

不同品系藜麦萌发期耐盐碱研究

吕亚慈¹, 高汝勇¹, 高小宽¹, 时丽冉¹, 石利兴², 周海涛^{3*}

(1. 衡水学院生命科学系, 河北 衡水 053000; 2. 惠林张家口农业开发有限公司, 河北 张家口 075000 3. 张家口市农业科学院, 河北 张家口 075000)

摘要: 本文以藜麦的2K5、Q13-7、土黄藜、Q13-13、黄藜、YY6、SCI和红藜8个品系作为研究材料, 研究不同品系藜麦萌发期耐盐碱程度。设置混合盐碱溶液的浓度分别是0、25、50、100、150 mmol/L, 统计各品系的发芽数、根长和芽长等, 计算发芽率、活力指数等。结果表明, 芽长、发芽率、活力指数等指标均呈现出在低盐碱处理时升高, 高盐碱处理时降低的整体趋势, 萌发时间也随着盐碱胁迫的程度增加而推迟。通过隶属函数法综合评价得出结论, 藜麦2K5和Q13-7的耐混合盐碱胁迫能力较强。

关键词: 藜麦; 混合盐碱胁迫; 种子萌发

中图分类号: S519

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)04-0017-03

Study on Salinity Tolerance of Different Strains of Quinoa during Germination

LYU Yaci¹, GAO Ruyong¹, GAO Xiaokuan¹, SHI Liran¹, SHI Lixing², ZHOU Haitao^{3*}

(1. College of Life Science, Hengshui University, Hengshui 053000; 2. Huilin Zhangjiakou Agricultural Development Co., Ltd, Zhangjiakou 075000; 3. Zhangjiakou Academy of Agricultural Sciences, Zhangjiakou 075000, China)

Abstract: In this paper, 8 varieties of "2K5" "Q13-7" "Tuhuangli" "Q13-13" "Huangli" "YY6" "SCI" and "Hongli" were used as research materials to study the salinity tolerance of different quinoa strains during germination. The concentration gradient of the mixed salt-alkali solution was set as 0, 25, 50, 100, 150 mmol/L, respectively. The number of germination, root length and bud length of each strain were counted, and the germination rate and germination index were calculated. The results showed that the indexes such as bud length, germination rate and vigor index all showed an overall trend of increasing in low saline-alkali treatment and decreasing in high saline-alkali treatment, and the germination time was delayed with the increase of saline-alkali stress degree. The comprehensive evaluation by membership function method showed that quinoa "2K5" and "Q13-7" had better tolerance to mixed saline-alkali stress.

Key words: Quinoa; Salt-alkaline stress; Seed germination

藜麦是苋科藜属一年生双子叶植物, 起源于南美洲的安第斯山, 已经有7 000多年的种植历史。藜麦种子富含蛋白质、氨基酸、不饱和脂肪酸、维生素、矿物质及膳食纤维等, 且低脂、低糖、零胆固醇, 利用价值很高, 是未来最具潜力的作物之一^[1]。藜麦被联合国粮农组织认定为可满足人体基本营养需求的唯一一种单体植物, 被推荐为适宜人类的完美全营养食品^[2-4], 将2013年称为

国际藜麦年^[5]。

土壤的盐化与碱化往往相伴发生, 长期以来将土壤可溶性盐分的增加笼统地称为“土壤盐碱化”。由 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 等碱性盐所造成的土壤碱化问题比由 NaCl 、 Na_2SO_4 等中性盐所造成的问题更加严重, 盐浓度和盐组分均抑制藜麦种子萌发, 盐浓度的抑制效应大于盐组分, 碱性盐的抑制作用强于中性盐^[6-7]。本试验采用不同浓度的碱性盐处理不同品系的藜麦种子, 鉴定不同藜麦品系萌发期的耐盐碱性, 为藜麦耐盐碱品种选育、在盐碱地的适应性种植、农业系统多元化栽培及生态环境改善等奠定良好的理论基础。

收稿日期: 2020-04-18

基金项目: 河北省重点研发计划项目(19227527D); 衡水学院校级课题(2020ZR22)

作者简介: 吕亚慈(1982-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事植物抗性生理及遗传育种研究。

通讯作者: 周海涛, 男, 硕士, 研究员, E-mail: zht0206@163.com

1 材料与方 法

1.1 供试材料

本试验选用2K5、Q13-7、土黄藜、Q13-13、黄藜、YY6、SCI和红藜共8个品系,用中性盐(Na_2SO_4 、 NaCl)和碱盐(Na_2CO_3 、 NaHCO_3)混合盐碱溶液作为胁迫,按物质量1:9:9:1(pH=10.8)的比例配制,处理浓度分别为0、25、50、100、150 mmol/L,其中0 mmol/L作为对照组。

1.2 试验方法

选择颗粒饱满无病虫害的种子,用0.1% Hg-Cl_2 消毒10~15 min,用蒸馏水冲洗3~5次,并于常温下风干24 h。采用纸上发芽法,每皿中50粒种子10 mL处理液,在培养箱25 °C恒温条件下萌发。试验时间为2018年10月8~15日,每天统计发芽的种子数(当胚根长度 ≥ 2 mm时,即为发芽),当2018年10月13日Q13-7、YY6不再发芽后,其他6个品系发芽结束时间为12日,14日、15日连续两天没有种子萌发试验结束。计算发芽率、活力指数等,10月15日从每个处理中随机选取10个发芽种子,测定鲜重、根长和芽长。

发芽率=(发芽种子数/参加测试种子总数) \times 100%

活力指数 $VI = S \times \sum Gt/Dt$

S:鲜重;Gt:在时间t内的发芽个数;Dt:发芽的天数。

1.3 数据处理及评价方法

用Excel 2010和SPSS 19.0处理数据,并进行差异显著性检验。对每个品种所测的指标用隶属函数法进行分析^[8],隶属值累加并求均值,再进行品系间的比较来评定耐盐碱性。

2 结果与分析

2.1 不同浓度混合盐碱胁迫对藜麦萌发期发芽率的影响

由表1可知,Q13-7、Q13-13和2K5在25~50 mmol/L盐碱胁迫下发芽率和对照无显著差异,各浓度处理较其他几个品系均有较高的发芽率。其余各品系的发芽率随着混合盐碱溶液浓度的升高呈现出逐步降低的趋势。

2.2 不同浓度混合盐碱胁迫对藜麦萌发期活力指数的影响

由表2可知,2K5和Q13-7在25 mmol/L浓度处理时,种子活力指数比对照高,50~150 mmol/L时活力指数低于对照且不断下降;其他六个品系

表1 混合盐碱胁迫对藜麦萌发期发芽率的影响 %

品种	盐碱浓度(mmol/L)				
	0	25	50	100	150
2K5	94a	95.67a	94.67a	89.00b	86b
Q13-7	98.67a	98.67a	96a	91.33b	88.67b
土黄藜	90.33a	83.33a	76.67b	74.00b	62.67c
Q13-13	94.67a	90.67ab	89.33ab	82.67b	81.33b
黄藜	90.00a	87.33a	58.67b	60.67b	59.33b
YY6	89.33a	74.67b	77.33b	77.67b	72.00b
SCI	93.33a	73.33b	75.33b	70.67b	70.00b
红藜	92.67a	64.67b	56.67b	34.67c	36.00c

注:同行相同小写字母表示0.05水平无显著差异,下同

表2 混合盐碱胁迫对藜麦萌发期活力指数的影响

品种	盐碱浓度(mmol/L)				
	0	25	50	100	150
2K5	4.90b	6.54a	3.96c	1.89d	0.41e
Q13-7	6.28b	8.36a	3.86c	1.64d	0.47e
土黄藜	4.73a	3.96b	3.19b	1.92c	1.58c
Q13-13	11.92a	6.25b	3.02c	1.91d	1.51d
黄藜	5.43a	3.66b	1.13c	0.38d	0.31d
YY6	4.86a	3.22b	1.89c	1.77c	1.73c
SCI	4.33a	2.93b	1.76c	1.49c	1.34c
红藜	4.04a	1.80b	0.41c	0.11c	0.10c

的活力指数随着混合盐碱浓度的增加呈现出明显的降低趋势。在25 mmol/L盐碱胁迫下2K5、Q13-13和Q13-7的种子活力指数高于其他各品系。在150 mmol/L盐碱胁迫下土黄藜和YY6的种子活力指数高于其他品系。

2.3 不同浓度混合盐碱胁迫对藜麦萌发期根长、芽长和鲜重的影响

2.3.1 不同浓度混合盐碱胁迫对藜麦萌发期根长的影响

混合盐碱胁迫对藜麦根的生长表现为明显的抑制作用。由表3可知,所有品种的根长随混合盐碱浓度增加而降低,25 mmol/L盐碱混合溶液处理时,土黄藜、Q13-13和黄藜的根长较长;当用50~150 mmol/L盐碱混合溶液处理时,SCI的根长于其他品系。

2.3.2 不同浓度混合盐碱胁迫对藜麦萌发期芽长的影响

混合盐碱胁迫对藜麦芽的生长表现为明显的抑制作用。由表4可知,所有品系的芽长随混合盐碱浓度增加而降低;25 mmol/L盐碱混合溶液处理时,2K5、Q13-7和Q13-13的芽长较长,长势较好;当用50~150 mmol/L盐碱混合溶液处理时

表3 混合盐碱胁迫对藜麦萌发期根长的影响 cm

品种	盐碱浓度(mmol/L)				
	0	25	50	100	150
2K5	4.99a	4.78a	0.92b	0.46b	0.35b
Q13-7	6.13a	5.00b	0.94c	0.28c	0.10c
土黄藜	7.46a	4.18b	0.90c	0.44c	0.228c
Q13-13	7.10a	6.3a	0.91b	0.52b	0.34b
黄藜	6.13a	4.06b	0.89c	0.45c	0.34c
YY6	4.20a	2.00b	0.63c	0.34c	0.32c
SCI	7.95a	3.67b	1.12c	0.68c	0.66c
红藜	4.95a	3.15b	0.78c	0.22d	0.12d

表4 盐碱胁迫对藜麦萌发期芽长的影响 cm

品种	盐碱浓度(mmol/L)				
	0	25	50	100	150
2K5	3.39a	3.65a	2.5b	0.93b	0.34c
Q13-7	3.24a	3.71a	2.71b	1.26c	0.67d
土黄藜	2.55a	2.4a	1.75b	0.64b	0.41b
Q13-13	4.11a	4.06a	2.42b	0.96c	0.54d
黄藜	2.33a	2.03a	0.78b	0.28c	0.21c
YY6	3.1a	2.65b	1.22c	0.74d	0.57d
SCI	1.86a	1.75a	0.71b	0.53bc	0.34c
红藜	2.62a	2.5a	0.76b	0.34c	0.27c

Q13-7的芽长长于其他品系。

2.3.3 不同浓度混合盐碱胁迫对藜麦萌发期幼苗鲜重的影响

由表5可知,2K5和Q13-7在25 mmol/L鲜重略高于对照,25 mmol/L以上鲜重低于对照且呈现下降趋势;其他各品系不同处理鲜重随混合盐碱浓度增加而降低,各处理间差异显著。

表5 混合盐碱胁迫对藜麦萌发期幼苗平均鲜重影响 g

品种	盐碱浓度(mmol/L)				
	0	25	50	100	150
2K5	0.1b	0.14a	0.08c	0.03d	0.01e
Q13-7	0.12b	0.14a	0.06c	0.02d	0.01e
土黄藜	0.12a	0.09b	0.07c	0.04d	0.02e
Q13-13	0.18a	0.16b	0.05c	0.03d	0.03d
黄藜	0.10a	0.06b	0.03c	0.02d	0.01e
YY6	0.10a	0.07b	0.03c	0.03d	0.02e
SCI	0.10a	0.06b	0.03c	0.02d	0.02d
红藜	0.12a	0.08b	0.03c	0.02d	0.01e

2.4 不同品系藜麦萌发期耐盐碱性综合评价

藜麦的耐盐碱性不能仅仅通过某一项指标来评价,应对统计得到的数据进行综合分析。用隶属函数法,对8个品系的藜麦进行排序,从而筛选出

表6 不同品系藜麦萌发期耐盐碱性综合评价

	隶属函数值					平均值	排序
	发芽率	活力指数(VI)	根长	芽长	平均鲜重		
2K5	0.99	0.69	0.72	0.57	0.80	0.75	1
Q13-7	0.98	0.59	0.36	1.00	0.40	0.67	2
土黄藜	0.56	0.69	0.23	0.34	0.62	0.49	4
Q13-13	0.81	0.29	0.46	0.58	0.51	0.53	3
黄藜	0.39	0.07	0.40	0.01	0.03	0.18	7
YY6	0.58	0.54	0.20	0.35	0.37	0.41	5
SCI	0.46	0.42	0.74	0.16	0.25	0.40	6
红藜	0.00	0.00	0.15	0.07	0.10	0.07	8

耐盐碱性良好的品系。由表6可知,2K5和Q13-7的耐盐碱性较好,土黄藜、Q13-13、YY6和SCI的耐盐碱性为中等,而黄藜和红藜的耐盐碱性较差。

3 讨论

盐碱胁迫对植物来说是一种很常见的危害,植物要正常生长和生存就要对其进行适应,或产生抗逆性,或产生耐逆性^[9-10]。种子在盐碱胁迫下萌发成幼苗是植物在盐碱胁迫下生长发育的前提^[11-12]。经过试验发现供试藜麦品系萌发期遭到盐碱胁迫后根长受到的抑制最明显,根长和芽长

都会随着盐碱胁迫的浓度上升呈下降趋势,尤其是50 mmol/L以后,根长和芽长相比,盐碱对根长的抑制作用更为明显,这一结果与郭瑞峰等^[13]对谷子的研究、修好等^[14]对盐碱胁迫下藜麦的萌发期的研究结论相似。生长受到抑制是植物遭受盐碱胁迫时的应对机制,逆境下生物消耗更多能量应对逆境,从而减少生物生长量。

本试验的研究结果表明,2K5和Q13-7鲜重和活力指数都表现出在25 mmol/L盐碱混合溶液处理时升高。在50 mmol/L盐碱混合溶液处理时降低的趋势,这一结果和高汝勇在混合(下转第68页)

[7] 徐 洋,辛景树.加快推进果菜茶有机肥替代化肥的绿色智慧[J].中国农技推广,2018,34(12):58-60.

[8] 邹原东,范继红.有机肥施用对土壤肥力影响的研究进展[J].中国农学通报,2013,29(3):12-16.

[9] 彭星星,郭 正,张玉娇,等.长期有机肥与化肥配施对渭北旱塬苹果园水分生产力和土壤有机碳含量影响的定量模拟[J].植物营养与肥料学报,2018,24(1):33-43.

[10] 董一漩,屠乃美,魏 征,等.施肥模式对不同基础地力稻田培肥和水稻产量的动态影响[J].东北农业科学,2019,44(2):13-18.

[11] 姜远茂,彭福田,张宏艳,等.山东省苹果园土壤有机质及养分状况研究[J].土壤通报,2001,32(4):167-169.

[12] 杨世琦,张爱平,杨淑静,等.典型区域果园土壤有机质变化特征研究[J].中国生态农业学报,2009,17(6):1124-1127.

[13] 张丽娜,李 军,范 鹏,等.黄土高原典型苹果园地深层土壤氮磷钾养分含量与分布特征[J].生态学报,2013,33(6):1907-1915.

[14] 路克国,朱树华,张连忠.有机肥对土壤理化性质和红富士苹果果实品质的影响[J].石河子大学学报(自然科学版),2003,7(3):205-208.

[15] 李来贵,李永伟,魏海云,等.有机肥对苹果品质影响的试验研究[J].山西果树,2019(1):7-8.

[16] 王小英,同延安,刘 芬,等.陕西省苹果施肥状况评价[J].植物营养与肥料学报,2013,19(1):206-213.

[17] 杨忠赞,迟凤琴,隋虹均,等.基于多元线性回归研究有机肥替代对土壤养分及产量的影响[J].东北农业科学,2021,46(2):37-42,102.

(责任编辑:刘洪霞)

(上接第 19 页)盐碱胁迫对大白菜种子萌发影响研究结果一致,所以低浓度的混合溶液处理高于对照组,也说明耐盐碱性更好^[15];其他各品种在 50 mmol/L 盐碱混合溶液处理时随盐碱胁迫浓度上升各指标呈下降趋势的结果与赵颖等对混合盐碱溶液处理藜麦种子的研究结果一致^[16],高离子浓度对种子造成中毒而抑制其萌发。由于混合溶液中存在碱性盐,pH=10.8 高胁迫协同作用使藜麦发芽受到抑制,具体生理机制还要进一步研究。

本试验通过隶属函数法对供试的 8 个藜麦品系进行综合评价,2K5 和 Q13-7 的耐盐碱性较好,土黄藜、Q13-13、YY6 和 SCI 的耐盐碱性为中等,而黄藜和红藜的耐盐碱性较差。因此进行耐盐碱性藜麦品种的培育,可优先选择 2K5 和 Q13-7。本研究可为筛选和培育抗盐碱性强的新品种,多元化栽培和生态环境改善提供一定的理论基础。

参考文献:

[1] 杨发荣,黄 杰,魏玉明,等.藜麦生物学特性及应用[J].草业科学,2017,34(3):607-613.

[2] Jacobsen S E,Mujica A,Jensen C R. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors[J].Food Rev. Int,2003,19(2):99-109.

[3] Mikako,Toshinobu. Unstability of Genomic Constitution of Polyploid Oat[J].Advances in Chromosome Sciences,2001,9(1):23-38.

[4] Escuredo O, Martin G I M, Moncada G W, et al. Amino acid Profile of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using near infra-

red spectroscopy and chemometric techniques[J].Journal of Cereal Science, 2014, 60(1): 67-74.

[5] 王晨静,赵 习,陆国权,等.藜麦特性及开发利用研究进展[J].浙江农林大学学报,2014,31(2):296-301.

[6] 张 磊,侯云鹏,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.

[7] 李丽丽,姜奇彦,牛风娟,等.藜麦耐盐机制研究进展[J].中国农业科技导报,2016(2):31-40.

[8] 韩瑞宏,卢欣石,高桂娟,等.紫花苜蓿抗旱性主成分及隶属函数分析[J].草地学报,2006,14(2):142-146.

[9] 郭 园,张玉霞,杜晓艳,等.盐碱胁迫对油用向日葵幼苗生长及含水量的影响[J].东北农业科学,2016,41(2):20-24.

[10] 张余莽,李 楠.混合盐碱胁迫对多年生黑麦草种子萌发的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2016(12上):142-143.

[11] 宋广树,朱秀侠,孙 蕾,等.水稻品种长白 9 号的耐盐碱机理分析[J].东北农业科学,2016,41(2):5-8.

[12] 殷立娟,祝 玲.羊草苗对盐碱胁迫的反应和适应性[J].东北师大学报(自然科学版),1989(4):87-95.

[13] 郭瑞峰,张永福,任月梅,等.混合盐碱胁迫对谷子萌发、幼芽生长的影响及耐盐碱品种筛选[J].作物杂志,2017(4):63-66.

[14] 修 妤,梁晓艳,石瑞常,等.混合盐碱胁迫对藜麦萌发的影响[J].山东农业科学,2018,50(9):51-55.

[15] 高汝勇.混合盐碱胁迫对大白菜种子萌发及幼苗生长的影响[J].河南农业科学,2011,40(1):121-123.

[16] 赵 颖,魏小红,赫亚龙,等.混合盐碱胁迫对藜麦种子萌发和幼苗抗氧化特性的影响[J].草业学报,2019,28(2):156-167.

(责任编辑:王 昱)