

Effect of Sodium Chloride Stress with Different Concentration on Seed Germination of *Pharbitis spp.*

Xingxia Lu*, Zhiling Wang, Jinghui Yang, Cijing Chai, Hairong Liu

College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural University, Tianjin
Email: luxingxia_@163.com

Received: Mar. 27th, 2020; accepted: May 2nd, 2020; published: May 9th, 2020

Abstract

The effect was studied about sodium chloride stress with different contents on seed germination of *Pharbitis spp.* The results showed that the initial germination time and the peak of germination of the seeds were delayed with the increase of the concentration of sodium chloride. The effect of salt stress on the germination rate of the seeds was not significant compared to control during the concentration of 50 - 200 mmol·L⁻¹; when 200 mmol·L⁻¹ sodium chloride solution, the germination vigor of the seeds was the lowest in the all treatments, and there was no significant difference in germination vigor between other salt stress treatments; other salt stress treatments were not significant difference compared with the control. The germination index decreased gradually, and the vigor index increased first and then decreased with the increase of the concentration of sodium chloride, and those of the seeds of other treatments except the germination index and vigor index of 50 mmol·L⁻¹ sodium chloride solution was lower than the control. In the concentration range of 50 - 200 mmol·L⁻¹, salt damage index was not significant compared to control. It indicated that *Pharbitis spp.* seed could withstand 200 mmol·L⁻¹ sodium chloride stress; and the salt tolerance limit concentration of seed germination still needs to be further explored.

Keywords

Salt Stress, *Pharbitis spp.*, Seed, Germination

不同浓度氯化钠胁迫对牵牛花种子发芽的影响

卢兴霞*, 王智灵, 杨静慧, 柴慈江, 刘海荣

园艺园林学院天津农学院, 天津
Email: luxingxia_@163.com

*通讯作者。

收稿日期：2020年3月27日；录用日期：2020年5月2日；发布日期：2020年5月9日

摘要

以牵牛花种子为试材，研究了不同浓度氯化钠对牵牛花种子发芽特性的影响。结果表明：随着氯化钠浓度的升高，牵牛花种子的初始萌发时间与萌发高峰期均随之延迟；氯化钠浓度在50~200 mmol·L⁻¹范围内时，盐胁迫处理对牵牛花种子的发芽率影响不显著；当氯化钠浓度达到200 mmol·L⁻¹时，牵牛花种子的发芽势显著低于对照和其他盐胁迫处理，其他盐胁迫处理间的发芽势差异不显著，且与对照相比差异也都不显著；随着氯化钠浓度的升高，牵牛花种子的发芽指数逐渐降低，活力指数则是先升高后降低，发芽指数和活力指数除50 mmol·L⁻¹的氯化钠胁迫与对照差异不显著外，其他胁迫处理均显著低于对照；在50~200 mmol·L⁻¹的氯化钠范围内，各胁迫处理的盐害指数与对照差异不显著。试验结果表明，牵牛花种子可以耐200 mmol·L⁻¹的氯化钠胁迫，其种子发芽的耐盐极限浓度仍需进一步探索。

关键词

盐胁迫，牵牛花，种子，发芽

Copyright © 2020 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

牵牛花(*Pharbitis spp.*)，迎朝阳而开，又称朝颜花，旋花科牵牛属，一年生缠绕性草本植物，原产于亚洲热带地区，被广泛引植于世界各地，以日本栽培最为盛行，人工培育的优良品种最多，我国大部分地区也有分布，但以野生为主[1] [2] [3]。喇叭状的花冠因品种不同而色彩多变、娇艳照人，极具观赏价值，可作为小庭院及居室窗前遮阴、小型棚架、篱垣的美化，也可作地被栽植，绿化效果甚好。除供观赏栽培外，种子亦常用作中药。

目前，关于牵牛花的研究主要有牵牛花色素稳定性[4]研究、牵牛花的栽培技术[5]以及牵牛花新品种引种试验[6]研究等。关于牵牛花种子耐盐性的研究相对较少[7]，因此本试验以四种不同浓度的氯化钠对牵牛花种子进行盐胁迫处理，探讨牵牛花种子的耐盐性，为牵牛花在盐碱地的育种、栽培、应用提供参考。

2. 材料和方法

2.1. 试验材料

牵牛花种子于2016年5月采自于天津农学院东校区，采后装入牛皮纸袋，放入冰箱内冷藏备用。

2.2. 试验方法

采用培养皿纸上发芽法，用随机区组设计，配制不同浓度(50、100、150、200 mmol·L⁻¹)的氯化钠溶液对牵牛花种子进行盐胁迫处理。用2%的次氯酸钠溶液为牵牛花种子消毒7 min，常规处理后，挑选籽粒饱满无损伤的牵牛花种子均匀播在培养皿内，每皿50粒，培养皿加盖透明玻璃盖。以浇施蒸馏水的种子作为对照，共设5个处理，3次重复，每个重复100粒种子。所有处理放在温度为25℃的生化培养箱中暗培养，每隔24 h观察记录一次。待种子不再萌发时，试验结束。测定指标有发芽率、发芽势、发芽

指数、活力指数、盐害指数。各个指标计算公式：发芽率 = (正常发芽的种子数/供试种子总数) × 100%；发芽势 = (发芽种子数达到高峰期时正常发芽种子总数/供试种子数) × 100%；发芽指数 = $\sum Gt/Dt$ (其中式中， Gt 为不同时间(t d)的发芽数， Dt 为相应的发芽试验天数)；活力指数 = 发芽指数 × 幼苗鲜重；盐害指数 = [(对照发芽 - 处理发芽率)/对照发芽率] × 100%。

2.3. 数据处理

试验数据用 SPSS22 软件进行方差分析。

3. 结果与分析

3.1. 盐胁迫对牵牛花种子发芽率和发芽势的影响

3.1.1. 盐胁迫对牵牛花种子发芽率的影响

植物种子的发芽率对植物的发芽速度有重要的影响。由表 1 可以看出，播种后第一天氯化钠处理的牵牛花种子的发芽率都显著低于对照牵牛花种子的发芽率；由氯化钠处理的牵牛花种子的发芽率随着氯化钠浓度的升高逐渐降低，且盐胁迫处理间的发芽率差异均达到显著水平，其中 200 mmol·L⁻¹ 处理的发芽率仅为 2.67%，对照为 54.67%；播种后第二天、第三天，50、100、150 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理下的牵牛花种子的发芽率与对照牵牛花种子的发芽率差异不显著，而 200 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理下牵牛花种子的发芽率与对照牵牛花种子的发芽率差异显著，且显著低于对照；各处理间，200 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理下的牵牛花种子的发芽率显著低于其它三个处理，而这三个处理下的牵牛花种子的发芽率差异不显著。从第四天到发芽的最后一天，经氯化钠处理的牵牛花种子的发芽率以及它们与对照牵牛花种子的发芽率差异均不显著。试验结果表明，在 50~200 mmol·L⁻¹ 的氯化钠浓度范围内，盐胁迫仅仅是延迟了牵牛花种子的发芽进程，而对牵牛花种子的发芽率影响不大。

Table 1. The germination rate of the seeds of *Pharbitis* spp. (%)

表 1. 牵牛花种子的发芽率(%)

氯化钠浓度(mmol·L ⁻¹)	发芽天数	发芽率 (%)				
		0	50	100	150	200
1 d		54.67a	29.33b	19.33c	9.33d	2.67e
2 d		74.00a	76.67a	70.67a	66.00a	32.00b
3 d		74.00a	77.33a	72.67a	71.33a	52.67b
4 d		74.00a	80.00a	76.67a	72.00a	68.67a
5 d		74.00a	80.00a	76.67a	72.67a	70.67a
6 d		74.00a	80.00a	76.67a	72.67a	70.67a

注：表内同行不同小写字母表示差异显著($p \leq 0.05$)，下表同。

3.1.2. 盐胁迫对牵牛花种子发芽势的影响

植物种子的发芽势对植物的出苗整齐度有重要的影响。由表 2 可以看出，与对照相比，50、100、150 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理的牵牛花种子发芽势与对照牵牛花种子的发芽势差异不显著，而 200 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理的牵牛花种子发芽势与对照牵牛花种子的发芽势差异显著；盐胁迫处理间，氯化钠浓度为 50、100、150 mmol·L⁻¹ 三个处理间的差异不显著，它们分别与 200 mmol·L⁻¹ 的氯化钠处理的差异显著。这一现象说明，与对照相比，高浓度氯化钠(200 mmol·L⁻¹)处理会抑制牵牛花种子的发芽势，即影响种子的出苗整齐度；而在 50~150 mmol·L⁻¹ 这一氯化钠浓度范围内，盐胁迫对牵牛花种子的发芽势影响不大，即对种子的出苗整齐度影响不大。

Table 2. The germination vigor of the seeds of *Pharbitis spp.* (%)**表 2.** 牵牛花种子的发芽势

氯化钠浓度(mmol·L ⁻¹)	0	50	100	150	200
发芽势(%)	74.00a	76.67a	70.67a	66.00a	32.00b

3.2. 盐胁迫对牵牛花种子发芽指数和活力指数的影响

种子发芽指数是通过盐胁迫对种子发芽是否产生抑制作用来评价其耐盐能力的指标[8], 发芽指数越大, 表明植物的耐盐性越强, 反之耐盐性越差[9]。由表 3 可以看出, 随着氯化钠浓度的升高, 牵牛花种子的发芽指数逐渐降低。对照与 50 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理的牵牛花种子间的发芽指数差异不显著, 与其他氯化钠处理的差异均达到显著水平; 各氯化钠处理间, 50 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理与 100 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理的牵牛花种子间的发芽指数差异不显著, 100 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理与 150 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理的牵牛花种子间的发芽指数差异不显著, 其余各处理间的牵牛花种子的发芽指数差异显著。这一现象说明, 牵牛花种子在氯化钠浓度为 50 mmol·L⁻¹ 的盐胁迫下, 其耐盐性较强; 当盐浓度高于 100 mmol·L⁻¹ 时, 牵牛花种子的耐盐性开始下降。

由表 3 可以看出, 牵牛花种子的活力指数随着氯化钠浓度的升高而降低。与对照相比, 50 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理的牵牛花种子的活力指数与对照牵牛花种子的活力指数差异不显著, 另外三个处理牵牛花种子的活力指数均低于对照, 并与对照的差异达到显著水平; 各氯化钠处理间, 100 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理与 150 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理的牵牛花种子间的活力指数差异不显著, 150 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理与 200 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理的牵牛花种子间的活力指数差异不显著, 其余各处理间牵牛花种子的活力指数差异显著。这一现象说明, 50 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理对牵牛花种子的活力影响不大, 当氯化钠浓度高于 100 mmol·L⁻¹ 时, 牵牛花种子的活力会显著下降。与牵牛花种子的发芽率和发芽势相比, 牵牛花的活力指数对于盐胁迫更敏感。

Table 3. The germination index and vigor index of the seeds of *Pharbitis spp.***表 3.** 牵牛花种子的发芽指数和活力指数

氯化钠浓度(mmol·L ⁻¹)	0	50	100	150	200
发芽指数	80.98a	71.39ab	63.09bc	55.38c	39.65d
活力指数	494.92a	511.13a	310.11b	217.02bc	157.24c

3.3. 盐胁迫对牵牛花种子盐害指数的影响

由表 4 可以看出, 所以处理间的盐害指数差异不显著, 表明牵牛花种子对盐胁迫有一定的适应能力, 即在 50~200 mmol·L⁻¹ 的氯化钠浓度范围内, 盐胁迫对牵牛花种子的发芽影响不大。

Table 4. The salt damage index of the seeds on *Pharbitis spp.* (%)**表 4.** 牵牛花种子的盐害指数(%)

氯化钠浓度(mmol·L ⁻¹)	0	50	100	150	200
盐害指数(%)	0a	-8.65a	-4.39a	2.02a	4.43a

4. 结论与讨论

在生产实际中, 发芽率和发芽势是评价种子发芽状况常用的指标, 反映了种子发芽速度和发芽整齐度[10]。而盐胁迫对种子萌发有着不可忽视的影响, 盐胁迫对种子萌发的影响一般归结为渗透效应与离子

效应[11], 进而影响种子的发芽率和发芽势等各种指标。本试验研究表明, 在 50~200 mmol·L⁻¹ 的氯化钠浓度范围内, 盐胁迫对牵牛花种子的发芽率影响不大。而查阅文献发现, 崔兴国[7]研究结果表明, 低浓度(≤ 100 mmol·L⁻¹)盐胁迫对圆叶牵牛种子萌发的抑制作用不明显, 高浓度(≥ 150 mmol·L⁻¹)对圆叶牵牛种子的萌发产生显著的抑制作用, 这与本试验研究结果并不一致, 这可能与三个方面的因素有关, 一方面可能是两个试验中所采用的牵牛花种子的来源不同, 另一方面可能是与本试验中所用种子为牵牛花不同种的混合种子有关, 许多植物不同种的萌发情况可能不同, 此外也有可能与种子萌发的温度有关, 崔兴国的研究表明, 圆叶牵牛种子的萌发的最适温度为 15℃~20℃, 本试验的温度为 25℃。因此, 今后需要课题组继续完善不同种在不同浓度盐胁迫、不同温度下的发芽率情况。

本试验中浓度为 50 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理下和 100 mmol·L⁻¹ 氯化钠处理下的牵牛花种子的盐害指数均为负值, 那桂秋[12]等研究结果显示, 低浓度 NaCl 处理(40 mmol·L⁻¹)时某些大豆品种种子的盐害指数亦为负值, 并且对其萌发有促进作用。在本试验中虽然盐害指数有两个负值, 但对牵牛花种子的萌发并无促进作用, 这可能与植物种类不同、盐浓度设置的不同有关, 在以后的试验中可以适当降低氯化钠浓度进一步探究分析。

本试验结果表明, 盐胁迫在 200 mmol·L⁻¹ 以内时, 对牵牛花种子的发芽率影响不显著, 但可以推迟牵牛花种子的初始萌发时间与萌发高峰期; 200 mmol·L⁻¹ 的氯化钠溶液, 牵牛花种子的发芽势显著低于对照, 即种子的出苗整齐度受到显著抑制, 而其它处理对牵牛花种子的发芽势影响不显著; 随着氯化钠浓度的升高, 牵牛花种子的发芽指数逐渐降低, 活力指数则是在氯化钠浓度为 50 mmol·L⁻¹ 时升高, 其他三个盐胁迫处理时降低; 50~200 mmol·L⁻¹ 的氯化钠处理下, 处理间及各处理与对照间盐害指数的差异均不显著, 因此牵牛花种子是具有极强的耐盐性的。

基金项目

本研究基金项目: 天津市科委科技重大专项与工程, 农村科技帮扶工程项目(17ZXBFNC00310); 天津市林果现代农业产业技术体系创新团队, 现代产业技术体系 - 林果 - 生理生态岗位(ITTHRS2018002); 天津农学院科学研究发展基金计划项目(20190102)。

参考文献

- [1] 王德芳, 郑志勇. 野生牵牛花在园林绿化中的组合应用[J]. 北京园林, 2007, 23(4):15-17.
- [2] 蔡华, 张传和, 王业精, 等. 观赏花卉矮牵牛与野生牵牛花的染色体核型比较[J]. 生物学通报, 2006,41(4): 49-50.
- [3] 刘建敏. 垂直绿化的优良花卉: 牵牛花[J]. 绿化与生活, 2002(2): 22.
- [4] 李文彦. 牵牛花栽培技术[J]. 现代农业科技, 2009(27): 172-172.
- [5] 姚悦梅, 张振超, 陈智超. 牵牛花新品种引种试验研究[J]. 江西农业学报, 2013, 25(1): 49-51.
- [6] 姜云天, 张丽娜, 顾地周, 等. 盐胁迫对茶花凤仙种子萌发的影响[J]. 东北林业大学学报, 2014, 42(3): 37-41.
- [7] 崔兴国. 药用植物圆叶牵牛种子萌发耐盐性分析[J]. 衡水学院报,2012,14(1): 41-43.
- [8] 王文恩, 李颖, 苏农, 等. 盐胁迫对多花木蓝种子萌发的影响[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(2): 321-324.
- [9] 张瑞富, 工云, 乔宏伟, 等. 盐胁迫对不同品种小麦发芽的影响[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版), 2007, 22(3): 297-301.
- [10] 张琴, 周萍萍, 朱松, 等. KCl 胁迫对黑麦种子萌发特性的影响[J]. 种子, 2012, 31(8): 89-92.
- [11] 阎顺国, 沈禹颖. 生态因子对碱茅种子萌发期耐盐性影响的数量分析[J]. 植物生态学报, 1996, 20(5): 414-422.
- [12] 那桂秋, 寇贺, 曹敏建. 不同浓度 NaCl 溶液胁迫对大豆种子萌发性状的影响[J]. 辽宁农业科学, 2009(3): 9-11.