

Cu²⁺对豌豆种子萌发及幼苗生长的影响

蒋桂芳

(重庆文理学院 生命科学与技术学院 重庆 402160)

摘 要: 采用水培法研究了不同 Cu²⁺ 浓度对豌豆种子的萌发及幼苗生理特性的影响。结果表明: 低浓度 Cu²⁺ 处理 (< 20 mg/L) 对豌豆生长有促进作用, 豌豆幼苗的根系活力及株高、鲜重有所增加, 随着 Cu²⁺ 浓度的升高, 种子萌发率下降、生长受阻, 根系活力及叶绿素含量都降低, 丙二醛含量呈上升趋势。在较高 Cu²⁺ 浓度的影响下, 豌豆幼苗的生长受到一定程度的抑制, 并随着溶液中 Cu²⁺ 浓度的增加, 抑制加重。

关键词: Cu²⁺; 豌豆; 萌发率; 幼苗生长

中图分类号: S 643.204⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)05-0049-03

随着工业、农业、交通等领域含铜污染物的大量排放, 铜已成为一种重要的环境污染物。铜是植物生长发育必需的微量元素, 对植物正常的生理代谢及生长发育、作物产量的提高、品质的改善都有着极其重要的影响^[1], 但过量的铜会对植物产生毒害作用^[2], 引起农作物减产, 导致农产品品质下降。农产品中铜含量超标, 就会影响到人类的身体健康。目前国内外对有关铜的研究较多, 但对铜与植物代谢方面的研究较少且主要选在植物的生长发育阶段, 对植物种子的萌发和幼苗生长影响的研究较少, 种子萌发和幼苗生长时期的生长状况直接影响到作物以后的生长和产量。因此, 研究种子萌发和幼苗生长受铜的影响显得尤为重要。

现以豌豆为材料, 研究不同 Cu²⁺ 浓度对豌豆种子

的萌芽及幼苗生长的影响, 为农业生产合理施用铜这种微量元素提供理论依据, 为揭示铜对植物的作用机制提供试验证据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试豌豆品种为朱砂红, 购于永川种子公司。

1.2 试验方法

种子的萌发参考 Munzuroglu^[3], 选取均匀一致的豌豆种子用蒸馏水冲洗数次, 将冲洗干净的种子整齐排列在铺有 1 层滤纸的培养皿 (d= 15 cm), 每皿 30 粒, 用无水 CuSO₄ 配制 Cu²⁺ 营养液进行培养。Cu²⁺ 浓度设 1、5、10、20、40、60、80、100、150 mg/L, 以蒸馏水培养为对照, 每组设 3 个重复, 在 25℃光照培养箱里培养。根系活力测定采用 TTC 法^[4]; 丙二醛 (MDA) 采用硫代巴比妥酸法^[4]; 过氧化物酶 (POD) 采用愈创木酚比色法^[4]; 叶绿素含量采用乙醇提取法^[4]; 蛋白含量测定采用考马斯亮蓝法^[4]。

作者简介: 蒋桂芳 (1982-), 女, 广西桂林人, 硕士, 讲师, 研究方向为植物逆境生理。E-mail: jiang3233@126.com。

收稿日期: 2009-11-18

Effect of Copper on The Average Weight of Eggplant Plant and The Accumulations of Cu by Eggplant Fruits in Brown Soil

YI Yan-li, LIU Shan-shan, ZHANG Da-geng, CHENG Xi-lei, LI Ying, ZHAO Ming-di

(Land and Environment College, Shenyang Agricultural University, Liaoning Key Laboratory of Agricultural Resource and Environment, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: Studied the effect of copper on the average weight of eggplant plant and the accumulations of Cu by eggplant fruits in Brown soil. The results showed that the whole volume of low concentration of copper (< 80 mg/kg) had a significant increase in eggplant yield, high concentration (> 100 mg/kg) were caused weight cut, addition to residue outside the forms of copper and all other forms of copper on the average weight of eggplant plant was similar to the laws of. At the same time the amount of eggplant in vivo accumulation of copper and copper content in soil was correlated

Key words: copper; eggplant; soil pollution

2 结果与分析

2.1 Cu²⁺对豌豆种子萌发的影响

由表 1 可知, 低浓度(< 80 mg/L)的 Cu²⁺对豌豆种子萌发率的影响不大, 而高浓度(> 80 mg/L)的 Cu²⁺对种子萌发有显著抑制作用。可能是 Cu²⁺的富集作用对种子的萌发、代谢产生了一定的抑制作用, 同时对种子的组织结构具有破坏作用, 并影响种子细胞的渗透压, 从而影响豌豆种子的发芽率。

表 1 Cu²⁺对豌豆种子萌发率及幼苗生长物理性指标的影响

Cu ²⁺ 浓度 /mg · L ⁻¹	萌芽率/ %	根长/ cm	苗高/ cm	鲜重/ g
0	99.80aA±0.20	11.11a±0.34	3.91dD±0.06	0.85bA±0.04
1	98.77aA±0.59	10.35a±0.31	4.00cC±0.08	0.87aA±0.02
5	98.40aA±0.36	9.29aA±0.22	4.08cC±0.06	0.91aA±0.02
10	97.17aA±0.45	8.89aA±0.40	4.57aA±0.07	0.86bA±0.01
20	97.03aA±0.21	8.28aB±0.25	4.26bAB±0.08	0.82bA±0.02
40	96.93aB±0.31	7.02b±0.11	4.21bA±0.05	0.80cA±0.02
60	96.37aB±0.52	4.36bA±0.22	4.19bA±0.02	0.75dA±0.03
80	93.30bA±0.40	3.84bB±0.25	3.82dD±0.06	0.75dA±0.03
100	93.03bA±0.42	1.30c±0.16	3.04eE±0.05	0.72dA±0.02
150	91.40bA±0.91	0.94cA±0.15	2.64fF±0.08	0.71dAB±0.03

注: 采用邓肯氏多重比较, 大写字母表示 P<0.01 水平; 小写字母表示 P<0.05 水平; 同一列中不同字母代表差异显著。

2.2 Cu²⁺对豌豆幼苗生长的影响

2.2.1 Cu²⁺对豌豆幼苗根长、苗高、鲜重的影响 表 1 数据显示, 适宜浓度的 Cu²⁺ (1~10 mg/L)对豌豆幼苗根的生长有促进作用且此浓度范围处理的豌豆幼苗根系发达, 当 Cu²⁺> 40 mg/L 时, 根的生长受到较强抑制; 当 Cu²⁺< 100 mg/L 时, 根的生长只停留在瘤状物的阶段, 呈焦黄或黑色且根毛变少。这可能是由于 Cu²⁺能够破坏植物根尖细胞有丝分裂过程中纺锤体的形成, 从而使得根尖细胞无法正常分裂, 最终阻碍根的伸长。在表 1 中, 各 Cu²⁺处理都低于对照组, Cu²⁺的质量浓度与根长呈显著负相关。该结果与朱云集^[9]对小麦的研究结果完全一致, 从表 1 可以看出, Cu²⁺对豌豆幼苗根的影响大于萌发率、生物量的影响, 是 Cu²⁺对豌豆的主要毒害。

2.2.2 Cu²⁺对豌豆幼苗生长期间根系活力的影响 根是幼苗吸收营养元素的器官, 也是直接与污染物质接触的部位。Cu²⁺毒害首先作用于根部细胞。图 1 表明, 经低浓度 Cu²⁺ (≤10 mg/L)处理的豌豆种子其根系的活力较强, 但随着 Cu²⁺浓度的增加, 过量的 Cu²⁺积累于根部导致对根的伤害, 使细胞膜的强度下降, 影响细胞器的结构和功能, 进而导致对根的伤害, 使得根的活性降低, 从而影响了整个植株的生长^[6]。表明 Cu²⁺毒害对作物的影响主要与根系有关, 是 Cu²⁺对豌豆毒害的主要表现。

2.2.3 Cu²⁺对豌豆幼苗生长期间蛋白含量的影响 正常状态下, 植物叶片可溶性蛋白质和叶绿素含量相对稳

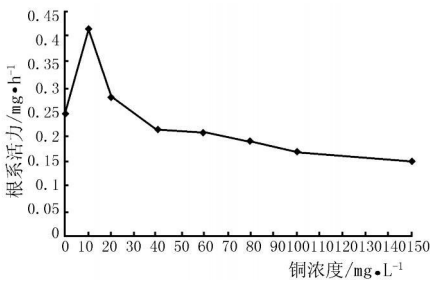


图 1 根系活力与 Cu²⁺浓度的关系

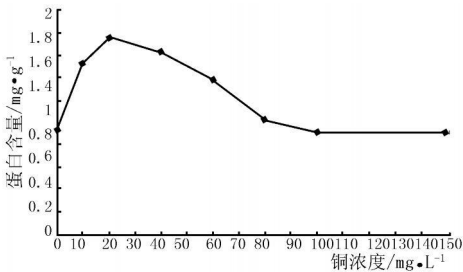


图 2 蛋白含量与 Cu²⁺浓度的关系

定, 重金属过量则导致其降低而加速植物衰老, 这由于重金属能使植物蛋白质合成受阻及叶绿素的分解所致^[2]。图 2 表明 Cu²⁺液 (≤20 mg/L)对蛋白合成有促进作用, 而当 Cu²⁺液浓度大于 20 mg/L, 其对蛋白质的合成具有抑制作用, 其在一定程度上可以反映植株受损的程度。

2.2.4 Cu²⁺对豌豆幼苗生长期间丙二醛(MDA)含量的影响 膜脂过氧化作用产生的丙二醛(MDA)含量可以作为膜损伤程度的指标, 丙二醛含量提高, 说明植物膜脂过氧化程度加剧^[4]。在图 3 中, 随着 Cu²⁺浓度的逐渐增大, 植物组织中的 MDA 含量在达到最小值后呈上升趋势。在浓度为 150 mg/L 时, 豌豆营养器官中 MDA 含量比对照组增加了 1.72 倍。

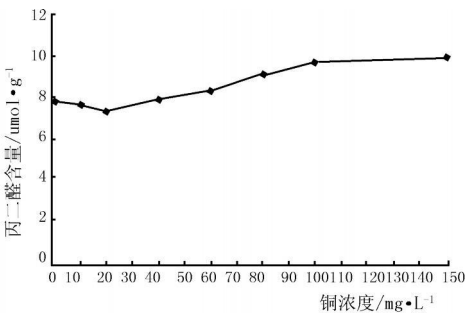


图 3 丙二醛含量与 Cu²⁺浓度的关系

2.2.5 Cu²⁺对豌豆幼苗生长期间过氧化物酶(POD)活性的影响 过氧化物酶(POD)是植物体内保护系统中的重要酶, 当植物处于逆境时, POD 能消除植物过氧化所产生的活性氧化物, 防御细胞膜过氧化, 降低植物细

胞受伤害的程度。图 4 表明, 当 Cu^{2+} 浓度低于 20 mg/L 时, POD 活性随着 Cu^{2+} 浓度的提高而提高, 当 Cu^{2+} 液浓度高于 20 mg/L 后, POD 活性随着 Cu^{2+} 液浓度的提高而降低。由此表明当重金属浓度达到一定高度后, 豌豆中的活性氧增多或清除能力减弱, 表明其抗逆性减弱。

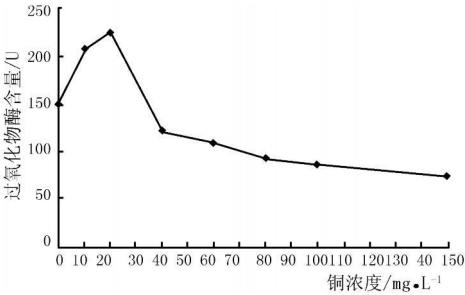


图 4 POD 活性与 Cu^{2+} 浓度的关系

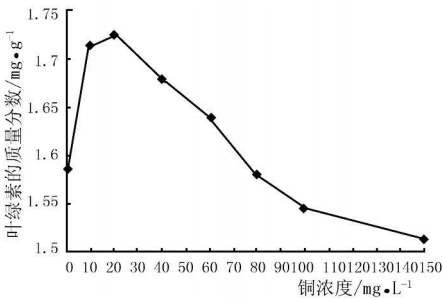


图 5 叶绿素质量分数与 Cu^{2+} 浓度的关系

2.2.6 Cu^{2+} 对豌豆幼苗生长期间叶绿素含量的影响
植物叶绿体中含有较多的 Cu^{2+} , 其与叶绿素形成有关, 同时具有提高叶绿素稳定性的能力, 避免叶绿素过早遭受破坏, 这有利于叶片更好地进行光合作用, 但过高浓度的 Cu^{2+} 会破坏细胞组织结构, 其中包括叶绿体结构, 从而影响叶绿素的合成^[7]。图 5 表明, 适宜浓度的 Cu^{2+} (≤ 20 mg/L) 有利于豌豆幼苗叶片叶绿素的生成。过高浓度的 Cu^{2+} 会抑制叶绿素的合成, 当 Cu^{2+} 浓度为

150 mg/L 时, 叶片叶绿素含量约为最大值的 1/2。在光合强度相同的情况下, 叶绿素含量与有机物的合成呈正比。豌豆的叶绿素含量与其鲜重(有机物的积累)基本吻合, 即最大值范围在 5~20 mg/L 之间。

3 结论与讨论

根据 Cu^{2+} 作用下豌豆幼苗的测定的生理指标变化曲线可知低浓度 Cu^{2+} (0~20 mg/L) 对幼苗生长有一定的促进作用, 其中 5~20 mg/L 之间是豌豆幼苗的最适生长浓度阈值。在较高 Cu^{2+} 浓度 (> 20 mg/L), 植株处于非正常生长状态, 其中豌豆幼苗体内过氧化物酶含量, 蛋白质含量及叶绿素含量较最适 Cu^{2+} 浓度阈值中的幼苗有显著变化。

Cu^{2+} 过量会使豌豆幼苗在外观上表现为生长缓慢植株矮小, 叶片变黄以至萎焉。在内在生理指标上表现为抑制根系活力, 降低叶绿素含量, 从而影响叶片光合作用使得体内蛋白质等有机物物质的合成量减少。同时对丙二醛含量的分析, 从反面证明了植株的受损害程度, 因为膜脂过氧化作用产生的丙二醛含量是膜损伤程度的指标。而对过氧化物酶的分析又表明了 Cu^{2+} 的过量直接导致豌豆幼苗抗逆性减弱。

参考文献

[1] Nagalakshmi N, Prasad M N V. Copper— induced oxidative stress in Scenedesmus bijugatus; Protective role of free radical scavengers[J]. Bull Environ Contam Toxicol, 1998, 61(5): 623-628.
[2] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2001.
[3] Chen Y X, He Y F, Luo Y M, et al. Physiological mechanism of plant roots exposed to cadmium[J]. Chemosphere, 2003, 50: 789-793.
[4] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.
[5] 朱云集, 王晨阳, 马元喜 等. Cu^{2+} 胁迫对小麦根系生长发育及生理特性的影响[J]. 麦类作物, 1997, 5(3): 49.
[6] Strange J, Madbaur M R. Evidence for a role for the cell membrane in copper tolerance[J]. New phytol, 1991, 1(5): 383-388.
[7] Chettri M K, Cook C M, Vardaka E, et al. The effect of Cu, Zn and Pb on the chlorophyll content of the lichens Cladonia convoluta and Cladonia rangiformis[J]. Environ Experiment Botany, 1998, 39(1): 452-455.

Effects of Cu^{2+} on the Germination and Seeding Growth of Pea

JIAN G Gui-fang

(College of Life Science and Technology, Chongqing University of Arts and Sciences, Chongqing 402160)

Abstract: The effect of Cu^{2+} on germination of pea and physiological characteristics of seedling was studied under different treatments of Cu^{2+} with the water culture method. The results showed that the vigor of root systems and the weight of plant were promoted with lower concentration (< 20 mg/L) of Cu^{2+} . The germination of pea, vigor of root, growth of plants and the chlorophyll were injured and decreased under the increase of Cu^{2+} concentration, however the MDA was increased. The young pea was inhibited under the high Cu^{2+} concentration, inhibition became more and more severe.

Key words: Cu^{2+} ; peas; germination; seeding growth