

外源水杨酸在园艺植物上的应用及生理效应

李宁毅¹, 苏胜举²

(1. 沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 辽宁省农业科学院 花卉研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘要:综述了外源水杨酸(SA)在园艺植物上的应用及生理效应, 得出了 SA 可增强植物抗冷性、抗热性、抗病性、抗盐性、抗旱性、促进根系的生长、诱导开花、延长花期及诱导球根膨大等。

关键词: SA; 园艺植物; 应用; 生理效应

中图分类号: Q 946.82⁺ 8.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)16-0214-03

SA 即邻羟基苯甲酸, 是一种广泛存在于高等植物体内的简单酚类化合物。它作为一种信号分子和新型的植物激素, 在植物体内发挥了重要的作用。外源 SA 因其具有成本低、用量少、无毒、使用方便等优点, 有着广阔的应用发展空间, 它的研究和应用也日益成为热点。目前在园艺植物上外源 SA 主要应用于提高植物抗性、诱导植物开花、促进植物生根、诱导球根膨大等方面。

1 增强抗冷性

SA 可提高植物幼苗的抗冷性。有研究表明, 外源 SA 可提高黄瓜幼苗的抗冷性, 经 SA 处理的黄瓜幼苗明显增强了其耐低温能力, 使萎蔫率、死亡率明显下降, 低温下 MDA 含量少, POD、CAT、SOD 活性高^[1-3]。吕军芬等用 SA 处理西瓜幼苗的研究结果表明, SA 可以增强西瓜幼苗的抗冷性, 经 SA 处理的幼苗 Pro 含量、POD、CAT 和 ATP 酶的活性提高, MDA 含量减少, 且减缓了低温下叶绿素含量的减少和膜的透性^[4]。张素勤等证明了外施 SA 可提高茄子的抗寒性。经 SA 处理后, SOD、POD 活性均升高, MDA 含量降低^[5]。Kang 的研究表明, SA 可提高香蕉幼苗的抗寒性, 在低温胁迫期间, SA 能提高香蕉幼苗的光合能力, 减少电解质的渗漏, 提高 CAT、APX 和 SOD 等活性^[6]。武丽丽以辣椒为材料, 用 SA 进行浸种处理的试验结果表明, SA 可缓解低温对辣椒的胁迫作用, 使发芽率、发芽势、发芽指数及胚根长度均有所增加; SA 可有效提高辣椒幼苗叶片 SOD、POD 和 CAT 的活性, 降低 MDA 含量和细胞膜透性, 增加低温胁迫下辣椒苗叶片可溶性糖和 Pro 含量^[7]。蔡汉等研究了叶面喷施 SA 对低温胁迫下茉莉幼苗抗寒

性的影响, 结果表明 SA 能够缓解因低温胁迫导致的 Pn、Gs、Fv/Fm、叶绿素和淀粉含量的下降^[8]。

2 增强抗热性

SA 能诱导植物抗高温逆境已经得到了很多验证。孙艳等在黄瓜幼苗上喷施 SA, 证明了在高温下胁迫 SA 可降低叶片中的相对电导率、MDA 含量, 增加 SOD 活性^[9]。王利军等试验证明了外施 SA 能显著提高葡萄幼苗的抗热性, 其叶片 POD、SOD、GR、APX 活性明显升高^[10]。李胜等对西葫芦幼苗进行叶面喷施 SA 处理, 结果表明, 经 SA 处理的幼苗, 在高温胁迫下, SOD、POD 活性和可溶性蛋白含量提高, MDA 含量降低, 提高了西葫芦幼苗的耐热性^[11]。万正林的试验研究结果表明, 外源 SA 叶面喷施处理能增加番茄幼苗高温下叶片 Pro 的含量、降低相对电导率和 MDA 含量, 维持较高的 SOD、POD、PAX 活性^[12]。李永红等以鸡冠花为试材, 在喷施 SA 后进行热胁迫试验。结果表明, 外源 SA 处理能减缓热胁迫下鸡冠花幼苗叶片中水分散失, 抑制相对电导率和 MDA 的增加, 提高 SOD 活性, 增加 Pro 的积累, 保持较高的 Pn^[13]。王开冻等对味平南瓜的幼苗进行 SA 喷施处理, 进行高温胁迫的试验结果表明, SA 可缓解高温胁迫对南瓜幼苗叶片的伤害^[14]。对 2 a 生银杏叶片进行喷施 SA 溶液处理, 在高温条件下的试验表明, SA 可抑制银杏叶片中相对电导率和 MDA 含量的升高, 促进 SOD 活性的增强, 增加可溶性蛋白含量, 缓解高温对银杏的伤害^[15]。

3 增强抗病性

近年来有许多研究表明, 外源 SA 可以诱发黄瓜、马铃薯、菜豆等多种蔬菜积累病程相关蛋白(Pathogenesis related proteins, PRs), 并产生对真菌、细菌、病毒等多种病原物的抗性^[16]。王海凤用 SA 对甜菜抗感丛根病品种进行浸种和叶面喷施处理, 研究了 SA 对抗丛根病性的作用。结果表明, 经 SA 处理后, 甜菜叶片和块根中 POD、PPO、PAL、SOD 活性以及可溶性蛋白、可溶性糖含量提高, 超氧阴离子自由基、MDA 含量有所降低, 丛

第一作者简介: 李宁毅(1958-), 女, 硕士, 副教授, 现从事观赏植物栽培生理的教学与科研工作。

基金项目: 辽宁省教育厅科学研究资助项目(L2010498)。

收稿日期: 2010-04-27

根病病情指数下降,块根产量、含糖率和产糖量增加,说明SA处理对甜菜抗丛根病性有一定的作用^[17]。毛爱军研究表明,SA能显著提高辣椒的抗病性。经SA处理后,辣椒的木质素含量增高,PPO、PAL、POD活性增强^[18]。黄艳娜以SA为诱导因子研究SA诱导山茶抗灰斑病的情况,病情的调查结果显示,SA可增强山茶的抗病能力,但处理浓度过低不能诱发抗病性,POD、CAT、PAL活性、木质素及可溶性蛋白含量与山茶的抗病性呈正相关,MDA与抗病性呈负相关^[19]。

4 增强抗盐性

在抗盐性上的研究主要集中在黄瓜上。彭宇等报道,在盐胁迫下的黄瓜种子发芽率偏低,添加低浓度的SA能够提高盐胁迫下种子的发芽率、发芽指数和活力指数,提高黄瓜胚根和胚芽内的POD和SOD等活性^[20]。宋士清等以黄瓜为材料,在NaCl胁迫条件下,采用根部注射结合叶面喷施的方法,研究了外源SA对幼苗形态建成及生理生化特性的影响。结果表明,外源SA能够提高幼苗的茎粗、全株干质量及含水量,降低盐害指数、MDA含量和电解质渗出率,提高Pro和可溶性糖含量,增强SOD、POD、CAT等活性^[21]。

5 增强抗旱性

姜中珠等在水分胁迫条件下,以紫丁香、小叶锦鸡儿和乌苏里绣线菊2a生苗木为材料,做叶面喷施SA处理。试验表明,SA能有效降低水分胁迫条件下各种叶片MDA含量,延缓可溶性蛋白质和叶绿素含量的下降。抗旱性综合鉴定结果证明了SA处理在灌木树种抵御干旱方面作用明显,提高了水分利用率和抗旱能力^[22]。李柯莹以油菜(*Brassica napus* L.)为材料,研究了SA对油菜幼苗抗旱性的影响。结果表明,SA处理对干旱胁迫条件下油菜幼苗生长具有明显的缓解效应,显著降低了叶片中MDA含量,明显提高了叶片相对含水量、Pro、IAA、ABA含量及SOD活性^[23]。SA处理也能诱导黄瓜幼苗抗干旱的能力^[24]。

6 促进生根

低浓度的SA具有诱导不定根形成和促进根系生长的作用,且在一定范围内随SA浓度的增加,效应加强,但高浓度的SA不但会抑制生根而且对幼苗有伤害作用。江玲等以SA溶液处理莴苣幼苗初生根,结果表明低浓度的SA可明显促进莴苣幼苗侧根生成^[25]。夏武海以乙酰SA处理甘蓝试管苗时发现,低浓度处理可使甘蓝试管苗根数增多,生根时间提前,但高浓度SA处理则会降低生根率且对幼苗有伤害作用^[26]。李柯莹等将油菜种子播在加入SA的MS培养基中进行培养,发现在MS培养基中添加SA,可增加油菜幼苗的侧根发生量,其茎叶和根部IAA含量增加,ABA含量降低^[27]。

7 诱导开花

SA可有效诱导植株花芽分化。表现出低浓度促进花芽分化,高浓度抑制花芽分化的特点。任红旭等人在研究低氮营养和SA对离体黄瓜开花的影响时发现,低浓度的SA对花芽分化有明显促进作用,高浓度则起抑制作用。低浓度SA促进花芽的原因则可能是由于它们有效抑制了叶片中NR的活性,并使PAL的活性增强所致^[28]。刘玉艳研究表明,高浓度的SA可抑制小苍兰生长,推迟花期,减少小花数,影响开花一致性^[29]。易朝辉等研究表明,用SA水溶液对菊花全株进行喷雾处理,可不同程度的延长菊花花期^[30]。张凯旋等应用SA对紫罗兰进行叶面喷施处理,可使花期显著延长,初花期提前^[31]。王伟英等研究表明,SA可延长水仙花的花期^[32]。

8 诱导球根膨大

在组织培养中发现,培养基中添加适宜浓度的SA,可促进多种球根植物的试管结球,且球径分布集中。李春香等的研究发现,在大蒜鳞茎开始膨大时,叶片喷SA可以明显促进鳞茎的膨大^[33]。熊正琴等在组培试验中也发现,在培养过程中添加SA,可显著促进大蒜鳞茎的膨大^[34]。赵彦杰研究发现,SA能够显著提高郁金香(*Tulipa gesneriana*)试管鳞茎的数量和重量^[35]。翁忙玲等在对山葵(*Wasabia japonica* Matsum.)试管苗组织培养研究中发现,无论是采用固体培养还是固液循环培养,SA对山葵根茎的形成与膨大均有促进作用^[36]。崔瑾等研究表明,SA能显著提高芋(*Colocasia esculenta* L. Schott)试管结球的重量^[37]。韩德俊等证实,在培养基中添加SA对马铃薯试管微薯的结薯率和重量有明显的促进作用^[38]。

综上所述可以看出,SA在园艺植物上应用前景广阔,在增强其抗冷性、抗热性、抗旱性、抗盐性、抗病性、促进根系生长、诱导开花、诱导球根膨大等方面都发挥了积极的作用。今后可进一步考虑扩大应用植物的种类和范围,充分发挥SA在园艺生产中的作用。

参考文献

- [1] 孙艳,崔鸿文,胡荣.水杨酸对黄瓜幼苗壮苗的形成及抵抗低温胁迫生理效应[J].西北植物学报,2000,20(4):616-620.
- [2] 庞金安,马德华,霍振荣等.水杨酸预处理对提高黄瓜幼苗耐低温能力的影响[J].华北农学报,2000,15(1):112-115.
- [3] 黄爱露,余小平.水杨酸对黄瓜幼苗抗冷性的影响[J].陕西师范大学学报,2003,31(3):107-109.
- [4] 吕军芬,郁继华.水杨酸对西瓜抗冷性生理指标的影响[J].甘肃农业大学学报,2004,39(1):62-65.
- [5] 张素勤,耿广东,程智慧.外源水杨酸对茄子抗寒性的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2007,33(6):687-689.
- [6] Kang G-Z, Wang Z-X, Sun G-C. Participation of H_2O_2 in enhancement of cold chilling by salicylic acid in banana seedlings[J]. Acta Botanica Sinica, 2003, 45(5): 567-573.

- [7] 武丽丽. SA 与 CaCl_2 对低温胁迫下辣椒种子萌发及幼苗生理生化特性影响的研究[D]. 甘肃农业大学学位论文, 2009.
- [8] 蔡汉, 李卫东, 陈颖, 等. 水杨酸预处理对低温胁迫下茉莉幼苗光合作用及相关生理特性的影响[J]. 中国农业大学学报, 2007, 12(5): 29-33.
- [9] 孙艳, 王鹏. 水杨酸对黄瓜幼苗抗高温胁迫能力的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(11): 2011-2013.
- [10] 王利军, 黄卫东, 战吉成. 水杨酸和高温锻炼与葡萄抗热性及抗氧化的关系[J]. 园艺学报, 2003, 30(4): 452-454.
- [11] 李胜, 刘建辉. 外源水杨酸对西葫芦幼苗耐热性的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(7): 2848-2850.
- [12] 万正林. 水杨酸、表油菜素内酯诱导番茄幼苗抗高温机理的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2007.
- [13] 李永红, 魏玉香, 谷茂. 水杨酸预处理对鸡冠花幼苗热胁迫的生理效应[J]. 西北植物学报, 2008, 28(11): 2257-2262.
- [14] 王开冻, 颜志明, 马卫军, 等. 水杨酸对高温胁迫下南瓜幼苗生理生化影响[J]. 浙江农业科学, 2009, (1): 42-43, 47.
- [15] 曹福亮, 欧祖兰. 水杨酸对银杏幼苗抗高温胁迫能力的影响[J]. 浙江林学院学报, 2008, 25(6): 756-759.
- [16] 汪智慧, 龚加顺. 几种植物生长物质与蔬菜作物抗性关系的研究进展[J]. 中国蔬菜, 2000(1): 49-51.
- [17] 王海凤. 水杨酸对甜菜抗根病性的作用[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2005.
- [18] 毛爱军. 水杨酸诱导辣椒抗疫病作用及生化机制的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2003.
- [19] 黄艳娜. 外源性水杨酸诱导山茶对灰斑病抗性的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2006.
- [20] 彭宇, 张春兰, 沈其荣, 等. 盐胁迫下 2 种外源酚酸对黄瓜种子萌发及幼苗体内某些酶活性的效应[J]. 南京农业大学学报, 2003, 26(1): 33-36.
- [21] 宋士清, 郭世荣, 尚庆茂, 等. 外源 SA 对盐胁迫下黄瓜幼苗的生理效应[J]. 园艺学报, 2006, 33(1): 68-72.
- [22] 姜中珠, 陈祥伟. 水杨酸对灌木幼苗抗旱性的影响[J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 166-169, 185.
- [23] 李柯莹. 水杨酸对干旱胁迫下油菜幼苗的生理生化作用[D]. 武汉: 武汉大学, 2004.
- [24] 周欣. 水杨酸预处理诱导黄瓜幼苗的交叉抗性及其抗冷的生理生化机制初探[D]. 昆明: 云南大学, 2001.
- [25] 江玲. 水杨酸对莴苣初生根、侧根根原基的形成和内源激素的影响[J]. 植物生理通讯, 2002, 36(5): 401-404.
- [26] 夏武海. 乙酰水杨酸对甘蓝试管苗生根的影响[J]. 植物生理通讯, 2002, 38(3): 305-306.
- [27] 李柯莹, 李家儒. 水杨酸对油菜幼苗侧根形成的影响[J]. 武汉植物学研究, 2004, 22(4): 345-348.
- [28] 任红旭, 赵晓俊. 低氮素和水杨酸对黄瓜子叶离体培养中花芽分化的影响[J]. 园艺学报, 1999, 29(2): 105-109.
- [29] 刘玉艳, 于凤鸣, 李娜. 水杨酸和硼酸处理对小苍兰花生生长发育的影响[J]. 河北职业技术学院学报, 2002, 16(2): 15-17.
- [30] 易朝辉, 任传忠, 王宇, 等. 水杨酸对菊花花瓣生理和花期的影响[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(17): 4225-4226.
- [31] 张凯旋, 刘玉艳, 李淑洁. 三种药剂对紫罗兰的矮化效应[J]. 河北科技师范学院学报, 2006, 20(2): 232-236.
- [32] 王伟英, 林江波, 邹晖. 水杨酸处理对水仙株型及抗氧化酶活性的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(14): 157-160.
- [33] 李春香, 杨军, 王树才. 水杨酸在大蒜鳞茎膨大中的作用[J]. 园艺学报, 2000, 27(3): 220-222.
- [34] 熊正琴, 李式军, 周燮, 等. 茉莉酸甲酯和水杨酸促进大蒜试管鳞茎的形成[J]. 园艺学报, 1999, 26(6): 408-409.
- [35] 赵彦杰. 水杨酸对郁金香试管微鳞茎形成和生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(9): 1629-1622.
- [36] 翁忙玲, 吴震, 刘霞. 水杨酸对山葵试管根茎形成的影响[J]. 植物生理通讯, 2005, 41(2): 178-180.
- [37] 崔瑾, 李式军. 水杨酸对芋试管球茎发育的影响. 南京农业大学学报[J]. 2003, 26(1): 97-99.
- [38] 韩德俊, 陈耀锋, 李春莲, 等. 水杨酸对马铃薯试管微薯形成的影响研究[J]. 西北植物学报, 1999, 19(3): 428-433.

Exogenous Salicylic Acid Application in Horticultural Plants and Physiological Effects

LI Ning-yi¹, SU Sheng-ju²

(1. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161; 2. Flowers Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: The application of SA in horticultural plants and physiological effects were summarized. The results showed that SA after application of horticultural plants to enhance its cold resistance, heat resistance, disease resistance, salt tolerance, drought resistance, and promote root growth, induction of flowering bulbs to extend the flowering period and the induction bulb enlargement and so on.

Key words: SA; horticultural plants; application; physiological effects