

# 氯化钠胁迫对园艺作物种子萌发及幼苗生长发育的影响<sup>\*</sup>

张吉立, 刘振平

(大庆职业学院人文系 园林教研室, 大庆 163255)

**摘要:**以番茄、黄瓜、苜蓿、白蜡等园艺作物和小麦、玉米、棉花等大田作物的幼苗在氯化钠胁迫下其发芽率, 发芽势, 成苗率, 下胚轴长、粗、重, 子叶重, 叶片含水量及矿质元素含量, MDA, POD, SOD 的变化为基础, 详细地阐述了园艺作物种子萌发, 幼苗的形态及生理变化。与此同时, 对由于土壤次生盐渍化所带来的问题进行了简单介绍, 最后指出在作物抗盐性研究上可能的发展方向。

**关键词:**氯化钠胁迫; 园艺作物; 生理指标; 光合因子

中图分类号: S 601      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2007)01-0050-04

## Effect of NaCl Stress on Germination and Seedling Growth of Horticultural Crop

ZHANG Ji-li, LIU Zhen-ping

(Department of Horticulture, Daqing Vocational College, Daqing 163255)

**Abstract:** Took horticultural crops such as tomatoes, cucumbers, alfalfa, wax and wheat, maize, cotton and other field crops as materials, the germination, seedling morphological characteristic and physiology change of horticultural crops were clarified. This paper mainly studied the germination rate, germination vigor, seedling rate, water content in leaves, mineral substance content and MDA, POD, SOD etc. Meanwhile, it also introduced the problems caused by soil salinization, pointed out the development of crop resistance salinization study.

**Key words:** NaCl stress; horticultural crop; physiology index; photosynthesis factor

### 0 前言

目前我国现有耕地中约有 1 000 万  $\text{hm}^2$  盐碱地, 未开发的盐碱地也有近 27 万  $\text{hm}^2$ 。在农业生产过程中, 由于不合理灌溉等原因导致次生盐渍化的耕地数量正在急剧增加; 另外, 在保护地栽培中, 由于蔬菜生产周期长, 复种指数高及菜农的不合理使用化学肥料, 一般使用 5~8 a 后, 都会发生不同程度的次生盐渍化, 其中氯化钠对作物生长影响最大。因此, 了解盐渍化对园艺作物生长的影响, 为合理利用盐碱地和促进作物生长发育提供依据。

### 1 氯化钠胁迫对作物发芽率和发芽势的影响

一般随着盐分浓度的升高, 作物的发芽时间推迟, 其发芽率随盐分浓度的升高而逐渐降低。番茄

种子当盐分浓度达到 60  $\text{mmol/L}$  时, 发芽就明显受阻, 且当浓度升高到 120  $\text{mmol/L}$  时, 就难以发芽了<sup>[1]</sup>。苦瓜不同品种的发芽率在相同氯化钠浓度下虽然存在着极显著差异, 但当浓度达到 150  $\text{mmol/L}$  时, 各品种均难以发芽<sup>[2]</sup>; 黄瓜的耐盐性较强, 虽然随盐分浓度的升高发芽率有所下降, 但是降低的幅度较小, 一般其浓度在 300  $\text{mmol/L}$  以下的浓度范围内, 各品种均可发芽<sup>[3]</sup>。

氯化钠胁迫下, 除了使种子发芽率逐渐降低以外, 还有报道指出, 在低盐浓度下可以显著提高种子的发芽势和发芽率, 当超过一定浓度时, 发芽率便会逐渐下降<sup>[4]</sup>。叶武威等试验得出, 氯化钠在 0.1%~0.2% 范围内, 能极显著地提高棉花种子的发芽势, 当浓度升高到 0.3% 以上时, 又可极显著地降低发

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2006-04-10

第一作者简介: 张吉立(1981-), 男, 河北衡水人, 学士, 助教, 主要从事园艺植物栽培研究。

芽势,当浓度高于 0.7%时,种子便难以发芽。另外,在对甜菜、苜蓿、玉米、白蜡种子萌发的研究过程中,均得出了相同或相似的结论,且与对照相比均达到了极显著水平。

氯化钠胁迫之所以能降低种子的发芽率,其原因主要是由于低水势引起的吸水受阻造成的。斯琴巴特尔等还提出除渗透胁迫外,离子胁迫也起一定作用。闫先喜等实验证明,在种子的吸胀过程中,盐胁迫破坏细胞膜,渗透性增大,引起溶质外渗,导致种子萌发受阻<sup>[5]</sup>。

关于低盐浓度下可以提高种子发芽率的机理,除戴伟民等提出的低盐浓度对种子萌发和幼苗生长有刺激作用的报道外,还未见到其他相关报道,有待于进一步研究<sup>[6]</sup>。

对于一些蔬菜作物而言,由于是催芽后播种和种子自身营养供应等原因,可能对作物苗期的盐害表现出现偏差。当幼苗扎根后,盐害的表现会逐渐加深,所以,蔬菜作物的成苗率也从一个侧面反映盐害的程度。据郭文忠研究<sup>[7]</sup>,番茄幼苗生长过程中,随着时间的延长和盐浓度的增大,会表现出不同的成活率。在他的实验中,所有处理 10 d 内均没有死亡现象,对照和 0.1%盐分处理在苗期没有死亡现象;第 20 d 调查时,成活率出现了差异,第 50 d 调查时,发现 0.3%处理成活率稳定在 65%,0.5%处理成活率稳定在 16.7%,盐分浓度达 0.7%时,无法成苗。由此证明,成苗率随盐分浓度升高而降低,并且盐害主要表现在苗期,进入开花结果期后,盐害对植株的影响较小。

## 2 氯化钠胁迫对作物苗期地下部和地上部生长的影响

大量的实验表明,盐胁迫对作物地下部和地上部生长均有显著的抑制作用,并且随着氯化钠浓度的升高,抑制作用越强。

从发根长度上来看,番茄在 0 mmol/L 的浓度下,发根长度一般为 14.20 cm,而当浓度达到 80 mmol/L 时长度仅有 0.33 cm;在侧根数量上,当盐分浓度达到 40 mmol/L 以上时,侧根数就会下降,下胚轴长度在 60 mmol/L 以上时便会急剧下降<sup>[11]</sup>。此外,根、下胚轴、子叶鲜重变化情况于地下部分基本相似。

与番茄幼苗变化相似,小麦、玉米、白蜡、苜蓿等作物有相似的变化,但也有不同之处,那就是其根茎比要比对照增大。

关于盐胁迫抑制植物生长的机理方面,Kulieva 认为盐胁迫具有抑制植物细胞分裂的作用。通过对栽培大麦根细胞壁的红外光谱分析表明,盐胁迫能

够降低细胞壁多糖含量,与此同时,壁蛋白和芳香族化合物含量增加<sup>[5]</sup>。吴永波等报道,根系感受盐胁迫后,通过木质部向地上部传递胁迫信息,而盐胁迫对植物的地上部分影响要远远大于地下部分,所以才会造成根茎比增大的现象<sup>[19]</sup>。

另外,据报道<sup>[2]</sup>,在苦瓜的栽培试验中,曾出现一个异常情况,其幼苗在一定高盐浓度下生长时,无论苗高、叶片面积还是整株的生长情况,都比低盐浓度下要差,但根系生长情况却相反。究其原因可能是幼苗在受盐胁迫时,叶绿素受到破坏,从而导致光合产物降低和产物分配方向发生了变化,为了获得更多水分和其他营养物质,根系就出现了补偿性生长,以扩大根系与外界的接触面积。

## 3 不同氯化钠浓度下植物体水分和矿物质元素含量的变化

植物体在氯化钠胁迫下叶片内的含水量会增加,并且随氯化钠浓度的升高含水量会升高。盐胁迫可以降低叶片渗透势,并且下降幅度随盐分浓度的增大而增大。

植株体内的氯化钠含量随氯化钠浓度的升高而升高,钾含量逐渐减少,钙、磷、镁的含量没有明显变化。

如果介质盐分含量过高,根际周围环境的水势就会降低,导致植株吸水困难,影响正常生长。在对盐胁迫环境的适应中,植物常通过降低细胞的渗透势来降低细胞水势以利于吸水。由此可以推知,植物在盐渍条件下主要通过吸收和积累钠离子来降低渗透势以促进吸水,所以钠含量会增加;由于钠离子和钾离子水合半径相似,所以钠离子对钾离子的吸收有强烈的竞争抑制作用,因此当外界环境中钠离子含量增加时,植株对钾离子的吸收量会减少。

## 4 不同氯化钠浓度下植株叶片内叶绿素含量的变化

一般不同作物叶片内叶绿素含量受氯化钠的影响变化情况是不同的,但是在高盐浓度下,叶绿素的含量一般都会逐渐降低。

根据郭文忠对番茄苗期叶片叶绿素含量受盐分影响的试验结果可以看出<sup>[8]</sup>,在不同盐分浓度下,叶绿素 A、B 含量及总量,在 0~0.3%范围内,缓慢升高,在 0.5%时达到最大值,当浓度超过 0.5%时,叶片内叶绿素含量大幅度降低。

在对白蜡幼苗的研究中,叶绿素含量却逐渐减少,只不过在氯化钠浓度 0.1%~0.3%范围内,下降较慢,没有明显差异。

叶绿素是重要的光合作用物质,高盐胁迫下,叶

绿素的形成遭到破坏,并对其合成与分解之间的平衡产生影响,进而影响到植物光合作用的强度和植株生长,使植株生长缓慢,叶型变少,加速了对植株的危害。

## 5 不同氯化钠浓度对作物幼苗植株光合作用主要生态因子的影响

一般植株叶片的光和速率随盐分浓度的升高逐渐下降,表明盐分浓度越大,植株光合作用越弱。胞间二氧化碳含量变化是随盐分浓度的升高先降低,后升高。根据郭文忠等对番茄光合速率的研究发现,当氯化钠浓度达到0.2%时,细胞间二氧化碳浓度达最低值。其原因是盐分浓度过高引起渗透胁迫,气孔关闭,造成二氧化碳浓度降低;在0.3%浓度以上时,随着盐分浓度的增加,胞间二氧化碳浓度又持续上升,但光合速率却下降,羧化能力也受到抑制,可能是气孔组织受到伤害,气孔开张,引起胞间二氧化碳浓度升高。另外,植株的气孔导度在0.2%时达到最低,而后有微弱的升高,但与对照相比仍有明显差异。由上面的叙述可以发现,当氯化钠浓度达到0.2%以上时,植株的光合机构已经受到一定程度的破坏,造成光合速率下降。

蒸腾速率一般随盐分浓度的升高逐渐降低,当降低到一定程度时又会逐渐升高。叶片的水分利用率(光合速率/蒸腾速率)同样具有相似的变化。由此可见,不同的氯化钠浓度对各个光合因子的影响除表现各自特征外,还存在着明显的关联度。

叶绿素荧光参数 $F_v/F_m$ 比值表示PS II原初光能转换效率,其比值的大小可以衡量叶片光合产物的形成和积累,他可能成为早期预测作物增产潜力的有效手段,可以作为快速、简便的预测作物增产潜力的一种相对指标。在不同氯化钠浓度下, $F_o$ 的变化相对平稳,甚至随盐分浓度的提高略有升高,但 $F_v$ 在低盐浓度下略有升高,当盐分浓度达到一定高度后,便明显下降, $F_v/F_m$ 比值在低盐浓度下无明显变化,说明低盐浓度对植物叶片的光能转换率影响不大。过量的盐分浓度对植株叶片光能转换率有抑制作用,从而影响植株的生长发育,引起一系列生理变化,造成减产。

## 6 氯化钠胁迫对作物幼苗子叶膜脂过氧化的影响

自McCord和Fridorich于1969年提出自由基伤害学说以来,人们已经将自由基伤害学说广泛地用于研究植物伤害机理。人们经研究发现,在逆境条件下细胞内的 $O_2^-$ 、 $-OH$ 、 $H_2O_2$ 等活性氧的产生与清除平衡受到破坏,使活性氧含量增加,从而导致

细胞的伤害。MDA是膜脂过氧化分解的产物,因此在一定程度上MDA的含量高低可以表示细胞膜脂过氧化程度和对逆境条件反应的强弱。POD和SOD作为活性氧清除剂,在保护细胞膜系统中起一定的作用。

一般情况下,植株幼苗体内的MDA含量没有明显差异,但是在氯化钠胁迫下MDA的含量会明显上升,上升的幅度依据品种的抗盐性不同而有所不同,一般抗盐性强的品种MDA含量要低于耐盐性弱的品种。

POD和SOD的活性虽在正常植株间存在差异,但是并不是很明显,而在氯化钠胁迫下,其活性会发生显著变化。盐胁迫下,POD活性显著增加,SOD活性显著降低,抗盐品种比不抗盐品种POD活性显著增加,而SOD活性降低的幅度较小,借此可以反应出POD和SOD与作物的抗盐性成正相关。

POD和SOD作为植物内源活性氧清除剂,属保护酶系统。植物在逆境条件下维持较高的酶活性,才能有效地清除活性氧,使之维持较低水平,从而减少其对膜结构和功能的破坏。由于这两种酶在氯化钠胁迫下能维持较高的活性,使得耐盐品种的膜系统受到较小的伤害,以保持一定的耐盐性。所以,POD、SOD活性可以作为作物幼苗耐盐性的生化指标<sup>[3]</sup>。

## 7 讨论

盐碱地以及次生盐渍化土壤中的盐种类较多,危害较大的三种阴离子有硫酸根离子、氯离子、碳酸氢根离子,三种阳离子有钠离子、镁离子、钙离子,虽然这几种离子的含量在不同土壤中的含量有所不同,但他们与土壤的含盐量有密切关系。并且,他们对作物的作用是综合性的,并非只有氯化钠影响植物生长,所以在研究盐渍化土壤植物耐盐机理时,不应忽略其他离子的作用。

设施土壤的次生盐渍化问题已成为国内外设施栽培中的技术难题,其中,设施土壤中盐类物质积累最多最快的是硝酸盐,其不仅影响蔬菜的正常生长,而且还会在蔬菜产品中大量积累,人体摄入后会在细菌的作用下还原成亚硝酸盐,极易引起中毒,并且亚硝酸盐还具有致癌作用,所以在研究温室蔬菜作物耐盐机理和选育耐盐品种时,除考虑氯化钠的危害外,还应注意硝酸根离子的危害。

另外,据张士功报道<sup>[9]</sup>,硝酸钙可以缓解作物种子萌发过程中的盐害,所以在此后的研究中如果考虑复盐对作物的影响,更能反映实际情况。

## 8 前景与展望

在以上叙述中,我们对作物受盐害的发芽率,发

芽势, 主根长度, 侧根数, 成苗率, 下胚轴长, 根、下胚轴、子叶等的鲜重, 植物体水分、矿质元素含量变化, 叶片叶绿素含量, 光合速率, 气孔导度, 胞间二氧化碳含量, 荧光参数, 蒸腾速率, MDA, POD, SOD 的变化情况进行了详细阐述, 系统地说明了在氯化钠胁迫下植物体一系列形态的、生理生化 的变化, 从中可以清楚地发现, 盐胁迫下植物幼苗期的生长变化很大, 多数情况下对植物生长不利。

通过对植物受害机理的研究, 我们可以发现, 人为地改变一些环境条件可以使一些耐盐作物正常生长。同时, 在研究过程中, 我们可以根据一些耐盐指标选育一些耐盐性较强的、丰产的品种。

随着国内外对盐碱土研究的深入, 复盐对作物的危害情况将会越来越受到重视, 所以, 人们对盐害的研究会因地制宜地进行, 一改过去只研究氯化钠对作物的单盐危害。与此同时, 由于人为原因造成的土壤次生盐渍化问题有望逐步地得到解决。相信通过人们的努力, 盐胁迫不会再成为农业生产的限制因子。

参考文献:

[1] 陈火英, 张才喜, 庆天明. NaCl 胁迫对不同品种番茄种子发芽特性的影响[J]. 上海农学院学报, 1998, (16): 209-212.

[2] 陈坚, 周木虎. 盐胁迫对不同苦瓜品种萌发及幼苗生长的影响[J]. 湘潭师范学院学报, 2002, 24(4): 44-48.

[3] 张恩平, 张淑红. NaCl 胁迫对黄瓜幼苗子叶膜脂过氧化的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2001, 33(6): 446-448.

[4] 叶武威, 刘金定. 氯化钠和食用盐对棉花种子萌发的影响[J]. 中国棉花, 1994, 21(3): 14-15.

[5] 斯琴巴特尔, 吴红英. 盐胁迫对玉米种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(4): 76-79.

[6] 戴伟民, 蔡润, 潘俊松, 等. 盐胁迫对番茄幼苗生长发育的影响[J]. 上海农业学报, 2002, 18(1): 58-62.

[7] 郭文忠. 宁夏日光温室土壤次生盐渍化及其对番茄生长的影响[C]. 北京: 中国农业大学, 2003.

[8] 郭文忠, 刘声锋, 李丁仁, 等. 硝酸钙和氯化钠不同浓度对番茄苗期光合生理特性的影响[J]. 农艺科学, 2003, (5): 28-31.

[9] 张士功, 高吉寅, 宋景芝. 硝酸钙对小麦萌发过程中盐害的缓解作用[J]. 作物研究, 1998, (3): 20-23.

[10] 刘明池, 陈殿奎. 氮肥施用量与黄瓜产量和硝酸盐积累的关系[J]. 中国蔬菜, 1996, (3): 26-28.

[11] 程大友, 张义, 陈丽. 氯化钠胁迫下甜菜种子的萌发[J]. 中国糖料, 1996, (2): 21-23.

[12] 刘志媛, 朱祝军, 钱亚榕, 等. 等渗  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  和  $\text{NaCl}$  对番茄幼苗生长的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(1): 31-35.

[13] 姜冷若, 张振华, 胡永红, 等. 不同浓度  $\text{NaCl}$  胁迫对番茄种子发芽特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2002, (5): 41-42.

[14] 姚益云. 氯化钠对作物的效应及临界值的研究[J]. 江西农业大学学报, 2002, (18): 432-436.

[15] 郭文忠. 宁夏日光温室土壤次生盐渍化对番茄生长的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2001, 32(6): 446-448.

[16] 吴永波, 薛建辉. 盐胁迫对三种白蜡幼苗的生长与光合作用的影响[J]. 南京林业大学学报, 2002, 26(3): 19-22.

[17] 梁云媚, 李燕, 多立安, 等. 不同盐分胁迫对苜蓿种子萌发的影响[J]. 草业科学, 1998, (6): 21-25.

(上接 44 页)

3.4 加强田间管理

一是加强肥水管理, 提倡配方施肥。应控制氮肥施用量, 科学施用氮、磷、钾肥。做到早追肥, 避免过多、过迟施用氮肥。二是要科学用水, 防止深水灌溉。水稻实行“浅—湿—干”间歇灌溉。四是实行综合防治。实行小区域综合治理, 从病菌越冬栽种处理, 实行良种良法相配套。

3.5 控制前期苗瘟和叶瘟发病减少田间病原菌量

对生长嫩绿的感病品种, 秧苗期及易感病的分蘖期, 要加强田间普查, 掌握病情的发展, 提供秧苗带药移栽, 适时施用有效药剂进行防治, 压制发病中心, 以控制其蔓延。水稻破口期、齐穗期是预防和防治穗颈瘟的最佳时期。对于生产嫩绿, 叶瘟发生普遍的感病品种, 分别在破口和齐穗期各治一次。前期叶瘟较轻的必须在破口期施药一次进行防治。

3.6 药剂防治

一是对于叶瘟发生达 2 级以上的地块, 要立即

组织喷药防治, 如果病情严重要坚持 7 ~ 10 d 用药一次, 及时控制叶瘟流行, 防止扩散蔓延。二是指导农民适时开展对穗颈瘟的预防。鉴于 2006 年 7 月田间菌源量大, 气候条件有利, 穗颈瘟又只能预防不能治疗的实际, 在孕穗末期(7 月 25 ~ 月底左右)和齐穗期(8 月 5 ~ 10 日左右)分别进行喷药保护, 有效地预防穗颈瘟的发生, 如果水稻齐穗期后, 气候条件仍然有利于发病, 必须增施一次药, 以预防枝梗瘟和谷粒瘟的发生。三是指导农户对具体发病情况科学选择药剂进行预防, 对未发病和发病初期的田块, 使用 5%三环唑和 2%寡聚糖等保护性药剂进行预防; 对已发病的田块应采用有治病效果的 25%咪鲜胺、2%春雷霉素和 4%稻瘟灵等药剂进行防治。

3.7 大力推广先进的喷药器械

鉴于农民现有药械工作效率低, 技术落后, 应积极组织更换代替, 大力推广普及高效、安全、节本、防治效果好的迷雾式喷雾机。有条件的地区组织应急打药队, 分赴村屯, 帮助农户开展大规模统防统治。