

苏打碱胁迫对玉米自交系苗期生长及生理特性的影响

常国伟, 孙丽芳, 高天, 杜双, 韩笑, 李子龙, 龙星宇, 郑雯*

(黑龙江省现代农业栽培技术与作物种质改良重点实验室/黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘要:为进一步分析实验室前期获得的耐盐玉米自交系种质, 本实验通过形态观察和生理指标测定来进行评价。结果表明, 苏打碱胁迫7 d后, 4个自交系株高均有所降低, 只有郑58降低显著; 郑58和WD郑58叶绿素含量显著提高, 美-2叶绿素含量提高但不显著, 黑玉米叶绿素含量略有降低但不显著; 4个自交系丙二醛(MDA)含量均有所提高但都不显著, 脯氨酸、可溶性糖含量和POD活性并没有显著上升。分析以上结果可能是实验胁迫强度或者胁迫时间不够, 对这4个自交系细胞膜结构没有产生严重破坏, 细胞没有产生过多的渗透调节物质以及保护酶来抵抗逆境胁迫。该实验结论可为以后玉米自交系盐碱胁迫鉴定提供参考。

关键词:玉米; 自交系; 苏打碱胁迫; 苗期; 生理特性

中国分类号: S513

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)01-0018-04

Effect of Soda Alkali Stress on the Growth and Physiological Characteristics of Maize Inbred Lines at Seedling Stages

CHANG Guowei, SUN Lifang, GAO Tian, DU Shuang, HAN Xiao, LI Zilong, LONG Xingyu, ZHENG Wen*

(Key Laboratory of Modern Agricultural Cultivation and Crop Germplasm Improvement of Heilongjiang Province / College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: In order to further analyze the salt-tolerant maize inbred lines, morphological observation and physiological detection were used in this study. The results showed that the height of 4 inbred lines decreased after 7 days of soda alkali stress, only 'Zheng 58' expressed significantly. Moreover, the chlorophyll content of 'Zheng 58' and 'WD Zheng 58' increased significantly, the chlorophyll content of 'Mei-2' increased but not significantly. In addition, the chlorophyll content of black maize decreased slightly but not significantly. Ultimately, the MDA content of the four inbred lines increased but not significantly; the content of proline and soluble sugar, the activity of POD did not increase significantly. The results implied that the stress intensity or stress time may be not enough to cause serious damage to the cell membrane structure, and the cell did not produce excessive osmotic regulators and protective enzymes to resist stress. The results can provide reference for identification maize inbred lines under soda alkali stress in the future.

Key words: Maize; Inbred line; Soda alkali stress; Seedling stage; Physiological characteristics

盐碱土作为一种重要的土壤类型广泛分布于世界100多个国家, 全球约有 9.55×10^8 hm²的土地存在不同程度的盐碱化, 其中约有37%是苏打盐碱土^[1], 其特点是pH值在8以上, NaHCO₃含量较高, 毒性强。我国东北地区盐碱土总面积约

3.84×10^6 hm², 盐碱土耕地总面积约 1.28×10^6 hm², 是世界三大苏打盐碱土集中分布区之一^[2-3], 其中松嫩平原是东北主要的盐碱土分布区, 同时又是中国重要的粮食主产区和商品粮基地, 该地区土壤盐碱化严重影响农作物的生长, 制约农业经济的发展。

近些年来, 科研工作者在植物耐盐碱性方面的理论研究已取得较大进展。例如, 郝凤等^[4]研究混合盐碱胁迫对紫花苜蓿苗期生理特性影响时发现, 随着盐浓度增加, 苜蓿根瘤固氮酶活性和植株全氮含量下降, 全磷含量无明显变化, 而脯氨酸、丙二醛、可溶性糖含量和超氧化物歧化酶

收稿日期: 2018-10-08

基金项目: 黑龙江省大学生创新项目(201710223027); 黑龙江省科技厅重点研发项目(GA18B101)

作者简介: 常国伟(1996-), 男, 在读本科, 研究方向: 玉米遗传育种。

通讯作者: 郑雯, 女, 硕士, 副教授, E-mail: zhengwen6795@163.com

活性均升高来维持细胞水势,减少细胞渗透胁迫对植物的伤害。龙葵经不同盐浓度胁迫后,株高、根长、生物量和叶绿素含量均不断降低^[5]。玉米作为我国种植面积较大的粮食作物,研究证实,其耐盐碱性较差^[6],同时对种质耐碱性信息的掌握也极大匮乏,这些都将直接限制玉米耐碱性优良品种的选育,因此筛选并鉴定玉米耐盐碱性种质资源,获得耐碱性育种材料,已成为作物育种工作中的首要任务。

本文在前期玉米种质耐盐筛选及萌发期耐苏打碱胁迫种质筛选的基础上^[7],选取4份种质进行苗期鉴定比较,通过形态观察及生理指标测定进一步分析玉米种质对盐碱胁迫的响应,为后期玉米耐碱性种质改良和品种选育提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

4份玉米自交系,分别为郑58、WD郑58(花粉管通道法导入碱蓬总DNA自交多代的后代)、黑玉米和美-2,由黑龙江八一农垦大学玉米育种研究室提供。

1.2 试验设计

选用饱满一致的各玉米自交系种子,清水冲洗后吸胀6 h,置于28℃培养箱中发芽。萌发后,在每个自交系中选取健康且长势较一致的种子分别播种于6盆正常土+蛭石中,每盆播种5株,每天正常浇水。当幼苗长至三叶一心期时,向3盆中浇灌300 mmol/L盐碱溶液(摩尔比 NaHCO_3 : Na_2CO_3 =5:1)为碱处理,每隔2 d浇灌1次,共浇灌2次,剩余3个正常土+蛭石盆正常浇水为对照(CK),处理7 d后,观察植株形态,测定株高、叶绿素含量及生理生化指标。

1.3 测定方法

过氧化物酶(POD)活性和丙二醛(MDA)含量测定均采用张治安等^[8]的方法;脯氨酸含量测定采用王学奎^[9]的方法;可溶性糖含量测定采用蒽

酮-硫酸法^[10];用SPAD-502叶绿素仪测定叶绿素含量。

1.4 数据处理

所有数据均为各处理的3次重复平均值,用Excel 2010和SPSS 19.0进行数据的整理与分析,处理显著水平为0.05。

2 结果与分析

2.1 苏打碱胁迫对不同玉米自交系苗期长势的影响

从图1和图2可以看出,不同玉米自交系三叶一心期经300 mmol/L苏打碱溶液处理2次生长7 d后,植株高度较对照略有降低,只有郑58株高降低幅度显著。同时发现,美-2碱处理后底部叶片有少量发黄,其余自交系均长势较好。另外,和对照相比,苏打碱处理后郑58、WD郑58、美-2叶绿素含量提高,但自交系黑玉米叶绿素含量略有降低,差异不显著。

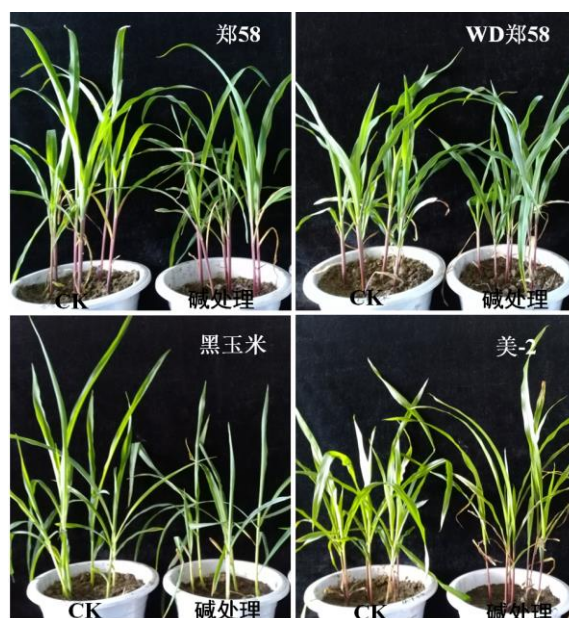


图1 苏打碱胁迫后不同玉米自交系植株长势情况

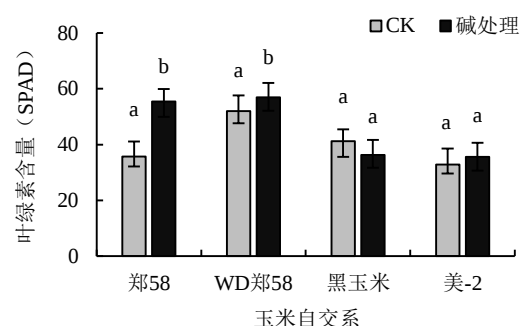
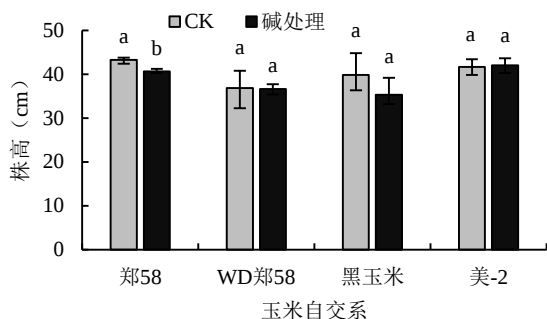


图2 苏打碱胁迫后不同玉米自交系株高及叶绿素含量比较

2.2 苏打碱胁迫对玉米自交系幼苗生理生化指标的影响

2.2.1 叶片脯氨酸含量

从图3可以看出,不同玉米自交系经苏打碱胁迫后叶片游离脯氨酸含量均有不同程度变化,其中郑58、WD郑58和黑玉米叶片脯氨酸含量较对照相比都降低,但只有WD郑58脯氨酸含量降低显著,降低幅度达到53%,自交系美-2脯氨酸含量较对照上升,但差异不显著。

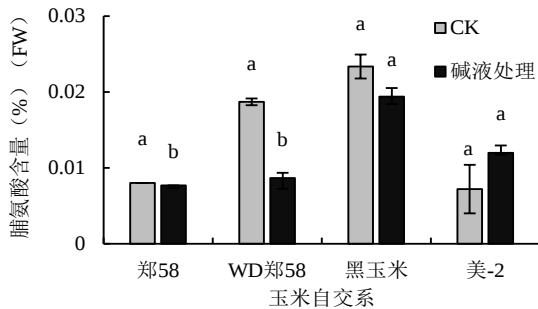


图3 苏打碱胁迫后不同自交系脯氨酸含量比较

2.2.2 叶片丙二醛(MDA)含量

由图4可以看出,和对照相比不同自交系经苏打碱胁迫后MDA含量均有所提高,但差异不显著,其中WD郑58MDA含量上升幅度较小,仅上

升39%,而其余3个自交系至少上升50%。该结果说明,苏打碱胁迫后,WD郑58叶片细胞积累的毒性物质较少,间接反应其对逆境胁迫的适应能力相对较强。

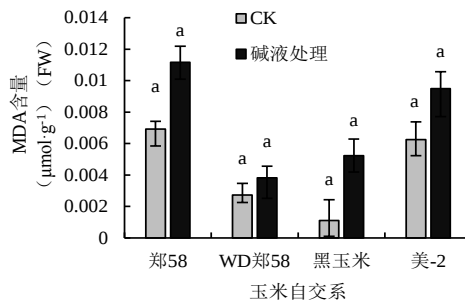


图4 苏打碱胁迫后不同自交系MDA含量比较

2.2.3 叶片可溶性糖含量

图5所示,不同自交系三叶一心期经苏打碱胁迫7d后,叶片内可溶性糖含量均发生不同程度变化,其中郑58和黑玉米叶片可溶性糖含量降低,较对照相比郑58降低显著,降低幅度为43%,而黑玉米不显著,降低幅度为36%;WD郑58和美-2叶片可溶性糖含量均有所上升,但差异都不显著,其中WD郑58上升45%,分析其可能通过提高细胞可溶性糖含量来适应渗透压胁迫反应。

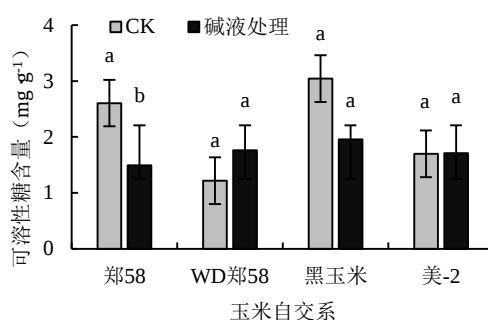
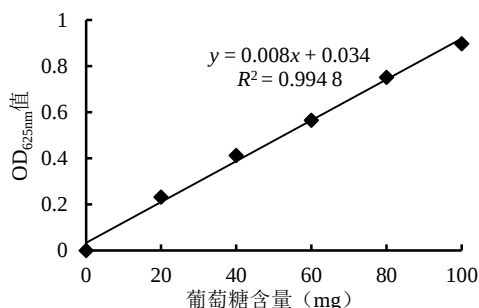


图5 苏打碱胁迫后不同自交系可溶性糖含量比较

2.2.4 叶片过氧化氢酶(POD)活性

从图6可以看出,4个自交系在三叶一心期苏

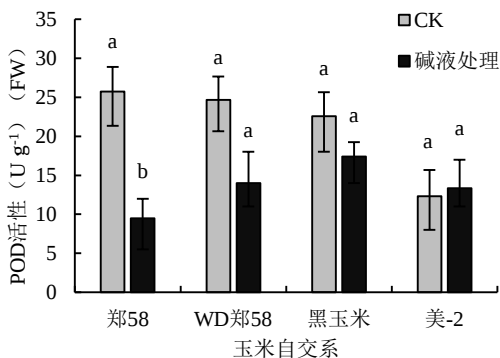


图6 苏打碱胁迫后不同自交系POD活性的影响

打碱胁迫后,和对照相比,自交系郑58过氧化氢酶活性显著下降,下降幅度达到63%,WD郑58和黑玉米POD活性均下降,但都不显著,而自交系美-2的POD活性有略微上升,但差异不显著。

3 讨论

植物细胞经盐碱胁迫后会造成严重损伤,从而阻碍植物正常的生长,生长量下降,甚至死亡^[11]。王佳珍等^[12]分析盐碱胁迫后植物生长发育时认为,盐碱胁迫下,株高会有所下降,这与本实验发现4个自交系在苏打碱胁迫后株高均降低结果一致。叶绿体是细胞对盐最敏感的细胞器,叶

绿素含量的变化大小是直接反映植株抗逆性的重要指标之一^[13]。于爽等^[5]研究盐碱胁迫对龙葵幼苗生长和叶绿素含量的影响发现,随着盐浓度升高龙葵叶绿素含量不断降低。然而,本实验发现3个自交系经苏打碱胁迫后叶绿素含量略有上升,该结果与上述结果不一致,分析可能是盐碱胁迫植物的应激反应或者由于胁迫强度不够所致。

渗透胁迫是盐碱胁迫对植物造成伤害的重要原因,植物通过积累大量渗透调节物质来减轻伤害^[14]。脯氨酸和可溶性糖都是植物重要的渗透调节物质,盐胁迫4种耐盐植物发现,可溶性糖含量都显著提高,脯氨酸含量在沙枣叶片中大量积累^[15]。另外,盐碱胁迫还可以使植物体内的自由基系统紊乱,活性氧增加,破坏细胞膜结构,活性氧清除系统就显得尤为重要^[16]。张春霞等^[17]研究 Na_2CO_3 胁迫对甜高粱幼苗期生理特性的影响发现,随着 Na_2CO_3 浓度增加,MDA和脯氨酸含量呈上升趋势。同时,盐胁迫玉米自交系苗期时发现,耐盐自交系通过增加脯氨酸含量,提高SOD和POD活性来应对胁迫反应^[18]。本实验MDA含量结果与前人研究结果一致,但都差异不显著,然而脯氨酸含量、可溶性糖和POD活性结果并没有显著上升,分析以上结果可能该盐碱胁迫强度并没有对这4个自交系细胞膜结构产生严重破坏,没有使细胞产生过多的细胞渗透调节物质以及保护酶来抵抗逆境胁迫。

4 结 论

盐碱胁迫作为一种重要的非生物胁迫会抑制植物生长,导致生理代谢紊乱,但本实验可能由于胁迫压力不强或胁迫时间不够,只发现株高明显降低,而生理代谢指标检测并没有发现显著变化,该实验结论可为以后玉米自交系盐碱胁迫鉴定提供参考。

参考文献:

- [1] 杨春武,李长有,尹红娟,等. 小冰麦(*Triticum aestivum*-*Agropyron intermedium*)对盐胁迫和碱胁迫的生理响应[J]. 作物学报, 2007, 33(8): 1255-1261.
- [2] 姚荣江,杨劲松,刘光明. 东北地区盐碱土特征及其农业生物治理[J]. 土壤, 2006, 38(3): 256-262.
- [3] 张磊,候云鹏,王立春. 盐碱胁迫对植物的影响及提高植物耐盐碱性的方法[J]. 东北农业科学, 2018, 43(4): 11-16.
- [4] 郝凤,刘晓静,张晓磊,等. 混合盐碱胁迫对紫花苜蓿苗期氮磷吸收及生理特性的影响[J]. 中国沙漠, 2015, 35(5): 1268-1274.
- [5] 于爽,杨新宇,高剑,等. 盐碱胁迫对龙葵幼苗生长及叶绿素含量的影响[J]. 贵州农业科学, 2018, 46(7): 131-134.
- [6] 朱志明. 不同玉米自交系对盐胁迫的响应及其耐盐性鉴定[D]. 银川:宁夏大学, 2017.
- [7] 常国伟,王越,邓杰,等. 萌芽期玉米自交系耐苏打碱的等级评价[J]. 种子, 2018, 37(2): 78-82.
- [8] 张治安,陈展宇. 植物生理学实验技术[M]. 长春:吉林大学出版社, 2008: 50-64.
- [9] 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, 2015: 274-277.
- [10] 李玲. 植物生理学模块实验指导[M]. 北京:科学出版社, 2009: 48-50.
- [11] 张华新,刘正祥,刘秋芳. 盐胁迫下树种幼苗生长及其耐盐性[J]. 生态学报, 2009, 29(5): 2263-2271.
- [12] 王佳珍,刘倩,高姬妮,等. 植物对盐碱胁迫的响应机制研究进展[J]. 生态学报, 2017, 37(16): 1-13.
- [13] 刘霞. Na_2CO_3 胁迫对蚕豆幼苗生长及光合特性的影响[D]. 济南:山东师范大学, 2008.
- [14] 赵可夫. 植物抗盐生理[M]. 北京:中国科学技术出版社, 1993: 9-10.
- [15] 成铁龙,李焕勇,武海雯,等. 盐胁迫下4种耐盐植物渗透调节物质积累的比较[J]. 林业科学研究, 2015, 28(6): 826-832.
- [16] 王明华. 改良剂对苏打盐碱土及玉米生理特性的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2016.
- [17] 张春霞,边鸣镝,于慧,等. 碳酸钠胁迫对甜高粱种子萌发和幼苗期生理特性的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2011, 33(2): 134-138, 143.
- [18] 付艳,高树仁,杨克军,等. 盐胁迫对玉米耐盐系与盐敏感系苗期几个生理生化指标的影响[J]. 植物生理学报, 2011, 47(5): 459-462.