

土壤铅和镉胁迫对空心菜生长及抗氧化酶系统的影响

吴琦¹, 季辉¹, 张卫建^{1,2}

(1. 南京农业大学应用生态研究所, 南京 210095; 2. 中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081)

摘要:研究了不同浓度水平的土壤铅(Pb)和镉(Cd)胁迫对空心菜生长及抗氧化酶系统的影响。结果表明:低浓度的Pb胁迫会提高空心菜的生物量,但高浓度胁迫下空心菜的生长受到抑制,在900 mg/kg Pb处理下空心菜生物量仅为对照的32.4%。土壤Cd胁迫下,空心菜的生长受到一定程度的抑制,在7 mg/kg Cd处理下植株生物量为对照的83.6%。空心菜叶片中丙二醛(MDA)含量随着Pb和Cd浓度的增加而增加,在最高浓度Pb和Cd胁迫下,MDA含量分别比对照提高了12.9%和29.5%,说明Cd对空心菜生长的胁迫作用大于Pb。空心菜叶片中超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性均随Pb浓度的增加先上升后下降,说明在低浓度下三种抗氧化酶有较好的协同效应,空心菜表现出较强的自我调节能力。Cd胁迫下,随着处理浓度的增加,空心菜叶片中SOD和CAT的活性也是先上升后下降,而POD的活性变化不明显。

关键词:空心菜;土壤重金属;Pb;Cd;生物量;抗氧化酶

doi:10.3969/j.issn.1008-0864.2010.02.22

中图分类号:Q945.78,S631.1 文献标识码:A 文章编号:1008-0864(2010)02-0122-06

Effects of Soil Pb and Cd Stresses on the Growth and Antioxidative Enzyme System of Swamp Cabbage (*Ipomoea Aquatica* Forsk.)

WU Qi¹, JI Hui¹, ZHANG Wei-jian^{1,2}

(1. Institute of Applied Ecology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095;

2. Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The effects of single plumbum (Pb) and cadmium (Cd) stresses on the growth, lipid peroxidation and antioxidant enzyme system of swamp cabbage (*Ipomoea aquatica* Forsk.) were investigated by pot experiment. The results showed that low Pb concentrations stress could slightly increase the biomass of swamp cabbage, whereas its growth would be significantly inhibited under high concentrations. The biomass in 900 mg/kg Pb treatment was only 32.4% of that in the control. Its growth was also inhibited under Cd stress. The biomass in 7 mg/kg Cd treatment was 83.6% of that in the control. The leaf content of malondialdehyde (MDA) increased with increasing Pb and Cd concentrations. The MDA contents under the highest concentrations of Pb and Cd increased by 12.9% and 29.5%, respectively compared to the control, indicating that swamp cabbage was more resistant to Pb than Cd. The activities of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD), and catalase (CAT) in its leaves increased initially and then declined with the increasing of Pb concentration. The results indicated that the three anti-oxidative enzymes had remarkably synergistic effects under low concentrations of Pb than Cd, and could increase swamp cabbage adaptation to heavy metal stresses.

Key words: swamp cabbage (*Ipomoea aquatica* Forsk.); soil heavy metal; plumbum; cadmium; biomass; anti-oxidative enzyme

铅(Pb)和镉(Cd)是环境中备受关注的有毒重金属。由于工业生产的迅猛发展以及一些富含

Pb和Cd等重金属的城市污水、污泥和化肥的广泛应用,使得菜田和蔬菜作物中的Pb和Cd污染

收稿日期:2009-12-17;修回日期:2010-01-29

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD02A15;2007BAD89B12);公益性行业(农业)科研专项(200803028)资助。

作者简介:吴琦,硕士研究生,主要从事农产品质量安全产地适宜性评价研究。E-mail:w_q_yf@163.com。通讯作者:张卫建,教授,研究方向为农田生态与耕作制度。Tel:010-62156856;E-mail:zhangweij@caas.net.cn

日趋严重^[1,2]。Pb 和 Cd 等重金属进入土壤后,不仅会降低蔬菜的产量,更为严重的是其有可能通过食物链在人体内富集,从而威胁人体健康。Pb 和 Cd 等重金属对植物的主要伤害机制之一是能够造成植物体内的过氧化胁迫,即产生大量的活性氧自由基(ROS),如过氧化自由基、羟基自由基和过氧化氢等。而 ROS 会引起植物体内代谢失调,造成生物大分子和膜脂的过氧化^[3]。但与此同时,植物在进化过程中也形成了各种清除和降低 ROS 的保护机制。其中之一即是启动植物体内的抗氧化酶系统,如超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)^[4]。SOD 可以将过氧化自由基分解(歧化)为 H₂O₂ 和 O₂; CAT 则能催化 H₂O₂ 产生 H₂O 和 O₂; 而 POD 能够以过氧化物为底物,以植物体内的多种还原剂为电子受体清除过氧化物,从而减轻氧化胁迫对植物体造成的损害。大量研究结果表明,植物体内抗氧化酶类活性的变化趋势与重金属处理的浓度水平有关^[5~8]。邵国胜等^[9]的研究表明,总体上, SOD、CAT 和 POD 活性随 Cd 水平的提高而降低。庞欣等^[10]报道,小麦幼苗受到 Pb 胁迫后,根系及地上部 SOD 活性均显著增加。但严重玲等^[11]则认为,在 Pb 和 Cd 胁迫下,烟草体内的 ROS 增加,从而诱导 SOD 活性增强,但当 ROS 水平超过 SOD 的歧化能力极限时, SOD 活性则急剧下降,甚至低于同一生育期对照处理的水平。因此,目前关于抗氧化酶系统在植物耐受重金属胁迫方面的作用还存在不少争议。

植物细胞膜是植物细胞与外界环境进行物质交换和信息传递的界面和屏障,是细胞进行正常生理功能的基础。各种逆境对细胞的影响首先作用于细胞膜^[12]。膜脂过氧化是膜上不饱和脂肪酸中所发生的一系列活性氧反应,其产物丙二醛(MDA)含量是反映膜质过氧化作用强弱的一个重要指标。一般认为,重金属浓度越高,胁迫时间越长,对植物细胞的伤害越大^[13]。孔祥生等^[14]用不同浓度 Cd²⁺ 对玉米进行不同时间的处理,结果发现随着 Cd²⁺ 浓度的提高和处理时间的延长,细胞膜的透性增强,MDA 含量增加。任安芝等^[15]用 Pb²⁺、Cd²⁺ 对青菜(*Brassica chinensis*)的处理上也得到了类似的结论。然而,以往的研究主要关注重金属胁迫对经济作物^[16]、大田作物^[7]及观赏植物^[17]生长与生理特性的影响,而对日常生活中的重要蔬菜之一的茎叶类蔬菜研究较少。

为此,本文以空心菜为对象,研究了不同 Pb 和 Cd 浓度水平对植株生物量、SOD、CAT、POD 活性和膜脂过氧化水平的影响,旨在探讨重金属胁迫与植物体内抗氧化酶变化的关系,为进一步研究重金属对植物毒害机理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与处理

供试蔬菜品种为竹叶空心菜(*Ipomoea aquatica* Forsk.),种子购自南京市蔬菜种子公司。供试土壤为水稻土,取自江苏省无锡市的稻田耕层土壤(0~20 cm)。土壤经自然风干、剔除杂物后过 3 mm 筛,同时测定其基本理化性质及原土中重金属的含量。土壤质地为壤土,有机质含量为 30.62 g/kg,全氮 1.52 g/kg,土壤 pH 4.8,阳离子交换量 8.53 cmol/kg。原土中重金属的含量为: Pb 23.87 mg/kg, Cd 0.003 mg/kg。

盆栽试验于 2009 年在南京农业大学牌楼试验基地进行。重金属分别以 Pb(NO₃)₂ 和 CdCl₂ 的液体形式施入,各设计 5 个水平,即 Pb 浓度为 0 mg/kg 土、150 mg/kg 土、300 mg/kg 土、600 mg/kg 土和 900 mg/kg 土; Cd 浓度为 0 mg/kg 土、1 mg/kg 土、3 mg/kg 土、5 mg/kg 土和 7 mg/kg 土。将过 3 mm 筛的风干土 1.5 kg 与不同浓度的 Pb 和 Cd 溶液充分混匀,装入直径为 20 cm、高为 15 cm 的塑料盆中。每个处理重复 3 次,浇水至田间持水量的 60%,陈化一周备用。空心菜的种子在 20℃ 的水中浸泡 36 h,待露白后播种在盆土中。每盆播 3 穴,每穴 4 粒,统一栽培管理(人工控制水分、间苗并播撒农药等)。定时观察记载蔬菜各生长阶段的长势。

1.2 测定与分析项目

空心菜生长 50 d 后,各处理分别按盆测定植株干物质重。同时,取植株相同部位的叶,用蒸馏水洗净、擦干,用于分析酶活性和丙二醛含量(MDA)。具体方法为:准确称取新鲜样品 0.3 g,用磷酸缓冲液(pH 7.0)于冰浴中研磨,匀浆在 1 600 g 下离心 20 min,取上清液,即为 MDA 和几种酶的粗提液。分别测定 SOD 活性(NBT 光化还原法^[18])、POD 活性(愈创木酚法^[18])、CAT 活性(碘量滴定法^[18])和 MDA 含量(硫代巴比妥酸显色法^[19])。

1.3 数据处理及统计

采用 SPSS 11.5 软件进行数据统计分析, LSD 法进行多重比较, 于 $P < 0.05$ 水平进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 Pb 和 Cd 处理对空心菜生长的影响

从表 1 可以看出, 低浓度 Pb (≤ 300 mg/kg) 有增加空心菜生物量的趋势。但随着处理浓度的升高, 生物量显著降低, 空心菜的生长受到明显抑制。900 mg/kg Pb 处理下空心菜生物量仅为对照的 32.4%。Cd 胁迫对空心菜生长的影响与 Pb 不同, 随着浓度的升高, 空心菜生物量逐渐减少。7 mg/kg Cd 处理显著抑制了空心菜的生长 ($P < 0.05$), 植株生物量为对照的 83.6%。

表 1 Pb 和 Cd 处理对空心菜生物量的影响

Table 1 Effects of different concentrations of Pb and Cd on the biomass of swamp cabbage.

重金属种类 Heavy metal types	处理浓度 Concentration (mg/kg)	植株生物量 Plant dry biomass (g/plant)
Pb	0	1.23ab
	150	1.27ab
	300	1.47a
	600	0.99b
	900	0.40c
Cd	0	1.23a
	1	1.23a
	3	1.16ab
	5	1.09ab
	7	1.03b

注: 同一列中不同小写字母表示不同 Pb 或 Cd 浓度水平之间具有显著差异 ($P < 0.05$)。

Note: Different small letters within the same column indicate significant differences among different Pb or Cd levels at $P < 0.05$.

2.2 Pb 和 Cd 对空心菜叶片细胞膜透性的影响

从图 1 可以看出, 空心菜叶片 MDA 含量随着 Pb 和 Cd 处理浓度上升均呈增加趋势。在 Pb 浓度为 150 mg/kg, 300 mg/kg, 600 mg/kg 和 900 mg/kg 时, MDA 含量分别比对照提高了 2.2%、7.2%、9.3% 和 12.9%。Cd 处理浓度为 1 mg/kg, 3 mg/kg 和 5 mg/kg 时, 空心菜叶片 MDA 含量分别比对照提高了 0.7%、7.9% 和 7.9%。而当 Cd 处理浓度达到 7 mg/kg 时, MDA 含量有较大幅度的上升, 比对照提高了 29.5%。

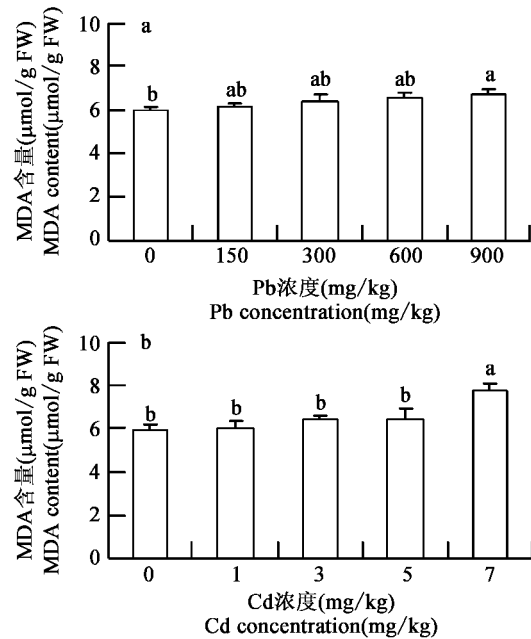


图 1 Pb(a) 和 Cd(b) 处理下叶片 MDA 含量变化

Fig. 1 Effects of Pb (a) and Cd (b) on the MDA content in leaves.

注: 图柱表示: 平均值 + 标准误差; 不同小写字母表示具有显著差异 ($P < 0.05$)。

Note: Bars represent mean + SE; different small letters indicate significant difference at $P < 0.05$.

2.3 Pb 和 Cd 对空心菜叶片抗氧化酶活性的影响

如图 2 所示, Pb 胁迫下, 空心菜叶片的 SOD 活性在处理浓度为 150 mg/kg 时最高, 比对照高 9.5%, 之后呈下降趋势; 在 900 mg/kg 时活性最低, 仅为对照的 35.9%。Cd 胁迫下, SOD 活性随 Cd 浓度的升高呈现先增加后降低的趋势。在 5 mg/kg Cd 处理时, 叶片中 SOD 活性最高, 比对照高 7.3%, 之后 SOD 活性开始减弱。由此可见, 低浓度 Pb 和 Cd 胁迫对 SOD 活性均具有促进作用, 但高浓度 Pb 和 Cd 胁迫下则表现为抑制作用。

从图 3 可以看出, POD 活性随着 Pb 处理浓度的升高呈现出先增后降的趋势, 在 150 mg/kg Pb 处理下活性最高, 比对照高 16.7%, 而后逐渐减弱, 但仍高于对照。Cd 胁迫下, 空心菜叶片 POD 活性无明显变化, 在 1 mg/kg Cd 处理时, 叶片中 POD 活性下降, 为对照的 94.3%, 之后随着处理浓度的升高, POD 活性有回升趋势, 但各处理与对照间的差异均不显著。这说明空心菜叶片 POD 酶对 Cd 胁迫反应并不敏感。

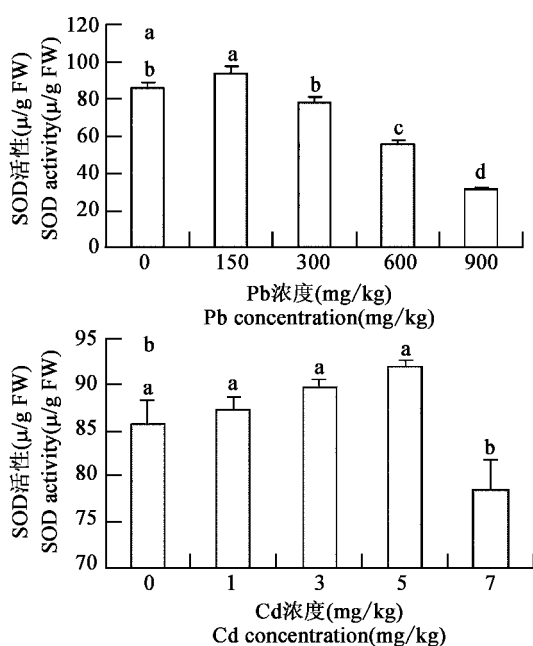


图 2 Pb(a) 和 Cd(b) 胁迫对空心菜叶片 SOD 活性的影响

Fig. 2 Effects of Pb(a) and Cd(b) on the SOD activity in leaves.

注: 图柱表示: 平均值 + 标准误; 不同小写字母表示具有显著差异 ($P < 0.05$).

Note: Bars represent mean + SE; different small letters indicate significant difference at $P < 0.05$.

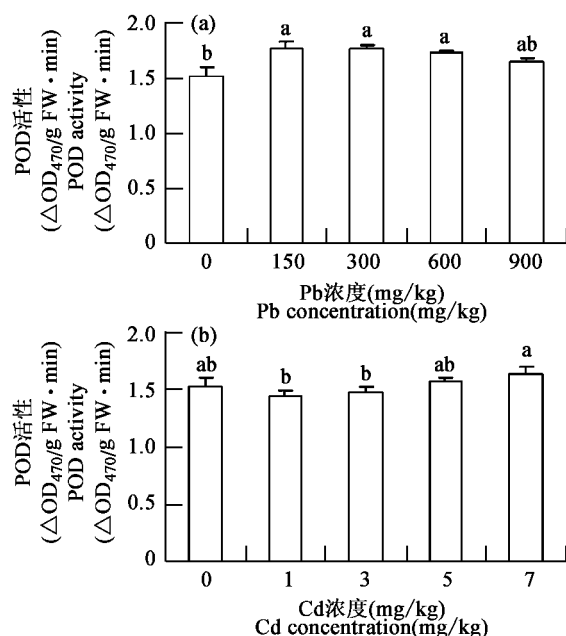


图 3 Pb(a) 和 Cd(b) 胁迫对空心菜叶片 POD 活性的影响

Fig. 3 Effects of Pb(a) and Cd(b) on the POD activity in leaves.

注: 图柱表示: 平均值 + 标准误; 不同小写字母表示具有显著差异 ($P < 0.05$).

Note: Bars represent mean + SE; different small letters indicate significant difference at $P < 0.05$.

如图 4 所示, 在 Pb 胁迫下, 空心菜 CAT 活性随 Pb 处理浓度的升高先升高后降低, 在 Pb 处理浓度达 150 mg/kg 时, CAT 活性最大, 比对照高 24.8%, 随后表现出强烈的抑制作用, 叶片 CAT 活性在处理浓度为 900 mg/kg 时只有对照的 60.2%。在 Cd 胁迫下, 空心菜叶片 CAT 活性随着处理浓度的增加和 Pb 表现同样的趋势, 即先增加后降低。在 3 mg/kg 处理时, CAT 活性最大, 比对照高 6.1%, 而后逐渐减弱。Cd 浓度为 7 mg/kg 时, CAT 活性最低, 仅为对照的 72.7%。

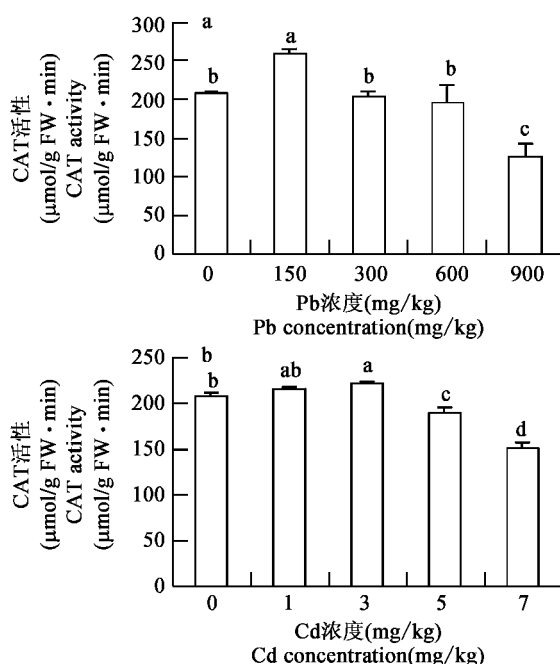


图 4 Pb(a) 和 Cd(b) 胁迫对空心菜叶片 CAT 活性的影响

Fig. 4 Effects of Pb(a) and Cd(b) on the CAT activity in leaf.

注: 图柱表示: 平均值 + 标准误; 不同小写字母表示具有显著差异 ($P < 0.05$).

Note: Bars represent mean + SE; different small letters indicate significant difference at $P < 0.05$.

3 讨论

本试验结果表明, Pb 和 Cd 胁迫抑制空心菜的生长, 且随着浓度增加, 抑制作用加强, 这与张利红等^[7]的研究结果一致。但低浓度的 Pb 胁迫会增加空心菜的生物量, 这可能与土壤 Pb 处理中使用的 $Pb(NO_3)_2$ 产生了氮肥效应(盆栽试验过程中未施入氮肥)有关。

MDA 是植物组织在逆境下遭受氧化胁迫发

生膜脂过氧化作用的最终产物,其含量的高低直接反映了植物受害情况^[20]。植物受重金属污染后,MDA 高度积累^[21]。在正常生长条件下,植物体内 ROS 的产生和清除处于平衡中,当处于各种逆境胁迫时,有利于体内 ROS 的产生,积累的 ROS 导致了膜脂过氧化,使植物生长异常。由此可以认为,在重金属毒害植物的过程中,过多的 ROS 引起的膜脂过氧化充当了重要角色。本研究结果显示,空心菜叶片内 MDA 含量随着 Pb 和 Cd 处理浓度的增加而增加,表明 Pb 和 Cd 可诱发植物体内脂质过氧化。从而说明,Pb 和 Cd 对空心菜伤害的原因之一是空心菜在逆境条件下体内 ROS 积累,加剧了膜脂过氧化,使膜的结构和功能遭受破坏,进而引起一系列生理生化代谢紊乱,导致伤害发生,甚至死亡。

植物体内的 SOD、POD 和 CAT 等抗氧化酶组成了一个有效的活性氧自由基清除系统^[22]。正常生长条件下,SOD、POD、CAT 及其他保护物质能够维持 ROS 在植物体内产生和清除的动态平衡,从而减轻 ROS 对植物细胞膜结构潜在的氧伤害,并且 SOD、POD 和 CAT 等酶活性的维持和提高也被认为是植物耐受重金属胁迫的物质基础之一^[23]。当植物受 Pb 和 Cd 污染后,SOD、POD 和 CAT 活性发生相应变化,杨居荣等^[24]用 Cd 处理小麦、玉米、黄瓜和大豆,结果显示,耐性强的小麦中 SOD、POD 和 CAT 活性升高,而耐性弱的大豆中 3 种酶的活性均降低,说明 SOD、POD 和 CAT 在植物抗重金属胁迫中起一定的作用。然而这种作用是有一定限度的,在一定的重金属浓度范围内,3 种酶活性得以维持或提高,超过这个范围,它们的活性则要下降^[17]。本试验中空心菜叶片中 SOD、CAT 的活性在低浓度的 Pb 和 Cd 处理下有所增加,这可能是低浓度重金属对植物积极的“刺激作用”,但随着 Pb 和 Cd 处理浓度的增加,活性开始下降,可能是伤害加剧,保护酶系统受到损伤,造成最终的活性降低。POD 的活性在 Pb 胁迫下呈现先上升后下降的趋势,但 Cd 胁迫对空心菜 POD 活性的影响不明显。这可能是由于不同植物对不同重金属的反应不同或者重金属处理的时间和组织不同。

上述结果表明,在一定浓度的 Pb 和 Cd 胁迫下,膜脂过氧化产物 MDA 含量的增加,引起膜损伤。同时,SOD、CAT 和 POD 作为内源活性氧清

除剂,能够在 Pb 和 Cd 胁迫下,清除体内过量的 ROS,以维持 ROS 代谢平衡,保护膜结构,从而使植物体在一定程度上减缓或抵抗逆境胁迫,但这种维持作用是有一定限度的,随着污染浓度的增加,抗氧化酶活性受到抑制,由此造成 ROS 的积累和对细胞膜的损伤,降低植物的适应性。由此可见,抗氧化酶 SOD、CAT 和 POD 活性以及 MDA 含量的变化在一定程度上反映了 Pb 和 Cd 对植物生长的抑制作用。

参 考 文 献

- [1] 张国平,深见元弘,关本根. 不同镉水平下小麦对镉及矿质养分吸收和积累的品种间差异[J]. 应用生态学报,2002,13(4):454-458.
- [2] 程旺大,姚海根,吴伟,等. 土壤-水稻体系中的重金属污染及其控制[J]. 中国农业科技导报,2005,7(4):51-54.
- [3] 葛才林,杨小勇,金阳,等. 重金属胁迫对水稻不同品种超氧化物歧化酶的影响[J]. 核农学报,2003,17(4):286-291.
- [4] 吴建慧,杨玲,孙国荣. 低温胁迫下玉米幼苗叶片活性氧的产生及保护酶活性的变化[J]. 植物研究,2004,24(10):456-459.
- [5] 陈朝明,龚惠群,王凯荣. Cd 对桑叶品质、生理生化特性的影响及其机理研究[J]. 应用生态学报,1996,7(4):417-423.
- [6] 孙光闻,朱祝军,方学智. 不同镉水平对白菜生长及抗氧化酶活性的影响[J]. 园艺学报,2004,31(3):378-380.
- [7] 张利红,李培军,李雪梅,等. 镉胁迫对小麦幼苗生长及生理特性的影响[J]. 生态学杂志,2005,24(4):458-460.
- [8] 刘素纯,萧浪涛,廖柏寒,等. Pb 胁迫对黄瓜幼苗抗氧化酶活性及同功酶的影响[J]. 应用生态学报,2006,17(2):300-304.
- [9] 邵国胜,Hassan M J,章秀福,等. 镉胁迫对不同水稻基因型植株生长和抗氧化酶系统的影响[J]. 中国水稻科学,2004,18(3):239-244.
- [10] 庞欣,王东红,彭安. 铅胁迫对小麦幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 环境科学,2001,22(5):108-111.
- [11] 严重玲,洪业汤,付舜珍,等. Cd、Pb 胁迫对烟草叶片中活性氧清除系统的影响[J]. 生态学报,1997,17(5):488-492.
- [12] 金明红,冯宗炜,张福珠. 臭氧对水稻叶片膜脂过氧化和抗氧化系统的影响[J]. 环境科学,2000,21(3):2-5.
- [13] 江行玉,赵可夫. 植物重金属伤害及其抗性机理[J]. 应用与环境生物学报,2001,7(1):92-99.
- [14] 孔祥生,郭秀璞,张妙俊. 镉胁迫对玉米幼苗生长及生理生化的影响[J]. 华中农业大学学报,1999,18(2):111-113.
- [15] 任安芝,高玉葆,刘爽. 镉、铅胁迫对青菜叶片几种生理生化指标的影响[J]. 应用环境生物学报,2000,6(2):112-116.
- [16] 严重玲,傅舜珍,杨先科. 土壤中 Pb、Hg 及其相互作用对烟草叶片抗氧化酶的影响[J]. 环境科学学报,1997,17(4):469-473.

- [17] 徐学华,黄大庄,王连芳,等. 土壤铅、镉胁迫对红瑞木生长及生理生化特性的影响[J]. 水土保持学报,2009,23(1): 213-221.
- [18] Zhang J E, Ouyang Y, Ling D J. Impacts of simulated acid rain on cation leaching from the latosol in south China [J]. Chemosphere, 2007, 67(11):2131-2137.
- [19] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京:中国农业出版社, 1992,208-211.
- [20] 于方明,仇荣亮,胡鹏杰,等. 不同 Cd 水平对小白菜叶片抗氧化酶系统的影响[J]. 农业环境科学学报,2007,26(3): 950-954.
- [21] 黄玉山,罗广华,关荣文,等. 镉诱导植物的自由基过氧化损伤[J]. 植物学报,1997,39(6):522-526.
- [22] Bowler C, Montagu M V, Inzé D. Superoxide disutase and stress tolerance[J]. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 1992,43:83-116.
- [23] 周希琴,莫灿坤. 植物重金属胁迫及其抗氧化系统[J]. 新疆教育学院学报,2003,2(19):103-108.
- [24] 杨居荣,蒋婉茹. Cd 污染对植物生理生化的影响[J]. 农业环境保护,1995,14(5):193-197.

关于召开全国首届蔬菜规模化高效育苗 技术经验交流会的预备通知

育苗是蔬菜栽培的关键环节。育苗技术的创新与应用对蔬菜丰产、优质、高效、生态、安全具有非常重要的作用。当前,我国蔬菜育苗产业正在发生着巨大的变革。蔬菜规模化高效育苗技术已成为现代农业的重要建设内容和标志。

蔬菜育苗产业的蓬勃发展,涌现出许多典型事例,为了及时总结各地蔬菜育苗的先进经验,明确最新技术成果,提高育苗产业效益,促进育苗产业进一步更好、更快发展,本着求真务实、相互学习、科学发展的宗旨,拟于2010年7月中旬在北京组织召开全国首届蔬菜规模化高效育苗技术经验交流会。

一、会议拟定时间与地点:

2010年7月中旬,北京

二、组织单位

中国农村专业技术协会设施果蔬技术专业委员会

中国园艺学会设施园艺分会

中国农业科学院蔬菜花卉研究所

三、会议议题:

1. 育苗设施:包括蔬菜育苗用连栋玻璃温室、连栋塑料覆盖温室、日光温室、塑料大棚设计思路、选择原则、性能特点、应用效果和多种类型设施高效配套应用等。

2. 育苗装备:包括蔬菜育苗用各种类型种子催芽设备、精量播种机、基质搅拌机、嫁接机、灌溉施肥设备、水处理设备、环境监测设备、环境控制设备和基质消毒设备等。

3. 育苗资材:包括蔬菜育苗专用育苗基质、

新型肥料、生物制剂、营养钵、穴盘和苗床等。

4. 育苗技术:包括蔬菜育苗相关种子处理技术、基质配比技术、容器选择技术、水肥供给技术、徒长控制技术、先期抽薹控制技术、花芽发育调节技术、嫁接育苗技术、病虫害防治技术和防灾技术等。

5. 育苗标准:包括黄瓜、西瓜、甜瓜、番茄、辣椒、茄子、甘蓝、芹菜和白菜等蔬菜育苗基质标准、成苗质量标准。

6. 技术规程:包括黄瓜、西瓜、甜瓜、番茄、辣椒、茄子、甘蓝、芹菜和白菜等蔬菜穴盘育苗技术规程。

7. 企业管理:包括育苗企业效益分析、运营模式、管理制度和主要问题等。

四、会议要求:

1、参会代表必须至少提交会议论文1篇,论文内容必须是会议议题内容,并要有具体数据,杜绝空论泛谈。

2、论文写作格式如层次、字体、字号、标点符号等严格按照《中国蔬菜》学术论文版,但不需要英文摘要。

五、联系方式

地 址:北京市海淀区中关村南大街12号
中国农业科学院蔬菜花卉研究所工
厂化种苗生产技术课题组(100081)

联系人:尚庆茂

电 话:010-82109540

邮 箱:shangqm@mail.caas.net.cn

shangqm08@yahoo.com.cn