



盐胁迫下外源激素对黄瓜幼苗生理特性的影响

张环宇

(哈尔滨市农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150026)

摘要:为了解决黄瓜设施生产中由于土壤次生盐渍化导致的连作障碍问题,以黄瓜品种哈研3号为材料,在三叶一心时期,使用 $225 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液进行处理,模拟盐胁迫环境。喷施 SA、ABA 及 GA,研究外源激素对黄瓜幼苗耐盐性的影响。结果表明:盐胁迫能使黄瓜幼苗细胞膜透性显著增加,叶绿素含量下降,丙二醛含量增加,SOD 和 POD 酶活性增加,而喷施外源激素 SA、ABA 及 GA 进行处理,能有效减缓相对电导率、叶绿素含量和丙二醛含量的变化,同时增加 POD 酶和 SOD 酶的活性。

关键词:盐胁迫;外源激素;黄瓜

近年来,我国设施栽培发展迅速,面积不断扩大,为我国蔬菜及其它作物的反季节栽培,跨区种植及周年供应提供了有力保障。但是由于在栽培过程中复种指数过高,大量使用化肥及管理措施不当,造成保护地内土壤次生盐渍化问题不断出现且逐渐加剧,危害了作物的生长,影响了产品的产量与品质^[1]。黄瓜是设施大面积栽培的主要蔬菜作物之一,次生盐渍化现象严重制约了黄瓜设施生产^[2],因此,如何提高黄瓜的耐盐性,成为黄瓜栽培过程中的一个重要问题。

有报道指出,外源施用植物生长激素有助于提高植物的抗逆性^[3-4]。赤霉素是一种广泛存在的植物激素,其可以促进细胞分裂,成熟细胞伸长,提高植物生长激素水平;水杨酸(SA)是一种植物体内存在的小分子化合物,可以影响植物许多生理过程,有研究表明,盐胁迫下,SA 可以减轻细胞膜伤害程度,提高细胞相对含水量,同时还能影响植物体内其它激素的水平,从而增强植物的抗逆性^[5];脱落酸被称为应激激素或者胁迫激素,启动植物体内抗逆基因表达的"第一信使",可有效激活植物体内抗逆免疫系统,有研究表明外源脱落酸(ABA)可以通过渗透调节,促进植物对 K^{+} 和 NO_3^{-} 的吸收,从而减少 Na^{+} 的积累,稳定细胞膜结构^[6]。

本研究主要探讨施用适量浓度的外源水杨酸(SA)、脱落酸(ABA)以及赤霉素(GA)对黄瓜幼苗耐盐性的影响,为解决黄瓜设施生产中出现的连作障碍问题提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试黄瓜(*Cucumis sativus* L.)品种哈研3号为哈尔滨市农业科学院黄瓜课题组自主选育审定品种,类型为密刺型黄瓜。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2017年在哈尔滨市农业科学院塑料大棚内进行。将黄瓜种子进行温汤浸种消毒,然后置于 25°C 下进行催芽,发芽后选取出芽一致的种子,播种于盆内。待幼苗长至三叶一心时,每盆内加入浓度为 $225 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液 300 mL ^[7] 进行盐胁迫处理,同时分别用 $2.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 SA, $10 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 ABA 以及的 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 GA,均匀喷施供试植株的叶片进行诱导处理,每个处理 30 株,空白对照采用蒸馏水进行喷施,处理后测定相关指标。

1.2.2 测定项目及方法 相对电导率测定:取相同节位的黄瓜叶片,用蒸馏水将叶片冲洗干净后,避开主脉位置,将叶片切成大小一致的叶块,混合均匀后,称取 0.1 g 放入装有 10 mL 去离子水的注射器中,堵住注射器的口,然后不断抽气放气,直到所有的叶片沉到水底。将抽真空后的叶片在室温下放置 1 h 。用电导仪测定浸提液电导率(R_1),然后在沸水中加热 30 min ,冷却至室温,摇匀,测定电导率(R_2),蒸馏水为空白对照,测定其电导率(R_0)。相对电导率($\%$) = $(R_1 - R_0) / (R_2 - R_0) \times 100$ ^[8]。

SOD 和 POD 活性测定:超氧化物歧化酶(superoxide dismutase SOD)活性采用氮蓝四唑光化还原法^[9]测定;过氧化物酶(peroxidase POD)活性采用愈创木酚法^[10]测定。

收稿日期:2017-12-13

作者简介:张环宇(1985-),女,硕士,农艺师,从事黄瓜育种研究。E-mail:hy_zhang1985@163.com。

其它生理指标测定:叶绿素含量采用丙酮浸提法测定,丙二醛含量采用硫代巴比妥酸法测定,脯氨酸含量采用磺基水杨酸法测定。

1.2.3 数据分析 采用 WPS 和 SAS8.1 进行数据的统计分析,应用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 外源激素对盐胁迫下黄瓜幼苗相对电导率的影响

从图 1 可以看出,NaCl 处理使黄瓜幼苗叶片的相对电导率增加,且随着处理天数的增加,相对电导率逐渐增大,从起始的 19%,增至 74%。使用外源激素 ABA、SA 和 ABA 进行处理的植株叶片相对电导率也呈逐渐增加的趋势,但与 CK 相比,增加幅度变小,一定程度上缓解了盐胁迫对相对电导率的影响。其中使用 SA、ABA 和 GA 处理叶片相对电导率增加至 62%、64%和 67%,3 个处理区别不明显。

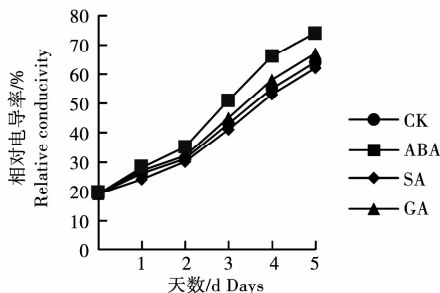


图 1 外源激素对盐胁迫下黄瓜幼苗相对电导率的影响

Fig. 1 Effects of exogenous hormone on relative conductivity in leaves of cucumber seedlings under salt stress

2.2 外源激素对盐胁迫下黄瓜幼苗叶绿素含量的影响

从图 2 可以看出,随着 NaCl 处理天数不断增加,黄瓜幼苗的叶绿素含量呈不断下降的趋势,从起始的 $1.42 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 下降至 $1.08 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,下降 23.9%。使用外源激素处理的植株叶绿素含量下降趋势小于 CK,其中 SA 处理组叶绿素含量下降速度出现先快后慢现象,但最终数据显示 SA 处理组叶绿素含量仍然高于其它处理组,为 $1.17 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,下降幅度为 17.6%。

2.3 外源激素对盐胁迫下黄瓜幼苗 SOD 和 POD 活性的影响

由图 3 可知,在进行盐胁迫处理 5 d 后,黄瓜幼苗的 SOD 酶和 POD 酶活性升高 62.0% 和 61.0%,使用外源激素 ABA、SA 和 GA 进行处理

后,SOD 和 POD 的活性又有一定程度的提高,其对应 SOD 酶活性分别提高 84.8%、89.9% 和 76.0%,POD 酶活性分别提高 79.3%、85.4% 和 72.0%。

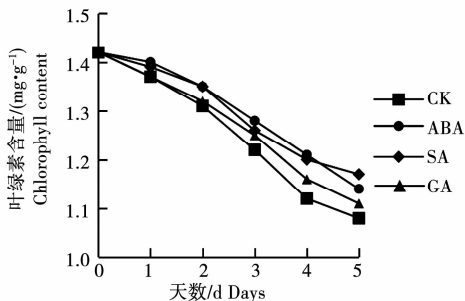


图 2 外源激素对盐胁迫下黄瓜幼苗叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effects of exogenous hormone on chlorophyll content in leaves of cucumber seedlings under salt stress

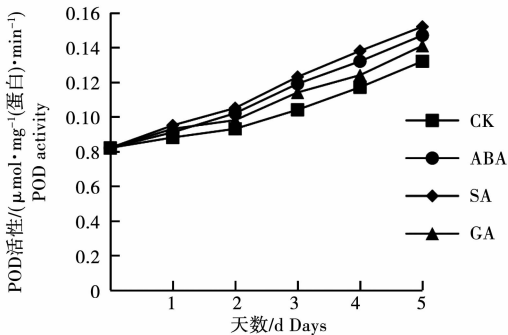
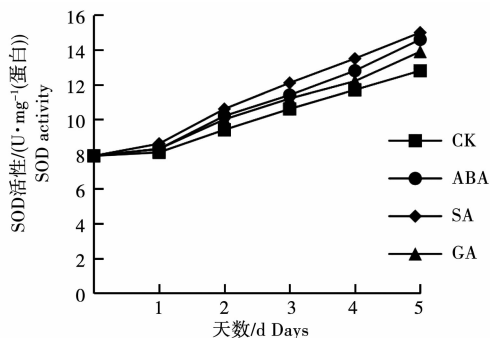


图 3 外源激素对盐胁迫下黄瓜幼苗 SOD(a) 和 POD(b)活性的影响

Fig. 3 Effects of exogenous hormone on activities of SOD and POD in leaves of cucumber seedlings under salt stress

2.4 外源激素对盐胁迫下黄瓜幼苗丙二醛含量的影响

从图 4 可以看出,随着 NaCl 处理天数增加,黄瓜幼苗的 MDA 含量逐渐增加,从起始的 $5.4 \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$ 增加至 $12.2 \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$,增加幅度非常大。使用外源激素 ABA、SA 和 GA 处理后,有效减缓了 MDA 含量的积累,其中,以 SA 处理效

果最明显,丙二醛含量为 $10.18 \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$, ABA 处理对应的丙二醛含量为 $11.05 \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$, GA 处理为 $11.58 \text{ mmol} \cdot \text{g}^{-1}$, 与对照相比差别不明显。

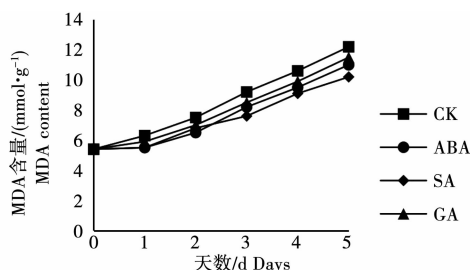


图4 外源激素对盐胁迫下黄瓜幼苗MDA含量的影响

Fig. 4 Effects of exogenous hormone on MDA content in leaves of cucumber seedlings under salt stress

3 结论与讨论

对植物产生盐危害的主要为 Na^+ 盐和 Ca^{+} 盐,而且以 Na^+ 的危害最为普遍和严重。高盐造成植株失水,叶绿体结构破坏,从而影响光合作用。本试验结果显示,随着盐胁迫处理的天数增加,黄瓜幼苗的叶绿素含量显著降低,而喷施外源激素 SA、ABA 和 GA,均可有效减缓叶绿素含量下降的趋势。

高盐胁迫下,过多的 Na^+ 与其它的矿质元素形成竞争,使植物在营养吸收的过程中出现离子吸收不平衡的情况,导致植物矿质营养缺乏^[11]。同时,高浓度的 Na^+ 还可以替代细胞膜上的 Ca^{+} ,破坏膜的结构和稳定性,发生膜脂过氧化作用,导致细胞内的有机溶质渗出。在本试验中,NaCl 胁迫下,黄瓜叶片的相对电导率增加,就是由于溶质的渗出,在使用外源激素后,相对电导率增加的幅度变小,但 3 种激素之间的区别并不明显。而细胞膜过氧化的状态可以用丙二醛含量高低来衡量^[12],在本试验中,盐胁迫处理后,黄瓜幼苗的丙二醛含量增加,且随着处理天数延长,丙二醛含量继续不断增加。进行外援激素处理后,均能降低盐胁迫下丙二醛的含量,其中以 SA 处理效果最为显著。

盐胁迫下,植物体内还会产生大量的自由基,过多的自由基会导致过氧化伤害。因此,在盐胁迫

下,植物体内的 SOD 和 POD 酶的活性会大幅提高,它可以对抗和阻断自由基对细胞造成的伤害,并及时修复受损细胞。在本试验中,外源喷施激素 ABA、SA 和 GA 后,SOD 和 POD 酶的活性得到进一步提高,从而增加了植物的耐盐性。

植物相对电导率,叶绿素含量,丙二醛含量和 SOD、POD 酶的活性都可以作为研究植物抗逆性的重要指标。在本研究中,对盐胁迫处理的黄瓜幼苗分别喷施了适量浓度的水杨酸(SA)、脱落酸(ABA)以及赤霉素(GA),试验结果表明,喷施外源激素,可以有效减缓盐胁迫下相对电导率、叶绿素含量和丙二醛含量的变化,同时增加 POD 酶和 SOD 酶的活性,说明,喷施外源激素在一定程度上能够提高黄瓜幼苗的耐盐性,为黄瓜保护地生产中的次生盐渍化问题提供了解决方法。

参考文献:

- [1] 孙令强,耿广东,王倩,等.设施蔬菜土壤次生盐渍化原因及解决途径[J].西北园艺:蔬菜专刊,2005(1):4-6.
- [2] 崔玮,张芬琴,李玉兰,等.中性盐和碱性盐胁迫对黄瓜种子萌发的影响[J].种子,2006,25(4):66-69.
- [3] 李芸瑛,梁广坚,叶庆生.甜菜碱预处理对黄瓜幼苗抗冷性的影响[C]//中国植物生理学会第九次全国会议论文摘要汇编,2004.
- [4] 苗丽,巩彪,聂文婧,等.外源 IAA 对 NaHCO_3 胁迫下黄瓜幼苗光合特性和抗氧化系统的影响[J].植物生理学报,2014(6):765-771.
- [5] 鲁旭东,陈小飞.水杨酸在植物抗逆性中的作用[J].孝感学院学报,2006,26(3):13-17.
- [6] 颜宏,赵伟,盛艳敏,等.碱胁迫对羊草和向日葵的影响[J].应用生态学报,2005,16(8):1497-1501.
- [7] 张景云,吴凤芝.盐胁迫对黄瓜不同耐盐品种叶绿素含量和叶绿体超微结构的影响[J].中国蔬菜,2009,1(10):13-16.
- [8] 黄茜,郭莎莎,陈良超,等.外源硫化氢对盐胁迫下茶树抗氧化特性的影响[J].植物生理学报,2017(3):497-504.
- [9] 邵从本,罗广华,王爱国,等.几种检测超氧化物歧化酶活性反应的比较[J].植物生理学报,1983(5):48-51.
- [10] 张志良.植物生理学实验指导[M].2版.北京:高等教育出版社,1990.
- [11] Shabala S, Cuin T A. Plantsalt tolerance[M]. CLIFTON: Humana Press,2012.
- [12] 王风华,王贵学,赖钟雄,等. CaCl_2 处理对茄子幼苗膜脂过氧化的影响[J].江西农业大学学报,2005,27(4):545-552.

Effects of Exogenous Hormone on Physiological Characteristics of Cucumber Seedling Under Salt Stress

ZHANG Huan-yu

(Harbin Academy of Agriculture Science, Harbin 150026, China)



菊芋光响应曲线最佳模型选择及其环境适应性

黄东兵, 彭莉霞

(广东生态工程职业学院, 广东 广州 510520)

摘要:为揭示菊芋的光合特性,以草地、林下两种不同生长环境的菊芋(*Helianthus tuberosus* L.)为研究对象,利用便携式光合仪 LI-6400 进行光响应曲线的测量,并选取最佳拟合模型,计算并对比两种环境条件下的光合参数,深入分析菊芋生理生长特性与生长环境间的关系。结果表明:改进指数模型为菊芋的光响应曲线最佳拟合模型,拟合所得 R^2 为 0.999,光饱和点(I_{sat})为 $1\ 600\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、光补偿点(I_c)为 $37.637\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、最大净光合速率(P_{max})为 $27.256\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、暗呼吸速率(R_d)为 $-2.218\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、初始量子效率(φ)为 0.059;菊芋为阳生植物,耐高温耐干旱;因此菊芋应种植在高温干燥的生境中,草地更适宜于菊芋的生存。

关键词:菊芋;改进指数模型;光合参数;草地;林下

菊芋(*Helianthus tuberosus* L.)属于菊科向日葵属的双子叶植物,是一种多年生宿根性草本植物,原产北美洲,后经欧洲传入中国^[1]。菊芋地下块茎富含淀粉、菊糖等果糖多聚物,可食用或作制取淀粉和酒精的原料。同时,菊芋还有中药属性,具有清热、消毒功效,特别是菊芋提取菊糖,可治疗糖尿病。另外,菊芋的生命力强,其耐寒和耐旱能力强,具有抗风沙的作用,在固沙、治沙,改变沙漠的生态效果显著。尤其值得注意的是,随着化石燃料的日益枯竭和环境污染问题不断加重,生物柴油技术引人注目,而菊芋块茎中富含系列多聚果糖——菊粉,经提取后的多聚果糖可以转化为果寡糖,加入大肠杆菌后经过细胞工厂的作用,可转化为生物柴油,因此菊芋具有较高的经济效益和生态效益^[2-5]。目前,菊芋的研究多集中于

化学成分、食品开发、资源调查等方面,而对其光合特性等生理方面的研究较少,仅见高凯等对沙地、盐碱地、弃耕地和农田生境下的菊芋进行光合速率和蒸腾速率的研究,光合生理研究是了解植物生长特性的基础,因此对于其生理生态方面的研究具有积极意义^[6-8]。光响应曲线用于研究植物的光合生理特性,通过数学模型拟合光响应曲线,可获得光合参数用以判断植物是阴生植物还是阳生植物、光合作用能力强弱等生理特性^[9]。常用光响应曲线的拟合模型包括直角双曲线模型、指数模型、改进指数模型、非直角双曲线模型、直角双曲线修正模型(叶子飘新模型)等,模型不同其光响应曲线的拟合结果存在一定的差异^[10]。在不同生境下植物的光合气体交换特性会发生变化,光合气体特性变化直接关系到植物的光合作用,选取不同生境下的菊芋进行测定对于菊芋的培育就更具指导意义^[11]。目前,鲜见涉及不同生长条件下菊芋光合生理过程与光照定量关系的研究^[12]。因而本文选取了常见的两种不同环境条件(草地、林下)菊芋为研究对象,测量了两种环境条件下菊芋光合光响应曲线,通过筛选最佳拟合

收稿日期:2017-12-05

基金项目:校级研究与发展计划资助项目(2015kykt-xj-jb02)。

第一作者简介:黄东兵(1968-),男,学士,副教授,从事园林设计及园林植物应用研究。E-mail:1057964927@qq.com。

责任作者:彭莉霞(1980-),女,硕士,副教授,从事园林植物应用研究。E-mail:20186598@qq.com。

Abstract: In order to solve the problem of continuous cropping obstacle caused by soil secondary salinization in cucumber facility production, 'Hayan No. 3' was treated with NaCl solution ($225\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) during the three-leaf period. The effects of exogenous hormones on salt tolerance of cucumber seedlings were studied by spraying SAG, ABA and GA. The results showed that salt stress could significantly increase cell membrane permeability and decrease chlorophyll content in cucumber seedlings. The content of malondialdehyde increased and the activity of Sod and POD increased, but spraying exogenous hormones such as POD and GA could effectively slow down the changes included relative conductance, chlorophyll content and malondialdehyde content, and increased the activity of POD enzyme and SOD enzyme at the same time.

Keywords: salt stress; exogenous hormone; cucumber