

镧对西葫芦种子酸雨胁迫缓解的剂量效应

杨 洁, 扬王慧, 许 珂, 方玉婷, 边才苗

(台州学院 生命科学院 浙江 临海 317000)

摘 要:以西葫芦种子为试材,通过种子萌发试验,研究了不同剂量镧对酸雨胁迫的缓解效应。结果表明:用 8~15 mg/L 的 LaCl_3 浸种可显著改善酸雨胁迫下西葫芦种子的萌发状况。在 pH 3.5 时,种子的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数显著升高,并接近于对照;pH 3.0 时也有明显改善,但达不到对照水平。同时,镧的最适剂量与酸雨胁迫的强度有关,在 $\text{pH} > 3.5$ 时为 10 mg/L;在 $\text{pH} \leq 3.5$ 时为 12 mg/L。因此,最适剂量的选择应考虑酸雨胁迫的强度,一般可用 pH 3.5 的酸雨进行选择。

关键词: 镧; 酸雨胁迫; 西葫芦; 种子萌发; 剂量效应

中图分类号: Q 614.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)01-0026-04

酸雨(Acid rain, AR)是全球性的污染源之一,我国为世界第三大酸雨区,酸雨面积已超过国土面积的 40%,给陆地生态系统及农作物生长带来了很多的负面影响^[1-4]。研究表明,当酸雨 $\text{pH} \leq 3.5$ 时,对农作物种子发芽和幼苗生长有明显的抑制作用,且 pH 值越低,这种不利影响也越大^[4-10]。因此,缓解或消除酸雨的危害,是农业生产中亟待解决的难题。

稀土元素是一种新型的生长调节剂,其中镧最重要、最活泼,具有提高作物抗逆性、增强作物抵御逆境伤害的生物学作用^[3,11-15];但过量使用可能引发植物的氧化胁迫和土壤酸化等副效应^[16-17],故镧显效剂量的选择尤其重要。然而,有些研究用于选择的梯度过大^[4,16],有些研究采用中性溶液检测^[1-3],往往得不到缓解逆境胁迫的最适剂量。现以西葫芦种子为研究对象,采用酸雨溶液(pH 3.5)选择显效剂量范围,比较不同显效剂量镧浸种的缓解效应,以完善镧最适剂量的选择方法,为稀土元素在农业上的推广应用提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

西葫芦(*Cucurbita pepo* L.)品种为“神禾翠玉”(由北京科力达神禾种子有限公司提供),种子百粒重约 12 g,发芽率 $\geq 85\%$ 。氯化镧(由国药集团化学试剂有限

公司提供)。

1.2 试验方法

1.2.1 模拟酸雨的配制 模拟酸雨配制参考文献[18],先配制硫酸根和硝酸根体积比为 4.7:1 的 pH 1.0 酸雨母液。将母液稀释成 pH 2.5、3.0、3.5、4.0、4.5 和 5.5 等 6 个强度模拟酸雨溶液,对照(CK)是与母液离子成分相同的中性溶液(pH 6.5)。

1.2.2 镧显效剂量初筛 选择均匀饱满的种子,用 0.1% HgCl_2 消毒 10 min,去离子水清洗数次后,分别用 0、1、5、8、10、12、15、20 和 30 mg/L 的 LaCl_3 溶液浸种 8 h,然后均匀排列在直径 12 cm、垫有 2 层滤纸的培养皿中,每皿 30 粒。加入 pH 3.5 的酸雨,置于恒温培养箱(25 ± 1.0) $^{\circ}\text{C}$ 浸种萌发,每处理 6 皿。以种子露白为发芽,每天统计萌发种子数,第 10 天萌发结束,测定幼苗鲜重,计算各处理的发芽指标,确定能显著缓解酸雨(pH 3.5)胁迫的镧溶液浓度范围。

1.2.3 显效剂量镧的缓解效应 种子经消毒、清洗后,用 12 mg/L 的 LaCl_3 溶液浸种 8 h,均匀排列在垫有 2 层滤纸的培养皿中,每皿 30 粒;加入上述 6 个强度的酸雨和对照(CK)溶液, (25 ± 1.0) $^{\circ}\text{C}$ 浸种萌发,每处理 6 皿;同时设置酸雨对照,用蒸馏水浸种 8 h 后,加酸雨和 CK 溶液萌发。各处理的萌发条件和测定指标同 1.2.2。在此基础上,再分别用 8、10、12 和 15 mg/L 的 LaCl_3 溶液浸种 8 h,在 2 个强度(pH 4.0 和 3.0)的酸雨下进行萌发试验,以检测各种显效剂量的缓解效应及其差异。

1.3 检测方法

种子发芽指标的测定按文献[19]进行,发芽率(GR) = (发芽种子数/供试种子数) $\times 100\%$;发芽势(GE) = (前 4 d 的发芽种子数/供试种子数) $\times 100\%$;发芽指数(GI) = $\sum(G_t/D_t)$, G_t 为不同时间的发芽数, D_t 为相应的

第一作者简介:杨洁(1988),女,在读本科,研究方向为作物抗逆性。

通讯作者:边才苗(1963),男,本科,副教授,现主要从事植物生态学和作物抗逆性研究工作。E-mail: bcm@tzc.edu.cn。

基金项目:浙江省自然科学基金资助项目(Y507053)。

收稿日期:2010-10-15

发芽日数; 活力指数 (VI)= $S \times \Sigma (Gt/Dt)$, S 为幼苗鲜重。

1.4 数据分析

试验数据用 Excel 和 SPSS 11.5 软件进行分析和分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度镧处理对西葫芦种子萌发的影响

在酸雨(pH 3.5)胁迫下, 镧处理对西葫芦种子发芽

的影响呈现低促高抑效应(表 1), 在 8~15 mg/L 时, 发芽状况均有明显的改善, 其中 12 mg/L 氯化镧溶液(简称为镧 12)浸种效果最好, 镧 10 其次, 这 2 种处理的 4 个发芽指标均显著高于酸雨对照, 镧 15 第 3 除发芽率外, 其余 3 个指数显著高于酸雨对照; 镧 8 第 4, 只有发芽势和活力指数显著提高。另外, 用 ≤ 5 mg/L 浸种, 效果不显著; 用 ≥ 20 mg/L 浸种, 效果显著减退。因此, 在今后的试验中选择 8~15 mg/L 氯化镧溶液浸种。

表 1 酸雨胁迫 (pH 3.5) 下不同剂量氯化镧对西葫芦种子萌发的影响

LaCl ₃ /mg · L ⁻¹	发芽率 / %	发芽势 / %	发芽指数 /n · d ⁻¹	活力指数 /g · d ⁻¹
0(CK)	83.89±2.55 b	55.56±2.55 c	21.32±0.63 b	15.32±0.70 c
1	85.56±2.55 ab	56.67±1.67 c	21.76±0.58 b	15.69±0.69 bc
5	87.22±2.55 ab	58.33±1.67 bc	22.28±0.58 ab	16.25±0.69 ab
8	89.44±3.47 ab	62.22±2.55 ab	23.04±0.81 ab	17.15±0.85 ab
10	90.56±2.55 a	64.44±1.93 a	23.53±0.73 a	17.66±0.73 a
12	90.56±2.55 a	64.44±2.55 a	23.60±0.70 a	17.74±0.71 a
15	90.00±2.89 ab	63.89±1.93 a	23.31±0.72 a	17.43±0.80 ab
20	86.67±2.89 ab	57.78±2.55 bc	22.14±0.69 ab	16.17±0.77 bc
30	83.33±3.33 b	55.56±2.55 c	21.19±0.81 b	15.21±0.81 c

注: 同一列中不同小写字母为差异显著 (P< 0.05), 不同大写字母为差异极显著 (P< 0.01), 下同。

2.2 镧对不同酸雨胁迫的缓解效应

在酸雨胁迫下(酸雨组), 西葫芦种子的发芽状况见图 1。在 pH 5.5~4.5 时, 各处理的发芽状况变化不大; 在 pH 4.0 时, 活力指数显著降低, 其余 3 个发芽指标与对照没有显著差异。在 pH ≤ 3.5 时, 发芽状况急剧下降, 各发芽指标与对照的差异显著; pH 2.5 时, 只有 28.33% 种子萌发, 4 个发芽指标分别为对照的 30.35%、17.32%、25.38% 和 14.32%。

经 12 mg/L 氯化镧溶液浸种后, 种子的发芽状况有明显的改善(图 1)。在 pH 4.0 时, 各发芽指标均比酸雨组大, 活力指数也接近对照水平, 差异不显著; 在 pH 3.5 时, 4 个发芽指标均显著高于酸雨组, 除活力指数外, 其它指标均恢复到对照水平, 差异不显著; 在 pH 3.0 时, 4 个

指标值也显著高于酸雨组, 但与对照的差异仍然为极显著; 在 pH 2.5 时, 4 个指标值与酸雨组差异不显著。说明镧浸种能缓解酸雨对西葫芦种子发芽的影响, pH 3.5 时效应最明显。

2.3 不同镧剂量对酸雨胁迫的缓解效应

用 4 种显效剂量的镧溶液浸种后, 种子的发芽状况均有明显的改善(表 2)。在 pH 4.0 时, 4 个发芽指标值均接近于对照水平, 其中镧 10 效果最好, 以下依次为镧 12、镧 8 和镧 15; 而在 pH 3.0 时, 镧 12 的效果最好, 以下依次为镧 10、镧 15 和镧 8 这与 pH 3.5 时的次序(见 2.1)相同。因此, 10~12 mg/L 镧溶液是缓解西葫芦种子酸雨胁迫的最适剂量, 在 pH > 3.5 时为 10 mg/L, 在 pH ≤ 3.5 时为 12 mg/L。

表 2 4 种显效剂量镧对酸雨胁迫下西葫芦种子萌发的影响

pH	LaCl ₃ /mg · L ⁻¹	发芽率/ %	发芽势/ %	发芽指数/n · d ⁻¹	活力指数/g · d ⁻¹
6.5	0	93.33±1.67 Aa	70.56±3.47 Aa	24.78±0.71 Aa	19.69±0.66 Aa
4.0	0	91.11±2.55 Aa	64.44±2.55 Aa	23.62±0.72 Aa	17.80±0.83 Ab
	8	93.33±1.67 Aa	67.22±2.55 Aa	24.42±0.57 Aa	18.94±0.61 Aab
	10	93.33±1.67 Aa	67.78±1.93 Aa	24.49±0.56 Aa	19.07±0.54 Aab
	12	93.33±1.67 Aa	67.22±0.96 Aa	24.46±0.47 Aa	19.03±0.54 Aab
	15	92.78±0.96 Aa	65.56±1.93 Aa	24.11±0.38 Aa	18.59±0.32 Aab
3.0	0	68.33±3.33 Bc	42.78±2.55 Bc	17.01±0.90 Bc	10.81±0.81 Bd
	8	77.78±2.55 Bb	49.44±0.96 Bb	19.50±0.55 Bb	13.07±0.55 Bc
	10	78.33±1.67 Bb	50.00±1.67 Bb	19.63±0.44 Bb	13.18±0.48 Bc
	12	78.33±2.89 Bb	50.56±2.55 Bb	19.71±0.80 Bb	13.30±0.73 Bc
	15	77.78±1.93 Bb	50.00±1.67 Bb	19.52±0.55 Bb	13.12±0.57 Bc

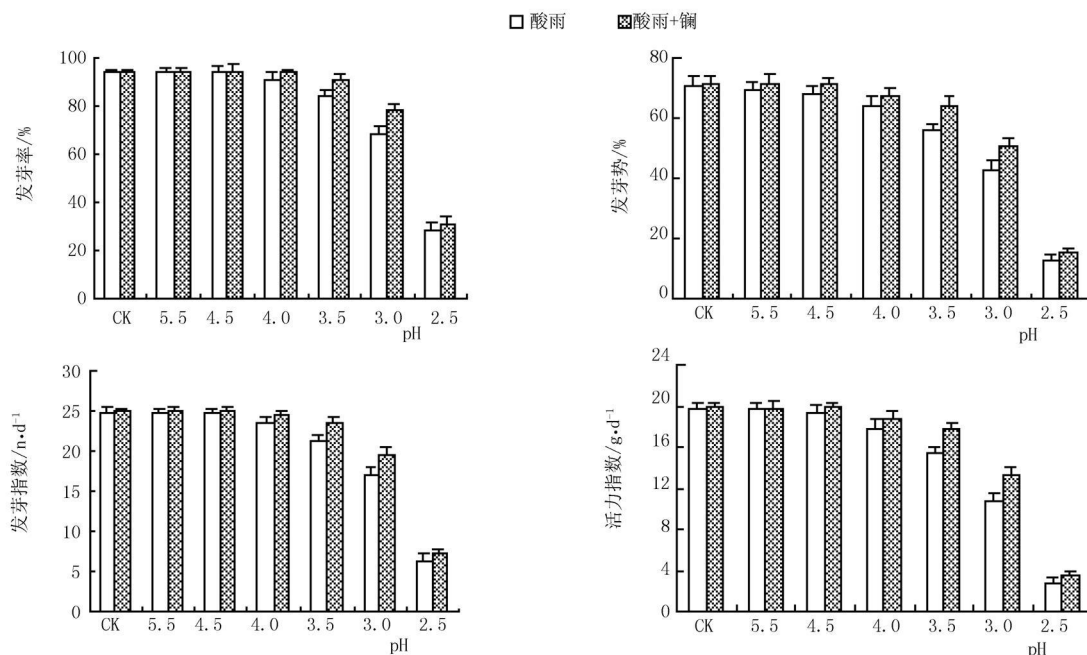


图1 酸雨胁迫下氯化镧(12 mg/L)对西葫芦种子萌发的影响

3 讨论与结论

有关酸雨和镧对作物种子萌发影响的研究,国内外已有很多报道^[1-9]。试验结果表明,中强酸雨($\text{pH} \leq 3.5$)对西葫芦种子的萌发有明显的抑制作用,用镧浸种能缓解酸雨胁迫的伤害作用;其中,镧的显效剂量为8~15 mg/L,最佳剂量分别为10和12 mg/L,在 $\text{pH} > 3.5$ 时是10 mg/L,在 $\text{pH} \leq 3.5$ 时是12 mg/L。很明显,用镧浸种缓解酸雨对作物种子的伤害,类似于服药治病,在选择镧剂量时必须考虑酸雨胁迫的强度。

基于作物对镧的敏感性既是物种及品系的属性,又与生长条件有关。在非胁迫条件下,20 mg/L 镧对水稻和高粱种子的萌发有抑制作用^[1-3];在酸雨胁迫下,100 mg/L 镧对小麦种子的萌发仍有微弱的促进作用^[4]。试验表明,30 mg/L 镧对酸雨胁迫下西葫芦种子萌发呈现抑制作用。同时,镧的过量使用还可能引发环境镧污染和土壤酸化等^[13-17]。为此,在选择镧显效剂量时,还需考虑轮作植物间差异性,以及土壤中镧的残留与积累。

综上所述,适量的镧能显著提高作物对酸雨胁迫的抵抗能力,但镧显效剂量的选择是关键。根据目前国内酸雨的现状^[5]及镧的缓解能力(一般只能缓解 $\text{pH} \geq 3.0$ 的酸雨胁迫^[1-3]),用 $\text{pH} 3.5$ 酸雨选择显效剂量相对比较合理,并尽可能采用最小显效剂量。

参考文献

- [1] 刘双平,李迪,陶丽华,等.酸雨胁迫下镧对水稻种子萌发及呼吸作用的影响[J].杂交水稻,2008,23(5):69-72.
- [2] 邱琳,王娜,周青.镧对酸雨胁迫下高粱种子萌发及POD活性和MDA含量的影响[J].中国生态农业学报,2009,17(2):343-347.
- [3] 高利利,张晨,邱琳,等.酸雨胁迫下镧对冬小麦种子萌发的影响[J].

麦类作物学报,2008,28(1):129-133.

- [4] 陆晓民,盛伟,杨吉.模拟酸雨下氯化镧处理对小麦发芽及幼苗生长的影响[J].核农学报,2008,22(6):851-855.
- [5] 聂呈荣,陈思果,温玉辉,等.模拟酸雨对花生种子萌芽及幼苗生长的影响[J].中国油料作物学报,2003,25(1):35-36.
- [6] Singh B, Agrawal M. Impact of simulated acid rain on growth and yield of two cultivars of wheat[J]. Water, Air, and Soil Pollution, 2004, 152: 71-80.
- [7] 周青,曾庆玲,黄晓华,等.三类抗性种子萌发对酸雨胁迫的响应[J].生态学报,2004,24(9):2030-2035.
- [8] 王丽红,黄晓华,周青.水稻、小麦和油菜种子萌发POD与CAT对酸雨胁迫的响应[J].环境科学,2005,26(6):123-125.
- [9] 童贯和,刘天骄,黄伟.模拟酸雨及其酸化土壤对小麦幼苗膜脂过氧化水平的影响[J].生态学报,2005,25(6):1509-1516.
- [10] 商桑,田丽波,黄绵佳,等.模拟酸雨对茄科3种蔬菜种子萌发的影响[J].植物研究,2007,27(4):495-499.
- [11] 黄晓华,陆天虹,周青,等.酸雨伤害植物机理与稀土调控研究[J].中国生态农业学报,2004,12(3):116-118.
- [12] HUANG X H, ZHOU Q, YE Y X, et al. Effect of cerium on seed germination under acid rain[J]. Rare Earths, 2000, 18(4): 298-301.
- [13] 陈远孟,白厚义,李杨瑞.镧在主要农作物上的应用及生理生化作用[J].广西农业科学,2003(6):14-17.
- [14] 黄晓华,周青.镧对水培菜豆和玉米幼苗镧胁迫的缓解作用[J].中国稀土学报,2005,23(2):245-249.
- [15] 严重玲,洪业汤,杨先科,等.酸雨胁迫下稀土元素对小麦的生物学效应[J].中国农业科学,1998,31(3):89-91.
- [16] 肖强,茹巧美,吴飞华,等.一氧化氮对水稻叶片中由镧引起的氧化胁迫的缓解作用[J].中国稀土学报,2005(6):745-750.
- [17] 褚海燕,朱建国,谢祖彬,等.外源镧在红壤中的可给性及其对土壤pH的影响[J].稀土,2000,21(6):5-7.
- [18] 张耀民,吴丽英,王晓霞,等.酸雨对农作物的叶片伤害及生理特性的影响[J].农业环境保护,1996,15(5):197-208,227.
- [19] 颜启传,胡伟民,宋文坚.种子活力测定的原理和方法[M].北京:中国农业出版社,2006:75-82.

沼液对胡萝卜生长发育的影响研究

张亚莉¹, 王俊杰¹, 曹 北², 刘玉青², 袁 媛¹, 刘桂芹¹

(1. 廊坊职业技术学院 河北 廊坊 065000; 2. 廊坊市农业局 河北 廊坊 065000)

摘 要: 通过田间试验研究了沼液浸种和灌施对胡萝卜生长发育的影响。结果表明: 以沼液 2 倍稀释液浸种和以 45 t/hm² 的用量灌施可显著提高胡萝卜产量, 提高其可食部分胡萝卜素、粗蛋白、VC 和可溶性糖等营养成分含量, 降低其硝酸盐含量。

关键词: 沼液; 胡萝卜; 产量; 品质

中图分类号: S 631.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)01-0029-03

胡萝卜是一种营养丰富、各种维生素和矿物质含量高的营养性蔬菜, 耐贮藏, 又适于深加工。随着生活水平的不断提高, 人们的饮食结构发生了很大的变化, 对胡萝卜需求量越来越大。沼液中含有丰富的氮磷钾基本营养元素, 而且都以速效养分的形式存在, 可利用率高, 是一种多元的速效复合肥, 可迅速被作物茎叶吸收。目前关于沼液对胡萝卜生长发育的相关研究较少。现利用不同浓度沼液对胡萝卜进行浸种处理和不同追肥

处理的裂区试验, 研究胡萝卜浸种最佳沼液浓度及沼液追施与其它追肥方案对胡萝卜产量、品质的影响以及对试验区土壤理化性状的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试作物 胡萝卜品种为“新黑田七寸参”。

1.1.2 供试土壤 试验在廊坊职业技术学院教学实训基地进行, 土壤养分状况及理化性状见表 1。

1.1.3 供试肥料 沼液取自廊坊市安次区一户用沼气池, 发酵原料为以牛粪为主要原料辅以人粪尿, 成分见表 2。所采用腐熟鸡粪, 成分见表 3。

第一作者简介: 张亚莉(1969), 女, 硕士, 副教授, 现主要从事植物营养与再生资源利用等方面研究与教学工作。E-mail: yal-zhang105@sina.com。

基金项目: 廊坊市自然科学基金资助项目(2008110101-2)。

收稿日期: 2010-10-20

Dosage Effects of LaCl₃ Alleviation on Acid Rain Stresses During *Cucurbita pepo* Seed Germination

YANG Jie, YANG Wang-hui, XU Ke, FANG Yu-ting, BIAN Cai-miao

(College of Life Sciences, Taizhou University, Linhai, Zhejiang 317000)

Abstract: Selecting *Cucurbita pepo* as the experimental material, the dosage effects of LaCl₃ alleviation on acid rain (AR) stresses during the seed germination were studied. The results showed that the AR damage will be alleviated obviously, and the germination of *C. pepo* seed will be increased when seed soaked in 8~15 mg/L LaCl₃ solution. Under the AR stress (pH 3.5), the germination indexes (germination rate, germination potential, germination index and vigor index) were all higher than untreated seeds, and returned as close to those of the control. Under the AR stress (pH 3.0), the four indexes were higher than untreated ones but can not returned to the control level. In addition, the best dosage of LaCl₃ was associated with the intensity of AR stress. It was 10 mg/L under RA stresses pH > 3.5 and 12 mg/L under RA stresses pH ≤ 3.5, respectively. Therefore, the intensity of AR stress should be considered when the optimal LaCl₃ dosage was chosen. Generally, the optimal dosage may be chosen under the AR stress pH 3.5.

Key words: LaCl₃; acid rain stress; *Cucurbita pepo*; seed germination; dosage effect