

烟草对镉的吸收及镉在亚细胞中的分布

宋晓慧,陆引罡,何丹,冉舞

(贵州大学农学院,贵州贵阳 550025)

摘要:以烟草品种南江三号为材料,研究烟草对 Cd 的吸收、积累以及 Cd 在植物亚细胞中的分布情况。结果表明,烟草叶部对镉的吸收呈现先升高后下降再升高的趋势;镉在烟草叶部亚细胞组分中的含量大小为胞液 > 细胞壁 > 线粒体 > 叶绿体,在烟草根部亚细胞组分中的含量大小为细胞壁 > 胞液 > 线粒体 > 叶绿体;高镉浓度下,烟草受到镉的毒害很严重。

关键词:烟草;镉;吸收亚细胞;分布

中图分类号: S154.4;S572.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)05-0116-02

我国农田土壤重金属污染日益严重,极大地影响作物生长、产量、品质,严重限制了农业可持续发展,威胁人类健康^[1-4]。Cd 是生物毒性最强的重金属元素之一,迁移性很强,且极易被植物吸收并积累^[5-6]。我国 Cd 污染土地面积约 113 万 hm²,区域性土壤镉污染严重,直接导致农作物减产^[7]。土壤中的 Cd 被植物吸收后可产生一系列毒害作用,如影响植物的生长发育及生理生化过程,导致植物生长迟缓、褪绿、矮化、产量下降,严重时甚至导致植物死亡等^[8-9]。有学者认为,大部分的镉累积在植物的细胞壁中,也有学者认为,镉主要分布在植物的细胞质中^[10]。本研究探讨 Cd 胁迫下,烟草对 Cd 的吸收、积累以及 Cd 在植物亚细胞中的分布情况,并提出降低烟草体内镉含量的营养调控方法,旨在为促进烟叶生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试烟草品种为南江三号,由贵州省贵阳市开阳县烟叶站提供。盆栽所用肥料为烟草复合专用肥料,未检测出 Cd。盆栽土壤选自贵州大学农场试验地耕层土壤(表层 0~20 cm),将土壤过 1 cm 筛备用。

1.2 试验设计

盆栽试验在贵州大学盆栽场进行。以硫酸镉的形式向土壤中加入 Cd,分别设 0(原始土壤为对照)、1、3、5 mg/kg 4 个 Cd 浓度处理,每处理重复 12 次。采用塑料大桶(桶底内径 30 cm × 高 43 cm),每盆装土 15 kg;把不同浓度的硫酸镉配制成一定浓度的溶液,均匀喷施在过 1 cm 筛的土中,用塑料薄膜封闭桶;平衡 1 个月 after 装盆,每盆施入 100 g 烟草复合专用肥,充分混匀,将塑料桶编号并随机排列,置于透明塑料大桶中,烟草整个生育期适时浇水。

1.3 样品分析

收稿日期:2013-09-13

作者简介:宋晓慧(1988—),女,河南林州人,硕士研究生,主要从事植物营养生理与遗传研究。E-mail:595791135@qq.com。

通信作者:陆引罡,教授,主要从事植物营养生理与遗传研究。E-mail:agr.yglu@gzu.edu.cn。

1.3.1 植株中 Cd 含量测定 采用湿式消解法,称取新鲜样品 1.00 g 于三角瓶或高脚烧杯中,放数粒玻璃珠,加 10 mL 混合酸(或再加 1~2 mL 硝酸),加盖浸泡过夜;加小漏斗于电炉上消解,若溶液变成棕黑色,再加混合酸,直至冒白烟,消化液呈无色透明或略带黄色;冷却后用滴管将消化液洗入或过滤入 25 mL 容量瓶中,用少量水多次洗涤三角瓶或高脚烧杯,将洗液合并于容量瓶中并定容至刻度,混匀备用,同时作空白试剂。

1.3.2 亚细胞的提取测定 称取烟草鲜样 1.000 0 g,在缓冲液[0.25 mol/L 蔗糖溶液,50 mmol/L Tris-HCl(pH 值为 7.5),1 mmol/L β-巯基乙醇]中研磨成匀浆,料液比为 1 g:10 mL,4 °C 研磨,将匀浆物用 80 mm 尼龙布过滤,得到细胞壁残渣,用去离子水将残渣冲至小烧杯中,此部分为含细胞壁的残渣。将过滤液过滤至 50 mL 离心管中,3 000 r/min 离心 5 min,将上清液移至另一离心管中,沉淀部分为叶绿体;继续 10 000 r/min 离心 15 min,沉淀部分为线粒体,上清液为胞液。全部过程均在 4 °C 下进行。分别消煮上清液、离心后的沉淀、过滤残渣,利用原子吸收光谱仪测定 Cd 含量。所有测定重复 4 次。

1.4 数据处理

用 Excel、SPSS17.0 软件处理数据。

2 结果与分析

2.1 Cd 在烟草叶亚细胞中的含量

由图 1 可知,烟草叶中 Cd 含量呈现先升高后下降再升高的变化趋势,团棵期、现蕾期烟草叶中 Cd 含量比较低,现蕾期含量最低。由图 2 可知,对照烟草中 Cd 主要分布在胞液中。不同 Cd 浓度处理下 Cd 在细胞壁中的比例为 29%~34%。线粒体中 Cd 含量随着 Cd 浓度的升高而上升,比例为 2.7%~6.7%。Cd 在叶绿体内的含量随着 Cd 浓度的升高而下降,比例为 2%~4%。Cd 在胞液中的含量随着 Cd 浓度的升高逐渐下降,比例为 58%~65%。

2.2 Cd 在烟草根亚细胞中的含量

由图 3 可知,烟草成熟期根部 Cd 含量最高,现蕾期含量最低。由图 4 可知,对照烟草中 Cd 主要分布在细胞壁、胞液中。不同 Cd 浓度处理下 Cd 在细胞壁中的比例为 37%~

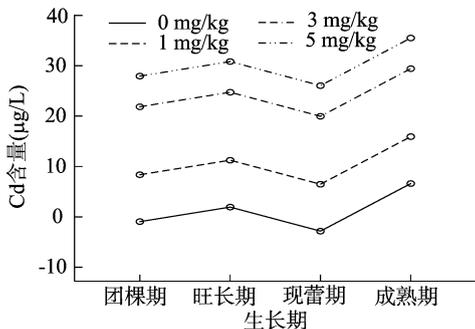


图1 烟草叶部各时期Cd浓度分布

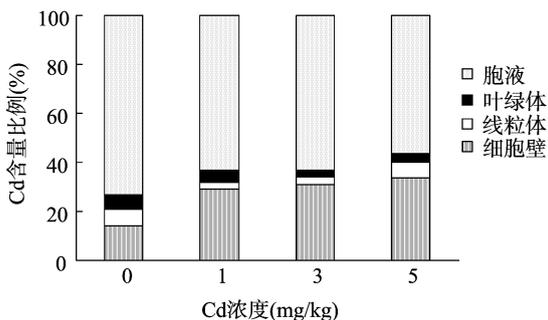


图2 烟草叶部亚细胞中 Cd 含量比例

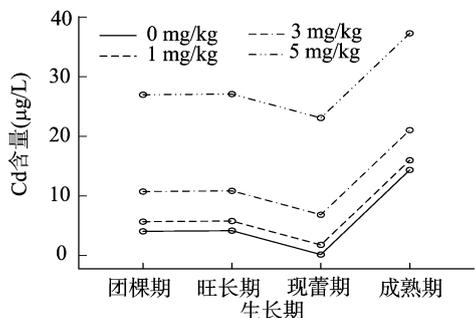


图3 烟草根部各时期Cd浓度

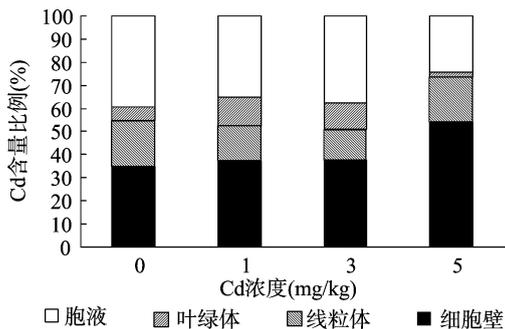


图4 烟草根部亚细胞中 Cd 含量比例

58%。线粒体中的 Cd 含量随着 Cd 浓度的升高呈先下降后上升趋势,比例为 15%~19%。叶绿体中的 Cd 含量随着 Cd 浓度的升高呈快速下降趋势,分布比例为 2%~12%。胞液中的 Cd 含量随着 Cd 浓度的升高呈逐渐下降趋势,分布比例为 24%~35%。

3 结论与讨论

本研究结果表明,随着 Cd 浓度升高,烟草生长的 4 个时期中烟草叶部亚细胞各组分(细胞壁、线粒体、叶绿体、胞液)中的镉含量整体都呈现先上升后下降再上升的趋势。不同 Cd 浓度处理下 Cd 在烟草叶片亚细胞中主要分布在胞液中。Cd 在胞液中的比例随着 Cd 浓度的升高逐渐升高,叶绿体中 Cd 的比例较低,细胞壁、线粒体中 Cd 的比例较为居中。杨居荣等研究发现,随着 Cd 浓度结果,植物根系细胞壁中 Cd 含量逐渐升高^[9]。高 Cd 浓度下,叶绿体中 Cd 含量下降可能是由于细胞壁发挥作用,把 Cd 积累在细胞壁中。高 Cd 浓度下,线粒体中 Cd 含量有升高的趋势。高 Cd 浓度下,根系胞液中 Cd 含量下降,这可能是由于重金属被固定在细胞壁上,不能进入细胞质。本研究结果表明,烟草叶片中 Cd 含量仅为根系中的 1/3 左右。烟草根系中线粒体的 Cd 含量比叶片线粒体中含量高,这可能是由于根系抑制了 Cd 向上运输。吸烟对人体的危害主要来自于烟叶燃烧产生的烟气中所含有的有害物质。在烟气组分中,被认为对人体健康最有害的是焦油、烟碱、一氧化碳、醛类等物质^[11]。随着人们生活水平的提高及环保意识的增强,广大烟草消费者对烟草制品安全性要求日益提高,如何提高烟草安全性是广大烟草科技工作者面临的又一重大课题。

参考文献:

- [1] 丁竹红,尹大强,胡 忻,等. 矿区附近农田土壤中重金属和矿物质元素浸提研究[J]. 农业环境科学学报,2008,27(5):1774-1778.
- [2] 张清海,陆 洋,林绍霞,等. 贵州省典型名优茶产区土壤重金属污染及在茶叶中的富集[J]. 江苏农业科学,2012,40(8):292-294.
- [3] McLaughlin M J, Parker D R, Clarke J M. Metals and micronutrients - food safety issues[J]. Field Crops Research,1999,60(1/2):143-163.
- [4] 袁启凤,李文云,张 银,等. 贵州都柳江流域柑橘园土壤、柑橘中重金属的分布特征[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):359-361.
- [5] 刘海军,陈源泉,隋 鹏,等. 马唐与玉米间作对镉的富集效果研究初探[J]. 中国农学通报,2009,25(15):206-210.
- [6] 茹淑华,苏德纯,王激清. 土壤镉污染特征及污染土壤的植物修复技术机理[J]. 中国生态农业学报,2006,14(4):29-33.
- [7] Zu Y Q, Li Y, Chen J J, et al. Hyperaccumulation of Pb, Zn and Cd in herbaceous grown on lead-zinc mining area in Yunnan, China[J]. Environment International,2005,31(5):755-762.
- [8] 杨居荣,黄 翌. 植物对重金属的耐性机理[J]. 生态学杂志,1994,13(6):20-26.
- [9] 杨居荣,贺建群,张国祥,等. 农作物对 Cd 毒害的耐性机理探讨[J]. 应用生态学报,1995,6(1):87-91.
- [10] Tester M. Tansley Review No. 21 Plant ion channels: whole cell and single channel studies[J]. New Phytologist,1990,114(3):305-340.
- [11] 刘宝法,高汉杰. 烟草生产技术研究现状及提高其安全性的途径[J]. 世界农业,2003(9):47-48.