

化处理获得荧光蛋白基因启动子区处于高甲基化状态的 C3 质粒,并将其转染进人类 HepG-2 肝癌细胞株,随后以该改造细胞株(EGFP HepG2)为主要工具载体,与受试物进行共培养,依据细胞绿色荧光强度来定量评价受试化学物的去甲基化功能的强弱。同时通过电感耦合等离子体质谱法(ICP/MS)对提取液的成分进行扫描检测分析,探索影响样品综合去甲基化能力的主要组成成分。**结果** 在 9 个测试样中,有 7 个显示出可以观察到的去甲基化表观遗传毒性,占测试样品的 78%。其去甲基化表观遗传毒性当量介于 $0.065 \sim 0.257 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 5-Aza-CdR 之间。其中一个底泥样品毒性最高,毒性当量为 $0.257 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 5-Aza-CdR;重金属检测发现这个样品中 Cd 的浓度为 $1.62 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,超过土壤中的标准限值 $1.00 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$;一个地下水样品的毒性较高,毒性当量为 $0.142 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 5-Aza-CdR;重金属检测发现其中的 Mn 的浓度为 $4868.87 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,超过土壤中的标准限值 $300 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。在 4 个存在超标的土壤或底泥样品中,有 3 个被检测出具有可以观察到的去甲基化表观遗传毒性。环境样品表观遗传毒性检测结果也与环境分析结果具有基本一致的趋势。**结论** 部分环境样品去甲基化能力较强,具有不容忽视的表观遗传毒性。

关键词: 环境样品;去甲基化;表观遗传毒性;EGFP

基金项目: 国家自然科学基金(20907047);环境保护部国家环保公益性行业科研专项(201409079,200909036);中国环境科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务专项基金(2008KYYW05)

E-mail: xlwang@craes.org.cn

T2.71 氧化石墨烯联合砷对小麦生态毒性

胡献刚,康佳,卢凯成,周启星

(南开大学环境科学与工程学院 教育部环境污染过程与基准教育部重点实验室,天津 300071)

摘要: **目的** 分析氧化石墨烯联合砷(As^{5+})对小麦种子及幼芽的生态毒性的作用,并探讨氧化石墨烯对砷生物吸收的影响。**方法** 实验利用小麦发芽实验在培养箱中使小麦萌发。砷设置空白组和污染组($10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$),联合毒性设置氧化石墨烯浓度为 0, 20 和 $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。5 d 培养结束后用根冠仪分析小麦的生长发育情况,运用紫外分光光度计显色反应分析叶绿素浓度、抗氧化酶活性,最后利用液相色谱串联电感耦合等离子质谱仪分析生物体内的砷的浓度及形态。**结果** 少量的砷($10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)促进了种子的萌发,不同浓度氧化石墨烯对种子萌发影响并不显著,然而氧化石墨烯联合砷显著地抑制了小麦种子的萌发($P < 0.01$)。与对照组相比,氧化石墨烯与砷能限制抑制小麦幼苗体内叶绿素的合成。单污染物及复合污染暴露均使丙二醛及抗氧化酶(超氧化物歧化酶、过氧化物酶和过氧化氢酶)活性发生了提高,其中复合污染提高的更加明显($P < 0.05$),说明种子萌发过程中对砷和氧化石墨烯复合污染发生了显著氧化应急。种子萌发过程中能吸收大量的砷,且氧化石墨烯加剧了小麦对砷的吸收。另外,在复合污染过程中,砷的形态发生了变化,5 价砷向 3 价和甲基砷发生了转化。**结论** 氧化石墨烯对小麦萌发有一定的毒性,并能显著增强砷对小麦萌发的毒性,应注意氧化石墨烯与其他污染物的协同作用。

关键词: 石墨烯;氧化石墨烯;砷;种子萌发;生物有效性

E-mail: huxiangang@nankai.edu.cn

T2.72 一种氧化应激生物标志物定量分析系统的建立及应用

殷健,魏金锋,靳洪涛,王爱平

(中国医学科学院药物研究所新药安全评价中心,北京 100050)

摘要: **目的** 建立一种生物体清除自由基能力的检测方法,并应用于生物体氧化应激效应的检测。**方法** 本项研究选用国际标准试验用鱼—斑马鱼作为试验生物,主要针对过氧自由基($\text{ROO}\cdot$)进行测定,以

偶氮化合物 2,2'-偶氮-双-(2-脒基丙烷)氯化二氢(AAPH)作为氧自由基来源,荧光素钠(FL)为荧光指示剂,并以维生素 E 类似物(Trolox)作为定量标准,观察自由基与荧光素钠作用后其荧光强度的衰减过程,检测各种抗氧化剂加入体系后延缓荧光素钠荧光强度衰减的能力,以此评价抗氧化剂的抗氧化能力。**结果与结论** 本研究所建立的定量分析方法具有强特异性;精密度在 97%~108%之间,相对标准偏差(%RSD)小于 15%;准确度高,回收率在 97%~108%之间;重现性佳(变异系数是 3.09%);此法的定量检出限和最低检测限分别为 3.03 和 1.00 mmol Trolox/g 蛋白,可接受的相关系数(R^2) ≥ 0.99 。依据所建立的定量分析方法积累的斑马鱼 ORAC 生理正常值范围为 0~50 mmol Trolox/g 蛋白,并将四种重金属污染物的污染程度和毒性效应分别进行了评级和分类,提高实验数据互认程度,推动抗氧化防御系统生物标志物在环境污染监测中的应用。

关键词: 氧化应激;生物标志物;环境污染;斑马鱼

通讯作者: 王爱平, E-mail: wangai ping@imm. ac. cn

T2.73 甲基叔丁基醚对斜生栅藻的毒性作用

闫峻, 胡传禄, 张华山, 杨红莲, 林本成, 袭著革

(军事医学科学院卫生学环境医学研究所, 天津 300000)

摘要: **目的** 甲基叔丁基醚(MTBE)具有良好的防爆性能和燃烧性,并且能明显提高汽油的辛烷值,已经替代四乙基铅作为一种很好的汽油添加剂而被广泛应用。同时,MTBE作为一种新型污染物,易渗入地下水、土壤中,且不易降解,对环境和生物体健康构成潜在威胁。本实验研究目的在于初步评价 MTBE 对水生生物斜生栅藻(*Scenedesmus obliquus*)的毒性效应。**方法** 选用水生生态系统中的初级生产者——斜生栅藻作为受试生物,根据 ISO 标准方法,绘制斜生栅藻的生长曲线,确定最佳起始藻密度,并探讨不同浓度的 MTBE 对斜生栅藻生长情况的影响;并采用 80%丙酮抽提法,分光光度计测定并计算藻体内光合色素含量。**结果** 试验结果表明,在 72 h 附近斜生栅藻开始进入对数生长期,接种最佳初始藻密度约为 $1.4 \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$;低浓度的 MTBE($\leq 577.08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)能刺激斜生栅藻的生长;高浓度的 MTBE($\geq 1000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)能造成斜生栅藻细胞内部结构或性质的改变,对细胞产生毒性效应,进而抑制斜生栅藻的生长;MTBE 对斜生栅藻生长抑制的值 72 h- EC_{50} 值为 $5190.28 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 48 h- EC_{50} 值为 $5219.41 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 24 h- EC_{50} 值为 $4637.47 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。光合色素含量测定结果显示,光合色素含量与斜生栅藻的生长抑制率呈现良好的对应关系。各染毒组叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量与对照组相比均明显降低,差异具有显著性($P < 0.05$),随着染毒浓度的升高,差异具有极显著性($P < 0.01$),说明高浓度的 MTBE 对斜生栅藻的光合色素有破坏作用。**结论** 根据毒性分级,MTBE 对斜生栅藻的毒性属于低毒性,但是高浓度的 MTBE($\geq 1000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)能够抑制斜生栅藻的生长,造成斜生栅藻细胞内部结构或性质的改变,对细胞产生毒性效应;同时对斜生栅藻的光合色素具有破坏作用。

关键词: 甲基叔丁基醚;斜生栅藻;生长抑制;新型污染物

通讯作者: 袭著革, E-mail: yan jing@sina. cn

T2.74 两种皮肤刺激试验在洗手液进行安全性评价中的应用

杨美玲, 张紫虹, 李文立, 胡帅尔, 陆彦

(广东省疾病预防控制中心, 广东 广州 510430)

摘要: **目的** 本研究比较急性皮肤刺激试验、多次皮肤刺激试验对洗手液的毒性结果,探讨这两种检测方法的灵敏性和合理性。**方法** 采用家兔急性皮肤刺激试验、多次皮肤刺激,对 45 种洗手液类产品进行有