

文章编号:1003-8701(2013)04-0005-03

# 外源有机酸对盐胁迫下荞麦种子萌发及幼苗生长的效应

杨洪兵

(青岛农业大学生命科学学院 / 山东省高校植物生物技术重点实验室, 山东 青岛 266109)

**摘要:**以盐敏感荞麦品种 TQ-0808 为实验材料, 研究不同浓度外源苹果酸和柠檬酸对盐胁迫下荞麦种子萌发及幼苗生长的效应。结果表明, 适当浓度的外源苹果酸和柠檬酸对盐胁迫下荞麦种子萌发及幼苗生长有明显的促进效应, 特别是种子发芽率、活力指数及幼苗鲜重表现得较为明显, 说明适当浓度的外源苹果酸和柠檬酸对盐胁迫具有较好的缓解作用, 0.4 mmol/L 苹果酸及 0.8 mmol/L 柠檬酸对盐胁迫下荞麦种子萌发及幼苗生长的促进作用最佳。

**关键词:**荞麦; 苹果酸; 柠檬酸; 种子萌发; 生长

中图分类号: Q945.78

文献标识码: A

## Effect of Exogenous Organic Acid on Seeds Germination and Seedlings Growth of Buckwheat under Salt Stress

YANG Hong-bing

(Key Lab of Plant Biotechnology in Universities of Shandong/College of Life Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

**Abstract:** Salt-sensitive buckwheat variety 'TQ-0808' was used as experimental materials, and the effect of exogenous malic acid and citric acid with different concentrations on seeds germination and seedlings growth of buckwheat under salt stress was studied. The results showed that the appropriate concentration of exogenous malic acid and citric acid could obviously promote the seeds germination and seedlings growth of buckwheat under salt stress, especially the germination rate and vigor index of seeds and fresh weight of seedlings were more obvious. It indicated that the appropriate concentration of exogenous malic acid and citric acid had mitigation to salt stress, and the concentration of malic acid at 0.4 mmol/L and that of citric acid at 0.8 mmol/L had the best promoting effect on seeds germination and seedlings growth of buckwheat under salt stress.

**Keywords:** Buckwheat; Malic acid; Citric acid; Seeds germination; Growth

随着土壤盐碱化面积的不断扩大, 作物的生长环境不断恶化, 严重影响了农作物以及经济作物的可持续生产及生产者的经济效益。杨卫民等<sup>[1]</sup>研究发现, 外源甘露醇处理对黑豆苗期抗旱性有一定的提高作用; 而外源有机酸对缓解铝胁迫下植物的生理状况有较好的效果<sup>[2-4]</sup>; 苹果酸是一种廉价、无

毒的自由基清除剂, 符合绿色农业产品生产和无公害农药的应用要求, 具有良好的开发潜力和应用前景。荞麦(*Fagopyrum esculentum* Moench)是蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum*)一年生草本植物, 全世界荞麦共有 15 个种, 其中在我国就有 10 个种<sup>[5]</sup>。荞麦营养价值很高, 是粮食中氨基酸种类最全面、营养最丰富的粮种之一, 其麦粉蛋白质由 19 种氨基酸组成, 富含人体必需的 8 种氨基酸, 且比例合理, 是一般谷物中少见的; 荞麦的药用价值也很高, 富含保健疗效功能的纤维素及

收稿日期: 2013-04-11

基金项目: 山东省自然科学基金项目(ZR2010CL019)

作者简介: 杨洪兵(1968-), 男, 博士, 副教授, 从事植物逆境生理研究。

多种维生素和矿质元素<sup>[6]</sup>。马德源等<sup>[7]</sup>从6个荞麦品种中筛选出盐敏感荞麦品种 TQ-0808,本文以盐敏感荞麦品种 TQ-0808 为实验材料,研究外源苹果酸和柠檬酸对 NaCl 胁迫下荞麦种子萌发及幼苗生长的效应,为研究利用有机酸解决土壤盐碱化问题及提高荞麦耐盐性方面提供一定依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料培养与处理

挑选大小一致、子粒饱满的荞麦种子,1 g/L 的高锰酸钾消毒 10 min,蒸馏水中吸涨 5 h,种子均匀摆放在铺有滤纸的培养皿中,26 °C 培养箱中培养。NaCl 溶液处理浓度为 100 mmol/L,其他各组是在 NaCl 处理基础上分别添加 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mmol/L 苹果酸及 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mmol/L 柠檬酸进行处理,每个处理设 5 个重复。

### 1.2 种子萌发指标测定

每天在同一时间记录发芽数、培养 5 d 后把胚根和胚芽分开,称胚根鲜重,计算发芽率、发芽指数和活力指数。

发芽率(Gr)= $n/N \times 100\%$ (n:发芽数;N:种子总数)

发芽指数(Gi)= $\sum Gt/Dt$  [Gt:在时间 t(d)的发芽数;Dt:相应的发芽天数]

活力指数(Vi)= $S \cdot \sum Gt / Dt$  [S:幼苗生长势(胚根的平均鲜重)]

### 1.3 幼苗生长指标测定

挑选生长基本一致的幼苗,处理前测定根长和鲜重,同样处理方法处理 5 d 后再测定根长和鲜重,两次测定的差值即为根长和鲜重的增加量。

## 2 结果与分析

### 2.1 外源苹果酸和柠檬酸对盐胁迫下荞麦种子萌发的效应

从表 1 看出,不同浓度外源苹果酸处理可显著提高盐胁迫下荞麦种子的发芽率、发芽指数和活力指数( $P < 0.01$ ),其中,0.4 ~ 0.6 mmol/L 苹果酸处理提高荞麦种子发芽率较大,与盐胁迫相比分别提高了 2.04 倍和 1.95 倍;0.4 mmol/L 苹果酸处理提高荞麦种子发芽指数和活力指数最大,与盐胁迫相比分别提高了 2.75 倍和 24.42 倍。不同浓度外源柠檬酸处理也可显著提高盐胁迫下荞麦种子的发芽率、发芽指数和活力指数 ( $P < 0.01$ ),其中,0.8 mmol/L 柠檬酸处理提高荞麦种子发芽率最大,与盐胁迫相比提高了 2.10 倍;0.6 ~ 0.8 mmol/L 柠檬酸处理提高荞麦种子发芽指数较大,与盐胁迫相比分别提高了 2.97 倍和 3.15 倍;0.6 ~ 0.8 mmol/L 柠檬酸处理提高荞麦种子活力指数较大,与盐胁迫相比分别提高了 25.11 倍和 25.42 倍。

表 1 外源苹果酸和柠檬酸对盐胁迫下荞麦种子萌发的效应

不同处理	发芽率(%)	发芽指数	活力指数
CK	93.27 ± 7.38	37.35 ± 2.82	7.31 ± 0.59
NaCl	24.62 ± 1.76	6.18 ± 0.46	0.19 ± 0.03
NaCl+0.2 mmol/L 苹果酸	45.63 ± 3.47**	16.35 ± 1.34**	3.27 ± 0.26**
NaCl+0.4 mmol/L 苹果酸	74.78 ± 5.25**	23.16 ± 1.78**	4.83 ± 0.37**
NaCl+0.6 mmol/L 苹果酸	72.56 ± 5.16**	21.43 ± 1.67**	4.36 ± 0.33**
NaCl+0.8 mmol/L 苹果酸	68.37 ± 5.03**	20.82 ± 1.71**	3.88 ± 0.29**
NaCl+1.0 mmol/L 苹果酸	60.39 ± 4.41**	18.57 ± 1.45**	3.50 ± 0.31**
NaCl+0.2 mmol/L 柠檬酸	53.39 ± 4.07**	17.28 ± 1.36**	3.40 ± 0.28**
NaCl+0.4 mmol/L 柠檬酸	65.32 ± 5.12**	20.45 ± 1.53**	4.41 ± 0.34**
NaCl+0.6 mmol/L 柠檬酸	71.08 ± 5.33**	24.53 ± 1.85**	4.96 ± 0.38**
NaCl+0.8 mmol/L 柠檬酸	76.34 ± 5.82**	25.62 ± 1.93**	5.02 ± 0.39**
NaCl+1.0 mmol/L 柠檬酸	69.46 ± 5.30**	22.04 ± 1.72**	4.73 ± 0.36**

注:n=5,\*表示 $P < 0.05$ ,\*\*表示 $P < 0.01$ ,下同。

### 2.2 外源苹果酸和柠檬酸对盐胁迫下荞麦幼苗生长的效应

由表 2 可见,不同浓度外源苹果酸处理使盐胁迫下荞麦幼苗根长和鲜重显著增加( $P < 0.01$ ),其中,0.4 mmol/L 苹果酸处理对增加荞麦幼苗根长

和鲜重的效果最好,与盐胁迫相比分别增加了 1.71 倍和 4.38 倍;不同浓度外源柠檬酸处理可显著增加盐胁迫下荞麦幼苗的根长和鲜重( $P < 0.01$ ),其中,0.8 mmol/L 柠檬酸处理对增加荞麦幼苗根长和鲜重的效果最好,与盐胁迫相比分别增加了

2.08 倍和 5.06 倍。说明适当浓度的外源苹果酸和柠檬酸对盐胁迫下荞麦幼苗生长具有明显的促进效应。

表 2 外源苹果酸和柠檬酸对盐胁迫下荞麦幼苗生长的效应

不同处理	根长(cm)	鲜重(g)
CK	3.97±0.34	2.86±0.25
NaCl	0.83±0.12	0.34±0.06
NaCl+0.2 mmol/L 苹果酸	1.64±0.15*	1.22±0.13*
NaCl+0.4 mmol/L 苹果酸	2.25±0.19**	1.83±0.16**
NaCl+0.6 mmol/L 苹果酸	1.92±0.17*	1.55±0.15**
NaCl+0.8 mmol/L 苹果酸	1.81±0.16*	1.38±0.14*
NaCl+1.0 mmol/L 苹果酸	1.56±0.13*	1.17±0.12*
NaCl+0.2 mmol/L 柠檬酸	1.72±0.15*	1.33±0.15*
NaCl+0.4 mmol/L 柠檬酸	1.91±0.16*	1.56±0.16**
NaCl+0.6 mmol/L 柠檬酸	2.13±0.18**	1.78±0.19**
NaCl+0.8 mmol/L 柠檬酸	2.56±0.21**	2.06±0.20**
NaCl+1.0 mmol/L 柠檬酸	2.34±0.19**	1.85±0.17**

### 3 讨论与结论

种子耐盐性及其机制是植物耐盐性早期鉴定及耐盐个体与品种早期选择的基础<sup>[6]</sup>;丁顺华等<sup>[9]</sup>研究发现耐盐小麦的发芽率、发芽指数和活力指数高于盐敏感小麦。本文中不同浓度外源苹果酸和柠檬酸处理对盐胁迫下荞麦种子萌发具有明显的促进效应,特别是对提高种子发芽率及活力指数方面,0.4 mmol/L 苹果酸及 0.8 mmol/L 柠檬酸处理对促进盐胁迫下荞麦种子萌发效果最好。

盐胁迫对植物最普遍最显著的效应就是抑制其生长,进而影响幼苗的耐盐性及其后期的生物

产量<sup>[10]</sup>。本文中不同浓度的外源苹果酸和柠檬酸处理可明显增加盐胁迫下荞麦幼苗的根长和鲜重,0.4 mmol/L 苹果酸及 0.8 mmol/L 柠檬酸处理对增加荞麦幼苗根长和鲜重的效果最好。说明适当浓度的外源苹果酸和柠檬酸处理对盐胁迫具有较好的缓解作用。

总之,外源苹果酸和柠檬酸能明显促进盐胁迫下荞麦种子萌发及幼苗生长,且 0.4 mmol/L 苹果酸及 0.8 mmol/L 柠檬酸的促进作用最佳。

#### 参考文献:

- [1] 杨卫民,刘宝琦,张世珍. 甘露醇、过氧化氢和氯化钠处理对黑豆苗期抗旱性的影响[J]. 大豆科学, 2010, 29(2): 350-353.
- [2] 金婷婷,刘鹏,徐根娣,等. 外源有机酸对铝毒胁迫下大豆根系形态的影响[J]. 中国油料作物学报, 2006, 28(3): 302-308.
- [3] 师瑞红,谢国生,曾汉来,等. 外源有机酸缓解水稻幼苗根系铝毒的生理机制[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(4): 97-101.
- [4] 王志颖,刘鹏,李锦山,等. 铝胁迫下外源有机酸对油菜根系形态及叶绿素荧光特性的影响[J]. 江苏农业学报, 2011, 27(4): 756-762.
- [5] 张以忠,陈庆富. 荞麦研究的现状与展望[J]. 种子, 2004, 23(3): 39-42.
- [6] 王安虎,熊梅,耿选珍,等. 中国荞麦的开发利用现状与展望[J]. 作物杂志, 2003(3): 7-8.
- [7] 马德源,李发良,朱剑锋,等. 6 个荞麦品种耐盐性的比较[J]. 现代农业科技, 2009(3): 157-158.
- [8] 李存楨,刘小京,杨艳敏. 盐胁迫对盐地碱蓬种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(5): 209-212.
- [9] 丁顺华,邱念伟,杨洪兵,等. 小麦耐盐性生理指标的选择[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(2): 98-102.
- [10] Levitt J. Response of plants to environmental stress[M]. New York: Academic press, 1980.

#### 想致富,请订阅 2014 年《特种经济动植物》

《特种经济动植物》(原名《国外特种经济动植物》)是由中华人民共和国农业部主管、中国农业科学院特产研究所主办的全国唯一的特种经济动植物专业性国家级科技类期刊,为中国农业核心期刊,主编为中国农业科学院特产研究所所长、研究员、博士生导师杨福合。1982 年创刊,月刊,大 16 开,56 页。本刊面向生产和用户,为科技兴农、振兴农村经济、农民科技致富服务,奉行科学、适用、及时的办刊方针,介绍特产农业、特色农业新技术、新成果、新品种、新经验、新信息,努力办成广大读者买得起、读得懂、用得上的好刊物,是您致富的好帮手。主要栏目: 特种经济动物 毛皮动物、野生动物、各种宠物、珍(野)禽、畜禽优良品种、特有水(海)产动物。 特种经济植物 经济植物、野生(名特)果树,药源、观赏、油料、饲料、蜜源、园林草坪、海(水)生、防风固沙(氮)等植物,高产作物、野生名特蔬菜、各地名产、牧草、食用菌等的栽培、加工、植物保护等。 信息荟萃 国内毛皮市场及世界毛皮拍卖会行情,全国十大中药材市场特种经济动、植物类中药材市场行情、发展前景及其权威预测等。刊号:CN22-1155/s,邮发代号 12-183,每期定价 4.00 元,全年 48.00 元(含邮费)。全国各地邮局(所)均可订阅,也可随时从邮局汇款至编辑部订阅。

地 址:长春市净月经济开发区聚业大街 4899 号 邮编:130112

单 位:中国农业科学院特产研究所《特种经济动植物》编辑部

联系人:包秀芳 电话:(0431)81919599 E-mail:tzjjdz@126.com