

水杨酸浸种对西葫芦幼苗生长及抗氧化酶活性的影响

刘凤兰, 杜新民, 吴忠红, 张永清

(山西师范大学 生命科学院, 山西 临汾 041004)

摘要:以“翠玉特早王”西葫芦幼苗为试材,研究了不同浓度水杨酸(SA)浸种对西葫芦幼苗生长及抗氧化酶活性的影响。结果表明:与清水浸种相比,0.25~1.00 mmol/L 的 SA 浸种能不同程度地增加西葫芦幼苗的株高、叶面积、地上部分鲜重、总根数、总根长、根系鲜重及根冠比,而 4.00 mmol/L 的 SA 浸种时各项指标均降低;0.50~2.00 mmol/L SA 浸种能使西葫芦幼苗的叶绿素含量及根系活力明显增加,而 4.00 mmol/L SA 浸种时则明显降低;0.25~1.00 和 0.25~2.00 mmol/L SA 浸种能不同程度地增加西葫芦幼苗地下和地上部分的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)的活性,4.00 mmol/L SA 浸种时则降低 3 种酶的活性;低浓度 SA 浸种能促进西葫芦幼苗生长,并能提高其抗氧化酶活性;高浓度 SA 浸种对西葫芦幼苗生长及抗氧化酶活性均具有抑制作用,0.50~1.00 mmol/L 的 SA 浸种效果最好。

关键词:水杨酸(SA);浸种;西葫芦;生长;抗氧化酶

中图分类号:S 642.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)13-0001-05

水杨酸(Salicylic acid, SA)即邻羟基苯甲酸,是一种广泛存在于植物体内的肉桂酸的衍生物,也是一种植物的内源信号分子,它不仅可以诱导植物体内病程相关蛋白基因表达而产生抗病性,而且能够提高植物抗盐性、抗旱性及抗热性等。近年来,关于外源 SA 通过调节植物多种生理代谢从而提高抗逆性的研究已经取得了一定的进展^[1-6],但因研究植物不同、施用方法不同,外源 SA 的施用浓度也各不相同,因此,针对一种特定植物,研究特定的 SA 的最佳使用浓度就显得非常重要。

西葫芦(*Cucurbita pepo* L.)属葫芦科南瓜属 1a 生草本植物,又名美洲南瓜。目前对西葫芦的研究主要集中在栽培技术上,也有一些学者分别研究了外源 Ca^{2+} ^[7-8]、外源 AgNO_3 ^[9]、外源 ALA^[10]、外源 镧^[11]、壳聚糖^[12]等对西葫芦幼苗生长的影响,但外源 SA 对西葫芦幼苗生长及抗氧化酶活性的研究还鲜见报道。因此,该试验以西葫芦幼苗为试材,研究了不同浓度外源 SA 浸种对西葫芦幼苗生长及抗氧化酶活性的影响,旨在为西葫芦生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为“翠玉特早王”西葫芦幼苗。

第一作者简介:刘凤兰(1964-),女,山西襄汾人,硕士,教授,现主要从事农业生态与植物生理学方面的研究工作。E-mail: flliu0514@126.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30871483/C1303)。

收稿日期:2013-03-07

1.2 试验方法

试验在山西师范大学校内实习基地进行。试验设 SA 0.25、0.50、1.00、2.00、4.00 mmol/L 5 个浸种浓度,记为 SA0.25、SA0.50、SA1.00、SA2.00、SA4.00 处理。以去离子水浸种为对照(SA0)。选取健壮饱满、大小一致的种子经 0.1% HgCl_2 消毒 15 min,用去离子水冲洗若干次阴干,再用不同浓度处理液浸种 24 h 后,均匀地摆放在铺有滤纸的培养皿中,置于(25±2)℃光照培养箱中培养,每天用去离子水浇灌,5 d 后选择生长势一致的健壮幼苗,用脱脂棉固定在事先打有定植孔的泡沫塑料板上,移入水培盘中培养,每盘 24 株,定时通气,每处理重复 6 次,3 d 更换 1 次营养液,当幼苗长至 3 叶 1 心时,每处理随机取出幼苗 30 株,从茎基部把其分为地上部和地下部,分别测定其形态和生理指标及抗氧化酶活性。

1.3 项目测定

西葫芦幼苗株高用直接测量法;叶面积用扫描法测定;地上和地下部分鲜重用称重法测定;总根数与总根长的测定采用水盘网格法;叶绿素的测定采用乙醇-丙酮浸提法^[13];根系活力的测定采用 TTC 法^[14];SOD 活性的测定采用氮蓝四唑(NBT)法^[14];POD 活性的测定采用愈创木酚法^[14];CAT 活性的测定采用紫外吸收法^[13]。

1.4 数据分析

试验数据用 Excel 和 SAS 数据分析软件进行统计分析并进行 LSD 多重比较,结果用平均值±标准误差表示。

2 结果与分析

2.1 SA 浸种对西葫芦幼苗生长的影响

2.1.1 对西葫芦幼苗地上部分生长的影响 由表 1 可知,与 SA0 相比,0.25~2.00 mmol/L 的 SA 浸种能增加西葫芦幼苗的株高,其中 SA0.50 与 SA1.00 能明显使苗株高提高 11.17% 与 13.79% ($P<0.01$),4.00 mmol/L 的 SA 浸种使苗株高降低,但不明显 ($P>0.01$);与 SA0 相比,0.25~1.00 mmol/L 的 SA 浸种能增加西葫芦幼苗的叶面积,其中 SA0.25、SA0.50 与 SA1.00 能明显使叶面积提高 1.47%、3.64% 与 6.22% ($P<0.01$),2.00~4.00 mmol/L 的 SA 浸种使叶面积降低,SA2.00 不明显,SA4.00 能明显使叶面积降低 2.54% ($P<0.01$);与

SA0 相比,0.25~2.00 mmol/L 的 SA 浸种能增加西葫芦幼苗的地上部分鲜重,其中 SA0.25、SA0.50、SA1.00 与 SA2.00 能分别使地上部分鲜重增加 8.90%、26.03%、47.26% 和 8.22% ($P<0.01$),4.00 mmol/L 的 SA 浸种使地上部分鲜重明显降低 12.33%。该结果表明,低浓度的 SA 浸种可以明显的增加西葫芦幼苗株高、叶面积和地上部分鲜重,其中以 1.00 mmol/L 的 SA 浸种增加幅度最大,分别为 13.70%、6.22% 和 47.26%。高浓度的 SA 浸种可以明显降低叶面积和地上部分鲜重,其中 4.00 mmol/L 的 SA 浸种可以使叶面积和地上部分鲜重分别降低 2.47% 和 12.33%。

表 1

SA 浸种对西葫芦幼苗地上部分生长的影响

Table 1

Effect of soaking seed with SA on seedling growth of *Cucurbita pepo* L.

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	叶面积 Leaf area /cm ²	地上部分鲜重 Fresh weight of upper ground/g	总根长 Total root length/cm	总根数 Total root number /条	地下部分鲜重 Fresh weight of under ground/g	根冠比 Root shoot ratio
SA0	19.07±0.35C	80.44±0.20D	1.46±0.03D	30.13±1.41D	9.07±0.65D	0.69±0.02D	0.47±0.01C
SA0.25	19.50±0.10C	81.62±0.23C	1.59±0.00C	33.89±2.67C	11.34±0.73C	0.81±0.03C	0.51±0.01B
SA0.50	21.20±0.17B	83.37±0.09B	1.84±0.02B	43.49±2.17B	14.45±0.79B	0.92±0.02B	0.50±0.01B
SA1.00	21.70±0.10A	85.44±0.06A	2.15±0.02A	49.72±3.55A	18.21±0.66A	1.14±0.03A	0.53±0.02A
SA2.00	19.27±0.15C	79.34±0.11D	1.58±0.01C	25.35±0.45E	11.31±0.43C	0.66±0.11D	0.42±0.02D
SA4.00	18.73±0.12C	78.45±0.11E	1.28±0.02E	24.07±2.12E	7.22±0.42E	0.51±0.01E	0.40±0.01D

注:表内数据为平均值±标准差;同一行中数据右侧字母相同者表示差异不显著 $P>0.01$;不同字母代表差异极显著 $P<0.01$ 。

Note: Data in the table are means±standard deviation; data in the same line on the right side indicates no significant difference between $P>0.01$; different letters represents extremely significant difference $P<0.01$.

2.1.2 对西葫芦幼苗地下部分生长的影响 由表 1 还可知,与 SA0 相比,0.25~1.00 mmol/L 的 SA 浸种能增加西葫芦幼苗的总根长,且分别提高 12.48%、44.34% 和 65.02% ($P<0.01$),2.00~4.00 mmol/L 的 SA 浸种使总根长分别降低 15.87% 与 20.11% ($P<0.01$);与 SA0 相比,0.25~2.00 mmol/L 的 SA 浸种能使西葫芦幼苗的总根数明显增加 25.03%、59.32%、100.77% 和 24.70% ($P<0.01$),4.00 mmol/L 的 SA 浸种使总根数明显降低 20.40% ($P<0.01$);与 SA0 相比,0.25~1.00 mmol/L 的 SA 浸种能使西葫芦幼苗的地下部分鲜重明显增加 17.39%、33.33% 与 65.22% ($P<0.01$),4.00 mmol/L 的 SA 浸种使地下部分鲜重明显降低 26.09% ($P<0.01$)。由分析结果可知,低浓度的 SA 浸种可以明显的增加西葫芦幼苗总根长、总根数与地下部分鲜重,而高浓度的 SA 浸种可以明显降低幼苗总根长、总根数与地下部分鲜重。

2.1.3 对西葫芦幼苗根冠比的影响 根冠比是指植物地下部分与地上部分鲜重或干重的比值,其大小反映了植物地下部分与地上部分的相关性,在植物生长的苗期,为了给后期创造良好的营养生长条件,要促进根系生长,增大根冠比。由表 1 可知,0.25~1.00 mmol/L 的 SA 浸种能明显使西葫芦幼苗的根冠比增加 8.51%、6.38% 与

12.77% ($P<0.01$)。2.00~4.00 mmol/L 的 SA 浸种能明显使根冠比降低 10.64% 和 14.89%。即低浓度 SA 浸种使根冠比增加,且以 1.00 mmol/L 的 SA 浸种增加幅度最大,高浓度 SA 浸种使根冠比降低。

2.2 SA 浸种对西葫芦幼苗叶绿素含量及根系活力的影响

2.2.1 对西葫芦幼苗叶绿素含量的影响 叶绿素是植物进行光合作用的主要色素,是一类含脂的色素家族,在光合作用的光吸收中起着核心作用。由图 1 可知,0.25~2.00 mmol/L 的 SA 浸种能明显使西葫芦幼苗的叶绿素含量,分别增加 31.71%、27.52%、35.91% 和 8.89% ($P<0.01$),4.00 mmol/L 的 SA 浸种能明显使叶绿素含量降低 10.57% ($P<0.01$)。即低浓度 SA 浸种促使叶绿素含量增加,且以 1.00 mmol/L 的 SA 浸种增加幅度最大,而高浓度 SA 浸种使叶绿素含量降低。

2.2.2 对西葫芦幼苗根系活力的影响 植物根系生长情况及活力水平直接影响地上部的生长和营养状况。由图 2 可知,0.50~2.00 mmol/L 的 SA 浸种能明显提高西葫芦幼苗的根系活力 ($P<0.01$),增加幅度分别为 75.76%、133.33%、36.36%。而 4.00 mmol/L 的 SA 浸种则使根系活力下降 15.15% ($P<0.01$)。表明低浓度 SA 浸种使幼苗的根系活力增加,且以 1.00 mmol/L

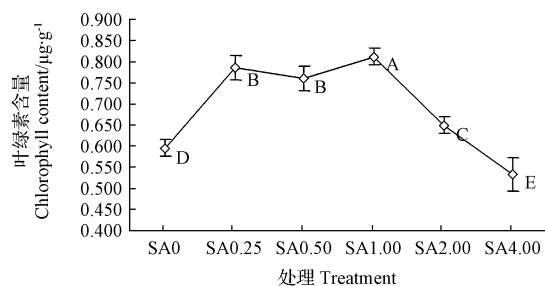


图1 SA浸种对西葫芦幼苗叶绿素含量的影响

注:图中不同大写字母表示 $P < 0.01$ 。下同。

Fig. 1 Effect of soaking seed with SA on the chlorophyll content of *Cucurbita pepo* L. seedling

Note: Different capital letters mean significant difference at 0.01 level.

The same below.

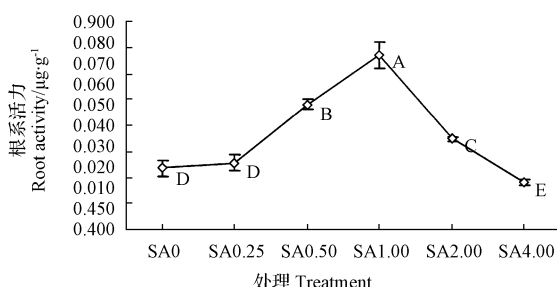


图2 SA浸种对西葫芦幼苗根系活力的影响

Fig. 2 Effect of soaking seed with SA on the root activity of *Cucurbita pepo* L. seedling

的SA浸种增加幅度最大,高浓度SA浸种使根系活力降低。

2.3 SA浸种对西葫芦幼苗抗氧化酶活性的影响

SOD、POD、CAT是植物体内的保护性酶,可以用来清除植物体内的自由基,有效抑制自由基氧化损伤,进而实现防御因外界环境胁迫氧化所造成的伤害。

2.3.1 对西葫芦幼苗SOD活性的影响 由图3可知,0.25~1.00 mmol/L的SA浸种能显著使西葫芦幼苗的地下部分SOD活性增加($P < 0.01$),增加幅度分别为16.42%、61.46%、81.75%。2.00~4.00 mmol/L的SA浸种能显著降低地下部分SOD活性28.92%和42.02%($P < 0.01$);即低浓度SA浸种能增加地下部分SOD活性,高浓度SA浸种则相反。0.25~4.00 mmol/L的SA浸种能明显使西葫芦幼苗的地上部分SOD活性增加($P < 0.01$),增加幅度分别为17.77%、46.20%、49.52%、15.57%、8.85%,增加幅度呈现先增加后降低的趋势。西葫芦幼苗地下部分SOD活性大于地上部分,表明SA浸种处理有可能主要是通过影响西葫芦幼苗根系来影响其生长的。

2.3.2 对西葫芦幼苗POD活性的影响 由图4可知,0.25~1.00 mmol/L的SA浸种能显著增加西葫芦幼苗

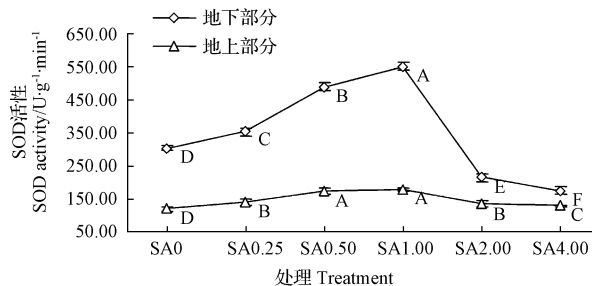


图3 SA浸种对西葫芦幼苗SOD酶活性的影响

Fig. 3 Effect of soaking seed with SA on the activity of

SOD of *Cucurbita pepo* L. seedling

地下部分POD活性($P < 0.01$),增加幅度分别为16.27%、50.34%、79.51%。4.00 mmol/L的SA浸种能显著降低地下部分POD活性19.40%($P < 0.01$);说明低浓度SA浸种能增加地下部分POD活性,高浓度SA浸种则相反。0.25~2.00 mmol/L的SA浸种能显著增加西葫芦幼苗的地上部分POD活性($P < 0.01$),增加幅度分别为15.96%、51.45%、68.64%、9.17%,4.00 mmol/L的SA浸种显著降低西葫芦幼苗的地上部分POD活性33.58%。表明西葫芦幼苗地下部分POD活性大于地上部分,且以1.00 mmol/L增加幅度最大。

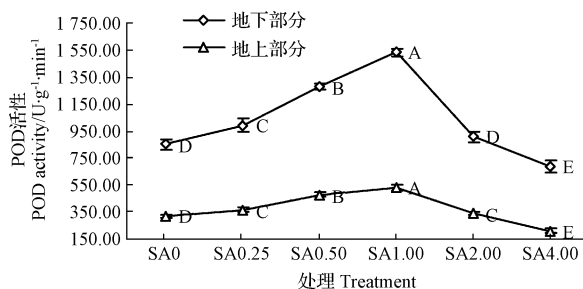


图4 SA浸种对西葫芦幼苗POD活性的影响

Fig. 4 Effect of soaking seed with SA on the activity of

POD of *Cucurbita pepo* L. seedling

2.3.3 对西葫芦幼苗CAT活性的影响 由图5可知,0.25~1.00 mmol/L的SA浸种显著增加了西葫芦幼苗

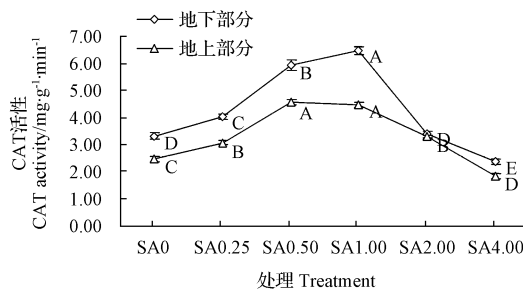


图5 SA浸种对西葫芦幼苗CAT活性的影响

Fig. 5 Effect of soaking seed with SA on the activity of

CAT of *Cucurbita pepo* L. seedling

的地下部分 CAT 活性 ($P < 0.01$), 增加幅度分别为 21.45%、79.15%、95.17%。4.00 mmol/L 的 SA 浸种显著使地下部分 CAT 活性降低 28.40% ($P < 0.01$); 说明低浓度 SA 浸种能增加地下部分 CAT 的活性, 高浓度 SA 浸种则相反。西葫芦幼苗地上部分 CAT 活性在 SA 浸种 0.25~2.00 mmol/L 时显著增加 ($P < 0.01$), 增加幅度分别为 24.60%、84.27%、80.24%、33.06%, 4.00 mmol/L 的 SA 浸种显著下降了地上部分 CAT 活性 25.00%。西葫芦幼苗地下部分 CAT 活性大于地上部分, 且以 1.00 mmol/L 的 SA 浸种处理增加幅度最大, 地下部分的 CAT 活性增加幅度大于地上部分。

3 结论与讨论

该研究结果表明, 0.50~1.00 mmol/L 的 SA 浸种能显著促进西葫芦幼苗地上部分的生长, 0.25~1.00 mmol/L 的 SA 浸种能显著促进西葫芦幼苗根系的生长, 由于适宜浓度的 SA 浸种对西葫芦幼苗根系生长的促进幅度大于对地上部分生长的促进作用, 因而 0.25~1.00 mmol/L 的 SA 浸种使得西葫芦幼苗的根冠比明显增加。

叶绿素含量的消长规律是反映叶片生理活性变化的重要指标之一, 其与叶片的光合能力有着密切关系, 该研究表明, 适宜浓度的 SA 浸种显著增加了西葫芦幼苗叶绿素含量, 这与李艳军等^[15]对番茄幼苗及李才生等^[16]对玉米幼苗的研究结果一致, 但与张凤银等^[2]对藜豆幼苗的研究结果不一致, 这可能是 SA 对不同植物叶绿素含量影响各异引起的, 有待于进一步探究。该研究结果表明, SA 0.25~2.00 mmol/L 浸种浓度时西葫芦幼苗叶绿素含量增加明显。

根系活力的大小直接反映根系的生长情况, 该研究结果表明, 0.50~2.00 mmol/L 的 SA 浸种能显著增加西葫芦幼苗的根系活力, 而目前水杨酸对根系活力的影响还较为少见。

SA 作为信号分子, 可以通过抗氧化酶的活性而提高植物的抗逆性, 但浓度过高则会造成细胞膜的过氧化伤害, 该研究结果表明, 0.25~1.00 mmol/L 的 SA 浸种能有效激活西葫芦幼苗地上部分和根系的 SOD、POD 和 CAT 活性, 其中对 SOD、POD 的影响与郝敬虹等^[6]、刘艳等^[17]、罗英等^[18]的研究结果大致相同, 对 CAT 的影响与黄清泉等^[19]的研究结果一致, 但与罗英等^[18]的研究结果有差异, 这可能是 SA 对不同植物影响各异引起的, 尚有待进一步的探究。

该研究结果还表明, 适宜浓度的 SA 浸种对西葫芦幼苗根系生长及根系抗氧化酶活性的促进优于对地上部分的促进, 且低浓度 SA 浸种能促进西葫芦幼苗生长, 并能提高其抗氧化酶活性, 高浓度 SA 浸种对西葫芦幼苗生长及抗氧化酶活性均具有抑制作用, 以 0.50~1.00 mmol/L 的 SA 浸种效果最佳。

参考文献

- [1] 郝敬虹, 易扬, 尚庆茂, 等. 干旱胁迫下外源水杨酸对黄瓜幼苗膜脂过氧化和光合特性的影响[J]. 应用生态学报, 2012, 23(3): 717-723.
- [2] 张凤银, 雷钊, 张萍, 等. 水杨酸对低温胁迫下藜豆种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2012, 40(4): 205-209.
- [3] 张会慧, 金微微, 毛卫佳, 等. 水杨酸对干旱下烤烟幼苗膜质和叶绿素荧光特性的影响[J]. 中国沙漠, 2012, 32(1): 117-121.
- [4] 王玉萍, 董雯, 张鑫, 等. 水杨酸对盐胁迫下花椰菜种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 草业学报, 2012, 21(1): 213-219.
- [5] 水德聚, 石瑜, 曹亮亮, 等. 外源水杨酸预处理对高温胁迫下白菜耐热性和光合特性的影响[J]. 植物生理学报, 2012, 48(4): 386-329.
- [6] 郝敬虹, 易扬, 尚庆茂, 等. 水杨酸处理对干旱胁迫下黄瓜幼苗氮素同化及其关键酶活性的影响[J]. 园艺学报, 2012, 39(1): 81-90.
- [7] 秦舒浩, 张俊莲, 孔令娟, 等. 高温强光下 Ca^{2+} 对西葫芦幼苗膜质过氧化、抗氧化酶系统及热耗散的影响[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(3): 343-347.
- [8] 秦舒浩, 李玲玲, 陈娜娜. 外源 Ca^{2+} 对高温强光下西葫芦幼苗形态特征、光合特性及荧光参数的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(11): 2830-2835.
- [9] 李亚莉, 侯栋, 岳宏忠, 等. AgNO_3 不同处理时期和浓度对西葫芦性别别表现和花粉活力的影响[J]. 长江蔬菜, 2012(10): 38-40.
- [10] 毛丽萍, 任君, 张星辉. ALA 对低温胁迫下西葫芦幼苗光合特性的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(16): 142-145.
- [11] 杨洁, 杨玉慧, 许珂, 等. 镧对西葫芦种子酸雨胁迫缓解的剂量效应[J]. 北方园艺, 2011(1): 26-29.
- [12] 袁蒙蒙, 高丽朴, 王洁, 等. 壳聚糖涂膜处理对西葫芦冷害的影响[J]. 河南农业科学, 2012, 41(10): 114-117.
- [13] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 68-77.
- [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] 李艳军, 王丽丽, 蒋欣梅, 等. 处源水杨酸诱导番茄幼苗抗冷性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2006, 37(4): 463-467.
- [16] 李才生, 秦燕, 宗盼. 水杨酸对玉米幼苗生长及细胞膜的影响[J]. 吉林农业科学, 2010, 35(2): 5-8.
- [17] 刘艳, 陈贵林, 李晓燕, 等. 水杨酸对水分胁迫下草莓幼苗膜脂过氧化的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(5): 127-131.
- [18] 罗英, 杨仁强, 肖莲, 等. 水杨酸预处理对水分胁迫下凤仙花幼苗抗氧化能力的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(6): 243-245.
- [19] 黄清泉, 孙歆, 张年辉, 等. 水杨酸对水分胁迫黄瓜幼苗叶片生理过程的影响[J]. 西北植物学报, 2004, 24(12): 2202-2207.

Effect of Soaking Seed with SA on Growth and the Activity of Antioxidant Enzymes of *Cucurbita pepo* L. Seedling

LIU Feng-lan, DU Xin-min, WU Zhong-hong, ZHANG Yong-qing
(College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004)

Ca²⁺ 调控对黄瓜幼苗耐盐性生理指标的影响

张雪艳, 李 堃, 马丽娟, 田 蕾, 高艳明, 李建设

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:针对温室土壤盐渍化引起的作物盐害加剧问题,以温室主栽作物黄瓜为试材,在 100 mmol/L NaCl 处理条件下,设计 0、20、40、60 mmol/L CaCl₂ 处理,研究了不同浓度钙源加入对黄瓜幼苗生长的渗透调节物质、抗氧化酶系统以及光合特性的影响。结果表明:盐处理 10 d 后,加入 20、40 mmol/L CaCl₂ 处理较 CK 处理显著降低了超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性,但降低比率<10%;外源加入 20、40 mmol/L CaCl₂ 可显著降低丙二醛(MDA)含量、相对电导率和伤害度,显著增加可溶性糖含量;加入 CaCl₂ 处理较 CK 处理显著降低植株的光合特性,其中 20 mmol/L CaCl₂ 处理显著降低了植株水分利用效率。综合分析表明,外源加入 20 mmol/L CaCl₂ 可显著缓解盐分对黄瓜幼苗的伤害,提高其耐盐性。

关键词:Ca²⁺ 调控;黄瓜;耐盐性

中图分类号:S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)13-0005-04

土壤盐分过多使植物根际土壤溶液渗透势降低,依据水从高水势向低水势流动的原理,即植物水逆境,使植物处于生理干旱状态,造成植物生长速率下降,甚至导致植株死亡^[1]。许多研究表明,外源 Ca²⁺ 和 K⁺ 能明

显缓解盐胁迫对作物生长的抑制^[2]。膜脂过氧化物含量常被作为胁迫诱导引起的氧化毒害的指示剂^[3]。丙二醛作为膜脂过氧化的指示剂,是生物膜中不饱和脂肪酸的分解产物,在盐胁迫下,丙二醛含量会显著增加^[4]。

许多学者研究过缓解蔬菜盐胁迫的方法,主要是针对外源添加茉莉酸、水杨酸、脱落酸、一氧化氮、脯氨酸等物质对蔬菜幼苗盐胁迫下生理反应和适应性进行研究,证明添加这些物质能减缓盐对蔬菜幼苗的伤害,提高盐胁迫下植株体内抗氧化酶活性,降低活性氧(ROS)水平,提高幼苗的耐盐能力^[5-6]。程玉静等^[7]证明了黄瓜添加外源硝酸钙可通过提高 Glu-AsA 抗氧化系统和膜质子泵活性,降低活性氧对叶片的伤害,增强植株抗氧化能力,进而提高植株盐胁迫耐性。有研究表明,外源

第一作者简介:张雪艳(1981-),女,河北保定人,博士,讲师,现主要从事设施蔬菜栽培与生理等研究工作。E-mail:zhangxueyan123@sina.com.

责任作者:李建设(1963-),男,教授,现主要从事蔬菜栽培生理方面的研究工作。E-mail:jslnxcn@yahoo.com.cn.

基金项目:宁夏自然科学基金资助项目(NZ1164);国家自然科学基金资助项目(31101580);宁夏农业综合开发土地治理科技推广资助项目(NTKJ-2012-03,NTKJ-2012-04)。

收稿日期:2013-03-11

Abstract: Taking seedling of *Cucurbita pepo* L. 'Cuiyutezaowang' as materials, the effects of soaking seed with different concentrations of SA on growth and the activity of antioxidant enzymes of *Cucurbita pepo* L. seedling were studied. The results showed that, seed soaked with SA 0.25~1.00 mmol/L could raise the plant height, leaf area, aerial parts of the fresh weight, total root number, total root length, root fresh weight and root cap ratio of *Cucurbita pepo* L. seedling at different degrees, while all the indicators were obviously decreased when seed soaked with 4.00 mmol/L SA; seed soaked with SA 0.50~2.00 mmol/L could raise the chlorophyll content and root vigor of *Cucurbita pepo* L. seedling significantly, while they obviously decreased when seed soaked with 4.00 mmol/L SA; seed soaked with SA 0.25~1.00 mmol/L and 0.25~2.00 mmol/L could raise the SOD, POD and CAT activity of underground portion and ground of *Cumcurbita pepo* L. seedling in varying degrees, while the SOD, POD and CAT activity were decreased when seed soaked with 4.00 mmol/L SA. Seed soaked with SA of low concentration could improve the growth of *Cumcurbita pepo* L. seedling, increase its antioxidase activity; while seed soaked with SA of high concentration could inhabit its growth and antioxidase activity. Seed soaked 0.50~1.00 mmol/L worked the best.

Key words: salicylic acid; soaking seed; *Cucurbita pepo* L.; growth; antioxidant enzymes