

文章编号:1003-8701(2010)03-0012-03

铅的作物效应研究进展

慕 姝¹, 何 淼¹, 王 卓¹, 张景野², 刘淑霞^{1*}

(1. 吉林农业大学资源与环境学院, 长春 130118; 2. 吉林省扶余县三岔河镇农业站, 吉林 扶余 131200)

摘 要: 铅是作物的非必需元素, 在低质量浓度下会对作物的生长起到一定程度的促进作用, 在高质量浓度下会对作物产生毒害作用。本文从土壤中铅的存在形态, 铅对作物的促进作用及铅对作物的毒害作用几方面进行系统地分析论述。

关键词: 铅; 形态; 作物效应

中图分类号: X501

文献标识码: A

Progress in Researches on the Effect of Pb on Plants

MU Shu¹, HE Miao¹, WANG Zhuo¹, ZHANG Jing-ye², LIU Shu-xia^{1*}

(1. College of Resource and Environmental Science, Jilin Agricultural University, Changchun 130118;

2. Agricultural Station of Sanchahe Town, Fuyu County, Jilin Province, Fuyu 131200, China)

Abstract: Pb is not essential element for crops. The growth of plant was stimulated by treatment of Pb at low concentration. However, crop could be damaged by treatment of Pb at high concentration. Some aspects were analyzed and summarized systematically in this paper such as the lead's form in soil, its promotion effect and toxic effect on plants.

Keywords: Pb; Form; Effect on plant

重金属在环境中积累的初期不易被人们所觉察, 但当其毒害作用比较明显地表现出来时, 就很难被消除^[1]。铅是污染物中毒性较大的一种重金属元素, 对植物和动物都会产生很大的毒害作用, 对植物的形态生长和光合作用产生不利影响^[2]。当铅被动进入植物的根、茎或叶后, 就会积累在里面, 影响植物的生长发育。通常, 在高浓度和长时间胁迫时, 铅对植物的伤害作用显著, 而在低浓度时, 对植物的代谢过程或酶的活性具有一定的促进作用^[3-5]。Pb 是重要的环境污染物^[6], 进入土壤后会引起土壤理化性能的改变, 从而造成土壤质地的降低; 还会在一定的浓度范围内引起植物中毒, 导致植株形态、结构的变化^[7]; 并通过植株的吸收和食物链进入人体而对人类的健康产生危害^[8]。

土壤中所含的重金属可通过食物链被植物、动物数十倍的富集^[9]。

1 铅的存在形态

土壤中重金属的赋存形态决定其在土壤中的迁移性、生物可利用性以及毒性。大多数研究工作者在进行土壤中重金属形态分析时, 仍以 Tessier^[10]的划分方法应用最多, Tessier 等认为, 可用化学试剂分步提取法来研究重金属形态, 分为以下 6 种: 水溶态、可交换态、碳酸盐结合态、铁锰氧化物结合态、有机态和残渣态。由于水溶态的金属浓度常低于仪器的检出限度, 普遍将水溶态和可交换态和起来计算, 也叫水溶态和可交换态。

水溶态和可交换态的铅对土壤环境的变化最敏感也最易被作物吸收, 因而对作物的危害最大。碳酸盐结合态铅对土壤环境条件, 尤其是 pH 最敏感, 随着土壤 pH 的降低, 离子态重金属可大幅度重新释放而被作物吸收。所以, 这部分铅在不同 pH 条件下能够发生移动, 也可能造成对环境的二

收稿日期: 2009-12-28

基金项目: 吉林省教育厅“十一五”科学技术研究项目(200872)

作者简介: 慕 姝(1984-), 女, 在读硕士, 主要从事植物营养与环境生态的研究。

通讯作者: 刘淑霞, 教授, E-mail: liushuxia2005824@163.com

次污染。铁锰氧化物结合态铅属于较强的离子键结合的化学形态,所以不易释放^[11]。但土壤环境条件的改变,也可使其部分被重新释放,对农作物存在潜在的危害^[12]。有机态铅较为稳定,一般不易被作物所吸收利用。但当土壤氧化电位发生变化时,有机质会发生氧化作用而分解,导致少量该形态铅溶出,而对作物产生危害。残渣态铅的活性最小,只有通过漫长的分化过程才可能被释放,而分化过程也是以地质年代计算的,相对于生物周期来说残渣态基本上不被生物利用,因而毒性也最小^[13]。研究表明^[14-15],交换态、碳酸盐结合态、氧化锰结合态稳定性差,容易被植物吸收利用,是其有效或较为有效的形态,它们的含量与植物吸收量呈显著正相关。而有机结合态和残渣态稳定性强,不易释放到环境中。

2 铅对作物的促进作用

Patra^[16]等研究表明,铅在低质量浓度下对植物的生长具有促进作用,即低浓度铅对植物有积极的“刺激作用”,表现为激活效应。季丽英^[17]等对于铅和镉对油菜幼苗影响的研究表明:铅处理对油菜种子的萌发、苗长和根长具有低浓度下的激活效应和高浓度下的抑制效应。铅浓度小于 50 mg/L 时,对油菜的萌发率、苗长和根长均表现为促进作用。杜连采^[18]的铅处理对小麦种子萌发和幼苗的影响研究中也表明:当铅浓度为 50 mg/L 和 100 mg/L 时,发芽势显著高于对照,分别是对照的 1.18 倍和 1.11 倍。50 mg/L 铅处理组小麦胚根长是对照的 119%,显著促进了胚根的生长。洪春来^[19]等研究了重金属铅对蔬菜(小白菜、芹菜、茄子、辣椒、胡萝卜)生长的影响,结果表明:水培条件下蔬菜在重金属铅低浓度条件下表现为生物量增加。在低浓度下蔬菜均没有表现出明显的受害症状,生长正常,且在一定程度上表现出生长促进作用,刺激蔬菜地上部分的生长,小白菜和芹菜的生物量增产作用尤为明显。张晓雯^[20]等对铅处理下绿豆种子萌发和幼苗的生长进行了研究,结果表明:当铅浓度为 6 mg/L 时,绿豆种子的发芽率高于对照,说明低浓度铅处理对绿豆发芽有促进作用。当铅处理浓度低于 10 mg/L 时,绿豆种子的发芽指数和活力指数均高于对照。曾路生^[21]等关于外源铅对水稻土微生物量、微生物活性及水稻生长的影响研究也指出:当低水平的铅处理时,促进水稻生长。其原因是低浓度铅激活了土壤微生物的活动,加速了土壤养分的循环与转化,提高叶绿素

的合成,进而促进了水稻的生长。

3 铅对作物的毒害作用

铅是植物非必需元素,但植物可通过根系或叶片等器官吸收外源铅。铅能通过拮抗作用导致植物体内元素失调,造成营养胁迫,间接地影响植物的生长发育^[22],还有发现表明进入叶片的铅能破坏叶肉中叶绿素结构,引起叶绿素含量下降,并且竞争性地取代某些酶活性中心的金属元素影响酶的正常活性,从而引起植物光合作用、呼吸作用、氮素代谢、核酸代谢等一系列生理生化过程的紊乱^[23]。

3.1 铅对植株生长发育的影响

铅对植株的影响主要表现在叶片表面的黄化、枯萎和植株生长矮小。造成这种现象的原因是铅胁迫引起叶片中叶绿素、DNA、蛋白质及酸性与碱性磷酸酶比例的减少,蛋白酶及核糖核酸酶活性的降低^[24]。康吉利^[25]等关于铅胁迫对小麦种子萌发及幼苗生长的影响研究,得出高浓度的铅可抑制小麦的根数、根长和幼苗生长。曹莹^[26]等对于铅胁迫对花生生长与铅积累特性的研究也表明,铅胁迫下的花生主茎高、分枝数及干物重都受到抑制。邵代兴^[27]对于不同铅浓度处理对白菜生长发育进行研究,结果得出土壤铅污染会阻碍白菜的生长发育,抑制生长,减少生物量,铅污染越严重对白菜的毒害就越大。

3.2 铅对植株光合作用的影响

过量的铅进入植物体内,破坏生物膜的结构,导致叶绿体、线粒体及细胞核等重要器官损伤,影响光合作用^[28]。Kupper^[29]等认为可能是由于 Pb^{2+} 取代了叶绿素分子中的 Mg^{2+} ,破坏了叶绿素的结构,从而使叶绿素的生理功能受到抑制,影响光合作用的正常进行。林伟^[30]等研究发现,叶绿素含量随着铅浓度的升高而降低,说明铅污染在一定程度上影响了叶绿素的积累,当然这也将相应地影响到植株的光合作用。明华^[31]等对于铅胁迫对玉米光合特性及产量的影响的研究也表明,玉米在铅胁迫下叶绿素含量降低,进而影响光合作用。韩豫^[26]等关于铅胁迫对花生生理生化特性的影响的研究表明,随着铅浓度的增加,叶绿素 a、b 均呈递减趋势,叶绿素 a、b 减少是衡量叶片衰老的重要生理指标。

3.3 铅对植株酶活性的影响

铅胁迫可导致植物体内酶的失活、变性,甚至酶的破坏^[24]。周长芳等^[32]认为 SOD 活性是随着

Pb²⁺ 浓度增加而逐渐下降的 ,Pb²⁺ 浓度在 20 mg/L 以上时 SOD 活性显著下降 ,且呈极显著的负相关。铅处理浓度的增加 ,SOD、POD 的活性开始下降^[33] ,唐咏^[34]等关于菜园土壤铅污染的物理化学行为及生物学表征的研究表明 ,当铅浓度低于 40 mg/kg 时 ,辣椒幼苗中的 SOD 活性略有降低 ,随铅浓度增加 ,SOD 活性急剧下降 ,下降到一定程度则趋于稳定。这些研究都表明铅对于植株的酶活性存在一定的影响。

关于铅对作物生长的促进作用方面 ,目前的研究相对较少 ,且受土壤条件 ,作物品种等方面的限制较大。铅对于作物的毒害作用是多方面的 ,除上述几方面外 ,铅还对植物的呼吸作用、蒸腾作用、质膜的透性以及植株体内蛋白质的含量有一定的影响。关于铅对作物的毒害作用目前研究较多 ,但在铅对作物的毒害机理等方面仍需进一步的研究。

参考文献 :

- [1] Chen CW ,Wu MM ,Kuo TL.Cancer potential in liver ,lung bladder and kidney due to ingested inorganic arsenic in drinking water[J]. Br.J.Cancer, 1992 ,66: 888- 892 .
- [2] Misllra S ,et al. lead detoxification by coontail (*Ceratophyllum demersum*) involves induction of phytochelatins and antioxidant system in response to its accumulation[J]. Chemosphere , 2006 ,65 :1027- 1039 .
- [3] Nyitrai P ,Boka K ,Gaspar L ,et al. Characterization of the stimulating effect of low- dose stressors in maize and bean seedlings [J]. Journal of Plant Physiology ,2003 ,160(10): 1175- 1183 .
- [4] 王 艳 ,王金达 ,刘汝海 ,等 . 土壤铅的浓度与油菜生长相互影响的研究[J]. 农业环境科学学报 ,2004 ,23(1) :47- 50 .
- [5] 周娜娜 ,王 刚 ,林 伟 . 不同浓度的铅污染对黄瓜幼苗生长的影响[J]. 琼州大学学报 ,2006 ,13(5) :25- 26 .
- [6] Friberg J. Piscator M ,Nordberg G F, et al. Cadmiunl in the Environment[M]. 2nd ed. Clevelandl CRC Press ,1974 .
- [7] Shah K ,Dubey R S. Cadmium elevates level of protein amino acids and alters activity of proteolytic enzymes in germinating rice seeds[J]. Acta Physiol Plant ,1998 ,20 :189- 196 .
- [8] 彭 浩 ,张兴昌 ,邵明安 . 黄土区土壤钾素径流流失试验研究[J]. 水土保持学报 ,2004 ,18(1) :70- 73 .
- [9] A.Mireles ,C.Sols ,E.Andrade ,et al.Heavy metal accumulation in plants and soil irrigated with wastewater from mexico city[J]. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, 2004 (6):187- 190 .
- [10] A.Tessier ,P.G.C.Campbell ,M.Bisson.Sequential Extracation Proceedure for the Speiation of Particulate trace metals[J]. Analytical Chemistry, 1979 ,51(7):844- 850 .
- [11] 王 海 ,王春霞 ,王了健 . 太湖表层沉积物中重金属的形态分析[J]. 环境化学 ,2002 ,21(5) :430- 435 .
- [12] 彭刚华 . 水稻土中重金属 Cd 的形态含量变化 [J]. 福建环境 ,2002 ,19(1) :34- 35 .
- [13] 王 贵 ,张丽洁 . 海湾河口沉积物重金属分布特征及形态研究[J]. 海洋地质动态 ,2002 ,18(1) :2- 5 .
- [14] 宋 菲 ,郭玉文 ,刘效义 . 镉、锌、铅复合污染对菠菜的影响 [J]. 农业环境保护 ,1996 ,15(1) :9- 14 .
- [15] 马运宏 ,范 瑜 ,胡维佳 ,等 . 重金属在土壤 - 作物系统中迁移分布规律的分析[J]. 江苏环境科技 ,1995(1) :8- 10 .
- [16] Patra J ,et al. Tolerance and co- tolerance of the grass *Chloris barlata* Sw to tmercury cadmium and zinc [J]. New Phytologist, 1994 ,128 :165- 171 .
- [17] 季丽英 ,肖 晰 ,冯启言 . 铅和镉对油菜幼苗的影响[J]. 现代农业科技 ,2006(3) :48- 49 .
- [18] 杜连采 . 铅处理对小麦种子萌发和幼苗的影响 [J]. 潍坊学院学报 ,2007(4) :87- 89 .
- [19] 洪春来 ,贾彦博 ,王润屹 ,等 . 铅毒害对蔬菜生长影响的研究 [J]. 现代农业科技 ,2008(20) :27- 28 .
- [20] 张晓雯 ,陈世华 . 铅胁迫对绿豆种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. 安徽农业科学 ,2008 ,36(34) :14859- 14882 .
- [21] 曾路生 ,廖 敏 ,黄昌勇 ,等 . 外源铅对水稻土微生物量、微生物活性及水稻生长的影响[J]. 生态环境 ,2008 ,17(3) :993- 998 .
- [22] 戴 军 ,刘腾辉 . 广州菜地生态环境的污染特征[J]. 土壤通报 ,1995 ,26(3) :102- 104 .
- [23] 杨金凤 ,卜玉山 ,郭小燕 ,等 . 土壤外源镉、铅污染对油菜生长的影响研究[J]. 山西农业科学 ,2005(3) :25- 28 .
- [24] 张红萍 . 铅对植物的毒害及植物对铅的抗性机制[J]. 农业装备技术 ,2007 ,33(3) :21- 22 .
- [25] 康吉利 ,曾志军 ,刘玉佩 . 铅胁迫对小麦种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 广西农业科学 ,2009 ,40(2) :144- 146 .
- [26] 韩 豫 ,曹 莹 ,王绍斌 ,等 . 铅胁迫对花生生理生化特性的影响[J]. 花生学报 ,2007 ,36(1) :24- 27 .
- [27] 邵代兴 . 黄壤菜地重金属铅生物有效性调控措施研究 [D]. 贵州大学 ,2007 .
- [28] 杨 刚 . 铅胁迫下氮肥形态对鱼腥草铅积累效应的影响[D]. 四川农业大学 ,2006 .
- [29] Kupper H ,Kupper F ,Spiller M.Environmental relevance of heavy metal substituted chlorophylls using the exmaple of water plants[J]. Exv.Bot. ,1996 ,47:259- 266 .
- [30] 林 伟 ,张 燕 ,周娜娜 ,等 . 铅污染对黄瓜幼苗脯氨酸及叶绿素含量的影响[J]. 安徽农学通报 ,2006 ,12(11) :86- 87 .
- [31] 明 华 ,曹 莹 ,胡春胜 ,等 . 铅胁迫对玉米光合特性及产量的影响[J]. 玉米科学 ,2008 ,16(1) :74- 78 .
- [32] 周长芳 ,吴国荣 ,陆长梅 ,等 . Pb 污染对钝顶螺旋藻生长及某些生理性状的影响[J]. 湖泊科学 ,1999 ,11(2) :135- 140 .
- [33] 王东林 . 重金属 Cd、Pb 胁迫对慈姑生长发育的影响及吸收分配的差异[D]. 扬州大学 ,2007 .
- [34] 唐 咏 . 铅污染对辣椒幼苗生长及 SOD 和 POD 活性的影响[J]. 沈阳农业大学学报 ,2001 ,32(1) :26- 28 .