

郭爱华. 盐胁迫对荞麦幼苗生长及结构的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(8): 68–70.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.08.019

# 盐胁迫对荞麦幼苗生长及结构的影响

郭爱华

(吕梁学院生命科学系, 山西吕梁 033000)

**摘要:**以盐敏感甜荞 TQ-0808 为材料, 模拟土壤盐碱地条件, 探讨不同浓度的盐对荞麦幼苗生长发育及结构的影响, 为荞麦响应盐胁迫机理的研究及荞麦育种提供依据。结果表明, 0~40 mmol/L 的低浓度盐会促进荞麦幼苗叶片的长和宽、株高、根长及根质量的增加, 40 mmol/L 的盐浓度对生长发育指标叶长、株高、根质量的影响与 CK 组相比差异显著; 对根长的影响差异极显著; 对叶宽的影响差异不显著; 之后, 随着盐浓度的升高, 生长发育各指标降低; 荞麦叶表皮及叶片厚度增加, 海绵组织和栅栏组织显著加厚, 表皮细胞变小, 排列紧密, 细胞数目逐渐增多; 气孔密度增加且形状发生改变; 根尖表皮层厚度增加。

**关键词:**荞麦; 盐胁迫; 生长; 结构

**中图分类号:** S517.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)08-0068-03

荞麦 (*Fagopyrum esculentum* Moench), 双子叶一年生蓼科荞麦属植物, 具有丰富的营养和优良的保健功效, 极具开发利用价值。由于生长周期短、抗逆性强, 随着对其研究和产业的发展, 荞麦在农业上的地位逐渐上升, 成为较多地区的杂粮及经济作物<sup>[1]</sup>。

环境污染和人为非正当使用肥料使土壤盐渍化日益严重, 我国盐碱地分布广泛, 已成为制约作物生长发育和生产发展的重要非生物因素之一<sup>[2-4]</sup>。荞麦虽属耐盐作物, 但高盐仍会导致其不同程度的损伤, 致其产量减少<sup>[5-6]</sup>。目前对盐胁迫下荞麦的研究主要集中于生理生化方面, 有关植物幼苗生理结构方面的研究鲜有报道, 本研究模拟土壤盐碱地条件,

探讨不同浓度的盐对荞麦幼苗生长发育的影响及荞麦对盐胁迫的适应生长, 目的是找出荞麦幼苗能够承受的最大耐盐浓度, 为研究荞麦耐盐机理、培育耐盐品种、有效利用盐碱土及为荞麦增产提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料培养及处理

选用盐敏感种子甜荞 TQ-0808, 高锰酸钾消毒后浸种 12 h, 摆放于铺有 2 层湿纱布的培养皿中, 25℃ 培养。当荞麦幼苗长到 2 叶 1 心期时开始使用不同浓度的 NaCl 溶液处理, 浓度分别为 0 (CK)、20、40、60、80、100 mmol/L, 每个浓度 3 个重复, 胁迫 10 d 后测定各指标。

### 1.2 方法

1.2.1 株高、叶片大小、根长、根质量的测量 使用测量尺测量株高, 叶片长、宽及幼苗根长, 使用电子天平称量清洗干净后根部鲜质量, 每个处理重复 3 次。

收稿日期: 2016-10-17

基金项目: 山西省高等学校科技创新项目 (编号: 2013166); 山西省高等学校教学改革项目 (本科) (编号: J2013114)。

作者简介: 郭爱华 (1983—), 女, 山西霍州人, 硕士, 助教, 主要研究方向为植物细胞生物学。E-mail: guoaihua2000@163.com。

本试验只是揭示壳聚糖能改变水稻幼苗一些内源物质, 并能增强苗体内一些抗氧化酶的活性, 从而提高水稻抗冷性。但壳聚糖究竟是作为信号物质来诱导与抗冷物质有关酶的基因表达, 还是通过其他作用机理提高水稻的抗冷性, 还须作深入的探讨和研究。

除了要深入探索壳聚糖提高水稻抗低温的作用机理外, 还应积极开展大田应用试验, 争取能在水稻生产上得到应用, 为水稻抗逆增产提供技术支撑, 为水稻安全生产提供服务。

## 参考文献:

- [1] 韩荣青, 陈丽娟, 李维京, 等. 2—5 月我国低温连阴雨和南方冷害时空特征[J]. 应用气象学报, 2009, 20(3): 312–320.
- [2] 陈慧, 秦成云, 刘鸿斌, 等. 淮安市 10—11 月气温异常偏高与海气环流关联与预测探讨[C]. 第 26 届中国气象学会年会预测与公共服务分会场论文集中国会议. 北京: 中国气象学会, 2009: 178–180.

- [3] 胡莹, 王奕众. 水稻 RIL 群体苗期耐冷性 QTL 分析[J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(3): 211–215.
- [4] 唐洪. 高度重视水稻旱育秧烂秧[J]. 四川农业科技, 2007(4): 22.
- [5] 黄凤莲, 戴良英, 罗宽. 药剂诱导水稻抗寒机制研究[J]. 作物学报, 2000, 26(1): 92–97.
- [6] 罗兵, 孙海燕, 徐朗莱, 等. 壳聚糖及其衍生物对植物抗性生理的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 9171–9172, 9177.
- [7] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [8] 熊庆娥. 植物生理学实验教程[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2003.
- [9] 李忠光, 李江鸿, 杜朝昆, 等. 在单一提取系统中同时测定五种植物抗氧化酶[J]. 云南师范大学学报(自然科学版), 2002, 22(6): 44–48.
- [10] 刘涛, 何霞红, 李成云, 等. 低温处理对水稻品种孕穗期抗氧化酶活性的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2015, 30(1): 25–29.

1.2.2 叶片测量及徒手切片 采用显微测微尺测量叶片的厚度,栅栏组织、海绵组织细胞的长度。徒手切片后制片,观察表皮细胞、气孔大小和密度。

1.2.3 石蜡切片 幼苗叶片及根的石蜡切片方法参考李晓梅等的方法<sup>[7-8]</sup>。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对荞麦幼苗生长的影响

由图 1 可以看出,0~40 mmol/L 的盐溶液能够促进叶片的长(主叶脉)和宽的增加,且叶长受盐浓度的影响程度大于叶宽。经分析,叶长 $|t_{CK,40}|=5.47, P<0.05$ ,差异显著;不同盐浓度对叶宽的影响与对照组相比差异不显著,以 CK 与 20 mmol/L 的盐溶液为例, $|t_{CK,20}|=2, P>0.05$ 。以后随着盐浓度的逐渐升高,荞麦幼苗叶片的长和宽受到不同程度的抑制,有下降趋势。

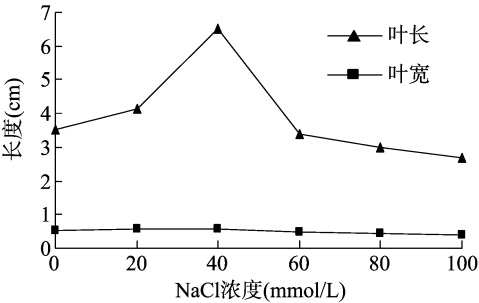


图1 盐胁迫下荞麦幼苗的叶长和叶宽

在低盐浓度下,随着盐浓度的升高,荞麦的株高和根长有上升趋势,40 mmol/L 时株高最高,根长也最长,经分析,株高 $|t_{CK,40}|=2.95, P<0.05$ ,差异显著;根长 $|t_{CK,40}|=9.45, P<0.01$ ,差异极显著。之后随着盐浓度的升高二者开始下降,60 mmol/L 盐浓度胁迫下株高显著小于 CK 组, $|t_{CK,60}|=4.64, P<0.05$ (图 2)。

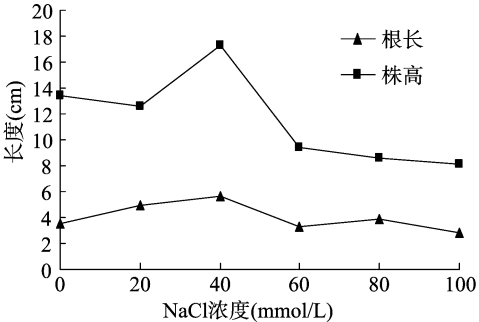


图2 盐胁迫下荞麦的根长、株高

由图 3 可看出,荞麦的根质量在低盐浓度下不断增加,在 40 mmol/L 时与其他各组相比根质量最大,经分析, $|t_{CK,40}|=1.99, P<0.05$ ,差异显著。随着盐浓度的继续升高,根质量开始下降,100 mmol/L 盐浓度胁迫时显著小于 CK 组, $|t_{CK,100}|=2.93, P<0.05$ ;这可能是因为低盐浓度促进根部的生长,有利于荞麦吸收营养成分,随着盐浓度的升高,开始抑制根的生长。比较各浓度梯度下的试验数据可知,随着盐浓度的升高,盐分对荞麦幼苗根质量的影响越大,到 100 mmol/L 时大部分根发生萎焉。

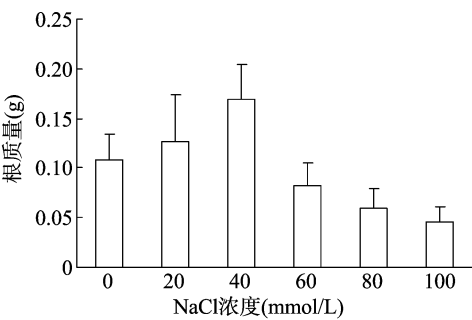


图3 盐胁迫下荞麦的根质量

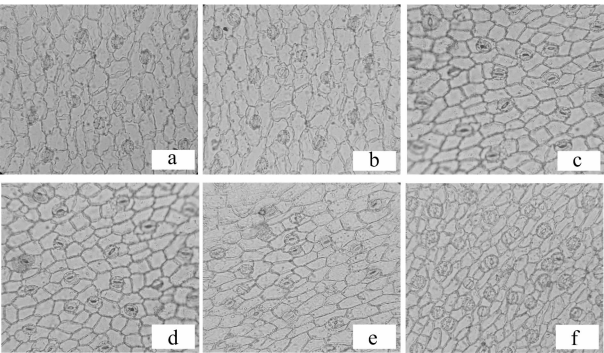
2.2 盐胁迫对荞麦幼苗叶片结构的影响

表 1 数据表明,不同盐浓度对荞麦幼苗叶片横切面结构有较大影响,随着 NaCl 浓度的升高,叶片的厚度逐渐增加,叶片的 2 种主要结构——栅栏组织和海绵组织也加厚。分析得出叶片栅栏组织的 $F=5.94 > F_{0.01}=5.064$ ;海绵组织的 $F=8.33 > F_{0.01}=5.064$ ;上表皮厚度的 $F=10.67 > F_{0.01}=5.064$ ;下表皮厚度的 $F=6.7 > F_{0.01}=5.064$ ;叶片总厚度的 $F=43.51 > F_{0.01}=5.064$ ,当 $F > F_{0.01}$ 时, $P<0.01$ 。因此,不同浓度盐胁迫对荞麦幼苗横切面结构的影响差异极显著。试验过程中发现,对照组的栅栏组织排列疏松整齐,随着盐浓度的逐渐升高排列越来越紧密,细胞数目也增多。海绵组织的细胞有变细变长趋向,转化为栅栏组织,细胞数量也增多。

表 1 不同浓度 NaCl 胁迫对荞麦幼苗叶片横切面解剖结构的影响

盐浓度 (mmol/L)	栅栏组织 厚度(μm)	海绵组织 厚度(μm)	上表皮厚 度(μm)	下表皮厚 度(μm)	叶片总厚 度(μm)
0	40.50	13.20	10.50	8.00	89.80
20	42.20	14.50	10.80	9.00	91.00
40	42.50	15.00	11.50	9.00	92.50
60	42.00	15.50	12.20	9.20	93.30
80	43.30	16.00	12.50	9.50	95.50
100	43.50	17.00	13.50	10.00	97.00

由图 4 可以看出,在低浓度盐胁迫下荞麦叶表皮细胞较大且规则,整齐排列。随着盐浓度的升高,表皮细胞形状发生改变,细胞变小,排列紧密,细胞数目逐渐增多。试验过程中还发现随着盐浓度的增大,表皮细胞破损率增大。



a~f 盐浓度分别为 0、20、40、60、80、100 mmol/L

图4 盐胁迫下荞麦幼苗叶片表皮的形态结构

盐胁迫对叶表皮气孔密度及大小影响的结果见表 2,随着盐浓度的升高,气孔密度逐渐上升,气孔的长度逐渐减小,气孔的宽度先增大后减小。在盐浓度为 20 mmol/L 时荞麦幼苗叶表皮气孔宽度较对照组和其他组大。

表 2 盐胁迫对荞麦幼苗叶表皮气孔的影响

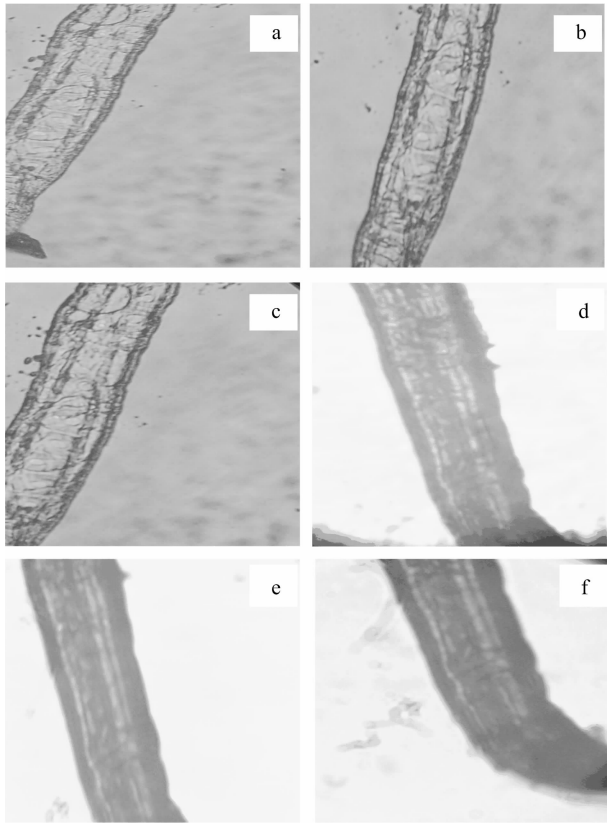
盐浓度 (mmol/L)	密度 (个/mm <sup>2</sup> )	长度 (μm)	宽度 (μm)
0	289.00c	9.30a	5.50a
20	290.00c	9.10a	6.00a
40	336.00bc	9.00a	5.40ab
60	358.00b	8.50b	4.50b
80	379.00ab	8.00b	4.30b
100	398.00a	7.00c	2.00c

注:同列数据后不同小写字母表示处理间在 0.05 水平上差异显著。

经单因素方差分析得出,叶片气孔密度  $F = 1\,279.77 > F_{0.01} = 5.064$ ,气孔长度的  $F = 26.98 > F_{0.01} = 5.064$ ,气孔的宽度  $F = 82.14 > F_{0.01} = 5.064$ ,当  $F > F_{0.01}$  时,  $P < 0.01$ ,表明不同盐浓度处理对荞麦幼苗叶片表皮气孔的影响差异极显著。

2.3 盐胁迫对荞麦幼苗根结构的影响

图 5、图 6 显示了盐胁迫对荞麦根尖表皮结构的影响,随着盐浓度的升高,根尖表皮层的厚度呈现上升趋势,经分析  $|t_{CK,20}| = 5.04, P < 0.05$ ,差异显著,且其他各组与对照组相比,差异极显著 ( $|t_{CK,40}| = 10.3, |t_{CK,60}| = 5.26, |t_{CK,80}| = 14.1, |t_{CK,100}| = 121, P < 0.01$ )。比较各浓度梯度下的试验数据可知,随着盐浓度的增高,盐分对荞麦幼苗根尖表皮层厚度增加的影响增大。



a~f 盐浓度分别为 0、20、40、60、80、100 mmol/L  
图 5 盐胁迫下根尖表皮层显微结构

3 讨论

已有研究结果表明,不同浓度的盐胁迫对不同的植物或者同一植物不同部位生长的抑制程度不同,且盐对植物的影

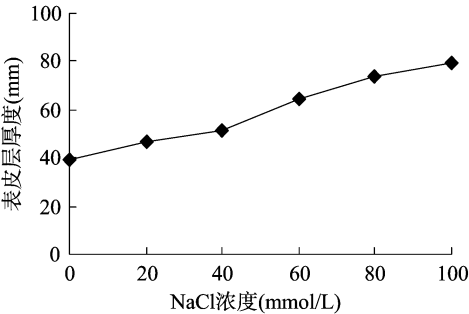


图 6 盐浓度与荞麦根尖表皮层厚度的关系

响及各植物对盐胁迫的响应差异很大<sup>[9]</sup>。

本研究模拟土壤盐碱地条件,探讨不同浓度的盐对荞麦幼苗生长发育及结构的影响,结果表明,0~40 mmol/L 的低浓度盐会促进荞麦幼苗叶片的长(主叶脉)和宽、株高、根长及根质量的增加,40 mmol/L 的盐浓度对生长发育指标叶长、株高、根质量的影响与 CK 组相比差异显著;对根长的影响差异极显著;对叶宽的影响差异不显著;随着盐浓度的升高,生长发育指标降低。造成此结果的原因可能是荞麦对低盐有一定的耐受性,植株体内通过响应低盐浓度并促进植株的生长,利于吸收土壤中的深层营养物质及水分。随着盐浓度的升高,会破坏质膜透性和细胞内离子平衡,对荞麦叶片产生渗透胁迫和离子毒害效应,抑制根的生长及植株株高的增加,地上部分趋于矮小以减少水分流失<sup>[3,6]</sup>。

随着盐浓度的升高,荞麦叶表皮及叶片厚度增加,海绵组织和栅栏组织显著加厚,气孔密度增加且形状发生改变,根尖表皮层厚度增加,这些结构的变化是为了更好地保水<sup>[10]</sup>,防止因失水过多而出现萎焉,且较厚的表皮细胞层具有贮水功能,加强对水分的调节能力。

参考文献:

[1] 杨洪兵. 渗透胁迫和盐胁迫对荞麦硝酸还原酶及亚硝酸还原酶活性的影响[J]. 作物杂志, 2013(3): 53-55.  
[2] Parida A K, Das A B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2005, 60(3): 324-349.  
[3] 束红梅, 郭书巧, 巩元勇, 等. 盐胁迫对作物根系的影响及基因工程改良[J]. 分子植物育种, 2013, 11(5): 657-662.  
[4] 郭伟, 于立河. 盐碱胁迫对小麦幼苗根系活力和苯丙氨酸解氨酶活性的影响[J]. 作物杂志, 2012(1): 31-34.  
[5] 陈晓云, 刘洪庆, 李发良, 等. 外源蔗糖和  $Ca^{2+}$  对荞麦幼苗耐盐性的影响[J]. 植物生理学报, 2012, 48(12): 1187-1192.  
[6] 杨洪兵, 孙萍. 外源水杨酸和茉莉酸对荞麦幼苗耐盐生理特性的效应[J]. 植物生理学报, 2012, 48(8): 767-771.  
[7] 李晓梅. 大豆茎顶端分生组织石蜡切片的制备[J]. 大豆科学, 2008, 27(4): 708-710.  
[8] 王宁, 齐永志, 时荣荣, 等. 草莓根系的石蜡切片制作及侧根发育过程的观察[J]. 河北农业大学学报, 2013, 36(3): 7-8.  
[9] 王晓冬, 王成, 马智宏, 等. 短期 NaCl 胁迫对不同小麦品种幼苗  $K^+$  吸收和  $Na^+$ 、 $K^+$  积累的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(10): 2822-2830.  
[10] 游亚丽, 陈明林, 崔美辰, 等. 金荞麦和荞麦的形态解剖学特征研究[J]. 植物学研究, 2012(1), 41-45.