

# 外源水杨酸在园艺植物栽培中的应用前景

曹伍林, 宋琦, 孟祥才

(黑龙江中医药大学, 黑龙江 哈尔滨 150040)

**摘要:**水杨酸(邻羟基苯甲酸)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。现对外源水杨酸(SA)在植物非严重胁迫条件下对植物植株形态、生理生化、光合特性及产量和质量等的影响作用进行了综述;指出了外源水杨酸可提高植物体抗氧化能力,增强光合效率,提高作物产量和品质,以期水杨酸在园艺植物中的应用提供参考。

**关键词:**水杨酸;胁迫条件;植物生长;生理

**中图分类号:**S 604<sup>+</sup>.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)16-0191-03

水杨酸(Salicylic acid, SA)即邻羟基苯甲酸,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。由于水杨酸在植物体内合成且含量很低,1992年, Raskin<sup>[1]</sup>提出可以把它看成是一种新的植物内源性激素。水杨酸在植物抗病、抗高温、抗干旱、抗紫外线等逆境方面展示了较强的生理作用<sup>[2-6]</sup>,已成为当下研究的

热点。植物生长环境中的光照、水分、温度等各种生态因子是不断变化的,因此即使在较好的栽培条件下也会出现不同程度的逆境胁迫,这种胁迫也常常被人们忽视。该文总结了水杨酸对植物在非严重胁迫条件下生长生理各方面的影响,包括水杨酸对植物植株形态、光合特性、生理生化及产量和质量的影响等,以期水杨酸在园艺植物上的研究以及应用提供参考。

## 1 水杨酸对植物生长发育和形态的影响

25~100 mg/L的水杨酸对夏季东方百合的生长发育有促进作用,株高、茎粗和花蕾数平均提高 13.6%、2.1%、29.0%<sup>[7]</sup>。外源喷施水杨酸可以促进龙须菜的生长,促进钾离子和钙离子在龙须菜藻体内的积累速率,

**第一作者简介:**曹伍林(1987-),男,硕士研究生,现主要从事药用植物栽培等研究工作。E-mail:wulin\_cao@163.com.

**责任作者:**孟祥才(1968-),男,教授,博士生导师,现主要从事中药资源等研究工作。E-mail:Mengxiangcai000@163.com.

**基金项目:**国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(201303111)。

**收稿日期:**2014-04-17

[37] 刘娟,马爱民,杨江涛,等. 银耳芽孢基因组 DNA 五种提取方法的比较[J]. 食品科学,2008,29(6):248-251.

[38] 聂燕华,林俊芳,王杰,等. 银耳芽孢内源 gpd 启动子的克隆与功能鉴定[J]. 食用菌学报,2012,19(2):1-7.

[39] 温志强,白盛镇,邓优锦,等. 不同菌龄银耳菌种的酶活力测定[J]. 食用菌,2011,19(4):25-27.

[40] 李军,李江陵,冯春,等. 通江银耳菌种的质量鉴定[J]. 资源开发与市场,2012,28(2):108-109.

[41] 阮淑珊,戴敏钦,张汉文. 野生银耳种源选育优良菌株试验初报[J]. 食用菌,2009(1):15-16.

[42] 郭勇,叶小金,甘炳成,等. 银耳芽孢菌株在不同培养基上菌丝萌发状况的研究[J]. 西南农业学报,2012,25(5):1791-1797.

## Study on the History and Present Situation of the Tremella

LI Yong, WANG Xiao-dong, GAO Min

(College of Life Sciences, Neijiang Normal University, Sichuan Provincial Key Laboratory of Characteristic Agriculture, Neijiang, Sichuan 641110)

**Abstract:** Tremella is China's specialty, the number of wild fungus was rare, it was commonly used artificial cultivation. Cultivated tremella is more than 100 years of history. In this paper, the research of the history of tremella, and research progress cultivation, processing, pharmaceutical, breeding and other aspects were summarized, in order to provide a reference for further study.

**Key words:** tremella; research history; cultivation situation

其中质量浓度为 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的处理组对促进龙须菜的生长效果最好,日相对生长速率达到 6.92%,比对照组的相对生长速率增长了 26.3%<sup>[8]</sup>。

采用 0.01~1.0 mmol/L 浓度的水杨酸处理红花种子和植株,在 5、15、25℃ 条件下,随着水杨酸浸种浓度的增加,红花种子的发芽率、发芽势、发芽指数呈逐渐增加的趋势。0.01 mmol/L 水杨酸喷施红花植株增加了红花植株的株高和叶片叶绿素含量,促进了红花植株的生长<sup>[9]</sup>。对小麦幼苗叶面喷施不同浓度的水杨酸,不同浓度外源水杨酸提高了小麦根系活力( $P<0.01$ ),平均提高 356.9%,平均能够增加幼苗鲜重 23.69%、干重 28.89%<sup>[10]</sup>。使用不同浓度的水杨酸处理水仙,无论是在早期(抽薹期)还是在后期(开花期)均能起到矮化植株、紧凑株型的作用,而对照组植株徒长,株型松散,容易倒伏,开花不良<sup>[11]</sup>。水杨酸在 0.01 mmol/L 浓度下,有利于半夏株高生长<sup>[12]</sup>。番茄叶面喷雾 3.0 mmol/L 浓度的水杨酸溶液可以提高番茄株高、茎秆粗及番茄鲜重等生物指标,对番茄的形态生长起到促进作用<sup>[13]</sup>。

## 2 水杨酸对植物光合特性的影响

王晓立等<sup>[14]</sup>以金钱草为材料研究了水杨酸增加光合作用的机理。植物光合响应曲线反映了植物光合速率随光照强度增减的变化规律,外施水杨酸可以扩大金钱草对光照强度的适应和利用范围。喷施 0.5、2.0、5.0 mmol/L 水杨酸后,金钱草光补偿点分别比对照下降了 10.8%、12.8%、39.4%,光饱和点分别比对照提高了 13.0%、21.7%、51.4%。气孔导度是植物光合特性的一个指标,在金钱草的研究中随着水杨酸浓度的增大,气孔导度增大,其中喷施 0.5、2.0、5.0 mmol/L 水杨酸后,金钱草气孔导度分别比对照提高 15.8%、28.2%、43.1%,金钱草  $\text{CO}_2$  补偿点分别比对照下降 19.6%、24.6%、21.0%,与对照比较差异显著。净光合速率是植物光合特性的重要指标,反应植物光合能力的强弱。外施 0.5、2.0、5.0 mmol/L 水杨酸比未施用水杨酸的净光合速率分别提高了 80%、98%和 101%,且水杨酸浓度在 0~2.0 mmol/L 时金钱草的光合速率上升较快,表明金钱草潜在的光合能力很大,说明水杨酸对金钱草的光合速率有明显的促进作用。

花椒植株经水杨酸喷施后,在坐果期和果实膨大期的叶片平均净光合速率分别为 9.22  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、13.03  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,较同期对照的净光合速率分别高出 20.5%和 21.8%,均达到极显著水平<sup>[15]</sup>。同时水杨酸处理也增加了花椒坐果后期和果实膨大期水分利用率,日平均值分别提高 10.64%和 10.98%,增强了花

椒的抗旱性。半夏喷施 0.01、0.50 mmol/L 的水杨酸处理组蒸腾速率都比对照组下降,0.01 mmol/L 水杨酸喷施最为明显,下降 38.69%,0.01 mmol/L 水杨酸浓度下细胞间  $\text{CO}_2$  浓度下降 58.79%,0.50 mmol/L 的水杨酸浓度下增加 102.11%,达到了差异极显著水平,同时,不同浓度的水杨酸分别提高半夏光合速率 8.91%、6.44%<sup>[12]</sup>。

## 3 水杨酸对植物生理生化的影响

采用不同浓度的水杨酸喷施水仙<sup>[11]</sup>,发现水杨酸处理降低了水仙根、叶和花瓣中 MDA 含量,3 mmol/L 处理使根中 MDA 下降 34.9%,有效缓解膜脂质过氧化程度。同时,水杨酸处理后 SOD 活性在叶、根和花瓣中都有提高,在花瓣中 3 mmol/L 的水杨酸处理使 SOD 活性差异达到极显著水平( $t=4.877$ )。水杨酸在 3.0 mmol/L 浓度下 CAT 活性增幅最大,但差异不显著。

不同水杨酸处理均极显著提高了小麦根系活力( $P<0.01$ ),平均提高 356.9%,还提高了 SOD、POD 活性,SOD 活性在 0.2 mmol/L 浓度的水杨酸处理下达到极显著水平( $P<0.01$ ),比对照提高了 446.1%,POD 活性在不同浓度水杨酸下平均提高 89.9%。因此,外源水杨酸提高了小麦的生存能力,提高非胁迫条件下小麦抗氧化能力,促进了小麦的生长<sup>[10]</sup>。

菊花叶面喷施 0.1 mmol/L 的水杨酸 24 h 后水杨酸处理菊花叶片 MDA 含量与对照相比显著下降( $P<0.05$ ),同时,水杨酸处理后,叶片 SOD、APX 活性与对照相比呈上升趋势,均比对照组有显著升高( $P<0.05$ )<sup>[16]</sup>。

不同浓度的水杨酸对东方百合叶片的叶绿素含量和可溶性蛋白含量均显著增加,其中以 100 mg/L 水杨酸处理上升幅度最大,分别达到对照组的 210.3%和 196.9%,提高了东方百合的代谢强度,从而缓解了高温对植物的伤害。经不同浓度的水杨酸处理后,提高了百合叶片中 SOD 活性,100 mg/L 处理较 CK 上升 188.8%,叶片 POD 活性也均显著增加,100 mg/L 处理较对照上升 130.6%<sup>[1]</sup>。在对半夏的研究中同样得出相似的研究结果<sup>[12]</sup>。

## 4 水杨酸对植物产量和质量的影响

水杨酸浓度在 50~150  $\mu\text{mol}/\text{L}$  范围内可以明显促进石斛叶片中多糖的合成,以 100  $\mu\text{mol}/\text{L}$  浓度的水杨酸处理效果最佳,培养 18 d 时,多糖产量达到 3.129 g/L,是同期对照的 1.63 倍。水杨酸处理促进了细胞内蔗糖酶、蔗糖合成酶和硝酸还原酶活性,增加细胞内蔗糖、葡萄糖、果糖等含量,促进了石斛有机物质的积累,增加了产

量<sup>[17]</sup>。对甘薯叶面喷施 3.0 mmol/L 的水杨酸不仅可以提高叶绿素、可溶性糖含量,而且提高了甘薯的鲜重,与对照组相比较,水杨酸处理的甘薯增产 13.1%,差异达显著水平<sup>[18]</sup>。水杨酸为诱导子添加到人参培养基<sup>[19]</sup>中,当水杨酸浓度在  $10^{-5} \sim 10^{-2}$  mg/L 时,水杨酸诱导人参皂苷合成,皂苷含量分别提高了 10.3%~25.9%,水杨酸浓度为  $10^{-2}$  mg/L 时,皂苷含量达到最高 3.65%。在紫杉醇<sup>[20]</sup>内生真菌液体发酵培养的不同阶段,添加不同浓度的水杨酸均可提高紫杉醇的产量,其中 25 mg/L 水杨酸对紫杉醇合成的效果最为明显,紫杉醇质量浓度达到 890  $\mu$ g/L,是对照组的 1.88 倍,效果显著。同样,薛建平等<sup>[12]</sup>在对半夏的研究中发现,在 0.5 mmol/L 的水杨酸浓度下,块茎鲜重产量增加 25%,总生物碱含量提高 40%。

综上所述,在非严重胁迫条件下喷施水杨酸后不同程度增强了植物保护酶系统的活性,提高了植物抗氧化胁迫的能力,降低了 MDA 的含量,减轻了环境变化对植物细胞膜的损害,使植物更能适应环境的变化,并可进一步提高植物的净光合速率,提高光能利用率等,促进植物光合作用的进行,从而合成更多的有机产物,提高了作物产量和质量。因此,水杨酸不仅仅是提高植物抵御环境胁迫能力,也是提高园艺作物产量和质量的一项措施。

外源水杨酸具有成本低、用量少、无毒性、使用方便等优点,具有广阔的应用发展空间。该文从植物生长的角度总结水杨酸的作用,期待水杨酸对园艺植物发挥更大的作用。

### 参考文献

- [1] Raskin. Salicylic acid, A new plant hormone[J]. Plant Physiol, 1992, 99: 799-803.
- [2] 尹玲莉,侯晓杰. 植物抗性信号分子-水杨酸研究进展[J]. 中国农学通报, 2007, 23(1): 338-342.
- [3] 丁义峰,刘萍. 水杨酸诱导植物抗性研究进展[J]. 生物学教学, 2011, 11(36): 2-3.
- [4] 杨筱静. 水杨酸在植物逆境胁迫中的作用综述[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(17): 47-51.
- [5] 王晓玲,张玉星,刘鸿儒. 水杨酸对植物的抗性诱导[J]. 北方园艺, 2008(9): 48-50.
- [6] 李天来,李森,李益清,等.  $\text{CaCl}_2$  和水杨酸对昼间亚高温胁迫条件下番茄叶片光合作用的影响[J]. 西北农学报, 2009, 18(4): 284-289.
- [7] 朱广慧,成海钟,曹春燕,等. 水杨酸处理对东方百合夏季生长的影响[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(23): 5384-5386.
- [8] 王俏俏,徐年军,朱招波. 外源水杨酸对龙须菜生长及生理的影响[J]. 海洋学研究, 2013, 31(2): 78-84.
- [9] 朱利君,胡进耀,罗明华,等. 水杨酸对红花种子萌发和植株生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(4): 297-300.
- [10] 黄守程,刘爱荣,陆宝川,等. 外源水杨酸对小麦幼苗生长和抗氧化能力的影响[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(7): 45-46.
- [11] 王伟英,林江波,邹晖,等. 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.
- [12] 薛建平,张爱民,方中明,等. 水杨酸对半夏植株生长的影响[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(12): 1134-1136.
- [13] 杜妍妍,李天来,余朝阁,等. 钙对水杨酸调控番茄生长及光合效应的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2008, 39(3): 285-288.
- [14] 王晓立,韩浩章,张颖,等. 水杨酸处理对金钱草光合特性研究[J]. 江西农业学报, 2012, 24(10): 4-8.
- [15] 李明. 外源水杨酸对花椒光合作用及抗旱性能力的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010.
- [16] 杨际双,邸葆,杨莉. 水杨酸对菊花叶片细胞膜透性和抗氧化酶活性的影响[J]. 浙江农业科学, 2009(5): 902-903.
- [17] 王博. 水杨酸调节霍山石斛类原球茎生长和多糖合成的研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2009.
- [18] 李亚男,陈大清. 水杨酸对甘薯的生理效应和块根产量的影响[J]. 湖北农学院学报, 1996, 16(3): 190-193.
- [19] 刘太峰. 水杨酸对人参培养基的影响[J]. 吉林农业科学院学报, 2008, 17(4): 3-4.
- [20] 陈文强,彭浩,邓百万,等. 水杨酸对中国红豆杉内生真菌代谢产紫杉醇的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(9): 944-950.

## The Application of Exogenous Salicylic Acid on Horticultural Plants

CAO Wu-lin, SONG Qi, MENG Xiang-cai

(Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin, Heilongjiang 150040)

**Abstract:** Salicylic acid is a simple phenolic compounds produced by plants, widespread in higher plants. The effect of exogenous salicylic acid on plant morphology, physiology, biochemistry, photosynthesis under the little-stress condition were summarized in this paper. Also the salicylic acid could increase the antioxidant capacity, strengthen photosynthetic efficiency, increasing crop production and quality of the plant were pointed out, in order to provide reference for the application of salicylic acid in horticultural plants.

**Key words:** salicylic acid; stress condition; plant growth; physiology