

盐碱胁迫对黑麦草种子萌发的影响

王佳文, 杨新宇, 刘 晗, 于 爽*

(牡丹江师范学院生命科学与技术学院, 黑龙江 牡丹江 157011)

摘要:为探明黑麦草种子在不同盐碱胁迫下的萌发特性,采用培养皿纸上发芽法,用不同钠盐溶液(NaCl、NaHCO₃、NaCl与NaHCO₃混合液)对黑麦草种子分别进行处理,设置0(对照)、40、80、120、160、200、240、280 mmol/L 8个浓度梯度,检测黑麦草种子萌发指标变化。结果表明:随着盐碱浓度的增加,黑麦草种子的发芽率、发芽指数和活力指数呈不同程度降低,等Na⁺浓度时,NaCl处理的各项指标均高于NaHCO₃处理;发芽势在混合盐胁迫下表现为较低浓度(40 mmol/L)促进,较高浓度(120、160、200 mmol/L)抑制,而NaHCO₃处理则不断下降;黑麦草种子相对盐害率表现为NaCl<混合盐<NaHCO₃,说明NaHCO₃对黑麦草种子的影响比NaCl更为显著。

关键词:黑麦草;中碱钠盐;发芽率;发芽势;发芽指数

中图分类号:S543+.6

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2023)01-0060-03

Effects of Salt and Alkali Stress on Seed Germination of *Lolium perenne*

WANG Jiawen, YANG Xinyu, LIU Han, YU Shuang*

(College of Life Science and Technology, Mudanjiang Normal University, Mudanjiang 157011, China)

Abstract: In order to explore the germination characteristics of *Lolium perenne* seeds under different salt and alkali stress, the method of germination on dish paper was used to treat ryegrass seeds with different sodium salt solutions (NaCl, NaHCO₃, NaCl and NaHCO₃ mixture). Eight concentration gradients of 0 (control), 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280 mmol/L were set to detect the changes of germination indexes of *Lolium perenne* seeds. The results showed that the germination rate, germination index and vigor index of *Lolium perenne* seeds decreased with the increase of salt and alkali stress concentration. When the concentration of Na⁺ was equal, the indexes under NaCl treatment were higher than those under NaHCO₃ treatment; the germination potential was promoted by the lower concentration (40 mmol/L) and inhibited by the higher concentration (120/160/200 mmol/L), but decreased under NaHCO₃ treatment; the relative salt injury rate of *Lolium perenne* seeds perform as NaCl < mixed salt < NaHCO₃, which indicated that NaHCO₃ had a more significant effect on *Lolium perenne* seeds than NaCl.

Key words: *Lolium perenne*; Medium alkali sodium salt; Germination rate; Germination potential; Germination index

土地盐碱化已经成为一个全球性的环境难题,制约了全球的农业发展。目前,全球的盐渍土面积大约为10亿hm^{2[1-2]},我国的盐渍土总面积约为3600万hm²,占我国可利用土地面积的4.88%,我国耕地盐渍化面积也已经达到了920.9万hm^{2[3]}。近年来,土地资源的过度利用以及淡水

资源的匮乏等加重了土壤的盐渍化和次生盐渍化^[4]。盐胁迫会对植物造成渗透胁迫^[5]、离子毒害^[6-7]、氧化应激、土壤pH升高^[8]等伤害。在我国大部分地区,NaCl、Na₂SO₄、Na₂CO₃和NaHCO₃是构成盐渍土壤的主要有害盐分。盐土的土壤主要以NaCl与Na₂SO₄为主,碱土的土壤主要以Na₂CO₃与NaHCO₃为主。盐胁迫主要是以NaCl和Na₂SO₄等中性盐为主的胁迫,碱胁迫主要是以NaHCO₃和Na₂CO₃等碱性盐为主的胁迫^[9]。混合胁迫为土壤中既有中性盐又有碱性盐的胁迫^[10]。

黑麦草(*Lolium perenne* L.)为禾本科黑麦草属一年生或越年生植物,因其质地柔软、消化性好、营养丰富等特点作为优良的牧草,也经常作为水土保持种植的先锋植物,在草原建设及畜牧业发

收稿日期:2020-03-23

基金项目:黑龙江省省属高等学校基本科研业务费科研项目(1353ZD007);牡丹江师范学院博士科研启动基金项目(MNUB202001);牡丹江师范学院研究生科技创新项目(kjcx2020-10mdjnu)

作者简介:王佳文(1996-),女,在读硕士,研究方向:植物的逆境生理。

通讯作者:于 爽,女,博士,教授,E-mail:swxys@126.com

展中具有重要作用^[11]。目前,对黑麦草种子的耐盐性研究较少^[8,12-13],种子在盐碱地上能否成功生长取决于种子在盐胁迫下的发芽能力^[14-15],本试验通过设置8个不同浓度的单盐和复合盐,测定黑麦草种子的发芽率、发芽势、活力指数、含水量等生理指标来讨论黑麦草种子对盐胁迫的响应能力,以期对盐碱地黑麦草的种植提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试黑麦草(冬牧70)种子由牡丹江园林种子公司提供。

1.2 试验设计

将黑麦草种子用0.05%高锰酸钾溶液消毒5 min,用蒸馏水冲洗干净,吸去其表面的水分备用。用NaCl单盐溶液、NaHCO₃单盐溶液和NaCl、NaHCO₃混合盐溶液进行处理。设置0、40、80、120、160、200、240、280 mmol/L 8个浓度梯度,每个浓度设置3次重复并进行标记。选择饱满、大小均匀的黑麦草种子置于放有双层滤纸的培养皿中,每个培养皿均匀放置50粒种子。置于25℃恒温培养箱中进行培养,每天观察种子发芽的数量及生长情况并进行统计。

1.3 指标测定方法

种子发芽指标测定参照《国际种子检验规程》,在试验第5天计算发芽势、第10天计算发芽率、发芽指数、活力指数。

发芽势 = $(n_1/N) \times 100\%$; 发芽率 = $(n_2/N) \times 100\%$; $GI = \sum (Gt/Dt)$; $VI = GI \times S$; 相对盐害率 = $[(\text{对照发芽率} - \text{处理发芽率}) / \text{对照发芽率}] \times 100\%$ 。

式中: n_1 为发芽高峰期发芽的种子数, N 为供试种子数, n_2 为第10天时发芽种子数, Gt 为发芽种子个数, Dt 为发芽的天数, GI 为发芽指数, VI 为 S 为种子的鲜质量。当处理发芽率大于对照发芽率时相对盐害率记为0,视为无盐害。

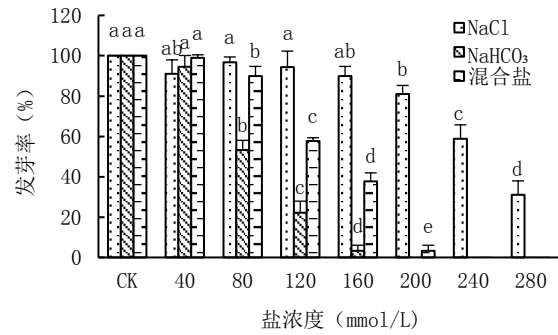
1.4 数据处理

用Excel 2010软件进行数据处理,图中的误差线为标准误差线。采用SPSS 17.00统计软件对试验数据进行方差分析,以Duncan's法对各参数进行0.05水平的显著性检验,未符合方差齐性的用Dunnett T3进行检验。

2 结果与分析

2.1 盐碱胁迫对黑麦草种子发芽率的影响

由图1可知,40~120 mmol/L的NaCl对黑麦草



注:同一盐分处理小写字母不同表示处理间差异显著($P < 0.05$),下同
图1 盐碱胁迫对黑麦草种子发芽率的影响

种子的萌发无显著影响,当NaCl的浓度大于160 mmol/L时,对黑麦草种子的萌发起抑制作用($P < 0.05$),即黑麦草种子的萌发随盐浓度的升高呈下降的趋势,当NaCl浓度达到280 mmol/L时,最终发芽率仅为31.11%。NaHCO₃浓度为40 mmol/L处理的黑麦草种子发芽率与对照差异不显著,当NaHCO₃浓度大于40 mmol/L时,黑麦草种子发芽率显著下降($P < 0.05$),NaHCO₃浓度达到200 mmol/L时种子的萌发被完全抑制。混合盐浓度为40 mmol/L处理的发芽率与对照差异不显著,80~200 mmol/L处理的发芽率显著下降($P < 0.05$),当浓度达到240 mmol/L时黑麦草种子发芽被完全抑制。在相同盐浓度下,对黑麦草种子发芽的抑制程度表现为NaCl < 混合盐 < NaHCO₃。

2.2 盐碱胁迫对黑麦草种子发芽势的影响

发芽势是检测种子发芽速度和整齐度的指标,由图2可知,用0~120 mmol/L NaCl处理种子时,发芽势与对照差异不显著,说明低浓度中性单盐对黑麦草发芽势的影响不大,当NaCl浓度大于120 mmol/L时发芽势显著下降($P < 0.05$),当浓度达到200 mmol/L时,种子的发芽势最低,但仍有10%的种子发芽;用NaHCO₃溶液处理时,80 mmol/L时即显著降低了发芽势,在160 mmol/L NaHCO₃处理下,发芽势达极低水平;而40 mmol/L混合盐胁迫

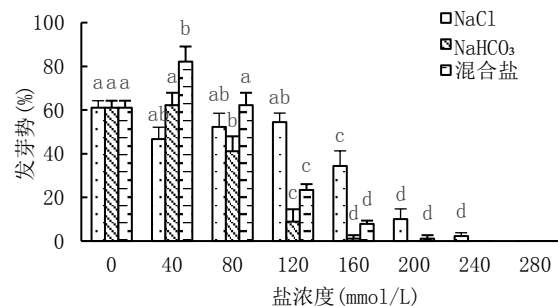


图2 盐碱胁迫对黑麦草种子发芽势的影响

迫明显提高了黑麦草种子的发芽势,80 mmol/L 混合盐处理的发芽势与对照差异不显著,达到 120 mmol/L 后混合盐处理的发芽势与对照相比明显降低($P<0.05$)。

2.3 盐碱胁迫对黑麦草种子发芽指数的影响

由图 3 可知,不同浓度的盐溶液对黑麦草种子的萌发有不同程度的抑制作用。随着盐浓度的升高,种子的发芽指数呈下降趋势。NaCl 浓度为 40~120 mmol/L 时,与对照发芽指数相比差异不显著,当浓度达到 160 mmol/L 后,发芽指数显著降低。当 NaHCO_3 溶液浓度为 200 mmol/L 时,发芽指数为 0,说明碱性单盐强烈抑制黑麦草种子的发芽能力。低浓度(0~80 mmol/L)混合盐不影响黑麦草种子的发芽能力,混合盐溶液浓度达到 240 mmol/L 时,发芽指数为 0。

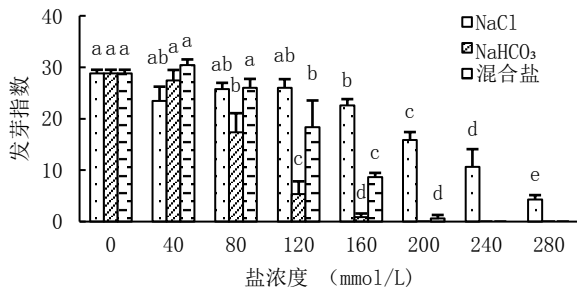


图 3 盐碱胁迫对黑麦草种子发芽指数的影响

2.4 盐碱胁迫对黑麦草种子活力指数的影响

种子活力是种子质量的重要指标之一,也是种用价值的主要组成部分,它与种子发育、成熟、萌发及种子贮藏寿命和劣变等生理过程有着紧密的联系,与种子田间出苗率密切相关。种子活力指数可以较全面地反映萌发率及幼苗生长等综合潜在能力。由图 4 可知,NaCl 浓度为 0~120 mmol/L 处理的活力指数与对照差异不显著,大于 120 mmol/L 处理的活力指数显著下降($P<0.05$)。用 NaHCO_3 处理的活力指数显著下降,达到 200 mmol/L 时活力指数为 0;混合浓度为 40 mmol/L 处理的活力指数与对照无显著差异,当混合盐浓度大于 40

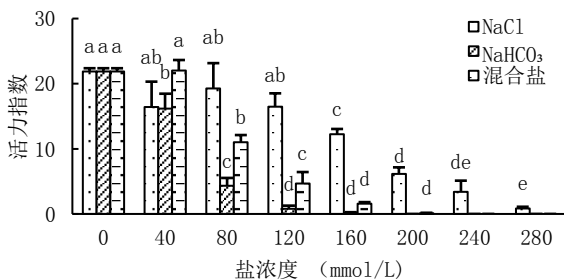


图 4 盐碱胁迫对黑麦草种子活力指数的影响

mmol/L 时活力指数显著下降($P<0.05$)。在相同浓度盐处理下,对黑麦草种子活力指数影响表现为 $\text{NaCl}<\text{混合盐}<\text{NaHCO}_3$ 。

2.5 盐碱胁迫对黑麦草种子相对盐害率的影响

如图 5 所示,随着盐溶液浓度的增加,黑麦草种子的相对盐害率呈上升趋势,碱性单盐 NaHCO_3 上升趋势表现最早,在处理浓度达到 120 mmol/L 时,相对盐害率是 77.78%;NaCl 在低浓度下相对盐害率表现并不明显,盐浓度达到 280 mmol/L 时,相对盐害率为 68.89%;混合盐处理浓度达到 160 mmol/L 时,相对盐害率为 62.22%。黑麦草种子相对盐害率表现为 $\text{NaCl}<\text{混合盐}<\text{NaHCO}_3$ 。

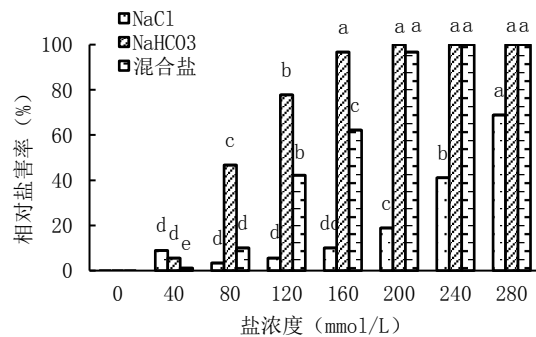


图 5 盐碱胁迫对黑麦草种子相对盐害率的影响

3 讨论与结论

在植物种子受到盐胁迫时,植物是否能够在盐渍土壤环境成功建植在很大程度上取决于种子是否能够成功发芽^[16]。种子萌发及幼苗生长是植物生活史中的关键过程,在生长初期,植物的耐盐碱性对于植物的存活至关重要^[17]。盐碱胁迫会影响甚至抑制黑麦草种子的萌发,从而改变种子的发芽进程,进而导致种子发芽指标的变化。

本试验结果表明,黑麦草种子对照处理中发芽率达到 99% 以上,随着不同盐碱胁迫浓度的升高,黑麦草发芽率、发芽势及发芽指数均有不同程度的下降,黑麦草种子对三种盐碱胁迫的耐受性存在较大差异。低浓度混合盐胁迫对黑麦草种子萌发的影响不大。碱性单盐 NaHCO_3 浓度达到 200 mmol/L 时种子的萌发即被完全抑制,发芽率、发芽势及发芽指数均为 0,相对盐害率达到 100%,说明高浓度碱性单盐既强烈抑制了种子的萌发数量又控制了种子的发芽速度。因此, NaHCO_3 胁迫及混合盐胁迫对黑麦草种子萌发的抑制程度高于 NaCl 胁迫。其中,40 mmol/L 的混合盐对黑麦草种子的萌发有较大的促进(下转第 74 页)

- 建议[J].落叶果树,2018,50(3):54-55.
- [2] 清扬.黄桃的“好日子”到头了? [J].西北园艺,2019(2):4-5.
- [3] 许建兰,马瑞娟,俞明亮,等.早熟鲜食黄肉桃新品种‘金陵黄露’的选育[J].果树学报,2016,33(10):1324-1327.
- [4] 马瑞娟,张斌斌,张春华,等.套袋对金陵黄露桃果实品质的影响[J].江苏农业学报,2014,30(5):1127-1131.
- [5] 中海林,邹利人,陈蕾,等.叶面肥对设施内葡萄生长发育的影响[J].吉林农业科学,2015,40(3):89-91.
- [6] 马彩珺,吕叶,彭贤辉,等.叶面肥发展现状与展望[J].河南化工,2017,34(5):7-10.
- [7] 梁文旭,靳志丽,李振武.烤烟复合型叶面肥对烟叶降碱增香提质的作用研究[J].安徽农业科学,2012,40(30):14695-14697.
- [8] 焦云,舒巧云,赵秀花.稀土与硅叶面肥对桃果实品质的影响[J].浙江农业科学,2019,60(6):997-999.
- [9] 周高峰,王昱超,李碧娴,等.2种复合型叶面肥对赣南脐橙营养状况、品质及产量的影响[J].江苏农业科学,2019,47(18):146-149.
- [10] 王玉霞,李芳东,李延菊,等.三种叶面肥对晚熟油桃‘福秀’果实品质的影响[J].东北农业科学,2018,43(4):41-43.
- [11] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:134-137.
- [12] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007:24-67.
- [13] 陈巍,孙兴民,郭正兵.不同透光率纸袋对黄桃果实色泽和品质的影响[J].中国南方果树,2019,48(4):104-106.
- [14] 江景勇,张加正,沈蕾,等.氨基酸叶面肥和套袋对荧光7号油桃果实品质的影响[J].浙江农业科学,2009,50(6):673-675.
- [15] 姜素荣.高效复合叶面肥制备与性能研究[D].西安:西安科技大学,2008.
- [16] 宋奇超,曹凤秋,巩元勇,等.高等植物氨基酸吸收与转运及生物学功能的研究进展[J].植物营养与肥料学报,2012,18(6):1507-1517.
- [17] 史祥宾,刘凤之,王孝娣,等.氨基酸硒叶面肥对梨果实硒含量及品质的影响[J].中国南方果树,2016,45(5):105-107,112.
- [18] 吴玉群,史振声,李荣华,等.植物氨基酸液肥对甜玉米产量及生理指标的影响[J].玉米科学,2006,14(5):130-133.
- [19] 王君秀.稀土元素对柑橘生长发育的影响研究[D].重庆:西南大学,2018.
- [20] 熊斌,程玉渊,张学伟,等.稀土肥不同施用方式对烟草品质的影响[J].土壤通报,2019,50(2):381-386.

(责任编辑:王丝语)

(上接第62页)作用。当盐溶液的浓度 ≥ 240 mmol/L时种子发芽率极低、种子生长缓慢甚至死亡。Patra等^[18]把这种现象解释为低浓度重金属对植物有积极的“刺激作用”,但这种刺激受到浓度的限制。综合以上结果,说明三种处理对黑麦草种子萌发的抑制程度为碱性单盐>混合盐>中性单盐。

参考文献:

- [1] 赵可夫,法曾,守金.中国的盐生植物[J].植物学通报,1999(3):10-16.
- [2] 赵可夫,周三,范海.中国盐生植物种类补遗[J].植物学通报,2002(5):611-613.
- [3] 王佳丽,黄贤金,钟太洋,等.盐碱地可持续利用研究综述[J].地理学报,2011,66(5):673-684.
- [4] Yang J Y, Zheng W, Tian Y, et al. Effects of various mixed salt-alkaline stresses on growth, photosynthesis and photosynthetic pigment concentrations of *Medicago ruthenica* seedlings[J]. Photosynthetica, 2011, 49(2): 275-284.
- [5] 李艳迪,郭建荣,王宝山.钠盐和氯化物对真盐生植物盐地碱蓬营养生长的影响[J].植物生理学报,2018,54(3):421-428.
- [6] 高占军,张星亮,张颖,等.盐胁迫对三白叶种子萌发及幼苗生理特性的影响[J].草原与草坪,2015,35(2):73-76.
- [7] 许能祥,顾洪如,程云辉,等.不同多花黑麦草品种萌发期耐盐性评价[J].草业科学,2011,28(10):1820-1824.
- [8] 郭园,张玉霞,于华荣,等.13个油葵品种苗期生长、生理指标比较及抗盐碱性分析[J].东北农业科学,2016,41(4):32-36.
- [9] 穆永光.盐碱胁迫对紫穗槐生长和生理的影响[D].长春:东北师范大学,2016.
- [10] Greenway H, Munns R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes[J]. Plant Physiology, 1980(31): 149-190.
- [11] Pfeifer M, Artis M, S P T, et al. The Perennial Ryegrass genome zipper: targeted use of genome resources for comparative grass genomics [J]. Plant Physiology, 2013, 61(2): 571-582.
- [12] 常艺馨,包国章,张梦瑜.干旱及冻融胁迫对黑麦草抗氧化酶活性和脯氨酸质量比的影响[J].吉林大学学报(理学版),2020,58(1):184-188.
- [13] 杜建雄,李剑峰,张淑卿,等.汞胁迫对4个草坪草品种幼苗生理特性及养分积累的影响[J].西南农业学报,2019,32(8):1767-1772.
- [14] 马秀杰.外施植物生长调节剂对多年生黑麦草低温和干旱胁迫生理响应研究[D].北京:北京林业大学,2012.
- [15] 董慧,段小春,常智慧.外源水杨酸对多年生黑麦草耐盐性的影响[J].北京林业大学学报,2015,37(2):128-135.
- [16] 李凯伦,李艳迪,郭建荣,等. Na⁺促进真盐生植物盐地碱蓬种子产量初探[J].植物生理学报,2020,56(1):49-56.
- [17] 郭园,张玉霞,杜晓艳,等.盐碱胁迫对油用向日葵幼苗生长及含水量的影响[J].东北农业科学,2016,41(2):20-24.
- [18] Patra J, LenKa M, Panda B B. Tolerance and co-tolerance of the grass *Chloris barbata* Sw. to tercurY, Cadmium and zinc[J]. New Phytologist, 1994(128): 165-171.

(责任编辑:刘洪霞)