选了耐盐南瓜种质和耐盐分子标记^[8-11]。在砧用南瓜方面,孙洪助等^[12]评价了 8 个砧用南瓜品种的耐盐性;葛瑞栋^[13]评价了 203 份砧用南瓜高代自交系材料的耐盐性,筛选出耐盐材料 34 份;张雅文等^[14]对南瓜耐盐性遗传规律进行了解析。此外,李鹤等^[15]利用 63 个形态标记和 40 对 SSR 标记对 47 份砧用南瓜材料进行了遗传多样性分析。

近年来,瓜类蔬菜嫁接在生产中越来越重要,且砧用南瓜商业品种层出不穷^[7,16]。但是,针对现有的砧用南瓜商业品种开展耐盐性评价及农艺性状遗传多样性分析的研究还未见报道。鉴于此,笔者首先评价 20 个砧用南瓜商业品种耐盐性,筛选具有较强耐盐性的砧用南瓜商业品种,然后分析该群体的 9 个数量性状遗传多样性,以期为今后砧用南瓜耐盐性评价、耐盐品种选育及耐盐基因挖掘提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

选取 20 个砧用南瓜商业品种为试验材料,购自 12 个公司,分别适宜黄瓜、西瓜、甜瓜、苦瓜等瓜类蔬菜嫁接(表 1)。

表 1 20 个砧用南瓜商业品种信息
Table 1 Information of 20 commercialized varieties of rootstock-used pumpkin

企业 Enterprise	编号 Number	砧木名称 Name of rootstock	接穗 Scion
青岛育成砧木种业有限公司 Qingdao Yucheng Rootstock Seed Industry Co., Ltd.	Z1	金甲砧 Jinjiazhen	西瓜和甜瓜 Watermelon and melon
	Z2	韩国金砧 Hanguojinzhen	西瓜和甜瓜 Watermelon and melon
	Z3	凤凰 3 号 Fenghuang No. 3	黄瓜 Cucumber
寿光市华泽种业有限公司 Shouguang Huaze Seed Industry Co., Ltd.	Z4	核动力 Hedongli	黄瓜 Cucumber
	Z5	黑霸一号 Heiba No. 1	西瓜和甜瓜 Watermelon and melon
酒泉金德盛种业有限公司 Jiuquan Jindesheng Seed Industry Co., Ltd.	Z6	百砧一号 Baizhen No. 1	黄瓜 Cucumber
	Z7	思壮 7 号 Sizhuang No. 7	西瓜 Watermelon
寿光大自然生态农业有限公司 Shouguang Nature Ecology Agricultural Co., Ltd.	Z8	黑籽南瓜 <i>Cucurbita ficifolia</i>	黄瓜、西瓜和甜瓜 Cucumber, watermelon, and melon
	Z9	京欣砧 6 Jingxinzheno. 6	黄瓜 Cucumber
京研益农(北京)种业科技有限公司 Jingyan Yinong (Beijing) Seed Technology Co., Ltd.	Z10	京欣砧 9 Jingxinzheno. 9	西瓜、甜瓜和苦瓜 Cucumber, watermelon, and bitter gourd
	Z11	日本雪松 Ribensexesong	黄瓜、西瓜和甜瓜 Cucumber, watermelon, and melon
	Z12	日本井田台木 Ribenjingtiantaimu	黄瓜 Cucumber
禹城市华诺种业科技有限公司 Yucheng Huanuo Seed Industry Technology Co., Ltd.	Z13	日本金秀台木 Ribenjinxuotaimu	黄瓜 Cucumber
	Z14	金刚砧 Jingangzuan	黄瓜 Cucumber
唐山恒丰种业有限公司 Tangshan Hengfeng Seed Industry Co., Ltd.	Z15	小天王 Xiaotianwang	甜瓜 Melon
	Z16	靓神砧木 Liangshenzhenmu	黄瓜 Cucumber
	Z17	DTRS02-2	黄瓜 Cucumber
	Z18	DTRS17	西瓜和甜瓜 Watermelon and melon
	Z19	DTRS21-3	西瓜和甜瓜 Watermelon and melon
	Z20	a41	黄瓜 Cucumber

1.2 方法

试验于 2025 年 11 月至 2026 年 2 月在河北省农林科学院滨海农业研究所综合实验室进行。南瓜于 2025 年 11 月 15 日播种育苗,选择 50 孔标准穴盘,基质配方为草炭、蛭石、珍珠岩体积比 3:1:1,育苗室内日温 22~24 ℃,夜温 14~16 ℃,每个品种 50 株。待幼苗 1 叶 1 心时,取样测定幼苗表型指标,并将幼苗转移至水培盒中,每个品种 12 株。每个水培盒(长×宽×高=46.5 cm×36 cm×14 cm)含有 1/2 浓度的霍格兰营养液 8 L,栽植 12 株南瓜幼苗。移苗 2 d 后,进行盐胁迫处理,即 NaCl 浓度为 120 mmol·L⁻¹,盐处理后第 5 天,调查幼苗表型性状。

1.3 测定指标与方法

采用游标卡尺测定种子长度(seed length, SD)、种子宽度(seed width, SW)、种子厚度(seed thickness, ST),使用电子天平测定百粒重(mass per 100 seeds, SW)等 4 个种子表型指标。使用电子天平测定地上部鲜质量(shoot fresh mass, SFW)和地下部鲜质量(root fresh mass, RFW),用根系扫描系统(WinRHIZO)测定总根系长度(total root length, TRL)和根尖数量(number of tips, NT)等 4 个幼苗表型数据。每个品种在调查性状时均取 5~8 个样本进行测定。参考张雅文等^[14]的盐害分级标准(表 2)测定盐害指数(salt damage index, SDI)。盐害指数/%=(S1+2S2+3S3+4S4)×100/(调查总株数×

表 2 砧用南瓜苗期的盐害级数及症状
Table 2 Salt damage levels and symptoms of rootstock-used pumpkin during the seedling stage

盐害级数 Salt damage level	症状 Symptom
0	无盐害,叶色正常 No salt damage, the leaf color is normal
1	轻度盐害,第 1 片真叶叶缘萎蔫 Mild salt damage, with the edge of the first true leaf wilting
2	中度盐害,第 1 片真叶叶缘枯焦,真叶不枯焦 Moderate salt damage, with the edge of the first true leaf scorching and the true leaves no-scorching
3	重度盐害,所有叶片出现萎蔫,且植株倒伏 Severe salt damage, all the leaves showed wilting and the plants fell over
4	植株完全死亡 The plant is completely dead

5); 式中, S 代表各级株数。

1.4 数据分析

对于除耐盐性指标以外的 8 个数量性状,取测定值的算术平均数作为每个砧用南瓜品种的最终测定值。利用 SAS 软件对 20 个砧用南瓜品种的表现性状进行遗传多样性分析、相关性分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 砧用南瓜商业品种的耐盐性评价

由图 1-A 可知,在 120 mmol·L⁻¹ NaCl 处理下,20 个砧用南瓜商业品种中盐害指数最低的品种是 Z1(金甲砧),只有 28.33%。其次是 Z2(韩国金砧)、

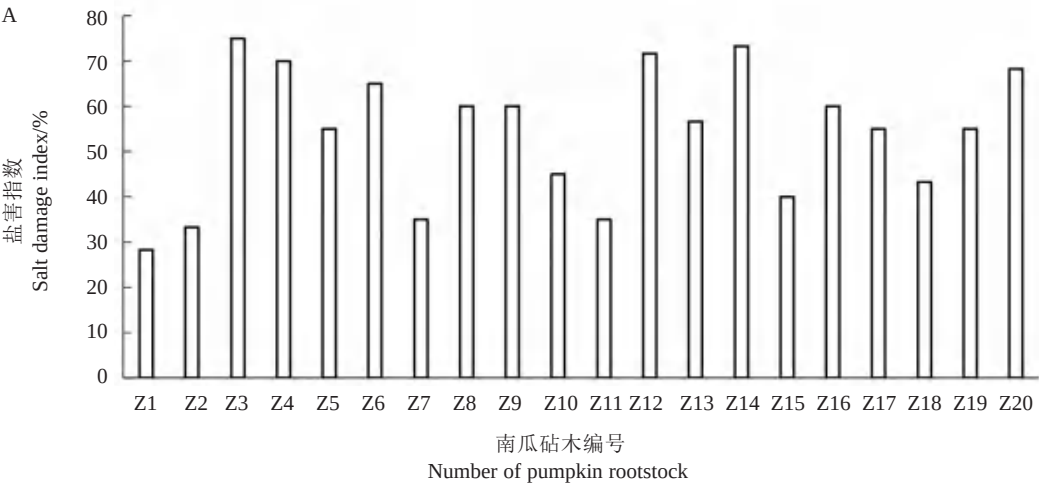


图 1 苗期砧用南瓜的盐害指数(A)和盐胁迫下砧用南瓜的幼苗形态(B)
Fig. 1 Salt damage index of rootstock-used pumpkin during the seedling stage(A)and the morphology of pumpkin seedlings under salt stress(B)

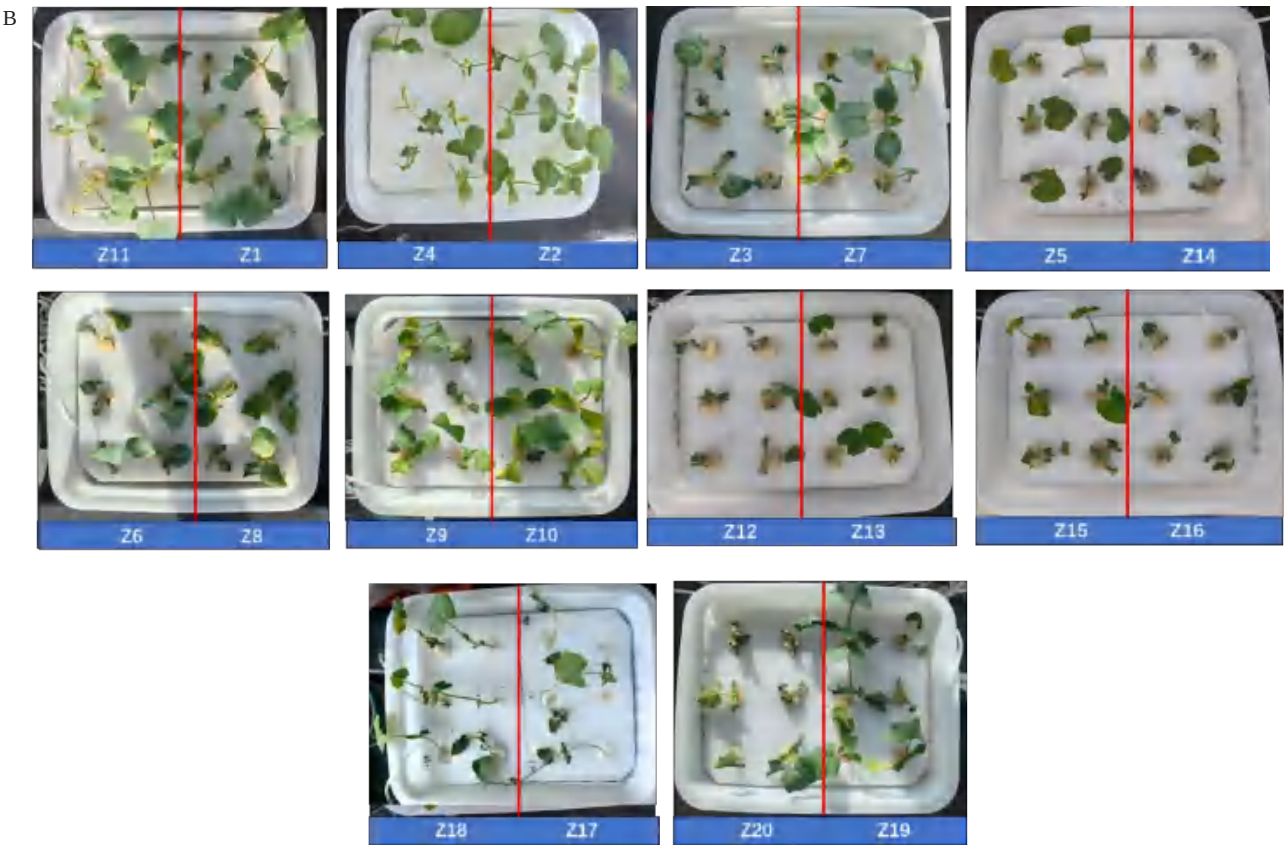


图 1（续）
Fig. 1（Continued）

Z7(思壮 7 号)、Z11(日本雪松), 盐害指数分别为 33.33%、35.00%、35.00%。Z3(凤凰 3 号)的盐害指数最高, 为 75.00%, 其次是 Z14(金刚钻)、Z12(日本井田台木)、Z4(核动力), 盐害指数分别为 73.33%、71.67%、70.00%。盐害指数较低的品种是适宜嫁接西瓜和甜瓜的砧木, 而盐害指数较高的品种是适宜嫁接黄瓜的砧木。20 个砧用南瓜商业品种在 120 mmol · L⁻¹ NaCl 处理 5 d 后的幼苗表型呈现出明显差异(图 1-B), 与盐害指数相对应, 即盐害指数越低, 耐盐性越强, 幼苗受盐害的影响越小。

2.2 商业化砧用南瓜品种农艺性状的遗传多样性
20 个砧用南瓜商业品种的 9 个数量性状的变异系数介于 11.76%~63.47%(表 3 和图 2)。其中百粒重的变异系数最大, 表明种子百粒重变异程度最大; 种子长度的变异系数最小。其他数量性状变异系数从低到高排列为种子宽度(14.16%)<种子厚度(21.90%)<总根系长度(22.19%)<根尖数量(23.71%)<盐害指数(26.82%)<地上部鲜质量(32.08%)<地下部鲜质量(40.38%), 数量性状变异系数平均值为 28.49%。

表 3 砧用南瓜商业品种数量性状的统计分析
Table 3 Statistical analysis of quantitative traits of commercialized rootstock-used pumpkin varieties

性状 Trait	最大值 Max	最小值 Min	极差 Range	平均值±标准差 Mean±SD	变异系数 CV/%
种子长度 Seed length/mm	19.69	11.87	7.82	16.24±1.91	11.76
种子宽度 Seed width/mm	11.94	6.77	5.17	9.04±1.28	14.16
种子厚度 Seed thickness/mm	4.28	1.76	2.52	3.06±0.67	21.90
百粒重 Mass per 100 seeds/g	31.80	5.58	26.22	12.32±7.82	63.47
地上部鲜质量 Shoot fresh mass/g	4.16	1.15	3.01	2.65±0.85	32.08
地下部鲜质量 Root fresh mass/g	1.15	0.27	0.88	0.52±0.21	40.38
总根系长度 Total root length/cm	119.02	58.03	60.99	88.48±19.63	22.19
根尖数量 Number of tips	611.00	305.31	305.69	450.27±106.77	23.71
盐害指数 Salt damage index/%	75.00	28.33	46.67	54.25±14.55	26.82



图 2 砧用南瓜商业品种的种子形态
Fig. 2 The seed morphology of commercialized rootstock-used pumpkin varieties

2.3 砧用南瓜商业品种的数量性状相关性分析

对 20 个砧用南瓜商业品种的 9 个数量性状进行相关性分析,结果(表 4)表明,种子长度、种子宽度、种子厚度、百粒重及地上部鲜质量 5 个指标中任意两个指标均呈显著或极显著正相关。其中,种

子长度和种子宽度、种子厚度与百粒重、种子宽度与地上部鲜质量、百粒重与地上部鲜质量呈极显著正相关($P < 0.001$)。地上部鲜质量与地下部鲜质量呈极显著正相关,总根系长度与根尖数量呈显著正相关。盐害指数与种子厚度、百粒重、地上部鲜质

表 4 砧用南瓜品种 8 个数量性状和盐害指数的相关性分析

Table 4 Correlation analysis of eight quantitative traits and salt damage index of rootstock-used pumpkin varieties

性状 Trait	种子长度 SL	种子宽度 SW	种子厚度 ST	百粒重 SW	地上部鲜质量 SFW	地下部鲜质量 RFW	总根系长度 TRL	根尖数量 NT	盐害指数 SDI
种子长度 SL	1.00								
种子宽度 SW	0.89***	1.00							
种子厚度 ST	0.47*	0.51*	1.00						
百粒重 SW	0.54*	0.63**	0.73***	1.00					
地上部鲜质量 SFW	0.52*	0.72***	0.44*	0.82***	1.00				
地下部鲜质量 RFW	0.28	0.46*	-0.01	0.34	0.64**	1.00			
总根系长度 TRL	0.17	0.06	0.29	0.21	-0.02	0.08	1.00		
根尖数量 NT	0.08	0.04	0.20	0.05	-0.06	0.43	0.50*	1.00	
盐害指数 SDI	-0.13	-0.20	-0.59**	-0.60**	-0.45*	-0.08	-0.47*	-0.09	1.00

注: *、**、*** 分别表示在 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ 、 $P < 0.001$ 水平上显著相关。
Note: *, **, *** indicate significant correlation at $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$ level, respectively.

量、总根系长度呈显著或极显著负相关,即耐盐能力和种子厚度、百粒重、地上部鲜质量、总根系长度呈显著或极显著正相关。

2.4 砧用南瓜商业品种的聚类分析

通过对 20 个砧用南瓜商业品种在农业生产中的农艺性状进行聚类分析,当欧氏距离为 0.9 时,20 个砧用南瓜商业品种划分为 4 个类群(图 3 和表 5)。类群 I 包括 5 个南瓜品种,分别是 Z1、Z2、Z10、Z11 和 Z19,占比 25%。该类群的盐害指数在 4 个类群中最低,但种子厚度和百粒重最大,说明该类群中的砧用南瓜商业品种适宜用作盐碱地瓜果蔬菜的优质砧木及籽用南瓜。类群 II 包括 9 个品种,

占比 45%,该类群的盐害指数在 4 个类群中最高,不适宜在盐碱地设施生产中应用。类群 III 中包含 5 个品种,该类群中的总根系长度最大,根尖数量较多,可能在除抗盐外的其他抗性方面存在优势。类群 IV 只有 1 个品种,为黑籽南瓜。

3 讨论与结论

作物幼苗期是整个生长发育过程中对盐胁迫敏感性最高的时期^[17]。笔者对 20 个砧用南瓜商业品种苗期耐盐性进行评价,筛选了 4 个耐盐品种,为印度南瓜或者中国南瓜与印度南瓜杂交种。然而,张蕾琛等^[10]、张蒙^[18]筛选了耐盐性较强的中国南

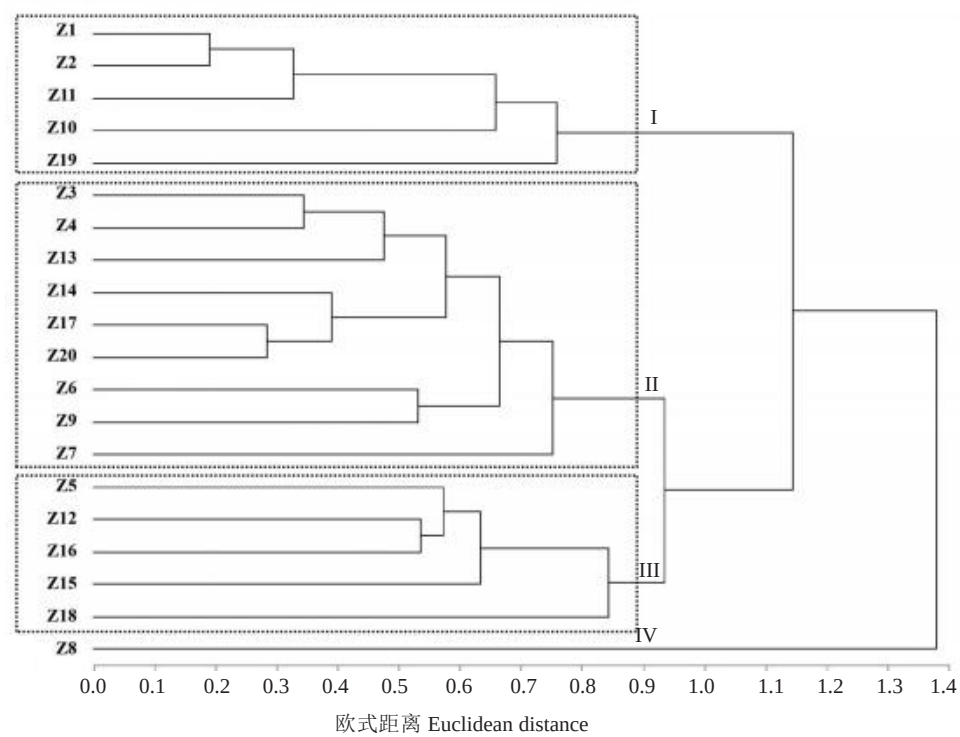


图 3 20 个砧用南瓜商业品种的聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis of 20 commercialized varieties of rootstock-used pumpkin

表 5 各类群性状特征及平均值

Table 5 Trait characteristics and mean values of each group

类群 Group	品种总数 Number of variety	种子长度 SL/mm	种子宽度 SW/mm	种子厚度 ST/mm	百粒重 SW/g	地上部鲜质量 SFW/g	地下部鲜质量 RFW/g	总根系长度 TRL/cm	根尖数量 NT	盐害指数 SDI/%
I	5	17.55	10.15	3.82	24.73	3.73	0.61	95.45	445.36	39.33
II	9	15.55	8.53	2.62	7.49	2.36	0.44	74.14	365.76	62.04
III	5	15.56	8.28	3.19	8.82	1.89	0.45	108.44	575.15	54.00
IV	1	19.19	11.94	2.64	11.32	3.74	1.15	82.82	611.00	60.00

瓜材料,证实中国南瓜也有一定的耐盐潜能。笔者推测目前砧用南瓜商业品种中耐盐中国南瓜的遗传背景欠缺。张棣荃等^[19]研究发现,黑籽南瓜耐盐性较强,与本研究结果不一致,可能与盐胁迫方式和浓度有关。因此,在本试验条件下,黑籽南瓜作为砧木嫁接瓜类不能满足盐碱地区设施瓜类蔬菜生产的需求。

南瓜具有极其丰富的形态多样性^[20]。笔者在本研究中发现,9 个数量性状的变异系数变化范围为 11.76%~63.47%,与李鹤等^[15]的研究结果一致。另外,本研究中百粒重的变异系数为 63.47%,高于李鹤等^[15]的研究结果,证实现有的砧用南瓜商业品种种子表型遗传多样性较为丰富;但耐盐性的变异系数为 26.82%,表明当前耐盐砧用南瓜品种数量较少^[21]。

作物耐盐性是一个复杂的且由多基因控制的

数量性状^[22]。笔者发现耐盐性与种子厚度、百粒重、地上部鲜质量、总根系长度呈显著正相关,这与前人的研究结果相似^[22-25]。然而,在正常环境下,转基因耐盐南瓜材料与野生型却没有表型差异^[26],笔者推测南瓜耐盐性与主效基因、单倍型密切相关。因此,耐盐砧用南瓜的遗传改良可以考虑基因编辑和杂交育种的技术结合,从而加快选育进程。

综上所述,笔者评价了现有的 20 个砧用南瓜商业品种耐盐性及 9 个数量性状遗传多样性,筛选出 Z1(金甲砧)、Z2(韩国金砧)、Z7(思壮 7 号)和 Z11(日本雪松)4 个耐盐砧用南瓜品种,发现耐盐性与种子厚度、百粒重、地上部鲜质量和总根系长度呈显著正相关。未来,以耐盐中国南瓜为亲本的砧用南瓜育种及以种子、根系发育生物学为基础的南瓜耐盐机制解析是重要的研究方向。

参考文献

- [1] 李天来.我国设施蔬菜科技创新方向与任务[J].园艺学报, 2025,52(4):1-2.
- [2] 蔡祖聪.我国设施栽培养分管理中待解的科学和技术问题[J].土壤学报,2019,56(1):36-43.
- [3] 薛洋,赵胜杰,何玉敏,等.瓜菜作物耐盐性研究进展[J].中国瓜菜,2023,36(12):1-8.
- [4] 翟彩娇,程玉静,仇亮,等.瓜类作物对盐胁迫的响应及其耐盐性增强措施研究进展[J].江苏农业学报,2024,40(5):952-960.
- [5] 王伟奇,张蒙,秦肇辰,等.南瓜耐盐性研究进展[J].中国蔬菜,2020(10):18-26.
- [6] Niu M L, Wei L X, Peng Y Q, et al. Mechanisms of increasing salt resistance of vegetables by grafting[J]. Vegetable Research, 2022,2(1):1-9.
- [7] 李海真,田佳星,张国裕,等.“十三五”我国南瓜遗传育种研究进展[J].中国蔬菜,2021(9):16-24.
- [8] 周俊国,朱月林,刘正鲁,等.NaCl胁迫对中国杂交南瓜和黑籽南瓜幼苗生长的影响[J].农业工程学报,2007,23(7):202-205.
- [9] 孙洪助,李鹤,郭世荣,等.耐盐南瓜种质鉴定[J].江苏农业科学,2013,41(3):112-116.
- [10] 张蕾琛,邢乃林,应泉盛,等.不同类型南瓜耐盐材料的筛选[J].中国瓜菜,2017,30(6):9-13.
- [11] 刘小俊,李跃建,梁根云,等.南瓜资源遗传多样性的 SRAP 分析[J].四川大学学报(自然科学版),2010,47(5):1195-1200.
- [12] 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.
- [13] 葛瑞栋.砧用南瓜核心种质构建[D].南京:南京农业大学,2020.
- [14] 张雅文,王健,葛瑞栋,等.砧用南瓜耐盐性的遗传分析[J].中国蔬菜,2020(5):18-25.
- [15] 李鹤,郭世荣,束胜,等.砧用南瓜种质资源形态学性状与 SSR 标记分析[J].园艺学报,2014,41(7):1379-1390.
- [16] 姜凯,陈朋,张若愚,等.基于视觉引导的瓜类嫁接砧木种子定向播种装置设计与试验[J].农业工程学报,2026,42(2):94-104.
- [17] 张国新,李秀华.南瓜萌发期和幼苗期耐盐性鉴定指标研究[J].安徽农业科学,2012,40(1):73-75.
- [18] 张蒙.南瓜种质资源耐盐性鉴定及果肉类胡萝卜素含量 QTL 定位[D].北京:中国农业科学院,2022.
- [19] 张隼,张梦夏,尚庆茂.砧用南瓜幼苗根系表型分析及高渗透胁迫耐受性评价[J].中国蔬菜,2024(6):65-73.
- [20] 王鸣.南瓜属:多样性(diversity)之最[J].中国西瓜甜瓜,2002,15(3):47-50.
- [21] Luo W R, Liu J J, Zhou H X, et al. Physiological response and comprehensive evaluation of pumpkin rootstock resources to salt stress[J]. Scientia Horticulturae, 2025,350:114319.
- [22] 王迎儿,高旭,王毓洪,等.南瓜耐盐种质的筛选鉴定及耐盐基因的标记[J].浙江农业学报,2015,27(3):372-379.
- [23] 杨晓庆,孙叶烁,马瑞萍,等.砧用南瓜对盐胁迫的响应及其耐盐性研究[J/OL].安徽农业科学,1-6(2026-01-27)[2026-03-11]. <https://link.cnki.net/urlid/34.1076.s.20260126.1113.003>.
- [24] Liu H J, Ding D, Zhang G X, et al. Dynamic changes in organ morphology and K⁺/Na⁺ content of pumpkin seedlings under salt stress[J]. Horticulturae, 2025,11(11):1293.
- [25] 孙梦瑶,王震贤,陈学进,等.NaCl处理对南瓜幼苗生长的影响及耐盐机制分析[J].中国瓜菜,2026,39(1):87-93.
- [26] 彭玉全.南瓜砧木 CmoNAC1 和 CeO₂ 纳米材料提高黄瓜耐盐性的机制[D].武汉:华中农业大学,2024.