

微量元素对番茄种子萌发的影响

庄志坤, 杨重军, 于守超, 孙宪磊, 张纪明, 张秀省

(山东聊城大学 农学院, 山东 聊城 252000)

摘 要:以番茄种子做试验材料,以种子发芽势,发芽率,全株干重、G 值、发芽指数、活力指数等作为指标,考查不同浓度的 CuSO₄、MnSO₄、ZnSO₄ 等常用浸种药剂对番茄种子萌发及幼苗生长发育的影响。结果表明:在一定的浓度范围内,所有 CuSO₄ 处理对番茄种子的萌发呈抑制作用,而浓度为 0.1 g/L 和 0.5 g/L 的 MnSO₄ 与 ZnSO₄ 浸种提高了番茄种子的发芽率和发芽势;3 种试剂浸种均能促进番茄幼苗的生长发育,提高幼苗的质量;其中浓度为 0.1 g/L 的 MnSO₄ 处理浸种效果最佳,其全株干重、G 值和活力指数与对照相比增加了 76.01%、75.29%和 85.75%。既促进了种子的萌发,又促进了其幼苗的生长发育。

关键词:番茄;种子萌发;发芽率;发芽势

中图分类号:S 641.204⁺.1 文献标识码:A 文章编号:1001—0009(2008)11—0013—04

种子处理是一项简单易行且行之有效的农业增产措施,它可以达到有效地杀菌,提高种子发芽率,增加幼苗营养,促进生长发育,实现苗全、苗齐和苗壮,从而达到增加产量、提高质量的效果^[1]。试剂浸种是其中最为常用的种子处理方法,CuSO₄、MnSO₄、ZnSO₄ 等试剂在蔬菜的生产浸种过程中应用广泛,其主要目的是为了杀灭种子内外所携带的病原体,防治苗期的相关病虫害,提供种子在生长发育过程中对于其营养物质的特殊要求。然而,我国对于上述试剂浸种对蔬菜种子的萌发期间以及幼苗生长发育期间的研究还相对较少。该试验的目的旨在研究上述试剂浸种对番茄种子萌发及幼苗生长发育的影响,为其在蔬菜上更科学合理的应用提供相关的理论依据。

第一作者简介:庄志坤(1971-),女,大专,助理实验师,现从事种子生理研究工作。E-mail: zhuangzhikun@lcu.edu.cn。
通讯作者:杨重军。E-mail: chjy@lcu.edu.cn。
收稿日期:2008—06—07

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试材料 供试番茄 (*Lycopersion esculentum* Mill)品种为中蔬三号(改良型),经过精心挑选,选择其中颗粒饱满、个体较大的生活力较强的个体。种子采购于山东省聊城市汇丰种子公司。

1.1.2 主要试剂 硫酸铜 硫酸锌,硫酸锰均为国产分析纯,水为去离子水。浓度分别为 0.1、0.5、1.0、2.0 g/L。

1.1.3 主要仪器 电子分析天平(FA2104,出厂号 5143),恒温种子萌发箱,电热恒温鼓风干燥箱(上海益恒),恒温水浴锅(HH8)。

1.2 试验方法

试验于 2007 年 4 月于聊城大学农学院园艺系实验室中进行。首先进行种子材料的预处理:从大量种子中挑选出大小一致、颗粒饱满、各部分结构完整且健康无病的种子,按常规方法用 0.1%的 HgCl₂ 消毒 15 min,用无菌水冲洗数次,吸干表面的水分,备用。然后将试验所涉及的玻璃仪器均用 1 mol/L 的 HCl 浸泡 24 h,然

Effect of Salicylic Acid on Lettuce Seed Germination and Seedling Growth under NaCl Stress

REN Yan-fang, HE Jun-yu
(College of Agricultural, Guizhou University, Guiyan, Guizhou 550025, China)

Abstract: In order to investigate the effects of salicylic acid (SA) on seed germination and seedling growth under NaCl stress, we took lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Taiwan xiuqiu) seeds as experiment material. The results showed that 0.1 ~ 0.5 mmol/L SA could increase the quantity, speed, quality of lettuce seed germination, as well as promote seedling growth under 150 mmol/L NaCl stress. The optimum treatment concentration of SA was 0.25 mmol/L.
Key words: Salicylic acid; Salt stress; Lettuce; Germination

后用去离子水洗净。再按照设计采用 4 个浓度梯度的 3 种试剂(见表 1)在室温(26℃)条件下对番茄种子进行浸种, 以去离子水作为对照, 浸种液体积为 30 mL, 浸种时间为 24 h。每个处理为 100 粒饱满种子, 进行 3 次重复。试剂的浓度均以溶液中的纯离子(Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mn^{2+})计算。

表 1 浸种试剂种类及其浓度

试剂种类	CuSO_4	MnSO_4	ZnSO_4	去离子水
浓度/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	0.1, 0.5, 1, 2	0.1, 0.5, 1, 2	0.1, 0.5, 1, 2	CK

在直径为 12 cm 的培养皿底铺入滤纸 2 张(预先用相应浓度的试验药剂浸湿), 然后上面均匀平铺上供试种子, 按试验设计分别加入适量的不同浓度的试验溶液, 对照中则加入适量去离子水, 注意每天加入相应的溶液来保持种子与滤纸的湿润。加盖后将培养皿置于 26℃、黑暗条件下的恒温培养箱中进行培养。

在发芽期间, 注意每天记录发芽粒数, 计算其发芽率。在第 3 天的时候计算其发芽势。第 7 天时测定幼苗的干(鲜)重(各处理选用具有代表性的幼苗 10 株)。具体方法为: 从培养皿中轻轻取出番茄幼苗, 用去离子水仔细冲洗干净后, 将水甩干, 先在电子天平上测定其鲜重, 然后置入电热恒温鼓风干燥箱内, 105℃杀青 30 min, 80℃烘干至恒重后(约 4 h)称其干重。测定干重后计算其发芽指数(GI)和活力指数(VI)。

1.3 调查标准与方法

当番茄种子芽长为 3~5 mm 时计为发芽种。发芽势(%)=3 d 内种子发芽数÷供试种子总数×100%; 发芽率(%)=7 d 内种子发芽数÷供试种子总数×100%; 发芽指数: $GI = \sum(G_t / Dt)$ (Dt : 发芽日数, G_t : 在 t 日内的发芽数); G 值=全株干重÷育苗天数; 活力指数: $VI = GI \times S$ (GI : 发芽指数, S : 幼苗鲜重)。

2 结果与分析

2.1 不同试剂浸种对番茄种子萌发的影响

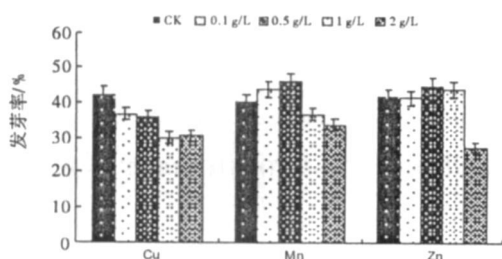


图 1 不同试剂浸种对番茄种子萌发势的影响

2.1.1 不同试剂浸种对番茄种子发芽势的影响 从图 1 可以看出, 不同试剂浸种对番茄种子发芽势的影响有所区别。 CuSO_4 溶液随浸种浓度的增高, 浸种效果呈现出直线下降的趋势。而 MnSO_4 、 ZnSO_4 溶液则随着试剂

浓度的变大而使种子发芽势呈现出先上升、后下降的趋势, 且均在中浓度(0.5 g/L)浸种时对于种子发芽势的促进效果最大, 高浓度时这 3 种试剂则均表现出对于番茄种子发芽势较为明显的抑制作用。整体综合起来看浓度为 0.5 g/L 的 MnSO_4 浸种对于番茄种子发芽势的促进作用最为明显, 与对照相比提高程度达到了 5.67%, 达到了显著水平。

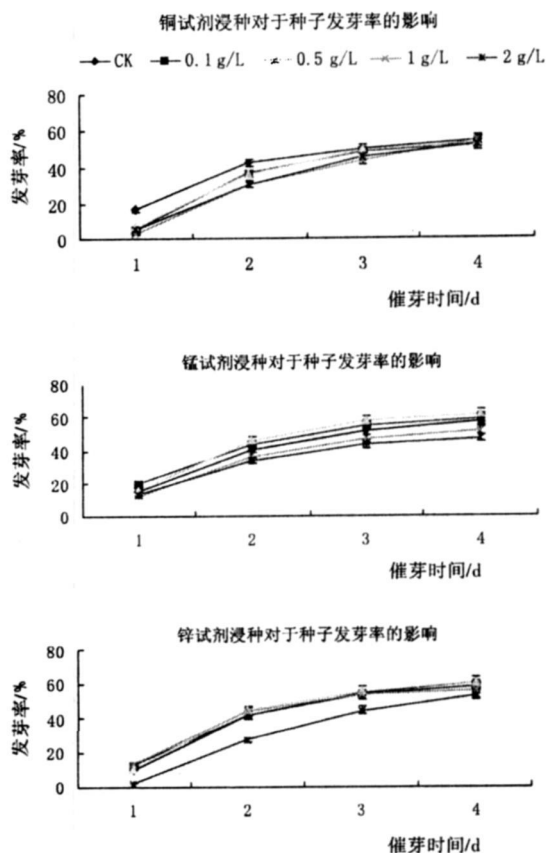


图 2 不同试剂浸种对于种子发芽率的影响

2.1.2 不同试剂浸种对番茄种子发芽率的影响 图 2 表明, 所有的 3 种试剂的处理所影响的番茄种子发芽率随催芽时间延长都有一个快速增加和缓慢增加的过程, 种子发芽率在催芽 3 d 前增加速度较快, 在催芽 3 d 后发芽率曲线变化较平缓。不同浓度的 CuSO_4 溶液浸种造成的种子发芽率的大小顺序为: $\text{CK} > 0.1 \text{ g/L} > 0.5 \text{ g/L} > 1 \text{ g/L} > 2 \text{ g/L}$, 而 MnSO_4 、 ZnSO_4 不同浓度的溶液的浸种效果与 CuSO_4 不同, 其种子发芽率的大小顺序为: $0.5 \text{ g/L} > 0.1 \text{ g/L} > \text{CK} > 1 \text{ g/L} > 2 \text{ g/L}$ 。结果说明当微量元素离子的质量浓度超过一定限度时对种子的萌发有毒害作用, 这在 CuSO_4 溶液上表现得最为明显, 在试验浓度范围内, CuSO_4 溶液所有浓度处理都对番茄种子的发芽率都有着一定的抑制的作用, 但总体来看还是随着其浓度的增高, 各个浓度的抑制作用也不断增

高。其他 2 种试剂随着浓度的增加对于种子的萌发率起着先促进后抑制的作用。可见, 适当浓度的微量元素浸种能有效加快番茄发芽速度, 缩短萌发时间, 提高发芽整齐度, 而当试剂的浓度超过作物所能承受的范围的微量元素试剂浸种则会抑制种子的发芽情况, 进而影响作物的生长发育。

2.2 不同试剂浸种对番茄幼苗生长发育的影响

不同的试剂浸种对于番茄幼苗的生长发育的影响同样也是不同的(见表 2)。对于 CuSO₄ 和 MnSO₄ 而言, 随着浸种溶液浓度的降低, 试剂对于番茄幼苗的生长发育的促进作用逐渐增强。其中作用最为明显的处理是浓度为 0.1 g/L 的 MnSO₄, 与对照相比, 其鲜重、干重分别增加了 74.59%和 76.01%, 达到了显著水平。其他 2 种试剂对于番茄幼苗的生长也有着不同程度的促进作用。结果说明在适当浓度范围内的微量元素试剂浸种对于番茄的高产和丰产有着很好的促进作用。

全面评价秧苗质量必须依靠较多项指标进行综合评价。赵庚义等的研究证明^[3], G 值与茄果类蔬菜前期产量可拟合成方程 $Y=a+bx$, Y 为前期产量, x 为 $\ln G$ 。结果表明: 与对照相比, 不同试剂浸种提高了番茄幼苗的全株干重和 G 值这 2 个重要指标。其中作用效果最为明显的处理还是 0.1 g/L 的 MnSO₄, 全株干重和 G 值与对照相比增加了 76.01%和 75.29%, 达到了显著水平 ($n=10, p<0.05$)。结果说明在试验浓度的范围内, MnSO₄ 浸种试剂的增产效果是最为明显的。此外, 对于其他试剂数据的分析表明 参加试验的 3 种溶液在适当浓度范围内对于全株干重和 G 值这 2 个重要指标都有着不同程度的提高, 说明浸种催芽对于番茄幼苗综合的生长发育有着重要的促进作用。

表 2 不同试剂浸种对于番茄幼苗生长发育的影响

试剂种类	浓度/ g · L ⁻¹	全株鲜重/ g	全株干重/ g	G 值
CuSO ₄	0.0	0.7348 b	0.0592 b	0.0085 b
	0.1	1.1462 b	0.0608 b	0.0087 b
	0.5	0.6109 b	0.0490 b	0.0070 b
	1.0	0.6045 b	0.0512 b	0.0073 b
	2.0	0.5628 b	0.0427 b	0.0061 b
MnSO ₄	0.0	0.7348 b	0.0592 b	0.0085 b
	0.1	1.2829 ab	0.1042 ab	0.0149 ab
	0.5	1.1027 ab	0.0918 ab	0.0131 ab
	1.0	0.6048 b	0.0543 b	0.0078 b
	2.0	0.5578 b	0.0357 b	0.0051 b
ZnSO ₄	0.0	0.7348 b	0.0592 b	0.0085 b
	0.1	0.5994 b	0.0499 b	0.0071 b
	0.5	0.8028 b	0.0674 b	0.0096 b
	1.0	0.7864 b	0.0655 b	0.0094 b
	2.0	0.6590 b	0.0589 b	0.0084 b

注: 数据经过方差分析后, 用 LSR 测验进行多重比较, 表中数据均为平均值 ($n=10$), 不同小写字母表示差异显著 ($p<0.05$)。

2.3 不同试剂浸种对于番茄种子发芽指数与活力指数的影响

发芽指数越大说明种子活力越强, 即发芽指数与活力呈正相关。不同试剂的浸种对于番茄种子发芽指数的影响也是不同的, 通过对数据的分析(见表 3、表 4、表 5)可以发现, CuSO₄ 溶液浸种使得种子的发芽指数从第 3 天开始超过对照组并且一直持续到发芽试验的最后, 其他 2 种试剂则是从第 1 天开始就使得种子的发芽指数超过对照组。结合对于不同试剂浸种对于种子发芽率以及发芽势的试验结果考虑, 这里铜组相对于其他 2 组相比较出现的例外可能只是出现在试验的浓度范围之内, 并且可能不排除种子质量的问题, 总的来说, 微量元素试剂浸种对于番茄种子发芽指数的促进作用是十分明显的, 这意味着经过浸种催芽后番茄种子在发芽方面的全面提高。

表 3 铜试剂对于番茄种子发芽指数的影响

处理/ g · L ⁻¹	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 5 天
0.0	8.25	8.61	2.45	1.55
0.10	2.50	10.22	3.87	1.33
0.5	3.50	9.56	4.55	1.22
1.0	1.50	9.00	4.44	3.78
2.0	2.75	8.28	5.11	2.00

表 4 锰试剂对于番茄种子发芽指数的影响

处理/ g · L ⁻¹	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 5 天
0.0	7.75	8.28	3.67	1.89
0.1	10.00	7.89	3.87	1.20
0.5	8.00	10.00	3.78	1.45
1.0	6.00	8.22	3.33	1.44
2.0	6.75	6.72	3.22	1.22

表 5 锌试剂对于番茄种子发芽指数的影响

处理/ g · L ⁻¹	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 5 天
0.0 g/L	4.75	10.72	4.22	2.11
0.1 mol/L	6.25	9.61	4.11	1.55
0.5 mol/L	5.00	11.55	3.78	1.56
1.0 mol/L	6.75	10.66	3.33	0.89
2.0 mol/L	1.00	8.44	5.67	3.00

表 6 不同浓度的试剂对于番茄种子活力指数的影响

处理 / g · L ⁻¹	铜组		锰组		锌组	
	鲜重	活力指数	鲜重	活力指数	鲜重	活力指数
CK	0.73	15.32	0.73	15.86	0.73	15.91
0.1	1.15	20.54	1.28	29.46	0.60	12.90
0.5	0.61	11.50	1.10	25.62	0.80	17.57
1.0	0.60	11.32	0.60	11.49	0.79	17.01
2.0	0.56	10.19	0.56	9.99	0.73	13.31

种子活力指数可以在一定程度上表示种子在萌发过程中的营养物质的分解和重建状态。上面的结果可以肯定, 不同试剂浸种对于番茄种子活力指数的影响必然也是不一样的, 得到的数据(见表 6)支持了这一观点。从数据可以看出, 3 种试剂与对照相比均大幅度提高了种子的活力指数, 这将在以后的生产过程中起着很好的积极作用。其中作用最为明显的处理是浓度为 0.1 g/L 的 MnSO₄ 试剂, 与对照相比, 它将活力指数提高了 85.75%, 达到了显著水平。

3 结论与讨论

试验结果表明: 浓度为 0.1 g/L 和 0.5 g/L 的 MnSO_4 与 ZnSO_4 浸种提高了番茄种子的发芽率和发芽势; 不同试剂浸种均能够促进番茄幼苗的生长发育, 提高幼苗的质量, 其促进能力的大小顺序为: $\text{MnSO}_4 > \text{ZnSO}_4 > \text{CuSO}_4$, 其中促进作用最为明显的是浓度为 0.1 g/L 的 MnSO_4 处理, 其全株干重和 G 值与对照相比分别增加了 76.01% 和 75.29%, 均达到了显著水平。此外所有 3 种试剂都不同程度地提高了番茄种子的发芽指数以及活力指数, 其中效果最为明显的是浓度为 0.1 g/L 的 MnSO_4 处理, 其活力指数与对照相比提高了 85.75%, 达到了显著水平 ($n=10, p<0.05$)。总的来看, 在试验中浓度为 0.1 g/L 的 MnSO_4 处理的浸种效果最佳, 既促进了番茄种子的萌发, 又提高了其幼苗的质量。

根据文献的记述, 根尖的细胞分裂和分生组织的细胞伸长是根生长的两个不同的机理, 这两种机理都被重金属所影响^[3]。其中过量的铜使细胞膜的强度下降, 导致 Cu^{2+} 可以渗入细胞而产生毒害作用, 进而影响细胞器的结构和功能^[4]。具体来说其毒害作用的机理是铜能够破坏植物根尖细胞有丝分裂过程中纺锤体的形成, 从而使根尖细胞无法正常分裂, 最终阻碍根的伸长^[5]。陈年来等^[6]的试验结果也表明, CuSO_4 浸种处理提高了籽瓜在低温条件下的发芽率, 明显地促进了发芽籽瓜种子胚轴和胚根的生长, 有利于培育壮苗。同时用硫酸锰浸种还提高了幼苗的呼吸速率及根活力, 有利于提高幼苗根的吸收能力。所以在逆境环境条件下, 采用硫酸锰进行种子处理, 可以培育壮苗、齐苗, 为实现番茄高产奠定了良好的基础。据刘铮等^[7]研究, 我国北方地区有大面积的缺 Mn 土壤, 碱性土壤 Mn 的供给不足多半与土壤中 Mn 的存在形态有效性较低有关, 不同形态氧化锰

被还原的程度不同。试验证明, Mn^{2+} 浸种措施能满足番茄苗期正常生长发育的需要。由此可见番茄播前用硫酸锰浸种, 是一项经济有效的增产措施。锌是 CuZn-SOD 的组分, 缺锌时作物体内的自由基不能被及时清除, 从而引起植株的活力下降, 过早衰老^[8-9]。杨居荣等研究表明^[10], Zn^{2+} 对植物的生长常通过合成生长素 IAA 的量来控制, 在一定的范围内, 植物体内的 Zn^{2+} 含量与生长素的含量呈正相关, 体内所具有的生长素能够促进地上部的生长, 但是却抑制了根的伸长, Zn^{2+} 浓度进一步提高, Zn^{2+} 就同时抑制了地上部和地下部的生长, 这可能就是 Zn^{2+} 的毒害机理。

参考文献

- [1] 郑铁军. 种子处理技术进展[J]. 黑龙江农业科学, 1996(2): 41-43.
- [2] 赵庚义, 车力华, 孟淑娥. 茄果类蔬菜前期产量与秧苗质量关系的研究[J]. 园艺学报, 1992(2): 157-160.
- [3] Arduini I, Godbold D L, Onnis A. Cadmium and copper change root growth and morphology of *Pinus pinca* and *Pinus pinaster* seedlings[J]. *Physiol Plant*, 1994, 92: 675-680.
- [4] Strange J, Macbaur M R. Evidence for a role for the cell membrane in copper tolerance[J]. *New phytol*, 1991, 119: 383-388.
- [5] 宋玉芳, 许华夏, 任丽萍, 等. 重金属对西红柿种子发芽与根伸长的抑制效应[J]. 中国环境科学, 2001(5): 390-394.
- [6] 陈年来. 微肥对籽瓜种子发芽和幼苗生长的影响[J]. 甘肃农业科技, 1995(5): 26-27.
- [7] 刘铮. 我国缺乏微量元素的土壤及其区域分布[J]. 土壤学报, 1982(3): 209-223.
- [8] 徐晓燕, 杨肖娥. 锌、铜对水稻幼苗生长及超氧化物歧化酶的影响[J]. 山西农业大学学报, 1997(2): 113-115.
- [9] 李延, 秦遂初, 黄毅斌. 缺锌对水稻根显微结构和膜透性的影响[J]. 福建农业大学学报, 1994(1): 78-81.
- [10] 杨居荣, 贺建群, 张国祥, 等. 作物对 Cd 的毒害的耐性机理探讨[J]. 应用生态学报, 1995(1): 87-91.

Effect of Microelement on Germination of Tomato Seed

ZHUANG Zhi-kun, YANG Chong-jun, YU Shou-chao, SUN Xian-lei, ZHANG Ji-ming, ZHANG Xiu-sheng

(College of Agronomy of Liaocheng University, Liaocheng Shandong 252000, China)

Abstract: This study took tomato seed as material, invested its seed germination vigor, germination rate, the dry weight of signal plant, G value and vigor index. The experiment was carried on to realizing the use of CuSO_4 , MnSO_4 , ZnSO_4 etc. medicine in seed presoaking and its seedling growth. Result showed that among the certain range of the concentration, all the CuSO_4 solution inhibit tomato seed germination while the germination percentage and germination vigor of tomato seed increased when the concentration of MnSO_4 and ZnSO_4 solution was at 0.1 g/L and 0.5 g/L. All of the 3 kinds of medicine can promote the seedling growth of tomato seed. Especially the concentration of Mn^{2+} solution at 0.1 g/L was the best within all of the medicine which was used in the experiment. Compared with the CK, its dry weight of signal plant, the G value and the vigor index was increase by 76.01%, 75.29% and 85.75%.

Key words: Tomato; Seed germination; Germination percentage; Germination vigor