

外源 ABA 对冬油菜种子萌发及生理指标的影响

杨晓娟¹, 姚博², 杨尚坤³

(1. 甘肃省平凉市崆峒区农业技术推广中心, 甘肃 平凉 744000; 2. 甘肃省平凉市崆峒区农产品质量安全监测站, 甘肃 平凉 744000; 3. 甘肃省泾川县农牧局, 甘肃 泾川 744300)

摘要: 用不同浓度的脱落酸(ABA)溶液浸泡白菜型冬油菜陇油6号种子后进行发芽试验, 统计种子萌发情况, 分析幼苗相关生理指标的变化。结果表明, 较低浓度(10~70 mg/L)的脱落酸溶液处理有利于种子的萌发, 有效提高种子发芽率、发芽势及发芽指数, 提高丙二醛和脯氨酸含量, 增强幼苗中过氧化物酶(POD)活性, 超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT), 减缓叶绿素含量的下降, 其中以30 mg/L脱落酸效果最佳。较高浓度的脱落酸溶液抑制冬油菜种子的萌发。

关键词: 白菜型冬油菜; 脱落酸; 种子萌发; 生理特性

中图分类号: S565.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)03-0040-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2017.03.011](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2017.03.011)

Effects of Exogenous ABA on Seed Germination and Physiological Indexes of Winter Rape

YANG Xiaojuan¹, YAO Bo², YANG Shangkun³

(1. Agricultural Technology Promotion Center of Kongtong District, Pingliang Gansu 744000, China; 2. Agricultural Product Quality Safety Monitoring Station of Kongtong District, Pingliang Gansu 744000, China; 3. Agriculture and Animal Husbandry Bureau of Jingchuan County, Jingchuan Gansu 744300, China)

Abstract: With different concentrations of abscisic acid(ABA) solution soaking Longyou 6 seed germination test, the statistical analysis of the seed germination rate, changes of related physiological indexes of seedlings. The result shows that abscisic acid solution with lower concentration (10~70 mg/L) treatment for germination of winter turnip rape seed, effectively improve the seed germination rate, germination potential and germination index increased, MDA and proline content, peroxidase in seedlings (POD) activity, superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), slow decline of chlorophyll content, among which the 30 mg/L effect of abscisic acid is the best; abscisic acid solution of higher concentration inhibited the seed germination of winter rape.

Key words: Winter rape; Abscisic acid; Seed germination; Physiological characteristics

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

收稿日期: 2016-11-14

作者简介: 杨晓娟(1991—), 女, 甘肃平凉人, 助理农艺师, 主要从事农业技术推广工作。E-mail: 1308965967@qq.com.

期为4月20日至5月上旬。蚜虫是病毒病的传播媒介, 应及早防治蚜虫。在雌花开放时, 需人工辅助授粉或租用蜜蜂授粉, 放蜂量一般以1.0~1.5箱/hm²为宜。

参考文献:

- [1] 向辉, 吴多志, 杨国帅, 等. 西葫芦新品种瑞美1号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2016(7): 17-19.
- [2] 韩永东, 赫买良. 临泽县西葫芦杂交制种技术[J]. 甘肃农业科技, 2006(5): 32-33.
- [3] 程永安, 张恩慧, 许忠民, 等. 南瓜优良种质资源创新研究初报[J]. 西北农业学报, 2001, 10(1): 100-102.
- [4] 林德佩. 南瓜植物的遗传基因及种间杂交[J]. 中国西瓜甜瓜, 2000(3): 41-44.
- [5] 智海英, 马海龙, 韩红艳, 等. 美洲南瓜远缘杂交亲和性研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22(9): 307-310.
- [6] 周祥麟, 李海真. 中国南瓜无蔓性状的遗传性及其生产利用的研究[J]. 山西农业科学, 1991(1): 1-6.
- [7] 高志强, 周福亮. 北方地区籽用南瓜高产栽培技术[J]. 现代农业科技, 2009(17): 88; 91.

(本文责编: 郑立龙)

油菜的分布以最冷月平均气温 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为北界。种植在北方早寒区的冬油菜, 冬季低温时死苗严重, 而且保苗率低, 产量较不稳定。而冬末春初, 当气温回升、土壤解冻、冬油菜抗寒性逐渐减弱时, 若遇到春季低温的侵袭, 处于恢复之中的油菜则会受到严重的冻害, 特别是现蕾抽薹期则损失更大。研究表明, 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, 缓解对细胞膜系统的伤害。

脱落酸(ABA)是一种具有倍半萜结构的植物内源激素, 具有控制植物生长、抑制种子萌发及促进衰老等效应, 在植物干旱、高盐、低温等逆境胁迫反应中起重要作用, 是植物的抗逆诱导因子, 也被称为植物的“胁迫激素”^[1]。研究表明, 在低温胁迫时, ABA 可以通过促进水分从根系向叶片的输送提高细胞膜的通透性, 并且能迅速关闭气孔以减少水分的损失。ABA 可诱导植物渗透调节物质脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白含量增高以增加细胞膜的稳定性, 还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, 增强植物抗低温能力^[2]。施用外源 ABA 能诱导抗冷基因的表达, 从而增强植株的抗逆能力, 已经证实外源 ABA 能显著提高茄苗、辣椒苗、番茄及香蕉幼苗的抗冷性^[3-6]。

我们以白菜型冬油菜品种陇油 6 号种子为试验材料, 研究了用不同浓度 ABA 浸种后对其种子萌发以及抗冷性有关生理指标的影响, 以期为合理利用 ABA 提高白菜型冬油菜抗冷特性提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验白菜型冬油菜种子为陇油 6 号种子。

1.2 试验设计

1.2.1 种子发芽能力测定 将每组种子用配制好的浓度分别为 0 (CK)、10、20、30、40、50、60、70、80、100 mg/L 的 ABA 溶液(每组用量相同)处

理 2 h, 清水冲洗 3 遍, 以清水为对照进行同样的处理。培养皿中放入一层滤纸, 把处理后的种子放在滤纸上, 加水催芽并每天适量浇水。筛选出在低温下发芽的最适 ABA 浓度。以胚根露出种皮为出芽标准。培养 3 d 后计算发芽势, 7 d 后计算发芽率。

按下面公式计算不同温度下各品种的发芽势、发芽率和发芽指数。

发芽势(%)=(3 d 内正常发芽的种子数/供试种子数)×100

发芽率(%)=(7 d 正常发芽的种子数/供试种子数)×100

发芽指数(GI)= $\sum GT/DT$

式中 GT 为浸种后第 T 日发芽数; DT 为相应的种子发芽天数。

1.2.2 生理生化指标的测定 将陇油 6 号种子分成 6 组, 依次用不同浓度 ABA (10、30、50、60、70 mg/L) 溶液分别浸种处理 2 h (每组用量相同), 以清水处理为对照 (CK), 随后用清水冲洗 3 遍, 点播于底部铺有滤纸的培养皿中, 加水催芽 (等量)。发芽后将幼苗移栽到营养钵中, 每处理至少 15 株, 培养 30 d 后, 选取形态、长势、大小基本一致的幼苗, 在常温、超低温冰箱中进行低温 ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) 胁迫, 时间为 24 h, 然后进行 POD、SOD、CAT、脯氨酸、丙二醛、叶绿素等指标的测定 (每处理重复 3 次)。

过氧化物酶 (POD) 活性、超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化氢酶 (CAT)、丙二醛、叶绿素及脯氨酸含量的测定均参照李合生主编的《植物生理生化实验原理和技术》^[7]。

1.2.3 数据处理 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 ABA 浸种对冬油菜种子萌发能力的影响

发芽势是反映种子品质的重要指标, 发芽势高的种子播种后发芽整齐^[8]。由表 1 可以看出, 浓度为 30~70 mg/L 的 ABA 溶液浸种能较明显的提高种子的发芽势, 80~100 mg/L 的 ABA 溶液浸

表 1 不同浓度脱落酸溶液浸种对冬油菜种子发芽能力的影响

ABA溶液的浓度/(mg/L)	发芽势/%	发芽率/%	发芽指数
0(CK)	21.11 b B	100.00 a A	31.28 b A
10	23.33 b AB	100.00 a A	32.94 b A
20	23.33 b AB	100.00 a A	33.45 b A
30	30.00 a A	98.89 b AB	34.84 a A
40	26.67 b AB	96.67 b AB	33.47 b A
50	26.67 b AB	100.00 a A	34.91 a A
60	25.56 b AB	100.00 a A	33.53 b A
70	24.44 b AB	100.00 a A	33.19 b A
80	2.22 c C	2.22 c C	1.29 c B
100	0 c C	0 c C	0 c B

种后,发芽势显著下降,说明在高浓度 ABA 溶液浸种条件下,油菜种子的萌发过程受到明显抑制。

试验中,由于实验室温度较高促进种子萌发,以至于到第 7 天时大部分种子发芽,发芽率统计结果不明显,只能得出采用 80~100 mg/L 的 ABA 溶液处理后,种子发芽受到抑制,且 ABA 溶液浓度越高,抑制作用越明显。

10~70 mg/L ABA 溶液浸种处理后,能提高冬油菜种子的发芽指数,提高其发芽能力。其中,以 ABA 溶液浓度为 30 mg/L 和 50 mg/L 时的作用最为明显,与对照处理相比,发芽指数分别增加了 3.56 和 3.63;80~100 mg/L ABA 溶液处理后,冬油菜种子的发芽指数与对照相比有所下降,当 ABA 溶液浓度为 100 mg/L 时,冬油菜种子的发芽指数为 0。说明经较高浓度的 ABA 溶液浸种处理后,降低了白菜型冬油菜种子的生活力和发芽能力。

2.2 ABA 浸种对陇油 6 号幼苗生理指标的影响

2.2.1 POD、SOD、CAT 酶活性 由图 1 可以看出,在不同温度处理下,冬油菜陇油 6 号幼苗中的酶活性有明显变化。低温胁迫下的 CAT、POD、SOD 酶活性相对于常温下有明显增加,总体呈现先增加后下降的趋势,而经过外源激素 ABA 溶液

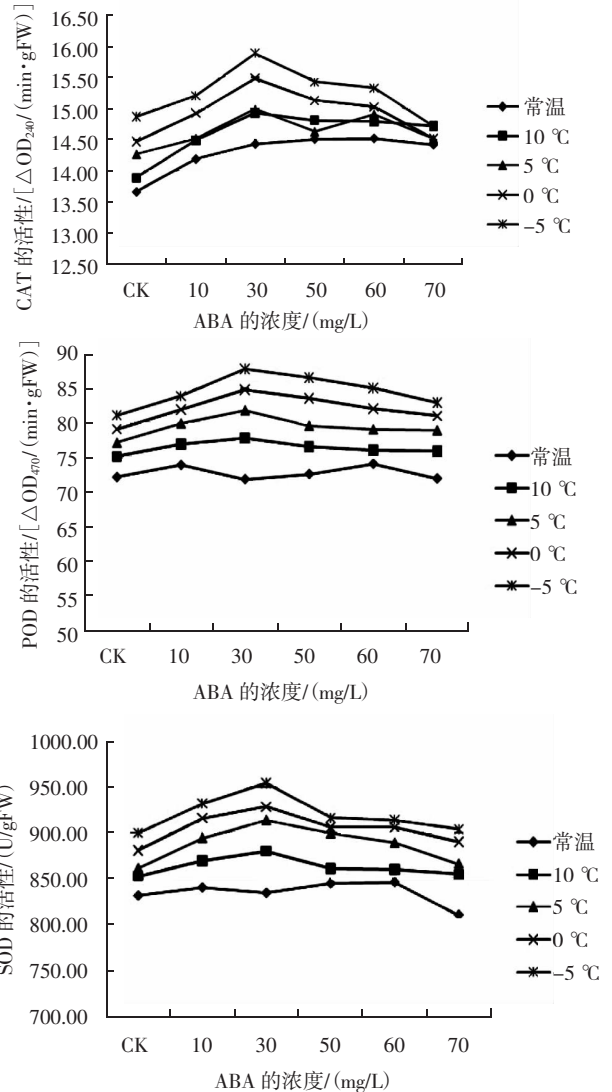


图 1 低温胁迫下不同浓度 ABA 溶液浸种对陇油 6 号幼苗过氧化氢酶、过氧化物酶及超氧化物歧化酶活性的影响

浸种的保护酶活性增加比 CK 更为明显。其中用 10~30 mg/L 的 ABA 溶液浸种后,酶活性增加比采用 50~70 mg/L 的 ABA 溶液浸种迅速,而用 30 mg/L 的 ABA 溶液浸种后效果尤为明显,保护酶活性达到最大值。表明外源 ABA 可维持冬油菜幼苗体内较高的 POD、SOD 和 CAT 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,进而减轻低温对油菜幼苗的伤害;同时,低浓度 ABA 溶液浸种的效果比较高浓度的 ABA 溶液更明显。

2.2.2 脯氨酸含量 由图 2 可知,在不同温度处理下,冬油菜陇油 6 号幼苗中脯氨酸含量有明显变化。在低温胁迫下(10 °C、5 °C、0 °C、-5 °C)

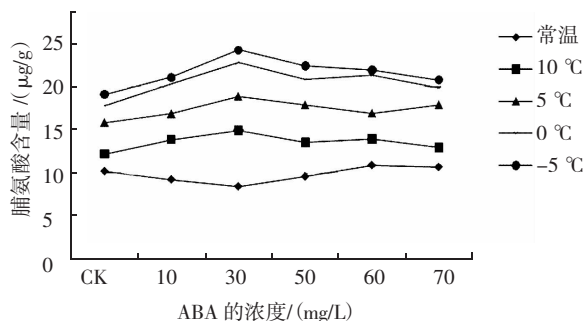


图 2 低温胁迫下不同浓度 ABA 浸种对陇油 6 号幼苗脯氨酸含量的影响

陇油 6 号幼苗的脯氨酸含量普遍增加, 而经 ABA 浸种处理 (10、30、50、60、70 mg/L) 后的陇油 6 号幼苗, 在一定范围内脯氨酸含量增加显著或极显著高于 CK, 以 30 mg/L 的 ABA 溶液浸种处理后的陇油 6 号幼苗中脯氨酸含量均极显著高于其他浓度。这表明经外源激素 ABA 溶液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从而可增强白菜型冬油菜幼苗的抗寒能力。

2.2.3 丙二醛含量 由图 3 可知, 在不同温度处理下, 冬油菜陇油 6 号幼苗中丙二醛含量有明显变化。在低温胁迫 (10 °C、5 °C、0 °C、-5 °C) 下白菜型冬油菜陇油 6 号内的丙二醛含量相较于常温都有明显增加, 而经不同浓度的外源激素 ABA 浸种处理 (10、30、50、60、70 mg/L) 后的陇油 6 号幼苗内丙二醛含量增长趋势均小于 CK 组内的丙二醛增长趋势, 当 ABA 浓度为 30 mg/L 时丙二醛含量增长最小, 效果最为明显。MDA 是膜脂过氧化作用的最终产物, 是膜系统受伤害的重要标志之一。说明外源 ABA 具有降低膜脂过氧化, 减轻

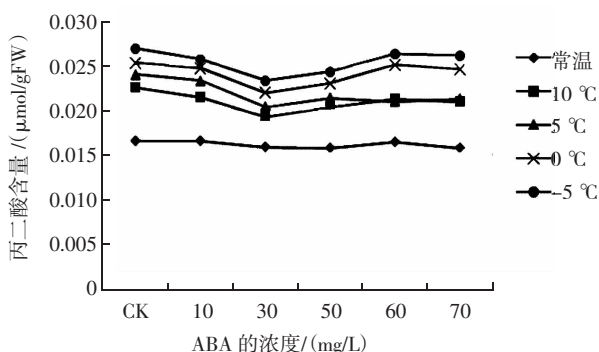


图 3 低温胁迫下不同浓度 ABA 浸种对陇油 6 号幼苗丙二醛含量的影响

对细胞伤害的作用, 经 ABA 溶液浸种处理后可增强白菜型冬油菜的抗寒能力。

2.2.4 幼苗叶绿素含量 由图 4 可知, 在不同温度处理下, 冬油菜陇油 6 号幼苗中丙二醛含量有明显变化。在低温胁迫 (10 °C、5 °C、0 °C、-5 °C) 下白菜型冬油菜陇油 6 号的叶绿素含量受到影响并呈下降趋势, 其中以 CK 组的叶绿素含量下降最快、最明显, 而经 ABA 浸种处理 (10、30、50、60、70 mg/L) 后的幼苗叶绿素含量下降趋势缓慢, 且以浓度为 30 mg/L 处理的效果最好, 差异显著。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, 而通过外源激素 ABA 能够减轻低温胁迫下白菜型冬油菜幼苗叶绿体受损和光合强度的下降程度。

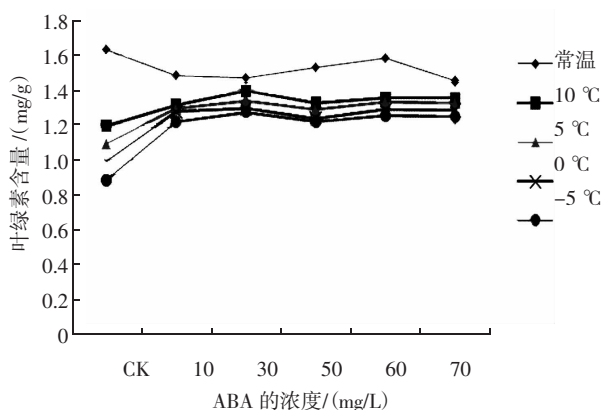


图 4 低温胁迫下不同浓度 ABA 浸种对冬油菜幼苗叶绿素含量的影响

3 小结与讨论

在低温胁迫下, 经过外源激素 ABA 溶液浸种处理的陇油 6 号幼苗中 SOD、CAT 和 POD 活性增强比清水处理 (CK) 明显。ABA 浸种处理与丙二醛含量、脯氨酸含量、叶绿素含量变化的相关性分析明显, 陇油 6 号幼苗中脯氨酸含量的增加都显著或极显著高于对照, 丙二醛含量的增长都比对照缓慢, 而叶绿素含量的下降趋势比清水处理 (CK) 缓慢。其中, 当 ABA 溶液浓度为 30 mg/L 时, 浸种后对白菜型冬油菜陇油 6 号种子萌发能力、生理指标等效果最为明显, 能够有效提高陇油 6 号幼苗对低温胁迫的适应性。

有学者认为植物胁迫可诱导功能蛋白基因的表达, 包括水通道蛋白、渗透调节分子 (如蔗糖、

脯氨酸)合成酶、保护性大分子以及膜蛋白结构和功能保护蛋白(如抗冻蛋白)等^[9-10],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^[11]。研究发现,外源 ABA 可诱导某些酶的重新合成而增加植物的抗冷性、抗涝性和抗盐性,可以促进种子、果实贮藏蛋白和糖份等贮藏物质的积累;ABA 也可诱导某些酶的重新合成而增加植物的抗冷性;ABA 还可以提高叶绿素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量,增加 SOD 活性,降低膜透性。外源 ABA 可提高植物抗冷性或抗寒性,这已在多种植物上被证实,如水稻、番茄、辣椒小麦、玉米。有研究表明,外源 ABA 对小麦的抗冷性有很大影响,低浓度的 ABA 可以促进低温下小麦的生长,提高其抗冷性。

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有利于自由基的产生,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,如 SOD 可清除 O_2^- , CAT、POD 具有分解 H_2O_2 的作用,生成没有毒害的 H_2O ^[12]。膜脂过氧化过程中,MDA 含量积累越多,膜系统受伤害越严重。细胞膜受伤害的程度可通过细胞膜的相对透性和 MDA 含量的高低来间接反映。叶绿素是光合作用的主要色素,在植物体内其含量的多少,在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,光合作用则表现强烈的抑制作用,叶绿素含量下降越快,则呈现冷害症状越早^[9]。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,脯氨酸还可保护蛋白质且在冷冻适应中起重要作用,有利于增强抗寒适应性^[13]。

在外源 ABA 浸种能有效提高冬油菜幼苗叶片中 POD、SOD 和 CAT 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 ABA 有效提高冬油菜油 6 号幼苗抗冷性、减轻低温对油菜苗伤害的主要生理基础。综合各项指标,外源 ABA 浸种的质量浓度在 30mg/L 时效果最为明显,其对冬油菜产量、品质等方面的影响有待进一步研究。

参考文献:

- [1] CHEN H, LI D H. Plant cold hardnecklckl and freezing ckltrecklckl [M]. New York: Academic Precklckl, 1982.
- [2] 郝格格,孙忠富,张录强,等. 脱落酸在植物逆境胁迫研究中的进展[J]. 中国农学通报, 2009, 18: 212-215.
- [3] 汤日圣,唐现洪,钟雨,等. 微生物源 ABA 对茄苗抗冷性和某些生理指标的影响[J]. 园艺学报, 2006, 33(1): 149-151.
- [4] 汤日圣,黄益洪,唐现洪,等. 微生物源脱落酸(A-BA)对辣椒苗耐冷性的影响[J]. 江苏农业学报, 2008, 24(4): 467-470.
- [5] 郭凤领,卢育华,李宝光. 外源 ABA 对番茄苗期和开花期抗冷特性的影响[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2000, 31(4): 357-362.
- [6] 刘德兵,魏军亚,崔百明,等. 脱落酸对香蕉幼苗抗寒性的影响[J]. 热带作物学报, 2007, 28(2): 1-4.
- [7] 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.
- [8] 张彩芳. 水杨酸和沙引发对糯玉米种子在盐逆境下发芽及生理特性的影响[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [9] 杨洪强,接玉玲. 高等植物脱落酸的生物合成及其调控[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(5): 457-462.
- [10] 吴耀荣,谢旗. ABA 与植物胁迫抗性[J]. 植物学通报, 2006, 23(5): 511-518.
- [11] 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.
- [12] 徐文玲,王翠花,牟晋华,等. 不同浓度脱落酸对大白菜抗冷特性的影响[J]. 山东农业科学, 2012, 44(1): 47-50.
- [13] 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.

(本文责编:陈珩)