

外源 SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗 地上部生长及生理特性的影响

曹艳玲, 卢艳如, 刘海燕, 刘凤兰

(山西师范大学 生命科学院, 山西 临汾 041000)

摘要:以小油菜“五月慢”幼苗为试材,研究了不同浓度外源 SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗株高、叶面积、地上部干质量、过氧化物酶(POD)活性和超氧化物歧化酶(SOD)活性等指标的影响,探究外源水杨酸(SA)浸种对盐胁迫下小油菜幼苗地上部分生长及生理特性的影响。结果表明:在相同盐胁迫条件下,不同浓度外源 SA 浸种各指标均表现出低浓度促进、高浓度抑制现象,其中以 $1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 浸种缓解盐胁迫效果最佳。在同一浸种浓度下,随着盐浓度的增加,株高、叶面积、地上部干质量均呈减少趋势。POD、SOD 活性则在 $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐胁迫下显著升高,随后降低。说明一定浓度 SA 浸种可以缓解盐胁迫对小油菜幼苗地上部分生长及生理特性的影响。

关键词:水杨酸(SA);盐胁迫;小油菜;生长特性;生理特性

中图分类号:S 634.301 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)21-0001-06

盐胁迫(salt stress)又称土壤盐渍化,土壤盐渍化是现代农业生产所面临的主要问题之一,也是世界资源问题和生态环境问题。土壤盐渍化对地区农业和生态环境造成很大影响。我国盐渍土的分布范围广,种类多,总面积达 1 亿 hm^2 ^[1]。面对日益短缺的土地资源,研究盐胁迫下作物的生长具有重要的理论意义和实践意义。

水杨酸(salicylic acid, SA)是一种植物体内产生的简单酚类化合物,广泛存在于高等植物中,在植物生理方面发挥着重要作用^[2]。研究表明,水杨酸在植物的抗盐、抗旱、抗病和抗冷抗热等方

面^[3-4]以及种子萌发^[5]、幼苗生长^[6]、果实品质^[7]、果蔬产品贮藏保鲜^[8-9]等方面具有重要意义。近年来,对水杨酸功能的研究已经成为生物学及农学发展最迅速最重要的研究领域之一,且研究方法及其研究方向也不尽相同,因此研究特定条件下某种特定植物的最佳水杨酸使用浓度对农业生产是十分重要的。

小油菜(*Brassica chinensis* L.)属十字花科芸薹属芸薹种白菜亚种以叶片为产品的普通白菜的一个变种,富含营养,具有多种功效,是我国人民所喜爱的主要蔬菜之一。关于小油菜的研究已有大量报道,杨洪^[10]与申琳等^[11]分别研究了生物有机肥与采后 Ca^{2+} 处理对小油菜生长与衰老的影响;朱宝文等^[12]研究了气候变化对小油菜生长发育及产量的影响;刘安辉等^[13]研究了氮肥对镉污染土壤上小油菜生长特性的影响。目前尚鲜见有关外源 SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗生长及生理特性影响的报道。该研究以小油菜幼苗为试验材料,探究了不同浓度水杨酸浸种对盐胁迫下小油菜幼苗生长及生理特性的影响,为特定条

第一作者简介:曹艳玲(1970-),女,本科,实验师,现主要从事生物学实验教学等研究工作。E-mail: cyl1090@163.com.

责任作者:刘凤兰(1964-),女,硕士,教授,现主要从事植物生理生态等研究工作。E-mail: fliliu0514@126.com.

基金项目:2015 年校级大学生创新创业训练资助项目(SD2015CXXM-52);国家自然科学基金资助项目(31272258)。

收稿日期:2017-07-14

件下小油菜的生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为“五月慢”小油菜种子。

1.2 试验方法

试验于2015年5—7月在山西师范大学实验室内进行。试验选取大小均一、颗粒饱满、色泽一致的“五月慢”小油菜种子,并用0.1%高锰酸钾溶液浸泡消毒10 min,再用去离子水反复冲洗,直到残留的 KMnO_4 被冲洗干净,阴干,将种子平均分成相等的7份,分别用浓度为0(作为对照)、0.25、0.50、1.00、2.00、4.00、8.00 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的水杨酸溶液浸种10 h,依次记为SA0、SA0.25、SA0.50、SA1.00、SA2.00、SA4.00、SA8.00。在72孔穴盘中装入洗净的河沙,将浸种完成的种子均匀播种到穴盘中,每穴3粒,覆土。此后每天用1/2 Hoagland 营养液浇灌培养。

待幼苗长出2片真叶时,将NaCl按一定比例溶入1/2 Hoagland 营养液,配制成浓度分别为50、100、150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的NaCl溶液模拟盐胁迫,以不加NaCl的1/2 Hoagland 营养液作为对照(CK)。每天用等量不同浓度盐培养液对穴盘中各处理下的幼苗进行胁迫培养。待幼苗长至四叶一心时,从茎基部将小油菜幼苗的地上部和地下部分开,并测定幼苗地上部各形态指标和生理指标。

1.3 项目测定

每个处理挑选大小一致、长势均匀、无病虫害的植株若干,取其地上部,用蒸馏水洗净并用滤纸将表面擦干,做好标记,放入培养皿中待测。对每个处理下的各个指标做6次重复试验,取平均值作为最终结果。

1.3.1 幼苗生长指标的测定

用直接测量法测定株高;用扫描法测定叶面积;105 $^{\circ}\text{C}$ 杀青15 min,80 $^{\circ}\text{C}$ 烘干至恒重后用称重法测定地上部干质量^[1]。

1.3.2 幼苗生理指标的测定

超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定采用氮蓝四唑(NBT)法^[14]。过氧化物酶(POD)活性的测

定采用愈创木酚法^[14]。

1.4 数据分析

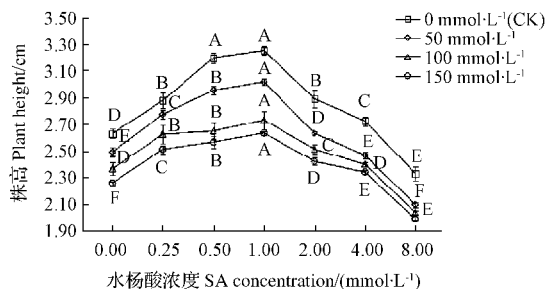
试验数据采用Excel软件进行整理,使用SAS软件进行方差分析,多重比较采用LSD法,结果用平均值±标准误差表示^[6]。

2 结果与分析

2.1 SA浸种对盐胁迫下小油菜幼苗生长特性的影响

2.1.1 SA浸种对盐胁迫下小油菜幼苗株高的影响

株高即植株基部到主茎生长点之间的距离,是反映植物受盐害程度的一个常用生长指标^[15]。由图1可知,相同浸种条件下,随着盐胁迫浓度的增加,小油菜幼苗的株高呈下降趋势,且各处理间差异极显著($P < 0.01$)。在去离子水浸种的条件下,随着NaCl浓度的上升,小油菜幼苗的株高分别降低5.32%、10.37%、11.07%。水杨酸浸种对幼苗株高有一定的影响,其中无胁迫条件下,0.25、0.50、1.00、2.00、4.00 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的SA浸种分别使幼苗株高增高9.13%、21.67%、23.57%、9.89%、3.42%,有极显著的统计学意义($P < 0.01$),增幅呈现先增加后减少的趋势。然而,8.00 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的SA浸种可以抑制植株长高,使小油菜幼苗株高降低11.41%,且差异极显



注:不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$),下同。

Note: Different capital letters mean significant difference at 0.01 level, the same below.

图1 SA浸种对盐胁迫下小油菜幼苗株高的影响

Fig. 1 Effect of soaking seeds with SA on plant height of *Brassica chinensis* L. seedling under salt stress

著($P<0.01$)。该结果表明,低浓度 SA 明显促进株高,高浓度 SA 明显抑制株高。其中以 $1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ SA 浸种的促进作用最为显著,为浸种最适浓度。在最适浸种浓度下,与对照相比,不同盐胁迫程度下株高均呈现增高趋势,0、50、100、150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐浓度下植株分别增高了 23.57%、22.29%、15.68%、16.37%,与对照差异显著($P<0.01$)。

2.1.2 SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗叶面积的影响

叶面积的大小直接反映了农作物产量的高低,通过测量叶面积的大小可以间接衡量不同处理下小油菜幼苗的生长状况。

由图 2 可知,相同浸种条件下,随着盐胁迫浓度的增加,小油菜幼苗的叶面积呈现出下降趋势,且各处理间差异极显著($P<0.01$)。与对照相比,用去离子水浸种时,50、100、150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐浓度胁迫下幼苗叶面积分别降低了 4.35%、8.45%、28.50%,降低幅度逐渐增大。无胁迫时,与 SA0 相比,用浓度为 0.25~1.00 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 能显著增加小油菜幼苗的叶面积。其中 SA0.50 与 SA1.00 能使幼苗叶面积增加 24.15%、35.36%,与对照相比差异极显著($P<0.01$)。用浓度为 2.00~8.00 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 浸种能不同程度降低小油菜幼苗的叶面积。其中 SA2.00 使幼苗叶面积降低,但差异不明显,仅降低了 0.48%;SA4.00 和 SA8.00 能使幼苗叶面积降低,与对照相比差异极显著($P<0.01$),与对

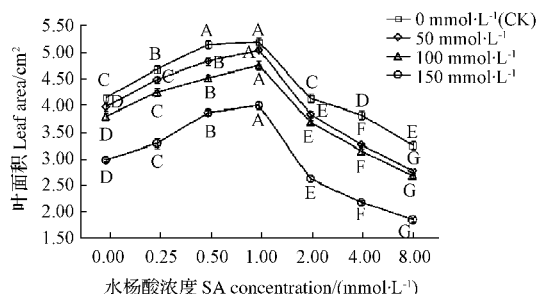


图 2 水杨酸浸种对盐胁迫下小油菜幼苗叶面积的影响

Fig. 2 Effect of soaking seeds with SA on leaf area of *Brassica chinensis* L. seedling under salt stress

照相比,分别降低了 7.97%、21.74%。该结果表明,低浓度 SA 浸种可以增大小油菜幼苗叶面积,高浓度 SA 浸种则可以降低小油菜幼苗叶面积。试验表明,1.00 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 浸种对幼苗叶面积增加产生最佳效果,在该浸种浓度下,0、50、100、150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐浓度下幼苗叶面积分别增加了 25.36%、27.27%、25.07%、34.80%,增高效果有显著的统计学意义($P<0.01$)。

2.1.3 SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗地上部干质量的影响

地上部干质量反映了光合作用下有机物的净积累量,是研究植物生长状况及营养状况的一项重要指标。

由图 3 可以看出,同浓度 SA 浸种条件下,小油菜幼苗地上部干质量随着盐浓度的增加而下降,且各处理间差异显著($P<0.01$),在去离子水浸种条件下,50、100、150 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐浓度胁迫下与对照相比,幼苗地上部干质量分别减少了 16.41%、21.46%、27.78%。减少幅度呈递增趋势。无胁迫时,与 SA0 相比,用浓度为 0.25~2.00 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 浸种能增加小油菜幼苗地上部干质量,且增加效果有极显著的统计学意义($P<0.01$),与对照相比分别增加了 22.64%、53.24%、57.40%、14.15%,促进效果呈先增加后减少趋势。当浸种浓度为 4.00 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 8.00 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,幼苗地上部干质量受到抑制,分别减少了 3.04%、17.58%。其中 SA4.00 抑制作用无显著的统计学意义($P>0.01$),

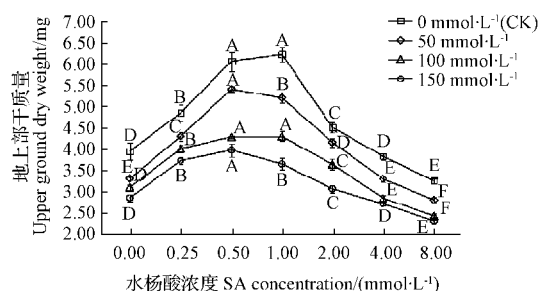


图 3 SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗地上部干质量的影响

Fig. 3 Effect of soaking seeds with SA on dry weight of upper ground of *Brassica chinensis* L. seedling under salt stress

SA8.00抑制作用有显著的统计学意义($P < 0.01$)。该结果表明,随着外源 SA 浸种浓度的增加,小油菜幼苗地上部干质量呈先增加后减少趋势,表现出低浓度促进生长、高浓度抑制生长的双重作用。不同程度盐胁迫时,以 $0.50 \sim 1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 浸种效果最佳。

2.2 SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗生理特性的影响

2.2.1 SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗地上部 POD 活性的影响

过氧化物酶(POD)通过清除植物体内的自由基保护膜结构,对提高植物的耐盐性有一定的作用^[16]。

由图 4 可以看出,去离子水浸种条件下,与无胁迫相比, $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 胁迫使 POD 活性增加 14.46% , $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 胁迫使 POD 活性分别降低 18.74% 、 30.64% ,降低效果有显著的统计学意义($P < 0.01$),可能是胁迫强度过大,破坏了小油菜幼苗自身的酶系统所致。同一盐胁迫条件下,不同浓度外源 SA 浸种使地上部 POD 活性呈先增加后减少趋势,即表现为低浓度 SA 促进地上部分 POD 活性增加,高浓度 SA 抑制地上部分 POD 活性增加。低浓度 SA 浸种(SA0.25、SA0.50、SA1.00、SA2.00)可显著提高盐胁迫下小油菜幼苗 POD 活性,且最适浸种浓度为 $0.50 \sim 1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。其中 $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 胁迫下,以上 4 个 SA 浓度浸种时 POD 活

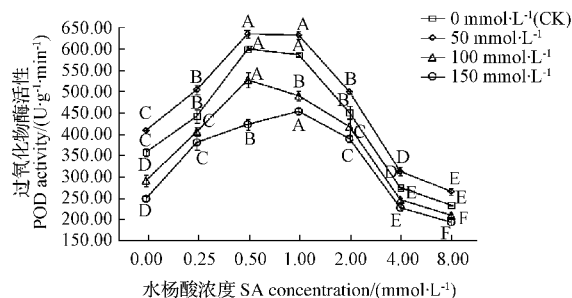


图 4 SA 浸种对小油菜幼苗地上部 POD 活性的影响

Fig. 4 Effect of soaking seeds with SA on activity of POD of upper ground of *Brassica chinensis* L. seedling under salt stress

性分别提高了 23.42% 、 55.51% 、 54.92% 、 22.15% 。然而高浓度 SA 浸种(SA4.00、SA8.00)可显著降低盐胁迫下小油菜幼苗 POD 活性,较 $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 胁迫分别降低了 23.73% 、 35.17% ,这与 SA 自身的性质有关。该结果也表明一定浓度的外源 SA 可以提高 POD 活性,从而减轻幼苗生理干旱程度,以适应环境。

2.2.2 SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗地上部 SOD 活性的影响

超氧化物歧化酶(SOD)是植物体预防膜脂过氧化和清除自由基的主要保护性酶,可以修复逆境胁迫下的受损植物细胞^[16]。

图 5 表明,用去离子水浸种时,地上部 SOD 活性随盐浓度的增加呈先增加后减少的趋势,这与 POD 活性的变化趋势相一致。与无盐胁迫相比, $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐胁迫使小油菜幼苗 SOD 活性增加 4.27% ,而 $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐胁迫使 POD 活性分别降低 4.25% 、 5.27% 。SA 浸种对盐胁迫下小油菜幼苗 SOD 活性影响存在显著的统计学意义($P < 0.01$),无胁迫时, $0.25 \sim 2.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 浸种能使小油菜幼苗 SOD 活性显著增加,4 个浓度下分别增加了 21.68% 、 48.96% 、 35.17% 、 10.31% ,有极显著的统计学意义($P < 0.01$),且增加幅度表现出先增后减的趋势。SA 浓度过高时,则表现为抑制作用,显著降低了 SOD 活性。 $4.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $8.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ SA 浸种条件下,SOD 活性分别降低了 13.51% 和 26.48% ,

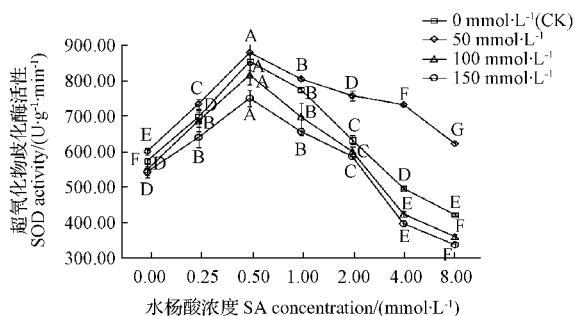


图 5 SA 浸种对小油菜幼苗地上部 SOD 活性的影响

Fig. 5 Effect of soaking seeds with SA on activity of SOD of upper ground of *Brassica chinensis* L. seedling under salt stress

有极显著的统计学意义($P < 0.01$)。可以发现,缓减盐胁迫的最适浸种 SA 浓度为 $0.50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

3 结论与讨论

株高、叶面积是最能反映植物地上部分生长状况的形态指标。该研究结果表明,在不同程度盐胁迫条件下,小油菜幼苗的这 2 项指标均下降,且胁迫程度越大,下降越明显。而外源 SA 浸种可以缓解这种趋势。该研究表明, $0.25 \sim 2.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 浸种能显著促进小油菜幼苗地上部分的生长,其中以浓度为 $1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA 浸种可取得最佳效果。这与王玉萍等^[2]以及刘凤兰等^[6]在花椰菜、西葫芦的研究结果大致相同。

植株地上部分干质量能间接反映植物的光合作用量。该研究表明,随着盐胁迫浓度的增加地上部干质量逐渐减小。这可能是由于生理干旱条件下,植物叶片为减少植物体内水分散失,气孔减小,导致二氧化碳固定量减少,有机物净积累量减少造成的。随外源 SA 浸种浓度的增加,小油菜地上部干质量呈先增加后减少趋势,这表明一定浓度 SA 浸种可以缓减小油菜幼苗的盐胁迫程度,且与对株高、叶面积的作用效果相同。

过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)可以通过清除植物体内产生的自由基来有效抑制逆境条件下由于外界环境胁迫氧化对自身防御系统造成的损伤,是植物体内的保护性酶^[6]。SA 浸种可能在胁迫过程中参与了抗氧化保护酶系统的生理响应过程^[17]。该研究结果表明,低盐($50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)胁迫下,植物体内 POD、SOD 活性增加,而高盐(100 、 $150 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)胁迫下,POD、SOD 活性降低且低于对照,可能是由于高盐胁迫使植物细胞正常代谢过程紊乱造成的。这与王玉萍等^[2]对花椰菜的研究结果基本一致,而与周静等^[18]对辣椒及徐晨等^[19]对水稻的研究结果有较大差异。这可能与不同植物有不同程度的耐盐性有关,也与试验时外界环境的差异有关。研究结果还可表明,不同浓度盐胁迫下,促进 POD 活性与 SOD 活性的最适 SA 浓度略有差异,但基本以 $1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 为最适浓度。

综上所述,一定浓度外源 SA 浸种可以有效促进一定浓度盐胁迫下小油菜幼苗生长并缓解其生理效应,且以 $1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 浸种效果最佳。

参考文献

- [1] 黄玉梅,张杨雪,刘庆林,等.水杨酸对盐胁迫下百日草种子萌发及幼苗生理特性的影响[J].草业学报,2015,24(7):97-105.
- [2] 王玉萍,董雯,张鑫,等.水杨酸对盐胁迫下花椰菜种子的萌发及幼苗生理特性的影响[J].草业学报,2012,21(1):213-219.
- [3] 赵维峰,杨玉芝,杨文秀,等.水杨酸与植物的抗性[J].上海农业学报,2007(2):108-113.
- [4] 王林华,梁书荣,吕淑敏,等.外源水杨酸与植物非生物胁迫抗性的关系及其作用机制[J].河南农业科学,2010(8):160-164.
- [5] 朱伟,袁超,马宗斌,等.水杨酸对盐胁迫下棉花种子萌发和幼苗生长的影响[J].江西农业学报,2009,21(10):17-19.
- [6] 刘凤兰,杜新民,吴忠红,等.水杨酸浸种对西葫芦幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J].北方园艺,2013(13):1-5.
- [7] 刘玲,李疆,覃伟铭.水杨酸对库尔勒香梨 POD、PPO、PAL 活性及其对果实品质的影响[J].新疆农业科学,2005(2):98-101.
- [8] 胡会刚,莫亿伟,谢江辉,等.水杨酸提高香蕉采后果实抗氧化能力和保鲜效果研究[J].食品科学,2009(2):254-259.
- [9] 马龙传,张红印,姜松,等.水杨酸用于水果采后贮藏保鲜的研究进展[J].食品研究与开发,2009(7):141-143,165.
- [10] 杨洪.生物有机肥在小油菜上的肥效试验报告[J].中国农业信息,2015(19):66.
- [11] 申琳,丁洋,李松泉,等.采后 Ca^{2+} 处理对小油菜衰老进程的影响[J].食品工程科技,2008(4):248-250.
- [12] 朱宝文,许存平,宋理明.气候变化对小油菜生长发育及产量的影响[J].气象科技,2008(2):206-209.
- [13] 刘安辉,赵鲁,李旭军,等.氮肥对镉污染土壤上小油菜生长及镉吸收特征的影响[J].中国土壤与肥料,2014(2):77-81.
- [14] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,1992:88-154.
- [15] 杨升,刘涛,张华新,等.盐胁迫下沙枣幼苗的生长表现和生理特性[J].福建林学院学报,2014(1):64-70.
- [16] 刘大林,张华,曹喜春,等.硅对盐胁迫下不同狼尾草属牧草生理代谢的影响[J].草地学报,2013(6):1119-1123.
- [17] 刘杰,杨絮茹,周蕴薇.水杨酸浸种处理对黑麦草种子萌发及幼苗抗旱性的影响[J].草业科学,2011(4):582-585.
- [18] 周静,徐强,张婷. NaCl 胁迫对不同品种辣椒幼苗生理生化特性的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2015(2):120-125.
- [19] 徐晨,凌风楼,徐克章,等.盐胁迫对不同水稻品种光合特性和生理生化特性的影响[J].中国水稻科学,2013(3):280-286.

Effect of Soaking Seeds With Salicylic Acid on Aerial Growth and Physiological Characteristics of *Brassica chinensis* L. Seedling Under Salt Stress

CAO Yanling, LU Yanru, LIU Haiyan, LIU Fenglan

(College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041000)

Abstract: 'Wu Yueman' *Brassica chinensis* L. seedling was used as test material, to explore seedlings height, leaf area, aerial dry weight, POD activity and SOD activity under different salt stress concentration and SA soaking, in order to study the effect of soaking seeds with salicylic acid on aerial growth and physiological characteristics of *Brassica chinensis* L. seedling under salt stress. The results showed that, under the same salt stress and different concentration of SA, all items showed low improve and high prohibit. The best soaking concentration was $1.00 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Under the same SA soaking concentration, seedlings height, leaf area and aerial dry weight decreased with salt stress rising. However, the activities of POD and SOD rised under $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ salt stress and then decreased. This experiment showed that some concentration of SA soaking could prevent the aerial growth and physiological from salt stress.

Keywords: salicylic acid (SA); salt stress; *Brassica chinensis* L.; growth characteristics; physiological characteristics

欢迎订阅 2018 年《北方园艺》

主管:黑龙江省农业科学院
刊号:CN 23-1247/S

主办:黑龙江省农业科学院、黑龙江省园艺学会
邮发代号:14-150

半月刊 每月 15、30 日出版 单价:15.00 元 全年:360.00 元

投稿网址:www.haasep.cn

全国各地邮局均可订阅,或直接向编辑部汇款订阅。

自 2017 年 13 期起,《北方园艺》栏目改版,设有研究论文、研究简报、设施园艺、园林花卉、资源环境生态、贮藏加工检测、中草药、食用菌、专题综述、产业论坛、不定期刊登栏目(农业经纬、农业经济、农业信息技术)、实用技术、新品种(彩版);刊载文章力求体现科研—生产—技术服务的全产业链,汇聚园艺行业最新科研成果,跟踪园艺学科最新研究热点,期待广大作者、读者、编委一如既往的支持我们。

中文核心期刊(1992—2014)

美国化学文摘社(CAS)收录期刊

中国农业核心期刊

2015、2016 年期刊数字影响力 100 强

地址:黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部
邮编:150086 电话:0451-86674276 信箱:bfiybjb@163.com

