

文章编号 :1003-8701(2014)01-0013-03

ABA 和乙烯利对荞麦幼苗耐盐性的效应

杨洪兵¹, 杨世平²

(1. 青岛农业大学生命科学院 / 山东省高校植物生物技术重点实验室, 山东 青岛 266109 ;
2. 中国农业大学烟台校区, 山东 烟台 264670)

摘要 :以盐敏感荞麦品种 TQ-0808 为试验材料,采用 NaCl 及分别添加不同浓度 ABA 和乙烯利对其进行处理,测定荞麦耐盐生理指标,研究 ABA 和乙烯利对荞麦幼苗耐盐性的效应。结果表明,适当浓度的 ABA 和乙烯利能显著降低盐胁迫下荞麦叶片质膜透性和 MDA 含量,适当浓度的 ABA 和乙烯利还能显著增加盐胁迫下荞麦叶片 SOD 活性和净光合速率。说明 ABA 和乙烯利可以明显改善盐胁迫下荞麦幼苗的生理特性,特别是 20 $\mu\text{mol/L}$ ABA 和 1.5 mmol/L 乙烯利对荞麦幼苗盐胁迫的缓解作用最好,且 ABA 的作用效果优于乙烯利。

关键词 :荞麦 ;NaCl 胁迫 ;ABA ;乙烯利 ;耐盐性

中图分类号 : Q945.78

文献标识码 :A

Effects of ABA and Ethephon on Salt Tolerance of Buckwheat Seedlings

YANG Hong-bing¹, YANG Shi-ping²

(1. Key Lab of Plant Biotechnology in Universities of Shandong, College of Life Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109; 2. Yantai Campus, China Agricultural University, Yantai 264670, China)

Abstract : The salt-sensitive buckwheat variety 'TQ-0808' was used as experimental material and it was treated with NaCl added different concentrations of ABA and ethephon. The effects of ABA and ethephon on salt tolerance of buckwheat seedlings were studied through measuring the salt-tolerant physiological indexes of buckwheat. The results showed that the appropriate concentrations of ABA and ethephon could obviously decrease the plasmalemma permeability and MDA content of buckwheat leaves under salt stress, and that could also obviously increase the SOD activity and net photosynthetic rate of buckwheat leaves under salt stress. It indicated that the ABA and ethephon could significantly improve the physiological characters of buckwheat seedlings under salt stress, especially the concentration of ABA and ethephon at 20 $\mu\text{mol/L}$ and 1.5 mmol/L had the best mitigation to salt stress of buckwheat seedlings, and the effect of ABA was better than that of ethephon.

Keywords :Buckwheat; NaCl stress; ABA; Ethephon; Salt tolerance

脱落酸(abscisic acid, ABA)是一种具有倍半萜结构的植物激素,在植物中普遍存在,它具有促进芽休眠并抑制萌发、促进叶片和果实脱落的作用。逆境胁迫下植物体内 ABA 含量增加,这主要是通过激活 ABA 合成及抑制其降解来实现的^[1]。ABA 在植物适应逆境方面具有重要的调节作用,而外源 ABA 也可以提高植物的抗逆性,表现在提高植

物抗冷性^[2]和抗旱性^[3]方面;在抗盐性方面, Larosa 等^[4]发现外源 ABA 能提高悬浮细胞对盐度的适应及促进蛋白合成;龚明等^[5]证明外源 ABA 能提高大麦和小麦的抗盐性;另外,外源 ABA 在提高玉米幼苗^[6]和野生大豆^[7]耐盐性方面也有一定作用。研究表明,水分胁迫下水稻颖花中 ABA 和乙烯含量明显增加^[8]。乙烯利是农业生产中广为应用的植物生长调节剂之一,在花生初花期采用适当浓度的乙烯利处理可明显增加花生的饱果率和荚果重^[9]。通过乙烯利浸种可明显改善干旱胁迫下甘蔗幼苗的生理特性,提高甘蔗的抗旱性^[10-11]。荞麦(*Fagopyrum esculentum* Moench)是蓼科(Polygonaceae)荞麦

收稿日期 :2013-05-14

基金项目 :国家自然科学基金项目(31371552);山东省自然科学基金项目(ZR2010CL019)

作者简介 :杨洪兵(1968-),男,副教授,博士,主要从事植物逆境生理研究。

属双子叶植物,耐逆性强,具有较高的营养价值和良好的保健功效^[12]。目前对外源物质尤其是抗逆激素类影响荞麦耐盐性的研究鲜见报道。本文以产量较高盐敏感荞麦品种为试验材料,在 NaCl 胁迫下添加不同浓度 ABA 和乙烯利处理,通过测定荞麦耐盐生理指标^[13-14]来探讨 ABA 和乙烯利对荞麦幼苗耐盐性的效应,为荞麦耐盐机制及提高荞麦耐盐性研究方面提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料培养与处理

以盐敏感荞麦品种 TQ-0808 为试验材料^[15]。挑选籽粒饱满、大小均匀、胚体发育正常的荞麦种子,1‰ KMnO₄ 溶液消毒 10 min,蒸馏水中通气吸涨 5 h,26℃ 恒温培养箱培养,种子萌发后移至 Hoagland 营养液中培养,自然光照,昼夜温度为 26℃/16℃,相对湿度为 60%左右,常规管理。荞麦幼苗长至两叶一心期开始处理,第一组为对照(CK),第二组采用 100 mmol/L NaCl 胁迫,另外 8 组是在 100 mmol/L NaCl 胁迫基础上分别添加不同浓度 ABA 和乙烯利处理,即 10、20、30、40 mol/L ABA 处理和 0.5、1.0、1.5、2.0 mmol/L 乙烯利处理,3 d 后取荞麦幼苗第二个叶片测定相关指标。每个处理设 3 个重复。

1.2 试验方法

参照李锦树等^[16]的方法测定质膜透性;参照林植芳等^[17]的方法测定 MDA 含量;参照李文卿等^[18]的氮蓝四唑法测定 SOD 活性;采用 CIRAS-1 型便携式光合作用测定系统测定荞麦叶片净光合速率,系统光强 1 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,CO₂ 浓度为 400 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 。

2 结果与分析

2.1 ABA 和乙烯利对 NaCl 胁迫下荞麦叶片质膜透性的效应

NaCl 胁迫下荞麦叶片质膜透性显著增加(图 1);不同浓度 ABA 处理使荞麦叶片质膜透性显著下降,与 NaCl 胁迫相比分别下降了 39.55%、48.97%、36.86%、32.19%,其中 20 mol/L ABA 处理使荞麦叶片质膜透性下降幅度最大;不同浓度乙烯利处理也使荞麦叶片质膜透性显著下降,与 NaCl 胁迫相比分别下降了 27.42%、34.87%、43.89%、32.46%,其中 1.5 mmol/L 乙烯利处理使荞麦叶片质膜透性下降幅度最大,说明 20 mol/L ABA 及 1.5 mmol/L 乙烯利对盐敏感荞麦品种叶片

质膜损伤的缓解能力最强。

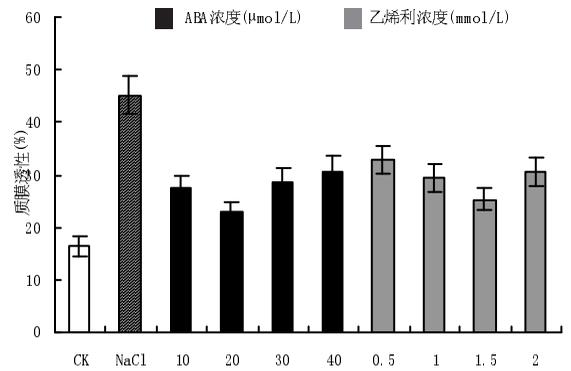


图 1 ABA 和乙烯利对 NaCl 胁迫下荞麦叶片质膜透性的效应(n=3,*表示 P<0.05,**表示 P<0.01,下同。)

2.2 ABA 和乙烯利对 NaCl 胁迫下荞麦叶片 MDA 含量的效应

NaCl 胁迫下荞麦叶片 MDA 含量显著增加(图 2),不同浓度 ABA 处理使荞麦叶片 MDA 含量显著下降,与 NaCl 胁迫相比分别下降了 43.84%、53.61%、51.64%、40.98%,其中 20 和 30 mol/L ABA 处理使荞麦叶片 MDA 含量下降幅度较大;不同浓度乙烯利处理也使荞麦叶片 MDA 含量显著下降,与 NaCl 胁迫相比分别下降了 28.94%、34.33%、42.74%、35.07%,其中 1.5 mmol/L 乙烯利处理使荞麦叶片 MDA 含量下降幅度最大,说明 20~30 mol/L ABA 及 1.5 mmol/L 乙烯利对盐敏感荞麦品种叶片膜脂过氧化的缓解能力较强。

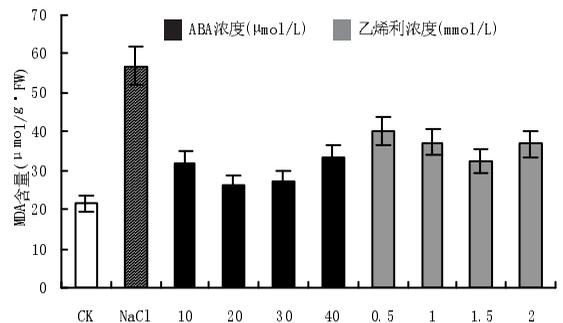


图 2 ABA 和乙烯利对 NaCl 胁迫下荞麦叶片 MDA 含量的效应

2.3 ABA 和乙烯利对 NaCl 胁迫下荞麦叶片 SOD 活性的效应

由图 3 可见,NaCl 胁迫下荞麦叶片 SOD 活性显著下降,加入 ABA 处理后,荞麦叶片 SOD 活性显著增加,与 NaCl 胁迫相比分别增加了 26.98%、39.96%、37.18%、20.70%,其中 20 和 30 mol/L ABA 处理使荞麦叶片 SOD 活性增加幅度较大,使 NaCl 胁迫下荞麦叶片 SOD 活性恢复至接近对照

水平; 乙烯利处理也使荞麦叶片 SOD 活性有不同程度的增加, 与 NaCl 胁迫相比分别增加了 8.92%、17.60%、29.10%、19.73%, 其中 1.5 mmol/L 乙烯利处理使荞麦叶片 SOD 活性增加幅度最大。

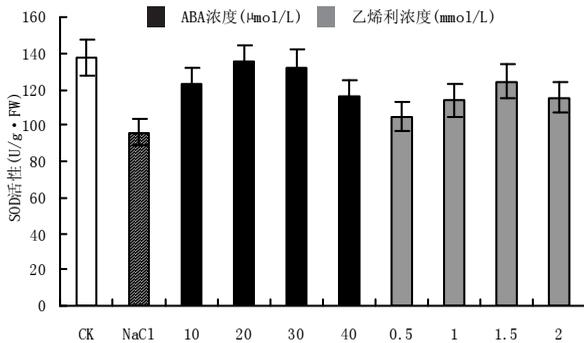


图3 ABA 和乙烯利对 NaCl 胁迫下荞麦叶片 SOD 活性的效应

2.4 ABA 和乙烯利对 NaCl 胁迫下荞麦叶片净光合速率的效应

从图 4 看出, NaCl 胁迫下荞麦叶片净光合速率显著下降, ABA 处理使荞麦叶片净光合速率有不同程度的增加, 与 NaCl 胁迫相比分别增加了 41.18%、85.62%、31.05%、16.50%, 其中 20 mol/L ABA 处理使荞麦叶片净光合速率增加幅度最大, 已经接近荞麦幼苗的对照水平; 不同浓度乙烯利处理也使荞麦叶片净光合速率显著增加, 与 NaCl 胁迫相比分别增加了 27.94%、63.56%、64.22%、33.50%, 其中 1.0~1.5 mmol/L 乙烯利处理使荞麦叶片净光合速率增加幅度较大。

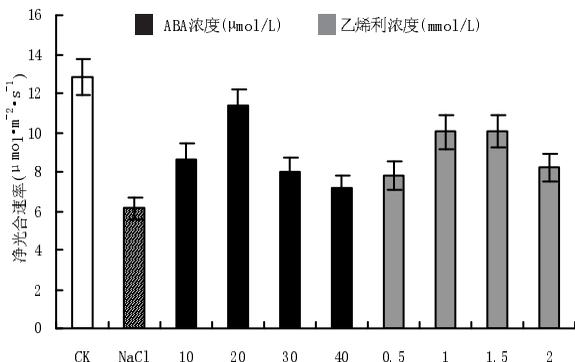


图4 ABA 和乙烯利对 NaCl 胁迫下荞麦叶片净光合速率的效应

3 讨论

盐胁迫可直接或间接导致植物一系列代谢和功能变化, 这些变化可作为鉴定植物耐盐性及耐盐筛选的指标^[19]。植物细胞膜透性和膜脂过氧化产物 MDA 含量是植物膜系统稳定性的重要指标,

郭启芳等^[20]认为, 甜菜碱可明显降低盐胁迫下小麦幼苗的 MDA 含量, 说明甜菜碱可较好地缓解盐胁迫引起的膜脂过氧化。本文中适宜浓度的 ABA 和乙烯利处理可以显著降低 NaCl 胁迫下荞麦叶片质膜透性和 MDA 含量, 且 ABA 的处理效果明显优于乙烯利。SOD 是氧自由基代谢的第一个关键酶^[21], 其活性高低在一定程度上反映了植物耐盐性强弱。钟新榕等^[22]研究表明, 与单纯盐胁迫相比, ABA 可明显促进盐胁迫下黄瓜幼苗的 SOD 活性, 在很大程度上减轻了脂质过氧化作用。研究表明, 乙烯利处理可增加花生叶片 SOD 活性^[9], 通过乙烯利浸种可明显提高干旱胁迫下甘蔗叶片的净光和速率^[11]。本文中适宜浓度的 ABA 和乙烯利可以显著增加 NaCl 胁迫荞麦叶片 SOD 活性和净光和速率, 特别是适宜浓度的 ABA 处理可使荞麦叶片 SOD 活性和净光和速率恢复至接近对照水平, 明显提高了荞麦幼苗的耐盐性。

总之, ABA 和乙烯利可以明显改善盐胁迫下荞麦幼苗的生理特性, 特别是 20 mol/L ABA 和 1.5 mmol/L 乙烯利对荞麦幼苗盐胁迫的缓解作用最好, 且 ABA 的作用效果优于乙烯利。

参考文献:

- [1] 吴耀荣, 谢旗. ABA 与植物胁迫抗性 [J]. 植物学通报, 2006, 23(5): 511-518.
- [2] 于晶, 张林, 苍晶, 等. 外源 ABA 对寒地冬小麦东农冬麦 1 号幼苗生长及抗冷性的影响 [J]. 麦类作物学报, 2008, 28(5): 883-887.
- [3] 胡玉净, 邓丽娟, 张杰, 等. 干旱胁迫下外源 ABA 对观赏海棠叶片可溶性蛋白和脱落素积累的影响 [J]. 林业科学, 2012, 48(4): 35-42.
- [4] Larosa P C, Hasegawa P M, Rhodes D, et al. Abscisic acid stimulated osmotic adjustment and its involvement in adaptation of tobacco cells to NaCl [J]. Plant Physiology, 1987, 85 (1): 174-181.
- [5] 龚明, 丁念诚, 刘友良. ABA 对大麦和小麦抗盐性的效应 [J]. 植物生理学通讯, 1990(3): 14-18.
- [6] 赵可夫, 范海, Harris P J C. 盐胁迫下外源 ABA 对玉米幼苗耐盐性的影响 [J]. 植物学报, 1995, 37(4): 295-300.
- [7] 张辉, 张文会, 苗秀莲, 等. 外源脱落酸对苗期野生大豆抗盐能力的影响 [J]. 大豆科学, 2009, 28(5): 828-832.
- [8] 杨建昌, 刘凯, 张慎凤, 等. 水稻减数分裂期颖花中激素对水分胁迫的响应 [J]. 作物学报, 2008, 34(1): 111-118.
- [9] 唐军, 张敏, 陈世超, 等. 乙烯利对花生生理及农艺性状的效应 [J]. 广西农业科学, 2005, 36(6): 511-514.
- [10] 叶燕萍, 李杨瑞, 罗霆, 等. 乙烯利浸种对甘蔗抗旱性的影响 [J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 387-389.
- [11] 王威豪, 叶燕萍, 罗永明, 等. 水分胁迫下乙烯利浸种对甘蔗苗期光合性状和分蘖的影响 [J]. 作物杂志, 2008(1): 50-54.
- [12] 杨利艳, 杨武德. 21 世纪的作物名星荞麦 [J]. 世界农业, 2002(1): 36.

(下转第 29 页)

植物在逆境或衰老时,体内活性氧代谢产生氧化性极强的过氧化氢,进而生成氢氧自由基可直接或间接地氧化细胞内核酸、蛋白质等生物大分子,损害细胞膜,破坏性极强。过氧化氢酶能将机体代谢过程中产生的具损害性的过氧化氢快速催化分解成水和氧气,从而为机体细胞提供稳定的内环境以及维护细胞的正常生活,它的活性高低与植物的抗逆性密切相关^[6]。本试验中在萌芽时间因素上,此酶在萌芽前3~4 d出现一个高峰,然后缓慢上升。这与上述超氧化物歧化酶的生理机制相适应。在胁迫浓度因素上,随着胁迫程度加深,各类生化反应受到抑制,从而过氧化氢的产量降低,因此该酶活性也逐步降低。

过氧化物酶是植物体内普遍存在的一种活性较高的酶,它与植物代谢及抗逆性都有密切关系。具双重性,在可逆境或衰老初期表达中表现为保护效应而在后期的表达则参与活性氧的生成,是植物体衰老到一定阶段的产物,甚至可作为衰老指标。本试验中此酶受萌芽时间延长表现不定的变化,这与细胞生长的不同阶段产生过氧化物酶的多少相适应。随胁迫程度加重没有表现显著的差异,这可能是随着胁迫加深细胞代谢活动受到一定抑制,产生的过氧化物量减少,需要此酶的活性降低。

4 结 论

4.1 两种杂交水稻在相同的盐胁迫下的变化趋势较一致,但呈现出一定的种间差异,即不同品种

对相同胁迫的耐受程度不同。

4.2 发芽率、淀粉酶和过氧化氢酶活性随盐胁迫浓度上升而显著地下降,随萌芽时间增加而上升。

4.3 两个品种的超氧化物歧化酶、硝酸还原酶和过氧化物酶活性随萌芽时间有较大变化,在不同胁迫浓度间无显著差异。

参考文献:

- [1] 符秀梅,朱红林,李小靖,等.盐胁迫对水稻幼苗生长及生理生化的影响[J].广东农业科学,2010(4):19-21.
- [2] 称海涛,苏展,曹萍,等.NaCl和Na₂CO₃胁迫对水稻粳杂交后代群体发芽与幼苗生育的影响[J].沈阳农业大学学报,2010,41(1):73-77.
- [3] 江红南.基于3S技术的干旱区土壤盐渍化时空演变研究[D].新疆大学,2007(6):1-19.
- [4] 鄂志国,张丽靖.水稻盐胁迫应答的分子机制[J].杂交水稻,2010,25(2):1-5.
- [5] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006:174-176.
- [6] 国占生.超氧化物歧化酶样活性的测定方法[J].衡水师专学报,2001,3(2):39-41.
- [7] 古映莹,李丹.碘量法和钼量法测定过氧化氢的研究[J].湖南理工学院学报(自然科学版),2005,18(3):55-58.
- [8] 南芝润,范月仙.植物过氧化氢酶的研究进展[J].安徽农学通报,2008,14(5):27-29.
- [9] 陈丽珍,叶剑秋,王荣香.水稻盐胁迫的研究进展[J].热带农业科学,2011,31(3):87-90.
- [10] 徐书果.小麦不同发育阶段硝酸还原酶和谷氨酰胺合成酶活性的遗传分析[D].河南农业大学,2006:4-45.
- [11] May Sandar Kyaing,顾立江,程红梅.植物中硝酸还原酶和亚硝酸还原酶的作用[J].生物技术进展,2011,1(3):159-164.
- [12] 李德发,李德发,李德发,等.盐胁迫对水稻幼苗生长及生理生化的影响[J].福建农业学报,2000,15(4):45-50.
- [13] 战伟龔,邱念伟,赵方贵,等.盐和水分胁迫对不同荞麦品种生理特性的影响[J].中国农学通报,2009,25(17):129-132.
- [14] 战伟龔,张学杰,杨德翠,等.NaCl和等渗PEG对荞麦SOD及APX活性的影响[J].江苏农业科学,2009(5):101-102.
- [15] 马德源,李发良,朱剑锋,等.6个荞麦品种耐盐性的比较[J].现代农业科技,2009(3):157-158.
- [16] 李锦树,王洪春,王文英,等.干旱对玉米叶片细胞膜透性及膜脂的影响[J].植物生理学报,1983,9(3):223-229.
- [17] 林植芳,李双顺,林桂珠,等.水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质过氧化作用的关系[J].植物学报,1984,26(6):605-615.
- [18] 李文卿,潘廷国,柯玉琴,等.土壤水分胁迫对甘薯苗期活性氧代谢的影响[J].福建农业学报,2000,15(4):45-50.
- [19] 李杰,陈康,唐静,等.NaCl胁迫下玉米幼苗中一氧化氮与茉莉酸积累的关系[J].西北植物学报,2008,28(8):1629-1636.
- [20] 郭启芳,马千全,孙灿,等.外源甜菜碱提高小麦幼苗抗盐性的研究[J].西北植物学报,2004,24(9):1680-1686.
- [21] Kalir A, Poljakoff-Mayber A. Changes in activity of malate dehydrogenase, catalase, peroxidase and superoxide dismutase in leaves of *Halimione portulacoides* (L.) aellen exposed to high sodium chloride concentrations[J]. Annals of Botany, 1981, 47 (1): 75-85.
- [22] 钟新榕,郁继华,颜建明,等.NaCl胁迫及外源ABA和GA₃对黄瓜幼苗抗氧化酶活性的影响[J].甘肃农业大学学报,2005,40(4):467-470.

(上接第15页)