

镉对辣椒幼苗生长及部分生理特性的影响

郭继荣

(甘肃林业职业技术学院 园林工程系, 甘肃 天水 741020)

摘要:通过溶液培养和采用盆栽试验的方法研究了不同浓度镉(Cd^{2+})处理对辣椒幼苗生长及部分生理特性的影响。结果表明:含 Cd 营养液培养辣椒幼苗,植株矮小,株高增长受抑制,苗鲜重减少。低浓度 Cd^{2+} ($50 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)促进了植株生长而高浓度 Cd^{2+} ($100 \sim 400 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)则抑制植株生长和根系长度。低浓度 Cd^{2+} ($50 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)使叶片叶绿素含量增加,高浓度 Cd^{2+} ($100 \sim 400 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)使其降低。 Cd^{2+} 毒害使辣椒幼苗叶片膜脂过氧化产物 MDA 含量增加, SOD、CAT 活性下降, POD 呈现为先上升后下降的规律。

关键词:镉;辣椒;叶绿素含量;保护酶

随着工业的逐渐发展,重金属镉开始成为重要的环境污染物之一,其毒害作用对植物越来越明显, Cd 不仅易累积于可食部位,而且会使农产品质量下降。Cd 会抑制植物根系的正常生长,同时还会降低植物的光合作用;使叶绿素含量明显下降,也会干扰碳代谢、植株水分状况及养分的吸收^[1],并且会通过食物链危及人体健康。辣椒是人们日常生活中普遍食用的蔬菜,通过 Cd 对辣椒幼苗的生长效应的影响及辣椒对重金属的适应和忍耐能力进行研究,探讨 Cd 污染对辣椒生长发育的危害及其机理。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

以加有机肥的靛土为土壤,进行温箱种植,供试植物为市场中买到的辣椒幼苗(品种为宁椒 19 号)。

1.2 实验设计

选取生长发育均等的辣椒幼苗移植于盛有有机肥土壤的塑料盆($13 \text{ cm} \times 13 \text{ cm}$)中,每盆植 3~4 株,培养 2 周后,用含 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (分子量 309)的营养液继续培养,营养液的基本组成为($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$): $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 82.07、 KH_2PO_4 27.22、 MgSO_4 61.62、 KCl 37.68、 $\text{Fe}-\text{EDTA}$ 5.57, pH 调至 5.5。 Cd^{2+} 的浓度为 0(对照)、50、100、200、300、 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (以 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 形态加入)。在温箱中培养四周,每隔 1 d 加一次重金属营养溶液,培养后期出现症状后停止加入重金属营养溶液而改加入营养液,测定生物量和生理指标。

1.3 测定方法

1.3.1 生物量 将土培辣椒苗连根小心取出,除去根部土壤,并用自来水冲洗干净,滤纸吸干根部水分,称取整株鲜重,将根剪下测量根重。

1.3.2 叶片叶绿素含量的测定 取处理 30 d 以上的辣椒植株功能叶片 0.5 g,以 φ (丙酮)=0.8 研磨后,按文献^[7]方法进行测定。

1.3.3 保护酶(SOD、POD、CAT)的测定 取处理 30 d 以上的辣椒幼苗叶片,参考文献^[2]采用 Giannoplitis 和 Rises 法测定 SOD 活性,愈伤木酚法测定 POD 活性,过氧化氢法测定 CAT 活性。

2 结果与分析

2.1 镉对辣椒幼苗外观的影响

辣椒植株经 Cd^{2+} 处理后一个月后,老叶出现严重黄化,叶片开始脱落,幼叶出现失绿萎蔫蜷缩的现象。镉对辣椒幼苗的影响从外观来看: Cd^{2+} $50 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理会促进辣椒幼苗生长。其他处理都抑制了辣椒幼苗的生长,其中 Cd^{2+} $400 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理的现象尤为严重,叶片只剩下几片新叶而已。

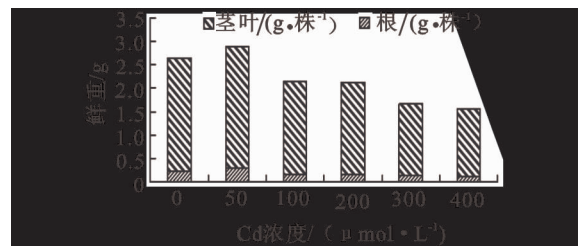


图 1 镉对辣椒幼苗鲜重(茎叶、根)的影响

收稿日期:2017-04-19 修回日期:2017-08-10

作者简介:郭继荣(1981-),女,甘肃天水人,从事植物生理园林植物等方面研究。

2.2 镉对辣椒幼苗生长的影响

由图 1 可知,用低浓度 Cd^{2+} ($50\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 的营养液处理辣椒幼苗的鲜重有所增加,表明 Cd^{2+} ($50\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 处理对辣椒幼苗的生长有一定的促进作用,从 $100\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 开始 Cd^{2+} 的毒害现象慢慢显现, Cd^{2+} ($100\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 处理时辣椒植株的茎叶鲜重和根鲜重分别比对照下降了 17.1% 和 35.8%,相对来说毒害并不是很明显。在 Cd^{2+} 处理为 $300\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $400\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,重金属对辣椒幼苗的毒害现象最为明显,除了叶片大量脱落及叶片卷缩严重外,辣椒幼苗的鲜重分别比对照下降了 36.5% 和 40.2%;根重分别比对照降低了 42.4% 和 48.6%。可以看出 Cd^{2+} 对辣椒幼苗的毒害也是由根部最先开始以及最为严重。说明重金属 Cd 离子在植物根系中的积累比茎、叶中的积累要多。

图 2 镉对辣椒幼苗叶片叶绿素含量的影响

2.3 镉对辣椒幼苗叶片叶绿素含量的影响

图 2 表明辣椒幼苗在低浓度 Cd^{2+} ($50\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 营养液下培养,叶绿素含量略有增加,而 $100\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Cd^{2+} 使其降低, $50\sim 100\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Cd^{2+} 处理,叶绿素含量分别为对照的 112.4% 和 95.9%。由整体数据来看,叶绿素的含量在 Cd 处理的过程中呈现先升后降的趋势,说明 Cd^{2+} ($50\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 对辣椒幼苗的叶绿素合成有促进作用。

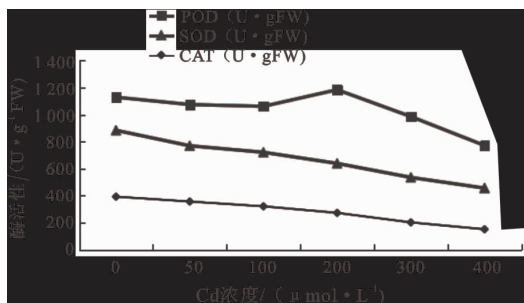


图 3 镉对辣椒幼苗叶片 SOD、POD 和 CAT 活性的影响

2.4 镉对辣椒幼苗过氧化物酶活性的影响

从图 3 可以看出,POD 随 Cd 处理浓度增加先增后降,Cd 浓度为 $200\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时达到峰值,

比对照增加了 222.5%,而 SOD 和 CAT 的活性随 Cd 浓度的增加而呈下降趋势,说明镉处理抑制了 SOD 和 CAT 的活性,有可能是镉干扰了辣椒幼苗的分子结构或改变了其空间结构亦或其产生的活性氧自由基超过了它们的清除能力。

3 讨论

镉是目前已知对人类及动植物危害比较严重的重金属之一。镉会通过食物链进入而引起人畜慢性中毒,土壤镉污染开始对农业生产和人身健康造成威胁。Cd 胁迫使辣椒正常生长发育受到阻碍。实验中,Cd 处理浓度为 $400\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,鲜重显著低于对照,且根部比茎叶明显。说明植物对重金属的吸收和积累与植物的部位有很大关系。重金属在植物体内积累的部位依次是根>叶、茎>果实,这说明重金属在植物体内的运转受到一定程度的控制^[3]。重金属对植物的毒害机理之一是干扰植物对养分的吸收,破坏植物体内的养分平衡^[3]。过量的 Cd 可使营养元素形成不溶性沉淀,从而减少和抑制植株对营养元素的吸收和运输。

叶绿素是作物进行光合作用的场所,它的含量高低决定了作物光合作用强弱,叶绿素会在不良条件下降解,而直接影响光合作用的效率,植物生长明显减慢^[4]。在本次试验中,叶绿素呈现出了先升后降的趋势,与很多试验发现低浓度 Cd^{2+} 对植物叶绿素 a,b 和叶绿素 a+b 合成有促进作用,而高浓度 Cd^{2+} 对它们合成有抑制作用的结果基本一致。说明低浓度 Cd 对叶绿体的功能不会造成伤害,并且可能会促进作物的光合效率;高浓度作用下,Cd 可能会进入植物体内,使叶绿体中光合作用的酶活性改变,加速叶绿素的分解,使其含量开始下降;由于 Cd 在植物体内不同部位积累过多,会与叶绿体分子中的 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 和 Mg^{2+} 等金属离子之间发生交换,致使叶绿素蛋白质中心离子组成发生变化而失活^[5]。

植物长期处于不良环境中时,体内正常代谢会发生改变,活性氧累积如果过多,代谢平衡被破坏,可能会导致膜脂过氧化作用而使膜的完整性受到破坏,植物体内的保护酶系统是为了平衡活性氧和自由基的产生与清除,从而维持植物自身生理系统的协调运作。重金属 Cd 会诱导植物产生自由基,从而引起过氧化损伤。孔祥生等^[6]研究表明,随着 Cd 浓度的增加和毒害时间的延长,玉米叶片 MDA 含量上升,SOD 和 CAT 活性下降,POD 活性增加,与笔者试验得到的结果基本一致。