

陈雅昕, 邓娇娇, 周永斌, 等. 不同种源黑果枸杞种子萌发对盐碱胁迫的响应[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(6): 96–100.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.06.021

不同种源黑果枸杞种子萌发对盐碱胁迫的响应

陈雅昕, 邓娇娇, 周永斌, 赵晓璐, 张华哲, 张雨萌, 朱文旭

(沈阳农业大学林学院, 辽宁沈阳 110161)

摘要:以甘肃、新疆 2 种不同种源的黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)种子为材料, 将 2 种中性盐(NaCl 、 Na_2SO_4)按照一定比例混合, 保证各盐溶液 pH 值均为 7.0 的条件下, 模拟出 5 个浓度梯度(0、50、100、150、200 mmol/L)盐胁迫; 另将 2 种中性盐(NaCl 、 Na_2SO_4)和 2 种碱性盐(NaHCO_3 、 Na_2CO_3)分别按照不同比例混合, 配制成不同 pH 值的混合盐溶液, 比较不同盐碱胁迫处理下不同种源黑果枸杞种子萌发状况。结果表明, 在中性盐的胁迫下, 低浓度的盐胁迫对黑果枸杞种子萌发具有促进作用, 在种子萌发过程中各项萌发参数随着中性盐浓度的增加而降低, 而高浓度胁迫对种子具有一定的迫害性。在不同 pH 值的盐碱胁迫下, 2 个种源种子萌发的变化趋势相同并具有显著差异, 各项萌发参数随着 pH 值的增大而降低。甘肃种源在盐、碱胁迫下的发芽参数基本上高于新疆种源, 相对盐害率低于新疆种源, 表明甘肃种源种子具有较强的抗逆与抗盐碱能力。

关键词:黑果枸杞; 盐碱胁迫; 发芽率; 发芽势; 发芽指数; 相对盐害率

中图分类号: S567.1⁺90.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)06-0096-04

土壤盐渍化是一个全球性的生态问题, 我国盐渍土分布广泛, 面积较大, 类型多样, 严重制约农林生产和经济发展^[1-3]。在内陆盐碱地中, 由碱性盐 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 造成的土壤盐渍化比中性盐 NaCl 、 Na_2SO_4 造成的盐渍化问题严重。黑龙江肇东市的盐渍土大多属于苏打碱化型, 少数属于盐化型, 土壤总含盐量不高, 有碳酸钠、碳酸氢钠, 且具有较高的 pH 值, 土壤 pH 值多在 8.5 以上, 重度盐碱地 pH 值高达 9.0~10.5。随着人类活动的加剧和气候干旱, 盐碱化面积逐年扩大, 盐碱程度逐年加重^[4]。目前, 盐碱化土地高效利用已经成为一个重要的研究课题。通过选育抗盐碱品种来提高植物的抗盐碱性, 从而更好地适应土壤的盐渍环境, 是最为经济、有效的措施之一^[5-6]。

黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)属茄科(Solanaceae)枸杞属多荆棘灌木, 球状浆果, 紫黑色, 有时顶端稍凹, 种子褐色肾形, 果实成熟期为 7—9 月^[7]。多分布在干旱盐碱土荒地及沙漠地带, 适应能力较强, 是盐碱地治理、防风固沙的良好树种, 也是潜在和待开发利用的干旱、半干旱地区植被恢复重建的生态与经济树种^[8]。目前, 国内关于黑果枸杞的研究领域主要集中在生理特性^[9]、营养成分分析^[10]、色素提取^[11-12]、开发利用^[13]、治理荒漠化^[14]、野生种源的驯化^[15]、种子萌发特性^[16]、干旱胁迫响应^[17-18]等方面。种子萌发成幼苗阶段的耐盐能力在一定程度上反映了植物整体的耐盐性, 对于黑果枸杞种子耐盐机制方面的研究多集中在中性盐方面^[19-24], 而关于碱性盐胁迫对黑果枸杞种子萌发影响的研究较少, 尤其

是在综合盐碱胁迫下, 不同种源黑果枸杞种子萌发方面的系统研究还罕见报道^[25]。

对于肇东地区盐碱混合胁迫是生产上存在的主要问题, 中性盐和碱性盐胁迫是 2 种性质完全不同的胁迫, 盐分与碱分之间存在协同促进的效应, 故本研究以甘肃省瓜州县和新疆维吾尔自治区博州市精河县 2 种不同种源的黑果枸杞种子为试验材料, 通过对比试验, 分析不同种源黑果枸杞种子对盐、碱胁迫的适应性, 明确其适宜的萌发条件, 以期为培育和保护抗盐碱植物资源提供基础信息, 为优质品种的选育与合理种植提供一定的科学依据, 为盐碱地带植物种群的重建和植被恢复提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验采用甘肃瓜州县与新疆精河县的种子作为试验材料, 其中甘肃种源种子的含水量为 5.7%, 千粒质量为 0.977 g; 新疆种源种子的含水量为 4.9%, 千粒质量为 0.821 g。

甘肃种源采样地点位于瓜州县的西部(95°40′22.73″E、40°28′3.78″N), 地势多属平原, 海拔 1 100~1 450 m; 年均温 8.8℃, 最高气温 45.1℃, 最低气温 -29.3℃, 该地属温带大陆性气候, 属极端干旱区, 土壤 pH 值在 7.5~8.0 之间, 属轻度碱性土壤。新疆种源样品采样地点为新疆维吾尔自治区博州市精河县北部(82°53′1.02″E、44°36′40.70″N), 属北温带干旱荒漠型大陆性气候, 年日照时数达 2 700 h 左右, 无霜期 170 d, 极端低温为 -34℃, 极端高温为 42℃, 属干旱荒漠化地区, 土壤 pH 值在 7.0~7.5 之间, 属于中性微碱性土壤。种子采集后, 人工去除果肉、自然风干后备用。

1.2 盐碱梯度试验设计

于 2016 年 8 月, 在沈阳农业大学生态实验室, 根据肇东地区的盐分组成特点, 盐胁迫配比按一定比例精确提取 2 种中性盐(NaCl 、 Na_2SO_4)进行混合, 设定为 5 个浓度梯度, 分别

收稿日期: 2018-01-22

基金项目: 沈阳农业大学博士启动项目(编号: 880416062); 辽宁省宜林地营林决策平台构建及示范项目(编号: 201304216)。

作者简介: 陈雅昕(1993—), 女, 山东烟台人, 硕士研究生, 主要从事森林培育研究。E-mail: 1049563183@qq.com。

通信作者: 朱文旭, 博士, 讲师, 主要从事野生植物保护与利用研究。E-mail: zhuwenxu.315@163.com。

为 25、50、100、150、200 mmol/L,各盐溶液 pH 值均为 7.0,CK 处理组,pH 值为 6.8,详细的配比浓度见表 1。

碱胁迫配比:选定 2 种中性盐 NaCl、Na₂SO₄ 和 2 种碱性盐 NaHCO₃、Na₂CO₃,根据预试验测定模拟配比出浓度为 100 mmol/L 的盐碱混合液,将各溶液设为 7.0、8.0、9.0、10.0 4 个 pH 值梯度,配比中用浓度为 1 mmol/L 的 KOH 和 HCl 准确标定。CK 处理的 pH 值为 6.8。pH 值使用台式 pH 计进行精确测定,详细的配比浓度见表 2。

表 1 不同浓度盐胁迫溶液配比

总处理浓度 (mmol/L)	NaCl 浓度 (mmol/L)	Na ₂ SO ₄ 浓度 (mmol/L)
0	0	0
25	12.5	12.5
50	25	25
100	50	50
150	75	75
200	100	100

表 2 不同 pH 值的盐碱胁迫溶液配比

pH 值	NaCl 浓度 (mmol/L)	Na ₂ SO ₄ 浓度 (mmol/L)	NaHCO ₃ 浓度 (mmol/L)	Na ₂ CO ₃ 浓度 (mmol/L)
6.8(CK)	0	0	0	0
7.0	50	50	0	0
8.0	25	50	25	0
9.0	25	25	25	25
10.0	45	5	5	45

1.3 试验方法

1.3.1 种子筛选 种子筛选采用水选法,剔除不饱满的种子以及杂物,使种子均一。将种子浸没于 100 mg/L 的赤霉素(GA₃)溶液中处理 6 h。浸种处理后的种子在超净台中用自来水洗涤 3~5 次,后用双蒸水洗涤 2 次,再用 0.1% HgCl₂ 溶液消毒处理 10~15 min,无菌水洗涤 3~5 次。

1.3.2 萌发试验 将 2 种不同种源黑果枸杞种子放在培养皿内,内铺 1 层滤纸。每个处理重复 3 次,每个重复 15 粒大小均匀、饱满一致的种子,每个培养皿加入 3 mL 处理液,以同样的温度(25 ℃)、光照时间(10 h)、光照度(2 000 lx)进行萌发试验,以肉眼能否看到白色幼根判断种子是否萌发,每 2 d 更换 1 次滤纸,保持滤纸湿润,不积水,也要避免培养皿中种子出现干枯现象,每隔 24 h 观察记录萌发种子数量、芽长、根长等参数,培养 15 d,培养 5 d 时计算 2 个种源黑果枸杞种子的发芽势,在培养 15 d 时计算发芽率、发芽指数、活力指数和相对盐害率。

1.4 数据分析

数据经 Excel 2013 统计计算,采用 SPSS 24.0 进行 *t* 检验分析、单因素方差(one-way ANOVA)分析和主成分分析等。统计计算公式:

发芽势: $F_i = n_i / N \times 100\%$,其中 n_i 为种子发芽达到高峰即发芽数 > 2 粒时的正常发芽种子数, N 为供试种子数;

发芽率: $F = n / N \times 100\%$,其中 n 为正常发芽数, N 为供试种子数;

发芽指数 = $\sum (G_t / D_t)$,其中 G_t 为 t d 后的发芽数, D_t 为相应的发芽时间(d);

活力指数 = $S \times \sum (G_t / D_t)$,其中 S 为幼苗的平均长度;

相对盐害率 $R_d = (CK \text{ 发芽率} - \text{盐溶液处理的发芽率}) / CK \text{ 发芽率} \times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对不同种源黑果枸杞种子萌发的影响

2.1.1 盐胁迫对不同种源黑果枸杞种子发芽率和发芽势的影响 以不同浓度的 NaCl 和 Na₂SO₄ 2 种中性盐溶液处理的甘肃种源与新疆种源黑果枸杞种子的发芽率差异不明显,并

且甘肃种源发芽率均高于新疆种源(图 1)。与对照处理相比较,在 25 mmol/L 盐胁迫下黑果枸杞的发芽率均达到最高值,甘肃种源发芽率为 78.48%,新疆种源发芽率为 76.43%,其他浓度下均低于对照。研究结果表明,发芽率随着盐浓度的升高呈先升高后降低的趋势。

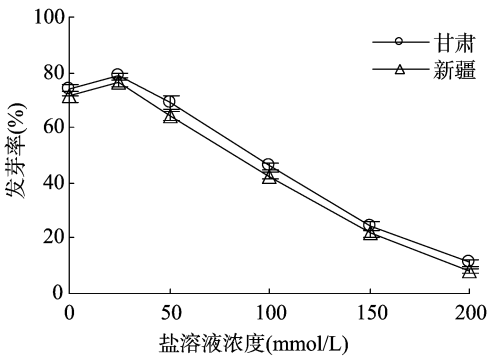


图 1 盐胁迫下不同种源黑果枸杞的发芽率

选在培养 5 d 时统计黑果枸杞种子的发芽势,由图 2 可知,以不同浓度的 NaCl 和 Na₂SO₄ 2 种中性盐溶液处理的甘肃种源黑果枸杞的发芽势均高于新疆种源。在浓度为 50、150 mmol/L 时差异显著,盐浓度为 25 mmol/L,2 种源种子发芽势最高,甘肃种源为 31.22%,新疆种源为 28.94%。随着盐浓度梯度的升高,发芽势逐渐减低。当盐浓度为 100 mmol/L 时 2 个种源发芽势存在极显著差异,其中甘肃种源为 18.21%,新疆种源为 15.24%,极显著低于甘肃种源。当盐浓度为 25、200 mmol/L 时,2 种源发芽势没有显著差异,甘肃种源发芽势均高于新疆种源。

2.1.2 盐胁迫对不同种源黑果枸杞种子发芽指数和活力指数的影响 发芽指数不仅反映种子累计发芽率,同时还可以体现种子萌发速率和发芽整齐程度。发芽指数越高,表明植物种子萌发速度越快,萌发越整齐^[26]。在培养 15 d 时汇总计算种子发芽指数,发现在种子萌发过程中甘肃种源发芽指数均比新疆种源高,其萌发过程中累计发芽数量较多。活力指数是种子的发芽速率与生长量的综合体现,是反映种子活力差异的一个直观指标,活力指数越高表明种子活力越强^[27],各浓度下甘肃种源的种子活力指数均高于新疆种源。

当盐浓度低于 25 mmol/L 时,发芽指数和活力指数均高于对照。由图 3 可知,在 25、100 mmol/L 的盐胁迫下 2 个种源发芽指数存在显著差异,浓度为 25 mmol/L 时,2 个种源的发芽指数达到最高值,甘肃种源为 11.21,新疆种源为 9.02,显著

低于甘肃种源。由图 4 可见,对照处理的甘肃种源种子的活力指数显著高于新疆种源,2 个种源的活力指数存在显著差异,当盐浓度为 25 mmol/L 时,2 个种源的活力指数最高,甘肃种源为 26.94,新疆种源为 22.18。

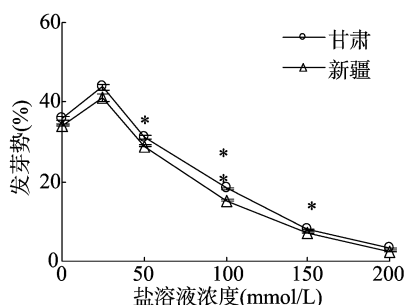


图2 盐胁迫下不同种源黑果枸杞的发芽势
标有*、**分别表示差异显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)。下同

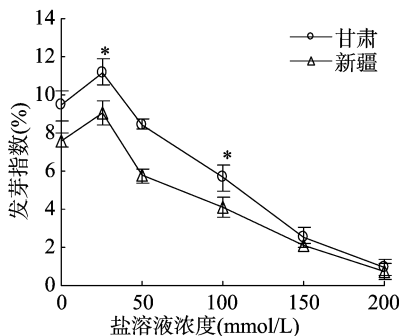


图3 盐胁迫下不同种源黑果枸杞的发芽指数

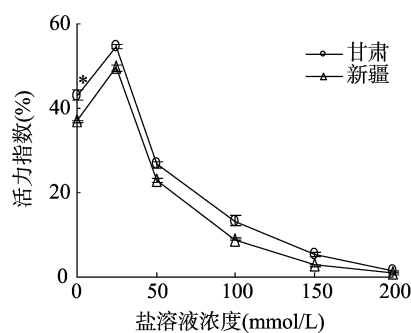


图4 盐胁迫下不同种源黑果枸杞的活力指数

2.1.3 盐胁迫对不同种源黑果枸杞种子盐害率的影响 不同浓度盐溶液处理后种子遭受的盐害率如图 5 所示,可以看出,中性盐处理的黑果枸杞种子,随着盐溶液浓度的增加其盐害率呈弱“V”字形增大,在盐浓度为 200 mmol/L 时甘肃种源相对盐害率高达 82.83%,新疆种源相对盐害率更高,为 86.55%,总体上甘肃种源相对盐害率均低于新疆种源。

2.2 碱胁迫对不同种源黑果枸杞种子萌发的影响

黑果枸杞种子能够在盐碱胁迫下萌发出苗,是植株在盐碱条件下生长的前提^[28]。由于盐碱胁迫主要导致种子吸水膨胀,改变了植物细胞中水和离子的热力学平衡,从而成为降低种子发芽率、限制植物生长的重要环境因素,pH 值越大,这种渗透胁迫就越严重^[29]。

根据 15 d 的记录观察,对在浓度为 100 mmol/L 不同 pH

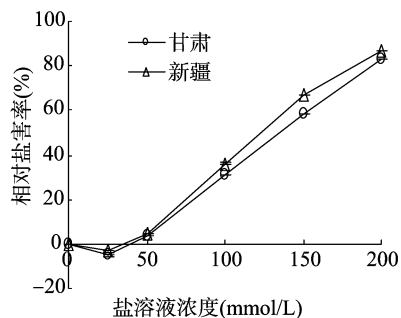


图5 盐胁迫下不同种源黑果枸杞的相对盐害率

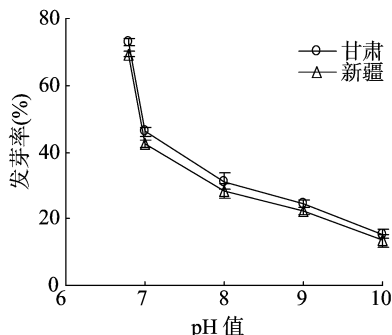


图6 碱胁迫下不同种源黑果枸杞的发芽率

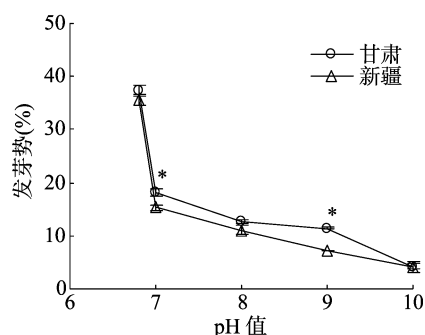


图7 碱胁迫下不同种源黑果枸杞的发芽势

2.3 碱胁迫对不同种源黑果枸杞种子盐害率的影响

不同 pH 值的盐碱溶液处理后种子遭受的盐害率如图 10 所示。CK 处理的相对盐害率均为 0。随着 pH 值的增大,盐害率明显增大。在不同 pH 值的盐碱溶液胁迫下,2 个种源之间表现为无显著差异,当 pH 值为 7.0 时,甘肃种源相对盐害率为 31.18%,新疆种源为 36.18%;在 pH 值为 8.0 时,甘肃种源相对盐害率为 54.54%,新疆种源为 57.57%;当 pH 值为 9.0 时,甘肃种源相对盐害率为 66.31%,新疆种源为 67.65%;当 pH 值为 10.0 时,甘肃种源相对盐害率为 78.79%,新疆种源为 82.73%,新疆种源的相对盐害率均显著高于甘肃种源。

值的碱胁迫下 2 个种源的萌发情况进行了对比分析。结果显示,总体上看,不同种源黑果枸杞的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数随 pH 值增大呈下降趋势。由图 6 可知,不同种源的发芽率无显著差异,当 pH 值为 7.0 时甘肃种源发芽率为 46.17%,新疆种源发芽率为 42.45%;之后随着 pH 值的增大,发芽率下降。在不同 pH 值的碱胁迫下甘肃种源发芽势明显高于新疆种源(图 7)。在不同 pH 值的碱胁迫下 2 个种源发芽指数的变化趋势相同,pH 值为 7.0 时,存在显著差异,甘肃种源的发芽指数为 5.64,新疆种源的发芽指数为 4.12,甘肃种源显著高于新疆种源(图 8)。在不同 pH 值的盐碱胁迫下 2 个种源活力指数的变化趋势相同,在 pH 值为 7.0、8.0 时 2 个种源存在显著差异,甘肃种源活力指数显著高于新疆种源(图 9)。

3 结论与讨论

黑果枸杞是盐生植物,适当的盐浓度可以促其种子萌发。盐胁迫是影响种子萌发和幼苗生长的重要环境因子之一,种子萌发对盐分的响应反映了植物适应逆境的生态机制^[30]。本研究中,中性盐溶液处理浓度在 25 mmol/L 时,2 个种源种子发芽率、发芽势、发芽指数及活力指数均高于对照处理,而相对盐害率低于对照处理,说明在此浓度时黑果枸杞的发芽率和生长量最高,低浓度盐胁迫对黑果枸杞种子萌发具有促进作用。当盐溶液的浓度高于 25 mmol/L 时,种子萌发率、发芽势、发芽指数及活力指数均随盐浓度递增而下降,当盐浓度

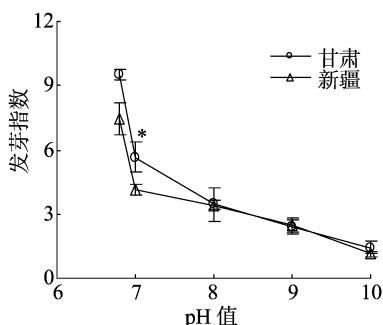


图8 碱胁迫下不同种源黑果枸杞的发芽指数

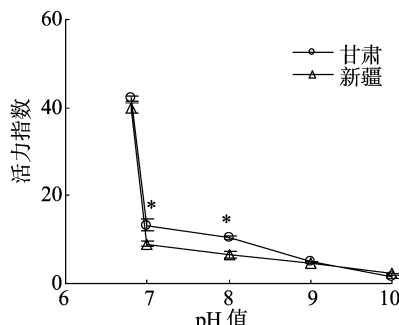


图9 碱胁迫下不同种源黑果枸杞的活力指数

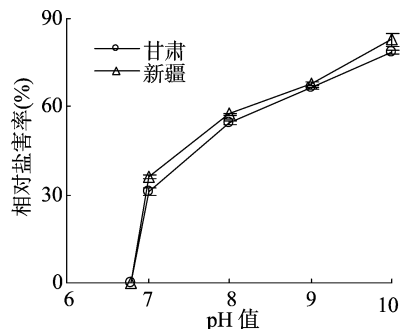


图10 碱胁迫下不同种源黑果枸杞的相对盐害率

达到 200 mmol/L 时种子基本失去萌发性能,根系与芽基本呈黄褐色。此时,新疆种源相对盐害率高达 86.55%,甘肃种源为 82.83%,大部分种子均受到盐害影响无法正常萌发。在不同浓度的盐胁迫下,甘肃种源种子萌发各项参数均高于新疆种源。

在不同 pH 值的碱胁迫下,2 个种源种子萌发参数均随 pH 值增加而降低,并且随萌发时间的延长,迫害程度加剧,pH 值为 7.0 时,与对照相比,处理后各萌发参数明显下降,但在种子的萌发过程中根和芽能够正常生长;当 pH 值大于 8.0 时,各萌发参数的下降趋势较明显,萌发情况及芽生长均受到明显抑制;在 pH 值 9.0~10.0 时,黑果枸杞萌发受到了严重抑制,有萌发迹象但出现严重褐化现象,种子基本不再生长。在不同 pH 值的碱胁迫下,甘肃种源的各项发芽参数均高于新疆种源。

黑果枸杞适宜生长在碱性盐环境中,中性盐和碱性盐的区别在于前者主要是由 Na^+ 引起的,后者除主要由 Na^+ 作用外又增加了高 pH 值的作用,即盐碱胁迫有协同作用。本研究表明,甘肃种源在盐、碱胁迫下的发芽参数均高于新疆种源,相对盐害率低于新疆种源,表明甘肃种源种子具有较强的抗逆与较强的抗盐碱能力。黑果枸杞种子萌发整体表现为在低浓度的盐胁迫有促进作用,高浓度的盐胁迫有抑制作用。在中性盐的胁迫下,黑果枸杞种子都表现为低浓度的盐胁迫下其发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数等指标明显高于对照,相对盐害率低于对照。从而说明黑果枸杞的萌发需要一定的盐胁迫,也从侧面说明了黑果枸杞属于盐生植物的特性,低浓度的盐胁迫可以促进其萌发。这与宋雪梅等对红砂种子萌发对盐胁迫的研究结果^[31],以及王恩军等对中性盐和碱性盐胁迫对黑果枸杞种子萌发及幼苗生长的影响的研究结果^[25]相一致。随着盐浓度的增加,种子发芽率、发芽势、发芽指数与活力指数均有明显的下降趋势,盐浓度越大,下降越明显,这与刘克彪等的研究结果^[22,32]一致。

参考文献:

- [1] Ayarpadikannan S, Chung E S, So H A, et al. Overexpression of SaRBP1 enhances tolerance of *Arabidopsis* to salt stress[J]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 2014, 118(2): 327–338.
- [2] Lee S Y, Seok H Y, Tarte V N, et al. The *Arabidopsis* chloroplast protein S-RBP11 is involved in oxidative and salt stress responses[J]. Plant Cell Reports, 2014, 33(6): 837–847.
- [3] 程 龙, 韩占江, 石新建, 等. 白茎盐生草种子萌发特性及其对盐旱胁迫的响应[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(3): 131–136.

- [4] 蔺吉祥, 高战武, 王 颖, 等. 盐碱胁迫对紫花苜蓿种子发芽的协同影响[J]. 草地学报, 2014, 22(2): 312–318.
- [5] 赵可夫, 张万钧, 范 海, 等. 改良和开发利用盐渍化土壤的生物学措施[J]. 土壤通报, 2001, 32(增刊1): 115–119.
- [6] Zhao K F, Song J, Feng G, et al. Species, types, distribution, and economic potential of halophytes in China[J]. Plant and Soil, 2011, 342(1/2): 495–509.
- [7] 赵爱山. 不同生长调节剂对黑果枸杞扦插苗生长的影响[J]. 农业科技通讯, 2015(9): 156–159.
- [8] 卢文晋, 王占林, 樊光辉. 2014. 黑果枸杞在人工栽培条件下的形态变异[J]. 经济林研究, 32(1): 171–174.
- [9] 耿生莲. 不同土壤水分下黑果枸杞生理特点分析[J]. 西北林学院学报, 2012(1): 6–10.
- [10] 矫晓丽, 迟晓峰, 董 琦, 等. 柴达木野生黑果枸杞营养成分分析[J]. 氨基酸和生物资源, 2011, 33(3): 60–62.
- [11] 谭 亮, 董 琦, 曹静亚, 等. 黑果枸杞中花色苷的提取与结构鉴定[J]. 天然产物研究与开发, 2014(11): 1797–1802, 1760.
- [12] 姜涛涛, 金 玲, 阮陀凌, 等. Box-Behnken 响应面法优化水浴恒温浸提法提取黑果枸杞色素工艺研究[J]. 亚太传统医药, 2016(3): 31–36.
- [13] 陈海魁, 蒲凌奎, 曹君迈, 等. 黑果枸杞的研究现状及其开发利用[J]. 黑龙江农业科学, 2008(5): 155–157.
- [14] 马 玲, 孔星芸, 刘 红. 原子吸收光谱法测定黑果枸杞中十三种微量元素[J]. 中国卫生检验杂志, 2002, 12(1): 52–53.
- [15] 王航宇, 邓峰美, 刘金荣, 等. 黑枸杞无机元素分析[J]. 中药材, 2002, 25(4): 267.
- [16] 唐 琼, 德永军, 张斌武, 等. 不同种源黑果枸杞种子萌发特性研究[J]. 林业科技通讯, 2016(12): 3–7.
- [17] 郭有燕, 刘宏军, 孔东升, 等. 干旱胁迫对黑果枸杞幼苗光合特性的影响[J]. 西北植物学报, 2016, 36(1): 124–130.
- [18] 李永洁, 李 进, 徐 萍, 等. 黑果枸杞幼苗对干旱胁迫的生理响应[J]. 干旱区研究, 2014, 31(4): 756–762.
- [19] 姜 霞, 任红旭, 马占青, 等. 黑果枸杞耐盐机理的相关研究[J]. 北方园艺, 2012(10): 19–23.
- [20] 张 毅, 石 玉, 胡晓辉, 等. 外源 Spd 对盐碱胁迫下番茄幼苗氮代谢及主要矿质元素含量的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(5): 1401–1408.
- [21] 马彦军, 张莹花, 张荣梅, 等. 不同种源黑果枸杞抗盐性比较[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(6): 83–88.
- [22] 刘克彪, 张元恺, 李发明. 黑果枸杞种子萌发对水分和钠盐胁迫的响应[J]. 经济林研究, 2014, 32(4): 45–51.
- [23] 王桔红, 陈 文. 黑果枸杞种子萌发及幼苗生长对盐胁迫的响应[J]. 生态学杂志, 2012, 31(4): 804–810.

刘清泉,原海燕,张永侠,等. 不同土壤改良措施对高盐土壤条件下马蔺幼苗生长和抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(6):100–105.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2019.06.022

不同土壤改良措施对高盐土壤条件下马蔺幼苗生长和抗氧化酶活性的影响

刘清泉¹, 原海燕¹, 张永侠¹, 缪 森¹, 唐 君², 黄苏珍¹

(1. 江苏省中国科学院植物研究所, 江苏南京 210014; 2. 江苏省农业科学院, 江苏南京 210014)

摘要:采用盆栽方式分析土壤改良措施对高盐土壤条件下马蔺幼苗生长及抗氧化酶活性的影响。试验共设计 6 组改良措施,即分别向滩涂高盐土中添加不同量(1/12、1/6、1/4)园土和草炭。结果显示,在不同含盐量土壤上生长 30 d 后,与园土对照相比,在 0.50% 盐土条件下,马蔺幼苗存活率和根系鲜质量均无明显变化,在 0.75% 和 1.00% 盐土条件下马蔺根系生长显著受到抑制,植株存活率显著下降,地上部和根系鲜质量均显著减少。在 1% 盐土中添加 1/6 园土能显著提高马蔺幼苗地上部鲜质量及根系 CAT 活性,添加 1/12 园土能显著提高地上部 POD 活性,但对可溶性蛋白含量没有显著影响;添加草炭能明显提高马蔺幼苗的存活率、地上部鲜质量和可溶性蛋白含量,但对 POD 和 CAT 活性没有显著影响。由结果可知,在 1% 高盐土中,添加 1/6 园土能显著促进马蔺地上部生长,提高抗氧化酶活性;添加 1/12 草炭可有效促进马蔺幼苗地上部和根系的生长。

关键词:盐土;马蔺;土壤改良;幼苗生长;抗氧化酶

中图分类号: S682.1⁺90.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2019)06–0100–06

土壤盐碱化已成为全球性的生态环境问题之一,盐胁迫是影响全球作物产量的主要非生物胁迫之一,严重制约着农业的可持续发展^[1–2]。据统计,全世界盐渍化土地约为 9.5 亿 hm^2 , 占全球陆地面积的 10%, 土壤次生盐渍化面积也在不断增加^[3–4]。据全国第二次土壤普查资料统计,我国盐渍土面积约为 9 913 万 hm^2 , 主要分布于西北、华北、东北及沿海地区,从热带到寒温带、滨海到内陆、湿润地区到极端干旱的荒漠地区^[5–6]。盐碱地是我国重要的农业储备资源,其治理和利用对解决我国耕地紧缺、保障国家粮食安全与农产品有效供给具有重要的意义。因此,盐碱地高效、快速的修复与改良

成为亟待解决的重大课题。目前,盐碱地的修复改良主要有物理、化学、生物、工程改良等 4 种方法^[7]。利用耐盐植物对盐碱地进行修复改良是目前最有效且绿色无污染的方法之一,植物的大量种植对盐碱地土壤水盐平衡、盐分聚集及耗水量都具有一定的影响,植物种植面积越大,盐碱地土壤水分蒸发速率越高,可溶性盐分就越低,进而改善盐碱土壤的质量^[7]。

盐碱地中过高浓度的盐离子会抑制植物正常的生长发育和生理代谢,对植物造成不同程度的伤害,例如细胞膜结构损伤、活性氧代谢失调、光合效率下降等;严重时,植物会出现盐斑、萎蔫等症状,甚至死亡^[8–9]。这样,植物修复盐碱地的效率必然会受到不同程度的影响。因此,提高植物修复盐碱地的效率势在必行,通过土壤改良及外源物的添加等技术适当调控植物的生长发育,将有利于耐盐植物更好、更快地进行盐碱地的修复改良。农艺措施可显著提高植物修复盐碱土的能力,例如通过合理的耕作,及时进行松土,可减少土壤水分的蒸发,改善土壤的通气性,防止土壤板结,抑制再返盐^[10]。铺沙可以有效增加土壤含水量,降低土壤电导率,起到脱盐和压

收稿日期:2017–10–26

基金项目:国家自然科学基金(编号:31501796、31572196);江苏省自然科学基金(编号:BK20150550);国家海洋公益性行业科研专项(编号:201505023–4)。

作者简介:刘清泉(1988—),男,河南平舆人,博士,助理研究员,主要从事植物抗逆生物学研究。E-mail:liuqingquan@cnbg.net。

通信作者:黄苏珍,博士,研究员,主要从事观赏植物种质资源抗逆性评价研究。E-mail:hsz1959@163.com。

[24] 韩多红,李善家,王恩军,等. 外源钙对盐胁迫下黑果枸杞种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 中国中药杂志,2014,39(1):34–39.

[25] 王恩军,李善家,韩多红,等. 中性盐和碱性盐胁迫对黑果枸杞种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 干旱地区农业研究,2014(6):64–69.

[26] 申忠宝,潘多锋,王建丽,等. 混合盐碱胁迫对 5 种禾草种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 草地学报,2012,20(5):914–920.

[27] 卢素锦,周青平,颜红波. Na_2CO_3 胁迫对同德小花碱茅幼苗生长的影响[J]. 草原与草坪,2009(3):16–19.

[28] 杨 科,张保军,胡银岗,等. 混合盐碱胁迫对燕麦种子萌发及

幼苗生理生化特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(3):188–192.

[29] 苏 实,练薇薇,杨文杰,等. 盐胁迫对番茄种子萌发和幼苗生长的效应[J]. 华北农学报,2006,21(5):24–27.

[30] 韩多红,晋 玲,张 勇. NaCl 胁迫对膜荚黄芪种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 中草药,2012,43(10):2045–2049.

[31] 宋雪梅,杨九艳,吕美婷,等. 红砂种子萌发对盐胁迫及适度干旱的响应[J]. 中国沙漠,2012,32(6):1674–1680.

[32] 陈海魁,赵文红. 不同浓度 NaCl 胁迫对黑果枸杞种子萌发的影响[J]. 农业科学与技术,2010,11(4):37–38.