

# 水杨酸浸种对白菜型冬油菜部分生理指标的影响

吕培泽

(甘肃省泾川县农业技术推广中心, 甘肃 泾川 744300)

**摘要:** 用0 (CK)、0.2、0.5、1.0、1.5、2.0 mmol/L的水杨酸(SA)溶液分别处理白菜型冬油菜陇油6号和天油2号种子, 萌发后测定不同温度(常温、10℃、5℃、0℃、-5℃)下幼苗的部分生理指标, 分析其变化对抗寒性的影响。结果表明, 1.0 mmol/L水杨酸溶液处理能显著提高两个品种幼苗内脯氨酸含量, 增强幼苗中过氧化物酶(POD)的酶活性, 减缓叶绿素含量的下降幅度以及丙二醛的上升幅度, 提高白菜型冬油菜抗寒性, 其中对天油2号的影响更为明显。综合各项指标, 在生产中建议使用1.0 mmol/L水杨酸溶液处理白菜型冬油菜种子, 以提高其抗寒性。

**关键词:** 白菜型冬油菜; 水杨酸; 生理特性; 抗寒性

**中图分类号:** S565.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)04-0041-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.04.012

## Effects of Seed Soaking with Salicylic Acid on Physiological Indexes of *B. campestris* L.

LÜ Peize

(Jingchuan Agricultural Technology Promotion Center, Jingchuan Gansu 744300, China)

**Abstract:** The Longyou 6 and Tianyou 2 seeds are treated with different concentration solution [0 (CK), 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mmol/L] of salicylic acid (SA), determination of different temperature (room temperature, 10, 5, 0, -5 °C) seedlings under some physiological index, the influence of the changes of cold resistance is analyzed. The result shows that 1 mmol/L salicylic acid treatment significantly increased the proline (Pro) content of seedlings of two species, enhanced peroxidase in seedlings (POD) enzyme activity, reduce the chlorophyll content declined and malondialdehyde (MDA) increased significantly, improve the cold resistance of *B. campestris* L. cultivars, which Tianyou 2 is more obvious influence. Integrated indicators, it can improve the resistance to environmental stresses the use 1.0 mmol/L recommend of salicylic acid treatment in winter turnip rape seeds in the production.

**Key words:** *B.campestris* L.; Salicylic acid; Physiological characteristics; Cold resistance

油菜原产北温带, 性喜冷凉或较温暖的气候。依据油菜种植区划和各地区的农业生产现状, 冬

油菜的分布以最冷月平均气温 -5℃为北界, 种植在北方旱寒区的冬油菜冻害死苗严重, 而且保苗

收稿日期: 2016-12-29

作者简介: 吕培泽(1988—), 男, 甘肃泾川人, 林业助理工程师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13830329769。E-mail: 546479438@qq.com。

### 参考文献:

- [1] 何世新, 李贵喜. 灵台县全膜覆土穴播冬小麦品种比试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2013(11): 29-31.
- [2] 杨娟丽, 李斌杰, 于建平. 灵台县冬小麦生产现状及技术需求浅析[J]. 甘肃农业科技, 2016(8): 71-74.
- [3] 刘众. 平凉市优质冬小麦产业化发展浅议[J]. 甘肃农业科技, 2011(12): 3-5.
- [4] 任根深, 王亚翠, 丁志远, 等. 冬小麦新品种系陇麦898选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2012(12): 3-6.

- [5] 任根深, 王伟. 冬小麦新品种平凉45号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2010(5): 3-5.
- [6] 李贵喜, 于志峰, 于建平. 冬小麦新品种灵台3号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2011(10): 3-5.
- [7] 刘愈之. 小麦品种平凉44号密度与肥效试验[J]. 甘肃农业科技, 2015(2): 9-12.
- [8] 杨文雄. 甘肃小麦生产技术指导[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2009.

(本文责编: 陈伟)

率低,产量较不稳定。低温冷害对植物组织的伤害首先是对细胞膜系统的伤害,继而发生生理学的、代谢的及生物化学的功能障碍,通过向植物施加一些外源物质能够有效提高植物的抗冷性,可缓解对细胞膜系统的伤害。

水杨酸(Salicylic Acid, SA)是植物界普遍存在的酚类化合物,对植物具有广泛的生理效应,可以促进植物开花放热,减少植物蒸腾,提高植物的抗病能力<sup>[1]</sup>,目前已经得到了广泛的研究<sup>[2]</sup>。外源施加 SA 通常可导致植物抗性水平的增强<sup>[3-4]</sup>。

笔者以白菜型冬油菜超强抗寒品种陇油 6 号和强抗寒品种天油 2 号种子为材料,研究了不同浓度 SA 浸种对 2 个白菜型冬油菜品种幼苗内过氧化物酶(POD)酶活性及脯氨酸、叶绿素、丙二醛含量的影响,分析其对抗寒性的影响,为白菜型冬油菜的农业生产和水杨酸在油菜育种中的利用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

指示白菜型冬油菜品种陇油 6 号、天油 2 号。

### 1.2 试验方法

1.2.1 浸种处理 将天油 2 号和陇油 6 号种子分别分为 6 组,每组 120 粒种子,用 0(CK)、0.2、0.5、1.0、1.5、2.0 mmol/L 6 个不同浓度的水杨酸分别浸泡处理 2 h (每组用量相同),随后用清水冲洗 3 遍,点播于底部铺有滤纸的培养皿中。

1.2.2 移栽培养 对培养皿中的种子加水(等量)进行催芽培养,7 d 后将长至一定高度的幼苗移栽到营养钵中,放置室外,每天浇水(等量),培养 30 d。

1.2.3 不同温度处理 选取形态、长势、大小基本一致的幼苗株进行处理。将各组幼苗分别在室温、10℃、5℃、0℃、-5℃进行处理,时间为 24 h,此步骤在超低温冰箱中完成。

1.2.4 生理指标测定 摘取经不同温度处理后的冬油菜叶片,分别进行 POD、脯氨酸、丙二醛、叶绿素等指标的测定(重复 3 次)。用愈创木酚法测定过氧化物酶(POD)活性、硫代巴比妥酸法测定丙二醛、丙酮乙醇混合法测定叶绿素、酸性茚三酮法测定脯氨酸含量,具体步骤参照李合生主编

的《植物生理生化试验原理和技术》<sup>[5]</sup>。

1.2.5 数据处理 进行幼苗期白菜型冬油菜 POD、脯氨酸、丙二醛、叶绿素含量变化的相关分析及其与抗寒性的相关分析。试验数据均利用 Excel 2003 和 DPS7.05 软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 水杨酸浸种对白菜型冬油菜幼苗过氧化物酶(POD)活性的影响

由图 1 可以看出,在同一温度、不同浓度 SA 浸种处理下,陇油 6 号幼苗的 POD 酶活性各不相同,呈现出一定的变化规律,总体先上升后下降,CK 组 POD 的酶活性最低,1.0 mmol/L SA 浸种后陇油 6 号幼苗内 POD 酶活性最高;在同一浓度 SA 浸种、不同温度处理下,陇油 6 号幼苗内 POD 的酶活性都有明显变化,随着温度不断降低,陇油 6 号幼苗内 POD 的酶活性不断增加。

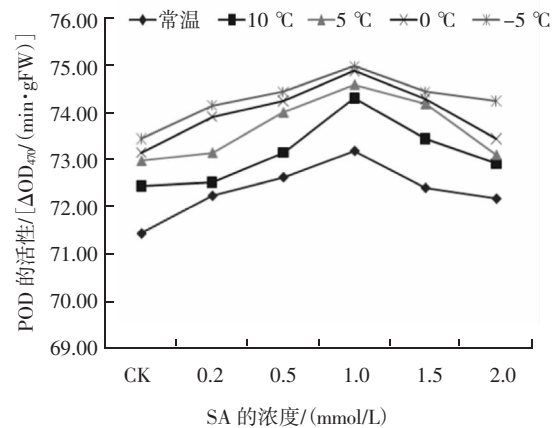


图 1 SA 浸种后不同温度下陇油 6 号幼苗 POD 含量

由图 2 可以看出,天油 2 号幼苗 POD 的酶活性变化与陇油 6 号相似。在同一温度、不同浓度

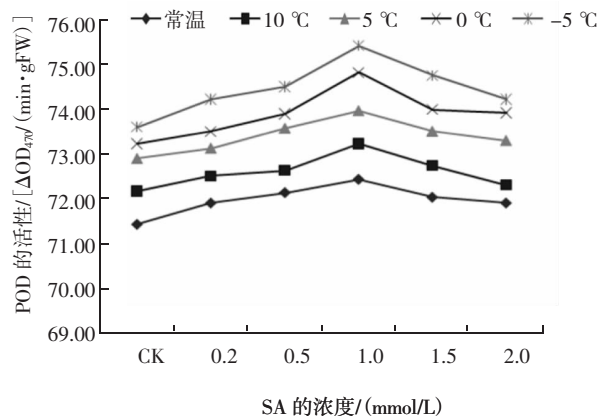


图 2 SA 浸种后不同温度下天油 2 号幼苗 POD 含量

SA 浸种处理下, 天油 2 号幼苗内 POD 的酶活性先上升后下降, CK 组 POD 的酶活性相对最低, 1.0 mmol/L SA 浸种后 POD 酶活性最高; 同一浸种浓度、不同温度处理下, 天油 2 号幼苗内 POD 酶活性随着温度不断降低而增加。

以上结果表明, SA 可维持白菜型冬油菜幼苗体内较高的 POD 的酶活性, 有效清除自由基, 降低膜脂过氧化作用, 减轻质膜的伤害程度, 进而减轻低温对幼苗的伤害。

## 2.2 水杨酸浸种对冬油菜幼苗丙二醛(MDA)含量的影响

由图 3 可知, 在同一温度、不同浓度 SA 浸种处理下, 陇油 6 号幼苗的 MDA 含量各不相同。在常温条件下并未呈现明显的规律性, 在 0.5、1.0 mmol/L SA 浓度下 MDA 含量较低; 而在 10 °C、5 °C、0 °C、-5 °C 下均呈现出相似的变化规律, 总体先下降后上升, CK 组 MDA 的含量最高, 1.0 mmol/L SA 浸种后陇油 6 号幼苗内 MDA 的含量最低。在同一浓度 SA 浸种、不同温度处理下, 陇油 6 号幼苗 MDA 含量都有明显变化, 随着温度不断降低陇油 6 号幼苗 MDA 含量均增加。

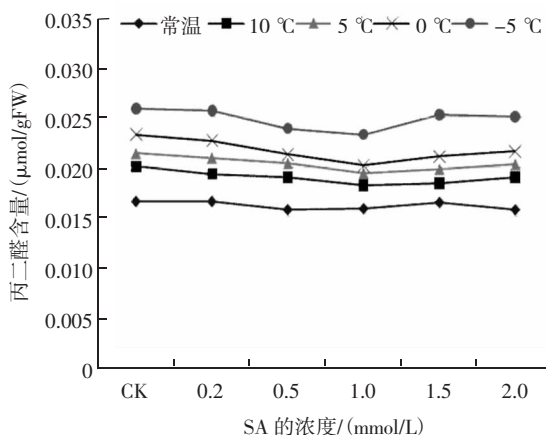


图 3 SA 浸种后不同温度下陇油 6 号幼苗丙二醛含量

由图 4 可知, 天油 2 号幼苗 MDA 的含量变化规律与陇油 6 号相似。在同一温度、不同浓度 SA 浸种处理下, 天油 2 号幼苗内 MDA 的含量各不相同。在常温条件下, 1.0 mmol/L SA 浓度下的 MDA 含量最低但并未出现一定变化规律, 而在 10 °C、5 °C、0 °C、-5 °C 均呈现出相似的变化规律, 总体先下降后上升, CK 组 MDA 的含量最高, 1.0 mmol/L SA 浸种后幼苗内 MDA 的含量最低。在同

一浓度 SA 浸种、不同温度处理下, 随着温度不断降低, 天油 2 号幼苗内 MDA 的含量均增加。

对比图 3、图 4 可以看出, 在同一温度、不同浓度 SA 浸种处理下, 天油 2 号的变化幅度比陇油 6 号的更大; 同一浓度 SA 浸种、不同温度处理下, 天油 2 号幼苗 MDA 含量随着温度降低而增加的趋势比陇油 6 号明显。

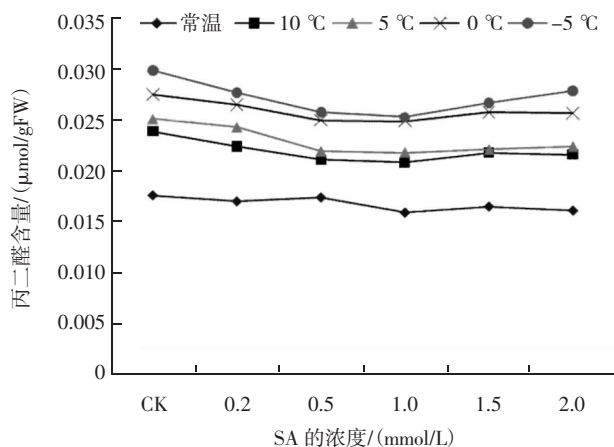


图 4 SA 浸种后不同温度下天油 2 号幼苗丙二醛含量

## 2.3 水杨酸浸种对白菜型冬油菜幼苗内脯氨酸(Pro)含量的影响

由图 5 可以看出, 在同一温度、不同浓度 SA 浸种处理下, 陇油 6 号幼苗 Pro 的含量各不相同, 常温、10 °C、5 °C、0 °C、-5 °C 均呈现出一定的变化规律, 总体先上升后下降, CK 组 Pro 的含量最低, 且 1.0 mmol/L SA 浸种后陇油 6 号幼苗内 Pro 的含量最高。在同一浓度 SA 浸种、不同温度处理下, 陇油 6 号幼苗中 Pro 的含量都有明显变化, 并随着温度不断降低, 陇油 6 号的 Pro 含量均

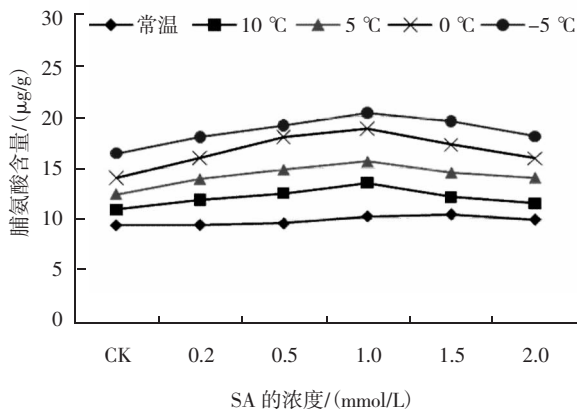


图 5 SA 浸种后不同温度下陇油 6 号幼苗脯氨酸含量

逐渐增加。

由图 6 可以看出，天油 2 号幼苗 Pro 的含量变化与陇油 6 号较为相似。同一温度、不同浓度 SA 浸种处理下，天油 2 号幼苗内 Pro 的含量各不相同，在常温条件下未出现明显的变化规律，但在 1.0 mmol/L SA 浓度下 Pro 的含量最高，在 10 ℃、5 ℃、0 ℃、-5 ℃ 处理下均呈现出一定的变化规律，总体先上升后下降，CK 组 Pro 的含量最低，1.0 mmol/L SA 浸种后幼苗内 Pro 的含量最高。在同一浓度 SA 浸种、不同温度处理下，随着温度不断降低，天油 2 号幼苗内 Pro 的含量均增加。

通过对比图 5、图 6 可以看出，同一温度、不同浓度处理下，天油 2 号幼苗内 Pro 的变化幅度比陇油 6 号的大；同一浸种浓度、不同温度处理下，天油 2 号幼苗内 Pro 的含量随着温度降低而增加的趋势比陇油 6 号明显。

这表明经外源 SA 浸种处理后在一定程度上可以提高脯氨酸含量，而脯氨酸作为渗透调节剂和防脱水剂可增强白菜型冬油菜陇油 6 号幼苗的抗寒能力，且对天油 2 号的影响更大。

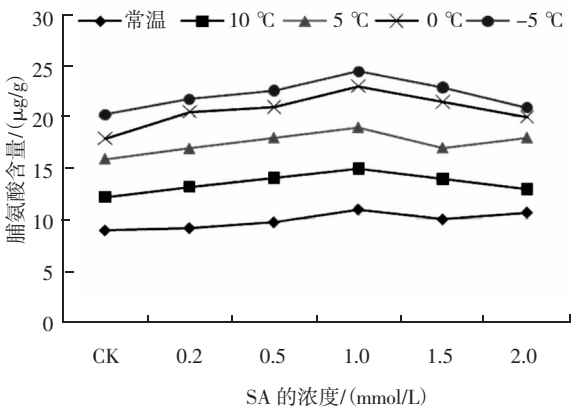


图 6 SA 浸种后不同温度下天油 2 号幼苗脯氨酸含量

### 2.4 水杨酸浸种对冬油菜幼苗叶绿素含量的影响

由图 7 可以看出，在同一温度、不同浓度 SA 浸种处理下，陇油 6 号幼苗内叶绿素的含量各不相同，在常温、10 ℃、5 ℃、0 ℃、-5 ℃ 均呈现出一定的变化规律，总体先上升后下降，CK 组叶绿素的含量最低，1.0 mmol/L SA 浸种后陇油 6 号幼苗内叶绿素的含量最高；在同一浓度 SA 浸种、不同温度处理下，陇油 6 号幼苗中叶绿素的含量都有明显变化，随着温度不断降低，陇油 6 号幼

苗内叶绿素的含量均下降。

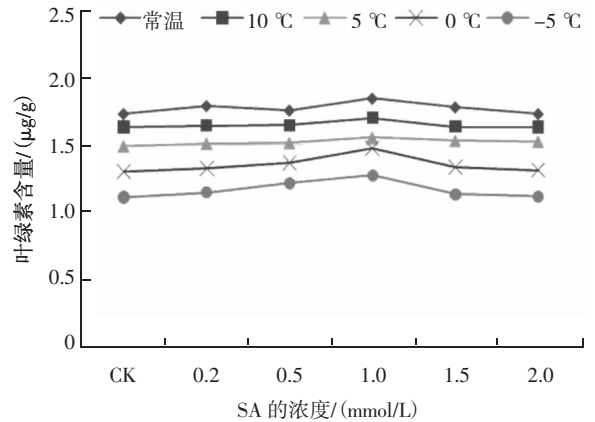


图 7 SA 浸种后不同温度下陇油 6 号幼苗叶绿素含量

由图 8 可以看出，天油 2 号幼苗内叶绿素的含量变化与陇油 6 号较为相似。同一温度、不同浓度 SA 浸种处理下，天油 2 号幼苗内叶绿素的含量在常温、10 ℃、5 ℃、0 ℃、-5 ℃ 均呈现出先上升后下降的变化规律，CK 组叶绿素的含量最低，1.0 mmol/L SA 浸种后幼苗内叶绿素的含量最高；在同一浓度 SA 浸种、不同温度处理下，随着温度不断降低，天油 2 号幼苗的叶绿素含量均增加。

对比图 7 和图 8 可以看出，同一温度、不同浓度处理下，天油 2 号幼苗内叶绿素的变化幅度比陇油 6 号大；同一浓度、不同温度处理下，随着温度降低天油 2 号幼苗内叶绿素含量的减少比陇油 6 号明显。这表明低温会导致油菜叶片的叶绿体受损，叶片光合速率明显下降，但是通过外源 SA 能够减轻低温胁迫下白菜型冬油菜叶绿体受损和光合强度的下降程度。

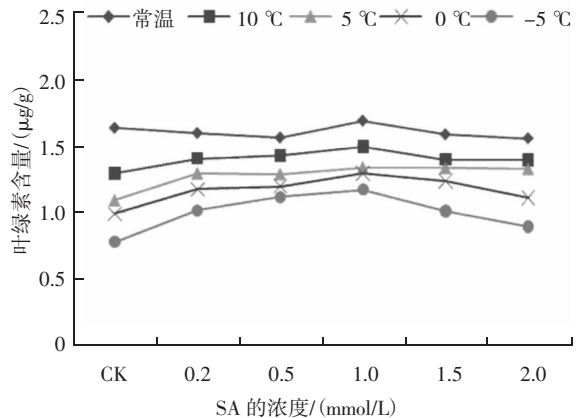


图 8 SA 浸种后不同温度下天油 2 号幼苗叶绿素含量



### 3 小结与讨论

本研究中,同一温度下经过外源水杨酸(SA)浸种处理后的2个冬油菜品种幼苗的POD酶活性、脯氨酸的含量均比清水对照增强,基本呈现先上升后下降的规律,在1.0 mmol/L SA浓度下达到最大值;丙二醛含量呈现先下降后上升的规律,在1.0 mmol/L SA浓度下达到最小值;而叶绿素含量呈现先上升后下降的规律,在1.0 mmol/L SA浓度下达到最大值,且天油2号幼苗内各指标的变化幅度比陇油6号的大。同一SA浓度、不同温度处理下,随着温度的降低,2个品种幼苗的过氧化物酶(POD)活性以及丙二醛(MDA)、脯氨酸(Pro)的含量均增加,叶绿素含量降低,且天油2号幼苗各指标的增加或降低比陇油6号明显。

上述结果表明,外源SA浸种能有效提高白菜型冬油菜幼苗中POD的酶活性,减缓膜脂过氧化物MDA的积累,减缓叶绿素的流失,维持膜的完整性,同时能促进渗透保护物质脯氨酸的增加,这是外源SA有效提高冬油菜幼苗抗冷性、减轻低温对冬油菜苗伤害的主要生理基础。同时可以得出,这种外源SA对于超强抗寒品种陇油6号的影响并不明显,而对于强抗寒品种天油2号的影响较为明显。综合各项指标,外源SA浸种在1.0 mmol/L时效果最好,但其对冬油菜产量、品质等方面的影响有待进一步研究。

有研究表明,植物胁迫可诱导植物渗透调节物质(脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白)的增加,以增强细胞膜的稳定性,并且能够提高植物体内保护酶的活性,降低膜脂过氧化程度,保护膜结构的完整性,增强植物的抗低温能力<sup>[6]</sup>。植物在逆境或衰老过程中,细胞内自由基代谢平衡被破坏而利于自由基的产生,过剩自由基的毒害之一是引发或加剧膜脂过氧化,造成细胞膜系统的损伤,导致细胞膜的透性增大,植物体细胞内也存在消除这些自由基的保护酶,POD具有分解H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的作用,生成没有毒害的H<sub>2</sub>O<sup>[7]</sup>。在膜脂过氧化过程中,MDA含量积累越多,膜系统受伤害越严重。脯氨酸作为渗透调节剂和防脱水剂来发挥抗冷作用,减少冷害,有利于叶片细胞内渗透势和水势降低,增大细胞的渗透调节能力,从而增强

抗寒适应性<sup>[8]</sup>。叶绿素是光合作用的主要色素,其在植物体内含量的多少很大程度上决定着植物光合作用的强弱,并与植物生长和生理状况紧密相关。当植物受到低温胁迫时,光合作用则被强烈的抑制,且叶绿素含量下降越快,则呈现冷害症状越早<sup>[9]</sup>。

Tomoy Niki等<sup>[10]</sup>研究表明,在创伤的烟草叶片中,SA受体蛋白基因与过氧化物酶基因高度同源,外源SA进入体内能激活POD酶基因活性,引起一系列生理生化的反应,帮助刺激植物产生过敏反应HR和系统获得性抗性SAR反应。

#### 参考文献:

- [1] 李德红,潘瑞焱.水杨酸在植物体内的作用[J].植物生理学通讯,1995,31(2):144-149.
- [2] 彭金英,黄勇平.植物防御反应的两种信号转导途径及其相互作用[J].植物生理与分子生物学学报,2005,31(4):347-353.
- [3] MAL ECK K, LEVINE A, EULGEM T, *et al.* The transcriptome of *Arabidopsis thaliana* during systemic acquired resistance[J]. Nat Genet, 2000, 26: 403-410.
- [4] REYMOND D P, WEBER H, DAMOND M, *et al.* Differential gene expression in response to mechanical wounding and insect feeding in *Arabidopsis*[J]. Plant Cell, 2000, 12: 707-719.
- [5] 李合生.植物生理生化原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006:56.
- [6] 李兆亮,原永兵,刘成连,等.水杨酸对叶片抗氧化剂酶系的调节作用[J].福建农业大学学报,2000,29(1):74-80.
- [7] 徐文玲,王翠花,牟晋华,等.不同浓度水杨酸对大白菜抗冷特性的影响[J].山东农业科学,2012,44(1):47-50.
- [8] 王芳,王汉宁.外源NO对NaCl胁迫下玉米幼苗氧化损伤的保护作用[J].草地学报,2012,20(6):1117-1121.
- [9] 杨洪强,接玉玲.高等植物水杨酸的生物合成及其调控[J].植物生理学通讯,2001,37(5):457-462.
- [10] TOMOYA N I, LEGGE R L, BARBER R F, *et al.* Antagonistic effect of salicylic acid and jasmonic acid on the expression of pathway-related protein genes in wounded mature tobacco leaves[J]. New Phytologist, 1998, 39(5):500-507.