

NaCl 胁迫对水稻种子萌发和幼苗生长的影响

钟 静, 陈大鹏

(植物抗癌活性物质提纯与应用湖北省重点实验室/湖北第二师范学院, 湖北 武汉 430205)

摘要:为探究水稻品种的耐盐性,以湖北省广泛种植的 5 个水稻品种种子为材料,研究了不同 NaCl 水平(0、50、100、150、200 mmol·L⁻¹)对水稻种子萌发和幼苗生长的影响,并分析比较了粳稻和籼稻对 NaCl 胁迫耐受性的差异。结果表明:中低浓度 NaCl 对水稻种子的萌发抑制作用较弱,而高浓度 NaCl 对水稻种子萌发具有十分显著的抑制作用,且这种抑制作用随着 NaCl 浓度的升高而增强;同时 NaCl 胁迫对 5 种水稻幼苗的生长都呈现出较为明显的抑制作用;此外,粳稻笑丰 6 号表现出较好的 NaCl 胁迫耐受性,而籼稻金优 152 和两优 289 的 NaCl 胁迫耐受性较差。

关键词:水稻;种子萌发;幼苗生长;NaCl 胁迫

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)05-0018-03 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2016.05.0018

随着环境的恶化以及人们不合理灌溉、施肥和融雪剂等化学物质的使用,我国土壤盐渍化水平日益升高^[1]。在盐渍土中,以 Na⁺ 和 Cl⁻ 含量最高,它们可以直接影响植物的生长,也可以通过抑制光合作用而间接影响植物生长^[2-3]。土壤的盐渍化造成我国耕地面积逐年下降,严重影响着我国的农业生产和生态环境。因此加强盐渍土地的改良和综合开发利用,让盐渍土地同样可以耕种就显得十分重要^[4]。

水稻是我国最主要的粮食作物,位于长江中下游的湖北也是水稻的主要种植区域。目前对湖北境内广泛种植的主要水稻品种的耐盐性研究并不多见^[5]。因此,本研究以湖北省广泛种植的 5 个水稻品种种子为材料,研究了在不同浓度 NaCl 处理条件下,其萌发率和幼苗生长的变化情况,旨在深入了解湖北省不同品种水稻种子对 NaCl 胁迫的耐受性,以期对湖北省水稻耐盐性及高效水稻田间生产提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

选取湖北省广泛种植的具有代表性的 5 个水稻品种(均购自湖北省种子总公司),分别为粳稻:珍珠糯和笑丰 6 号,籼稻:金优 152、冈优 364 和两优 289,并将其分别编号为 A1、A2、B1、B2 和 B3。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采用 5 个处理 3 次重复的完全随机试验设计,5 个处理为:0、50、100、150、200 mmol·L⁻¹ NaCl,其中未添加 NaCl 的 ddH₂O 为对照组。每一品种每一浓度处理大于 40 粒种子,同时每个处理 3 次重复,最终每个处理至少共 120 粒种子。

1.2.2 培养处理 试验于 2013-2014 年在湖北第二师范学院植物抗癌活性物质提纯与应用湖北省重点实验室温室内进行。试验挑选大小均匀、籽粒饱满的不同品种水稻种子,整齐排列在铺有滤纸的培养皿中,每皿 40 粒种子。分别用不同浓度 NaCl 溶液进行萌发处理。每皿加相应体积的溶液,溶液浸没水稻种子体积的 1/3,随后每天更换溶液 2~3 次,保持培养皿湿润。培养皿置于人工培养箱中,温度(25±1)℃,光照周期为 12 h 光照/12 h 黑暗。

1.2.3 项目测定和数据分析 在种子萌发第 4 天开始持续观察种子萌发情况,第 9 天时,测量种子萌发数并计算其萌发率(萌发率(GP)=萌发数/种子总数),测量种子的苗高和主根长,最后利用 SPSS 软件进行显著性差异分析。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对水稻种子萌发的影响

在萌发第 9 天时,对水稻种子萌发率的统计结果显示:所有未添加 NaCl 的对照组水稻种子中,两种粳稻萌发率达到 100%,其余 3 种籼稻萌发率虽然不及粳稻但是也都在 90%以上,说明所购买的水稻种子均具有较好的生理活性(见图

收稿日期:2016-01-26

基金项目:湖北省自然科学基金资助项目(2015CFC884)

第一作者简介:钟静(1979-),女,湖北省荆州市人,博士,讲师,从事植物发育机理研究。E-mail:jjing2003_1@163.com。

1)。当用 NaCl 处理后,所有品种水稻种子的萌发率都呈现出逐步下降的趋势,但是不同品种对 NaCl 胁迫的耐受性表现出明显的差异(见图 1)。在中低浓度 NaCl(50 和 100 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)处理条件下,虽然所有品种水稻的种子萌发率均呈现出一定的下降趋势,但是粳稻 A2、籼稻 B1 和 B2 下降的并不明显。但是,当 NaCl 浓度升高到 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,除粳稻 A2 外,其余 4 种水稻品种的萌发率都表现出十分明显的降低。其中尤以粳稻 A1 和籼稻 B2 的种子萌发率下降的最为显著(见图 1)。当 NaCl 浓度升高到 200 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,尽管粳稻 A2 的萌发率也表现明显的下降,但是其最终的萌发率仍高于 60%,而此时其余 4 种品种水稻的萌发率都已低于 40%(见图 1)。这说明 5 种水稻品种中,粳稻 A2(笑丰 6 号)对 NaCl 胁迫并不十分敏感,即使在高 NaCl 胁迫条件下也具有较好的耐受性。而其余 4 种水稻品种在 NaCl 胁迫程度较低时,具有一定的耐受性;但是在 NaCl 胁迫程度较高时($\geq 150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$),对 NaCl 胁迫的耐受性急剧降低。

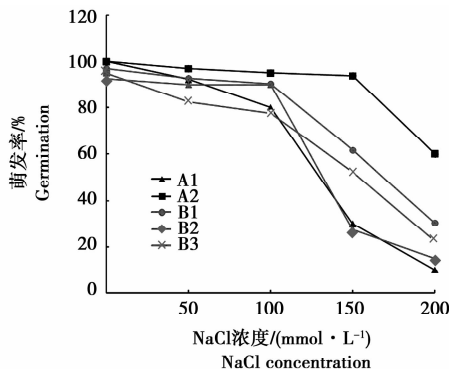


图 1 NaCl 胁迫对水稻种子萌发的影响

Fig. 1 Effect of NaCl stress on seed germination of Rice

2.2 NaCl 胁迫对水稻幼苗生长的影响

为了进一步了解 NaCl 胁迫对水稻幼苗生长的影响,在种子萌发 9 d 后分别对幼苗苗高和主根根长进行了统计分析。从图 2 看出,5 种水稻的苗高都随着 NaCl 浓度的升高而降低。在未添加 NaCl 时,籼稻 B1 的苗高明显高于其它 4 种水稻品种。但是在添加有 NaCl 条件下,籼稻 B1 的苗高开始急剧下降。当 NaCl 浓度达到 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,其苗高已与其它 2 种籼稻一致。同时,在此浓度条件下,所有籼稻的苗高都明显低于于两种粳稻(见图 2)。值得注意的是,粳稻 A2 在未添加 NaCl 时其苗高虽稍低于籼稻 B1,但是高于其它

品种。即使在高浓度 NaCl 胁迫条件下(200 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$),粳稻 A2 的苗高要高于所有其它 4 种水稻品种。从整体上看,两种粳稻幼苗苗高对盐胁迫的敏感性要高于 3 种籼稻。其中籼稻 B1 苗高对盐胁迫的敏感性最高。

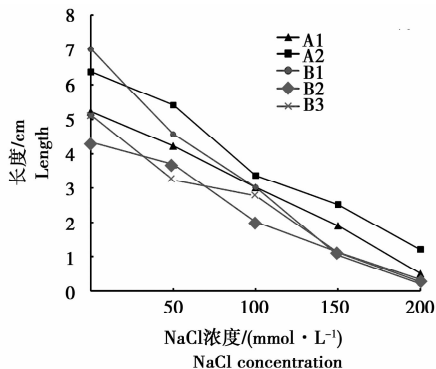


图 2 NaCl 胁迫对水稻幼苗苗高的影响

Fig. 2 Effect of NaCl stress on seedlings height of Rice

另一方面,对水稻幼苗主根根长的统计结果显示,5 种水稻的主根根长也都随着 NaCl 浓度的升高而减少(见图 3)。其中籼稻 B1 和 B3 的主根长度在低浓度 NaCl 处理条件下(50 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)即表现出明显的下降。当 NaCl 浓度升高到 100 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,籼稻 B3 主根长仍然持续明显下降;但是 B1 和其余三种水稻品种一样,其主根长减少程度呈现较缓趋势。当 NaCl 浓度升高到 150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,所有水稻品种的主根长都急剧下降(见图 3)。此结果说明,籼稻 B3 幼苗主根对 NaCl 胁迫的敏感性要远高于其它 4 种水稻品种。

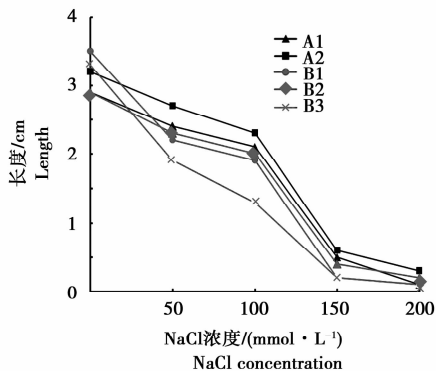


图 3 NaCl 胁迫对水稻幼苗主根生长的影响

Fig. 3 Effect of NaCl stress on the growth of seedlings taproot of Rice

3 结论与讨论

土壤盐渍化是指盐分不断向土壤表层聚积形成盐渍土的自然地质过程,其中以 Na^+ 和 Cl^- 含

量最高。土壤盐渍化是影响农业生产和生态环境的一个重要的全球性问题。我国也是盐渍土分布广泛的国家,约有 1 亿多公顷的各种盐渍土地^[3]。土壤中含过多盐分会影响植物正常的生长发育,最终导致产量下降。随着我国土地利用程度的加大,次生盐渍土的面积也随之扩大。但是,人口的不断增长对扩大耕地面积产量已提出了更高的要求。因此如何利用和改良盐渍土已成为当前农业生产不可忽视的问题,而筛选和培育具有良好耐盐性的经济作物是其中重要的一环。

水稻是湖北省重要的粮食作物,因此,本研究选取了在湖北省广泛种植的 5 种水稻品种种子(包括 2 种粳稻和 3 种籼稻)对 NaCl 胁迫的响应进行了详细研究。结果显示,尽管 NaCl 胁迫对 5 种水稻的种子萌发、幼苗苗高和主根长都存在抑制作用,但是不同品种的水稻对 NaCl 胁迫的耐受性表现出明显的差异。本研究结果显示,萌发 9 d 后,在 50 和 100 mmol·L⁻¹ NaCl 处理条件下,粳稻 A2(笑丰 6 号)、籼稻 B1 和 B2(金优 152 和冈优 364)种子的萌发率并无明显改变,而粳稻 A1(珍珠糯)和籼稻 B3(两优 289)种子萌发率明显降低。当 NaCl 浓度升高至 150 mmol·L⁻¹ 时,粳稻 A2 种子萌发率仍然十分接近未处理对照组,而其余 4 种水稻品种种子的萌发率都显著降低(见图 1)。盐胁迫对种子萌发的影响主要涉及渗透效应和离子效应^[6]。当盐浓度达到一定程度时,会破坏细胞质膜的完整性,引起细胞内代谢紊乱,从而造成种子失活而不能萌发。而由于不同品种种子的外部形态和内部结构存在差异,其吸收进入种子内部的 NaCl 量各不相同,因此其种子萌发率也表现出明显差异。在低浓度 NaCl 处理条件下,5 种水稻品种幼苗的苗高生长均表

现出明显的抑制作用,同时这种抑制作用随着 NaCl 浓度的升高而上升(见图 2)。对于主根生长而言,虽然整体上也同苗高生长情况类似,但是相较于其它水稻品种,籼稻 B3 主根生长的抑制效应在 50 和 100 mmol·L⁻¹ NaCl 处理条件下表现的尤为突出(见图 3)。这可能是由于盐胁迫下,植物根系最早感知逆境胁迫信号,从而产生一系列相应的适应性生理反应,其中一个重要的方面是内源性激素含量发生改变从而影响植株的生长发育。

综合分析可知,在 5 种水稻品种中,粳稻笑丰 6 号在较高浓度盐胁迫条件下(100 mmol·L⁻¹)仍然具有极高的种子萌发率和较好的生长状况,说明该水稻品种具有较好的耐盐特性。而籼稻金优 152 和两优 289 对盐胁迫十分敏感,其耐盐性较差。因此,在以后的耐盐胁迫试验和田间生产中可针对性的选择粳稻笑丰 6 号进行试验和种植。但是,对该品种较好的耐盐胁迫特性的生理机制还需要进一步的探讨。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] Zhu J K. Plant salt tolerance[J]. Trends in Plant Science, 2001,6(2):66-71.
- [3] 薛延丰,刘兆普. 钙离子对盐胁迫下菊芋幼苗的生长、生理反应和光合能力的影响理论[J]. 农业工程学报,2006,22(9):44-47.
- [4] 姚丽丽,史磊. 土地资源开发和利用问题研究[J]. 黑龙江科技信息,2011(6):89-89.
- [5] 刘梅,郑青松,刘兆普,等. 盐胁迫下氮素形态对油菜和水稻幼苗离子运输和分布的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2015,21(1):181-189.
- [6] 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.

Effect of NaCl Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Rice

ZHONG Jing, CHEN Da-peng

(Hubei Key Laboratory of Purification and Application of Plant Anti-cancer Active Ingredients, Hubei University of Education, Wuhan, Hubei 430205)

Abstract: In order to explore the salt resistance of rice varieties, a field of experiment was carried out to study the effects of NaCl stress with different concentrations (0, 50, 100, 300, 500 mmol·L⁻¹) on seed germination and seedling growth of five rice varieties that widely cropped in Hubei province. Then, the differences of NaCl stress between japonica and indica were also analyzed and compared. The results showed that NaCl with low or moderate concentration can inhibit the seed germination weakly while NaCl with high concentration can obviously inhibit the seed germination, and this inhibitory effect was enhanced with the increase of NaCl concentration. The NaCl stress on the growth of five rice seedlings emerged significant inhibition. Moreover, japonica Xiaofeng 6 showed better tolerance to NaCl stress, while indica Jingyou 152 and Liangyou 289 showed poor tolerance to NaCl stress.

Keywords: rice; seed germination; seedling growth; NaCl stress