

废旧电池浸出液对小麦幼苗叶绿素及生物量的影响

李青雨, 潘春彩 (许昌学院城市与环境学院, 河南许昌 461000)

摘要 [目的]研究不同浓度的废旧电池浸出液对小麦幼苗生物量及叶绿素的影响,为预防小麦减产和重金属中毒提供理论依据。[方法]以小麦为试验材料,探讨不同浓度梯度的废旧电池浸出液对小麦幼苗叶绿素及生物量的影响。[结果]当废旧干电池浸出液浓度较低时,其对小麦幼苗生物量的影响很小,而对叶绿素含量在短时间有一定的促进作用。当废旧电池浸出液浓度较高时,明显抑制小麦幼苗叶绿素的增加,但对小麦幼苗生物量的影响并没有明显的规律性。[结论]废旧电池浸出液对小麦幼苗的生长影响很大。

关键词 废旧电池;小麦;叶绿素;生物量

中图分类号 S512.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)32-15772-03

Impact of Waste Battery Leaching on the Chlorophyll and Biomass of Wheat Seedling

LI Qing-yu et al (School of City and Environment, Xuchang University, Xuchang, Henan 461000)

Abstract [Objective] The theoretic reference for the prevention of wheat yield-reducing and toxicity of heavy metal to wheat was provided through the research on the effect of the different concentrations of waste batteries leaching on the chlorophyll and biomass of wheat seedling. [Method] The wheat being taking as the experimental material, the effects of the different concentrations of waste battery leaching on the chlorophyll and biomass of wheat seedling was discussed. [Result] The results showed that low concentration of waste batteries leaching could little affect the biomass of wheat seedling, however, it could facilitate the increase of chlorophyll content of wheat seedlings in a short time. When the waste battery leaching was relatively high, the chlorophyll development was significantly inhibited. There was obvious regularity in the concentrations of waste battery leaching affecting the biomass of wheat seedling. [Conclusion] The waste battery leaching heavily affected the wheat seedling growth.

Key words Waste battery; Wheat; Chlorophyll; Biomass

目前,废旧电池对环境的污染日益严重,引起了社会的广泛关注。席国喜教授等对废旧1号中华牌锌锰干电池残渣成分的分析得知,废旧的电池中含有10多种化学物质,其中部分重金属对农作物危害较大^[1-5]。受重金属毒害的植物不能正常生长,并且生物量呈下降趋势。如果废旧电池随处丢弃,很快会被风化并霉烂,废旧电池粉末便会向地下渗透,进入土壤和水体,对土壤和水源造成严重污染。

据统计,我国仅因重金属污染的耕地面积近2000万 hm^2 ,约占总耕地面积的20%^[5]。而小麦是我国主要的粮食作物之一,小麦幼苗期的生长状况直接影响其产量和质量。据查阅大量的文献,许多学者研究了单一重金属对小麦等植物的影响,而有关废旧电池浸出液对小麦幼苗叶绿素及生物量影响方面的研究尚未见报道。因此,笔者选取小麦为研究对象,通过研究不同浓度的废旧电池浸出液对小麦幼苗生物量及叶绿素的影响,进一步揭示废旧电池对小麦幼苗生长的危害,以期预防小麦减产和重金属中毒提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 豫麦49购于河南兆丰种业有限公司,麦粒大小基本一致,无霉变,籽粒饱满,具有活力;废旧电池为1号中华牌锌锰干电池(河南新乡市电池厂)。

1.2 试验设计

1.2.1 浸出液的配置。取废旧1号中华牌锌锰电池2只,剥去外层塑料,破碎置于2500 ml大烧杯中,加入1100 ml蒸馏水,经常搅拌。7 d后,用倾析法将溶液和固体残渣分离,再减压抽滤,得无色透明溶液约1000 ml,即为废旧电池浸出液原液^[6]。试验中所需不同浓度的废旧电池浸出液均由此

液稀释而来。

1.2.2 预试验。随机选取小麦种子,经0.4%高锰酸钾溶液表面消毒6 min,先用自来水冲洗数次,再用蒸馏水反复冲洗数次,用滤纸将水吸干^[7]。选用直径为10 cm的培养皿,皿内以双层滤纸为发芽床,向皿内加水至滤纸饱和为止^[8]。每皿均匀放入30粒小麦种子,共10皿。在光照培养箱中使小麦种子萌发,温度为 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$,日光灯12 h/d照明。每天定期向每皿中加入相同的蒸馏水,保持滤纸饱和。将废旧电池浸出液与水按体积分数以TA90(90%废旧电池浸出液+10%水)、TA75(75%废旧电池浸出液+25%水)、TA70(70%废旧电池浸出液+30%水)、TA60(60%废旧电池浸出液+40%水)、TA50(50%废旧电池浸出液+50%水)、TA45(45%废旧电池浸出液+55%水)、TA30(30%废旧电池浸出液+70%水)、TA15(15%废旧电池浸出液+85%水)、TA10(10%废旧电池浸出液+90%水)和TA00(100%水)方式充分混合待用。并将以上处理分成2组,即TA90、TA70、TA50、TA30、TA10、TA00为一组,TA90、TA75、TA60、TA45、TA30、TA15、TA00为一组。7 d后,从电热恒温箱中取出培养皿置于实验台上,并向10个培养皿中分别加入TA90、TA75、TA70、TA60、TA50、TA45、TA30、TA15、TA10和TA00,观察并记录结果。

1.2.3 正式试验。经过预试验筛选,发现TA60、TA45、TA30、TA15、TA00为较适宜的浓度,其效果较为明显(TA60可使85%的小麦死亡),故将其用于正式试验。在正式试验中,培养小麦种子10皿,每皿30粒。待小麦长出第2片真叶时,将长势一致的小麦幼苗120棵分别移栽至120支试管中,将这些试管平均分成5组,依次加入6 ml TA60溶液24支、6 ml TA45溶液24支、6 ml TA30溶液24支、6 ml TA15溶液24支和6 ml TA00溶液24支,于光照培养室内培养观察。每5 d测1次小麦幼苗的叶绿素含量及生物量,叶绿素的测定选取植株倒数2~4片叶进行,每次各选取3棵植株,每项测定重复3次,观察并记录结果。

基金项目 河南省教育厅自然科学研究计划项目(2009A180018)。
作者简介 李青雨(1977-),男,河南许昌人,硕士,讲师,从事植物生理生态学及种群生态学方面的研究。

收稿日期 2009-07-13

1.3 数据处理与测量方法

1.3.1 叶绿素的测定。根据试验条件需要,选取直接浸取法提取小麦幼苗叶绿素。相比较而言,选 95% 乙醇作提取液效果较好^[9]。取 10 ml 95% 乙醇于广口瓶中,把小麦叶片切碎放入,在暗处 26 ~ 27 °C 恒温下萃取约 24 h 至材料完全变白^[10]。以 95% 的乙醇为空白对照组,用 7220 型分光光度计在波长为 645、663 nm 下分别测定各叶片叶绿素提取液的光密度值。并根据 Amon 法^[11]计算叶绿素(a,b)的 Ca、Cb 值(mg/L),每个浓度设 3 个重复。

Amon 公式:

$$Ca = 12.70OD_{663} - 2.69OD_{645}$$

$$Cb = 22.90OD_{645} - 4.86OD_{663}$$

$$Ct = Ca + Cb = 8.02OD_{663} + 20.21OD_{645}$$

根据提取液中的叶绿素浓度,换算成每克鲜叶中的叶绿素含量[mg/g(FW)]。

1.3.2 生物量的测定。采用收割法,将移栽后的小麦幼苗每 5 d 每个浓度均收割 1 次。将麦粒以上部分和麦粒及其以下部分分开,分别称之为地上部分和地下部分。105 °C 杀青 15 min,60 °C 烘干 24 h,称量^[12]。每个浓度设 3 个重复。

1.3.3 数据处理。采用 Excel 和 SPSS12.0 软件对所得数据

进行单因素方差分析并作图。

2 结果与分析

2.1 小麦幼苗叶片叶绿素对废旧电池浸出液的响应 由图 1、2 可知,废旧电池浸出液对小麦幼苗叶片的叶绿素水平影响较大,并且这种影响程度与处理浓度有很大关系。试验发现,TA00 与其他处理浓度间差异显著($P < 0.05$)。对照组 TA00 的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 ab 在试验期内呈增加趋势,而其他处理浓度均有不同程度地下降。对于 TA15、TA30 的叶绿素 a 和叶绿素 ab 在试验前 5 d 均有所增加,5 d 之后含量呈下降趋势。叶绿素 b 在前 5 d 每种处理均呈增加趋势,之后含量呈降低趋势,这说明,重金属在短期内对小麦幼苗叶绿素的合成有刺激作用,这与何翠屏等的结论一致^[13]。含有营养液的废旧电池浸出液在短时间内对小麦幼苗的生长有促进作用的原因可能是:①小麦营养液中的钾离子对小麦有营养作用,能促进小麦的生长;②小麦对重金属有一定的抗性,其抗性机理为:小麦细胞壁中的果胶质为结合重金属离子提供大量的离子交换位点。当细胞壁结合点达到饱和时,关键性的抗性机制则存在于细胞内的重金属结合体(如金属硫蛋白和植物螯合肽结合),因而解除了重金属的毒害^[14]。

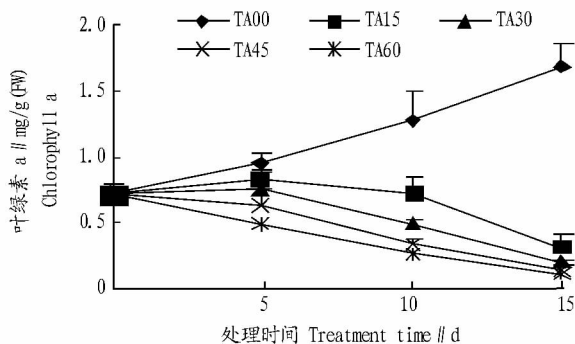


图 1 不同废旧电池浸出液处理对小麦叶片叶绿素 a、b 的影响

Fig. 1 Effects of different waste batteries leaching solution on chlorophyll a and b of wheat leaf

5 d 后,重金属的毒害作用就会呈现出来。TA15、TA30、TA45 和 TA60 的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 ab 均呈明显的下降趋势,并且叶绿素 a 含量下降比叶绿素 b 含量下降的幅度大。同时小麦幼苗出现茎叶泛黄,叶片微卷,有黑斑、退绿、无生气、植株矮小等症状,这些症状随处理浓度的增高而更加显著。有关研究表明,叶片褪绿是植物受重金属毒害后出现的普遍症状。其原因是废旧电池浸出液中所含的重金属影响了植物叶片叶绿素的合成,进而影响到小麦幼苗叶片中叶绿素的含量。

2.2 不同浓度梯度下小麦幼苗生物量配置 通过测定小麦幼苗生物量,分析废旧电池浸出液对小麦幼苗生长的影响,结果见图 3。由图 3 可知,TA15、TA30 和对照组 TA00 的地下部分生物量在试验期内的生长趋势基本一致,均有所增长。这说明,低处理浓度的废旧电池浸出液对小麦幼苗地下部分生物量的影响较小。但是,各处理浓度在短时间内(5 d)的地下部分生物量都比对照组多,这可能是由于废旧电池浸出液对小麦幼苗的根有一定促进作用所致。而 TA45、TA60 则对小麦幼苗地下部分生物量的影响较明显。10 d 后,小麦幼苗地下部分生物量明显下降,而且根尖发黑、腐

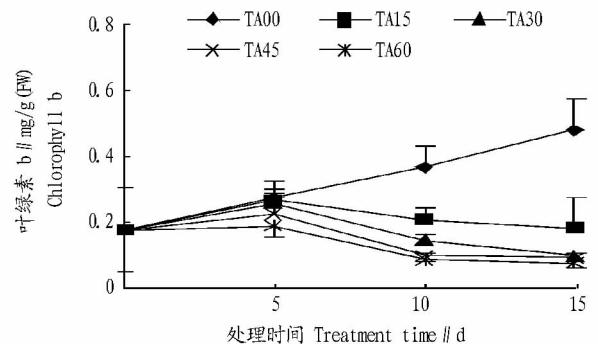


图 2 不同废旧电池浸出液处理对小麦叶片叶绿素 a + b 的影响

Fig. 2 Effects of different waste batteries leaching solution on chlorophyll a + b of wheat leaf

烂。此结果与王慧忠等的结论相似^[4]。这是因为在高浓度的重金属胁迫下,植物体内产生大量的活性氧自由基,植物体内 SOD(超氧化物歧化酶)则相应上升,以歧化活性氧。但当产生的自由基大于清除酶清除能力时,自由基也会对该酶活性造成影响,使酶活性急剧下降。与此同时,自由基也会对其他代谢酶产生毒害作用,最终导致植株生长缓慢,地下生物量减少。

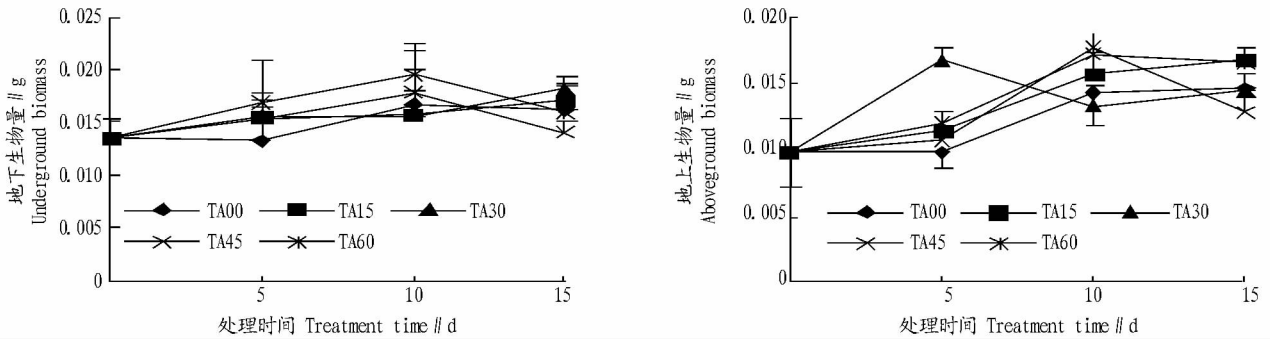


图3 不同废旧电池浸出液处理对小麦地下和地上部分生物量的影响

Fig.3 Effects of different waste batteries leaching solution on wheat underground and aboveground biomass

由图3中可发现,地上部分生物量受废旧电池浸出液影响不太大,只有在TA60处理组中,地上部分生物量10d后才会呈现急剧下降的趋势,说明只有较高浓度的废旧电池浸出液才会对小麦幼苗地上部分产生较大影响。这种下降趋势可能是由于较高浓度的废旧电池浸出液中的重金属经根吸收移至地上部分的叶片中,大量聚集(主要积累在叶肉细胞)后使得叶片细胞分裂减少甚至不分裂,最终叶片质量减少或叶片死亡所致。在图3中还发现,TA30在第5天时出现了较大值,可能是由于该浓度的废旧电池浸出液在短时间(5d)内对小麦根系的生长具有促进作用所致,具体原因有待于进一步研究。

3 讨论

笔者在此探讨了不同浓度的废旧电池浸出液对小麦幼苗叶绿素及生物量的影响,结果表明,废旧电池浸出液对小麦幼苗生物量影响没有太大的规律性,只是在高处理浓度下才表现得较为明显。高浓度的废旧电池浸出液对小麦幼苗根系生长发育影响较大,主要引起根系生物量降低。废旧电池浸出液通过根系吸收后到达叶片,积累多时也会对叶肉组织产生影响。

废旧电池浸出液能够破坏小麦幼苗叶绿素结构,使得叶片失绿,严重时使叶片枯萎,甚至死亡。但试验处理浓度低时,在短时间内有利于叶绿素的增加。随着时间的延长,各处理浓度对叶绿素的破坏作用均在增加,从而使叶片受到的伤害越来越大。

废旧电池浸出液对小麦毒害的症状主要现象为:小麦幼苗叶缘枯萎、叶片卷曲、变黄,根暗黑,茎秆发黑,严重的会导致植株死亡。

由试验结论可见,废旧电池对小麦幼苗的生长具有很大的危害,它不但影响小麦的根系,而且还影响到小麦的叶片,这将对小麦的产量和质量造成威胁。因此,在日常生活中不应把废旧电池随意丢弃,而应该以科学合理的方式加以回收利用,避免废旧电池造成环境污染。

参考文献

- [1] 席国喜,路迈西,邱宁静. 废旧锌锰电池的残渣成分分析[J]. 再生资源研究,2006(1):38-40.
- [2] 李哲. 废旧电池对环境的污染及人体健康的影响[J]. 甘肃冶金,2004,26(1):60-61.
- [3] 张义贤. 汞、镉、铅胁迫对油菜的毒害效应[J]. 山西大学学报,2004,27(4):410-413.
- [4] 王慧忠,何翠屏,赵楠. 铅对草坪植物生物量与叶绿素水平的影响[J]. 草业科学,2003,20(6):73-75.
- [5] 郑世英,商学芳. 镉对小麦种子萌发和生长的影响[J]. 德州学院学报,2006,22(5):90-92.
- [6] 廖戎. 废旧电池对几种陆生植物影响的分析研究[J]. 西南民族大学学报:自然科学版,2005,31(6):885-888.
- [7] 杨居荣,贺建群,张国祥. 作物对镉毒害的耐性机理探讨[J]. 农业环境科学学报,2003,22(6):660-663.
- [8] 洪仁远,蒲长辉. 镉对小麦幼苗的生长和生理生化反应的影响[J]. 华北农学报,2001,16(3):70-74.
- [9] 黄帆. 测定浮萍叶绿素含量的方法研究[J]. 试验技术与管理,2007,24(5):29-31.
- [10] 闫光兰,杨显金. 大气污染对城市绿化植物叶片叶绿素含量的影响[J]. 南阳师范学院学报,2007,6(6):55-57.
- [11] 汪志国,王静,李国刚. 双波长分光光度法同时测定叶绿素a,b[J]. 中国环境监测,1999,15(5):21-22.
- [12] 张翔,王文国,宗浩. 铜尾矿对白车轴草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 种子,2007,26(6):28-30.
- [13] 何翠屏,王慧忠. 重金属镉、铅对草坪植物根系代谢和叶绿素水平的影响[J]. 湖北农业科学,2003(5):60-63.
- [14] 黄玉山,孙键敏,谭风仪. 植物重金属结合体的研究现状[J]. 植物学报,1992,34(2):146-158.

(上接第15753页)

越大,每穗实粒数越多,结实率越高,其产量越高。因此,选育恢复系时应加强对大穗重穗、高结实率材料的选育。同时,除考虑恢复系自身的经济性状外,还应高度重视其恢复力和配合力。该研究中新育恢复系的恢复力和配合力有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 况浩池,曾正明,罗俊涛,等. 高配合力中粒迟熟恢复系沪恢602的选育与应用[J]. 中国稻米,2008(3):29-31.
- [2] 谢华安. 明恢63的选育和利用[J]. 福建农业学报,1998,13(4):1-6.
- [3] 唐启义,冯光明. 实用统计分析及其DPS数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002:159-163.
- [4] 袁隆平. 杂交水稻学[M]. 北京:中国农业出版社,2002:155-159.