

# 外源一氧化氮对盐胁迫下白皮黄瓜种子萌发的影响

王春林<sup>1,2</sup>, 刘建新<sup>1,2</sup>, 尚菲<sup>1,2</sup>, 王凤琴<sup>1,2</sup>

(1. 陇东学院 生命科学与技术学院, 甘肃 庆阳 745000; 2. 甘肃省陇东生物资源保护与利用重点实验室, 甘肃 庆阳 745000)

**摘要:**以白皮黄瓜品种“白叶三”新鲜种子为试材, 采用培养皿发芽法, 研究了不同浓度的 NO 供体硝普钠(SNP)溶液对 100 mmol/L NaCl 胁迫下黄瓜种子萌发过程中吸水率、发芽率、相对电导率和  $\alpha$ -淀粉酶活性的影响。结果表明:适当浓度的 SNP 溶液能明显提高盐胁迫下白皮黄瓜种子吸水率和发芽率, 缓解盐胁迫对种子细胞膜修复的抑制作用, 抑制盐胁迫下种子  $\alpha$ -淀粉酶活性的降低; 其中, 以 0.10 mmol/L 的 SNP 溶液减缓盐害效果较好。

**关键词:**硝普钠(SNP); 白皮黄瓜; 吸水率; 膜透性; 淀粉酶活力

**中图分类号:**S 642.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)08-0026-04

白皮黄瓜皮薄、质脆、微甜, 深受消费者青睐, 已成为陇东地区特色蔬菜产业之一。目前, 土壤盐渍化对农业的威胁是一个全球性问题, 加之农业生产过程中长期不合理的施用化肥及灌溉水质、灌溉方式等因素的影响, 盐渍化程度正在进一步加剧。盐害是植物遭受的主要逆境之一, 也是造成农作物产量下降的重要原因之一。因此, 减少土壤盐渍化, 提高植物耐盐性是当前亟待解决的问题。

一氧化氮(NO)作为气体信号分子广泛参与植物生长发育的许多过程, 如种子萌发、下胚轴伸长、叶扩展、根向地性、侧根形成、植物开花、果实等组织的成熟和衰老等<sup>[1]</sup>, 还参与植物生物、非生物胁迫的调节<sup>[2]</sup>。已有研究表明, NO 供体硝普钠(SNP)可以提高盐胁迫下植物种子的发芽率、发芽指数、活力指数, 促进下胚轴和胚根的生长, 增加幼苗干重和鲜重, 这在小麦、辣椒、白菜、甘蓝等作物上都得到了证实<sup>[3-6]</sup>。研究 NO 对盐胁迫下植物的影响, 对于解决园艺作物设施栽培中次生盐渍化问题, 提高园艺植物的耐盐性具有重要的现实意义。种子萌发期是植物生活周期中的重要阶段, 在此期间, 种子内部的新陈代谢活动更容易受到盐渍环境的干扰, 因此, 缓解盐胁迫对萌发期种子的抑制显得尤为重要。该研究就外源 NO 供体硝普钠(SNP)对白皮黄瓜种子萌发的影响进行了初步研究, 以期为提高作物的抗盐性提供理论依据和新的技术途径。

**第一作者简介:**王春林(1982-), 女, 甘肃庆阳人, 硕士, 讲师, 现主要从事植物逆境生理等研究工作。E-mail: wangchl2005@126.com.

**基金项目:**陇东学院青年科技创新资助项目(XYZK1108)。

**收稿日期:**2013-12-17

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料白皮黄瓜品种“白叶三”种子, 系天津市蓟县四季种子站 2013 年生产的新鲜种子。外源一氧化氮(NO)供体为硝普钠(SNP)购自美国 Sigma 公司。

### 1.2 试验方法

取饱满的、无病害、整齐一致的白皮黄瓜种子, 用 0.1% 的氯化汞溶液消毒 10 min, 再用蒸馏水冲洗数次, 将 2 层滤纸铺到培养皿中, 黄瓜种子摆放在上面。设 4 组处理: 100 mmol/L NaCl 溶液浸透、100 mmol/L NaCl 胁迫处理液中分别浇灌 0.01、0.10、1.00 mmol/L 的硝普钠处理溶液 5 mL, 以清水处理为对照(CK)。种子上面覆盖 2 层滤纸保湿, 于(25±2)℃培养箱中萌发。每天揭开保湿滤纸, 分别用各自处理液淋洗种子, 浇透培养皿底部滤纸, 再覆盖浸透处理液的滤纸, 然后倾斜培养皿沥去多余处理液, 以免种子被处理液掩埋而影响萌发。每个处理 100 粒种子, 3 次重复。

### 1.3 项目测定

**1.3.1 种子萌发过程中吸水率的测定** 选取自然风干的种子, 选自培养时间起 1、2、4、8、12、24、48 h 的种子各 50 粒称重(精确度为 0.001 g 的电子天平), 3 次重复。种子的吸水率(W%)=(W<sub>1</sub>-W<sub>2</sub>)/W<sub>2</sub>×100%, 式中: W<sub>1</sub> 为 50 粒种子鲜质量, W<sub>2</sub> 为 50 粒种子自然风干的质量。

**1.3.2 种子发芽率的测定** 处理后逐日统计发芽数每天记录发芽种子粒数(胚根突出种皮视为发芽, 每天记录至第 7 天)。发芽率(%)=发芽种子数/供试种子数×100%。

**1.3.3 种子萌发过程中相对电导率的测定** 分别取处理后 1、2、4、8、12、24、48 h 的种子各 20 粒, 用镊子小心剥

去种壳,用蒸馏水冲洗1次,再用去离子水冲洗2次,用滤纸吸干其表面浮水,装入小烧杯中,加入15 mL去离子水,用真空抽气泵抽气30 min后在室温下静置20 min,测定初始电导率 $Ax$ ,然后在沸水中煮10 min,冷却至室温再测其煮后电导率 $Bx$ ,3次重复<sup>[7]</sup>。相对电导率(%)= $Ax/Bx \times 100\%$ ,测定过程保持在20℃下进行,因为微小的温度变化会影响电导率的准确性。另外,不能让电解质以外来源(皮肤或搅拌棒)接触溶液。

1.3.4 种子萌发过程中 $\alpha$ -淀粉酶活性的测定 于处理第2天进行, $\alpha$ -淀粉酶活性采用3,5-二硝基水杨酸法测定<sup>[8-9]</sup>。

#### 1.4 数据分析

采用Excel软件作图,采用SPSS统计软件中的Duncan's法对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 外源NO供体SNP对盐胁迫下白皮黄瓜种子吸水率的影响

从图1可知,在处理4 h内吸胀吸水阶段,各处理间白皮黄瓜种子吸水率与对照相比无显著性差异( $P > 0.05$ ),随着处理时间的增加,8 h后,100 mmol/L NaCl胁迫种子吸水率显著低于对照和其它各处理( $P < 0.05$ ),并且SNP 0.10、1.00 mmol/L处理种子吸水率与对照无显著性差异;48 h时,0.10 mmol/L SNP处理种子吸水率与对照无显著性差异外,其它各处理之间都存在显著性差异。表明NO供体SNP能有效减缓由于NaCl胁迫而造成的种子吸水能力的降低,而且存在浓度效应,以0.10 mmol/L SNP溶液缓解能力最佳。

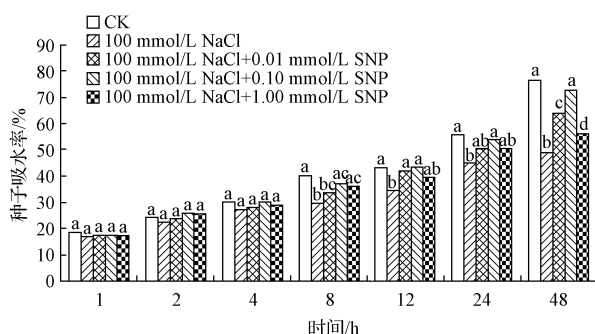


图1 外源NO供体SNP对盐胁迫下白皮黄瓜种子吸水率的影响

注:不同小写字母代表0.05水平下差异显著,下同。

Fig.1 Effect of exogenous nitric oxide donor SNP on water absorption of seeds of the white cucumber under salt stress

Note: Different small letters mean significant difference at 0.05 level, the same below.

### 2.2 外源NO供体SNP对盐胁迫下白皮黄瓜种子发芽率的影响

从图2可以看出,盐胁迫下白皮黄瓜种子萌发受到

抑制,发芽率显著低于对照,第7天时,发芽率仅为对照的76.5%。SNP处理可明显缓解盐胁迫对白皮黄瓜种子萌发的抑制作用,且浓度为0.10 mmol/L时缓解作用最强,第7天时,使盐胁迫下种子发芽率由68.3%提高到81%( $P < 0.05$ ),但当SNP浓度为1.00 mmol/L时,缓解作用反而有所减弱。说明SNP对盐胁迫下白皮黄瓜种子萌发的缓解作用具有浓度效应和“低促高抑”现象,这与潘龙等<sup>[10]</sup>在紫花苜蓿种子萌发上研究结果一致。从发芽时间上来看,对照组的发芽高峰在2~3 d,而盐胁迫下和SNP处理的种子第5天后,发芽率基本不再增加,说明SNP虽然能提高盐胁迫下黄瓜种子的发芽率,但是对盐胁迫下种子发芽进程没有促进作用。

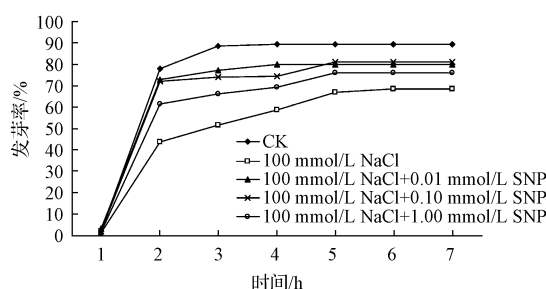


图2 外源NO供体SNP对盐胁迫下白皮黄瓜种子萌发的影响

Fig.2 Effect of exogenous nitric oxide donor SNP on seed germination of the white cucumber under salt stress

### 2.3 外源NO供体SNP对盐胁迫下白皮黄瓜种子相对电导率的影响

种子相对电导率是种子活力测定的指标之一。在一般情况下,认为种子活力与电导率呈负相关,即电导率高的种子活力低,反之则种子活力高。种子在萌发吸胀过程中,细胞膜系统需要修复重建,膜修复的好坏直接影响到种子活力。从图3可以看出,随着处理时间的延长,白皮黄瓜种子相对电导率总的趋势是先增大再减

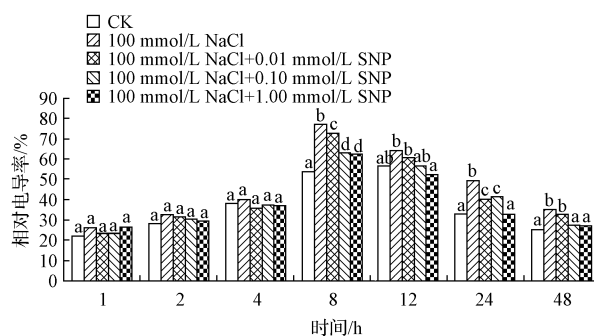


图3 外源NO供体SNP对盐胁迫下白皮黄瓜种子相对电导率的影响

Fig.3 Effect of exogenous nitric oxide donor SNP on relative conductivity of the white cucumber under salt stress

小,在处理 4 h 内,种子相对电导率较低,且各处理间无显著性差异( $P>0.05$ );8 h 时,种子相对电导率达到最大,8 h 以后,盐胁迫下黄瓜种子相对电导率显著高于对照( $P<0.05$ ),当 SNP 处理浓度为 1.00 mmol/L 时,相对电导率与对照无显著差异,表明盐胁迫增加了细胞膜的透性,并且对种子萌发过程中细胞膜的修复具有抑制作用,而 SNP 处理可以减缓盐胁迫对膜的破坏,加速盐胁迫下膜的修复作用。

表 1 外源 NO 供体 SNP 对盐胁迫下白皮黄瓜种子萌发  $\alpha$ -淀粉酶活性的影响

Table 1 Effect of exogenous nitric oxide donor SNP on  $\alpha$ -amylase activity of the white cucumber under salt stress

处理	CK	100 mmol/L NaCl	100 mmol/L NaCl+ 0.01 mmol/L SNP	100 mmol/L+ NaCl 0.10 SNP mmol/L SNP	100 mmol/L NaCl+ 1.00 mmol/L SNP SNP
$\alpha$ -淀粉酶活性 $\alpha$ -amylase activity/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	8.332 a	5.945 b	6.502 ab	7.642 a	6.642 ab

### 3 讨论与结论

SNP 是一种重要的 NO 供体, Delledonne 等<sup>[11]</sup>证明,0.5 mmol/L 的 SNP 约能产生 2 mol/L 的 NO。谭伊文等<sup>[12]</sup>发现 SNP 处理可有效提高高羊茅种子发芽率和生物量。马光<sup>[5]</sup>研究发现,适当浓度的 SNP 能明显提高盐胁迫下白菜种子的发芽率和发芽势,缓解盐胁迫下白菜幼苗中 MDA 的积累,提高 SOD 活性。该试验用 0.01~1.00 mmol/L SNP 能显著提高白皮黄瓜种子发芽率,缓解盐胁迫对种子吸水率、细胞膜修复的抑制作用、抑制盐胁迫下种子  $\alpha$ -淀粉酶活性的降低,据此认为 NO 对黄瓜种子萌发具有调控作用。

该试验中,在处理 4 h 内,各处理与对照种子吸水率没有显著差异,可能因为吸胀阶段黄瓜种子细胞原生质处于凝胶状态,细胞膜还没有得到修复,水分在衬质势的作用下以扩散的方式迅速进入细胞内。8 h 后,盐胁迫下种子吸水率显著低于对照,0.10 mmol/L SNP 处理种子吸水率与对照无显著性差异,说明 NO 供体 SNP 能有效减缓由 NaCl 胁迫而造成的种子吸水能力的降低,提高盐胁迫下种子的吸胀能力,这与张华等<sup>[13]</sup>研究结果一致,而且存在浓度效应,0.10 mmol/L SNP 溶液缓解能力最佳。

该试验中,在处理初期(4 h 以内),种子电解质渗漏较少,可能是因为此时种子吸水量较少,离子泄漏仅发生在外层细胞<sup>[14]</sup>。8 h 以后,细胞膜开始自我修复,盐胁迫下黄瓜种子相对电导率显著高于对照,当 SNP 浓度为 1.00 mmol/L 时,相对电导率与对照无差异,说明盐胁迫增加了细胞膜的透性,并且对种子萌发过程中细胞膜的修复具有抑制作用,但 SNP 处理可以减缓盐胁迫对膜的破坏,加速盐胁迫下膜的修复作用。 $\alpha$ -淀粉酶是分解种子内贮藏养分的主要酶。种子萌发和幼苗生长初期, $\alpha$ -淀粉酶可使种子中的淀粉降解成为小分子物质,以供种子萌发和幼苗生长,其活性高低能反映种子的活力<sup>[15]</sup>。

### 2.4 外源 NO 供体 SNP 对盐胁迫下白皮黄瓜种子萌发 $\alpha$ -淀粉酶活性的影响

从表 1 可知,在处理第 2 天,盐胁迫下黄瓜种子  $\alpha$ -淀粉酶活性显著低于对照,用 SNP 处理后, $\alpha$ -淀粉酶活性与对照间无显著性差异,且以 0.10 mmol/L SNP 处理效果最佳,表明 SNP 处理可以抑制盐胁迫下种子  $\alpha$ -淀粉酶活性的降低。

从该试验的整体结果来看,盐胁迫使黄瓜种子  $\alpha$ -淀粉酶的活力下降,0.10 mmol/L SNP 处理可以抑制盐胁迫下种子  $\alpha$ -淀粉酶活性的降低,从而保证种子萌发和幼苗生长初期能量的供给。

### 参考文献

- [1] 李聪,郭梦阳,韩烈保. NaCl 胁迫对烟草种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 中国农学通讯,2013,29(3):103-107.
- [2] 赵志光,谭玲玲,王锁民,等. 植物一氧化氮(NO)研究进展[J]. 植物学通报,2002,19(6):659-665.
- [3] Dang P, Ding F, Wang F, et al. Priming of seeds with nitric donor sodium nitroprusside(SNP) alleviates the inhibition on wheat seed germination by salt stress [J]. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 2007,33(3):244-250.
- [4] 张菊平,张焕丽,孟静静. 外源一氧化氮对辣椒幼苗生理特性的影响[J]. 北方园艺,2012(3):32-34.
- [5] 马光. 外源一氧化氮对盐胁迫下白菜种子萌发和幼苗抗盐性的影响[J]. 北方园艺,2010(20):59-61.
- [6] 王凤华,陈双臣,李春花,等. 外源一氧化氮供体对 NaCl 胁迫下甘蓝种子萌发的影响[J]. 种子,2010,29(2):9-12.
- [7] 张述义,邵嘉鸣,李新风,等. 水分胁迫对小麦芽和根中脯氨酸含量及电导率的影响[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(3):150-154.
- [8] 李合生. 植物生理生化实验和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [9] 李向红,刘永乐,俞健,等. 精白保胚米发芽过程中淀粉酶及相关营养成分的变化[J]. 食品科学,2013,34(3):37-40.
- [10] 潘龙,谷文英. 硝普钠浸种对紫花苜蓿种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 草业科学,2013,30(1):58-62.
- [11] Delledonne M, Xia Y J, Dixon R A, et al. Nitric oxide function as a signal in plant disease resistance[J]. Nature,1998,394(6693):585-588.
- [12] 谭伊文,许岳飞,周禾. 盐胁迫下一氧化氮对高羊茅种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 草地学报,2010,18(3):395-398.
- [13] 张华,孙永刚,张帆. 外源一氧化氮供体对渗透胁迫下小麦种子萌发和水解酶活性的影响[J]. 植物生理与分子生物学报,2005,31(3):241-246.
- [14] 王春林,张玉鑫,陈年来. 盐胁迫对甜瓜种子萌发的影响[J]. 中国蔬菜,2006(3):7-10.
- [15] 何士敏,秦家顺,高艳梅. 几种玉米种子萌发期淀粉酶活性变化的研究[J]. 种子,2010,29(11):47-49.



# 保定地区苹果园夏季杂草种类及优势种群调查

卢 培, 郭兴科, 李方方, 史 娟, 徐继忠

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071000)

**摘 要:**采用倒置“W”9点取样的方法,与2013年夏季对河北省保定地区的苹果园杂草进行了调查。结果表明:该地区苹果园杂草共有56种,隶属于22个科,48个属;其中菊科和禾本科种类较多,共21种,占37.5%;大部分植物为草本植物,仅有2种植物为藤本;一年生草本居多,占46.4%左右;多年生草本19种,占33.9%;相对多度在10%以上的杂草有通泉草、狗尾草、苋菜、马齿苋、牛筋草、荠菜、刺儿菜、小蓼、马唐、夏至草10种,是保定地区苹果园的主要杂草,其中通泉草和狗尾草的相对多度在20%左右,地理分布较广,是苹果园杂草的优势种群。

**关键词:**倒置“W”9点取样法;杂草调查;苹果园;保定地区

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)08-0029-05

林果是河北省林业的重要组成部分,集经济效益、生态效益和社会效益于一体,在发展社会经济,增加农民收入,改善人们食物结构等方面发挥着重要的作用。在众多果树类型中,苹果树是最重要的果树之一。苹果生产已成为果树产区人民的主导产业,在推进农业结构调整和增加农民收入等方面发挥着重要作用。但是据调查,苹果园草害普遍发生严重,尤其是幼年果园树行空间大,更易发生草害<sup>[1]</sup>。草害已经成为影响果树生长

及果品质量、产量的主要因素之一。杂草不仅与果树相互竞争果园土壤中养分和水分,争夺二氧化碳<sup>[2-3]</sup>,而且很多杂草种类又是病虫寄主,容易诱发病害,影响果树产量和果品质量,使产值下降。当果园内杂草的数量、密度等达到一定程度时,就会直接或间接危害果树的生长发育,造成果园减产10%~20%<sup>[4]</sup>,严重制约着果树经济产业的发展。因此,苹果园杂草的防控是保证果树生长健壮、获得稳产高产的重要内容之一。但控制草害的同时,又要保持果园的生物多样性和生态平衡。因此准确掌握苹果园杂草的发生现状及群落组成,对提高林果的“三大”效益,实现林果生产的可持续发展,具有重要的现实意义。

目前,国内外许多学者对果园杂草开展了不同程度的研究工作,研究的重点是各地区果园杂草的发生种类

**第一作者简介:**卢培(1987-),女,河北衡水人,硕士研究生,研究方向为果树生理。E-mail:596834448@qq.com.

**责任作者:**徐继忠(1964-),男,博士,教授,现主要从事果树结实生理与分子生物学等研究工作。E-mail:xjzhxw@126.com.

**基金项目:**现代农业产业技术体系建设资助项目(CARS-28)。

**收稿日期:**2013-12-18

## Effect of Nitric Oxide on Seed Germination of the White Cucumber Under Salt Stress

WANG Chun-lin<sup>1,2</sup>, LIU Jian-xin<sup>1,2</sup>, SHANG fei<sup>1,2</sup>, WANG Feng-qin<sup>1,2</sup>

(1. College of Life Science and Technology, Longdong University, Qingyang, Gansu 745000; 2. Gansu Province Key Laboratory of Longdong Bioresources Protect Ion and Utilization, Qingyang, Gansu 745000)

**Abstract:** Taking ‘Baiyesan’ fresh seeds of white cucumber as material, by using culture dishes sprout method, the water absorption rate, germination rate, relative conductivity and  $\alpha$ -amylase activity of white cucumber treated by SNP, an exogenous nitric oxide donor, at the different concentration under 100 mmol/L NaCl stress were studied. The results showed that a certain concentration of SNP treatment could alleviate the damage of NaCl to the seeds, and increase the water absorption rate and germination rate significantly. At the same time, SNP treatment also could alleviate the inhibitory of membrane restoration and the decrease of  $\alpha$ -amylase activity under salt stress, and the concentration of 0.10 mmol/L SNP was the best.

**Key words:** SNP; white cucumber; water absorption rate; membrane permeability;  $\alpha$ -amylase activity