

盐胁迫对茴香生理特性的影响

高方胜, 王明友*

(德州学院 农学系, 山东 德州 253023)

摘要: 以德农一号茴香为试验材料, 研究了不同土壤含盐量对茴香叶片叶绿素含量、质膜相对透性、丙二醛(MDA)、脯氨酸及可溶性糖含量变化的影响。结果表明, 叶片叶绿素含量随土壤含盐量增加呈先升高后降低的趋势; 叶片脯氨酸含量在土壤含盐量较低时无显著变化, 当土壤含盐量达到 6 mg/g 时, 其含量明显增加, 较对照增加 27.9%; 当土壤盐含量达到 6 mg/g 后, 细胞膜受伤害度明显增加; 与对照相比, 低盐处理(2 mg/g、4 mg/g)可降低 MDA 在茴香组织体内的积累, 而高盐处理(6 mg/g、8 mg/g、10 mg/g)可提高 MDA 在茴香组织体内的积累, 其中 10 mg/g 处理的 MDA 含量最高, 为 32.0 $\mu\text{mol/g}$; 可溶性糖变化趋势和 MDA 变化相反。可见, 低盐胁迫下茴香通过增加可溶性糖的含量来实现渗透调节, 高盐胁迫下茴香通过增加脯氨酸含量来实现渗透调节。

关键词: 盐胁迫; 茴香; 生理特性; 叶绿素含量; 渗透调节

中图分类号: S636.9 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2011)12-0126-04

Effects of Salt Stress on Physiological Characteristics of Fennel

GAO Fang-sheng, WANG Ming-you*

(Department of Agriculture of Dezhou University, Dezhou 253000, China)

Abstract: Content of chlorophyll, relative permeability of plasma membrane, MDA, proline content and soluble sugar content under different conditions of salt stress were measured using the fennel variety "Denong Number 1" as material. The results showed that the content of chlorophyll in leaf increased first and then decreased. Proline content had no significant difference with the treatment of lower salt concentration, but it increased rapidly and was higher than CK by 27.9% at salt concentration of 6 mg/g. Meanwhile, the damage degree of plasma membrane aggravated as well. Low salt concentration reduced accumulation of MDA, while high salt concentration promoted synthesis of MDA. The highest content of MDA was 32.0 $\mu\text{mol/g}$ at the treatment of 10 mg/g salt concentration. However, soluble sugar content showed the opposite tendency. Therefore, it was possible that osmotic adjustment of fennel was regulated by soluble sugar content under mild salt stress, and it was regulated by proline content under severe salt stress.

Key words: Salt resistance; Fennel; Physiological indexes; Content of chlorophyll; Osmotic adjustment

土壤盐渍化是蔬菜生产中常遇到的自然逆境之一。生产过程中不合理的灌溉、施肥和耕作制度等导致的次生盐渍化进一步加剧了对蔬菜生产的危害。它造成蔬菜生理功能受到影响, 产量降低, 严重制约了我国蔬菜产业的发展^[1-2]。茴香(*F. vulgare*

Miller), 属伞形科, 1~2 a 生草本植物, 全株具有特殊芳香气味, 病虫害少, 污染轻, 且含有大量的维生素 C、维生素 B、胡萝卜素及各种人体必需的氨基酸, 是一种营养价值很高的蔬菜, 越来越受到人们的青睐。茴香具有耐盐碱的特性^[3], 但关于茴香耐盐

收稿日期: 2011-07-06

基金项目: 山东省农业良种工程项目[鲁科农字(2009)103号]

作者简介: 高方胜(1976-), 男, 山东安丘人, 讲师, 硕士, 主要从事蔬菜栽培生物学研究。E-mail: gaofangsheng06@163.com

* 通讯作者: 王明友(1964-), 男, 山东安丘人, 教授, 主要从事农作物栽培生理研究。E-mail: nwmy_sddz@163.com

性的研究鲜见报道,本研究通过测定盐胁迫下茴香叶绿素、脯氨酸、质膜透性、丙二醛、可溶性糖含量,明确茴香耐盐机制和对土壤含盐量的适应范围,为茴香的适应性栽培和大面积推广提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验于 2010 年在德州学院农学系蔬菜温室中进行,供试茴香品种为德农一号。将茴香种子播种于直径 30 cm、高 35 cm 的塑料盆中,苗高 10 cm 左右间苗,每盆留 15 株。试验采用完全随机区组设计,将土壤含盐(NaCl)量设 5 个处理,分别为 0 mg/g(CK)、2 mg/g、4 mg/g、6 mg/g、8 mg/g、10 mg/g,每处理 10 盆,3 次重复。处理时间在出苗后 30 d 进行,盆下放一盆垫,防止盐分流失,盆土干燥及时补充水分,土壤相对含水量保持在 75%~80%。

1.2 测定项目

于收获时测定各指标。可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[4];脯氨酸含量测定采用磺基水杨酸提取法;叶绿素含量测定采用 80% 的丙酮提取分光光度计^[4];丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法^[4];叶片质膜透性以相对电导率表示,用美国产 ORION TDS 电导仪测定叶片杀死前电导率(E_1)、杀死后电导率(E_2)及所用去离子水电导率(E_0),按下式计算:相对电导率 = $(E_1 - E_0) / (E_2 - E_0) \times 100\%$ ^[4]。应用 DPS 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对茴香叶片叶绿素含量的影响

从表 1 可以看出,随土壤含盐量的增加,茴香叶片叶绿素含量呈先升高后降低的趋势。叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素(a+b)均在土壤含盐量为 4 mg/g 时达到最高,分别较对照增加 10.6%、9.8% 和 10.4%,随后降低,在土壤含盐量达到 10 mg/g 时叶绿素含量降低幅度尤为显著,分别较对照降低 37.1%、24.6% 和 33.5%。可见,适当增加土壤含盐

量可以增加茴香叶片叶绿素的含量,但当土壤含盐量过高时会破坏植物叶绿体结构,使叶绿素含量下降。

2.2 盐胁迫对茴香叶片脯氨酸含量的影响

图 1 表明,不同土壤含盐量对茴香叶片脯氨酸含量影响程度不同。在土壤含盐量为 2 mg/g 和 4 mg/g 时,叶片脯氨酸含量与对照相比无明显变化;土壤含盐量在 6 mg/g 时,叶片脯氨酸含量开始明显上升,较对照升高 27.9%;当土壤含盐量达到 10 mg/g 时,脯氨酸含量急剧增加,较对照增加 139.1%。可见,一定程度的盐胁迫可以诱导茴香叶片中游离脯氨酸含量的增加,在高盐胁迫条件下,游离脯氨酸对增强植物的抗性有重要意义。

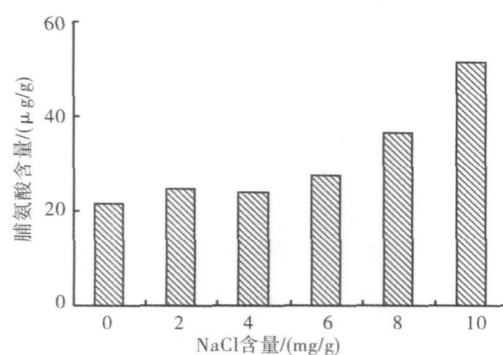


图 1 盐胁迫对茴香叶片脯氨酸含量的影响

2.3 盐胁迫对茴香叶片质膜透性的影响

图 2 显示,在土壤含盐量为 2 mg/g 和 4 mg/g 时,叶片相对电导率分别为 11.4% 和 12.2%,与对照(11.3%)相比无明显变化;当土壤含盐量由 6 mg/g 上升到 8 mg/g 时,叶片相对电导率明显上升;当土壤含盐量达到 10 mg/g 时,叶片相对电导率为对照的 28 倍。可见,茴香在土壤含盐量较低(2 mg/g、4 mg/g)的情况下,对叶片质膜透性无甚影响;随着土壤含盐量的增加,细胞膜受到一定程度的伤害;在高盐(10 mg/g)胁迫下茴香细胞膜受到严重破坏。

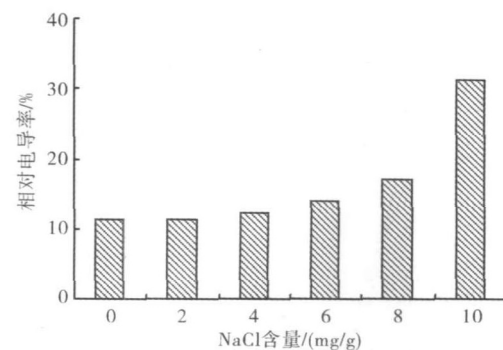


图 2 盐胁迫对茴香叶片质膜透性的影响

表 1 盐胁迫对茴香叶片叶绿素含量的影响 mg/g

NaCl 含量	Chla	Chlb	Chla+b
0	0.151dD	0.061cC	0.212cC
2	0.163cC	0.067aA	0.230bB
4	0.167aA	0.067aA	0.234aA
6	0.165bB	0.065bB	0.230bB
8	0.138eE	0.058dD	0.196dD
10	0.095fF	0.046eE	0.141eE

注:邓肯氏新复极差检验,同列不同小写、大写字母分别表示差异达 0.05、0.01 显著水平。下同

2.4 盐胁迫对茴香叶片 MDA 含量的影响

由图 3 可以看出,适度的盐胁迫可以降低茴香幼苗叶片的 MDA 含量。在较低土壤含盐量(2 mg/g、4 mg/g)下,经过盐处理的茴香,其叶片的 MDA 含量略有下降。当土壤含盐量达到 6 mg/g 时,MDA 含量开始上升,在土壤含盐量达到 10 mg/g 时,MDA 含量为 $32.0 \mu\text{mol/g}$,较对照上升 83.9%。可见低盐处理(2 mg/g、4 mg/g)可降低 MDA 在茴香组织体内的积累,当土壤含盐量大量增加时,MDA 在茴香组织体内的积累明显增加。

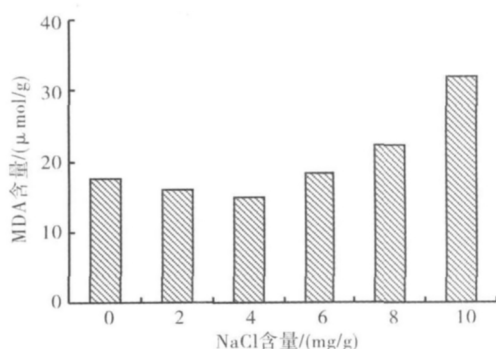


图 3 盐胁迫对茴香叶片丙二醛含量的影响

2.5 盐胁迫对茴香叶片可溶性糖含量的影响

土壤含盐量的变化可引起茴香叶片中可溶性糖含量的改变(图 4)。当土壤含盐量由 0 mg/g 上升到 6 mg/g 时,茴香叶片可溶性糖含量呈增加趋势,可溶性糖含量上升 52.4%。这表明随着土壤含盐量的升高,植株受到了一定程度的胁迫,叶片可溶性糖含量增加。土壤含盐量达到 8 mg/g 时,茴香叶片中可溶性糖含量则呈现下降趋势,当土壤含盐量为 10 mg/g 时,茴香叶片可溶性糖含量仅为对照的 74.2%,这可能与盐胁迫加重导致了可溶性糖的分解加速和合成减少有关。

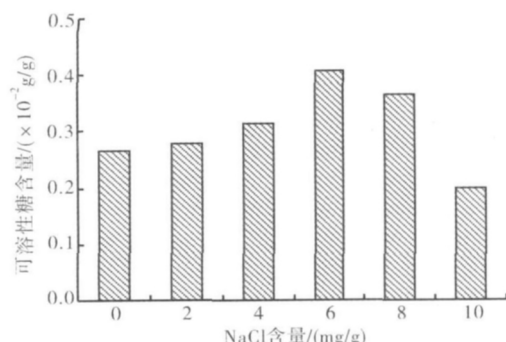


图 4 盐胁迫对茴香叶片可溶性糖含量的影响

3 讨论与结论

由于盐胁迫提高了叶绿素酶的活性,促进了叶绿素降解,导致叶绿素含量减少^[5],叶绿素含量和土

壤含盐量呈负相关^[6-7]。本研究中,茴香叶片叶绿素含量随着土壤含盐量的增加呈先升高后降低的趋势,有异于前人研究结果,这可能是由于盐胁迫引起茴香吸水困难,导致茴香含水量降低,在土壤含盐量较低的情况下茴香叶片叶绿素含量相对增加,在土壤高盐(8 mg/g、10 mg/g)状态下,叶绿素遭到破坏,含量降低。

脯氨酸和可溶性糖是植物在盐胁迫下的主要渗透调节物质。大量的研究结果证实,随着外界含盐量的增加,植物体内脯氨酸和可溶性糖含量相应升高^[7-9]。盐胁迫对茴香叶片脯氨酸含量有较大影响,一定程度的盐处理可以诱导茴香叶片中游离脯氨酸含量的明显增加。在盐胁迫较轻(2 mg/g、4 mg/g、6 mg/g)的情况下可溶性糖含量增加,当胁迫加重时(8 mg/g、10 mg/g),可溶性糖调节能力降低或丧失,导致分解加速和合成减少。可见,在土壤含盐量较低的情况下,茴香通过增加可溶性糖的含量来实现渗透调节;随土壤含盐量增加,盐胁迫加重,茴香通过增加脯氨酸含量来实现渗透调节。

MDA 含量变化和可溶性糖变化相反,在土壤含盐量较低(2 mg/g、4 mg/g)时略有下降,土壤含盐量较大(8 mg/g、10 mg/g)时 MDA 含量明显增加,这可能和茴香适应低盐性有关,当土壤含盐量继续增加时,其适用性降低,体内活性氧产生和清除的动态平衡被破坏,活性氧水平上升导致 MDA 大量积累,造成膜的过氧化和脱脂作用,使膜蛋白受损,细胞结构损伤^[10]。

在研究植物对盐胁迫的响应时,膜系统通常被认为是最关键和最敏感的部位,植物在逆境胁迫下通常导致植物细胞膜诱发膜脂过氧化作用破坏膜结构,膜物质向外渗漏,从而使植物遭受盐害^[11]。本试验表明:随着土壤含盐量增加,茴香叶片细胞膜透性增大,细胞膜受到伤害,在土壤含盐量较低时伤害程度较轻,当土壤含盐量达到 8 mg/g 以上时伤害程度加剧。

综上所述,土壤含盐量在 0~4 mg/g 时对茴香生理活性影响较小,达到 8 mg/g 以上时严重影响茴香生理活性。

参考文献:

- [1] 张淑红,张恩平,庞金安,等. NaCl 胁迫对黄瓜幼苗光合特性及水分利用的影响[J]. 中国蔬菜,2005(1):11-13.
- [2] 姜红,田丽萍. 作物的耐盐生理生化特质[J]. 山西农业科学,2007,35(4):42-44.
- [3] 任万海,顾敏,任慧霞. 宁夏海原特色作物小茴香种植技术[J]. 中国农技推广,2006,22(9):31-33.

(下转第 132 页)

低温存放。如果实在无条件低温保存,那也应该直接暴露于空气中,不应常温下保存在塑料包装内,以减缓硝酸盐、亚硝酸盐的积累速度。本试验仅从贮存方式的角度研究了小白菜、菠菜硝酸盐和亚硝酸盐含量的变化规律,由于 25℃+包装处理的小白菜和菠菜较易腐烂,所以处理的时间较短,贮存时间延长后小白菜中硝酸盐含量是否会下降还有待深入研究。其他如芹菜等以茎秆为主要食用部位的蔬菜,其硝酸盐的变化规律是否与叶菜类一致也值得进一步验证。

鉴于硝酸盐、亚硝酸盐对人体的危害,应该有效控制蔬菜中硝酸盐含量。最主要的措施为合理施用氮肥,以及重视基肥中有机肥的施用。其次,蔬菜种类、品种间硝酸盐累积差异主要是受遗传因子控制,故可选育、推广硝酸盐含量低的蔬菜品种。消费者在食用蔬菜时进行多种类的合理搭配,也可一定程度降低过量摄入的风险。

参考文献:

- [1] 李志远. 对蔬菜生产宏观调控的重要性[J]. 山西农业科学, 2010, 38(7): 138-140.
- [2] 曾瑶池, 胡敏予. 食物中 N-亚硝基化合物与肿瘤关系的研究进展[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2008, 15(2): 151-155.
- [3] 沈明珠, 翟宝杰, 东惠茹, 等. 蔬菜硝酸盐累积的研究[J]. 园艺学报, 1982, 9(4): 41-48.
- [4] 任祖淦, 邱孝潼, 蔡元呈. 化学氮肥对蔬菜积累硝酸盐的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(1): 81-84.
- [5] 李会合, 王正银. 施肥对叶类蔬菜硝酸盐含量的影响[J]. 磷肥与复肥, 2001, 16(3): 65-67.
- [6] 国家技术监督局. GB/T 154012-1994. 水果、蔬菜及其制品亚硝酸盐和硝酸盐含量的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995: 1-4.
- [7] Phillips W E. Naturally occurring nitrate and nitrite in foods in relation to infant methemoglobinemia[J]. Food Cosmet Toxicol, 1971, 9(2): 219-228.
- [8] Greer F R, Shannon M. Infant methemoglobinemia; the role of dietary nitrate in food and water[J]. Pediatrics, 2005, 116(3): 784-786.
- [9] 都韶婷. 蔬菜硝酸盐积累机理及其农艺调控措施研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [10] 朱美红, 蔡妙珍, 邢承华, 等. 蔬菜硝酸盐累积的生理和分子生物学机理[J]. 土壤通报, 2008, 39(3): 694-697.
- [11] 刘永刚, 陈利军, 武志杰. 蔬菜中硝酸盐的积累机制及其调控措施[J]. 土壤通报, 2006, 37(3): 612-616.
- [12] Amr A, Hadidi N. Effect of cultivar and harvest date on nitrate(NO₃) and nitrite(NO₂) content of selected vegetables grown under open field and greenhouse conditions in Jordan[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2001, 14(1): 59-67.
- [13] 徐坤范, 李明玉, 艾希珍. 氮对日光温室黄瓜呈味物质、硝酸盐含量及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(5): 717-721.
- [14] 王强, 姜丽娜, 符建荣, 等. 氮素形态、用量及施用时期对小青菜产量和硝酸盐含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(1): 126-131.
- [15] Kmiecik W, Lisiewska Z, Sllupski J. Effects of freezing and storing of frozen products on the content of nitrates, nitrites, and oxalates in dill (*Anethum graveolens* L.) [J]. Food Chemistry, 2004, 86(12): 105-111.

(上接第 128 页)

- [4] 赵世杰, 史国安, 董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002.
- [5] Sudhir P, Murthy S D S. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis [J]. Photosyn-thetica, 2004, 42(4): 481-486.
- [6] 管志勇, 陈发棣, 滕年军, 等. 5 种菊花近缘种属植物的耐盐性比较[J]. 中国农业科学, 2010, 43(4): 787-794.
- [7] 陈业婷, 李彩凤, 赵丽影, 等. 甜菜耐盐性筛选及其幼苗对盐胁迫的响应[J]. 植物生理学通讯, 2010, 46(11): 1121-1128.
- [8] 郑飞雪, 魏民, 牟同水. NaCl 胁迫对羽衣甘蓝生理生化指标的影响[J]. 北方园艺, 2010(17): 42-44.
- [9] 张云起, 刘世琦, 杨凤娟, 等. 耐盐西瓜砧木筛选及其耐盐机理的研究[J]. 西北农业学报, 2003, 12(4): 105-108.
- [10] 杨升, 张华新, 张丽. 植物耐盐生理生化指标及耐盐植物筛选综述[J]. 西北农业学报, 2010, 25(3): 5965.
- [11] 汪月霞, 孙国荣, 王建波, 等. NaCl 胁迫下星星草幼苗 MDA 含量与膜透性及叶绿素荧光参数之间的关系[J]. 生态学报, 2006, 26(1): 122-129.