

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2020.08.008

NaCl 浸种对盐胁迫下杂交稻幼苗根系生长特性的影响

刘少华, 朱学伸, 闫敏, 王晗

江苏第二师范学院 生命科学与化学化工学院, 南京 210013

摘要: 以两系杂交稻“两优培九”为研究对象, 分别用 0, 17, 34 mmol/L 的 NaCl 溶液进行浸种处理, 以幼苗根系的生长特性、活力以及硝酸还原酶活性为指标, 探讨 NaCl 浸种处理对盐胁迫下(68 mmol/L NaCl)“两优培九”幼苗根系生长特性的影响。结果表明, 与对照组(0 mmol/L NaCl)相比, T1 处理组(17 mmol/L NaCl)幼苗根系的细胞质膜透性基本不变, 但根系的鲜质量、干质量、数量、长度以及总体积分别增加了 20.21%, 45.45%, 9.25%, 16.44% 与 52.63%, 根系活力增加了 41.18%, 硝酸还原酶活性增加了 20.38%。而 T2 处理组(34 mmol/L NaCl)幼苗根系的细胞质膜透性则比对照组显著增大, 其余各指标均明显低于对照组($p < 0.05$)。由此表明, 一定浓度的盐溶液(17 mmol/L NaCl)浸种处理能够促进“两优培九”幼苗根系的抗盐生长, 提高其对盐胁迫的适应能力。

关键词: 杂交稻; 浸种; 盐胁迫; 生长特性

中图分类号: Q945.78

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2020)08-0059-07

土壤盐渍化是农业发展面临的重要问题之一, 不仅严重制约着农作物的生长发育, 也极大地威胁着粮食的生产安全, 还会导致土壤可利用率的大幅度降低。据估计, 世界上 6% 以上的土地和 30% 以上的灌溉区已经面临盐渍化问题^[1]。在我国, 盐渍土的总面积达 3 200 万 hm^2 , 其中具有农业利用前景的盐碱地总面积 1 230 万 hm^2 ^[2], 并且随着人口数量增加、城镇化及工业化的快速发展, 有持续扩大和蔓延的趋势。因此, 如何有效开发和利用盐碱化土地资源, 已经成为我国目前及今后的农业生产与发展亟待解决的重大问题。

水稻属于不耐盐的甜土植物^[3], 是对盐敏感的谷类作物^[4], 而稻田盐碱化是制约水稻高产的主要环境因子之一。因此, 筛选和培育具有强耐盐性质的水稻品种, 已成为增强水稻抗逆性、提高盐碱化土地水稻产量的重要研究课题。目前, 已有大量研究表明, 用盐溶液浸种的方法可以提高植物抗盐胁迫的能力^[5-9], 但有关盐胁迫下 NaCl 浸种对植物根系生理机制影响的研究却少有报道。根系不仅是植物吸收矿质营养和水分的重要器官, 也是植物感受土壤逆境信号的首要部位和敏感器官。根系在逆境下的形态特征及活力状态, 是植物对土壤养分有效吸收和利用最直接的适应性特征之一^[10-11], 对植物的耐盐胁迫能力具有重要作用^[12]。但由于根系是在土壤中生长发育的, 研究起来难度很大, 目前少有关于根系对盐胁迫响应机制的报道。因此, 本课题在前期研究^[13]的基础上, 继续探讨 NaCl 浸种处理下“两优培九”幼苗根系生长对高盐胁迫

收稿日期: 2019-04-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(31700280); 江苏省自然科学基金项目(BK20170756); 江苏省高等学校自然科学基金项目(18JKB180002)。

作者简介: 刘少华(1975—), 男, 博士, 副教授, 主要从事植物生理生化的研究。

迫环境的响应机制,以便为我国盐碱地培育和栽培杂交稻的生产实践提供一定的理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料培养

实验于 2018 年 4 月 15 日在江苏第二师范学院综合实验室进行。两系杂交稻“两优培九”种子由江苏省农业科学研究院粮食与作物研究所吕川根研究员惠赠。选取饱满、大小基本一致的种子用 1% 的双氧水消毒 1 h,再用蒸馏水漂洗 3~5 次,吸水纸吸干表面多余水分。再将种子分别浸泡在装有蒸馏水(对照组)、17 mmol/L NaCl(T1 处理组)和 34 mmol/L NaCl(T2 处理组)溶液中浸种 24 h,之后在铺有干净吸水毛巾的培养皿中(预先添加各相应浓度的 NaCl 溶液)黑暗催芽 48 h(25 ℃)。选取发芽程度一致的种子播种于盛有蛭石的培养盆中(盆内预先装有含 68 mmol/L NaCl 的木村 B 培养液),并转移至光照培养箱,每天光照 12 h,光子通量为 100 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,在 28 ℃/22 ℃(昼/夜)条件下培养。为防止在植株培养过程中 NaCl 浓度因水分蒸发逐渐增高而影响实验结果,在培养盆底部凿洞,套在另一个培养盆内。更换培养液时,先放尽旧的培养液,并用蒸馏水淋洗 3~5 次,再加入新鲜培养液,以保持培养液中 NaCl 浓度的相对稳定。每组 3 次重复,随机排列。培养至 3 叶 1 心期后取幼苗根系进行相关生理指标的测定。

1.2 实验方法

1.2.1 根系细胞膜透性的测定

参照陈建勋等^[14]的相对电导率法并稍加修改。将根系用去离子水冲洗干净,滤纸吸干表面水分,剪取约 1 cm 段,称取 1 g 放入试管中,用 20 mL 去离子水浸泡 2 h 后测电导率 R_1 ,然后将各试管放入沸水浴中煮沸 20 min,冷却至室温后测电导率 R_2 。相对电导率 $R/\% = R_1/R_2 \times 100$ 表示根系细胞膜的相对透性。

1.2.2 根系形态指标的测定

用流水小心冲洗根系并将每株根系分开,以单株为单位测定根长、根数、根鲜质量、根干质量和根系总体积。用滤纸吸干根系表面水分后测定根鲜质量;将鲜根置于 105 ℃ 的烘箱烘干至恒质量测定根干质量;用排水法测定根系总体积;用常规测量和计数法测定根长与根数。以上形态指标各测定 10 株,取平均值,重复 4 次。

1.2.3 根系活力的测定

采用张志良等^[15]的 α -萘胺氧化法。将称量好的根系样品浸入含 0.5 mol/L 磷酸缓冲液(pH 值为 7.0)和 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的 α -萘胺溶液各 25 mL 的三角瓶中,以不放根系作为 α -萘胺自动氧化的对照。室温下静置 10 min 后取待测液 2 mL,加入 10 mL 蒸馏水,再加入 1% 对氨基苯磺酸与亚硝酸钠溶液各 1 mL,混匀后室温下静置 5 min,蒸馏水定容至 25 mL。于 510 nm 处测定吸光值,在标准曲线上查得 α -萘胺质量分数。剩余溶液置于 25 ℃ 温箱中避光保温 1 h,取待测液 2 mL,按上述方法在 510 nm 处测定吸光值,并计算 α -萘胺的质量分数。以每小时每克样品鲜质量氧化的 α -萘胺量(μg)表示。

1.2.4 根系硝酸还原酶活性(NR)的测定

采用张志良等^[15]的活体法。取一定量的根系样品浸入含 0.1 mol/L 磷酸缓冲液(pH 值为 7.5)5 mL 与 0.2 mol/L 硝酸钾溶液 5 mL 的 50 mL 锥形瓶中,置于 30 ℃ 温箱避光保温 30 min。然后取 1 mL 反应液,加入磺胺试剂与 α -萘胺试剂各 2 mL,于 30 ℃ 温箱中静置 30 min,测定 540 nm 处的吸光值,从标准曲线上读出 NO_2^- 的质量分数,再计算酶活力,以每小时每克样品鲜质量产生的 NO_2^- (μg)表示。

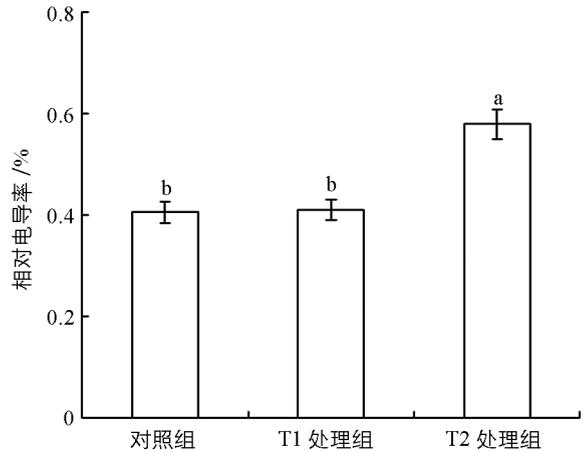
1.3 数据处理

用 Microsoft Excel 整理数据和制图,运用 SPSS 13.0 对数据进行单因素方差分析和最小显著性差异法(LSD)进行多重比较($p < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 NaCl 浸种对盐胁迫下幼苗根系细胞膜透性的影响

图 1 的结果显示,在不同浓度的 NaCl 浸种处理下,各实验组的“两优培九”幼苗根系的细胞膜透性总体上表现为逐渐增大的趋势. T1 处理组的相对电导率与对照组基本上处于同一水平,仅比对照组增加了 1.2%,差异无统计学意义($p > 0.05$). 而 T2 处理组则增加明显,其相对电导率分别比对照组与 T1 处理组增加了 42.93%与 41.24%,与二者的差异均有统计学意义($p < 0.05$). 这说明,用一定浓度的 NaCl 溶液浸种处理并不会明显增大根系的细胞膜透性,但 NaCl 的浸种浓度过高则会增大细胞膜的透性,从而对细胞结构和功能产生不良影响.



小写字母不同表示差异有统计学意义($p < 0.05$).

图 1 NaCl 浸种对盐胁迫下根系细胞膜透性的影响

2.2 NaCl 浸种对盐胁迫下幼苗根系生长形态的影响

如图 2a 与 2b 所示,随着浸种 NaCl 浓度的增加,“两优培九”幼苗根系的鲜质量与干质量均表现为先升后降的趋势,其中 T1 处理组的值最大,而 T2 处理组最小. 与对照组相比, T1 处理组根系的鲜质量和干质量分别增加了 20.21%和 45.45%,两者差异均有统计学意义($p < 0.05$). 而 T2 处理组均比对照组有明显下降($p < 0.05$),其根系的鲜质量和干质量分别下降了 23.86%和 43.48%.

幼苗根系的长度、数量与总体积也具有相似的变化情况. 对不同浓度 NaCl 浸种处理下的幼苗根系数量进行统计分析发现(图 2c),与对照组相比, T1 处理组的根系数量增加了 9.25%,但差异无统计学意义($p > 0.05$). 而 T2 处理组的根系数量则比对照组和 T1 处理组有明显减少($p < 0.05$),分别减少了 18.97%和 39.54%.

图 2d 的结果显示,不同浓度的 NaCl 浸种处理影响了“两优培九”幼苗的根系长度. T1 处理组的根系长度比对照组增加了 16.44%,差异有统计学意义($p < 0.05$). 与对照组和 T1 处理组相比, T2 处理组的根系长度均明显减少($p < 0.05$),分别降低到对照组和 T1 处理组的 79.37%和 63.52%.

由图 2e 可知, T1 处理组的根系总体积分别比对照组和 T2 处理组增加了 52.63%和 141.67%,差异有统计学意义($p < 0.05$). 与对照组相比, T2 处理组的根系总体积则下降了 36.84%,差异有统计学意义($p < 0.05$).

以上结果表明,用低浓度的 NaCl 溶液浸种处理会对植株幼苗根系的生长发育产生不同程度的促进作用,但 NaCl 溶液的浸种浓度过高则会抑制根系的生长发育.

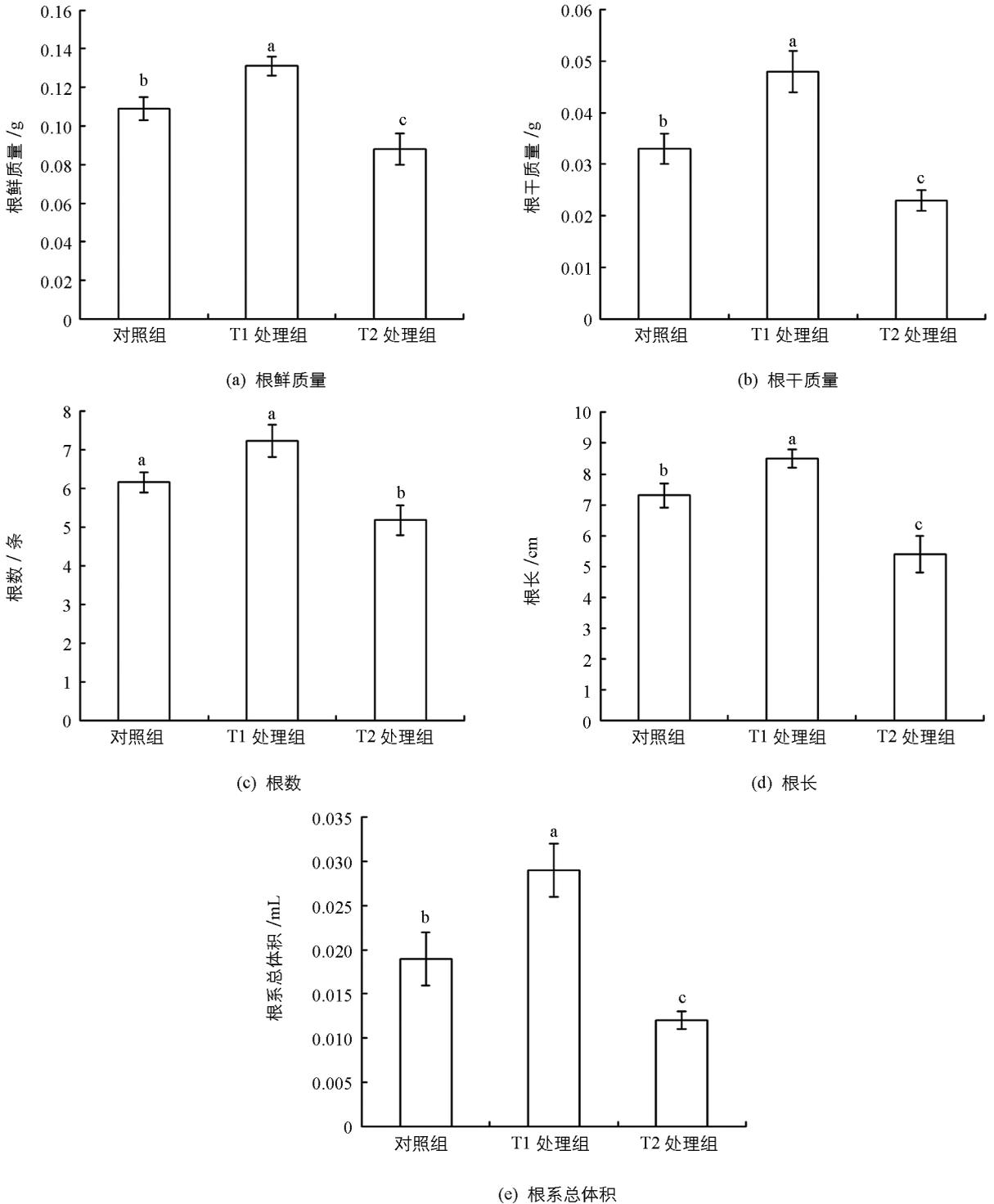
2.3 NaCl 浸种对盐胁迫下幼苗根系活力的影响

图 3 的结果表明,不同浓度的 NaCl 溶液浸种处理对盐胁迫下“两优培九”幼苗根系活力的影响不同. T1 处理组的幼苗根系活力为 4.84 $\mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$,分别比对照组与 T2 处理组增加了 41.18%和 118.18%,与二者的差异均有统计学意义($p < 0.05$). T2 处理组的根系活力大幅度下降,与对照组相比,根系活力下降了 54.55%,差异有统计学意义($p < 0.05$). 这表明,一定浓度的 NaCl 浸种处理可以显著提高植株幼苗的根系活力,增强对盐胁迫环境的抗性.

2.4 NaCl 浸种对盐胁迫下幼苗根系硝酸还原酶活性的影响

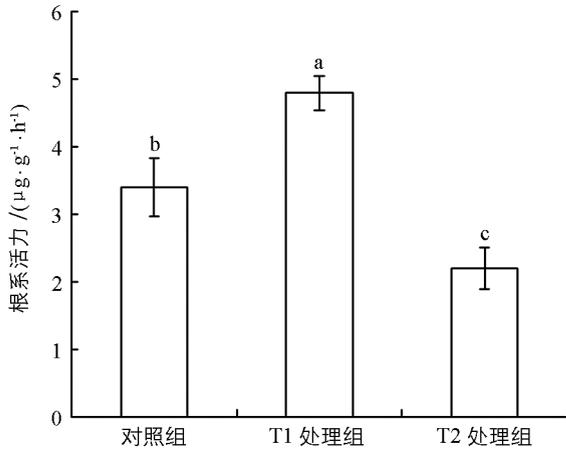
由图 4 可知,随着 NaCl 溶液的浸种浓度升高,“两优培九”幼苗根系的硝酸还原酶活性呈现先升后降

的趋势. T1 处理组幼苗根系的硝酸还原酶活性提高明显, 分别比对照组和 T2 处理组增加了 20.38% 和 127.71%, 与二者相比差异有统计学意义 ($p < 0.05$). 而 T2 处理组的根系硝酸还原酶活性则大幅度下降, 比对照组降低了 47.13%, 差异有统计学意义 ($p < 0.05$). 这表明, 一定浓度的 NaCl 浸种处理可以明显提高盐胁迫下根系的硝酸还原酶活性, 进而增强根系对土壤氮元素的吸收和转化利用能力.



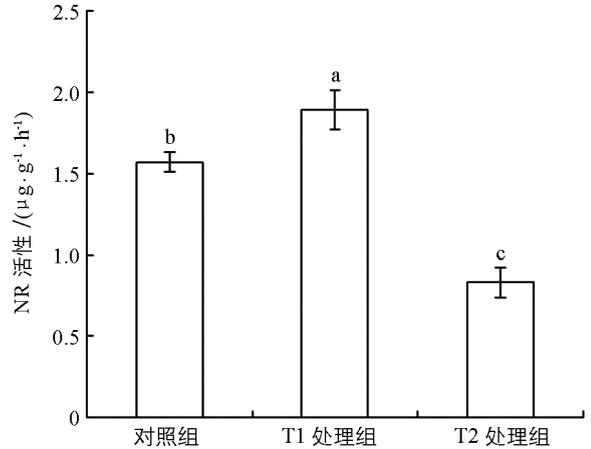
小写字母不同表示差异有统计学意义 ($p < 0.05$).

图 2 NaCl 浸种对盐胁迫下根系生长形态的影响



小写字母不同表示差异有统计学意义 ($p < 0.05$).

图 3 NaCl 浸种对盐胁迫下根系活力的影响



小写字母不同表示差异有统计学意义 ($p < 0.05$).

图 4 NaCl 浸种对盐胁迫下根系硝酸还原酶活性的影响

3 讨 论

根系是植物吸收土壤营养的重要组织器官, 其生长形态及构型特征在很大程度上决定着植物汲取水分和养分的能力. 此外, 根系还是植物合成氨基酸与激素等物质的主要场所, 与地上部的生长发育和植株的产量形成密切相关^[16]. 在土壤盐渍等非生物逆境条件下, 植物最先感受环境胁迫信号的器官是根系^[17]. 因此, 根系的生长情况与活力状况将对植物的生长发育、营养状况和产量水平产生直接的影响^[18]. 形态发达与活力强盛的根系有力地保证了水稻对土壤水分和养料的高效吸收与利用, 对水稻的生长发育和产量形成具有非常重要的作用^[19].

根系的形态是根系生长及分支的整体表现, 是遗传因素和环境因素相互作用的综合结果, 在某种程度上体现了根系的生长发育状况^[20], 根系的长度、数量、总体积以及生物量等指标是根系对水分和营养成分吸收的强度和广度的综合反映. 盐害可引起植物生理干旱, 抑制根的生长, 导致植物叶片生长不良, 出现叶尖枯黄、叶面斑黄等症状^[21]. 本实验中, 在不同浓度的 NaCl 溶液浸种处理下, “两优培九”幼苗的根鲜质量与干质量、发根数、根长以及根系总体积等参数总体上表现出完全一致的变化趋势, 仅增减幅度有所不同. 其中, T1 处理组的幼苗根系形态各参数表现良好. 除根系数量外, 根系的鲜质量与干质量、根长以及根系总体积均显著高于对照组与 T2 处理组 ($p < 0.05$). 而与对照组相比, T2 处理组的根系形态则显著降低. 由此可见, 一定浓度的 NaCl 溶液浸种处理 (如 T1 处理组), 可以促进“两优培九”幼苗根部的生长, 扩大根系吸收水分和营养物质的广度和强度, 为根系正常的生理活动奠定良好的结构基础, 从而使植株对盐胁迫的适应力得以提高.

在盐胁迫下, 植物细胞膜会受到不同程度的破坏, 其透性增大, 导致电解质大量向胞外渗漏. 盐胁迫对植物的毒害很大程度上是通过破坏膜的结构和功能引起的^[22]. 细胞膜的破坏程度越低, 则植物对盐胁迫的抗性越强^[23]. 本实验中, 与对照组相比, T1 处理组的“两优培九”幼苗的根系细胞质膜透性基本保持不变. 而 T2 处理组的根系细胞质膜透性则比对照组和 T1 处理组显著增加. 这说明, 低浓度的 NaCl 浸种处理对“两优培九”幼苗的根系细胞质膜损伤不明显, 但浸种盐浓度过高, 则会对幼苗根系的细胞膜产生较大损伤, 进而影响植株根系的生长发育. 这与他人的研究结果是一致的^[24-25].

植物的根系活力是根系的吸收、合成、氧化以及还原等能力的综合体现, 客观反映根系的活动能力和活力水平^[26]. 根系活力越高, 表明植株生长势越强, 抗逆性就越强; 反之, 则植株的生长势越弱, 抗逆性就越差^[27]. 本实验中, 当浸种的 NaCl 溶液浓度为 17 mmol/L 时 (T1 处理组), “两优培九”幼苗的根系活力最大, 均显著高于对照组和 T2 处理组 ($p < 0.05$). 当 NaCl 溶液的浸种浓度为 34 mmol/L 时 (T2 处理组) 时, 根系活力明显下降 ($p < 0.05$), 而且显著低于对照组 ($p < 0.05$). 由此可见, 一定浓度的 NaCl 浸种处理, 可以提高盐胁迫下“两优培九”幼苗的根系活力, 间接地保证了根对地上部营养物质及细胞分裂素等生

理活性物质的有效运送,从而有利于地上部正常的生命活动,为植物在盐胁迫环境下的健康生长打下良好的物质基础。

硝酸还原酶是植物体内同化硝酸盐反应过程的限速酶,对植物氮代谢至关重要,其活性大小影响植物的生长发育、蛋白质与核酸等物质的生物合成^[28]。该酶对盐胁迫很敏感,盐胁迫可以抑制其活性,使 NO_3^- 大量积累, NO_2^- 的含量降低,最终导致植物体内一系列含氮化合物的代谢发生紊乱^[29]。实验结果表明,与根系活力的变化情况相似, T1 处理组的“两优培九”幼苗的根系硝酸还原酶活性大幅度升高,显著高于对照组和 T2 处理组 ($p < 0.05$); 而 T2 处理组的硝酸还原酶活性不但明显低于 T1 处理组,而且也明显低于对照组 ($p < 0.05$)。这说明,一定浓度的 NaCl 浸种处理,能明显提高“两优培九”幼苗根系的硝酸还原酶活性,从而促进根系对硝态氮素的吸收利用,最终有利于植物体合成叶绿素、蛋白质及核酸等含氮化合物,增强“两优培九”幼苗对盐胁迫环境的适应能力。

结合前期的研究结果,我们认为,用 17 mmol/L 的 NaCl 溶液浸种处理,不仅能促进杂交稻“两优培九”种子在盐胁迫下的正常萌发,以及萌发后幼苗根系的生长发育,还有利于幼苗地上部的正常生理活动,从而增强“两优培九”幼苗对盐胁迫环境的适应性。这在盐碱土地上种植和栽培杂交稻提供了一种新的思路。

参考文献:

- [1] CHAVES M M, FLEXAS J, PINHEIRO C. Photosynthesis under Drought and Salt Stress: Regulation Mechanisms from Whole Plant to Cell [J]. *Annals of Botany*, 2009, 103(4): 551-560.
- [2] 曹岩坡,代 鹏,戴素英. 丛枝菌根真菌(AMF)对盐胁迫下芦笋植株渗透调节物质及抗氧化酶活性的影响 [J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2017, 39(5): 43-48.
- [3] 汪宗生,刘晓忠,王志霞. 水稻耐盐性的生理研究——I. 盐逆境下水稻品种间水分关系和渗透调节的差异 [J]. *江苏农业学报*, 1986, 2(3): 1-11.
- [4] 沙汉景,胡文成,贾 琰,等. 外源水杨酸、脯氨酸和 γ -氨基丁酸对盐胁迫下水稻产量的影响 [J]. *作物学报*, 2017, 43(11): 1677-1688.
- [5] CAYUELA E, PEREZ-ALFOCEA F, CARO M, et al. Priming of Seeds with NaCl Induces Physiological Changes in Tomato Plants Grown under Salt Stress [J]. *Physiologia Plantarum*, 1996, 96(2): 231-236.
- [6] PASSAM H C, KAKOURIOTIS D. The Effects of Osmoconditioning on the Germination, Emergence and Early Plant Growth of Cucumber under Saline Conditions [J]. *Scientia Horticulturae*, 1994, 57(3): 233-240.
- [7] 郁万文,曹帮华,吴丽云,等. 盐浸种对刺槐种子抗盐萌发和幼苗生长的影响 [J]. *山东林业科技*, 2004, 34(6): 8-10.
- [8] 颜 宏,赵 伟,陈文静,等. 不同盐溶液浸种对向日葵种子萌发的影响 [J]. *种子*, 2007, 26(2): 69-72.
- [9] 陈小文,祁 鑫,王海永,等. NaCl 浸种对转 *Bt* 基因玉米与受体品种萌发及幼苗生长形态的影响 [J]. *华北农学报*, 2011, 26(S1): 117-120.
- [10] GIEHL R F H, GRUBER B D, VON WIRÉN N. It's Time to Make Changes: Modulation of Root System Architecture by Nutrient Signals [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2014, 65(3): 769-778.
- [11] KELLERMEIER F, ARMENGAUD P, SEDITAS T J, et al. Analysis of the Root System Architecture of Arabidopsis Provides a Quantitative Readout of Crosstalk between Nutritional Signals [J]. *The Plant Cell*, 2014, 26(4): 1480-1496.
- [12] GALVAN-AMPUDIA C S, TESTERINK C. Salt Stress Signals Shape the Plant Root [J]. *Current Opinion in Plant Biology*, 2011, 14(3): 296-302.
- [13] 刘少华,王仁雷,刘 青,等. NaCl 预处理对高盐胁迫下两系杂交稻幼苗生长的影响 [J]. *河南农业大学学报*, 2013, 47(2): 128-131, 137.
- [14] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导 [M]. 广州:华南理工大学出版社, 2002.
- [15] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导 [M]. 2 版. 北京:高等教育出版社, 2003.
- [16] 杨建昌. 水稻根系形态生理与产量、品质形成及养分吸收利用的关系 [J]. *中国农业科学*, 2011, 44(1): 36-46.
- [17] 李 锋,李木英,潘晓华,等. 不同水稻品种幼苗适应低磷胁迫的根系生理生化特性 [J]. *中国水稻科学*, 2004, 18(1): 48-52.
- [18] INUKAI Y, ASHIKARI M, KITANO H. Function of the Root System and Molecular Mechanism of Crown Root Formation in Rice [J]. *Plant and Cell Physiology*, 2004, 45(Suppl.): 17.

- [19] 董桂春, 陈琛, 袁秋梅, 等. 氮肥处理对氮素高效吸收水稻根系性状及氮肥利用率的影响 [J]. 生态学报, 2016, 36(3): 642-651.
- [20] 束红梅, 郭书巧, 巩元勇, 等. 盐胁迫对作物根系的影响及基因工程改良 [J]. 分子植物育种, 2013, 11(5): 657-662.
- [21] 周心智, 张云贵. NaCl 胁迫对 5 种柑橘砧木生长及生理特性的影响 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(11): 1-6.
- [22] LEVITT J. Response of Plants to Environmental Stress [M]. New York: Academic Press, 1980.
- [23] MR U D, RM U. Salt Tolerance in Grapes. III. Effect of Salinity on Chlorophyll, Photosynthesis and Respiration [J]. Indian Journal of Plant Physiology, 1981, 24: 74-79.
- [24] 张俊莲, 陈勇胜, 武季玲, 等. 向日葵对盐逆境伤害的生理反应及耐盐性研究 [J]. 中国油料作物学报, 2003, 25(1): 45-49.
- [25] 裴怀弟, 吴科生, 王红梅, 等. 混合盐胁迫对油葵保护性酶活性、细胞膜透性及其主要农艺性状的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(1): 149-153.
- [26] 斯琴巴特尔, 吴红英. 不同逆境对玉米幼苗根系活力及硝酸还原酶活性的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(2): 67-70.
- [27] 张彦, 方正, 李英丽, 等. 水培条件下不同通气时间对新几内亚凤仙生长发育的影响 [J]. 河北农业大学学报, 2006, 29(4): 23-26.
- [28] 李豪喆. 大豆叶片硝酸还原酶活性的研究 [J]. 植物生理学通讯, 1986, 22(4): 30-32.
- [29] 杨少辉, 季静, 王罡, 等. 盐胁迫对植物影响的研究进展 [J]. 分子植物育种, 2006, 4(S1): 139-142.

Effect of NaCl Seed Soaking on the Growth Characteristics of Hybrid Rice Seedling Roots Under Salt Stress

LIU Shao-hua, ZHU Xue-shen, YAN Min, WANG Han

School of Life Sciences, Chemistry & Chemical Engineering, Jiangsu Second Normal University, Nanjing 210013, China

Abstract: In this study, the seeds of “Liangyoupeijiu” (LYPJ), a two-line hybrid rice (*Oryza sativa* L.), were soaked in a water solution containing NaCl at 0, 17 or 34 mmol/L, and the growth characteristics, vigor and nitrate reductase (NR) activity of the seedling roots were recorded so as to investigate the influence of salt stress (68 mmol/L NaCl) on seedling root growth of this hybrid. Compared with the control group (0 mmol/L NaCl), the cell membrane permeability of the root was little changed in T1 (seed soaking with 17 mmol/L NaCl), but its fresh weight and dry weight, root number, length and total volume were increased by 20.21%, 45.45%, 9.25%, 16.44% and 52.63%, respectively, and root vigor and nitrate reductase activity were enhanced by 41.18% and 20.38%, respectively. In contrast, the cell membrane permeability of the root was remarkably increased in T2 (seed soaking with 34 mmol/L NaCl), and all the other indicators studied were decreased significantly ($p < 0.05$), compared with the control group. Therefore, it is concluded that seed soaking with 17 mmol/L NaCl can promote the root growth of LYPJ seedlings, and then enhance its ability to adapt to salt stress.

Key words: hybrid rice; seed soaking; salt stress; growth characteristics